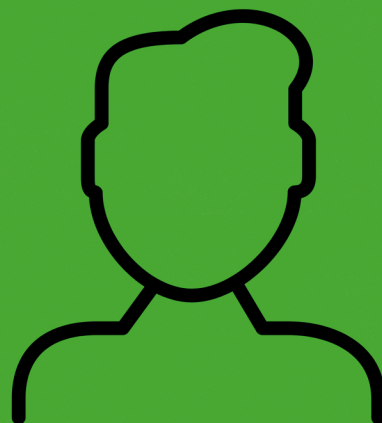


Zewnętrzne koszty zdrowotne emisji zanieczyszczeń powietrza z sektora bytowo-komunalnego

Szacunki na podstawie dostępnych danych



Zewnętrzne koszty zdrowotne emisji zanieczyszczeń powietrza z sektora bytowo-komunalnego

Szacunki na podstawie dostępnych danych



**MINISTERSTWO
PRZEDSIĘBIORCZOŚCI
I TECHNOLOGII**

Autor:

Łukasz Adamkiewicz

Recenzenci:

Michał Krzyżanowski, Krzysztof Skotak

SPIS TREŚCI

1. STRESZCZENIE.....	5
2. CEL	5
3. METODYKA	5
4. ANALIZA	6
4.1. Źródła emisji.....	6
4.2. Ekspozycja na pył zawieszony pochodzący z sektora niskiej emisji	7
4.3. Ocena populacji narażonej na zanieczyszczenia powietrza	8
4.4. Ocena skutków zdrowotnych ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza	9
4.5. Monetyzacja skutków zdrowotnych.....	10
5. WNIOSKI	11
6. OGRANICZENIA ZASTOSOWANEJ METODYKI	12

STRESZCZENIE

Zanieczyszczenie powietrza negatywnie oddziałuje na zdrowie. W Polsce największy wpływ na złą jakość powietrza, a tym samym na skutki zdrowotne, ma emisja z sektora bytowo-komunalnego zwanego potocznie „niską emisją”. Niniejsze opracowanie jest wynikiem przeprowadzonych analiz wykorzystujących zarówno metody międzynarodowe jak i dane krajowe, w tym pomiary GIOŚ, oraz informacje gromadzone w ramach statystyki publicznej (GUS). Skupiono się na skutkach ekspozycji na pył zawieszony $PM_{2.5}$. