POLSKIE TOWARZYSTWO PROGRAMÓW ZDROWOTNYCH

DROGA DO ZDROWEGO POWIETRZA - RAPORT

Polskie Towarzystwo Programów Zdrowotnych
Al. Zwycięstwa 42a
80-210 Gdańsk,

Tel. (58) 349 15 43
zdrowepowietrze@ptptz.pl

SPIS TREŚCI

1 Streszczenie raportu i rekomendacje 4
1.1 Streszczenie raportu 4
1.2 Rekomendacje 5
1.2.1 Ministerstwo Finansów 5
1.2.2 Ministerstwo Infrastruktury 6
1.2.3 Ministerstwo Ochrony Środowiska 6
1.2.4 Ministerstwo Zdrowia 7
1.2.5 Ministerstwo Spraw Wewnętrznych 7
1.2.6 Ministerstwo Edukacji Narodowej, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego 7
1.2.7 Ministerstwo Sprawiedliwości 7
1.2.8 Ministerstwo Pracy 7
1.2.9 Rząd 8
2 Summary and recommendations 9
2.1 Summary of the report 9
2.2 Recommendations 10
2.2.1 Ministry of Finance. 10
2.2.2 Ministry of Infrastructure 11
2.2.3 Ministry of Environment Protection 11
2.2.4 Ministry of Health 11
2.2.5 Ministry of Home Affairs 12
2.2.6 Ministry of National Education, Ministry of Science and Higher Education 12
2.2.7 Ministry of Justice 12
2.2.8 Ministry of Labour 12
2.2.9 Government 12
3 Skutki zdrowotne zanieczyszczeń powietrza 14
3.1 Powietrze a zdrowie 14
3.2 Zanieczyszczenie powietrza w Polsce i Europie 15
3.3 Źródła zanieczyszczeń powietrza 16
3.4 Zanieczyszczenia 16
3.5 Smog 17
3.6 Transport drogowy 17
3.7 Wpływ na zdrowie 18
3.8 Koszty zdrowotne 21

4 Wpływ zanieczyszczenia powietrza (ze szczególnym uwzględnieniem ruchu kołowego) na zdrowie w świetle badań polskich 22
4.1 Przegląd badań polskich dotyczących zanieczyszczeń powietrza 23
4.1.1 Skład i źródła zanieczyszczeń powietrza 24
4.1.2 Efekty zdrowotne zanieczyszczeń powietrza 24
4.1.3 Wpływ ruchu kołowego 26
4.2 Dyskusja 27
5 Czy rezygnacja z pojazdów spalinowych to mrzonka czy realna alternatywa? Przegląd badań i możliwe kierunki działań 29
5.1 Wprowadzenie 29
5.2 Pojazdy o napędzie konwencjonalnym jako zagrożenie dla środowiska i zdrowia – wprowadzenie 30
5.3 Problem pomiaru kosztów zewnętrznych i skuteczności polityki na rzecz poprawy jakości powietrza 32
5.4 Rekomendacje 37
6 Czy zdrowe powietrze ma cenę? 40
6.1 Początki 40
6.2 Efekty zanieczyszczeń 42
6.3 Case study – Clean Air Act 1990 45
6.4 Czy obliczenia EPA są obiektywne? 48
6.5 Zdrowe powietrze i regulacje 49
7 Konsumpcja paliw a struktura parku pojazdów w Polsce 51
7.1 Konsumpcja paliw 51
7.2 Park pojazdów 53
7.3 Konsumpcja paliw a park pojazdów 57
8 Transport w aglomeracjach w służbie zdrowia publicznego 60
8.1 Ocena technologii transportowych: konieczność rewizji kryteriów 60
8.2 Ocena efektywności usług transportowych w aglomeracjach z uwzględnieniem wpływu na stan zdrowia i jakość życia mieszkańców. 61
8.3 Środowisko społeczne 62
8.4 Komunikacja i jej wpływ na styl życia 62
8.5 Dyskusja – możliwe kierunki badania problemu 63
9 Innowacyjne rozwiązania techniczne w służbie czystości powietrza 64
9.1 Miejskie innowacje – „pożeracze” zanieczyszczenia powietrza 64
9.1.1 Smog Free Tower 64
9.1.2 City Vacuum Cleaner 65

9.1.3 The City Tree 65
9.1.4 Instalacje do oczyszczania powietrza w parkingu podziemnym 66
9.1.5 Pionowy las „Vertical forest” 67
9.1.6 Filtr cząstek stałych (AFP) 67
9.2 Innowacje – przemysł motoryzacyjny 68
9.2.1 Baterie wodorowe 69
9.2.2 Baterie ze stałym elektrolitem 69
9.3 Innowacje - Sztuczna Inteligencja 70
10 O wolności do oddychania czystym powietrzem 72
10.1 Wolność negatywna 73
10.2 Wolność jednostki 74
10.3 Wolność w Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka ONZ 75
10.4 Analiza wolności jednostkowej na przykładzie SUVa 76
10.5 Wolność pozytywna 78
10.6 Zmiana charakteru ludzkiego działania 79
10.7 Pozory konsensusu 80
10.8 Konkluzje 81
11 Wpływ na zdrowie i koszty związane z emisją pojazdów napędzanymi silnikami diesla w Unii Europejskiej – Raport CE Delft na zlecenie EPHA (181) 83
11.1 Podstawowe założenia i cel badania 83
11.2 Skutki zdrowotne czynników zanieczyszczających powietrze 83
11.3 Koszty zanieczyszczenia powietrza w Unii Europejskiej w 2016 roku: między 67 a 80 miliardów euro 85
11.4 Koszty zanieczyszczenia powietrza w 2030 znacząco niższe 85
11.5 Wpływ dodatkowych polityk 86
11.6 Podsumowanie najważniejszych wyników 87
11.7 Koszty zanieczyszczeń powietrza spowodowanych przez transport drogowy w Polsce 89
12 KALENDARIUM DZIAŁAŃ KOMISJI EUROPEJSKIEJ OD MOMENTU UJAWNIENIA AFERY DIESELGATE TJ. OD ROKU 2015 (188) 91
13 Bibliografia 94
14 SPIS TABEL 106
15 SPIS WYKRESÓW 106
16 SPIS RYSUNKÓW 107

1 STRESZCZENIE RAPORTU I REKOMENDACJE

1.1 STRESZCZENIE RAPORTU

Eksperci Światowej Organizacji Zdrowia zwrócili uwagę, „że nie istnieje bezpieczny dla zdrowia ludzi poziom zanieczyszczeń powietrza, dlatego należy dążyć do jak najszybszej redukcji emisji ze wszystkich jej źródeł".

Autorzy niniejszego Raportu przybliżają nam szeroki wachlarz zagadnień związanych z zanieczyszczeniem powietrza i jego wpływu na zdrowie człowieka.

Poszczególne rozdziały Raportu dotykają skutków zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza, które zobrazowane zostały nie tylko w kontekście medycznym (w oparciu o aktualne wyniki dostarczają nowej wiedzy na temat wpływu zanieczyszczeń na zdrowie: np. związek z rozwojem choroby Alzheimera, depresji, czy cukrzycy), ale również ekonomicznym (zewnętrzne koszty zdrowotne), czy też odnoszącym się do pojęcia wolności jednostki.

W ramach Raportu zaprezentowano: charakterystykę badań polskich w obszarze wpływu zanieczyszczeń powietrza (ze szczególnym uwzględnieniem ruchu kołowego) na zdrowie oraz wstępną diagnozę tematu konsumpcji paliw w Polsce.

Każdy rozdział Raportu zawiera odniesienie do rozwiązań praktycznych. Zaliczyć do nich można m.in.: innowacyjne, światowe rozwiązania techniczne w służbie czystości powietrza, które zostały wdrożone w różnych miejscach kuli ziemskiej na rzecz poprawy jakości powietrza.

Z przeprowadzonych przez autorów Raportu analiz wynika, że spaliny emitowane przez silniki diesla stanowią jeden z kluczowych źródeł szkodliwych dla zdrowia zanieczyszczeń. Skutki zanieczyszczenia powietrza nie ograniczają się do obniżenia poziomu zdrowia i jakości życia, ale także mają wymierny wpływ na ekonomię. Według badania zrealizowanego na zlecenie European Public Health Alliance (CE Delft) koszty zanieczyszczenia powietrza pochodzące z transportu drogowego w krajach UE wyniosły prawie 80 miliardów Euro tylko w roku 2016, z czego w Polsce 3,533 mln EUR (COPERT), 4,621 mln EUR (TRUE).

Skutki ponoszone wyłącznie przez powszechne systemy ubezpieczeń zdrowotnych sięgnęły 45,4 miliarda, z czego w Polsce 2,206 mln EUR (COPERT), 2,860 mln EUR (TRUE). Jednocześnie w tej grupie najwyższy udział mają podmioty gospodarcze, wykorzystujące tą technologię w swojej logistyce.

Intencją Raportu jest zmotywowanie i uzyskanie społecznej akceptacji do działań na rzecz istotnego ograniczenia poziomu narażenia ludności na zanieczyszczenia. Działania te, aby

mogły odnosić zamierzony efekt, powinny być wielosektorowe, wolne od wszelkich form nacisku grup interesów oraz oparte na naukowo zweryfikowanych faktach.

Przytoczone w Raporcie przykłady pokazują, iż aktywność na rzecz zdrowego powietrza przynosi korzystne skutki w wymiarze globalnym i indywidualnym.

Dlatego najważniejszym celem jest wypracowanie zmian w prawie, które realnie przyspieszą transformację w kierunku bezpieczniejszych dla zdrowia technologii. Strategia e-mobilności odpowiada na powyższe wyzwanie, jednocześnie jednak zasoby, które są w średniookresowej perspektywie alokowane na wsparcie zmian są zbyt małe w stosunku do realnych potrzeb. Ponadto wsparcie udzielane na upowszechnienie elektrycznych samochodów osobowych w krajach europejskich i w Polsce rozwiążą problem zanieczyszczenia w niewielkim stopniu.

Dlatego też autorzy Raportu proponują koncentrację wysiłku transformacyjnego w obszarach, gdzie relatywnie niewielka liczba pojazdów odpowiada za znaczącą i rosnącą emisję zanieczyszczeń, jak na przykład małe i średnie samochody dostawcze, pojazdy używane przez firmy usługowe, taksówki, pojazdy wynajmowane/współdzielone oraz pojazdy służb publicznych.

Oferowane przez różne podmioty rozwiązania technologiczne, mające poprawiać jakość powietrza są prawdopodobnie nieskuteczne w poprawie jakości powietrza środowiskowego.

W celu pozyskania wystarczających zasobów konieczne jest także zwiększenie budżetu funduszu transformacji. Obecna opłata (w wysokości 10gr/l) jest zupełnie niewystarczająca oraz w niewystarczającym stopniu motywująca do zmian technologii. Dlatego Raport proponuje w szczególności rozważanie nad zmianą podejścia do polityki parkingowej nie tylko na poziomie samorządu, ale także na poziomie krajowym poprzez wprowadzanie zmian w regulacjach prawnych.

1.2 REKOMENDACJE

Poniżej lista rekomendacji i zadań wypracowanych w ramach Raportu z przypisaniem ich do konkretnych instytucji:

1.2.1 Ministerstwo Finansów

- pozyskanie zasobów na transformację oraz sprawne zarządzanie;
- systematyczne, chociaż rozłożone na lata podnoszenie opłaty lub akcyzy za diesla;
- podatek od dużych parkingów (powyżej 5-10 miejsc) ze szczególnym uwzględnieniem roli intermodalnych węzłów typu Park&Ride;

- ułatwienia podatkowe dla firm wynajmujących samochody, sieci taksówkowych, firm transportowych i usługowych z napędem elektrycznym/wodorowym - dla pojazdów osobowych i małych oraz średnich samochodów dostawczych;
- zróżnicowanie podatków dla taksówek i innych firm zajmujących się transportem drogowym w zależności od używanych technologii;
- reforma podatku klimatycznego: pobierany powinien być od każdego samochodu (a nie od osoby lub jako dodatkowe obciążenie dla osób przyjeżdżających samochodami) przyjeżdżającego do miejscowości/gminy, która taki podatek pobiera;
- wspieranie finansowe inicjatyw przypisanych do innych resortów.

1.2.2 Ministerstwo Infrastruktury

- dodatkowe wymogi dla zakupów w przetargach bardziej ekologicznych (elektrycznych, hybrydowych) pojazdów do komunikacji zbiorowej; dodatkowe punkty powinny równoważyć w przetargach koszty zakupu i eksploatacji ekologicznych technologii;
- wprowadzenie obowiązku zakupywania 50% pojazdów niskoemisyjnych od 2020 roku a od 2021 (chodzi o wyznaczenie ostatecznie daty granicznej dla okresu transformacji taboru publicznego) 100% przez wszystkich publicznych właścicieli pojazdów;
- wycofanie wszystkich pojazdów z silnikiem diesla w administracji publicznej do 2025 r. i wyznaczenie granicznych dat dla pozostałych użytkowników;
- reforma i rozszerzenie możliwości tworzenia stref ograniczonej emisji także na wniosek mieszkańców, możliwość tworzenia takich stref także w rejonach turystycznych (program: wakacje bez spalin) – przy współpracy z Ministerstwem Środowiska.

1.2.3 Ministerstwo Ochrony Środowiska

- wyznaczenie strefy ochronnej wokół parków narodowych; w ramach stref proponujemy w kolejnych fazach: pobieranie opłat za wjazd pojazdów osobowych z silnikami diesla (od 2020 r) pobieranie opłat od pojazdów spalinowych (2021) zakaz wjazdu dla pojazdów z silnikami diesla (2025) zakaz wjazdu przez wszystkie pojazdy z silnikami spalinowymi (2030);
- umożliwienie pojedynczym gminom i grupom gmin tworzenie stref jw. - i utworzenie funduszu na rekompensaty dla właścicieli pojazdów z silnikami spalinowymi;
- tworzenie stref bez transportu indywidualnego (za wyjątkiem pojazdów specjalnych i niezbędnego zaopatrzenia) w granicach i otulinach parków narodowych.

1.2.4 Ministerstwo Zdrowia

- bezwzględna egzekucja jakości powietrza w miejscowościach uzdrowiskowych, pod rygorem odebrania statusu uzdrowiska;
- programy edukacyjne w pierwszej kolejności dla pracowników ochrony zdrowia;
- strefy ograniczonej emisji wokół szpitali.

1.2.5 Ministerstwo Spraw Wewnętrznych

- zwiększenie kar finansowych i egzekucja przepisów w celu ograniczenia procederu usuwania filtrów cząstek stałych i katalizatorów w pojazdach spalinowych;
- wprowadzenie rygorystycznych wytycznych dla stacji kontroli pojazdów oraz egzekucja wprowadzonych regulacji przez policje i straż miejską;
- wsparcie straży miejskiej w egzekucji przepisów o ochronie środowiska, w szczególności w celu ograniczenia niskiej emisji gospodarstw domowych.

1.2.6 Ministerstwo Edukacji Narodowej, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

- aktualizowanie programu o zagadnienia związane z ochroną powietrza;
- promocja dojeżdżania do szkół i na uczelnie komunikacją publiczną/rowerami;
- wspieranie rozwoju badań naukowo-wdrożeniowych nad opracowywaniem innych niż spalinowe technologii transportowych oraz wstrzymanie finansowania ze środków publicznych nad rozwojem technologii spalinowych.

1.2.7 Ministerstwo Sprawiedliwości

- wzmocnienie pozycji organizacji społecznych w sprawach ochrony powietrza oraz jednoznacznego uwzględnienia prawa obywatela do czystego powietrza;
- wprowadzenie odpowiednich przepisów karnych w przypadku rażącego lub uporczywego zanieczyszczenia powietrza.

1.2.8 Ministerstwo Pracy

- wypracowanie zachęt dla pracowników do korzystania z komunikacji publicznej i/lub rowerów - np. poprzez zwiększenie kwoty wolnej pod takim warunkiem;
- zwiększenie diet dla podróży służbowych, jeśli jest realizowana transportem publicznym.

1.2.9 Rząd

- wspieranie przez rząd inicjatyw Unii Europejskiej w zakresie ochrony powietrza na poziomie administracji rządowej. W szczególności ustalenie jednolitego terminu odejścia od technologii diesla, a docelowo od wszystkich silników spalinowych.

2 SUMMARY AND RECOMMENDATIONS

2.1 SUMMARY OF THE REPORT

Experts of the World Health Organisation have noted that 'there is no air pollution concentration which would be safe for human health, and therefore we should aim at reducing emission from all sources as soon as possible'.

The authors of this Report introduce us to a broad range of issues connected with air pollution and its impact on human health.

The chapters of the Report dwell on the ways air pollution affects health, portrayed not only in the medical context (based on the recent findings which shed new light on the impact of pollution on health, e.g. its link with the development of the Alzheimer disease, depression, or diabetes), but also in economic terms (external health costs), or in terms of the concept of personal liberty.

The Report presents: characteristics of the Polish research into the effects of air pollution (vehicle traffic in particular) on health, and a tentative diagnosis of fuel consumption in Poland. Each chapter of the Report makes references to practical solutions. The latter may include e.g. the globally innovative technical solutions intended to serve air purity, implemented at various locations around the globe to contribute to improve air quality.

The analyses conducted by the authors of the Report indicate that the fumes emitted from Diesel engines account for one of the key sources of pollution harmful to health. The effects of air pollution are not limited to deteriorated health or life quality, but weigh tangibly on the economy. According to the project pursued by the European Public Health Alliance (DELFT), the costs of air pollution from road traffic in the EU countries added up to nearly EUR 80 billion in the year 2016 alone, out of which EUR 3.533 million (COPERT), EUR 4.621 million (TRUE) represented Poland.

The impact suffered by the public health insurance systems only reached EUR 45.4 billion, out of which Poland accounted for EUR 2.206 million (COPERT), EUR 2.860 million (TRUE). Businesses making use of the above technology in their Logistics have the highest share in the group.

The intention of this Report is to build motivation and win public support for actions aimed at substantial reduction of human exposure to pollution. In order to attain the intended effect, such actions should embrace multiple sectors, be free of any pressure from groups of interest, and rely on scientifically verified facts.

The examples referred to in the Report demonstrate that active steps taken to attain healthy air bring beneficial effects in both global and individual dimensions.

Therefore, it is the prime goal to elaborate such changes to the law which will truly accelerate transformation towards technologies safer for health. The strategy of e-mobility addresses the above challenge, though the resources allocated in the medium-term perspective to support the changes are too meagre compared to the actual needs. Moreover, the support provided for popularisation of electric automobiles in the European countries and in Poland will solve the problem of pollution to a minor degree only.

That is why the authors of the Report propose focusing the transformation effort on the areas where relatively few vehicles account for a substantial and growing pollution emission, such as e.g. small and medium-size vans, vehicles operated by service companies, taxis, rented/shared cars, and vehicles used by public services.

The technological solutions offered by various entities, allegedly improving air quality, are most likely ineffective in actual improvement of the outdoor air.

In order to obtain sufficient resources, it is also necessary to increase the budget of the transformation fund. The current charge (of PLN 10/100 per litre) is absolutely inadequate and ineffective as a trigger of technological changes. Therefore, the Report proposes, in particular, a review of the approach to the parking policy, not only on the local government level, but also nation-wide, through amendments to the legal regulations.

2.2 RECOMMENDATIONS

Below is a list of recommendations and tasks identified in the course of the work on the Report and their allocation to specific institutions:

2.2.1 Ministry of Finance.

- obtaining the resources needed for transformation and efficient management;
- steady, though spread over years, increase of the levy or excise duty for Diesel engines;
- tax on large car parks (above 5-10 spaces), the role of large intermodal nodes of the Park&Ride type given particular attention;
- tax concessions for companies renting cars, taxi chain companies, transport and service firms using electric/hydrogen engine vehicles – with respect to automobiles and small/medium-size vans;

- diversification of the taxes for taxis and other companies dealing in road transport, depending on the technologies used;
- reform of the climate tax: the tax should be charged on each vehicle (instead on an individual or as an extra charge imposed on people travelling by car) arriving in the locality/commune which charges the tax;
- provision of financial support for initiatives qualified as falling under the authority of other ministries.

2.2.2 Ministry of Infrastructure

- additional purchase requirements in tenders for more environmentally-friendly (electric, hybrid) public transport vehicles; additional points in tenders should balance the costs of purchasing and operating environmentally-friendly technologies;
- introduction of the obligation of purchasing low-emission vehicles: 50% as of the year 2020 and 100% as of the year 2021 by all public vehicle owners (the idea is to set the ultimate deadline for the public transport transformation period);
- withdrawal of all Diesel-engine vehicles from public administration by the year 2025 and setting of the final deadlines for all other users;
- reform and broadening of the option of creating reduced emission zones also on request from the residents, the option of creating such zones in tourist areas (the 'fume-free holiday' programme) – in cooperation with the Ministry of Environment;

2.2.3 Ministry of Environment Protection

- designation of protective zones around national parks; as concerns the zones, we propose the following phases: collection of entry fees from Diesel automobiles (as of the year 2020); collection of fees from combustion-engine vehicles (as of 2021); no entry for Diesel-engine vehicles (2025); no entry for all combustion-engine vehicles (2030);
- offering individual communes and commune groups the option of creating zones as above – and setting up of a compensation fund for owners of combustion-engine vehicles;
- creation of no individual transport zones (except for special vehicles and the necessary deliveries) within the borders of and around national parks.

2.2.4 Ministry of Health

- absolute enforcement of the air quality requirement in health resorts under the pain of cancelling the status of a health resort;
- educational programmes, for health care staff in the first place;
- limited emission zones around hospitals.

2.2.5 Ministry of Home Affairs

- raising of fines and enforcement of the regulations to limit the practice of removing solid particle filters and catalysers from combustion-engine vehicles;
- introduction of rigorous guidelines for motor vehicle diagnostic stations, and enforcement of the promulgated regulations by the police and city guards;
- support for the city guards in enforcing environment protection regulations, especially with the view of limiting low emissions from homesteads.

2.2.6 Ministry of National Education, Ministry of Science and Higher Education

- updating of the curriculum to include air protection related issues;
- promotion of commuting to schools and universities by public transport / by bicycle;
- support for the development of research and implementation projects devoted to the development of transport technologies other than combustion-based, and stopping the financing from public funds of the development of combustion-based technologies.

2.2.7 Ministry of Justice

- strengthening of the position of social organisations in air protection matters, and declaring the explicit civic right to clean air;
- introduction of adequate regulations into the criminal law for polluting the air in any gross or persistent manner.

2.2.8 Ministry of Labour

- development of incentives for the employed to use public transport and/or bicycles – e.g. by increasing the tax-free income on that conditio;
- increase of the per diem allowances for business trips, if made using public transport.

2.2.9 Government

- governmental support for the initiative of the European Union with respect to air protection at the central administration level. This could, in particular, include setting a common deadline for the abandonment of the Diesel engine, and ultimately all combustion engines.

3 SKUTKI ZDROWOTNE ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

WERONIKA MICHALAK

3.1 POWIETRZE A ZDROWIE

Powietrze jest mieszaniną gazów oraz aerozoli, które składają się na atmosferę ziemską. Termin „powietrze" odnosi się głównie do tej części powłoki gazowej, której wskutek cyrkulacji gazów w troposferze (warstwa o grubości do 100km) skład chemiczny jest względnie jednorodny. Wedle niektórych interpretacji pojęcie „powietrze" stosowane jest jednak w odniesieniu do wszystkich sfer atmosfery, różniących się właściwościami chemicznymi i fizycznymi. Powietrze składa się głównie z: azotu (N), tlenu (O_2), argonu (Ar), dwutlenku węgla (CO_2) oraz pary wodnej, a także tzw. aerozolu atmosferycznego. Powietrze zanieczyszczają wszystkie substancje, które nie należą do standardowego jego składu (oraz te, które znajdują się w nim powyżej wartości średnich). Zanieczyszczenia powietrza podlegają podziałowi na gazowe oraz pyłowe.

W kontekście analizowania wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie istotną wydaje się być kwestia samych definicji zdrowia oraz zdrowia publicznego. Światowa Organizacja Zdrowia za „zdrowie" uznaje „stan pełnego fizycznego, umysłowego i społecznego dobrostanu człowieka, a nie tylko całkowity brak choroby czy niepełnosprawności" (1). Definicja ta bywa uzupełniana o kwestię „prowadzenia produktywnego życia społecznego i ekonomicznego a także wymiar duchowy". Zdrowie publiczne definiowane jest natomiast jako „nauka i sztuka zapobiegania chorobom, przedłużania życia, promowania zdrowia i sprawności fizycznej poprzez zorganizowane wysiłki na rzecz higieny środowiska, kontroli chorób zakaźnych, szerzenia zasad higieny osobistej, organizowania służb medycznych i opiekuńczych w celu wczesnego rozpoznawania, zapobiegania i leczenia oraz rozwijania takich mechanizmów społecznych, które zapewnią każdemu standard życia umożliwiający zachowanie i umacnianie zdrowia" (2).

Stan zdrowia człowieka determinowany jest wieloma czynnikami. Warta odnotowania jest koncepcja obszarów zdrowia zaprezentowana w 1974 roku przez Marc'a Lalonde'a, ówczesnego Ministra Zdrowia Kanady (3). Lalonde zaproponował podział czynników mających wpływ na stan zdrowia ludności na cztery podstawowe grupy: obszar biologii i genetyki, zachowań i stylu życia, środowiskowy (w tym czynniki: ekonomiczne, społeczne, kulturowe i fizyczne) oraz obszar organizacji systemu ochrony zdrowia. Znane są one pod nazwą „pól zdrowotnych Lalonde'a". Wedle tej koncepcji największy wpływ na zdrowie

człowieka ma styl życia (determinujący je w aż 53%), na który składają się między innymi: aktywność fizyczna, dieta, umiejętności radzenia sobie ze stresem, używki (nikotyna, alkohol, środki psychoaktywne), czy zachowania seksualne. Jednak środowisko warunkuje stan zdrowia człowieka w około 21%**.** Do czynników, które wykazują korzystny wpływ na zdrowie zaliczyć należy: czyste powietrze i wodę, dostęp do: służby zdrowia, bezpiecznej szkoły oraz pracy zarobkowej. Czynnik środowiskowy może mieć jednak oddziaływanie negatywne – głównie w kontekście degradacji środowiska naturalnego – tu należy wspomnieć o zanieczyszczeniach powietrza, hałasie czy szkodliwych chemikaliach.

3.2 ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA W POLSCE I EUROPIE

Polska należy do najbardziej zanieczyszczonych krajów Unii Europejskiej w kontekście jakości powietrza. Bardzo zła jakość powietrza to nie tylko degradacja środowiska naturalnego, ale także liczne skutki zdrowotne, przedwczesne zgony oraz bardzo wysokie zewnętrzne koszty zdrowotne ponoszone przez całe społeczeństwa.

Największe przekroczenia dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń powietrza w Polsce występują w przypadku wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), pyłu zawieszonego PM10 (cząstek o średnicy do 10 mikrometrów) oraz drobniejszej frakcji pyłu - PM 2,5 (składającego się z cząstek o średnicy do 2,5 mikrometra). Coraz częściej wyodrębnia się obecnie pył o jeszcze mniejszych rozmiarach, to jest o średnicy poniżej jednego mikrona (PM 1,0 lub PM<1) W odniesieniu do tych zanieczyszczeń normy określone prawem unijnym i polskim są przekraczane w wielu polskich miejscowościach – wedle rankingu Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) wśród 50 najbardziej zanieczyszczonych europejskich miast aż 36 znajduje się w Polsce (4) (opracowane przez WHO statystyki dotyczą 4300 miast na świecie), a często są to przekroczenia kilku- lub nawet kilkunastokrotne. Problem stanowi także zanieczyszczenie tlenkami azotu, charakterystycznymi dla emisji z transportu i energetyki – głównie w większych miastach, w okolicy dużych arterii komunikacyjnych oraz ozonem (5).

Szacuje się, że każdego roku w Europie z powodu zanieczyszczeń powietrza umiera przedwcześnie ok. 430 tys. osób, z czego prawie 50 tys. osób w Polsce (ok. 10 razy więcej niż ofiar wypadków drogowych (5)), zaś ok. 90% mieszkańców europejskich miast narażonych jest na zanieczyszczenia w stężeniach przekraczających najwyższe rekomendowane przez WHO (6).

3.3 ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Istnieje kilka dominujących źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza pochodzenia antropogenicznego. Są to: spalanie paliw kopalnych w celach grzewczych w sektorze komunalno-bytowym, w transporcie oraz produkcji energii elektrycznej oraz przemyśle. Do pozostałych należy np. przerób odpadów czy rolnictwo. Do źródeł naturalnych należą z kolei erupcje wulkanów czy emisje lotnych związków organicznych z roślin.

Jednak to procesy spalania poza przemysłem, a więc w głównej mierze niska emisja – spalanie węgla w domowych piecach i kotłach - odpowiadają za niemal połowę emisji wszystkich pyłów o frakcji PM10. Transport drogowy doprowadził do emisji 9% pyłów PM10 (warto wspomnieć, że to nie tylko spalanie paliw, ale także ścieranie klocków hamulcowych, powierzchni dróg i pylenie wtórne). Energetyka i przemysł w 2014r. odpowiadały odpowiednio za 9% i 8% emisji. W przypadku PM 2,5 udział transportu drogowego jest nieco wyższy i wynosi 13,5%, natomiast energetyka i przemysł - odpowiednio 10% i 8%. Są to dane globalne i uśrednione, w związku z tym mogą podlegać znaczącym różnicom w zależności od miasta i regionu. Ponadto sama emisja nie jest równoznaczna z bezpośrednim narażeniem, który zależy w największym stopniu od lokazliacji źródła w stosunku do dróg oddechowych osoby narażonej.

Niska emisja to także główne źródło emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, w tym silnie rakotwórczego i mutagennego benzo(a)pirenu (BaP) - ok. 86% emisji WWA. Drugim źródłem jest przemysł (11%). Transport drogowy odpowiada za ok. 2% emisji tego związku. Warto jednak podkreślić, że przedstawione szacunki emisji przedstawiają dane sprzed około 6 lat i w międzyczasie znacząco wzrosła liczba pojazdów na drogach, co przedstawiamy w kolejnym rozdziale. Wskazuje to, że powoływanie się na ograniczony udział emisji ruchu pojazdów spalinowych nie znajduje uzasadnienia, zwłaszcza w kontkekście bezpośredniej bliskości miejsca zamieszkania i przebywania ludzi

W przypadku analizowania zanieczyszczeń powietrza pochodzących z transportu odmiennie niż dla wspomnianych wyżej PM oraz WWA przedstawia się udział głównych źródeł emisji dla dwutlenku azotu. Aż 30% emisji tlenków azotu, w tym dwutlenku azotu, emitowane jest w sektorze transportu drogowego. Za podobny odsetek odpowiadają elektrownie i elektrociepłownie (7).

3.4 ZANIECZYSZCZENIA

W kontekście zanieczyszczeń powietrza najczęściej wspominanym związkiem jest pył zawieszony (PM). Oprócz rozmiaru pyłów istotny jest także ich skład chemiczny, zależący od

źródła emisji oraz procesów prowadzących do powstawania pyłów wtórnych. W skład pyłu pochodzącego ze spalania paliw stałych mogą wchodzić substancje rakotwórcze, jak np. wspominane wcześniej wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) i ich pochodne, dioksyny (PCDD/F) czy metale ciężkie, jak ołów czy rtęć (8).

Najsilniej zagrażającymi zdrowiu człowieka zanieczyszczeniami powietrza są pyły zawieszone (w zależności od składu nawet silnie kancerogenne), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, dioksyny, metale ciężkie, dwutlenek azotu oraz przygruntowy ozon. Ich przedostawanie się do organizmu powoduje szereg chorób i schorzeń prowadzących do przedwczesnego zgonu, zarówno w kontekście ekspozycji krótko- i długoterminowej.

3.5 SMOG

„Smog" jest nienaturalnym zjawiskiem atmosferycznym, które polega na współwystępowaniu zanieczyszczenia powietrza pochodzenia antropogenicznego oraz niekorzystnych zjawisk naturalnych, takich jak zamglenie i bezwietrzna pogoda. Określenie „smog" powstało w języku angielskim z połączenia dwóch słów: smoke (ang. dym) i fog (ang. mgła) (9). Wyróżnia się dwa główne rodzaje smogu: smog tzw. „londyński", w skład którego wchodzą m.in.: dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenki węgla, sadza oraz pyły zawieszone. W Polsce występuje głównie w sezonie jesienno-zimowym, od października do marca podczas inwersji temperatur w umiarkowanej strefie klimatycznej oraz nasilonego spalania paliw stałych w domowych instalacjach grzewczych. Drugim typem smogu jest tzw. „smog typu Los Angeles" (nazywany inaczej „smogiem fotochemicznym") – występuje przede wszystkim w miesiącach letnich. Składa się głównie z tlenków węgla, tlenków azotu czy węglowodorów. Dostając się do atmosfery związki te ulegają reakcjom fotochemicznym, w wyniku których powstają azotan nadtlenku acetylu, aldehydy oraz ozon (10).

Należy pamiętać, że smog, zwłaszcza typu londyńskiego, ze względu na kondensację zanieczyszczeń przy sprzyjających temu zjawisku warunkach atmosferycznych, może być zauważany przez człowieka, w postaci „szarej mgły" lub „fioletowej łuny" nad miastem. Jednak gdy nie występuje smog i powietrze charakteryzuje wysoka widoczność nie oznacza to, że powietrze nie jest zanieczyszczone.

3.6 TRANSPORT DROGOWY

Transport drogowy jest, oprócz emisji z sektora komunalno-bytowego, energetyki oraz przemysłu, jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń powietrza w Polsce. Nasz kraj

charakteryzuje wysoki przelicznik liczby samochodów na mieszkańca – w Polsce na 1000 mieszkańców przypada 539 aut (11), jest to znacząco więcej niż w krajach Europy Zachodniej, takich jak: Niemcy, Francja czy Wielka Brytania. Niestety często są to samochody stare i w złym stanie technicznym. Jak wspomniano powyżej, transport odpowiada za powyżej 30% emisji szkodliwych dla zdrowia tlenków azotu, a także za ok. 20% emisji pyłów zawieszonych (z wysoką zawartością tzw. czarnego węgla - wykazującego do 10 razy większą szkodliwość dla zdrowia niż jego inne odmiany)(7). Emisje transportowe to także główna przyczyna powstawania smogu typu Los Angeles (pod wpływem promieni słonecznych związki chemiczne zawarte w spalinach samochodowych przekształcają się w ozon, którego postać przygruntowa - tzw. ozon atmosferyczny - wykazuje silną szkodliwość dla zdrowia). Dodatkowo, transport drogowy generuje ścieranie się opon, klocków hamulcowych oraz pylenie wtórne. Należy także podkreślić często stosowany, nielegalny i niezwykle szkodliwy dla jakości powietrza proceder wycinania filtrów cząstek stałych w silnikach diesla.

3.7 WPŁYW NA ZDROWIE

Badania naukowe potwierdzają bezpośredni wpływ zarówno krótko- jak i długoterminowej ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza na zwiększoną zapadalność na wiele chorób, a także na ryzyko wystąpienia przedwczesnego zgonu. Światowa Organizacja Zdrowia podkreśla, że nie istnieje bezpieczny dla zdrowia ludzi poziom zanieczyszczeń powietrza, dlatego należy dążyć do jak najszybszej redukcji emisji ze wszystkich jej źródeł (12).Agencja IARC klasyfikuje zanieczyszczenia powietrza jako czynnik silnie kancerogenny (13).

Niektóre rodzaje wpływu szkodliwych substancji wdychanych wraz z powietrzem zostały już dobrze poznane i opisane (np. wpływ na choroby układu krążenia czy układu oddechowego) (14), jednak inne wciąż pozostają przedmiotem badań. Każdego roku wyniki kolejnych opracowań dostarczają nowej wiedzy dotyczącej wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie (jak choćby związek z rozwojem choroby Alzheimera (15), depresji (16) czy cukrzycy (17)).

Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie rozpoczyna się już na etapie prenatalnym, gdy do rozwijającego się płodu przedostają się szkodliwe substancje z łożyska matki (18). Jednak najczęściej kojarzonymi z zanieczyszczeniami powietrza schorzeniami są choroby układu oddechowego. Dzieci matek żyjących w zanieczyszczonym środowisku i oddychającym szkodliwym powietrzem mają gorzej rozwinięty układ oddechowy - skutkuje to mniejszą pojemnością płuc i częstszym występowaniem infekcji dróg oddechowych. Do kolejnych schorzeń związanych z zanieczyszczeniami powietrza należą przewlekłe zapalenia płuc i

oskrzeli, zarówno u dorosłych, jak i u dzieci, nasilenie i rozwój przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP), rozedma płuc czy oskrzeli oraz rak płuca. Obserwuje się zwiększoną zapadalność na astmę oraz infekcje górnych i dolnych dróg oddechowych. Należy jednak zauważyć, że układ oddechowy to dopiero pierwszy kontakt organizmu człowieka z zanieczyszczeniami powietrza. Pyły o średnicy poniżej 2,5 mikrometra ze względu na swój mikroskopijny rozmiar mają zdolność przenikania przez naczynia włosowate do krwi i układu sercowo-naczyniowego, gdzie powodują kolejne szkody w zdrowiu człowieka. Do skutków ekspozycji długoterminowej należą: miażdżyca obwodowa, niewydolność serca, choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie tętnicze, zaburzenia rytmu serca czy powikłania zakrzepowo –zatorowe. Przy narażeniu krótkoterminowym na wysokie stężenia zanieczyszczeń obserwowane są tzw. incydenty sercowo-naczyniowe, zakończone lub niezakończone zgonem, jak np. udar niedokrwienny mózgu czy zawał mięśnia sercowego (19). W 2016 roku Śląskie Centrum Chorób Serca w Zabrzu wraz z Uniwersytetem Medycznym w Katowicach prowadziło badania dotyczące wpływu jakości powietrza na funkcjonowanie układu krążenia. Dowiedziono, iż przekroczenie poziomu informowania dla pyłów zawieszonych PM10 (200 µg/m3) wiązało się ze wzrostem śmiertelności z każdej przyczyny o 6%, a z przyczyn sercowo – naczyniowych o 8%. Wysokie stężenia dwutlenku azotu były związane z częstszym występowaniem zawału serca (o 12%), udaru mózgu (o 16%), zatorowości płucnej (o 18%), hospitalizacji z powodu migotania przedsionków (o 24%) oraz z częstszymi wizytami w placówkach Podstawowej Opieki Zdrowotnej (POZ) (o 14%) (20).

Zanieczyszczenie powietrza skutkuje także podwyższoną zapadalnością na nowotwory. Rak płuca jest najczęściej występującym w Polsce nowotworem złośliwym - każdego roku odnotowywanych jest około 19 000 nowych zachorowań, a ok. 30% wszystkich zgonów mężczyzn z powodu chorób nowotworowych wiąże się nowotworem tego rodzaju. Od niedawna więcej kobiet umiera także z powodu raka płuca (13%) niż z powodu raka piersi (12,5%) (21). Zanieczyszczenie powietrza jest uznawane za jeden z najważniejszych czynników chorobotwórczych (oprócz palenia papierosów). Szacuje się, że co ósme zachorowanie na nowotwór płuca w Polsce spowodowane jest tym czynnikiem (22). Zanieczyszczenie powietrza przyczynia się także do nowotworów pęcherza moczowego oraz przyśpiesza rozwój innych rodzajów nowotworów (23). Ekspozycja na wysokie stężenia pyłu zawieszonego oraz zanieczyszczeń gazowych takich jak dwutlenek siarki czy metale ciężkie niosą także poważne konsekwencje dla układu rozrodczego (24). U mężczyzn może skutkować uszkodzeniem materiału genetycznego oraz obniżonym poziomem testosteronu. U kobiet negatywnie wpływa na przebieg ciąży i rozwój płodu. Wśród kobiet żyjących na obszarach o

wyższych stężeniach zanieczyszczeń powietrza istnieje większe ryzyko przedwczesnego porodu. Dodatkowo, rodzą one dzieci z mniejszym obwodem urodzeniowym główki oraz niższą masą urodzeniową. Zauważono także zwiększoną śmiertelność w grupie niemowląt do 1 roku życia (25). Kolejnym skutkiem zdrowotnym zanieczyszczonego powietrza jest nasilony rozwój alergii oraz zaostrzony ich przebieg (katar, kaszel, duszności). U najmłodszych pokoleń notowana jest rekordowa częstotliwość występowania chorób atopowych - alergicznego nieżytu nosa, astmy, atopowego zapalenia skóry (przy czym stężenia alergenów pozostają na podobnym poziomie - alergeny występujące w powietrzu łączą się z zanieczyszczeniami powietrza i wnikając do układu oddechowego nasilają odpowiedź zapalną organizmu) (26).

Zanieczyszczenie powietrza wpływa nie tylko na zdrowie fizycznie, ale również na psychiczne. Badania epidemiologiczne dowiodły, że dzieci narażone na wysokie poziomy stężeń zanieczyszczeń gorzej wypadają w testach na inteligencję, mają problemy z koncentracją i skupieniem uwagi, charakteryzuje je gorsza pamięć krótkotrwała. Zauważono również, że dzieci wychowujące się na obszarach zanieczyszczonych mają wyższy poziom niepokoju i częściej wykazują zachowania depresyjne niż ich rówieśnicy przebywający na terenach o czystym środowisku. U osób starszych narażonych na wieloletnią ekspozycję na wysokie stężenia pyłów obserwuje się przyspieszenie procesu starzenia układu nerwowego, co wiąże się z gorszymi zdolnościami poznawczymi i niższą sprawnością umysłową. Do substancji szczególnie silnie wpływających na układ nerwowy należą wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz metale ciężkie (27). W 2016 roku po raz pierwszy udowodniono, że zawarte w powietrzu cząsteczki magnetytu mogą gromadzić się w ludzkim mózgu, co przyczynia się do powstawania i rozwoju chorób neurodegradacyjnych, takich jak choroba Alzheimera. Ekspozycja na wysokie poziomy PM2,5 może zwiększać ryzyko w zapadalności na to schorzenie o ponad 90%.

Wśród osób narażonych na wysokie stężenia zanieczyszczeń powietrza wyróżnić możemy trzy grupy podwyższonego ryzyka: dzieci, które w przeliczeniu na kilogram masy ciała wdychają więcej powietrza niż osoba dorosła (dodatkowo szkodliwe substancje utrzymujące się w powietrzu mogą opóźniać rozwój umysłowy dziecka, obniżać poziom IQ, a nawet wywoływać zespół nadpobudliwości z deficytem uwagi - ADHD) , osoby w podeszłym wieku oraz kobiety w ciąży. Zanieczyszczenie jest także szczególnie niebezpieczne dla osób cierpiących już na choroby układu oddechowego, sercowo-naczyniowego czy nowotwory, u których ekspozycja na zanieczyszczenia powoduje zaostrzenia istniejących schorzeń (28).

Biorąc pod uwagę emisję zanieczyszczeń powietrza z silników diesla, główne skutki zdrowotne dotyczą ekspozycji na wysokie stężenia tlenków azotu, głównie dwutlenku azotu. W zależności

od czasu trwania ekspozycji oraz wysokości stężenia NO_2 objawy zdrowotne mogą dotyczyć: wzrostu zaburzeń oddychania, spadku ciśnienia tlenu we krwi tętniczej, zapalenia oskrzeli, odoskrzelowego zapalenia płuc, odwracalnego zapalenia oskrzelików, ogniskowego zapalenia płuc, ostrego obrzęku płuc czy asfiksji. W przypadku ekspozycji długoterminowych wzrasta ryzyko nowotworu płuca, rozwoju innych chorób płuc czy chorób alergicznych. Przy niższych stężeniach tego związku w krótszym czasie ekspozycji zaobserwować można: senność, bóle głowy, podrażnienie błon śluzowych nosa i gardła, ból gardła, kaszel i krótkotrwały ból klatki piersiowej (29).

3.8 KOSZTY ZDROWOTNE

Należy podkreślić, że skutki zdrowotne zanieczyszczeń powietrza to nie tylko indywidualna utrata zdrowia jednostek, ale również zewnętrzne koszty zdrowotne, które ponoszą wszyscy mieszkańcy danego kraju. Do zewnętrznych skutków zdrowotnych, oprócz kosztów hospitalizacji i bezpośredniej opieki zdrowotnej należy koszt utraconych dni pracy w wyniku choroby lub obniżonej produktywności, koszty rehabilitacji, rent, wcześniejszych emerytur, utraconych lat życia wskutek przedwczesnego zgonu czy – wedle niektórych szacunków – także koszty subwencji i dotacji do zanieczyszczających powietrze gałęzi energetyki czy przemysłu. Światowa Organizacja Zdrowia szacuje, że roczne zewnętrzne koszty zdrowotne zanieczyszczeń powietrza w Polsce, uwzględniające przedwczesne zgony (utracone lata życia) sięgają ok. 102 mld dolarów i wynoszą nawet 12,9% polskiego PKB (30). Polska gospodarka traci ponad 18 milionów osobodni rocznie wskutek chorób wywołanych przez zanieczyszczenia. Istnieją możliwości kalkulacji kosztów pojedynczego epizodu smogowego dla wybranych skutków, np. hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego czy układu krążenia. Przykładowo – koszt powyższych zanieczyszczeń? dla dwutygodniowego epizodu smogowego z 2015 roku wynosił w Warszawie ok. 800 tys. zł, a w Krakowie ok. 700 tys. zł (31). Z kolei koszt zanieczyszczeń powietrza dla wybranych skutków zdrowotnych narażenia na pył PM2,5 w Warszawie w 2014r. wyniósł prawie 6,5 mld zł. Wysokości szacowań zależą od przyjętej metodologii oraz danych wejściowych.

W przypadku samochodów z silnikami diesla wg Environmental Health Analytics (EHA) w 2015r. ponad 107 tys. przedwczesnych zgonów na świecie spowodowanych było zanieczyszczeniami powietrza z tego źródła emisji, w tym 38 tys. osób zmarło wskutek ponadnormatywnych stężeń tlenków azotu z silników diesla, z czego w Europie 28 tys. przedwczesnych zgonów, a 11 tys. wskutek emisji ponadnormatywnej (32).

4 WPŁYW ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA (ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM RUCHU KOŁOWEGO) NA ZDROWIE W ŚWIETLE BADAŃ POLSKICH

DANIEL RABCZENKO

Problem jakości powietrza od dłuższego czasu jest przedmiotem zainteresowania opinii publicznej. Pojawia się wiele publikacji prasowych donoszących o znaczącym wpływie zanieczyszczenia powietrza na zdrowie populacji (33) (34). Problemem jest często nadmierne upraszczanie przekazywanych informacji, utrzymywanie doniesień w nadmiernie alarmistycznym tonie (35), co prowadzić poza wywołaniem stresu nie poprawia w żaden sposób jakości życia mieszkańców i samo w sobie nie przyczynia się do rozwiązywania problemów.

Zanieczyszczenia powietrza od lat postrzegane są jako szkodliwe dla naszego zdrowia i od kilkuset lat są przedmiotem uwagi. Już w 1661 roku John Evelyn w swojej pracy Fumifugium opisuje wpływ zanieczyszczeń na zdrowie ludzi mieszkających w Londynie (36). Co ciekawe praca ta oprócz opisu problemu zawiera propozycje rozwiązań systemowych poprzez wprowadzenie odpowiednich przepisów dotyczących na przykład jakości węgla. Często przywoływanym przykładem niekorzystnego wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie jest smog londyński z 1952 roku, kiedy znacznemu wzrostowi zanieczyszczenia towarzyszył duży wzrost dziennej liczby zgonów (37), którego nie wyjaśniała również panująca epidemia grypy (38). Słynne prospektywne badania amerykańskie (The Six-City Study) (39) wskazały na większe ryzyko zgonu osób żyjących w miastach o wyższym poziomie zanieczyszczeń, nawet jeżeli w analizach uwzględniono czynniki dodatkowe takie jak: palenie papierosów, poziom wykształcenia oraz otyłość. Z kolei analizy szeregów czasowych wykazały, że również krótkotrwałe zmiany poziomu zanieczyszczenia powietrza mogą powodować wahania dobowej liczby zgonów wśród narażonej ludności miejskiej. Badania te prowadzono w Stanach Zjednoczonych oraz Europie. Najbardziej znane to duże projekty APHEA (40) i APHEA-2 (41), a także amerykańskie badanie NMAPS (42) (43). Prace te, prowadzone z wykorzystaniem regresyjnej analizy szeregów czasowych, wykazywały niewielki, ale statystycznie istotny wzrost umieralności związany ze wzrostem zanieczyszczenia powietrza – zarówno pyłami, jak i dwutlenkiem siarki (44) oraz dwutlenkiem azotu (45). Badania te były i są prowadzone na całym świecie. Są relatywnie łatwe do przeprowadzenia ze względu na to, że używa się w nich ogólnie dostępnych danych dotyczących dziennej liczby zgonów na wybranym obszarze.

Na zanieczyszczenia powietrza związane z ruchem samochodowym składają się: spaliny, drobiny powstające przy ścieraniu się opon i klocków hamulcowych oraz pylenie wtórne czyli pyły, które przejeżdżające samochody wzbijają w powietrze. To ostatnie stanowi większość zanieczyszczeń powietrza, do którego przyczyniają się samochody (46). Raport Najwyższej Izby Kontroli (47) wskazuje, że zanieczyszczenia powietrza stanowią tylko 5,4 – 7 procent ogółu zanieczyszczeń w skali kraju. Jednak w miastach sytuacja jest inna i udział pyłów pochodzących z transportu jest kilkakrotnie wyższy (48). Badyda (49) wykazał istotny związek pomiędzy wpływem natężenia ruchu kołowego na poziom zanieczyszczenia powietrza w bezpośredniej bliskości ciągów komunikacyjnych, jednak wskazał również na istotny wpływ czynników meteorologicznych, a w szczególności na prędkość wiatru.

W monitorowaniu, nadzorze, badaniach i informowaniu społeczeństwa o szerokiej problematyce efektów zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza ogromną rolę odgrywają różnego rodzaju organizacje i władze – od Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) do władz samorządowych. Jakość powietrza atmosferycznego jest przedmiotem zainteresowania WHO, która ustala i aktualizuje dopuszczalne normy stężeń dla zanieczyszczeń (50) (51) . Stan jakości powietrza oraz jego wpływ na zdrowie w Europie jest monitorowany przez European Environment Agency (EEA). Z dokumentu „AirQuality in Europe" pochodzi często cytowana liczba ponad 40 000 przedwczesnych zgonów w Polsce. Zgony te bezpośrednio przypisane są wpływowi zanieczyszczeń powietrza (52). Należy zaznaczyć, że wymienione opracowania są bardzo specjalistyczne i mogą być trudne do przyswojenia dla przeciętnego czytelnika. We wdrażaniu nowych rozwiązań oraz w procesie upowszechniania wiedzy widać dużą rolę dla administracji państwowej oraz samorządowej. Bardzo dobrym przykładem może być strona internetowa stworzona przez Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Marszałkowskiego Województwa Śląskiego prezentująca bardzo kompleksowe podejście do tematu. Na stronie tej można znaleźć zarówno podstawowe informacje, komunikaty dotyczące jakości powietrza oraz informacje w postaci uchwał antysmogowych sejmiku, jak i praktyczne wskazówki dotyczące np. dofinansowania wymiany pieca starszego typu (53).

4.1 PRZEGLĄD BADAŃ POLSKICH DOTYCZĄCYCH ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

Problem zanieczyszczenia powietrza, w tym zanieczyszczeni powietrza pochodzącego ze źródeł komunikacyjnych i jego wpływ na zdrowie w Polsce jest i był przedmiotem wielu badań. Ich tematyka jest bardzo zróżnicowana.

4.1.1 Skład i źródła zanieczyszczeń powietrza

Kilka prac porusza skład pyłów zawieszonych w kontekście oszacowania stopnia? narażenia populacji. Chorąży i inni (54) eksperymentalnie badali skład zanieczyszczeń na terenie Górnego Śląska. Przeprowadzono zarówno analizy chemiczne (w wynikach kładąc duży nacisk na zawartość bezo(a)pirenów), jak i badania biologiczne. Względna zawartość benzo(a)pirenów w pyle w ciągu roku nie wykazała dużej zmienności (przy wyższych bezwzględnych poziomach w zimie), natomiast mutagenność charakteryzowała się zmiennością sezonową i wyższymi wartościami w zimie. Z kolei Katarzyna Maciejewska w pracy doktorskiej (48) przy użyciu modelowania matematycznego identyfikowała pochodzenie pyłów w Warszawie w latach 2013 – 2014 identyfikując jako główne zanieczyszczenia napływowe. Badania przeprowadzone przez Kuskowską i Dmochowskiego (55) dotyczące zmian stężenia różnych frakcji pyłów zawieszonych w czasie w Warszawie wykazały dużą ich zmienność w czasie i przestrzeni. Autorzy ocenili uzyskane wyniki za zgodne z danymi Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska. Zwrócili uwagę na to, że mimo iż dane są miarodajne, to zasadnym byłoby zwiększenie liczby stacji pomiarowych.

4.1.2 Efekty zdrowotne zanieczyszczeń powietrza

Stosunkowo dużo prac porusza problem krótkookresowego wpływu zanieczyszczeń powietrza na stan zdrowia populacji. Badania te są relatywnie łatwe do przeprowadzenia, używa się do nich dostępnych danych o dobowych poziomach zanieczyszczeń powietrza oraz liczby pewnych zdarzeń zdrowotnych (liczby zgonów, zachorowań, interwencji pogotowia itp.). Baza danych uzupełniana jest zazwyczaj o warunki meteorologiczne, czasem o informacje dotyczące epidemii grypy. Używając modelowania matematycznego – najczęściej uogólnionych modeli liniowych lub addytywnych - oblicza się wzrost ryzyka względnego zgonu (lub wystąpienia innego zdarzenia) związanego ze wzrostem zanieczyszczenia powietrza o pewną wartość. W badaniach tych wyzwaniem jest budowa modelu matematycznego, który uwzględniać musi trendy długookresowe, sezonowość liczby zdarzeń zdrowotnych oraz korelację rozważanych czynników (na przykład poziomu zanieczyszczeń i temperatury). Badania takie prowadzone są od wielu lat. Zapoczątkowane były pracami powstałymi w ramach lub w oparciu o prekursorskie europejskie projekty APHEA i APHEA-2 (AirPollution and Health, European Approach), w których według tego samego protokołu analizowano dane z wielu miast. Z Polski w ramach wspomnianych projektów tym analizowano dane czterech miast – Krakowa, Łodzi, Poznania i Wrocławia, a wyniki prezentowane były zarówno w publikacjach powstałych w

ramach projektu (41) jak i przez zespoły naukowców w nim uczestniczących (56) (57) (58). Prace te dotyczyły zanieczyszczenia powietrza pyłami, a także dwutlenkiem siarki i ozonem. Wyniki pokazały istotny wzrost umieralności z powodu ogółu przyczyn, a także z powodu chorób układu krążenia i oddechowego związanym z obserwowanym wzrostem stężenia zanieczyszczenia powietrza. W badaniach tych, w niektórych miastach obserwowano ryzyka względne zgonu z powodu wszystkich przyczyn (z wyłączeniem przyczyn zewnętrznych) oraz chorób układów krążenia i oddechowego, związane ze wzrostem zanieczyszczeń powietrza o 10µg/m3 rzędu 0,5-1,0%. Podobne wnioski uzyskano z analizy badań prowadzonych dla miast śląskich – umieralności ogółem, ogółem z wyłączeniem przyczyn zewnętrznych oraz z powodu chorób układów krążenia i oddechowego w Katowicach (59) oraz dziennej liczby hospitalizacji z powodu chorób układów krążenia i oddechowego w Zabrzu (60), a także w nowszych – w pracy doktorskiej Katarzyny Maciejewskiej (48) oraz pracy dotyczącej zaostrzeń choroby u pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (61).

Interpretacja wyników pochodzących z analiz szeregów czasowych dostarcza wielu wyzwań. Są to badania typu ekologicznego, a więc oparte o rutynowo zbierane dane – charakterystyki warunków lub populacji w miejscowości objętej badaniem (dobowe stężenie zanieczyszczenia powietrza, sumaryczna liczba zgonów). Brak jest informacji o stanie zdrowia zmarłych osób, ich nawykach takich jak: palenie tytoniu czy otyłość. Nie jest znany również dokładny poziom narażenia na zanieczyszczenia każdego zmarłego. Trudno zatem z całą pewnością stwierdzić, czy wpływ zanieczyszczeń dotyczy osób, które zmarłyby niezależnie od powyższego czynnika w niedługim czasie, czy też stanowi czynnik istotnie skracający długość trwania życia. Dzięki zastosowaniu bardziej zaawansowanych metod modelowania statystycznego (distributed-lag models) (62) wiele prac badawczych zwieńczonych zostało rezultatem dowodzącym, że wpływ zanieczyszczenia powietrza jest czynnikiem istotnie wpływającym na ryzyko zgonu całej populacji, nie tylko osób w złym stanie zdrowia.

W pewnej liczbie prac starano się ocenić wpływ zanieczyszczeń powietrza w innym ujęciu. Część z tych prac wydaje się zbyt prosto łączyć poziom zanieczyszczeń na relatywnie dużym obszarze (na przykład województwa) ze stanem zdrowia, bez wzięcia pod uwagę innych, często oczywistych czynników. Do tego rodzaju danych należy podchodzić z dużą ostrożnością, gdyż stan zdrowia ludności jest problemem niezwykle złożonym i nie można przypisywać jego zmian jedynie zanieczyszczeniom powietrza. Za przykład może tu posłużyć głośny wzrost umieralności w styczniu 2017 roku, kiedy zarejestrowano na dużych obszarach kraju znaczny wzrost zanieczyszczenia powietrza, jednak jednocześnie wystąpiły bardzo niskie temperatury oraz niezwykle wysoki poziom zachorowalności na grypę i choroby grypopodobne (63).

4.1.3 Wpływ ruchu kołowego

Ścisłe oszacowanie wpływu ruchu kołowego zarówno na ogólny poziom zanieczyszczeń powietrza jak i wpływ zanieczyszczenia powietrza pochodzącego ze źródeł komunikacyjnych na stan zdrowia jest złożonym problemem. Większość prac łączy zanieczyszczenia powietrza ze zdrowiem bez uwzględnienia jego źródła. W dwóch pracach z 2009 Badyda i Lubiński (64) analizowali wpływ zanieczyszczeń komunikacyjnych na sprawność wentylacyjną osób mieszkających w pobliżu ruchliwych ulic Warszawy. Grupę kontrolną stanowili ludzie mieszkający na terenach niezurbanizowanych. Stwierdzono około trzykrotnie częstsze występowanie objawów POChP wśród mieszkańców Warszawy, biorąc również pod uwagę wiek, płeć oraz palenie papierosów przez osoby biorące udział w badaniu. Dopełnieniem opisanej pracy jest artykuł wskazujący na ruch kołowy jako istotne źródło zanieczyszczeń powietrza: (49) tlenkiem węgla, dwutlenkiem azotu, pyłami PM10 oraz benzenem. W modelowaniu poziomu zanieczyszczenia powietrza w konkretnym czasie uwzględniano jego stężenie w okresie poprzedzającym , natężenie ruchu oraz warunki meteorologiczne.

Inne podejście do problemu wpływu zanieczyszczeń pochodzących z ruchu kołowego prezentuje Katarzyna Maciejewska w cytowanej już wcześniej pracy doktorskiej (48). Zbadała ona krótkookresowy wpływ różnych typów zanieczyszczeń pyłowych na zdrowie (umieralność i chorobowość) populacji mieszkańców Warszawy w latach 2013-2014. Stwierdziła ona, że wzrost zanieczyszczenia powietrza pyłami PM10, PM2.5 i PMc powoduje wzrost umieralności i chorobowości z powodu ogółu przyczyn (z wyłączeniem przyczyn zewnętrznych), a także z powodu chorób układów krążenia i oddechowego. Zróżnicowanie uzyskanych wyników ze względu na źródło pochodzenia pyłu było dość znaczne, a najsilniejszy związek ze zdrowiem wykazywał pył pochodzący ze źródeł powierzchniowych. Pył pochodzący ze źródeł liniowych (komunikacyjnych) wykazywał najsilniejszy związek z umieralnością na skutek ogółu przyczyn (z wyłączeniem zewnętrznych) oraz z powodu chorób układu krążenia, zwiększał także ryzyko hospitalizacji z powodu ogółu przyczyn oraz z powodu chorób układu oddechowego.

Wpływ ruchu kołowego na zdrowie dzieci wykazały badania epidemiologiczne prowadzone w ramach projektu SAVIAH (65) (66). Badano czynniki wpływające na występowanie świstów i grania w klatce piersiowej, obecnie oraz w ciągu 12 miesięcy poprzedzających badania oraz występowanie astmy stwierdzonej przez lekarza. Uwzględniono różne czynniki środowiskowe obejmujące: rodzaj ogrzewania, stan mieszkania, obecność zwierząt futerkowych, palenie tytoniu w domu, a także odczuwalność spalin i hałasu ulicznego. Narażenie na spaliny i hałas

uliczny wiązało się z 40% wzrostem ryzyka wystąpienia niekorzystnych objawów u dzieci – przy jednoczesnym wzięciu pod uwagę innych czynników, a także charakterystyk społeczno-demograficznych rodziców i występowania alergii w rodzinie.

Marko Tainio podsumował wpływ transportu lokalnego na obciążenie chorobami mieszkańców Warszawy (67). Obliczył liczbę utraconych lat przeżytych w zdrowiu (DALY, disabiltyadjusted life-years), które można przypisać zanieczyszczeniom powietrza generowanym przez transport. Ocenił, że w 2010 roku zanieczyszczenia powietrza, hałas i urazy spowodowane ruchem ulicznym spowodowały wśród mieszkańców Warszawy utratę 58 000 lat przeżytych w zdrowiu, z tej liczby 44% przypisano zanieczyszczeniom powietrza a 46% - hałasowi. Ogółem czynnikom związanym z transportem lokalnym przypisano 11% ogółu lat utraconych w zdrowiu w okresie objętym badaniem w Warszawie. Pośród wszystkich zanieczyszczeń największą liczbę utraconych lat spowodowało zanieczyszczenie powietrza pyłami PM2.5.

4.2 DYSKUSJA

Polska literatura naukowa dotycząca wpływu zanieczyszczeń powietrza jest bogata i zróżnicowana. Z drugiej strony odczuwa się pewne rozdrobnienie prowadzonych prac, wobec czego dość trudno jest o generalizowanie wniosków. Temat wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie w ostatnich latach zyskał bardzo na popularności i budowanie wiedzy popartej dowodami z badań naukowych wydaje się bardzo istotne. Zanieczyszczenia powietrza są niezwykle istotnym czynnikiem ryzyka, z drugiej jednak strony przeszacowanie ich wpływu doprowadzić może do zaniedbań w innych sferach dotyczących opieki zdrowotnej lub niespodziewanych efektów takich, jak nadmierne obniżenie jakości życia populacji. Zwraca uwagę fakt wieloczynnikowego uwarunkowania analizowanych skutków zdrowotnych, które są efektem nie tylko zanieczyszczeń powietrza. Jednocześnie pamiętać należy, że zanieczyszczenia powietrza należą do modyfikowalnych czynników ryzyka, co powoduje, że możliwe jest podejmowanie skutecznych interwencji. Za przykład może służyć tu zakaz marketingu, sprzedaży i dystrybucji węgla (co ciekawe – nie jego stosowania) w Dublinie, wprowadzony w 1990roku. Doprowadziło to do skokowej poprawy jakości powietrza, a opracowane badania naukowe odnoszące się do wpływu tej interwencji pokazały, że w perspektywie kilkuletniej związana ona była również z istotnym statystycznie obniżeniem umieralności ogółem o 5,7%, z powodu chorób układu krążenia o 10,3%, a z powodu chorób

układu oddechowego o 15,5% (68). Na uwagę zwraca nie tylko wprowadzenie ograniczeń, ale również rzetelna ocena efektywności działań.

Działania zmierzające do ograniczenia poziomu narażenia ludności na zanieczyszczenia powinny być wielosektorowe, wolne od wszelkich form nacisku (interesów ekonomicznych, politycznego lub wynikającego z nie merytorycznych przesłanek) oraz oparte na naukowo zweryfikowanych faktach.

5 CZY REZYGNACJA Z POJAZDÓW SPALINOWYCH TO MRZONKA CZY REALNA ALTERNATYWA? PRZEGLĄD BADAŃ I MOŻLIWE KIERUNKI DZIAŁAŃ

MARIUSZ E. SOKOŁOWICZ

5.1 WPROWADZENIE

Dynamicznie wzrastający ruch samochodowy jako źródło zanieczyszczeń powietrza to jedno z najważniejszych wyzwań rozwojowych współczesnych miast. Szkody z nim związane generują realne koszty, które coraz częściej są liczone przez ekonomistów. Nawet jeśli kalkulacja kosztów jest jeszcze niedoskonała to pozwala na uświadomienie, jak silny i negatywny jest wpływ pojazdów spalinowych na środowisko naturalne i stan naszego zdrowia. Jednakże, pomimo rozwoju badań uświadamiających tą szkodliwość, skala problemu dociera do społeczeństwa bardzo wolno. Ich społeczny odbiór jest ambiwalentny lub wręcz kontestowany (podobnie jak np. globalne ocieplenie), bowiem metody pomiaru obserwowanych zjawisk są bardzo skomplikowane.

Pomimo tego, odpowiedzialne władze krajów, ale i samorządów w coraz większej liczbie miast wprowadzają metody „internalizacji" kosztów zewnętrznych generowanych przez transport, w postaci różnorodnych opłat, podatków, jak również wspierają publicznych użytkowników takich środków transportu, które są dla środowiska mniej szkodliwe lub neutralne. Okazuje się jednak, że różne typy instrumentów ograniczania emisji przynoszą różne efekty. Można badać zatem nie tylko koszty samej emisji, ale i efektywność stosowania poszczególnych instrumentów polityki ochrony powietrza.

Dokonany w rozdziale przegląd tego rodzaju badań prowadzi do próby sformułowania wniosków w zakresie tego, jakie instrumenty okazują się najbardziej skuteczne. Skłania on do konstatacji, że dobitne uświadamianie kosztów w wyrażeniu pieniężnym, z uwagi na efekt psychologiczny przynosi lepsze efekty, niż pisanie i mówienie o kosztach środowiskowych bez ich kwantyfikacji. Ponadto okazuje się, że najlepsze efekty przynoszą te instrumenty, przekładające się na indywidualnie ponoszone koszty i odczuwane korzyści podmiotów, które odpowiednio emitują lub zmniejszają emisję zanieczyszczeń w transporcie. Należy też dostrzec, że skuteczność polityki ograniczania emisji podnosi dostosowanie instrumentów do zróżnicowanych grup odbiorców. Inne instrumenty skłaniające do rezygnacji z tradycyjnych środków transportu należy stosować w stosunku do osób starszych i młodszych, inne do osób bardziej i mniej zamożnych, jak również inne w zależności od aktualnego etapu życia

mieszkańców miast. Polityka w zakresie poprawy jakości powietrza powinna być przy tym zintegrowana z innymi politykami sektorowymi, w tym z polityką przestrzenną miast oraz polityką ochrony zdrowia. Wreszcie, polityka ta powinna być oparta na kulturze partycypacji i dążeniu do konsensusu między sprzecznymi często interesami użytkowników różnych środków transportu, oraz wspomagana częstymi i ciągłymi akcjami promocyjno-informacyjnymi.

5.2 POJAZDY O NAPĘDZIE KONWENCJONALNYM JAKO ZAGROŻENIE DLA ŚRODOWISKA I ZDROWIA – WPROWADZENIE

Pojazdy napędzane paliwami pochodzącymi ze źródeł nieodnawialnych są jedną z najważniejszych przyczyn pogarszania się jakości powietrza oraz stanu zdrowia mieszkańców. Transport jako dział gospodarki odpowiada za ok. 20% emisji związków węgla do powietrza w Europie (69). Problem zanieczyszczenia środowiska jest szczególnie palący w miastach. To w nich liczba pojazdów – źródeł emisji oraz liczba osób narażonych na jej szkodliwe skutki są największe. Zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego wraz z towarzyszącymi mu innymi negatywnymi efektami dominacji ruchu kołowego (zjawiska tzw. wysp ciepła, hałas, wypadki drogowe, ograniczenie aktywności fizycznej), przekładają się istotnie na większą zachorowalność i umieralność przede wszystkim w miastach (70). Całkowite koszty opisywanych zjawisk szacuje się w krajach Unii Europejskiej na 502 miliardy euro rocznie (71).

Największymi emitorami szkodliwych dla człowieka tlenków azotu (NOx) oraz pyłu zawieszonego (PM10 i PM 2,5) są głównie pojazdy napędzane silnikami diesla. Badania prowadzone w tym zakresie w UE wskazały, że w przypadku samochodów z silnikami diesla klasy Euro 2 i pojemności 1,4-2,0 l, generowane przez nie koszty dla środowiska naturalnego i zdrowia ludności w miastach sięgają 3,2 eurocentów za każdy kilometr przejechany jednym pojazdem (ceny według poziomu z roku 2010). Analogiczne koszty generowane przez samochody napędzane benzyną sięgają 0,7 eurocentów za wozokilometr. Pojazdy nowocześniejsze (klasy silników Euro 6) generują koszty mniejsze, ale różnice między pojazdami diesla a benzynowymi utrzymują się (0,7 eurocentów za wozokilometr diesli wobec 0,4 eurocentów dla pojazdów benzynowych). W przypadku pojazdów większych niż samochody osobowe koszty te drastycznie wzrastają (72). Pomnożenie tych kwot przez liczbę użytkowanych samochodów oraz liczbę kilometrów nimi przejeżdżanych pozwala uświadomić ogromną skalę problemu.

Powyższe koszty mają w języku ekonomii swoją fachową nazwę. Nazywa się je niekorzyściami zewnętrznymi. Zewnętrznymi dlatego, że stanowią skutki zachowań jednych ludzi, które oddziałują na innych. Ci ostatni nie mają jednak bezpośredniego wpływu na siłę i kierunek tych oddziaływań (73). Jak to działa? Zanieczyszczenie do środowiska emituje każdy silnik spalinowy, ale jego spaliny wdycha każdy, bez względu na to, czy posiada auto, czy nie. Albo gdy kierowca pojedynczego auta utknie w korku, to z ekonomicznego punktu widzenia ponosi koszty tego, że tysiące innych osób także podjęło decyzję o jechaniu swoim samochodem. Inny przykład? Zwiększona zachorowalność na choroby spowodowane zanieczyszczeniem powietrza powoduje absencję w pracy. Koszty tej absencji ponoszą wszyscy pracodawcy a zatem i społeczeństwo jako całość.

Oznacza to w praktyce, że często negatywne skutki ponoszone są w postaci kosztów przez inne podmioty niż te, które je generują (74). Powoduje to brak możliwości osiągnięcia dobrobytu społecznego, bowiem poprawienie sytuacji jednego podmiotu (np. zakup nowego samochodu osobowego) wpływa zwykle na pogorszenie sytuacji innych (np. pogarszający się stan środowiska naturalnego). Fakt występowania takich zewnętrznych kosztów uzasadnia ingerencję podmiotów publicznych (rządu i samorządów) w zachowania podmiotów i osób je generujących – w tym przypadku producentów oraz użytkowników samochodów.

Działania podejmowane na rzecz ograniczania negatywnych skutków transportu opartego na benzynie i oleju napędowym mogą przyjąć formę regulacji: administracyjnych, finansowych, inwestycyjnych oraz informacyjno-promocyjnych. Pierwsza z nich obejmuje np. ograniczenia lub zakazy w zakresie sprzedaży pojazdów z silnikami emitującymi zanieczyszczenia lub zakazy wjazdu samochodów do fragmentów miast. Instrumenty finansowe to między innymi: różnicowanie podatków w zależności od skali emisji zanieczyszczeń przez pojazdy, wprowadzenie opłat środowiskowych, zwolnienia podatkowe za zakup pojazdów bardziej ekologicznych, itp. Przykładem inwestycji sektora publicznego w rozwiązania transportowe bardziej przyjazne dla środowiska może być rozwój szynowego transportu zbiorowego w miejsce infrastruktury transportu kołowego. Wreszcie, władze mogą podejmować także działania promujące korzystanie z alternatywnych środków transportu.

Zwiększenie w strukturze codziennych przemieszczeń mieszkańców miast udziału transportu pieszego i rowerowego nie tylko w oczywisty sposób ogranicza emisję zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego, ale również wpływa pozytywnie na zmniejszenie ryzyka wypadków drogowych, ograniczenia emisji hałasu komunikacyjnego, kongestii oraz zmniejszenie ryzyka chorób wywoływanych brakiem aktywnego trybu życia (75). W związku z tym w ostatnich latach nie tylko rządy krajowe, ale i miasta podejmują decyzje o drastycznym

ograniczaniu lub wręcz eliminacji transportu indywidualnego jako głównego źródła zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. W Hamburgu zakłada się wycofanie z miast samochodów prywatnych do roku 2034, a w Oslo zakłada się uwolnienie centrum od aut już w roku 2019. Miastami, które zdecydowały się na podobne kroki są również Helsinki i Madryt. Paryż, Ateny i Madryt zakładają wycofanie samochodów napędzanych silnikami diesla do roku 2025 (76), natomiast w Londynie do tego czasu mają zniknąć auta starsze niż 20-letnie (77). Z kolei Paryż, Mediolan, Chengdu, Masdar, Dublin, Bruksela, Kopenhaga, Bogota i Hyderabad od lat realizują i monitorują wdrażanie strategii polegającej na zmianie struktury przemieszczeń na rzecz transportu zbiorowego, rowerowego i pieszego. (78) Z kolei, w 2017 rządy Wielkiej Brytanii i Francji ogłosiły, że od roku 2040 wprowadzą całkowity zakaz sprzedaży nowych pojazdów benzynowych i napędzanych olejem napędowym, dopuszczając do obrotu jedynie pojazdy elektryczne i hybrydowe o bardzo niskim poziomie emisji (79).

Koszty zewnętrzne generowane przez transport pojawiają się w wielu aspektach funkcjonowania społeczeństwa i gospodarki (zanieczyszczenie powietrza, zdrowie, ochrona krajobrazu, opóźnienia spowodowane zatłoczeniem komunikacyjnym, itp.). Z uwagi na to, trudno te koszty oszacować precyzyjnie. Jednakże, rozwijająca się skala badań dostarcza coraz więcej wiarygodnych dowodów na negatywny wpływ transportu na środowisko i stan zdrowia. Podobnie trudne, jeśli nie trudniejsze jest zmierzenie skuteczności i efektywności zastosowania instrumentów administracyjnych, finansowych i inwestycyjnych, które mają w zamierzeniu nakłonić gospodarstwa domowe i przedsiębiorstwa do zachowań proekologicznych (w tym do rezygnacji z użytkowania pojazdów napędzanych olejem napędowym). To z kolei rodzi pytanie o dobór takich rozwiązań, które w danych dla kraju warunkach prawnych i instytucjonalnych (uwzględniających także społeczne postawy wobec działań na rzecz ochrony środowiska) okażą się faktycznie skuteczne.

5.3 PROBLEM POMIARU KOSZTÓW ZEWNĘTRZNYCH I SKUTECZNOŚCI POLITYKI NA RZECZ POPRAWY JAKOŚCI POWIETRZA

Wyzwaniem dla rozwiązań na rzecz poprawy jakości powietrza pozostaje kontrola ich skuteczności i efektywności. O ile wyniki badań na temat negatywnego wpływu transportu samochodowego na pogarszający się stan środowiska i zdrowia mieszkańców budzą coraz mniejsze wątpliwości i dostarczają wiarygodnych dowodów, o tyle badania na temat skuteczności polityk w tym zakresie są mniej konkluzywne. Wynika to przede wszystkim z fragmentarycznie i niesystemowo podejmowanych interwencji (np. miasta podwyższają opłaty

za parkowanie, ale nie towarzyszą temu finansowe zachęty do korzystania z transportu zbiorowego) oraz braku rzetelnego monitoringu efektów wprowadzanych działań (80). Ograniczona liczba dowodów wynika ponadto z prostego faktu, że trudno szacować wpływ likwidacji lub drastycznego ograniczenia liczby użytkowanych pojazdów na stan powietrza, skoro żadne miasto nie wprowadziło jeszcze takich rozwiązań w praktyce. Obecnej sytuacji nie pomaga również, że wyniki badań poddawane są w wątpliwość ze strony lobby przemysłu motoryzacyjnego, stosującego niekiedy praktyki polegające na podważaniu wiarygodności tych badań, wzorem działań realizowanych wcześniej przez firmy tytoniowe w odniesieniu do badań na temat negatywnego wpływu palenia na zdrowie (81).

Trudności w pomiarze skuteczności polityk na rzecz poprawy jakości powietrza mają również wymiar metodologiczny. Kosztów zewnętrznych z samej ich definicji nie można zmierzyć wprost. Pomiar taki oparty jest na poszukiwaniu pośrednich związków między emisją zanieczyszczeń, a takimi aspektami życia społecznego, jak (por. tabela 1):

- wzrastające potrzeby na nową infrastrukturę transportową w związku ze zbyt szybkim wzrostem liczby jej użytkowników,
- wypadki komunikacyjne i ich skutki,
- pogarszający się stan zdrowia,
- zmniejszająca się dostępność zasobów naturalnych (na skutek zwiększania zanieczyszczeń oraz zajmowania terenów na potrzeby infrastruktury transportowej)
- pogarszająca się jakość krajobrazu,
- hałas, itp.

Wymienione aspekty trudno wycenić, ponieważ złożony jest związek przyczynowo-skutkowy między emisją zanieczyszczeń przez transport a umieralnością czy stanem zdrowia ludności, a ponadto różne koszty pojawiają się w wielu miejscach i ponoszone przez wiele podmiotów, do których trudno dotrzeć. Z tego powodu oparcie badań jedynie na istniejących danych statystycznych nie wystarczy. Pojawia się konieczność prowadzenia również badań zmierzających do pozyskiwania nowych danych, często pochodzących z badań kwestionariuszowych, w których respondentów pyta się o skalę gotowości do zapłaty w wyrażeniu pieniężnym za hipotetyczne działania na rzecz poprawy stanu środowiska (WTP – willingness to pay) lub o kwotę, którazrekompensuje akceptację braku takich działań (WTA – willingness to accept) (tabela 1). Powoduje to wysokie koszty prowadzenia badań, ich długi horyzont czasowy i stwarza trudności w dotarciu do tych respondentów, których odpowiedzi można uznać za reprezentatywne dla całej populacji (82).

Badania takie są możliwe i są realizowanie na coraz większą skalę. Z uwagi jednak na trudność w realizacji ich liczba mimo, że sukcesywnie wzrasta, jest jeszcze dość ograniczona.

Tabela nr 1- Najczęściej stosowane metody pomiaru kosztów (niekorzyści) zewnętrznych powodowanych przez transport *(83)*.

Typ kosztu	Najczęściej stosowany sposób pomiaru kosztu
Koszty nowej infrastruktury	• Gotowość do zapłaty (WTP – *willingness to pay*) za czas poświęcony w zatorach komunikacyjnych, wyrażona w pieniądzu; badana metodą preferencji deklarowanych w kwestionariuszach ankietowych • Gotowość do akceptacji (WTA – *willingness to accept*) czasu straconego w zatorach komunikacyjnych, wyrażona w pieniądzu; badana metodą preferencji deklarowanych w kwestionariuszach ankietowych • Gotowość do zapłaty (WTP) za budowę nowej infrastruktury ograniczającej kongestię, wyrażona w pieniądzu; badana metodą preferencji deklarowanych w kwestionariuszach ankietowych • Gotowość do akceptacji (WTA) braku budowy infrastruktury ograniczającej kongestię, wyrażona w pieniądzu; badana metodą preferencji deklarowanych w kwestionariuszach ankietowych
Koszty wypadków	• Koszty usuwania wypadków i skutków wypadków dla ludzkiego – podejście kosztowe, oparte często na danych i szacowaniu ryzyka agencji ubezpieczeniowych • Gotowość do zapłaty (WTP) za redukcję ryzyka komunikacyjnego, wyrażona w pieniądzu; badana metodą preferencji deklarowanych w kwestionariuszach ankietowych • Gotowość do akceptacji (WTA) braku redukcji ryzyka komunikacyjnego, wyrażona w pieniądzu; badana metodą preferencji deklarowanych w kwestionariuszach ankietowych
Koszty zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i pogarszającego się w związku z tym stanu zdrowia	Metoda ścieżki wpływu (*impactpathwayapproach*), oparta na pytaniu o pieniężną równowartość gotowości do zapłaty za bycie zdrową (WTP) lub gotowość do akceptacji utraty zdrowia (WTA). Podejście oparte na wycenie hipotetycznej rocznej wartości życia ludzkiego
Koszty zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i związane z nimi straty materiałowe	Metoda ścieżki wpływu (*impactpathwayapproach*), oparta na szacowaniu kosztów odtworzenia zniszczonych budynków i materiałów
Koszty zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego i związane z nimi straty w zasobach naturalnych	Metoda ścieżki wpływu (*impactpathwayapproach*), oparta na szacowaniu kosztów utraconych zasobów naturalnych i zbiorów

Hałas	• Szacowanie kosztów niedogodności? poprzez badanie statystycznej zależności między emisją hałasu a wartości nieruchomości w mieście (tzw. metody wyceny hedonicznej) • Szacowanie kosztów niedogodności? poprzez zapytanie o gotowość to zapłaty za ograniczenie hałasu lub gotowość do akceptacji hałasu (WTA, WTP, metoda preferencji deklarowanych)
Zmiany klimatyczne	• Koszty unikania strat szacowane w oparciu o przyjęte scenariusze ograniczania emisji gazów cieplarnianych • Szacowanie strat generowanych przez ocieplanie się klimatu • Szacunki oparte na cenach handlu emisjami (tzw. metoda cen ukrytych [dualnych])
Utrata naturalnego krajobrazu	Podejście kompensacyjne, oparte na szacowaniu hipotetycznych kosztów odtworzenia

Poziom skomplikowania badań powoduje też, że ich odbiór społeczny jest niejednoznaczny. Ich wyniki są często trudne w prezentacji w przystępny publicystycznie sposób i nie docierają w prosty sposób do wyobraźni odbiorców. Stąd, problemy związane ze skutecznością działań na rzecz skłaniania ludzi do ograniczenia lub rezygnacji z użytkowania samochodów osobowych, zależne są także od czynników psychologicznych i społecznych. Czynniki te warunkują nawyki transportowe, zależne od obowiązujących norm społecznych, postaw i stylów życia, które są trudne w modyfikacji, nawet w sytuacji wprowadzania różnorodnych ograniczeń dla aut o napędzie konwencjonalnymi zachęt dla korzystania z innych form transportu (84). Mobilność jest systemem wzajemnie powiązanych praktyk związanych z przemieszczaniem się w mieście, współistniejących z innymi elementami codziennego życia w mieście, takimi jak praca, szkoła, zakupy, powroty do domu etc. Rodzaje tych praktyk, ich powtarzalność oraz stosunek członków społeczeństwa do różnych form przemieszczania się w mieście zależą od dostępnych technologii transportowych, uwarunkowań instytucjonalnych (wpływających na różną opłacalność i dostępność różnych środków transportu) oraz sposoby zagospodarowania przestrzennego miast (85). Praktyki te są zatem społeczne. Podlegają reprodukcji w wyniku powtarzających się i obserwowanych u innych wzorców zachowań. Noszą cechy rutyny – ponieważ są powtarzalne i obserwowalne u większości innych osób; uznane są za wzorce społeczne (86). Zmiana tych wzorców wymaga dużych wysiłków, z jednej strony uświadamiających korzyści innego niż dotychczasowy tryb życia, a z drugiej strony zapewniających dostrzegalne pożytki uzyskiwane w zamian. Z tego powodu, korzyści ze zmiany sposobów przemieszczania się na bardziej proekologiczne i zdrowe należy uświadamiać w sposób dobitny (87). Skutecznym sposobem na osiągnięcie tego celu jest „przeliczanie" korzyści indywidualnych ze zmiany środka transportu na jednostki pieniężne,

które psychologicznie potrafią silne oddziaływać na odbiorców. Zrobiono to m.in. w Barcelonie, gdzie wskazano, że wzrost udziału aktywnych form przemieszczania się (pieszo, rowerem) w ogólnej strukturze przemieszczeń obniżył ryzyko śmiertelności o 1%, co przełożyło się na oszczędności rzędu 57,8 mln euro. Z kolei, korzyści ekonomiczne związane ze spadkiem zachorowalności na choroby cywilizacyjne wyniosły w tym okresie 47,3 mln euro w odniesieniu do upowszechnienia transportu pieszego oraz 4,7 mln euro w odniesieniu do upowszechnienia transportu rowerowego (88). W Irlandii zakłada się, że wprowadzenie ograniczenia sprzedaży diesli od roku 2018 oraz całkowitego zakazu sprzedaży pojazdów napędzanych olejem napędowym od roku 2025, spowoduje w roku 2030 redukcję emisji NO_x do 47% ich poziomu z roku 2015 oraz pyłów PM2.5 do 52% ich poziomu z roku 2015. Spowoduje to korzyści ekonomiczne rzędu 43.8 milionów euro (89).

Z punktu widzenia użytkowników, najbardziej skuteczne okazują się te instrumenty polityki ograniczania emisji, które w krótkim okresie uświadamiają im związek między tą emisją a szkodliwymi skutkami. Z tego powodu opłaty ze emisję konkretnych zanieczyszczeń działają skuteczniej, niż podatki pośrednie (90). Ponadto, skuteczność poprawia różnicowanie opłat i stawek podatkowych w zależności od skali emitowanych zanieczyszczeń (np. emisji CO_2) (91). Nie bez znaczenia pozostaje też akceptacja dla tego typu decyzji. Przykładowo, opodatkowanie sprzedaży nowych samochodów dodatkową opłatą jest bardziej społecznie akceptowane niż podatki od paliw, bowiem te drugie silniej oddziałują na codzienne wydatki (częściej nabywamy paliwa niż kupujemy nowe samochody) (92).

Tego typu niuanse pozostają niezwykle ważne, bo decydują o skuteczności polityki ograniczania zanieczyszczeń. Konstrukcja danin publicznych powinna być ponadto przemyślana i wyrafinowana, aby uniknąć „skutków ubocznych" nowych regulacji. Przykład z Norwegii pokazuje, że kiedy w 2007 roku celem ograniczenia emisji dwutlenku węgla opłaty za rejestrację nowego samochodu osobowego uzależniono od skali emisji tego związku (wcześniej zależały od pojemności silników), spowodowało to wzrost sprzedaży pojazdów z napędem diesla. Tym samym odniesiono sukces w ograniczeniu emisji CO2, jednak kosztem większej emisji pyłu zawieszonego i związków azotu (NO_x). Doprowadziło to do reformy podatkowej w roku 2013, po której zaczęto uwzględniać również emisję tlenków azotu (NO_x) (93).

Badania zrealizowane w Wielkiej Brytanii na próbie 675 kierowców wskazały, że sama świadomość konieczności ochrony środowiska nie wpływa istotnie na chęć zmiany pojazdu napędzanego benzyną i olejem napędowym na pojazdy elektryczne lub hybrydowe. Istotny wpływ mają natomiast zachęty cenowe i podatkowe oraz w mniejszej skali, świadomość

wpływu tych decyzji na lepszy stan zdrowia (94). W Kalifornii, na podstawie badań przeprowadzonych w roku 2012 wskazano, że czynniki ograniczające rezygnację z auta jako środka transportu są przede wszystkim ekonomiczne. Szczególnie mniej zamożne grupy badanych deklarowały, że ograniczenia finansowe są głównym czynnikiem powodującym nieposiadanie samochodu. Rezygnacja z auta jako konsekwencja deklarowanej dbałości o środowisko pojawiła się w mniej licznych, bardziej zamożnych i wyżej wykształconych grupach społecznych. Grupy takie stanowiły jednak zdecydowaną mniejszość wśród badanych (95). Zatem oddziaływanie na użyteczność indywidualną (zwiększanie kosztów za korzystanie ze środków transportu zanieczyszczających powietrze i oferowanie korzyści finansowych w zamian za zmianę nawyków transportowych) wykazują wyższą skuteczność, niż odwoływanie się do ważnych społecznie, ale mniej namacalnych korzyści, takich jak czyste powietrze i lepszy stan zdrowia ogółu społeczeństwa. Koszty zewnętrzne związane z zanieczyszczeniem środowiska należy zatem internalizować, czyli zamieniać na koszty ponoszone przez pojedyncze gospodarstwa domowe i przedsiębiorstwa.

5.4 REKOMENDACJE

Podobnie jak w przypadku zakazu palenia w barach i restauracjach, który pomimo początkowego oporu został w większości krajów zaakceptowany, radykalne ograniczenia dotyczące użytkowania samochodów osobowych, także mają szansę spotkać się z aprobatą (96). Warunkiem społecznego przyzwolenia wydaje się jednak dotarcie do obywateli z czytelnym przekazem i zastosowanie instrumentów umiejętnie wskazujących, przede wszystkim na te aspekty niekorzyści zewnętrznych, które będą odczuwane indywidualnie. Chodzi o stosowanie przede wszystkim bodźców, które będą wpływały nie tyle na zbiorową wyobraźnię, ile na użyteczność pojedynczych jednostek. Bez powiązania korzyści społecznych z indywidualną użytecznością trudno będzie osiągnąć decydentom zamierzone cele. W świetle badań zachęty finansowe oraz rozwiązania rynkowe które „internalizują" niekorzyści zewnętrzne (zamieniają je na koszty podmiotów je imitujących w postaci opłat, podatków, ograniczeń itp.), działają skuteczniej niż inne typy zachęt (97). Równie skutecznie działają instrumenty polegające na uczynieniu bardziej opłacalnym korzystanie z transportu nisko- lub zeroemisyjnego (niższe podatki i opłaty rejestracyjne przy zakupie pojazdów elektrycznych, tani transport zbiorowy w zestawieniu z drogimi opłatami za parkowanie, priorytety dla: pojazdów niskoemisyjnych, carsharingu, tramwajów, rowerów i pieszych w ruchu miejskim, etc.).

Ponadto, instrumenty mające w zamierzeniu powodować zmianę nawyków transportowych powinny być dostosowane do jasno zdefiniowanych grup docelowych. Docierać powinno się w szczególności do tych grup osób, wśród których spodziewana jest największa szansa na zmianę dotychczasowych zachowań transportowych, np. z uwagi na przełomowe momenty w życiu (np. przejście na emeryturę, podjęcie pracy po długim okresie bezrobocia, przyjazd na studia, zmiana miejsca zamieszkania etc.). Dostosowanie powinno dotyczyć także kanałów komunikacji oraz sposobu przekonywania do alternatywnych sposobów przemieszczania się w mieście (98). Innymi metodami do zmiany sposobu przemieszczania się w mieście powinno się zachęcać uczniów i studentów, innymi osoby pracujące, innymi emerytów, etc. Z kolei w grupach deklarujących silny brak chęci rezygnacji z samochodów osobowych interesującą alternatywą okazuje się praktyka współdzielenia aut (ang. car sharing).

Zmiana nawyków transportowych, jak wykazują badania, jest trudna i spotyka się z silnym oporem społecznym. Dlatego zmiana tych nawyków może również przyjmować formę eksperymentów. Może być wprowadzana tymczasowo i „na próbę" po to, aby obywatele nie bali się testowania nowych rozwiązań (99). Przykładem może być miasto Jyväskylä w Finlandii, gdzie grupie kilkuset osób zaproponowano bezpłatne półroczne bilety na komunikację zbiorową w zamian za sprzedaż samochodów osobowych (100). Metodą miejskich eksperymentów wprowadza się rozwiązania bardziej radykalne, jakimi są miasta całkowicie wolne od aut (ang. car free cities). Przykłady te pokazują jednak, że wprowadzanie rozwiązań całkowicie eliminujących ruch kołowy z miasta powinno odbywać się w długiej perspektywie czasu i spełniać bardzo wiele warunków. Przed wszystkim: 1. Dotyczyć relatywnie małych obszarów (ok. 0,35-0,5 km2), 2. Zapewniać efektywny transport zbiorowy 24 godziny na dobę, z dostępem dla osób o ograniczonej mobilności, w zasięgu 400 m (5-7 minut dojścia pieszego), 3. Być poprzedzone rozwojem gęstej sieci ciągów pieszych i rowerowych tworzącej spójny system, 4. Zapewniać udogodnienia miejskie w najbliższym sąsiedztwie niewymagające podróży innych niż piesze, 5. Ożywiać dzielnice wolne od aut poprzez organizację częstych wydarzeń integrujących społeczność oraz 6. Być wsparte szeroko zakrojonymi działaniami informacyjnymi i edukacyjnymi (101). Czasem i miejscem na eksperymenty transportowe jest również remont i przebudowa fragmentów infrastruktury komunikacyjnej miasta. Okres jej wyłączenia z ruchu na czas remontu może być okazją do zmiany organizacji ruchu w przyszłości.

Niezwykle jest przy tym istotne, aby dyskusji o zrównoważonym transporcie nie sprowadzać do nadmiernych uproszczeń i fałszywych konfliktów „kierowcy kontra rowerzyści" czy „piesi kontra kierowcy". Powodują one zatracenie perspektywy, gdzie każdy mieszkaniec miasta

nawet w ciągu jednej dobry bywa zwykle jednocześnie szoferem, pasażerem autobusu, taksówki, rowerzystą czy nade wszystko pieszym. Prowadzona w tym duchu dysputa siłą rzeczy zatem konfliktuje i wyolbrzymia wyobrażenie, że każde działanie w zakresie polityki transportowej korzystne dla jednego środka transportu musi kończyć się upośledzeniem pozostałych i w konsekwencji – z uwagi na opór społeczny – czyni niemożliwymi wiele pożądanych zmian (102). Prowadzenie skutecznej polityki na rzecz poprawy jakości powietrza wymaga zatem kultury partycypacji i dążenia do konsensusu, wspomaganych częstymi i ciągłymi akcjami promocyjno-informacyjnymi.

Wreszcie, działania na rzecz rozwoju transportu zrównoważonego nie będą efektywne, jeśli nie będą działaniami komplementarnymi i nie zapewnią wzajemnego uzupełnienia się działań z zakresu polityki transportowej, ochrony środowiska, polityki społecznej czy przestrzennej (103). Potrzebne są zatem działania jednocześnie kompleksowe jak i zdecydowane – zapewniać pozytywny i odważny „skok w przyszłość" (104).

6 CZY ZDROWE POWIETRZE MA CENĘ?

PIOTR SZUROWSKI

Ryc. z www.who.int

9 z 10 osób na świecie oddycha nadmiernie zanieczyszczonym powietrzem, co przyczynia się do ponad 7 milionów przedwczesnych śmierci rocznie. Ponad połowa wszystkich krajów świata podejmuje działania redukujące zanieczyszczenie i zaangażowana jest w tworzenie światowej bazy jakości powietrza (105). Mimo rosnącej świadomości mieszkańców naszego globu odnośnie szkodliwości zanieczyszczenia powietrza, opinia publiczna nadal jest podzielona w kwestii redukcji emisji substancji toksycznych.

Dymiące kominy fabryczne przez wiele lat kojarzone były jedynie z rozkwitem przemysłu. Po dzień dzisiejszy głównym kontrargumentem w debacie publicznej przeciwko ograniczeniom emisji są utrata miejsc pracy i duże nakłady inwestycyjne (106). Efekty regulacji środowiskowych, w przeciwieństwie do kosztów ponoszonych od momentu wejścia restrykcji w życie, są mało namacalne i rozłożone w czasie. W 2020 roku zastosowanie się do prawa Clean Air Act (107) będzie kosztowało Amerykanów 65 miliardów dolarów. Od momentu wprowadzenia, do dziś koszt programu wyniósł 523 miliardy dolarów (108).

Ile jesteśmy w stanie zapłacić, żeby zwalczać zanieczyszczenia skracające nasze życie i niszczące środowisko? Intuicyjnie, jedynym rozwiązaniem tego sporu jest obiektywna analiza kosztów i korzyści społeczno-ekonomicznych oraz wykorzystanie jej do znalezienia kompromisu. Jednak tutaj również pojawia się poważna przeszkoda – jak obliczyć wartość zdrowego powietrza?

6.1 POCZĄTKI

Prekursorem programów ochrony powietrza są Stany Zjednoczone Ameryki Północnej wraz z wprowadzonym w 1955 roku Air Pollution Control Act. Niestety wieloletnie wdrażanie tychże

regulacji okazało się mało wydajne (109). W 1981 roku Prezydent Ronald Reagan wydał rozporządzenie wykonawcze tzw. ExecutiveOrder obligujące agencje federalne do tworzenia bilansu zysków i kosztów przygotowywanych regulacji (110). Zamierzeniem instrukcji było przyjmowanie tylko korzystnych ekonomicznie przepisów. Pozwoliło to na przełamanie impasu uniemożliwiającego wprowadzanie regulacji środowiskowych z powodu postrzegania ich jako zbyt kosztowne, jednocześnie unikając nadmiernego obciążania gospodarki (111). Sukces tego relatywnie prozaicznego postanowienia jest bezprecedensowy – po dzień dzisiejszy jest ono wspierane przez każdą następną administrację, ale przede wszystkim usankcjonowało znaczne rozwinięcie efektywności regulacji ograniczających emisje (111) (112).

Analiza kosztów i zysków (CBA - Cost-benefit analysis) regulacji środowiskowych pozwala na kumulację i porównanie jej efektów w jednej jednostce – monetarnej. Odwołanie się jedynie do wpływu restrykcji na jakość powietrza, z pominięciem racjonalnej analizy CBA potencjalnie mogłoby doprowadzić do przerostu kosztów społecznych (np. efekty bezrobocia) i ekonomicznych (zmniejszona ilość przyjęć do szpitali, utrata konkurencyjności względem firm z zagranicy) nad zyskami środowiskowymi.

Każdy człowiek ma pewien zbiór preferencji, który powoduje, że konkretna alokacja dóbr będzie przez niego unikalnie wyceniona (w jednostce użyteczności). Użyteczność poprzez swoją subiektywną naturę nie może być mierzona bezpośrednio. Dopiero agregacja tych preferencji dzięki wymianie zasobów na wolnym rynku pozwala na określenie ich wartości (113).

Przeszkodą jest to, że korzyści wynikające z regulacji ograniczających zanieczyszczenia często nie są dobrami rynkowymi i nie można ich w tradycyjny sposób wycenić. Jak określić wartość poprawy przejrzystości powietrza, czy wycenić skrócone przez zanieczyszczenia życie?

Cenę dóbr nierynkowych analizuje się badając, jaki jest jej wpływ w produkcji dobra rynkowego lub poprzez obserwację kompromisów dokonywanych przez ludzi, którzy rezygnują z dóbr rynkowych na korzyść nierynkowych. Łatwo sobie wyobrazić, że przejrzystość powietrza ma istotny wpływ na ilość turystów odwiedzających Wielki Kanion Kolorado i tym samym dochodowość tamtejszej turystyki, czy ludzi poświęcających dodatkowy czas, aby segregować śmieci.

6.2 EFEKTY ZANIECZYSZCZEŃ

Zanieczyszczenie powietrza ma szereg wpływów bezpośrednich i pośrednich na człowieka. Według raportu amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (United States Environmental Protection Agency- EPA) (108) do najważniejszych czynników bezpośrednich należą: skrócona długość życia, zwiększona zachorowalność na choroby układu oddechowego i krążenia, spadek produktywności (spowodowany ograniczoną ilością dni pracy), zmniejszona przejrzystość powietrza i spadek wielkości zbiorów rolnych. Efekty pośrednie z reguły w analizie CBA są pomijane, z powodu trudności w ich oszacowaniu. Jako przykład takiej zależności można podać wpływ częstotliwości zachorowań dzieci do 12 r.ż. na produktywność rodziców.

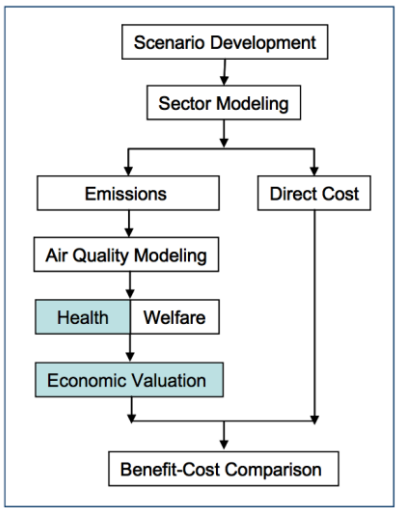
Wpływ pyłów zawieszonych PM (2.5, 10), ozonu, tlenku węgla, tlenków azotu i dwutlenku siarki na zdrowie, środowisko i gospodarkę są dobrze opisane przez literaturę:

- Konsensus opracowany przez Council's Health Effects Subcommittee dowiódł, że zmiana koncentracji PM o jeden µg/m3 zmienia roczne prawdopodobieństwo śmierci o 1,06%. Wynik ten znajduje pomiędzy wartościami 0,58 (114) i 1,5 (115), których wyniki również były statystycznie odporne (robust). Warto podkreślić, że większość przypadków spadku śmiertelności ma miejsce przy koncentracji pyłów PM powyżej 7,5 µg/m3, gdzie odbywa się aż 98% redukcji śmiertelności (114). EPA (108) w swoich badaniach zrezygnowała z granicy 10 µg/m3 jako poziomu przestającego wpływać na zdrowie.
- Zivin&Neidell (116) odkryli, że spadek stężenia PPB ozonu o 10 jednostek zwiększa produktywność rolników o 4,2%.
- Avnery et al. (117) estymują, że ozon zmniejsza plony soi o 21-25% i pszenicy o 6% do 12% (badanie na terenie Równiny Północno-Chińskiej). Co więcej, zanieczyszczenia ograniczają dostępność słońca do upraw (118).
- Wzrost koncentracji dwutlenku siarki o 1% skutkuje spadkiem podaży pracy w ujęciu intensywnym o 0.61% (119).
- Wargocki et al. (120) modelowali wpływ syndromu chorego budynku (SBS) na wydajność pracowników poprzez wprowadzanie i usuwanie źródła zanieczyszczeń. Pracownicy eksponowani na zanieczyszczenia pracowali o 6,5% mniej wydajnie (p=0.003).
- Chay&Greenstone (121) przeanalizowali wpływ zanieczyszczeń na ceny nieruchomości w Stanach Zjednoczonych. Rezultatem badań jest wniosek, że redukcja pyłów zawieszonych w rejonie nieruchomości o jedną jednostkę (µg/m3) prowadzi do zwiększenia jej ceny rynkowej o 0,7-1,5%.

- Smith i Huang (122) odnotowują, że poziom poprawy jakości powietrza słabiej wpływa na ceny nieruchomości, niż można by oczekiwać ze względu benefit zdrowotny.
- Ponad 1/3 pracodawców z Hong Kongu deklaruje, że mają trudności z pozyskiwaniem pracowników zza oceanu w związku z niepokojami wywołanymi jakością powietrza.

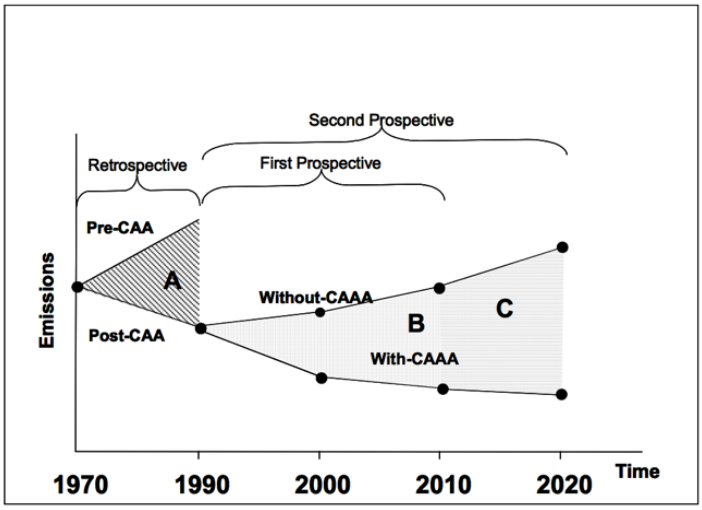
Wiele indeksów badających konkurencyjność miast bierze pod uwagę aspekt jakości powietrza (Economist Intelligence Unit, City Prosperity Index of the United Nations Human Settlements Programme).

Rysunek nr 1 - Sekwencja analizy kosztów i zysków *(123)*



Wartość monetarna dóbr nierynkowych, takich jak wartość życia czy wartość jakości powietrza w obszarach mieszkalnych ustala się przy pomocy metodologii Willingness to Pay (WTP).

Rysunek nr 2 - Model przedstawiający porównanie zmian stężenia emisji w wyniku wprowadzenia i braku wprowadzenia regulacji Clean Air Act z 1990 roku *(123)*



Wyliczenie bilansu korzyści i strat wiąże się z modelowaniem i porównaniem dwóch sytuacji – wprowadzenia regulacji i braku wprowadzenia regulacji ograniczających emisje. Następnie dokonuje się symulacji zmian ilości zanieczyszczeń w powietrzu, określa koszt uzyskania celów emisyjnych i ustala się monetarną wartość ich wpływu na zdrowie i środowisko. Z kolei wartości przyszłych emisji (bez efektu regulacji) estymuje się na podstawie przewidywanego wzrostu gospodarczego (124).

Metoda WTP szacuje koszt jaki osoba jest gotowa ponieść, żeby zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia pewnego ryzyka. Badania dowodzą, że wartość monetarna konieczna do kompensacji osobie za wystawienie jej na negatywne efekty zdrowotne jest praktycznie taka sama jak kwota, którą osoba jest gotowa zapłacić, żeby uniknąć szkodliwego efektu (123). W dużym uproszczeniu polega ona na pytaniu konsumentów, ile byliby gotowi zapłacić za określone dobro. Samo zjawisko jest powszechne w wielu sytuacjach, z którymi mamy do czynienia na co dzień. Przykładowo jeśli litrowa butelka wody sprzedawana jest za kwotę jednego dolara, możemy stwierdzić, że osoby kupujące tę wodę są gotowe zapłacić nie mniej niż jeden dolar za butelkę.

Uzyskanie korzyści ze zmniejszenia ilości przypadków przedwczesnych śmierci, oprócz określenia zależności prawdopodobieństwa wystąpienia śmierci od koncentracji zanieczyszczeń wymaga ustalenia wartości statystycznego życia (VSL - Value of statistical life). Wartość życia oblicza się następująco:

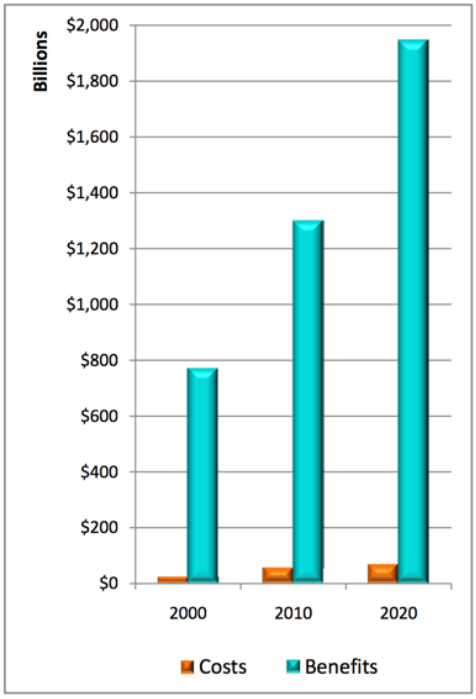
1. Tworzymy próbę zawierającą 100 tys. osób
2. Każda osoba jest pytana: „“Ile jesteś gotów zapłacić za zmniejszenie prawdopodobieństwa swojej śmierci w następnym roku o 1 na 100,000, czyli 0.001%”
3. Redukcja dla wszystkich obserwacji statystycznie zmniejsza liczbę przypadków śmierci w próbie o 1
4. Nazywamy to: “Jedno statystycznie ocalone życie”
5. Załóżmy, że średnia odpowiedź to $100 x 100 tys. = $10 mln
6. Z naszych obliczeń wynika, że VSL to $10 mln.

Otrzymany wynik mnożymy przez ilość ocalonych żyć w danym roku, aby uzyskać monetarną korzyść z redukcji przedwczesnych śmierci.

6.3 CASE STUDY – CLEAN AIR ACT 1990

W 1990 roku wprowadzono kolejną, trzecią wersję programu Clean Air Act (CAAA). Celem programu od początku istnienia jest „redukcja zanieczyszczeń powietrza, mająca gwarantować zdrowsze życie Amerykanów" (107).

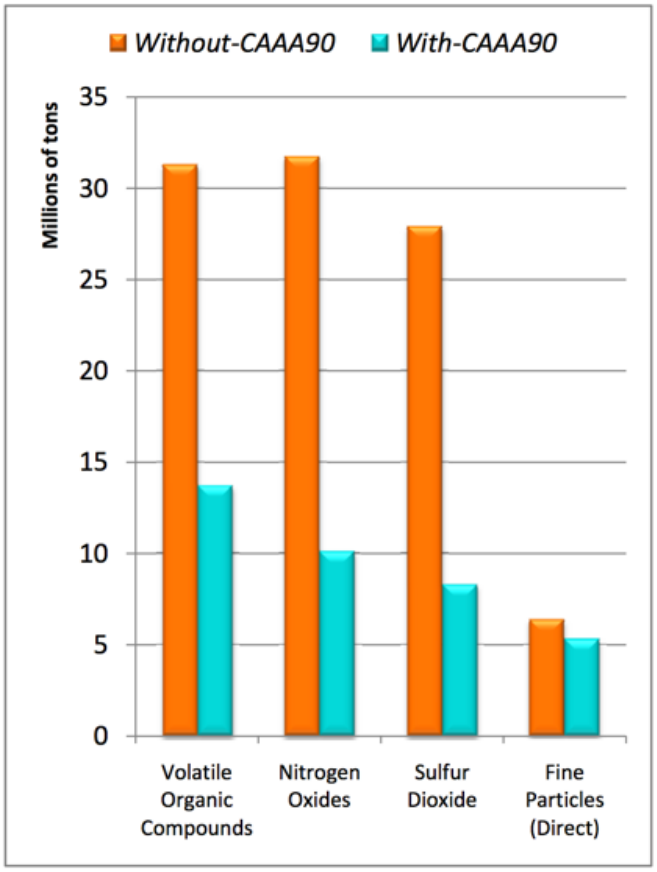
Wykres nr 1- Porównanie kosztów i zysków z wprowadzenia Clean Air Act *(108)*



W marcu 2011 roku Environmental Protection Agency (EPA) ogłosiła estymację bilansu programu pod względem jakości powietrza oraz zysków i strat w latach 1990-2020. Wyliczenia są szokujące. Przy rocznym koszcie programu w 2020 roku wynoszącym 65 miliardów dolarów, coroczny zysk z redukcji przedwczesnych śmierci spowodowanych zanieczyszczeniem, ograniczenia zapadalności na choroby, poprawy ekonomicznego dobrobytu obywateli i zmiany warunków środowiskowych będzie wynosił blisko 2 biliony dolarów. Dla porównania można spojrzeć na dane zobrazowane dzięki Rysunkowi nr 3, który odnosi się również do wcześniejszego okresu wdrażania regulacji tj. roku 2000 i 2010.
Według raportu EPA (108) redukcje w koncentracji pyłów zawieszonych i ozonu pozwolą w 2020 roku uniknąć ponad 230 tys. przedwczesnych śmierci (z kresem dolnym określonym na poziomie 45 tys. śmierci, a górnym 490 tys.). Regulacja pozwoliła na uniknięcie prawie 10% wszystkich śmierci w Stanach Zjednoczonych w tym okresie (125). Współczynnik kosztu stosowania się do regulacji podzielony przez liczbę ocalonych osób wynosi 280 tys. dolarów.

Raport EPA informuje, że zmniejszona zostanie także o 135 tys. liczba przyjęć do szpitali i o 5,4 mln liczba straconych dni szkolnych. Co więcej, do 2020 roku unikniętych zostanie aż 18 milionów przypadków chorób układu oddechowego wśród dzieci.

Wykres nr 2 - Model zmian stężenia wybranych zanieczyszczeń w wyniku wprowadzenia i braku wprowadzenia regulacji Clean Air Act *(108)*



Dzięki CAAA o 75% ograniczono emisję dwutlenku siarki pochodzącą z produkcji energii elektrycznej, a coroczna ekspozycja (per capita) na pyły zawieszone jest mniejsza o 9 mikrogramów na metr sześcienny (przy średniej w 2020 roku wynoszącej 19 µg/m3). Największą poprawę w zanieczyszczeniu PM można zaobserwować w regionach z niską jakością powietrza i dużą gęstością zaludnienia. Aż połowa wydatków przeznaczona jest na redukcję emisji w transporcie drogowym, ale również w tym sektorze można zaobserwować największy postęp w walce z emisjami. Zanieczyszczenia NOx emitowane przez transport drogowy zostaną ograniczone o 41% do roku 2020. Wartość poprawionej przejrzystości powietrza (komercyjnej i mieszkalnej) została oszacowana, dla roku 2020, na poziomie 67 miliardów dolarów (wliczając poprawę jakości życia) (108).

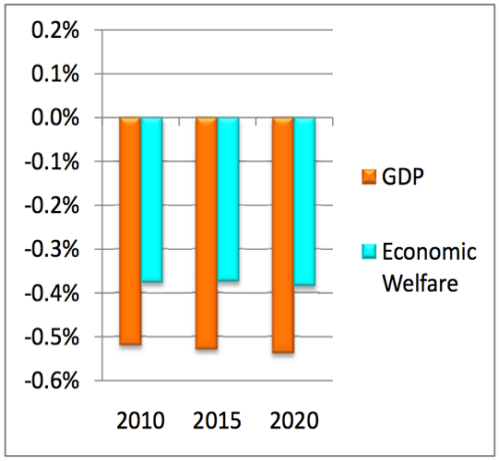
Tabela nr 2 - Korzyści w kluczowych efektach zdrowotnych wynikające z wprowadzenia CAAA w roku 2010 i 2020 *(108)*

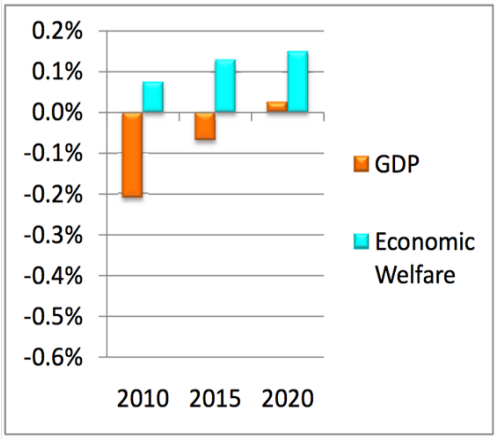
Health Effect Reductions (PM2.5 & Ozone Only)	Pollutant(s)	Year 2010	Year 2020
PM2.5 Adult Mortality	PM	160,000	230,000
PM2.5 Infant Mortality	PM	230	280
Ozone Mortality	Ozone	4,300	7,100
Chronic Bronchitis	PM	54,000	75,000
Acute Bronchitis	PM	130,000	180,000
Acute Myocardial Infarction	PM	130,000	200,000
Asthma Exacerbation	PM	1,700,000	2,400,000
Hospital Admissions	PM, Ozone	86,000	135,000
Emergency Room Visits	PM, Ozone	86,000	120,000
Restricted Activity Days	PM, Ozone	84,000,000	110,000,000
School Loss Days	Ozone	3,200,000	5,400,000
Lost Work Days	PM	13,000,000	17,000,000

Odpowiedź na pytanie o koszty zdrowotne związane z zanieczyszczeniem powietrza należy oprzeć na ocenie poszczególnych elementów, na które wywiera wpływ. Na rysunku 5 przedstawiono potencjalne korzyści w postaci redukcji kosztów związanych m.in. z przewlekłym i ostrym zapaleniem oskrzeli, zaostrzeń astmy, hospitalizacji czy utraconych dni w pracy.

Koszt Clean Air Act wyrażony obniżeniem PKB jest istotny. W roku 2020 PKB USA będzie mniejszy o 0,54 punktu procentowego względem hipotetycznego PKB przy braku przyjęcia CAAA (w modelu badającym tylko koszty programu). Większość straty bierze się z wyższych cen energii. Jednakże, jeśli uwzględnimy korzyści sprokurowane ustawą, obniżka PKB będzie znacząco niższa, a już w 2020 roku CAAA zacznie działać na korzyść PKB, wnosząc dodatnie wartości.

Wykres nr 3 - Zmiana w PKB i dobrobycie ekonomicznym USA spowodowana wprowadzeniem CAAA (w modelu uwzględniającym tylko koszty) oraz zmiana w modelu uwzględniającym koszty i korzyści *(108)*





6.4 CZY OBLICZENIA EPA SĄ OBIEKTYWNE?

Clean Air Act jest niewątpliwym sukcesem. Inwestycja, która na każdym zainwestowanym dolarze przynosi ponad 30 dolarów, nie może być inaczej oceniona. Można jednak mieć wątpliwości, co do metodologii obliczania przyjętych korzyści. Odchylenia między możliwą liczbą uniknięty przedwczesnych śmierci wynoszące od 45 tys. do 490 tys. zdarzeń i fakt, że przyjmując wartość średnią – 230 tys., aż 85% korzyści pochodzi właśnie z tej zmiennej przyciąga uwagę. Obliczenia tych statystyk oparte są o skomplikowane badania kohortowe.

Tabela nr 3 - Porównanie wycen wartości statystycznej życia w różnych badaniach *(108)*

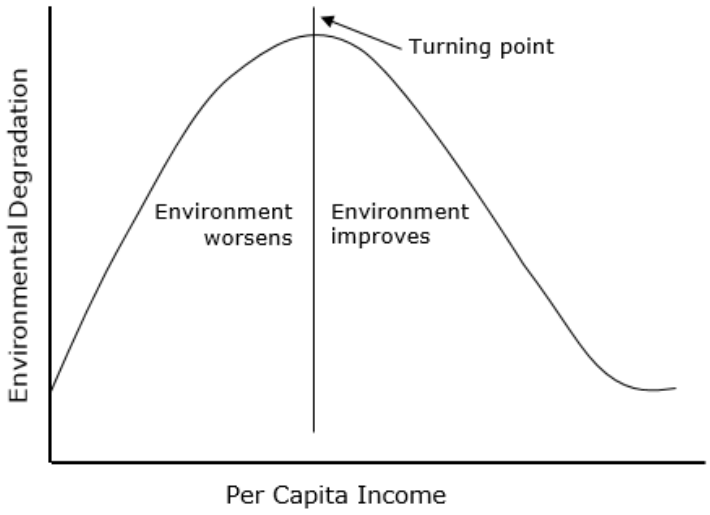
STUDY	TYPE OF ESTIMATE	VALUATION (MILLIONS 2006$)
Kneisner and Leeth (1991) (US)	Labor Market	$ 0.9
Smith and Gilbert (1984)	Labor Market	$ 1.1
Dillingham (1985)	Labor Market	$ 1.4
Butler (1983)	Labor Market	$ 1.7
Miller and Guria (1991)	Contingent Valuation	$ 1.9
Moore and Viscusi (1988a)	Labor Market	$ 3.9
Viscusi, Magat, and Huber (1991b)	Contingent Valuation	$ 4.2
Gegax et al. (1985)	Contingent Valuation	$ 5.1
Marin and Psacharopoulos (1982)	Labor Market	$ 4.3
Kneisner and Leeth (1991) (Australia)	Labor Market	$ 5.1
Gerking, de Haan, and Schulze (1988)	Contingent Valuation	$ 5.2
Cousineau, Lacroix, and Girard (1988)	Labor Market	$ 5.6
Jones-Lee (1989)	Contingent Valuation	$ 5.9
Dillingham (1985)	Labor Market	$ 6.0
Viscusi (1978, 1979)	Labor Market	$ 6.3
R.S. Smith (1976)	Labor Market	$ 7.1
V.K. Smith (1976)	Labor Market	$ 7.2
Olson (1981)	Labor Market	$ 8.0
Viscusi (1981)	Labor Market	$ 10.0
R.S. Smith (1974)	Labor Market	$ 11.1
Moore and Viscusi (1988a)	Labor Market	$ 11.3
Kneisner and Leeth (1991) (Japan)	Labor Market	$ 11.7
Herzog and Schlottman (1987)	Labor Market	$ 14.0
Leigh and Folson (1984)	Labor Market	$ 15.0
Leigh (1987)	Labor Market	$ 16.0
Garen (1988)	Labor Market	$ 20.8
Source: Viscusi, 1992 and EPA analysis.		

EPA (108) wyceniła wartość statystycznego życia w Stanach Zjednoczonych na $7.9 milionów dolarów. Warto jednak przybliżyć inne badania, które pokazują, że te wartości mogą być bardzo rozbieżne i wahają się od $0.9 miliona do $20.8 miliona. Pomiędzy tymi skrajnymi wartościami znajdują się też inne, co obrazuje Rysunek nr 7 – przywołujący wyceny innych badaczy (na przestrzeni lat 1974 – 1991).Co więcej, wartość statystyczna życia jest ściśle zależna od wieku respondenta i jego stanu zdrowia (126). Zakłada się, że VSL zależny od wieku można przedstawić przy pomocy odwróconej litery U, rosnącej przez wiek średni i spadającej na starość. Jednak również w tym przypadku dane empiryczne nie w pełni potwierdzają tą zależność (127) (128). Problematyczne jest to, że metryka która wnosi największe korzyści z regulacji ograniczających zanieczyszczenia jest potencjalnie obarczona dużą niepewnością.

6.5 ZDROWE POWIETRZE I REGULACJE

Krzywa Kuznets'a przedstawiająca hipotetyczną zależność pomiędzy degradacją środowiska (wyrażoną emisjami różnych substancji toksycznych), a poziomem dobrobytu nie znajduje pełnego odzwierciedlenia w rzeczywistości. W dniu dzisiejszym nawet kraje rozwijające się poważnie traktują problem emisji i reagują wprowadzając regulacje środowiskowe (129).

Rysunek nr 3 - Krzywa Kuznetsa - hipotetyczna relacja dochodu per capita i degradacji środowiska *(129)*



Pigou (130) argumentuje, że część zanieczyszczeń powietrza jest efektem zewnętrznym prowadzonych działalności gospodarczych i jej koszt jest mimowolnie przenoszony na społeczeństwo. To autoryzuje użycie środków prawnych w celu ich redukcji. Oczywistym jest, że ograniczenia są kosztowne dla biznesu. Gdyby tak nie było agendy rządowe nie musiałyby

egzekwować od firm usuwania ołowiu z farb, toksyn z zabawek dla dzieci, czy wprowadzać przepisy regulujące bezpieczeństwo pracy. Znalezieniu kompromisu pomiędzy podmiotami emitującymi a społeczeństwem i środowiskiem służy analiza porównująca koszty i korzyści. Przykład Clean Air Act z 1990 roku pokazuje, że przemyślane inwestycje w środowisko mogą być bardzo opłacalne. Zwrot 1 do 30 dolarów na zainwestowanym dolarze nie wymaga komentarza i jakkolwiek można mieć wątpliwości co do dokładności przedstawionych wyliczeń ponad wszelką wątpliwość jest stwierdzenie o bezwzględnej opłacalności tej inwestycji. Niewątpliwie regulacje środowiskowe mogą w konkretnych przypadkach prowadzić do bezrobocia, bądź utraty konkurencyjności przez niektóre działalności. Jest to źródłem tragedii i cierpienia na poziomie jednostek. Trzeba jednak podkreślić, że ekonomiści są zgodni - w skali całej gospodarki regulacje emisji zanieczyszczeń nie wpływają na bezrobocie (131) (132). Czy można to traktować jako koszt ponoszony przez jednostki na rzecz całego społeczeństwa?

Polska zajmuje drugie niechlubne miejsce w Unii Europejskiej, tuż po Bułgarii pod względem śmiertelności z powodu zanieczyszczenia powietrza. Co roku, 121 osób na 100 tys. mieszkańców przedwcześnie umiera w naszym kraju z powodu chorób spowodowanych złą jakością powietrza (5). Obniżenie koncentracji PM2.5 w najbardziej zanieczyszczonych miastach UE do wartości zalecanych przez WHO wydłużyłoby długość życia mieszkańców do 22 miesięcy.

Czyste powietrze jest dobrem, z którego w tym samym wymiarze korzystamy wszyscy. Ma wartość, którą możemy precyzyjnie oszacować i bardzo często jest świetną inwestycją. Musimy promować wiedzę o zagrożeniach, jakie wiążą się z emisjami zanieczyszczeń powietrza, oraz o tym, że możemy podejmować działania, które nim przeciwdziałają.

7 KONSUMPCJA PALIW A STRUKTURA PARKU POJAZDÓW W POLSCE

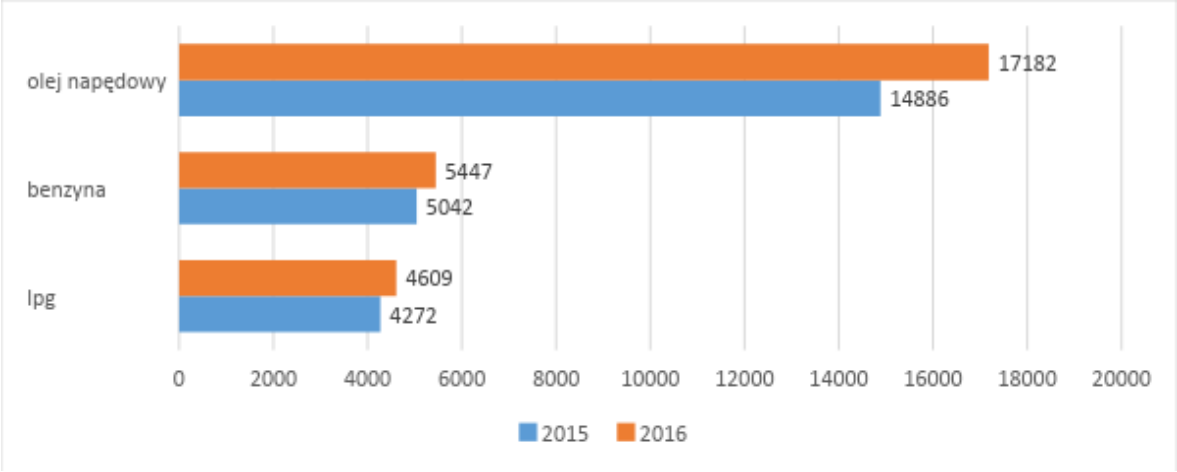
PIOTR KRASZEWSKI

7.1 KONSUMPCJA PALIW

Zebrane dane, które w całości można odnosić do bieżącej sytuacji na rynku paliw w Polsce dotyczą roku 2016. Z powodu trudności w dostępie do pełnych danych z roku 2017 w opracowaniu zestawień danych posłużono się danymi z roku 2016 i wcześniejszymi. W celu ukazania sytuacji w kontekście paliw zasilających pojazdy mechaniczne w badaniu źródeł uwagę skupiono na konsumpcji paliw tradycyjnie stosowanych do napędzania pojazdów mechanicznych.

W roku 2016 odnotowuje się znaczący wzrost konsumpcji lub raczej obrotu paliwami na rynku polskim. Zestawienie danych za rok 2015 i 2016 ukazuje skalę dynamiki zmian na poziomie 12-13% wzrostu konsumpcji rok do roku.

Wykres nr 4 - Zestawienie danych za rok 2015 i 2016 - opracowanie własne – dane w tyś.m^3



Analizując powyższy wykres, zaskakująca wydaje się tak duża dynamika wzrostu konsumpcji paliw. Raport „Przemysł i Handel Naftowy – Raport roczny 2016”opracowany przez POPIHN (Polska Organizacja Przemysłu i Handlu Naftowego) na przyczynę takiego stanu rzeczy wskazuje zdecydowane ograniczenie szarej strefy i skuteczniejsze ewidencjonowanie obrotu paliwami na krajowym rynku (133). Katalizatorem zmian było wprowadzenie na początku roku 2016 „pakietu paliwowego”, „pakietu energetycznego” oraz zintensyfikowanie pracy służb

celnych i skarbowych, które przyczyniły się do uszczelnienia oficjalnego obrotu paliwami. Czterema kluczowymi czynnikami wpływającymi na zwiększenie obrotu były:

- Ogólny wzrost gospodarczy, ożywienie rynku krajowego w połączeniu z niskimi cenami paliw;
- Ograniczenie turystyki paliwowej i kontrola nad „małym importem";
- Zasilenie rynku dodatkowymi środkami w wyniku wprowadzenia programu społecznego 500+;
- Kontrola nad reeksportem paliw.

Reasumując, w oparciu o aktualne źródła trudno jest jednoznacznie określić rzeczywisty wzrost zapotrzebowania i konsumpcji paliw na rynku krajowym. Estymacja dynamiki konsumpcji nie jest możliwa w oparciu o dane, które obejmują okres tak dynamicznych zmian w systemie fiskalnym, celnym, społecznym i gospodarczym. Rzeczywistą dynamikę i realne wyliczenia będzie można uzyskać w oparciu o analizę danych z kolejnych lat w odniesieniu do 2016 roku, a optymalny poziom adekwatności danych otrzymamy dopiero w kolejnych latach, przy założeniu, że skutki wprowadzonych regulacji z 2016 roku będą długofalowo oddziaływały na efektywność systemu nadzoru nad rynkiem paliw w Polsce.
Pomijając otoczenie legislacji, czynniki społeczne i ogólne warunki gospodarcze, bezwzględna wartość konsumpcji paliw zasilających pojazdy mechaniczne znacząco wzrosła w ramach oficjalnego rynku obrotu paliwami.

Tabela nr 4 - Dynamika wzrostu konsumpcji paliw (rok 2015 i 2016)

Paliwo (tys. m³)	**2015**	**2016**	**Dynamika**
lpg	4272	4609	107,9%
benzyna	5042	5447	108,0%
olej napędowy	14886	17182	115,4%

Dynamika wzrostu konsumpcji paliw jest niezaprzeczalna i kształtuje się na poziomie 13% w przypadku paliw do zasilania pojazdów mechanicznych. Taki wynik determinuje ponad 15% dynamika konsumpcji oleju napędowego, który stanowi 63,1% zapotrzebowania na paliwa do zasilania pojazdów mechanicznych w ogóle. Dodatkowo tendencja wzrostowa ok 12% wartości konsumpcji całego rynku paliw płynnych w Polsce potwierdza ogólną tendencje

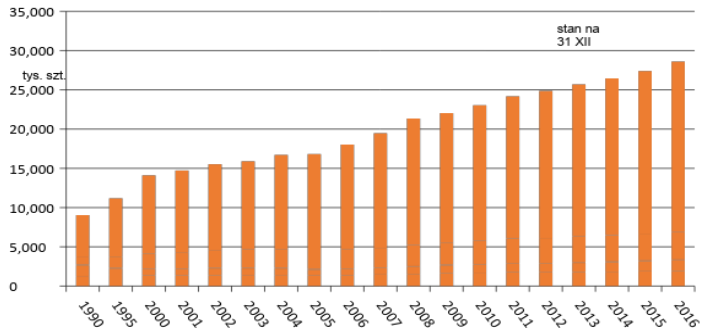
zwiększenia zapotrzebowania na paliwa płynne, energetyczne na rynku krajowym. Wartość sprzedaży detalicznej paliw do zasilania pojazdów mechanicznych POPIHN szacuje na około 90 mld zł w 2016 roku. Wpływy do budżetu państwa z tytułu obciążeń z obrotu detalicznego (VAT, akcyza, opłata paliwowa) to ponad 49 mld zł w 2016 roku. Biorąc pod uwagę przytoczone wartości należy uznać, że konsekwentny nadzór nad rozwijającym się rynkiem obrotu paliw jest i będzie ważnym elementem polityki państwa (134).

7.2 PARK POJAZDÓW

Od początku lat 90-tych obserwujemy systematyczny przyrost ilości pojazdów mechanicznych w Polsce. W ramach rynku samochodowego możemy zaobserwować trzy źródła pojazdów ewidencjonowanych w systemie CEPIK (Centralna Ewidencja Pojazdów i Kierowców). Pierwszym źródłem nowo rejestrowanych pojazdów jest import samochodów używanych, drugim rejestrowanie nowych pojazdów wprowadzanych do użytkowania i trzecim obrót pojazdami używanymi wewnątrz krajowego rynku. Zarówno pierwsze jak i drugie źródło „pozyskiwania" przez rynek pojazdów zmienia strukturę parku pojazdów w Polsce, tak trzecie źródło pozostaje bez wpływu na strukturę posiadanego parku w skali kraju, w związku z czym w analizie danych, w niniejszym opracowaniu tą zmienną pominięto.

Dynamikę przyrostu nowo rejestrowanych pojazdów przedstawia poniższy wykres:

Wykres nr 5 - Dynamika przyrostu nowo rejestrowanych pojazdów

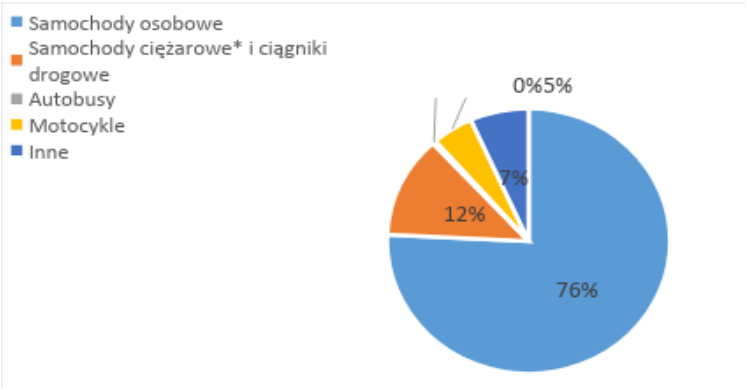


Od roku 1990, w związku z rozwojem i bogaceniem się społeczeństwa polskiego, obserwujemy dynamiczny wzrost ilości pojazdów zarejestrowanych w Polsce. Przy ilości wyjściowej ok 9 mln pojazdów zarejestrowanych do wartości prawie 29 mln pojazdów na koniec 2016 roku. Rynek pojazdów w Polsce nasyca się sukcesywnie od niemal 30 lat. Analizując strukturę posiadanych pojazdów w Polsce możemy zaobserwować zmianę tendencji w jakości

posiadanych samochodów, jak również w rodzaju kupowanych pojazdów oraz w sposobie finansowania nowych samochodów (135).

Strukturę parku w kontekście rodzaju posiadanych pojazdów przedstawia poniższy wykres:

Wykres nr 6 - Struktura parku pojazdów



W wartościach bezwzględnych udział poszczególnych rodzajów pojazdów przedstawia poniższa tabela:

Tabela nr 5 - Liczba i udział procentowy poszczególnych rodzajów pojazdów w strukturze parku

Pojazdy	**Liczba***	**Udział**
samochody osobowe	21 675	75,80%
samochody ciężarowe** i ciągniki drogowe	3 542	12,40%
autobusy	113	0,40%
motocykle	1 356	4,70%
inne	1 915	6,70%
Razem	28 601	100,00%
* w tys. sztuk * *razem samochodami ciężarowo osobowymi		

Zastanawiająca jest liczba pojazdów zwiększająca się z roku na rok, która nie uwzględnia wymiany parku, gdzie nowsze auta zastępują starsze. W związku z możliwościami jakie daje administracji państwowej wprowadzanie rozwiązań informatycznych, które są w stanie agregować dane statystyczne w coraz dokładniejszy sposób, w CEPiK pojawiła się w roku 2015 możliwości wydzielenia z grupy wszystkich zarejestrowanych pojazdów tylko tych, które w ciągu danego roku zostały „zweryfikowane". Czyli takich pojazdów, które bądź to przechodziły przegląd techniczny, bądź zostały objęte aktualnym ubezpieczeniem odpowiedzialności cywilnej. W wyniku wygenerowania takiego raportu z ewidencji pojazdów okazało się, że

struktura pojazdów zarejestrowanych, od pojazdów zweryfikowanych jest diametralnie różna. Z tym, że nie można w żaden sposób określić historii, sposobu użytkowania, czy utylizacji pojazdów nie obejmowanych coroczną weryfikacją (135).

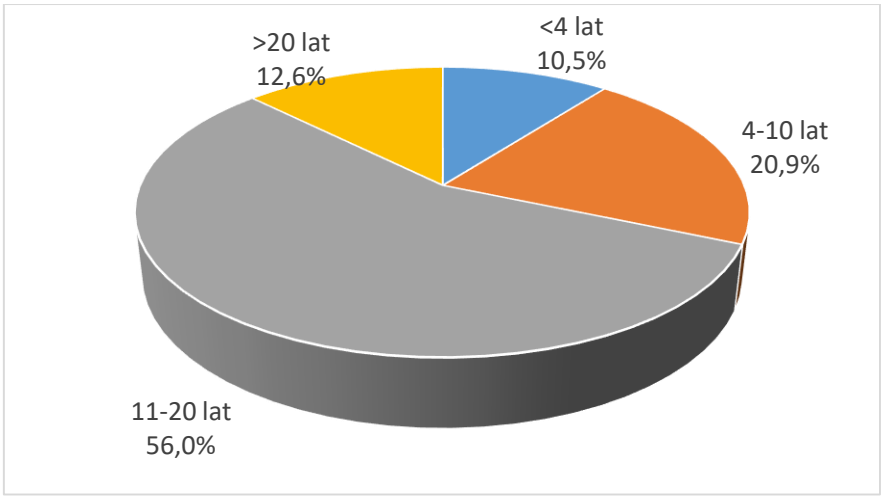
Tabela nr 6 - Liczba zweryfikowanych i niezweryfikowanych pojazdów na podstawie CEPiK

Pojazdy	**liczba (tys.)**	**zweryfikowane (tys.)**	**udział**
samochody osobowe	21 675	15 865	73,20%
samochody ciężarowe* i ciągniki drogowe	3 542	2 512	70,90%
Autobusy	113	76	67,20%
Motocykle	1 356	747	55,10%
Inne	1 915	1 206	63,00%
RAZEM	**28 601**	**20 406**	**71,30%**

W związku z powyższym konieczne jest postawienie następującego pytania: do czego i w jakim stopniu wykorzystywane są pojazdy, które nie podlegają weryfikacji, jaki jest ich stan techniczny i jaka jest ich ewentualna eksploatacja. Wiadomo bowiem, że niewłaściwa utylizacja wpływa na otoczenie, mając na uwadze, że stanowią one 28,7% wszystkich zarejestrowanych pojazdów w kraju.

Innym problemem dotyczącym struktury parku pojazdów w Polsce jest wiek użytkowanych w kraju aut. Abstrahując od samochodów nieweryfikowanych, dane przedstawione poniżej ukazują jedynie strukturę parku pojazdów zweryfikowanych i legalnie poruszających się po drogach publicznych. Poniższy wykres przedstawia strukturę wiekową pojazdów zweryfikowanych (stan na dzień 31 XII 2016 roku).

Wykres nr 7 - Struktura wiekowa pojazdów



Z danych odnoszących się do struktury wiekowej parku pojazdów w Polsce wynika, że średni wiek pojazdów wynosi 13,6 lat. Dodatkowo sytuację pogarsza fakt, iż mimo zwiększającej się zasobności społeczeństwa, importujemy do kraju coraz starsze samochody. Udział w imporcie samochodów w wieku powyżej 10 lat wynosił kolejno w roku 2014 – 50,8%, w roku 2015 – 52,8% i w roku 2016 – 53,9%. A bezwzględna ilość sprowadzonych pojazdów sięgnęła na koniec 2016 roku niemal miliona pojazdów, które zostały zarejestrowane w Polsce (952,2 tys. pojazdów, nie uwzględnia się aut reeksportowanych bez rejestracji w Polsce stanowiących ok 100 tys. pojazdów). Z drugiej strony rośnie równocześnie import samochodów w wieku do czterech lat, kolejno w roku 2014 – 7,7%, w roku 2015 – 8,0% i w roku 2016 - 8,9% co nie zmienia faktu, że w liczbach bezwzględnych tendencja pozostaje bez większego wpływu na średni wiek importowanych samochodów (135).

Pozytywnym zjawiskiem jest natomiast zwiększający się w rynku udział nowych samochodów rejestrowanych w Polsce. W roku 2016 pierwszy raz w historii został przekroczony poziom 400 tys. zarejestrowanych nowych samochodów do 3,5 tony, ich liczba wyniosła 475.935 aut, z czego auta osobowe stanowiły 416.123 samochodów. Na tak duże zwiększenie sprzedaży samochodów w Polsce decydujący wpływ ma dynamiczny rozwój usług finansowych z zakresu leasingu i wynajmu. W rekordowym 2016 roku udział nabywców prywatnych spadł do poziomu 32,3%. W pozostałej części (67,7% wszystkich aut do 3,5t) wzrasta udział samochodów nabywanych przez firmy leasingowe i wynajmujące samochody i w 2016 wynosił 68,8% samochodów zakupionych przez firmy, co w bezwzględnej liczbie zakupionych samochodów w Polsce daje prawie 200 tys. samochodów. Dynamika wzrostu samochodów zakupywanych przez firmy leasingowe i zarządzające flotami wynosi odpowiednio w roku 2015 – 32,5% i w 2016 – 26,5%. Nie mniej jednak wskaźnik rejestrowanych nowych samochodów na 1000 mieszkańców w ciągu jednego roku wyniósł w Polsce jedynie 12 aut przy średniej UE wynoszącej 29 aut (136).

Podsumowując sytuację i strukturę parku pojazdów w Polsce należy stwierdzić, iż stoimy przed zmianą podejścia do kwestii użytkowania i posiadania samochodów. Rynek co do samej liczby pojazdów wydaje się nasycać i w niedługiej perspektywie czasowej osiągnie punkt nasycenia. Czekająca nas zmiana opierać się będzie o zmianę jakościową. Przy zachowaniu popytu, zapewnieniu elementarnych potrzeb społecznych co do mobilności transportu zaczniemy wchodzić w etap dostosowania jakości do rosnących oczekiwań. Dodatkowo rozwój usług finansowych i car sharingu będzie powodował zmianę mentalności, odchodząc od potrzeby posiadania przechodząc do potrzeby swobodnego dysponowania.

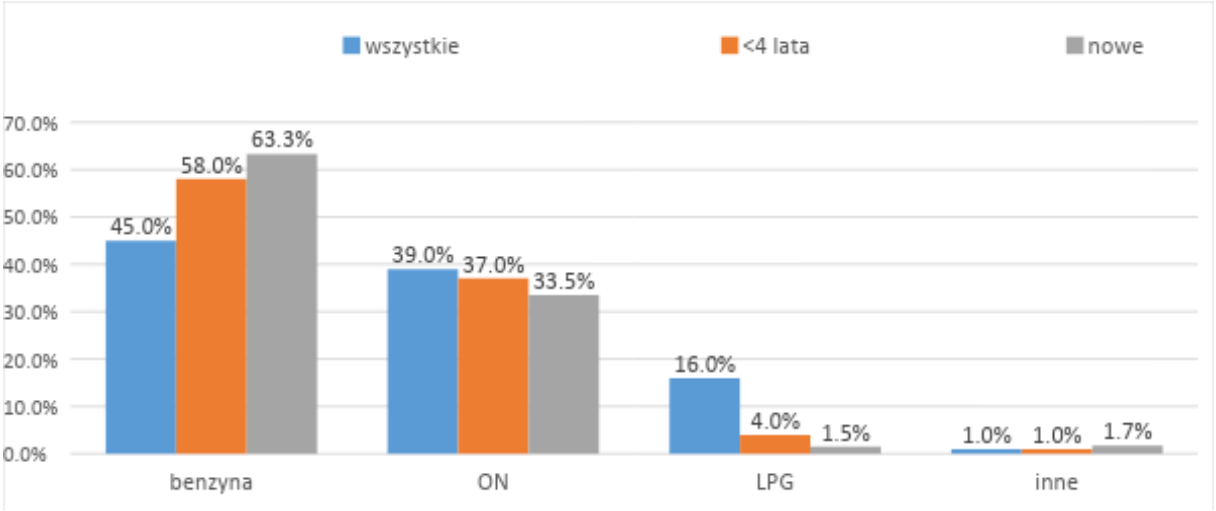
7.3 KONSUMPCJA PALIW A PARK POJAZDÓW

Obecnie struktura pojazdów użytkowanych (zweryfikowanych) w Polsce pod względem rodzaju napędu kształtuje się następująco:

- Benzyna 45%
- Diesel 39%
- LPG 16%
- Hybryda + elektryczne 1%

Powyższy podział nie uwzględnia struktury właścicielskiej ani wiekowej pojazdów, marginalizuje dotychczasowy udział samochodów z „nowymi" – alternatywnymi sposobami napędzania samochodów (hybryda, elektryczny). W odniesieniu do tendencji co do użytkowania samochodów w podziale na rodzaj napędu z uwzględnieniem wieku porównywanych pojazdów dane przedstawia poniższy wykres:

Wykres nr 8 - Podział ze względu na rodzaj napędu z uwzględnieniem wieku pojazdów

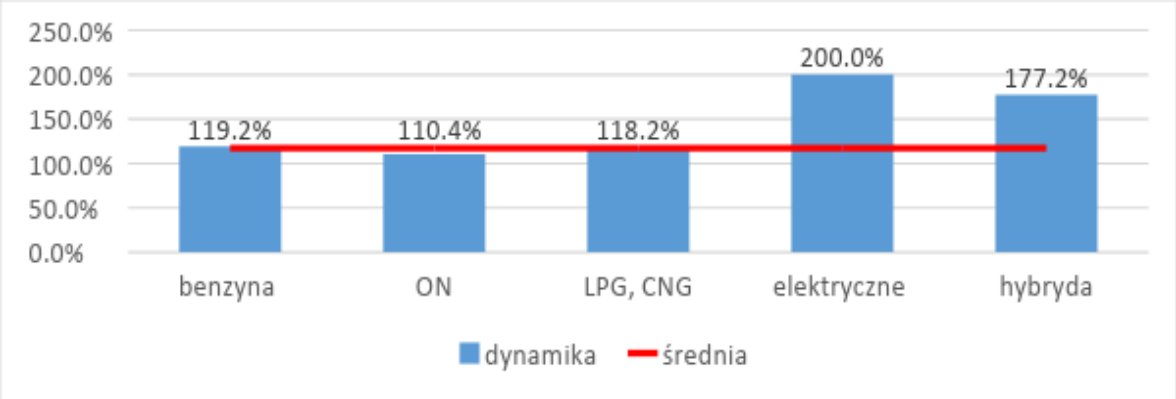


Z powyższych danych jednoznacznie wynika, że udział samochodów napędzanych silnikami benzynowymi wraz z rosnącym wiekiem gwałtownie spada i odwrotnie proporcjonalnie spada udział samochodów z silnikiem diesla w młodszych samochodach. W związku z czym uzasadniona jest teza, iż technologia silników benzynowych wypiera technologie silników wysokoprężnych. W uproszczeniu można stwierdzić, że park samochodów benzynowych się rozrasta i odmładza, a samochodów z silnikami diesla się kurczy i starzeje. Nie bez znaczenia pozostaje fakt pojawiania się nowych technologii, czyli hybryd i samochodów elektrycznych. Samochody z napędami alternatywnymi (wodorowymi, czy słonecznymi) nie są w obecnej

sytuacji istotne z punktu widzenia statystyki parku pojazdów, ale pozostają wyzwaniem dla naukowców i wynalazców, jako nieunikniona przyszłość motoryzacji, czy ogólnie energetyki mobilności (136).

W parku nowych pojazdów rejestrowanych w Polsce możemy zaobserwować trend pokrywający się z ogólnymi tendencjami, przy jednoczesnej dynamice zmian określanej w tym przypadku jako bardziej uwypuklona.

Wykres nr 9 - Dynamika zmian wzrostu sprzedaży pojazdów



Przy średniej dynamice wzrostu sprzedaży na poziomie 17,2%, wzrost sprzedaży samochodów w podziale na rodzaje napędów pokazuje ogólne trendy, przy czym wolumen sprzedaży samochodów z napędami tradycyjnymi minimalizuje wpływ tendencji na całość sprzedaży. Rynek aut elektrycznych i hybryd rozwija się pięć razy bardziej dynamicznie niż rynek samochodów z napędami tradycyjnymi. Prezentacja wartości bezwzględnych pokazuje skalę i udział w rynku nowych samochodów poszczególnych rodzajów napędów.

Tabela nr 7 - Udział w rynku nowych samochodów poszczególnych rodzajów napędów

Nowe samochody w Polsce (tys. szt.)					
zasilanie	2015	udział	2016	udział	dynamika
benzyna	224,5	63,26%	267,6	64,31%	119,20%
ON	118,9	33,50%	131,3	31,55%	110,40%
LPG, CNG	5,5	1,55%	6,5	1,56%	118,20%
elektryczne	0,3	0,08%	0,6	0,14%	200,00%
Hybryda	5,7	1,61%	10,1	2,43%	177,20%

Dynamika rozwoju rynku samochodów hybrydowych i elektrycznych na poziomie między 77 - 100% pokazuje olbrzymi potencjał obu technologii, które stosowane na masową skalę

prawdopodobnie spowodują rozwój kolejnych technologii w ramach doskonalenia tych produktów.

Podsumowując: Trendy i tendencje rynku wskazują jednoznacznie, że przyszłością motoryzacji na dzień dzisiejszy pozostaje technologia elektryczna i hybrydowa (137). Rozwój nowych technologii, doskonalenie i upowszechnianie dotychczasowych są nieuniknione. W szczególności uwagę należy zwrócić na konieczność zmian w strukturze pojazdów użytkowanych komercyjnie i w przemyśle. Sama regulacja i budowanie świadomości użytkowników samochodów osobowych jest niewystarczającym środkiem do przeprowadzenia efektywnej transformacji transportu i logistyki.

Osiągnięcie sukcesu w zakresie transformacji i zmian oraz technologii używanych w transporcie możliwe są przy zachowaniu starannego monitorowania procesów zarówno konsumpcji paliw, posiadanego parku, sposobu i kultury użytkowania pojazdów, które możliwe są przy ciągłym wdrażaniu i monitorowaniu pogłębionej analizy sytuacji.

8 TRANSPORT W AGLOMERACJACH W SŁUŻBIE ZDROWIA PUBLICZNEGO

TADEUSZ JĘDRZEJCZYK

Transport w obrębie aglomeracji można podzielić na dwie kategorie: służące celom biznesowym to jest wykonywanym w celu dostarczenia sprzedawanych produktów do miejsca ich zamówienia, transport ludzi i sprzętu niezbędnego wykonywaniu usług w miejsce ich realizacji w ramach prowadzonej działalności gospodarczej poszczególnych podmiotów. Drugą funkcją transportu jest przemieszczanie się osób w celach innych niż prowadzenie działalności gospodarczej, z czego najczęściej spotykaną kategorię jest przemieszczanie się z domu do pracy i z powrotem.

Osobom pracującym w Polsce droga do pracy i z powrotem zabierała, według Diagnozy Społecznej z 2015r. średnio 38 minut każdego dnia. Oznacza to, że zatrudnionemu na pełnym etacie logistyka z pracą zabiera dodatkowo około 1,5 dnia każdego miesiąca lub 18 dni w roku (138). Wyniki pojedynczych badań przeprowadzonych później sugerują, że ten czas nieznacznie wydłuża się i osiąga wyniki porównywalne z obserwowanymi w krajach Europy Zachodniej czy USA. Nieoznaczony w powyższym badaniu czas jest dedykowany na poruszanie się po aglomeracji w innych niż praca celach. Czas ten jest na tyle istotny w ocenia wpływu na zdrowie, że warto przyjrzeć się, w jaki sposób jest zagospodarowywany a przez to jak wpływa na zdrowie i jakość życia. Nadmierny czas poświęcany na komunikację jest coraz częściej rozważany nie jako konieczna uciążliwość ale istotne zaburzenie równowagi życie - praca.

W rozdziale tym pominiemy rozważania dotyczące wpływu na zdrowie populacji wywieraną przez transport biznesowy. Ma on bardzo duży udział w samej logistyce aglomeracji a także zużywania zasobów, to z drugiej strony dotyczy mniejszej części populacji i wymagałby odrębnych, pogłębionych analiz, częściowo zasygnalizowanych w innych rozdziałach.

8.1 OCENA TECHNOLOGII TRANSPORTOWYCH: KONIECZNOŚĆ REWIZJI KRYTERIÓW

Przemieszczanie osób i towarów jest jedną z kluczowych aktywności tak z punktu widzenia funkcjonowania gospodarki, jak i szerzej, zaspokajania innych potrzeb społecznych. Jednocześnie to właśnie transport jest rodzajem usługi, która w kluczowy sposób obciąża środowisko i tym samym zdrowie społeczeństwa. Wątpliwości co do modelu rozwoju

transportu w oparciu o rozbudowę infrastruktury drogowej są podnoszone co najmniej od 50 lat (139). Przez kolejne lata dominowało jednak podejście oparte na rachunku zysków i strat podmiotów gospodarczych. Opierając się na tym paradygmacie, ocenę funkcjonowania transportu oparta były na wzroście wolumenu konsumpcji usług przewozowych przy relatywnie ekstensywnym wzroście wydajności. W dużej mierze było to możliwe dzięki temu, że koszty ponoszone przez dostarczających te usługi, głownie w zakresie inwestycji i utrzymania infrastruktury, były subsydiowane ze środków publicznych. Jednym z wykorzystanych możliwości był brak kompensowania kosztów usług w zakresie ponoszonych strat środowiskowych, wymiernych także wskaźnikami zdrowia populacji (140).

Znanym szeroko przykładem roli subsydiów i rezygnacji z ponoszenia kosztów środowiskowych jest dynamiczny rozwój linii lotniczych. Dzięki powyższemu wsparciu i deregulacji cena usługi spadła a koszty społeczne znacząco wzrosły. Analizie uwarunkowań, przyczyn i efektów tego stanu rzeczy poświęcono szereg odrębnych opracowań, do których nie będziemy się w tym miejscu odnosić (141). Niewątpliwie jednak, ze względu na przeważający i rosnący udział aglomeracji w całości populacji krajów świata to transport w obrębie aglomeracji wywiera największy negatywny wpływ na środowisko, zdrowie publiczne i jakość życia całej populacji. W związku z powyższym zmiana w sposobie podejście musi koncentrować się w pierwszej kolejności na obszarze zurbanizowanym.

8.2 OCENA EFEKTYWNOŚCI USŁUG TRANSPORTOWYCH W AGLOMERACJACH Z UWZGLĘDNIENIEM WPŁYWU NA STAN ZDROWIA I JAKOŚĆ ŻYCIA MIESZKAŃCÓW.

Do pełnej oceny danego obszaru na zdrowie wpływu zdrowie niezbędne jest uwzględnienie wszystkich wpływu jaki wywiera dany czynnik na każdy z wyodrębnionych pól zdrowia Lalonda.

Większość badań koncentruje się wyłącznie na aspekcie wpływu na środowisko naturalne oraz szkodliwe efekty ekspozycji na zanieczyszczone spalinami powietrze. Podobnie, przedmiotem kampanii organizacji pozarządowych w Polsce także pozostaje kwestia zanieczyszczenia powietrza. Dodatkowo, zdecydowana większość zarówno postulatów organizacji pozarządowych jak i realizowanych programów rządowych i samorządowych koncentrowała się na niskiej emisji gospodarstwa domowych. Jednym z pierwszych oficjalnych dokumentów dotyczących wpływu transportu samochodowego na jakość powietrza w polskich miastach był raport Najwyższej Izby Kontroli [raport] Innym przykładem wpływu środowiskowego jest generowanie hałasu, zarówno przez transport indywidualny jak i zbiorowy (142).

8.3 ŚRODOWISKO SPOŁECZNE

Organizacja sposobu poruszania się w przestrzeni aglomeracyjnych wpływa bez wątpienia na uwarunkowanie społeczne. Te z kolei zostały także zaliczone przez Lalonda do jednego z podstawowych pól zdrowia. Ograniczona przestrzeń w miastach prowadzi do nasilenia konkurencji o ten zasób, prowadząc do odczuwanego przez mieszkańców dyskomfortu.

Wspomniany we wstępie czas poświęcony na dojazd jest uznawany za wartość. Osoby korzystające z transportu publicznego wybierają tą formę przede wszystkim ze względów ekonomicznych. Jednocześnie zamożniejsza część społeczeństwa może traktować swój czas za bardziej wartościowy od czasu niżej uposażonych mieszkańców (143). Jednocześnie to właśnie wyżej stojący w hierarchii społecznej spędzają więcej czasu w podróży do pracy (138).

Jednocześnie wartość posiadanego samochodu jest utożsamiana z pozycją jednostki czy rodziny na tle stratyfikacji społecznej. Używanie samochodu o znacznej wartości materialnej jest jedną z najbardziej widocznych oznak statusu społecznego i podkreśla społeczne nierówności. Badania jednak pokazują, że produkty przemysłu samochodowego nie tylko są używane do podkreślenia stratyfikacji społecznej ale on sam przyczynia się do oligarchizacji i pogłębiania różnic majątkowych w społeczeństwie (144).

Powyższe czynniki środowiskowe mają oczywiście duży udział w kształtowaniu warunków utrzymania zdrowia i jakości życia. Ich świadomość i wiedza o wadze problemów są także coraz większe. Wciąż jednak w niewystarczającym stopniu przekładają się na realizowane strategie rozwoju komunikacji w polskich aglomeracjach.

8.4 KOMUNIKACJA I JEJ WPŁYW NA STYL ŻYCIA

Niedocenianym a często pomijanym elementem w debacie o rozwoju transportu jest jego wpływ na styl życia. Największe znaczenie ma wpływ indywidualnego transportu samochodowego na obniżenie aktywności fizycznej osób z tej formy korzystających. W tym kontekście warto podkreślić, że korzystanie z transportu samochodowego wpływa bezpośrednio na styl życia a w szczególności na obniżenie aktywności fizycznej. Jakkolwiek ocena takiego wpływu jest trudna, to przeprowadzone na świecie badania potwierdzają taki efekt (145), (146). Nie ulega też wątpliwości, że to właśnie obniżenie aktywności fizycznej i związanej z tym zjawiskiem spadek sprawności jest kluczowym czynnikiem ograniczającym poprawę stanu zdrowia w krajach rozwiniętych (147). W szczególności można tu wskazać następujące uwarunkowania:

- informacje o zanieczyszczeniu powietrza z sugestiami pozostania w domu;
- niski poziom bezpieczeństwa na drogach wpływa na unikanie lub ograniczenia w wykorzystywaniu takich form transportu jak rower, małe pojazdy elektryczne a także realne zagrożenie dla pieszych;
- konkurencja o ograniczoną przestrzeń w miastach na potrzeby ulic i parkingów;
- minimalna aktywność fizyczna w trakcie samej jazdy samochodowej, przedłużająca czas pozostawania w pozycji siedzącej w pracy i domu.

Innym przykładem takiego wpływu jest stres odczuwany przez kierowców, i w mniejszym stopniu, pasażerów (148). Zjawisko to nie oznacza oczywiście, że sytuacji stresogennych nie spotykamy także w trakcie innych form transportu w aglomeracji. W tym przypadku zjawisko stresu jest zaliczane jako element stylu życia poprzez indywidualny wybór środka transportu. Jednocześnie jednak może być rozpatrywane jako uwarunkowanie społeczne, ze względu na brak alternatyw dla części mieszkańców.

8.5 DYSKUSJA – MOŻLIWE KIERUNKI BADANIA PROBLEMU

Ze względu na ograniczenia nie sposób odnieść się do zagadnienia wpływu funkcjonowania logistyki w aglomeracjach na zdrowie mieszkańców w sposób systemowy. Niniejszy rozdział raportu ma na celu przede wszystkim zwrócenie uwagi na problem oraz jego szeroki kontekst i uwarunkowania. W szczególności nie powinien być rozpatrywany w oderwaniu od polityki klimatycznej na poziomie świata, Unii Europejskiej, krajów i samorządów lokalnych.

Po drugie nie można rozpatrywać kwestii transportu jedynie w odniesieniu do poruszania się osób fizycznych. Uwzględnić bowiem należy w szczególności pracowników szeroko rozumianego sektora logistyki. W niewielkim stopniu jest zbadany także udział w kształtowaniu uwarunkowań społecznych i w pośredni sposób na kształtowanie stylu życia w poszczególnych aglomeracjach w Polsce.

Poszczególne miasta w Polsce różnią się udziałem poszczególnych form transportu osób przy jednoczesnej powszechnej dominacji logistyki opartej na samochodach w transporcie towarów, omówionych szerzej w poprzednim rozdziale.

W przeciwieństwie do świadomości wpływu zanieczyszczenia powietrza generowanego przez spalanie węgla i innych substratów energetycznych poziom świadomości społecznej dotyczącej wpływu na stan jakości atmosfery przez silniki spalinowe pojazdów mechanicznych jest zdecydowanie niższy. Warto jednak zwrócić uwagę, że zarówno w ramach działalności narodowego audytora (149) jak i pracach legislacyjnych, ten problem jest brany pod uwagę.

9 INNOWACYJNE ROZWIĄZANIA TECHNICZNE W SŁUŻBIE CZYSTOŚCI POWIETRZA

ANNA PIRSKA-ŻOCHOWSKA

Zanieczyszczenie powietrza i smog to problem wielu miast na całym świecie. Oddychanie zanieczyszczonym powietrzem poważnie odbija się na naszym zdrowiu powodując dużo różnych schorzeń układów: oddechowego czy krążenia. Z danych Komisji Europejskiej wynika, że rocznie z powodu zanieczyszczenia powietrza w Europie umiera ok. 440 tyś. osób, z czego jedna dziesiąta znajduje się w Polsce (150). Zanieczyszczenie powietrza jest niewidzialnym zabójcą, ponieważ niepostrzeżenie przenika do organizmu. Emisje z transportu drogowego są dużo bardziej niebezpieczne od tych pochodzących z innych źródeł, bowiem będąc nisko zawieszone występują w miastach na poziomie terenu - w pobliżu ludzi. Dlatego tak ważne jest, aby zintensyfikować wysiłki na rzecz ograniczenia emisji zanieczyszczeń pochodzących z transportu drogowego zastępując go bardziej ekologicznym i zrównoważonym. Obecna kampania na rzecz zdrowego powietrza zatacza coraz szersze kręgi. W problem zanieczyszczonego powietrza włączają się liczne instytucje, którym zależy na dobru ogółu. Jednakże pomimo wielu prób rozwiązania kwestii zanieczyszczonego powietrza, nie osiągnięto zadowalającego konsensusu.

Zazwyczaj tam, gdzie pojawia się problem, znajdzie się szereg nietuzinkowych innowacyjnych rozwiązań. Jednakże trzeba podkreślić, że brak jest szczegółowych analiz i wyników badań na temat skuteczności przedstawionych poniżej projektów miejskich innowacji. Potrzeba jeszcze czasu, aby móc powiedzieć z całą pewnością o pełnym sukcesie danego projektu. Wszystkie przedstawione poniżej informacje są jedynie danymi zadeklarowanymi przez producentów i projektantów, dlatego też trzeba je traktować z pewną rezerwą.

9.1 MIEJSKIE INNOWACJE – „POŻERACZE" ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA

9.1.1 Smog Free Tower

To oczyszczalnia powietrza zbudowana przez holenderskiego projektanta Daan'a Roosegaarde'a, która ma na celu zmniejszenie zanieczyszczenia w miastach na całym świecie (151). Wieża działa jak masywny odkurzacz, który jest umieszczony na wysokości około 7 metrów wykorzystując technologię jonizacji do zasysania smogu z okolicy. Specjalna konstrukcja przyciąga i przechwytuje z powietrza cząsteczki smogu: PM2,5 (o średnicy mniejszej niż 2,5 μm) oraz PM10 (o średnicy mniejszej niż 10 μm). Natomiast nie ma danych

na temat efektywności oczyszczania powietrza w przypadku ultra - małych cząstek (PM1). Urządzenie jest w stanie zneutralizować najgroźniejsze dla ludzkiego zdrowia cząsteczki. Następnie przefiltrowane powietrze uwalniane jest przez otwory wentylacyjne. Urządzenie jest bardzo wydajne - w ciągu godziny potrafi oczyścić 30 tysięcy metrów sześciennych powietrza oraz pobiera 1400 W mocy (tyle co czajnik elektryczny). Urządzenie może pracować całkowicie niezależnie - produkując na własny użytek energię, która je zasila, dzięki umieszczonej wewnątrz turbinie wiatrowej. Natomiast zebrane zanieczyszczenia są pod dużym ciśnieniem sprasowywane i zamieniane w małe kostki. Każda z nich zawiera 1 000 metrów sześciennych powietrza i może zostać wykorzystana na przykład jako ozdoba – kamień jubilerski (152). Smog Free Tower działa już na terenie Holandii. W chwili obecnej wieża trafiła na okres próbny do Chin. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że w kolejnych latach będzie służyć w Los Angeles w USA, Indiach czy Meksyku. W ramach programu Smog Free Project wieżę można było zobaczyć przez 2 miesiące w Krakowie w Parku Jordana.

9.1.2 City Vacuum Cleaner

Gigantyczny odkurzacz (wysoka kolumna o promieniu 300 m) skonstruowany przez holenderską firmę Envinity Group może oczyścić powietrze z cząstek zanieczyszczenia w promieniu 7 km. Według firmy, bazując na testach przeprowadzonych przez Energy Research Centre (ECN) w Holandii, prototyp zaprezentowany na targach w Amsterdamie, może oczyścić 80 000 metrów sześciennych powietrza w ciągu jednej godziny, odfiltrowując 100% małych cząstek (o średnicy 2,5 ųm) i 95% ultra-małych cząstek (poniżej średnicy 0,1 ųm). Według twórców urządzenia, dużym krokiem naprzód jest zdolność do udowodnienia usuwania ultra-małych cząstek. W odróżnieniu do większych cząstek PM10 i PM 2,5, stężenie ultra-małych cząstek nie jest regularnie mierzone, a powinno być, ponieważ najnowsze badania dowodzą, że właśnie te najmniejsze cząstki są najbardziej szkodliwe dla zdrowia ludzkiego. Ultra-małe cząstki posiadające 25 razy mniejszą średnicę niż ludzki włos, z dużym prawdopodobieństwem wnikają głęboko do płuc i przechodzą do ludzkiego krwioobiegu. Twórcy urządzenia są zdania, że w przyszłości ten gigantyczny odkurzacz mógłby z powodzeniem być stosowany w miastach borykających się z zanieczyszczonym powietrzem, na dachach budynków (153).

9.1.3 The City Tree

Wolnostojąca konstrukcja wypełniona mchem o powierzchni 17 metrów kwadratowych, pochłaniająca zanieczyszczenia powietrza. Okazuje się, że mech jest doskonałą rośliną, która chętnie pomaga w walce ze smogiem. Niektóre gatunki mchu jak gąbka wchłaniają pyły z

powietrza, poprzez żyjące na ich powierzchni bakterie rozpuszczające osadzające się zanieczyszczenia i przetwarzające je w biomasę. Przyciągane są na zasadzie oddziaływań elektrostatycznych – wbudowując je we własne żywe tkanki. Od dawna mchy wykorzystuje się do badań nad zawartością metali ciężkich w atmosferze. Badania na temat wyodrębnienia najbardziej skutecznych gatunków mchów były prowadzone przez przeszło dziesięć lat na trzech niemieckich uczelniach. Instalacja kształtem przypomina zielony kwadrat o wymiarach: grubości 2,0 m; szerokości 3,0 m oraz wysokości 4,0 m. Wydajność konstrukcji odpowiada 275 drzewom (przy czym zajmuje 99% mniej miejsca) i potrafi usunąć do 30% zanieczyszczeń w odległości 50 metrów. Pod warstwą mchu zainstalowane są urządzenia utrzymujące właściwy poziom wilgoci i odżywienia roślin, które w razie potrzeby je nawadniają lub odżywiają. Konstrukcję The City Tree obecnie można spotkać w pięciu krajach w 11 miastach świata. Między innymi w Berlinie, Paryżu i Oslo. Panel pełni również funkcję rekreacyjną, ponieważ w rejonie ściany mchu temperatura jest wyraźnie niższa, a powietrze bardziej rześkie. Istotną wadą instalacji jest jej cena – 25 tysięcy euro. Roczne utrzymanie kształtuje się w granicach 2,5 tys. euro. Dodatkowo problem stanowi też efektywność – urządzenie oczyszcza 12,2 kg pyłów rocznie, co oznacza, że w przypadku jednego kotła z niedocieplonego domu wytwarzającego 60 kg pyłów rocznie, chcąc zniwelować emisję zanieczyszczeń trzeba by było zainstalować 5 takich konstrukcji, co stanowiłoby łączny wydatek 540 tyś zł (153).

9.1.4 Instalacje do oczyszczania powietrza w parkingu podziemnym

Trzydzieści takich instalacji zainstalowano w ramach testów w parkingu podziemnym w holenderskim mieście Eindhoven. Ich zadaniem jest redukcja zanieczyszczeń z powietrza, takich jak spaliny i inne pyły. Sposób działania instalacji jest bardzo prosty, mianowicie: zanieczyszczone powietrze zasysane jest do systemu i przemieszczane jest w kierunku płyty kolektora, która dzięki swoim właściwościom powoduje przyklejanie się do jej powierzchni cząstek zanieczyszczeń. Poprzez ciągłe przyłączanie się nowych drobinek powstaje gruboziarnista cząstka. Efektem działania procesu jest czyste powietrze opuszczające instalację. W procesie tym została wykorzystana innowacyjna technologia, dzięki której można beż użycia filtrów usunąć z powietrza pyły i inne zanieczyszczenia. Dzięki tym instalacjom, powietrze wychodzące posiada znacznie lepszą jakość niż powietrze wpływające do parkingu. Takie podziemne garaże parkingowe mogą pełnić funkcję „płuc miasta". Chcąc sprawdzić skuteczność instalacji badacze z Uniwersytetu Technicznego TU w Eindhoven rozpoczęli w pierwszej kolejności badania z wykorzystaniem modeli komputerowych. Wyniki badań symulacyjnych potwierdziły, że zaproponowana forma oczyszczania powietrza jest możliwa.

Jednak, aby sprawdzić praktyczne działanie, system oczyszczania powietrza zostanie zainstalowany na cztery miesiące na parkingu. W czasie prowadzonych badań oznaczane będzie stężenie zanieczyszczonych pyłów na obszarze wokół podziemnego garażu oraz warunki pogodowe mające wpływ na ocenę rezultatów. W przypadku pozytywnych wyników, projekt zostanie wdrożony na większą skalę, nie tylko w pobliżu parkingów podziemnych, ale również w okolicach tuneli, dworców autobusowych i kolejowych, wiaduktów oraz skrzyżowań i rond (154).

9.1.5 Pionowy las „Vertical forest”

Włoski architekt Stefano Boeri zaprojektował budynki mieszkalne imitujące las. Pomysł zrealizowano w centrum Mediolanu, które należy do jednego z najbardziej zanieczyszczonych miast Europy. Bloki „VerticalForest” w Mediolanie pokryte zostały około 900 szt. drzew i przeszło 20 tys. szt. krzaków odpowiadającymi powierzchni około 7 tys. metrów kwadratowych lasu na powierzchni terenu. Zielone budynki wytwarzają wilgoć, produkują tlen – nawet 60 kg dziennie, pochłaniają cząsteczki dwutlenku węgla i szkodliwe pyły. Projekt spotkał się z dużym zainteresowaniem, wybudowanie następnych takich budowli planowane jest między innymi: w mieście Nankin (Chiny), w Lozannie (Szwajcaria) oraz w Eindhoven (Holandia) (155).

9.1.6 Filtr cząstek stałych (AFP)

Ten innowacyjny projekt filtra cząstek stałych wygrał główną nagrodę EU Horizon w wysokości 3 mln EUR w ramach programu badań i innowacji. Ceramiczny filtr powietrza o strukturze plastra miodu opracowany został przez zespół badawczy z Corning SAS we Francji (156).

Zespół dowodzony przez dr Jeana – Jacques’a Theron’a stworzył filtr usuwający ok. 95% cząstek drobnego pyłu zawieszonego i pozwala utrzymać poziom zanieczyszczeń poniżej norm określonych przez WHO. Filtr może redukować stężenie cząstek stałych w miastach, zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz budynków. Wewnątrz może być stosowany razem z istniejącym systemem wentylacji. Natomiast przy zastosowaniu na zewnątrz, przewidziano system modułowy rozmiarem przypominającym kiosk usytuowany na terenach o wysokim zanieczyszczeniu, bądź w pobliżu szkół i szpitali. W standardowych filtrach, cząstki stałe gromadzą się i powoli zapychają filtr w wyniku czego wzrasta w nim przeciwciśnienie. Dzięki złożonej strukturze filtra (AFP), filtracja może osiągnąć poziom maksymalny co pozwala na

obniżenie przeciwciśnienia, tym samym niweluje potrzebę wymiany lub regeneracji filtra. Filtr produkowany jest zgodnie z opatentowaną technologią firmy Corning. Materiał filtra składa się z mieszanki gliny, talku, glinki i krzemionki. W procesie filtracji cząstki stałe osadzają się na porowatych ściankach filtra, natomiast cząstki lotne wydostają się przez kanały wylotowe. System AFP posiada zdolność regeneracji, dlatego jego żywotność oceniana jest na ponad 20 lat.

9.2 INNOWACJE – PRZEMYSŁ MOTORYZACYJNY

Niestety obecnie za dużą część światowej emisji dwutlenku węgla w wyniku działalności człowieka odpowiedzialny jest transport drogowy. Co więcej, niemal całkowicie uzależniony jest on od ropy naftowej, której cena charakteryzuje się dużą niestabilnością oraz dodatkowo zanieczyszczenia wytwarzane przez silniki są szkodliwe dla zdrowia ludzkiego i środowiska naturalnego. Do osiągnięcia celu związanego z obniżeniem emisji CO2, energetycznego bezpieczeństwa oraz poprawy jakości powietrza potrzebne jest wprowadzenie alternatywnych paliw i pojazdów. Powszechnie wiadomo, że w odniesieniu do kosztów inwestycyjnych konwencjonalne jednostki napędowe są znacznie tańsze od tych elektrycznych (FCEV, BEV, FCHEV) (157). Z dużą pewnością można powiedzieć, że do roku 2030 r., koszty te mogą znacząco ulec zmniejszeniu. Już teraz wiadomo, że jednostki z napędem hybrydowym będą charakteryzowały się najniższymi kosztami inwestycyjnymi, za nimi na kolejnym miejscu będą plasowały się pojazdy elektryczne, a następnie jednostki z ogniwami paliwowymi. Przewiduje się, że jednostka napędowa z silnikiem spalinowym w 2030 r. nadal będzie najtańszą, jednakże uwzględniając koszty paliwa w całym cyklu użytkowania pojazdu, sytuacja ulegnie znacznym zmianom. Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty finansowe, przyszłość należy do pojazdów niskoemisyjnych. Również z uwagi na różną wydajność układu napędowego, samochody elektryczne będą stosunkowo niewrażliwe na zmiany cen paliwa (w tym przypadku elektryczności), podczas gdy pojazdy napędzane wodorem i benzyną wykazują taką wrażliwość. Reasumując, za kilkanaście lat, społeczeństwo będzie chętniej wybierać niskoemisyjne pojazdy, ponieważ w generalnym rozrachunku będą one bardziej korzystne cenowo, nie tylko dla naszego portfela, ale również dla środowiska i zdrowia nas wszystkich.

Poniżej zostały przedstawione przykłady innowacji w przemyśle samochodowym na rzecz efektywnej komunikacji, korzystnej ekonomicznie i minimalizującej szkodliwy wpływ pojazdów na środowisko.

9.2.1 Baterie wodorowe

W chwili obecnej koncerny samochodowe prześcigają się w walce nad nowymi technologiami w produkcji samochodów. Powodem prac nad nową technologią są przede wszystkim ograniczone zasoby paliwa, które mogą wyczerpać się w ciągu kilkudziesięciu lat (50-60 lat). Innym ważnym problemem jest szybki wzrost liczby samochodów na drogach, co skutkuje większym zanieczyszczeniem środowiska. Jedną z przedstawionych innowacji są auta zasilane bateriami wodorowymi, które nie tylko są przyjazne dla środowiska, ale także bardziej ekonomiczne i ciche w porównaniu do tradycyjnych aut (158). Bardzo ważną zaletą baterii wodorowych jest to, że wodór jest substancją szeroko dostępną. Możliwości jego pozyskiwania jest bardzo wiele, między innymi: metoda tradycyjna z surowców kopalnianych z metanu lub gazu ziemnego lub na szeroką skalę z odpadów komunalnych, czy też w procesie oczyszczania ścieków. Do wyżej wspomnianych korzyści zaliczyć również można brak ryzyka uzależnienia się od dostawcy surowca z jednego kraju – tak jak w przypadku ropy naftowej, bowiem wodór może być wytwarzany w każdym państwie. Dodatkowo, ogniwa paliwowe produkują tylko parę wodną – w związku z czym nie emitują zanieczyszczeń do środowiska (zerowa emisja CO2). Kolejnym pozytywem jest to, że auta napędzane tym rodzajem paliwa poruszają się ciszej w stosunku do konwencjonalnych pojazdów. Obie te cechy przemawiają w dużej mierze za pozytywnym aspektem płynącym w kierunku ochrony środowiska. Zaznaczyć należy, że samochód napędzany wodorem jest pojazdem elektrycznym, w którym poprzez reakcje z wodorem zgromadzonym w baku, w ogniwach paliwowych wytwarzany jest prąd zasilający silnik. Energia wiązania wodoru i tlenu w cząsteczce wody H_2O jest mniejsza niż łączna energia wiązania cząsteczek wodoru H_2 i tlenu O_2. Dlatego też podczas reakcji wiązania wodoru i tlenu w cząsteczki wody, wytwarzany jest nadmiar energii. Jest on odprowadzany z układu w postaci energii elektrochemicznej w ogniwach paliwowych. W związku z czym nie ma potrzeby, jak w przypadku aut elektrycznych, instalowania wielkich i ciężkich baterii zajmujących przestrzeń załadunkową oraz ładowania go prądem co kilka godzin (159). Samochód napędzany wodorem posiada własną, zajmującą mało przestrzeni elektrownię znajdującą się w jego wnętrzu. Samochody napędzane wodorem można już kupić w: USA, Danii, Niemczech i Wielkiej Brytanii, jednak wciąż jest to droga inwestycja.

9.2.2 Baterie ze stałym elektrolitem

W mediach cały czas pojawiają się informacje na temat nowych źródeł zasilania związanych bezpośrednio z niedoborem kluczowych surowców - m.in. kobaltu - obecnie najdroższego

składnika baterii. Najnowszym rozwiązaniem - szeroko omawianym w branży motoryzacyjnej- są nowe typy baterii ze stałym elektrolitem, które przede wszystkim poprawiłyby osiągi samochodów elektrycznych przy jednoczesnej redukcji kosztów ich wytwarzania (160). Największe koncerny motoryzacyjne rozpoczęły już prace nad samochodem elektrycznym wykorzystującym taki typ baterii, jednak trafi on na rynek najwcześniej do 2025 r. Baterie ze stałym elektrolitem są dużo bardziej bezpieczne i wydajniejsze niż najbardziej popularne akumulatory litowo-jonowe.

9.3 INNOWACJE - SZTUCZNA INTELIGENCJA

Warto również wspomnieć o projekcie "Green Horizon" testowanym w Pekinie. Naukowcy firmy IBM posługując się sztuczną inteligencją (Artificial Intelligence AI) chcą zmniejszyć poziom szkodliwych zanieczyszczeń w chińskiej stolicy, która otoczona jest fabrykami, w większości zasilanymi węglem emitującym szkodliwe cząstki. Poziom zanieczyszczenia może się jednak różnić w zależności od czynników, takich jak aktywność przemysłowa, zatory komunikacyjne i warunki pogodowe.

Badacze firmy IBM testują system komputerowy zdolny do nauki przewidywania poziomu zanieczyszczenia powietrza w różnych częściach miasta kilka dni wcześniej (obecnie do 72 dni godzin), łącząc duże ilości danych z kilku różnych modeli. Jest to niezwykle złożone wyzwanie obliczeniowe. System może w efekcie końcowym zaproponować konkretne zalecenia dotyczące sposobu zmniejszenia zanieczyszczenia do akceptowalnego poziomu - na przykład poprzez zamknięcie niektórych fabryk lub tymczasowe ograniczenie liczby kierowców na drodze. Jednak złożoność procesu, duża ilość danych, wypracowanie odpowiednich modeli przedstawionego powyżej rozwiązania stanowi duże wyzwanie dla naukowców (161).

Podsumowując, czyste powietrze jest sprawą ważną dla nas wszystkich. Dzięki przedstawionym powyżej innowacjom technicznym, jesteśmy coraz bliżej do uzyskania satysfakcjonującego rozwiązania w służbie czystości powietrza. W obecnym czasie palącym i głównym problemem jest walka z obniżeniem emisji dwutlenku węgla. Biorąc pod uwagę faktże największa część zanieczyszczeń pochodzi z transportu drogowego powinno się skoncentrować właśnie na tym aspekcie, ponieważ przyniesie on najbardziej wymierne korzyści w poprawie jakości powietrza. Wszystkim zależy na powietrzu, którym oddychamy, dlatego w krajach Unii Europejskiej prowadzone są działania na szeroką skalę, rozpoczynając od zmian w legislacji, po kampanie uświadamiające, kończąc na projektowaniu innowacyjnych

rozwiązań technicznych. Wszystkie te działania dają nadzieję na osiągnięcie sukcesu w walce ze smogiem i z zanieczyszczeniami powietrza.

10 O WOLNOŚCI DO ODDYCHANIA CZYSTYM POWIETRZEM

PIOTR ROSÓŁ

Wolność jako wartość o charakterze etycznym, ale także jako narzędzie uzasadniania społecznych i politycznych celów, stała się ofiarą swojego własnego sukcesu. Poprzez ogromny nacisk i popularność argumentów odwołujących się do tej wartości znaleźliśmy się w sytuacji, w której nie sposób jasno zdefiniować, które działania i sytuacje są w jednoznaczny sposób związane z wolnością i jej służą, a które mają w sobie element naruszania tej wartości. Popularność wartości wolności sprawia, że powołują się na nią osoby z różnych ugrupowań politycznych. To samo w sobie nie byłoby może problemem, ale jednocześnie wolność interpretowana jest w rozmaity sposób i umieszczana w rozmaitych kontekstach. Do tego stopnia, że trudno niekiedy dostrzec co wolność miałaby konkretnie oznaczać (162). Już wiele lat temu Isaiah Berlin zwracał uwagę na wieloznaczność pojęcia wolności (163). Za jego sugestią w swoich rozważaniach skoncentruję się na dwóch pojęciach wolności – wolności pozytywnej i negatywnej. W ten sposób postaram się zilustrować dwa bardzo istotne wymiary myślenia o wolności, a jednocześnie poddać refleksji relację pomiędzy wartością wolności, a problematyką czystego powietrza.

Drugim wątkiem poruszanym przeze mnie w niniejszym tekście będzie indywidualistyczne nastawienie, które bardzo często towarzyszy dyskutowaniu wartości wolności. Indywidualizm w myśleniu o człowieku, jego prawach i wymiarach wolności, które są istotne dla naszej samorealizacji, ma również określone konsekwencje dla argumentów podnoszonych w dyskusjach na temat ochrony środowiska. Oddziaływanie indywidualistycznego światopoglądu na sposób prowadzenia dyskusji zostanie również poddane przeze mnie refleksji.

Trzeci blok zagadnień to kwestia wolności pozytywnej i rosnącej mocy ludzkiego działania. Postęp techniczny wpływa na zmianę sytuacji człowieka w świecie. Procesy o charakterze naturalnym były przez nas traktowane jako element rzeczywistości na który nie mamy wpływu. Z tego względu wartości etyczne były skoncentrowane na ocenianiu i dyscyplinowaniu nas do określonych zachowań w sferze międzyludzkiej. Porządek natury stanowił raczej punkt odniesienia, kontekst ludzkiego działania, a jego niezmienność i przypisywany mu uporządkowany charakter, były często podnoszone jako argument mający legitymizować wartości etyczne (164). Ta sytuacja zmieniła się pod wieloma względami. To co najistotniejsze z punktu widzenia niniejszych rozważań to nabycie przez człowieka zdolności do bardzo mocnego oddziaływania na naturę. W ten sposób świat, który był uznawany za niezmienny,

stał się przestrzenią realizacji ludzkich mocy. Do tego stopnia, że również skład powietrza, którym oddychamy, zaczyna być współkształtowany przez ludzkie zachowania i decyzje.

10.1 WOLNOŚĆ NEGATYWNA

Wolność negatywna, która w pewnym uproszczeniu określana jest także często jako tak zwana "wolność od", obejmuje przestrzeń osobistej wolności jednostki. Granice indywidualnej wolności wyznaczane są granicami wolności innych jednostek, które to granice nie powinny być bez potrzeby naruszane (165). Jedynym uzasadnieniem naruszenia czyjejś wolności miałyby być sytuacje, w których zagraża ona w danym zakresie innym jednostkom, zasadom prawnym obowiązującym w danym społeczeństwie, czy w inny sposób stwarza sytuacje, w których wolność innych ludzi może być naruszana. Wydawałoby się na pierwszy rzut oka, że zasady tak określanej wolności są proste i niekontrowersyjne. Jednak jeśli przejdziemy do konkretnych przykładów okaże się, że w konkretnych kontrowersyjnych sytuacjach taka definicja wolności będzie w bardzo niewielkim stopniu pomagała nam rozstrzygać dylematy etyczne, które napotykamy. Już samo wchodzenie w relacje z innymi jednostkami może być powodem bezustannego niepokoju o granice własnej wolności. Jeszcze większe problemy pojawiają się w momencie prób ustanowienia ram współżycia społecznego. Kto, w jaki sposób i na jakiej zasadzie ma decydować o tym, że dane zachowanie wkracza w wolność innych jednostek i z tego powodu powinno być zabronione, a do którego momentu pozostaje w ramach sfery osobistej wolności każdej z jednostek.

Pojęcie wolności negatywnej potrzebuje zatem pewnego dookreślenia: "Przymus oznacza rozmyślne wtrącanie się innych ludzi w sferę mojego działania. O braku wolności, czy też swobód politycznych mówić można jedynie wtedy, gdy realizację celu uniemożliwiają mi inni ludzie" (166). Przykład czystości powietrza jest tutaj jednak doskonałą ilustracją ograniczeń związanych z tak rozumianą wolnością. Możemy mówić o jasnych sytuacjach naruszenia wolności, gdy spaliny samochodów ciężarowych wykorzystywano do dokonywania egzekucji. Nikt nie będzie miał wątpliwości, że jest to przykład naruszenia wolności od ograniczeń ze strony innych ludzi, którzy poprzez zmuszenie innych do wdychania zanieczyszczonego powietrza dokonywali ich egzekucji. Podobnie będziemy zapewne mieli łatwość, żeby zgodzić się z tym, że eksplozja wulkanu (doprowadzająca do zmiany składu atmosfery i pogorszenia jakości powietrza dzięki pyłom wulkanicznym)nie jest sytuacją, która może być analizowana w kategoriach wolności, ponieważ nie ma możliwości mówienia o konkretnym ludzkim podmiocie, który odpowiadałby za wybuch wulkanu. Jednak współczesna sytuacja dotycząca

zanieczyszczeń powietrza jest przejawem zbiorowego nieintencjonalnego działania zmierzającego do zmiany składu atmosfery. Żaden konkretny kierowca nie chce doprowadzić do tego, żebym zmarł w wyniku zanieczyszczeń powietrza, a jednak zbiorowe działanie wielu ludzi doprowadza do sytuacji, w której moja wolność od zanieczyszczeń zostaje skutecznie ograniczona. Z tego powodu pojęcie wolności negatywnej wydaje się być pojęciem, które w niewielkim stopniu może być pomocne w argumentowaniu na rzecz podejmowania ambitnych działań na rzecz ochrony czystości powietrza.

10.2 WOLNOŚĆ JEDNOSTKI

Historyczny kontekst kształtowania się tego pojęcia sprzyjał traktowaniu tych pytań jako wyzwań dla władzy państwowej i jej legitymizacji (167). Uzasadniając nierównowagę możliwości działania między państwem a jednostką, argumentowano na rzecz powiedzenia, że to państwo i władze państwowe stanowią jedno z największych wyzwań dla wolności negatywnej. W tym obrazie jednostki są bezustannie zagrożone nadużyciami władzy państwowej, a cała oś sporu zostaje skonstruowana jako opozycja pomiędzy wolnością jednostek, a minimalnymi, ale jednocześnie niezbędnymi ograniczeniami owej wolności ze strony państwa, które ma ustanawiać neutralną etycznie przestrzeń kooperacji między jednostkami.

W ramach podziału różnych stanowisk liberalnych zaproponowanego przez Jana Sowę wolność negatywna będzie podstawową wartością dla liberalizmu politycznego, którego:

zwolennicy uważają, że podstawowym elementem i punktem odniesienia dla każdego systemu politycznego, prawnego i społecznego jest jednostka. Ich zdaniem, szereg praw jednostki i swobód obywatelskich – w tym przede wszystkim prawo do życia, do szczęścia, do prywatności, prawo własności, swobody wypowiadania się, zrzeszania i zgromadzeń – powinno być chronione przed atakami każdego typu władzy, w tym również demokratycznej (168).

Koncentracja na jednostce sprzyja docenianiu praw jednostki i podejmowaniu starań na rzecz poszerzania indywidualnej przestrzeni wolności. Zarówno z perspektywy wolności negatywnej, jak i z perspektywy liberalizmu politycznego, trudniej o dostrzeżenie, że jednostki swoimi zrachowaniami mogą wpływać na innych ludzi nie poprzez zachowania mające na celu kontrolę i sprawowanie nad nimi władzy, a poprzez inne formy oddziaływania.

Mimo dyskusji na temat zakresu wolności negatywnej i pozytywnej, mimo sporów na temat tego, które z pojęć wolności w lepszy sposób oddaje znaczenie jednej z częściej podkreślanych

i uznawanych wartości, warto wspomnieć, że sposób przedstawiania wolności bazuje na kontekście kształtowania się samego pojęcia. Wolność pozostaje uwikłana w problemy swobody wypowiedzi, wolności sumienia, wolności religijnych, wolności woli, kształtowania relacji pomiędzy jednostką, a państwem, zasad dotyczących wolnego rynku i swobód o charakterze ekonomicznym. Cechą wspólną tych wszystkich dyskusji jest przyjęcie założenie, chociaż nie zawsze jest ono wyrażone wprost, o kluczowym znaczeniu podziału na działania zależne od ludzkiej woli i te które pozostają poza ludzką decyzyjnością. Tylko te pierwsze mogą być rozpatrywane jako związane z ludzką wolnością. Te drugie nie są traktowane jako istotne dla rozumienia tego, na czym polega wolność.

10.3 Wolność w Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka ONZ

Wolność jest często interpretowana jako wartość dotycząca poszczególnych jednostek. W Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka ONZ wieloznaczność pojęcia wolności zostaje, przynajmniej częściowo, poddana konkretyzacji poprzez odniesienie się w poszczególnych artykułach do różnych rodzajów wolności. W artykułach 1-4 mowa jest o wolności jako wolności osobistej, braku bezpodstawnego uwięzienia, czy nie byciu niewolnikiem. W artykułach 9-12 o wolności od arbitralności porządku prawnego, czy wolności od niebezpieczeństwa wygnania z kraju i ingerencji w życie prywatne. W artykułach 13-15 o swobodzie poruszania się i wolności do opuszczania własnego kraju. W artykule 16 czytamy o wolności do zakładania rodziny, 17 o wolności do posiadania własności, w 18 o wolności opinii, sumienia i wyznania, w 19 o wolności opinii i słowa, w 20 o wolności zgromadzeń i swobodzie zakładania stowarzyszeń. W artykule 21 czytamy o wolnościach związanych z wyborami i sprawowaniem władzy. W artykułach 22-27 poruszane są wolności o charakterze gospodarczym, społecznym, kulturowym i edukacyjnym. Artykuły 28-30 dotyczą między innymi spraw związanych z zapewnieniem warunków przestrzegania Deklaracji. W artykule 29 czytamy także:

1. Każdy człowiek ma obowiązki wobec społeczeństwa, bez którego niemożliwy jest swobodny i pełny rozwój jego osobowości.
2. W korzystaniu ze swych praw i wolności każdy człowiek podlega jedynie takim ograniczeniom, które są ustalone przez prawo wyłącznie w celu zapewnienia odpowiedniego uznania i poszanowania praw i wolności innych i w celu uczynienia zadość słusznym wymogom moralności, porządku publicznego i powszechnego dobrobytu demokratycznego społeczeństwa (169).

Podkreślany przeze mnie wcześniej związek między wolnością, a indywidualizmem jest również widoczny w Deklaracji Praw Człowieka. Zdecydowana większość wolności odnosi się do wolności związanych z poszczególnymi jednostkami. W punkcie 29 czytamy o obowiązkach wobec społeczeństwa, jednak również w tym artykule pojawia się fraza uzasadniająca wszelkie ograniczenia wolności dbałością o wolność innych ludzi. Dopiero druga część frazy dotycząca "moralności, porządku publicznego i powszechnego dobrobytu demokratycznego społeczeństwa" może zostać zinterpretowana jako element dotyczący społecznych i ponadjednostkowych ograniczeń jednostkowej wolności. Prawa Człowieka odegrały i odgrywają bardzo istotną rolę w kształtowaniu świata, jednak ich generalnie indywidualistyczne nastawienie sprawia, że nie są najlepszym narzędziem do argumentowania na rzecz ograniczeń jednostkowej wolności w imię ochrony środowiska, czy wolności związanych z czystością powietrza. Nie jest to zarzut przeciwko samym Prawom. Kształtowały się one w określonym kontekście historycznym (po II wojnie światowej) i miały między innymi na celu powstrzymanie groźby ludobójstwa, eksterminacji i innych zbrodni dokonywanych na poziomie państwowym (170).

Sytuacje zmian technologicznych w znaczącym stopniu pokazują, że katalog praw człowieka, spisany w Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka, nie jest wyczerpujący i może ulegać zmianie. Warto zwrócić uwagę, że prawa te wymagają ciągłej reinterpretacji wraz ze zmieniającymi się okolicznościami, że wraz z postępem technicznym i zmianą charakteru zagrożeń potrzebujemy również zmiany sposobu myślenia na temat tego, na czym polegają wyzwania współczesnego świata (171). Nie chcę przez to powiedzieć, że jesteśmy wolni od zagrożeń, które doprowadziły do powstania Deklaracji, a raczej, że Deklaracja nie będzie dla nas wystarczającym narzędziem do uzasadniania działań na rzecz ograniczenia indywidualnych wolności w imię ochrony środowiska, i w imię wolności do oddychania czystym powietrzem.

10.4 Analiza wolności jednostkowej na przykładzie SUVa

Jeśli z perspektywy spojrzymy dla przykładu na jeżdżenie SUVem, który pali bardzo dużo paliwa, a na jedno miejsce parkingowe należy zarezerwować około 12,5 m kwadratowego (172), przyjmowanie perspektywy wolności negatywnej daje przewagę w dyskusji osobom opowiadającym się za jak największą swobodą używania tego rodzaju pojazdów. Skoro jednostka ma mieć prawo do jak największej przestrzeni wolności, a jednocześnie jej jazda SUVem nie jest nakierowana na zdobywania władzy nad innymi ludźmi, to z pozoru nie ma powodu, aby tego rodzaju zachowanie podlegało ograniczeniu. Dopiero po wzięciu pod uwagę

sposobów oddziaływania tego autana społeczeństwo: na stan czystości powietrza, bezpieczeństwo innych użytkowników dróg, czy stan przestrzeni publicznej zajmowanej ogromnymi pojazdami, możemy dostrzec powody, dla których inne jednostki mogłyby uważać, że jeżdżenie SUVem nie zgadza się z ich wolnością negatywną. Jednak taka argumentacja byłaby dużo łatwiejsza, gdybyśmy poza interesami poszczególnych jednostek brali pod uwagę interes społeczny, poszczególnych grup, czy ogólnoludzki. Ta ostatnia perspektywa ma ogromne znaczenie w kontekście zagrożeń o charakterze globalnym, które dużo trudniej wziąć pod uwagę w momencie rozważania wolności negatywnej, skoncentrowanej na swobodzie jednostek. Jakie bowiem może mieć znaczenie dla mojego dzisiejszego zachowania jako jednostki zagrożenie, które jest umiejscowione w przyszłości i mnie osobiście nie dotknie? Dlaczego miałbym ograniczać swoją wolność w imię dbałości o stan planety za kilkadziesiąt, czy kilkaset lat? Zmiana spojrzenia może nastąpić jedynie dzięki bardzo skomplikowanej argumentacji prowadzonej poprzez analogię do mojej sytuacji tzn: ludzie z przyszłości również powinni mieć prawo do swojej indywidualnej wolności, a jej warunkiem jest walka z globalnym ociepleniem. Dodatkowo możemy odwołać się do indywidualnych wartości, które wyznaję, a które mogą obejmować moją wolność do działania na rzecz przyszłości planety i innych ludzi. Jak widać w obu przypadkach są to argumenty o charakterze zaledwie pośrednim. Pośredniość ta przekłada się na ich mniejszą moc perswazyjną wymuszoną przez konstrukcję pola dyskusji, wynikającą ze sposobu rozumienia wolności negatywnej. Inaczej mówiąc- odwoływanie się do wolności negatywnej utrudnia nam dbanie o wartość, jaką jest czyste powietrze. Interesy w postaci wygody i praw poszczególnych jednostek są zyskami prywatnymi, łatwymi do wyrażenia w języku indywidualistycznym. Interesy o charakterze społecznym, w postaci czystego powietrza, czy dostępnych przestrzeni publicznych, są trudniejsze do wyartykułowania.

Wolność do jeżdżenia dużymi samochodami mogłaby być przez nas również analizowana w kontekście nierówności społecznych i problematyki związanej z dążeniem do izolowania się od innych i poszukiwaniem poczucia bezpieczeństwa (173). Innym aspektem związanym z tą problematyką jest zagadnienie aksjologii przestrzeni i wyrażania określonych wartości etycznych, czy ważności poszczególnych spraw, poprzez sposób organizacji przestrzeni (174). Te aspekty również są łatwiejsze do wzięcia pod uwagę, gdy odejdziemy od postrzegania wolności jedynie w sposób indywidualistyczny i jednostkowy.

10.5 WOLNOŚĆ POZYTYWNA

Drugim bardzo często wyróżnianym pojęciem wolności jest wolność pozytywna, tak zwana „wolność do". W tym sensie wolność oznacza możliwość realizowania swoich idei, poszukiwania sposobu na zmianę świata w określonym kierunku, dążenie do określonej wizji dobrego życia. W przeciwieństwie do wolności negatywnej w przypadku wolności pozytywnej relacje między jednostkami komplikują się nie na przecięciu indywidualnych wolności poszczególnych jednostek, a raczej w momencie ścierania się różnych wizji wspólnego życia, kształtowania zasad porządku społecznego, zastanawianiem się nad możliwymi granicami zewnętrznej ingerencji w życie osób i grup ludzi, którzy nie podzielają danej pozytywnej wizji wolności.

W tym miejscu warto też przywołać spory dotyczące tego, w jakim stopniu ograniczenia wynikające z podziału dochodów i majątku mogą uzasadniać ogromne zróżnicowanie w rynkowo rozumianych możliwościach poszczególnych osób. Zakładając, że John Stuart Mill ma rację poprzez stwierdzenie, że podnoszenie przez państwo ceny na jakieś produkty poprzez ich opodatkowanie jest również formą zakazu ze strony państwa (175), zakazu dotyczącego po prostu tej części populacji, której nie będzie stać na dany produkt. Czy w takim układzie cały mechanizm podaży i popytu nie jest jednym wielkim narzędziem ograniczania wolności? Bowiem w rezultacie funkcjonowania mechanizmu rynkowego nieustannie powstają grupy ludzi, którzy nie mogą sobie pozwolić na zakup dóbr, na których zakup mieliby być może ochotę. Na czym miałaby polegać różnica we wprowadzaniu zakazu poprzez decyzję państwa, w porównaniu z analogicznym procesem będącym efektem działań aktorów na rynku wymiany dóbr i usług? Znów chodzi nam najprawdopodobniej o kwestię intencji. W przypadku, gdy dochodzi do zmiany cen w związku z relacjami podaży i popytu powstać może wrażenie działania tak zwanej niewidzialnej ręki rynku, tak jakby decyzje o charakterze ekonomicznym nie były dokonywane przez konkretne osoby, a raczej były rezultatem działania bezosobowych sił. Podczas gdy ograniczenia wprowadzane przez państwo mają łatwiejszy do wskazania podmiot, np. polityków głosujących za daną ustawą. Takie rozumowanie opiera się jednak na fałszywych założeniach. Pierwszym głoszącym, że mechanizm rynkowy jest moralnie neutralny, podczas gdy istnieje wiele przykładów pokazujących, że relacje o charakterze rynkowym wpływają na sposób zachowania jednostek w nie zaangażowanych (176). Drugim, że nieintencjonalny charakter jakiegoś działania sprawia, że nie podlega ono ocenie. Jednak z punktu widzenia ofiar zanieczyszczenia powietrza nie będzie wielkim pocieszeniem dowiedzenie się, że nikt konkretny nie chciał doprowadzić do uszczerbku ich zdrowia. Nie

doprowadzi to też nas do wolności do oddychania czystym powietrzem, jeśli będziemy ignorowali uboczne skutki naszych działań, nawet jeśli te skutki będą niezamierzone.

Wolność pozytywna w odniesieniu do oddychania czystym powietrzem była dotychczas postrzegana jako oczywistość, jako coś nie wymagającego namysłu, ani podejmowania działań na jej rzecz. Do tego stopnia, że powietrze bywa elementem metafor związanych z wolnością np. "oddech wolności". Sytuacja zanieczyszczenia powietrza zmienia ten stan rzeczy. Już teraz można trafić na programy przeciwdziałania astmie zatytułowane: "wolność oddechu" (177). Czyste powietrze jest warunkiem realizowania jakichkolwiek, innych wolności. Należy do podstawowych potrzeb człowieka. Jeśli nie podejmiemy działań metaforyczne duszenie się w niewoli innych ludzi, ograniczeń itp. może z czasem przerodzić się w jak najbardziej dosłowne problemy z oddychaniem wywołane przez zanieczyszczenie powietrza. Z tych powodów "wolność do" oddychania czystym powietrzem powinna być przez nas traktowana poważnie. Jako coś, czego jesteśmy świadomi i na rzecz, czego jesteśmy gotowi działać. Z powodów wymienionych i analizowanych powyżej i poniżej będzie to bardzo trudne zadanie. Będziemy musieli być gotowi do refleksji na temat możliwości zmiany i przekształcenia pojęć, przy pomocy których myślimy o świecie.

10.6 ZMIANA CHARAKTERU LUDZKIEGO DZIAŁANIA

Analizując rolę człowieka w kształtowaniu środowiska naturalnego dochodzimy do wniosków, żerola ta nie jest niezmienna, że wpływ człowieka również podlega przemianom i pewnemu procesowi ewolucyjnemu (178). Ponadto przemianom ulegają nie tylko konkretne oddziaływania, ale co jeszcze istotniejsze z punktu widzenia niniejszych rozważań, również ich skala. Przykładowo- ilość dwutlenku węgla, który dostawał się do atmosfery, wzrósł 150 razy między 1850 a 2011 rokiem (179).

Wzrost możliwości ludzkiego oddziaływania był przedmiotem filozoficznej refleksji już w drugiej połowie XX wieku. Hans Jonas zwracał uwagę, że charakterystyczną cechą współczesności jest daleko idące zaburzenie granic pomiędzy tym co naturalne, a tym co kulturowe. Poprzez zwiększoną moc ludzkiego oddziaływania, poprzez wynalazki techniczne, poprzez postęp naukowy, ludzkość zdobyła możliwości zmiany swojego otoczenia i oddziaływania na naturalne procesy (180). W ten sposób odwoływanie się do kategorii tego, co naturalne okazuje się często zabiegiem retorycznym stosowanym na potrzeby dyskusji. Problematyka czystego powietrza jest tutaj świetnym przykładem. Z jednej strony mamy świadomość, że człowiek swoimi działaniami, wydobywaniem i spalaniem paliw kopalnych, doprowadza do sytuacji, w której atmosfera ziemska się nagrzewa, rośnie negatywne

oddziaływanie zdrowotne zanieczyszczonego powietrza etc. W tym sensie problematyka czystego powietrza jest sprawą kulturową, ponieważ kształtuje się w rezultacie ludzkich decyzji. Z drugiej strony łatwo wskazać na bardzo wiele i bardzo istotnych procesów, które są procesami odbywającymi się poza ludzkimi decyzjami, a które w mocny sposób wpływają na ruchy powietrza, sposób rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń, czy sam poziom zanieczyszczeń (np. w przypadku wybuchu wulkanu). W takiej sytuacji podział na to, co naturalne i to co kulturowe, czyli na to, co jest związane z przyrodą i to co wiąże się z ludzkimi decyzjami, okazuje się problematyczny, bo służyć może w sposób łatwy zrzucaniu odpowiedzialności za stan powietrza. Wystarczy znaleźć czynnik znajdujący się poza ludzką kontrolą, który wpływa na stan zanieczyszczenia powietrza, aby uzasadniać własną niechęć do wzięcia odpowiedzialności za te aspekty zanieczyszczenia powietrza, które wynikają jednak z ludzkich działań.

10.7 POZORY KONSENSUSU

Przy okazji dyskusji na temat czystości powietrza często można odnieść wrażenie, że wszyscy zgadzają się ze sobą. Wszyscy chcieliby oddychać czystym powietrzem. Niemal wszyscy zgadzają się, że zagrożenia zdrowotne związane z zanieczyszczeniem powietrza, w tym negatywne skutki wdychania cząstek PM 2,5, czy PM 10, są czymś z czym powinniśmy starać sobie poradzić i czego należałoby unikać. Jednocześnie analizowana wcześniej wartość wolności pozostaje, na powierzchownym poziomie, wspólnym elementem wielu światopoglądów, punktem odniesienia dla wielu dyskusji i sporów. Jednak wspólnym mianownikiem tych dyskusji i sporów pozostaje uznawanie wolności za wartość istotną i pożądaną.

Jednak rzeczywistość jest inna, bo gdy tylko przejdziemy do dyskutowania szczegółowych kwestii bardzo szybko okaże się, że konsensus w poszczególnych sprawach jest sprawą pozorną. Ze względu na zamęt pojęciowy, na pomieszanie różnych aspektów wolności i różnych sposobów jej rozumienia, trudno o wyciągnięcie konkretnych wniosków, które przełożyłyby się na podjęcie radykalnych działań na rzecz poprawy jakości powietrza. Zanieczyszczenie powietrza posiada wiele przyczyn, co dodatkowo znacząco utrudnia udzielenie jednoznacznych odpowiedzi na pytania o konkretne rozwiązania. Wielość przyczyn wpływa też na to jak wielu osób dotyczą wszelkie proponowane rozwiązania istniejących problemów. Trudno wskazać na grupę osób, których proponowane zmiany miałyby nie dotyczyć. Powietrzem oddychamy wszyscy. Potrzeby związane z ogrzewaniem,

przemieszczaniem się, posiadaniem schronienia, czy wyżywieniem, również dotyczą nas wszystkich, zaś sposoby realizacji tych potrzeb mają wpływ na jakość powietrza, którym oddychamy. W chwili obecnej, często powołując się na wolność negatywną, owa powszechna zależność od spraw związanych z ochroną powietrza, jest często wykorzystywana do straszenia negatywnymi konsekwencjami wprowadzania ograniczeń. Od strachu przed brakiem możliwości swobodnego wyboru środka transportu, poprzez presję inflacyjną, która wynikałaby z wprowadzenia dodatkowych opłat za paliwo, a na generalnym strachu przed zbyt silnym państwem kończąc. Można jednak dosyć łatwo odwrócić większość z tych argumentów: problem negatywnych skutków zdrowotnych, kosztów leczenia, bezpłodności, alergii, czy wielu innych negatywnych konsekwencji oddychania zanieczyszczonym powietrzem również dotyczy nas wszystkich. W interesie nas wszystkich jest zatem podjęcie działań na rzecz ochrony czystego powietrza i na rzecz realizacji wolności do oddychania czystym powietrzem.

10.8 KONKLUZJE

W podsumowaniu chciałbym zestawić wnioski, które wynikają z powyższych rozważań. Wolność negatywna jako wartość etyczna daje przewagę w artykułowaniu wartości indywidualistycznych. Wolność negatywna jest związana z intencjonalnymi działaniami człowieka, z relacjami pomiędzy jednostkami. Ma stanowić ochronę przed arbitralnymi naruszeniami przestrzeni poszczególnych osób przez działania innych jednostek. Ze względu na zmiany wywołane przez postęp techniczny i zmianę sposobu kształtowania się zależności między członkami społeczeństwa, pojęcie wolności negatywnej jest niewystarczające do rozstrzygania sporów dotyczących zanieczyszczenia powietrza. Indywidualistyczne nastawienie wolności jest również widoczne w historycznym kontekście kształtowania się dzisiejszego rozumienia wartości wolności oraz w sposobie artykułowania wartości w Deklaracji Praw Człowieka ONZ. Wolność pozytywna do podejmowania określonych działań nie obejmowała wolności do oddychania czystym powietrzem. Powodem tego „przeoczenia" było traktowanie czystego powietrza jako czegoś oczywistego, zapewnionego, bez potrzeby podejmowania działań, czy refleksji. Wraz ze zmianą sytuacji człowieka w świecie i zwiększoną mocą do zmieniania środowiska naturalnego okazuje się, że potrzebujemy uświadomić sobie wolność pozytywną do oddychania czystym powietrzem i brać tę wartość pod uwagę, gdy zastanawiamy się nad naszym życiem społecznym. Pozorny konsensus, który towarzyszy omawianym problemom, powszechna zgoda na wartość wolności i braku negatywnych konsekwencji zanieczyszczenia powietrza, jest znaczącą przeszkodą w

prowadzeniu owocnych dyskusji i podejmowaniu świadomych decyzji na temat hierarchii wartości, które chcemy na poziomie społecznym realizować. Dopiero po tym, gdy uświadomimy sobie, na czym polegają konflikty wokół rozwiązań dotyczących ochrony powietrza, będziemy mogli podjąć ambitniejsze działania na rzecz ochrony wolności do oddychania czystym powietrzem.

11 WPŁYW NA ZDROWIE I KOSZTY ZWIĄZANE Z EMISJĄ POJAZDÓW NAPĘDZANYMI SILNIKAMI DIESLA W UNII EUROPEJSKIEJ – RAPORT CE DELFT NA ZLECENIE EPHA (181)

CE Delft jest niezależną organizacją badawczą i doradczą specjalizującą się w opracowywaniu innowacyjnych rozwiązań problemów środowiskowych.

11.1 PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA I CEL BADANIA

Zanieczyszczenie powietrza ma znaczący negatywny wkład w stan zdrowia publicznego na całym świecie. Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization, WHO) szacuje, że liczba osób, które przedwcześnie zmarły z powodu środowiskowego zanieczyszczenia powietrza, wynosi ponad 4 miliony rocznie (182). Dowody naukowe jednoznacznie wiążą w sposób jednoznaczny wpływ zanieczyszczenia na zdrowie.

W opracowaniu oszacowano koszty społeczne (zarówno rynkowe jak i poza rynkowe) spowodowane przez emisję pojazdów napędzanych silnikami diesla w 28 krajach Unii Europejskiej, jak również poddano ocenie potencjalne korzyści zmiany technologii na siliniki elektryczne i inne pojazdy o alternatywnym, bezemisyjnym napędzie. Dla dziewięciu wybranych krajów Wspólnoty, przeprowadzono bardziej szczegółowe badania, poddając analizie udział krajowego budżetu przeznaczanego na ochronę zdrowia spowodowanych emisją zanieczyszczeń przez pojazdy napędzane silnikami diesla oraz skalę potencjalnych oszczędności, które są możliwe do uzyskania poprzez transformację w kierunku e-mobilności. Wybrane kraje to Austria, Bułgaria, Estonia, Hiszpania, Niemcy, Polska, Rumunia, Słowenia i Węgry. Prezentację graficzną sytuacji w Polsce prezentują wykresy przedstawione w dalszej części rozdziału.

11.2 SKUTKI ZDROWOTNE CZYNNIKÓW ZANIECZYSZCZAJĄCYCH POWIETRZE

Najważniejsze składniki zanieczyszczeń to cząstki stałe (Particle Matter, PM) oraz tlenki azotu (NO_x). Do zanieczyszczeń emitowanych przez transport drogowy zaliczamy także ozon (jako element wtórny), nie metanowe lotne związki organiczna (NLZO; z ang. non-methane volatile organic compound, NMVOC) i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, z ang. polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH). Najważniejsze skutki zdrowotne powyższych

elementów są przedstawione w tabeli nr 8. Warto podkreślić, że pojawiają się kolejne dowody naukowe, które wskazują, że zanieczyszczenie powietrza przyczynia się do rozwoju cukrzycy typu 2, przedporodowego obniżenia masy ciała dziecka i upośledzonego rozwoju po porodzie, a także przedwczesnych porodów, oraz schorzeń układu nerwowego, takich jak choroba Alzheimera czy depresja.

Cząsteczki stałe jako pojedynczy składnik zanieczyszczenia powietrza w środowisku jest klasyfikowany jako szósty co do ważności czynnik ryzyka zgonów w skali globalnej, poprzez wpływ na rozwój nowotworów, chorób dolnych i górnych dróg oddechowych i układu krążenia. Z tego powodu PM zalicza się do najbardziej szkodliwego składnika spalin diesla wpływającego na ludzkie zdrowie. Cząstki stałe emitowane wraz ze spalinami silników diesla są tak szkodliwe, przede wszystkim ze względu na fakt, że składają się z małych lub bardzo małych cząstek, które z łatwością przenikają bariery i przechodzą do naszych narządów, tkanek oraz komórek. Dowody na negatywny wpływ tlenków azotu (głównie NO_2) długo nie były powiązane ze związkami przyczynowo - skutkowymi z samymi substancjami, a raczej tłumaczono je działaniem ozonu (O_3), który powstaje w atmosferze z tlenków azotu w wyniku reakcji chemicznej oraz małym cząstkom stałym ($PM_{2,5}$). Ostatnie badania dowodzą jednak, że także bezpośrednia ekspozycja na podniesione stężenia NO_2, zarówno długookresowe jak i krótkotrwałe narażenia są powiązane bezpośrednio z negatywnymi skutkami dla zdrowia.

Tabela nr 8 - Udowodnione i prawdopodobne efekty zdrowotne związane ze środowiskowym narażeniem na podwyższone stężenia NO_x ,$PM_{2,5}$ /PM_{10}, O_3, NLZO i WWA.

	Efekt udowodniony		**Efekt prawdopodobny**	
	Narażenie krótkotrwałe	**Wpływ ekspozycji długotrwałej**	**Narażenie krótkotrwałe**	**Wpływ ekspozycji długotrwałej**
$PM_{2,5}$ /PM_{10} (183) (184)	– choroby sercowo-naczyniowe; w tym śmierć nagła z powodu niewydolności krążenia – choroby układu oddechowego – śmierć nagła (wszystkie rozpoznania)	– śmiertelność całkowita – rak płuca	– objawy krążeniowe	
O_3 (184) (183)	skutki dotyczące układu krążenia (włączając śmierć z powodu niewydolności oddechowej)	POChP	– wzrost śmiertelności (wszystkie rozpoznania) – skutki dla układu krążenia	– efekt na układ oddechowy – astma wśród dzieci
NO_x (185) (186)	efekt na układ oddechowy		– skutki dla układu krążenia – nagłe zgony	– astma wśród dzieci
NLZO		Nowotwory		
WWA (187)		Nowotwory		

11.3 KOSZTY ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA W UNII EUROPEJSKIEJ W 2016 ROKU: MIĘDZY 67 A 80 MILIARDÓW EURO

Opierając na najnowszych dowodach naukowych oszacowano koszty zanieczyszczenia powietrza. Opierając się na wyliczeniach metodą COPERT wykazano, że całkowite koszty zanieczyszczenia powietrza w 28 krajach członkowskich UE w 2016 roku wyniosły 66 700 000 000 (6,7 mld) euro. Udział zanieczyszczeń wyemitowanych przez silniki diesla wyniosły 83%. Emisja NO_x miała największy udział w generowaniu tych kosztów zarówno w odniesieniu do skutków zdrowotnych jak i innych społecznych (65%), a drugie miejsce zajęło zanieczyszczenie $PM_{2,5}$.

W 9 krajach Unii, które zostały poddane pogłębionej analizie, około jedna czwarta całkowitych kosztów zdrowotnych zanieczyszczenia powietrza ponoszonych jest przez publiczne systemy ochrony zdrowia. Przyjmując założenie, że dane powyższe są reprezentatywne dla wszystkich 28 krajów Unii łącznie, można wnioskować, że całkowity koszt zanieczyszczeń generowanych przez transport wynosi około 54,4 miliarda euro rocznie.

Ostatnie prace w ramach inicjatywy TRUE wykazały, że rzeczywista emisja NO_x generowana przez pojazdy samochodowe jest wyższa od przedstawionych przez COPERT (a także w innych badaniach i publikacjach). Dlatego została przeprowadzona analiza wrażliwości. Obliczając skorygowany poziom emisji zanieczyszczeń (w oparciu o TRUE), całkowity koszty ich emisji, biorąc pod uwagę zarówno zdrowotne jak i pozostałe, w UE w 2016 roku wyniosły 79,8 miliarda euro, to jest o 20% więcej niż wykazanych w COPERT, 75% tych kosztów zostało wygenerowanych przez pojazdy z silnikiem diesla.

11.4 KOSZTY ZANIECZYSZCZENIA POWIETRZA W 2030 ZNACZĄCO NIŻSZE

Przewiduje się, że pomiędzy rokiem 2016 a 2030 emisja NO_x i $PM_{2,5}$ istotnie zmniejszy się. Według współczynników emisji COPERT, całkowite koszty zdrowotne i inne koszty związane z zanieczyszczeniem powietrza w ruchu drogowym w Unii Europejskiej w 2030 oszacowane zostały na poziomie 19,5 mld euro; z czego 18,3 mld euro to związane ze zdrowiem, są o 71 % niższe niż w 2016 roku. Podczas, gdy używając skorygowanego poziomu emisji zanieczyszczeń (TRUE), suma kosztów związanych z opieką zdrowotną i innymi rodzajami kosztów w roku 2030 wyniesie 25,6 miliarda euro (z czego 23,3 miliarda związanych z opieką zdrowotną), są o 68% mniejsze niż w 2016 r. Koszty opieki zdrowotnej ponoszone przez rządy i obowiązkowe ubezpieczenia wynoszą przy współczynnikach COPERT i TRUE 17,4 mld EUR, czyli o ponad 35 mld EUR (a więc 67%) są mniejsze niż w 2016 r.

Zastosowane współczynniki kosztowe odzwierciedlają koszt, dla którego wykazano związek przyczynowy pomiędzy emisjami zanieczyszczeń a ich wpływem na zdrowie. Jednak, dla niektórych potencjalnych problemów zdrowotnych, podejrzewa się istnienie związku przyczynowego, ale nie udowodniona (jeszcze). Może okazać się, że udowodnienie związku przyczynowego, dzięki aktualnie realizowanym badaniom naukowym, może skutkować wyższymi szacunkami kosztów. Innymi zastrzeżeniami są: szybkość odnawiania floty i wynikające z niej udziały różnych norm Euro w flocie pojazdów w roku 2030 oraz pozostająca niepewność w odniesieniu do wskaźników emisji związanych ze skutecznością i solidnością technologii redukcji emisji.

11.5 WPŁYW DODATKOWYCH POLITYK

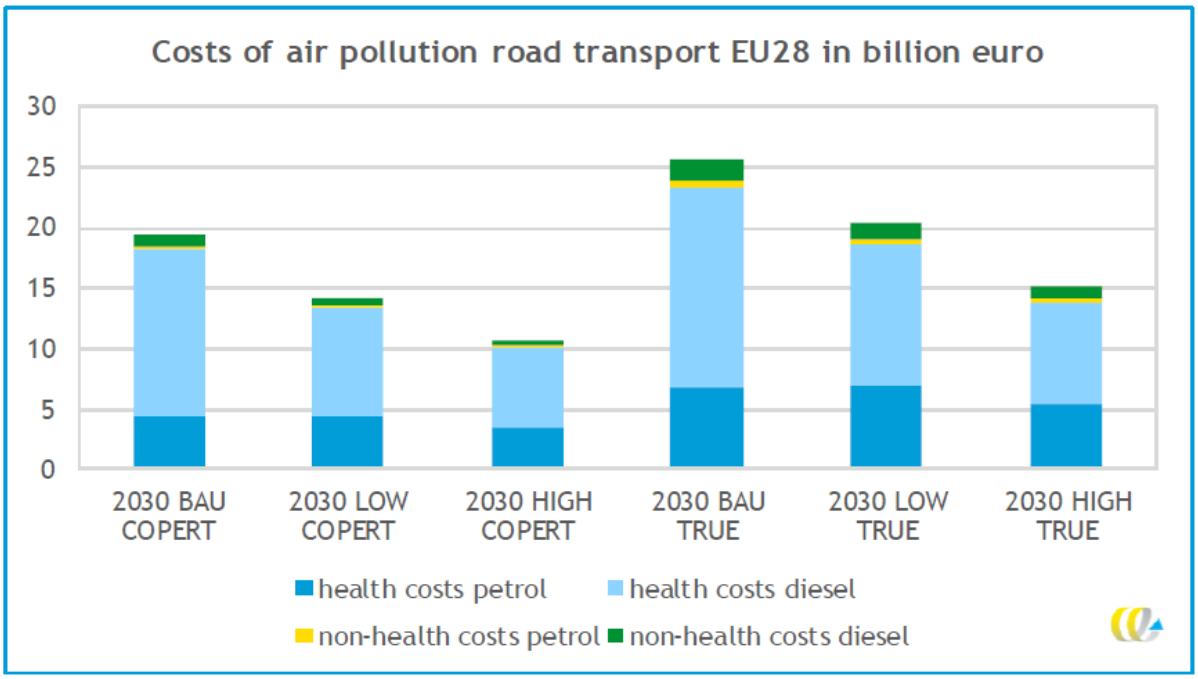
Rygorystyczna polityka w zakresie emisji może doprowadzić do znacznej redukcji społecznych kosztów związanych z zanieczyszczeniem powietrza i znacznych oszczędności dla rządów i ubezpieczycieli. Wzięto pod uwagę dwa scenariusze. Scenariusz o niskiej ambicji zakłada szybszą absorpcję pojazdów o zerowej emisji niż w przypadku wersji podstawowej, a także zakaz wjazdu wszystkich pojazdów poniżej kategorii Euro-6 do wszystkich większych miast (powyżej 100 000 mieszkańców). Natomiast w scenariuszu o wysokiej ambicji absorpcja pojazdów o zerowej emisji jest jeszcze większa, a zakaz dotyczy wszystkich dróg. Ponadto zakłada ona ustalanie opłat drogowych i różnych polityk miejskich w celu ograniczenia korzystania z samochodów w miastach.

Scenariusz niskiej ambicji zmniejsza całkowity koszt dla 28 krajów Unii Europejskiej o 27% w porównaniu z wartością wyjściową w 2030 r.; scenariusz wysokiej ambicji o 46%. Procent redukcji w porównaniu do 2016 r. wynosi 79% (scenariusz niskiej ambicji) i 84% (scenariusz wysokiej ambicji). W scenariuszu o wysokiej ambicji, roczne oszczędności w zakresie całkowitych redukcji w 2030 r. są wielkości 56 mld euro w porównaniu do 2016 r. i 9 mld euro w porównaniu do scenariusza podstawowego w 2030 r.

Przy zastosowaniu skorygowanego poziomu emisji, wpływ scenariuszy jest raczej podobny. W scenariuszu o niskiej ambicji całkowity koszt dla Unii Europejskiej jest zmniejszony o 20% w porównaniu z wartością wyjściową w 2030 r. i o 74% w porównaniu z rokiem 2016. Natomiast w scenariuszu o wysokiej ambicji, koszty są zmniejszone o 41% w porównaniu z poziomem podstawowym w 2030 r., a nawet o 81 % w porównaniu z 2016 r. W scenariuszu o wysokiej ambicji, roczne oszczędności w zakresie całkowitych redukcji w 2030 r. wyniosły 64 mld euro w porównaniu z 2016 r. i 11 mld euro w porównaniu do scenariusza podstawowego w 2030 r.

Rysunek nr 4 pokazuje koszty 2030 r. w różnych scenariuszach do 2030 r., oba z współczynnikami emisji COPERT i TRUE.

Rysunek nr 4 - Porównanie całkowitych kosztów zanieczyszczenia powietrza EU28 w 2030 r. BAU i scenariuszy politycznych - zarówno dla COPERT, jak i skorygowanych wskaźników emisji w oparciu o inicjatywę TRUE.



11.6 PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH WYNIKÓW

W tabeli poniżej podsumowane zostały główne wyniki tego badania. Duża część wszystkich kosztów zanieczyszczenia powietrza z transportu drogowego powodowana jest zanieczyszczeniami pochodzącymi z silników diesla. Porównując metody obliczeniowe, w badaniu dominują wyższe koszty przy zastosowaniu metody TRUE niż przy użyciu metody COPERT, ale proporcje między nimi w odniesieniu do roku 2016 a różnymi scenariuszami w 2030 r. wykazują duże podobieństwo.

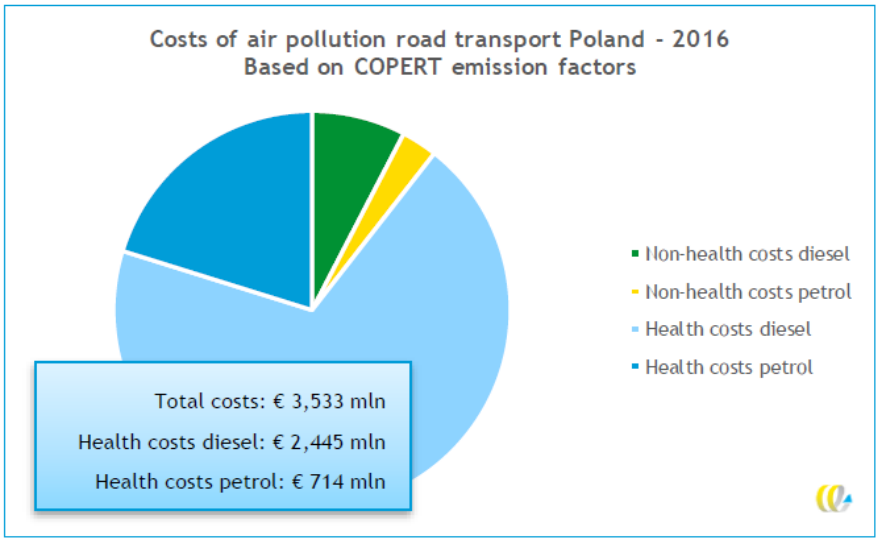
Wyniki pokazują jasno, że ambitna strategia polityczna dotycząca redukcji emisji zanieczyszczeń powietrza może prowadzić do rocznych oszczędności w wysokości od 9 do 12 miliardów euro rocznie (w zależności od zastosowanych współczynników emisji), a nawet jeszcze większe, gdy wszystkie zdrowotne skutki zanieczyszczenia powietrza będą w pełni zrozumiane dla wszystkich.

Tabela nr 9 - Główne wyniki: koszty zanieczyszczenia powietrza w transporcie drogowym w UE28 w 2016 r. oraz różne scenariusze w 2030 r.

Koszty mln EUR	Całkowite koszty	Oszczędności w porównaniu do 2016	Koszty zdrowotne	Koszty zdrowotne (% całkowitych kosztów)	Koszty zdrowotne ponoszone przez rządy (73% kosztów zdrowotnych)
COPERT					
2016	66,709		62,081	93%	45,362
2030 – BAU (podstawowy)	19,484	47,225	18,311	94%	12,956
2030 - LOW (niska ambicja)	14,143	52,566	13,432	95%	9,815
2030 – HIGH (wysoka ambicja)	10,584	56,125	10,091	95%	7,374
TRUE					
2016	79,820		72,348	91%	52,865
2030 - BAU (podstawowy)	25,618	54,202	23,337	91%	17,384
2030 - LOW (niska ambicja)	20,388	59,432	18,586	91%	13,581
2030 – HIGH (wysoka ambicja)	15,065	64,755	13,744	91%	10,043

11.7 KOSZTY ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA SPOWODOWANYCH PRZEZ TRANSPORT DROGOWY W POLSCE

Wykres nr 10 - Koszty zanieczyszczenia powietrza spowodowanego przez transport drogowy w Polsce - rok 2016 obliczony na podstawie współczynnika COPERT



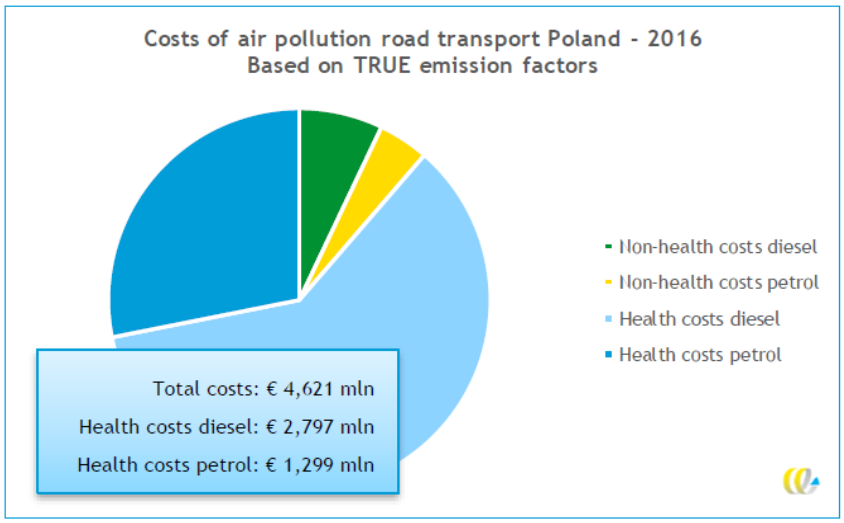
Koszty zanieczyszczenia powietrza (zarówno zdrowotne i inne niezwiązane ze zdrowiem) zostały obliczone na podstawie obecnej sytuacji (z roku 2016) dla trzech scenariuszy (rok 2030):

2030 BAU: (Business-as–usual): podstawowy

2030 LOW: scenariusz polityki o niskiej ambicji przewidujący wzrost liczby pojazdów elektrycznych oraz obejmujący zakaz pojazdów o klasie emisji spalin kategorii Euro-6 w miastach.

2030 HIGH: scenariusz polityki o wysokiej ambicji przewidujący duży wzrost liczby pojazdów elektrycznych, obejmujący zakaz wjazdu pojazdów z silnikami diesla i pojazdów o klasie emisji spalin kategorii Euro-6 na wszystkich drogach, opłaty za kilometr i wyższe podatki na olej napędowy.

Wykres nr 11 - Koszty zanieczyszczenia powietrza spowodowanego przez transport drogowy w Polsce - rok 2016 obliczony na podstawie współczynnika TRUE

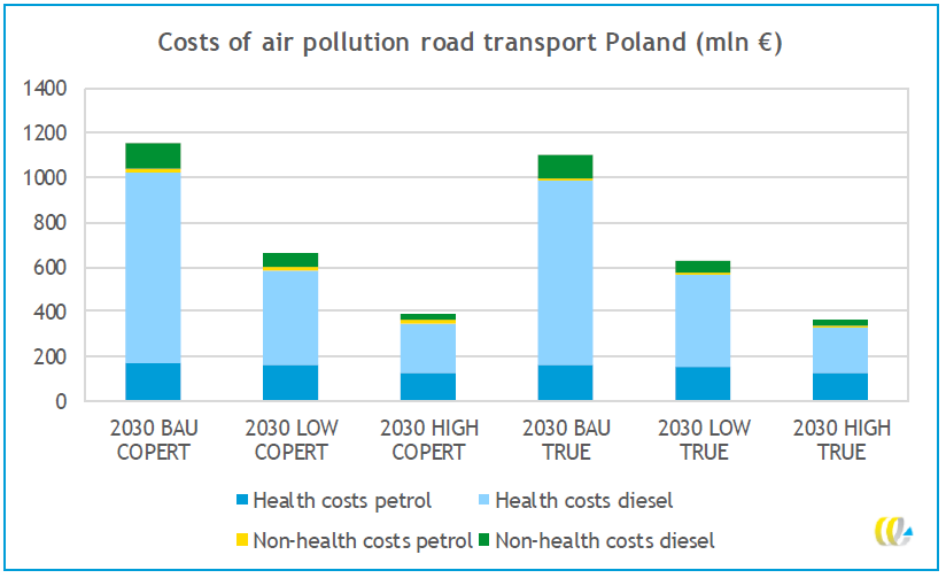


Wykres nr 12 - Koszty zanieczyszczenia powietrza przez transport drogowy w Polsce (mln euro)

Scenariusze dla roku 2030

Koszty całkowite wg metody *COPERT*:
2030 BAU: € 1,152 mln
2030 LOW: € 659 mln
2030 HIGH: € 388 mln

Koszty całkowite wg metody *TRUE*:
2030 BAU: € 1,103 mln
2030 LOW: € 630 mln
2030 HIGH: € 366 mln



12 KALENDARIUM DZIAŁAŃ KOMISJI EUROPEJSKIEJ OD MOMENTU UJAWNIENIA AFERY DIESELGATE TJ. OD ROKU 2015 (188)

WRZESIEŃ 2015

ujawniono systematyczne oszustwa Volkswagen Group podczas testowania emisji.

PAŹDZIERNIK 2015

Państwa Członkowskie zgadzają się na stopniowe wprowadzanie rzeczywistych emisji z jazdy - RDE (Real Driving Emissions) - testowanie opracowane w ramach inicjatywy Komisji.

GRUDZIEŃ 2015

Parlament Europejski powołuje komisję śledczą ds. pomiarów emisji w sektorze motoryzacyjnym.

STYCZEŃ 2016

Komisja proponuje zasadniczą reformę systemu homologacji typu pojazdu.

LIPIEC 2016

Komisja przyjmuję strategię Europejską dot. Niskoemisyjnej mobilności.

GRUDZIEŃ 2016

Komisja otwiera kontrole procedur przeciwko 7 Państwom Członkowskim z naruszeniem zasad homologacji typu. Komisja prowadzi również dochodzenie w sprawie tego, czy przepisy w 16 Państwach Członkowskich są rzeczywiście zgodne z zasadami homologacji typu.

MARZEC 2017

Komisja uruchamia proces Clean Air Dialogue, który jest wymianą dobrych praktyk w celu poprawy jakości powietrza i zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza w przyszłości. Dialog miał już miejsce w sześciu (6) krajach.

KWIECIEŃ 2017

Parlament przyjmuje rekomendacje oparte o prace Komisji EMIS.

MAJ 2017

Komisja prezentuje *Europe on the Move*, pierwszy Mobility Package dla sprawiedliwego społecznie przejścia na czystą, konkurencyjną i połączoną mobilność.

MAJ 2017

Komisja wszczyna postępowanie w sprawie uchybienia zobowiązaniom przeciwko ósmemu państwu członkowskiemu z naruszeniem zasad homologacji typu.

WRZESIEŃ 2017

WLTP i RDE stają się obowiązkowe dla wszystkich modeli nowych samochodów.

LISTOPAD 2017

Komisja prezentuje drugi Mobility Package z nowymi celami dla EU średniej ogólnej emisji CO_2 w całej flocie w przypadku nowych samochodów i furgonetek.

STYCZEŃ 2018

Komisja publikuje dane dotyczące poziomu wycofywania samochodów nie spełniających wymagań w Europie. Dane są regularnie aktualizowane.

KWIECIEŃ 2018

Komisja proponuje New Deal for Consumers, zawierający europejskie zbiorowe prawo do odszkodowania.

MAJ 2018

Komisja prezentuje trzeci Mobility Package ze środkami bezpieczeństwa ruchu drogowego, pierwsze standardy dot. CO2 dla pojazdów ciężarowych o dużej ładowności w Europie, Action Plan dotyczący akumulatorów i strategię dotyczącą połączonej i zautomatyzowanej mobilności.

MAJ 2018

Komisja publikuje Komunikat Clean Air określający dostępne środki, aby pomóc Krajom Członkowskim w walce z zanieczyszczeniem powietrza i wypełnianiu norm jakości powietrza atmosferycznego.

WRZESIEŃ 2018

WLTP staje się obowiązkowe dla nowych samochodów. RDE staje się obowiązkowe dla pomiaru najdrobniejszych cząsteczek w nowych samochodach, i od września 2019 dla pomiaru NOx.

PAŹDZIERNIK 2018

Komisja wysyła swój raport do Parlamentu Europejskiego w odpowiedzi na rekomendacje komisji EMIS.

PAŹDZIERNIK 2018

Komisja inwestuje w dwa dodatkowe, super nowoczesne stanowiska/obiekty badawcze do testowania emisji przeprowadzonej przez Wspólne Centrum Badawcze w ISPRA (Włochy). Nowe laboratoria rozpoczynają badania samochodów w laboratorium (WPLT) oraz w warunkach rzeczywistej jazdy (RDE) w 2020.

LISTOPAD 2018 & STYCZEŃ 2019

spotkania techniczne z Państwami Członkowskimi służące dyskusji dot. działań następczych, najlepszych praktyk od czasu DIESELGATE.

STYCZEŃ 2019

Wejście w życie aktualizacji zasad WLTP i RDE umożliwiających niezależne testowanie używanych pojazdów.

LUTY 2019

Przesłuchanie w komisji ENVI PE ds. Monitorowania EMIS.

WRZESIEŃ 2019

Pomiary NOx dla wszystkich nowych samochodów sprzedawanych w Europie stały się obowiązkowe.

STYCZEŃ 2021

Wbudowane urządzenie monitorujące zużycie paliwa dla wszystkich nowych samochodów sprzedawanych w Europie staje się obowiązkowe.

Więcej w analizie Europejskiego Trybunału Obrachunkowego:

https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/brp_vehicle_emissions/brp_vehicle_emissions_pl.pdf

13 BIBLIOGRAFIA

1. Konstytucja Światowej Organizacji Zdrowia. 1948.

2. http://www.who.int/hia/examples/overview/whohia203/en/ . [Online]

3. Evolution of the Determinants of Health, Health Policy, and Health Information Systems in Canada, Am J Public Health. 2003 March; 93(3): 388–392.

4. http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/data-and-statistics .

5. EEA Report No 13/2017 "Air quality in Europe — 2017 report".

6. http://www.who.int/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action.

7. Krajowy bilans emisji SO2, NOx, CO, NH3, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2013 – 2014, KOBIZE.

8. Ambient (outdoor) air quality and health, 2 May 2018, WHO.

9. https://en.oxforddictionaries.com/definition/smog.

10. Sources and Types of Organic Pollutants, Dr.James G. Speight, in Environmental Organic Chemistry for Engineers, 2017.

11. Dane Głównego Urzędu Statystycznego, 2016.

12. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health .

13. Outdoor Air Pollution, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2013.

14. Faustini A, Stafoggia M, Colais P, et al. Air pollution and multiple acute respiratory outcomes. Eur Respir J 2013 ; Zhang J, Smith KR. Indoor air pollution: a global health concern. Br Med Bull 2003; Watson KE. Air pollution and heart disease. Rev Cardi.

15. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6138763/ .

16. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3404652/.

17. https://www.thelancet.com/journals/lanpla/article/PIIS2542-5196(18)30140-2/fulltext.

18. Exposure to ambient air pollution and prenatal and early childhood health effects, Lacasaña M1, Esplugues A, Ballester F., 2005.

19. https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health .

20. http://healpolska.pl/wp-content/uploads/2016/11/161115-prezentacja-Aneta-Ci%C5%9Blak.pdf .

21. Rak płuca w Polsce – perspektywa społeczna i medyczna, Instytut Zarządzania w Ochronie Zdrowia.

22. http://healpolska.pl/aktualnosci/rakotworcze-powietrze-kalkulacje-heal-dot-wplywu-zanieczyszczen-powietrza-na-zapadalnosc-na-nowotwor-pluca/ .

23. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK368013/ .

24. Air Pollution and Effects on Reproductive-System Functions Globally with Particular Emphasis on the Brazilian Population, Journal of Toxicology and Environmental Health Part B, 2010.

25. Jedrychowski W.A, Perera F.P, Maugeri U, Majewska R, Mroz E, Flak E, Camann D, Sowa A, Jacek R.: Long term effects of prenatal and postnatal airborne PAH exposures on ventilatory lung function of non-asthmatic preadolescent children. Prospective birth coh.

26. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3736369/ .

27. https://www.thelancet.com/journals/laneur/article/PIIS1474-4422(17)30462-3/fulltext .

28. https://www.who.int/ceh/risks/cehair/en/ .

29. Risk and Exposure Assessment to Support the Review of the NO2 Primary National Ambient Air Quality Standard, U.S. Environmental Protection Agency, 2008.

30. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe, WHO, 2015.

31. Modelowanie ekspertów Health and Environment Alliance odnoszące się do kosztu 2-tygodniowego epizodu smogowego w kilku polskich miastach, https://env-health.org/IMG/pdf/w.piestrzynska_wim_21.04.2016_pdf.pdf.

32. https://www.nature.com/articles/nature22086.

33. https://pulmonologia.mp.pl/aktualnosci/136508,co-roku-44-tys-polakow-umiera-przedwczesnie-z-powodu-smogu. Accessed August 16, 2018.

34. http://wyborcza.pl/TylkoZdrowie/7,137474,21810788,w-polsce-ponad-40-tys-osob-rocznie-umiera-z-powodu-smogu.html. Accessed August 16, 2018.

35. http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/1,34862,19138088,warszawa-nie-paryz-ani-nie-pekin-truja-nas-podwarszawskie.html. Accessed August 28, 2018.

36. Evelyn J. 1661. Fumifugium. London, Reprinted. 1961.

37. E.T. Wilkins. Air Pollution and the London Fog of December, 1952. Journal of the Royal Sanitary Institute. 1954;74(1):1–21.

38. Bell ML, Davis DL, Fletcher T. A Retrospective Assessment of Mortality from the London Smog Episode of 1952: The Role of Influenza and Pollution. Environ Health Perspect. 2003;112(1):6–8.

39. Dockery DW, Pope CA, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. New England journal of medicine. 1993;329(24):1753–9.

40. Touloumi G, Katsouyanni K, Zmirou D, et al. Short-term effects of ambient oxidant exposure on mortality: a combined analysis within the APHEA project. Air Pollution and Health: a European Approach. Am J Epidemiol. 1997;146(2):177–85.

41. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, et al. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. Epidemiology. 2001;12(5):521–31.

42. Samet JM, Dominici F, Zeger SL, et al. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part I: Methods and methodologic issues. Res Rep Health Eff Inst. 2000;(94 Pt 1):5-14; discussion 75-84.

43. Samet JM, Zeger SL, Dominici F, et al. The National Morbidity, Mortality, and Air Pollution Study. Part II: Morbidity and mortality from air pollution in the United States. Res Rep Health Eff Inst. 2000;94(Pt 2):5-70; discussion 71-9.

44. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. Air Pollution and Health: a European Approach. BMJ. 19.

45. Samoli E, Aga E, Touloumi G, et al. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. European Respiratory Journal. 2006.

46. https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/skad-sie-bierze-smog-i-jak-bardzo-winne-sa-auta-53970.html; June 12, 2018. Updated June 12, 2018. Accessed August 17, 2018.

47. Najwyższa Izba Kontroli. Informacja o wynikach kontroli: Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniami; 2014.

48. Katarzyna Maciejewska. Analiza krótkoterminowego wpływu różnych typów zanieczyszczeń pyłowych na zdrowie mieszkańców Warszawy. Politechnika Warszawska; 2017.

49. Badyda A. Wpływ ruchu drogowego na poziom zanieczyszczeń powietrza oraz ryzyko chorób układu oddechowego. Cz. I-opis zależności poziomów zanieczyszczeń od natężenia ruchu i innych wybranych parametrów z wykorzystaniem modeli statystycznych. Modelowanie In.

50. World Health Organization, Regional Office for Europe. 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.

51. Krzyzanowski M, Cohen A. Update of WHO air quality guidelines. Air Qual Atmos Health. 2008;1(1):7–13.

52. European Environment Agency. Air quality in Europe — 2017 report. European Environment Agency; 2017.

53. Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Wydział Ochrony Środowiska. Śląskie. Pełne czystej energii. Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego, Wydział Ochrony Środowiska. https://powietrze.slaskie.pl/. Accessed August 26, 2018.

54. Chorąży M, Szeliga J, Strózyk M, et al. Ambient air pollutants in upper Silesia: partial chemical composition and biological activity. Environ Health Perspect. 1994;102 Suppl 4:61–6.

55. Kuskowska K, Dmochowski D. Analiza rozkładu stężeń pyłu zawieszonego frakcji PM10, PM2, 5 i PM1, 0 na różnych wysokościach Mostu Gdańskiego. Zeszyty Naukowe SGSP/Szkoła Główna Służby Pożarniczej. 2016.

56. Rabczenko D, Wojtyniak B, Wysocki M, et al. Short-term effect of air pollution with sulphur dioxide, black smoke and nitrogen dioxide on mortality of urban Polish population. Przeglad epidemiologiczny. 2005;59(4):969–79.

57. Szafraniec K, Tecza W. The effect of short-term changes in levels of air pollution on mortality from cardiovascular diseases among inhabitants of Krakow. Przeglad lekarski. 1999;56(11):698–703.

58. Wojtyniak B, Piekarski T. Short term effect of air pollution on mortality in Polish urban populations-what is different? Journal of Epidemiology & Community Health. 1996;50(Suppl 1):S36-S41.

59. Kowalska M, Hubicki L, Zejda JE, et al. Effect of Ambient Air Pollution on Daily Mortality in Katowice Conurbation, Poland. Polish Journal of Environmental Studies. 2007;16(2):.

60. Kowalska M, Zejda EJ, Ośródka L, et al. Dzienna liczba hospitalizacji z powodu chorób układu krążenia i oddechowego a zanieczyszczenie powierza w Zabrzu, w latach 2001-2005. Probl Hig Epidemiol. 2008;89(1):41–6.

61. Zielinski M, Gasior M, Jastrzebski D, et al. Influence of Gaseous Pollutants on COPD Exacerbations in Patients with Cardiovascular Comorbidities. 2018.

62. Schwartz J. The distributed lag between air pollution and daily deaths. Epidemiology. 2000;11(3):320–6.

63. Wojtyniak B, Rabczenko D, Czarkowski M., et al. Ocena przyczyn podwyższonej umieralności ludności Polski na początku 2017 roku | Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny. http://www.pzh.gov.pl/ocena-przyczyn-podwyzszonej-umieralnos.

64. Badyda A, Lubiński W. Wpływ ruchu drogowego na poziom zanieczyszczeń powietrza oraz ryzyko chorób układu oddechowego. Cz. II - zastosowanie modeli regresji logistycznej w ocenie ryzyka wystąpienia chorób układu oddechowego wskutek oddziaływania zanieczysz.

65. Pikhart H, Bobak M, Gorynski P, et al. Outdoor sulphur dioxide and respiratory symptoms in Czech and Polish school children: a small-area study (SAVIAH). International archives of occupational and environmental health. 2001;74(8):574–8.

66. Wojtyniak B, Goryński P, Roszkowska H, et al. Domestic factors and respiratory symptoms in children. Przeglad epidemiologiczny. 1995;49(4):417–24.

67. Tainio M. Burden of disease caused by local transport in Warsaw, Poland. Journal of transport & health. 2015;2(3):423–33.

68. Clancy L, Goodman P, Sinclair H, et al. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. The Lancet. 2002;360(9341):1210–4.

69. Por. Banister D. (2008). The sustainable mobility paradigm. “Transport Policy” 15, ss. 73-80; Brog W., Erl E., Mense N. (2004). Individualised marketing: changing travel behaviour for a better environment. W: Communicating Environmentally Sustainable Tran.

70. Por. Bhalla K., Shotten M., Cohen A., Brauer M., Shahraz S., Burnett R., Leach-Kemon K., Freedman G., Murray C.J.L. (2014). Transport for Health: The Global Burden of DiseaseFrom Motorized Road Transport. World Bank Group, Washington, DChttp://documents.w.

71. INFRAS (2000). Traffic congestion, pollution and accidents result in significant direct and indirect costs. INFRAS Consulting Group for Policy Analysis and Implementation (www.INFRAS.ch) and IWW, Universitaet Karlsruhe, Germany (www.iww.uni-karlsruhe.de).

72. Szerzej: Korzhenevych A., Dehnen N., Bröcker J., Holtkamp M, Meier H., Gibson G., Varma A., Cox V. (2014). Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report. European Commission – DG Mobility and Transport, ss. 39-43.

73. Sokołowicz M.E. (2015). Rozwój terytorialny w świetle dorobku ekonomii instytucjonalnej. Przestrzeń-bliskość-instytucje. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, s. 43-44.

74. Korzhenevych A., Dehnen N., Bröcker J., Holtkamp M, Meier H., Gibson G., Varma A., Cox V. (2014). Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report. European Commission – DG Mobility and Transport, s. X.

75. Nieuwenhuijsen M.J., Khreis H., Verlinghieri E., Rojas-Rueda D. (2016). Transport And Health: A Marriage Of Convenience Or An Absolute Necessity. “Environment International” 88, s. 151; Unlocking new opportunities. Jobs in green and healthy transport, 201.

76. McGrath M. (2016). Four major cities move to ban diesel vehicles by 2025. ⟨http://www.bbc.com/news/science-environment-38170794⟩.

77. Dey S. , Caulfield B., Ghosh B. (2018). Potential health and economic benefits of banning diesel traffic in Dublin, Ireland, in press. https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.04.006. .

78. Nieuwenhuijsen M.J., Khreis H., (2016). Car free cities: Pathway to healthy urban living. “Environment International” 94, s. 251.

79. Bennett R., Vijaygopal R. (2018). An assessment of UK drivers’ attitudes regarding the forthcoming ban on the sale of petrol and diesel vehicles. “Transportation Research Part D” 62, s. 330.

80. Nieuwenhuijsen M.J., Khreis H., (2016). Car free cities: Pathway to healthy urban living. “Environment International” 94, s. 254.

81. Por. Douglas, M.J., Watkins, S.J., Gorman, D.R., Higgins, M. (2011). Are cars the new tobacco? „Journal of Public Health”. 33 (2), ss. 160-169.

82. Szerzej na temat wyceny środowiska i zasobów naturalnych oraz na temat wyceny kosztów zanieczyszczenia środowiska w: Sumarga E., Hein L., Edens B., Suwarno A. (2015). Mapping monetary values of ecosystem services in support of developing ecosystem accoun.

83. Korzhenevych A., Dehnen N., Bröcker J., Holtkamp M, Meier H., Gibson G., Varma A., Cox V. (2014). Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report. EuropeanCommission – DG Mobility and Transport, s. 4.

84. Cairns, S., Harmer, C., Hopkin, J., Skippon, S. (2014). Sociological perspectives on travel and mobilities: a review. "Transportation Research Part A: Policy and Practice" 63, ss. 107-117.

85. Aro, R. (2016). Normality against Sustainability - mobility practices of well-to-do households. "Environmental Policy and Governance". 26, ss. 116-128; Shove, E., Watson, M., Spurling, N. (2015). Conceptualizing connections: energy demand, infrastructure.

86. Southerton, D. (2013). Habits, routines and temporalities of consumption: from individual behaviours to the reproduction of everyday practices. "Time & Society". 22, ss. 335-355.

87. Bardzo często okazją do zmiany wzorców mobilności okazują się istotne momenty „przełomowe" w życiu człowieka, np. wyprowadzka z domu rodziców, zmiana miejsca zamieszkania, zmiana pracy, przejście na emeryturę. Docieranie do osób doświadczających takich mo.

88. Pérez K., Olabarria M., Rojas-Rueda D., Santamariña-Rubio E., Borrell C., Nieuwenhuijsen M. (2017). The health and economic benefits of active transport policies in Barcelona. "Journal of Transport & Health". 4, ss. 320-321.

89. Dey S. , Caulfield B., Ghosh B. (2018). Potential health and economic benefits of banning diesel traffic in Dublin, Ireland, in press. https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.04.006.

90. Ciccone A. (2018). Environmental effects of a vehicle tax reform: Empirical evidence from Norway. "Transport Policy" 69, s. 142.

91. COWI (2002). Fiscal Measures to Reduce CO2 Emissions from New Passenger Cars. Study contract for the EU Commission. DG Environment, Brussels.

92. Greene D. L., Patterson, P.D., Singh M., Jia L. (2005). Feebates, rebates and gas-guzzler taxes: a study of incentives for increased fuel economy. "Energy Policy". 33, ss. 757-775.

93. Ciccone A. (2018). Environmental effects of a vehicle tax reform: Empirical evidence from Norway. "Transport Policy" 69, ss. 149-150.

94. Bennett R., Vijaygopal R. (2018). An assessment of UK drivers' attitudes regarding the forthcoming ban on the sale of petrol and diesel vehicles. "Transportation Research Part D" 62, s. 330.

95. Brown A. E. (2017). Car-less or car-free? Socioeconomic and mobility differences among zero-car households. "Transport Policy" 60, ss. 152-159.

96. Nieuwenhuijsen M.J., Khreis H., (2016). Car free cities: Pathway to healthy urban living. "Environment International" 94, s. 259.

97. Korzhenevych A., Dehnen N., Bröcker J., Holtkamp M, Meier H., Gibson G., Varma A., Cox V. (2014). Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report. European Commission – DG Mobility and Transport, s. X.

98. Brog, W., Erl, E., Mense, N. (2004). Individualised marketing: changing travel behaviour for a better environment. In: Communicating Environmentally Sustainable Transport. The Role of Soft Measures. OECD, ss. 86-85.

99. Evans J.P. (2011). Resilience, ecology and adaptation in the experimental city. "Transactions of the Institute of British Geographers". 36, ss. 223-237.

100. Laakso S. (2017). Giving up cars – The impact of a mobility experiment on carbon emissions and everyday routines. "Journal of Cleaner Production", 169, ss. 135-142.

101. Quang Minh N. (2016). Application of "Car-Free City" and "City of Short Walks" to Living Quarters in Hanoi Towards Sustainable Mobility and Logistics. "Procedia Engineering" 142, s. 286.

102. Sokołowicz, M.E (2013). Wokół koncepcji zrównoważonego transportu. Ślepe tory polemik. „Kronika Miasta Łodzi" nr 2, ss. 21-22.

103. Hall, R.P., Gudmundsson, H., Marsden, G., Zietsman, J., 2014. Sustainable Transportation. Sage Publications, Incorporated.

104. Por. Klein N. (2018). Nie to za mało. Jak stawić opór polityce szoku i stworzyć świat, jakiego nam trzeba. Warszawa: Muza.

105. WHO. (2016). WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database. Available at: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/.

106. Rich, M., Broder, J. (2011). A Debate Arises on Job Creation and Environment. The New York Times, [online], Available at: https://www.nytimes.com/2011/09/05/business/economy/a-debate-arises-on-job-creation-vs-environmental-regulation.html.

107. 42 U.S.C. §7401 [1990].

108. U.S. Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation. (2011). The Benefits and Costs of the Clean Air Act from 1990 to 2020.

109. Luken, R A. (1985). The Emerging Role of Benefit-Cost Analysis in the Regulatory Process at EPA. Environmental Health Perspectives 62. p.373–379.

110. Exec. Order No. 12291, 3 C.F.R. page 121 (1981).

111. Hsu, S. L. (2004). Fairness versus efficiency in environmental law. Ecology LQ, 31, 303.

112. Shabecoff, P. (1981). Reagan order on cost-benefit analysis stirs economic and political debate. The New York Times, [online], https://www.nytimes.com/1981/11/07/us/reagan-order-on-cost-benefit-analysis-stirs-economic-and-political-debate.html.

113. Walras, L. (1900). Elements of Theoretical Economics.

114. Pope III, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K., & Thurston, G. D. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. Jama, 287(9), p.1132-1141.

115. Laden, F., Schwartz, J., Speizer, F. E., & Dockery, D. W. (2006). Reduction in fine particulate air pollution and mortality: extended follow-up of the Harvard Six Cities study. American journal of respiratory and critical care medicine, 173(6), p.667-672.

116. Graff Zivin, J., & Neidell, M. (2012). The impact of pollution on worker productivity. American Economic Review, 102(7), p.3652-73.

117. Avnery, S., Mauzerall, D. L., Liu, J., & Horowitz, L. W. (2011). Global crop yield reductions due to surface ozone exposure: 1. Year 2000 crop production losses and economic damage. Atmospheric Environment, 45(13), p.2284-2296.

118. Chen, J., Li, C., Ristovski, Z., Milic, A., Gu, Y., Islam, M. S., ... & Guo, H. (2017). A review of biomass burning: Emissions and impacts on air quality, health and climate in China. Science of the Total Environment, 579, p.1000-1034.

119. Hanna, R., & Oliva, P. (2015). The effect of pollution on labor supply: Evidence from a natural experiment in Mexico City. Journal of Public Economics, 122, p.68-79.

120. Wargocki, P., Clausen, G., & Fanger, P. O. (1996). Field study on addition of indoor air sensory pollution sources. In 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate.

121. Chay, K. Y., & Greenstone, M. (2005). Does air quality matter? Evidence from the housing market. Journal of political Economy, 113(2), p.376-424.

122. Smith, V. K., & Huang, J. C. (1995). Can markets value air quality? A meta-analysis of hedonic property value models. Journal of political economy, 103(1), p.209-227.

123. Holladay, J. (2011). Valuing the Clean Air Act: How Do We Know How Much Clean Air is Worth? Institute for Policy Integrity.

124. U.S. Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation. (2011). The Benefits and Costs of the Clean Air Act from 1990 to 2020. Table 5-6.

125. United Nations. (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision. https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2017-revision.html.

126. Rowlatt, P., Spackman, M., Jones, S., Jones-Lee, M., & Loomes, G. (1998). Valuation of deaths from air pollution. National Economic Research Associates for the Department of Environment, Transport, and the Regions and the Department of Trade and Industry.

127. Johansson, P. O., & Kriström, B. (2007). On a clear day you might see an environmental Kuznets curve. Environmental and Resource Economics, 37(1), p.77-90.

128. Hammitt, J. K. (2007). Valuing changes in mortality risk: lives saved versus life years saved. Review of Environmental Economics and Policy, 1(2), p.228-240.

129. Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. World development, 32(8), p.1419-1439.

130. Pigou, A.C. (1920). Economics of Welfare.

131. Greenstone, M. (2002). The Impacts of Environmental Regulations on Industrial Activity: Evidence from the 1970 and 1977 Clean Air Act Amendments and the Census of Manufactures. Journal of Political Economy, 110(6), p.1175-1219.

132. Goodstein, E. (1999). The trade-off myth: Fact and fiction about jobs and the environment. Island Press.

133. https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/zuzycie-paliw-i-nosnikow-energii-w-2016-roku,6,11.html

134. „Przemysł i handel naftowy – raport roczny 2016" POPHIN http://www.popihn.pl/raporty2.php

135. http://www.pzpm.org.pl/Rynek-motoryzacyjny/Park-pojazdow-zarejestrowanych/Tabele-Park-pojazdow-zarejestrowanych-w-Polsce-1990-2016

136. Raport branża motoryzacyjna w Polsce 2017/2018, Polski Związek Przemysłu Motoryzacyjnego przy udziale PWC, KPMG, CMS, Martini&CO, Warszawa 2017 http://www.pzpm.org.pl/Publikacje/Raporty/Raport-branzy-motoryzacyjnej-2017-18

137. https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/mordercze-spaliny.html

138. Czapiński , J., & Panek, T. (2015). Diagnoza społeczna 2015. Warunki i jakość życia Polaków [Social diagnosis 2015: Objective and subjective quality of life in Poland]. Research report. Online: http://www. diagnoza. com/pliki/raporty|-/Diagnoza_raport_2015. pdf. str 324

139. Hooper, William L. "Transportation: Burden or blessing to the urban environment?." Transportation Research 2.2 (1968): 177-185.

140. Chester, Mikhail V., and Arpad Horvath. "Environmental assessment of passenger transportation should include infrastructure and supply chains." Environmental research letters4.2 (2009): 024008.

141. Forsyth, Peter. "The impacts of emerging aviation trends on airport infrastructure." Journal of Air Transport Management 13.1 (2007): 45-52.

142. Héritier, H., Vienneau, D., Foraster, M., Eze, I. C., Schaffner, E., de Hoogh, K., ... & Pieren, R. (2018). A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: a nationwide cohort study in Switzerland. European Heart Journal.

143. Wardman, M. (1998). The value of travel time: a review of British evidence. Journal of transport economics and policy, 285-316.

144. Lutz, Catherine. "The US car colossus and the production of inequality." American Ethnologist 41.2 (2014): 232-245.

145. Stappers, N. E. H., Van Kann, D. H. H., Ettema, D., De Vries, N. K., & Kremers, S. P. J. (2018). The effect of infrastructural changes in the built environment on physical activity, active transportation and sedentary behavior–A systematic review. Health & place, 53, 135-146. Celis-Morales, C. A., Lyall, D. M., Welsh, P., Anderson, J., Steell, L., Guo, Y., ... & Gill, J. M. (2017). Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. bmj, 357, j1456.

147. Mandsager, Kyle, et al. "Association of Cardiorespiratory Fitness With Long-term Mortality Among Adults Undergoing Exercise Treadmill Testing." JAMA Network Open 1.6 (2018): e183605-e183605

148. Martin, Michelle, et al. "Traeddy: a stress sensitive traffic jam companion for car commuters." Proceedings of the Workshop on Human-Habitat for Health (H3): Human-Habitat Multimodal Interaction for Promoting Health and Well-Being in the Internet of Things Era. ACM, 2018.

149. Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniami. Wyniki kontroli NIK https://www.nik.gov.pl/kontrole/P/17/078/

150. https://www.pap.pl/aktualnosci/news%2C460280%2Cw-polsce-ok-44-tys-osob-przedwczesnie-umiera-z-powodu-zanieczyszczenia-powietrza.html.

151. Sheng, Hui, "Architecture Amidst Smog" (2017). Architecture Thesis Prep. 354.

152. https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3177294/The-smog-eating-TOWER-World-s-largest-air-purifier-building-suck-pollutants-skies-lock-inside-jewellery.html.

153. Pultarova T. Inspired ideas (2017). Built Environment - Pollution: Inspired ideas for purer air. Volume 12, Issue 4, 1 May 2017, p. 46 – 47, DOI: 10.1049/et.2017.0425 , Print ISSN 1750-9637, Online ISSN 1750-9645.

154. https://buduj.nl/wiadomosci/250-jak-sobie-radzic-ze-smogiem-holendrzy-znalezli-rozwiazanie.

155. https://zalajkowane.pl/vertical-forest/.

156. https://ec.europa.eu/research/horizonprize/index.cfm?prize=clean-air#winner.

157. Offer, G. J., et al. "Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system." Energy policy 38.1 (2010): 24-29.

158. https://www.ekologia.pl/styl-zycia/eko-auto/auta-na-wodor-bardziej-ekonomiczne-i-ciche,21059.htm.

159. https://autokult.pl/11543,samochody-napedzane-wodorem-jak-to-dziala.

160. http://gramwzielone.pl/magazynowanie-energii/30396/nissan-i-renault-wprowadza-baterie-ze-stalym-elektrolitem.

161. https://www.technologyreview.com/s/540806/how-artificial-intelligence-can-fight-air-pollution-in-china/.

162. https://wolnosc24.pl/2018/06/09/bosak-atakuje-prof-gwiazdowskiego-za-slowa-o-wolnosci-brak-ksztalcenia-z-zakresu-filozofii-i-historii-idei/, http://www.pap.pl/aktualnosci/news,1565956,kaczynski-wolnosc-jest-wartoscia-ktora-polacy-szczegolnie-cenia.html, h.

163. I. Berlin, Cztery eseje o wolności, Poznań 2000, s. 183-201. .

164. A. Lovejoy, Wielki łańcuch bytu, Warszawa 1999.

165. J. Sowa, Ciesz się późny wnuku! Kolonializm, globalizacja i radykalna demokracja, Kraków 2008, s. 85.

166. I. Berlin, Cztery eseje o wolności, Poznań 2000, s. 188.

167. J. Sowa, Ciesz się późny wnuku! Kolonializm, globalizacja i radykalna demokracja, Kraków 2008, s. 62.

168. J. Sowa, Ciesz się późny wnuku! Kolonializm, globalizacja i radykalna demokracja, Kraków 2008, s. 60.

169.http://www.unesco.pl/fileadmin/user_upload/pdf/Powszechna_Deklaracja_Praw_Czlowieka.pdf.

170. A. Bartuś, Rafał Lemkin – zapomniany polski prawnik, [w:] Krwawy cień genocydu. Część druga. Ludobójstwo – pamięć, dyskurs, edukacja, red. B. Machel-Telus, U. Markowska-Manista, L. M. Nijakowski, Warszawa 2017, s. 103-128.

171. A. Ganji, The Road to Democracy in Iran, London 2008, s. 7.

172. https://www.arslege.pl/wymiary-stanowisk-postojowych-dla-samochodow/k218/a23168/.

173. K. Pickett, R. Wilkinson, The Spirit Level: Why Greater Equality Makes Societies Stronger, New York 2010, s. 57, 58.

174. M. Dobrzański, P. Rosół, The Axiology of Space: Unnoticed Dimension of Mobility Managment, "Studies in Global Ethics and Global Education", no 2/2014, s. 65-78, URL: https://sgege.aps.edu.pl/api/files/view/19349.pdf.

175. J. S. Mill, On Liberty, Kitchener 2001, s. 92, 93.

176. M. Kucz, Economics Imperialism and some of its Unintended Consequences, "Studies in Global Ethics and Global Education", no 6/2016, s. 14-29, URL: https://sgege.aps.edu.pl/resources/html/article/details?id=145834.

177. http://www.pssekwidzyn.pl/wolnosc.pd.

178. A. Glikson, The Ecological Basis of Planning, The Hague 1971, s. 1.

179. J. Friedrich, T. Damasa, The History of Dioxide Emissions, URL: https://www.wri.org/blog/2014/05/history-carbon-dioxide-emissions.

180. H. Jonas, Zasada odpowiedzialności: etyka dla cywilizacji technicznej, Kraków 1996.

181. https://epha.org/wp-content/uploads/2018/11/embargoed-until-27-november-00-01-am-cet-time-ce-delft-4r30-health-impacts-costs-diesel-emissions-eu-def.pdf

182. WHO, 2018. Air Pollution and Child Health - Prescribing clean air, Geneva: World Health Organization

183. Dutch Health Council, 2018. Gezondheidswinst door schonere lucht, Den Haag: Gezondheidsraad (Dutch Health Council)

184. HEI, 2018. State of Global Air , Boston: Health Effects Institute.

185. EPA, 2016. Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen - Health Criteria, North Carolina: Environmental Protection Agency (EPA).

186. COMEAP, 2015. Statement on the evidence for the effects of nitrogen dioxide on health, Chilton: Committee on the Medical Effects of Air Pollutants (COMEAP).

187. WHO Europe, 2015. WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs): Meeting report, Copenhagen: World Health Organization.

188. http://ec.europa.eu/docsroom/documents/34028

14 SPIS TABEL

Tabela nr 1- Najczęściej stosowane metody pomiaru kosztów (niekorzyści) zewnętrznych powodowanych przez transport (83). 34

Tabela nr 2 - Korzyści w kluczowych efektach zdrowotnych wynikające z wprowadzenia CAAA w roku 2010 i 2020 (108)..... 47

Tabela nr 3 - Porównanie wycen wartości statystycznej życia w różnych badaniach (108) .. 48

Tabela nr 4 - Dynamika wzrostu konsumpcji paliw (rok 2015 i 2016)..... 52

Tabela nr 5 - Liczba i udział procentowy poszczególnych rodzajów pojazdów w strukturze parku..... 54

Tabela nr 6 - Liczba zweryfikowanych i niezweryfikowanych pojazdów na podstawie CEPiK 55

Tabela nr 7 - Udział w rynku nowych samochodów poszczególnych rodzajów napędów 58

Tabela nr 8 - Udowodnione i prawdopodobne efekty zdrowotne związane ze środowiskowym narażeniem na podwyższone stężenia NO_x ,$PM_{2,5}$ /PM_{10}, O_3, NLZO i WWA. 84

Tabela nr 9 - Główne wyniki: koszty zanieczyszczenia powietrza w transporcie drogowym w UE28 w 2016 r. oraz różne scenariusze w 2030 r. 88

15 SPIS WYKRESÓW

Wykres nr 1- Porównanie kosztów i zysków z wprowadzenia Clean Air Act (108) 45

Wykres nr 2 - Model zmian stężenia wybranych zanieczyszczeń w wyniku wprowadzenia i braku wprowadzenia regulacji Clean Air Act (108) 46

Wykres nr 3 - Zmiana w PKB i dobrobycie ekonomicznym USA spowodowana wprowadzeniem CAAA (w modelu uwzględniającym tylko koszty) oraz zmiana w modelu uwzględniającym koszty i korzyści (108) 47

Wykres nr 4 - Zestawienie danych za rok 2015 i 2016 - opracowanie własne – dane w tyś.m^3 51

Wykres nr 5 - Dynamika przyrostu nowo rejestrowanych pojazdów..... 53

Wykres nr 6 - Struktura parku pojazdów..... 54

Wykres nr 7 - Struktura wiekowa pojazdów 55

Wykres nr 8 - Podział ze względu na rodzaj napędu z uwzględnieniem wieku pojazdów 57

Wykres nr 9 - Dynamika zmian wzrostu sprzedaży pojazdów..... 58

Wykres nr 10 - Koszty zanieczyszczenia powietrza spowodowanego przez transport drogowy w Polsce - rok 2016 obliczony na podstawie współczynnika COPERT..... 89

Wykres nr 11 - Koszty zanieczyszczenia powietrza spowodowanego przez transport drogowy w Polsce - rok 2016 obliczony na podstawie współczynnika TRUE..... 89
Wykres nr 12 - Koszty zanieczyszczenia powietrza przez transport drogowy w Polsce (mln euro) 90

16 SPIS RYSUNKÓW

Rysunek nr 1 - Sekwencja analizy kosztów i zysków (123) 43
Rysunek nr 2 - Model przedstawiający porównanie zmian stężenia emisji w wyniku wprowadzenia i braku wprowadzenia regulacji Clean Air Act z 1990 roku (123)..... 43
Rysunek nr 3 - Krzywa Kuznetsa - hipotetyczna relacja dochodu per capita i degradacji środowiska (129) 49
Rysunek nr 4 - Porównanie całkowitych kosztów zanieczyszczenia powietrza EU28 w 2030 r. BAU i scenariuszy politycznych - zarówno dla COPERT, jak i skorygowanych wskaźników emisji w oparciu o inicjatywę TRUE. 87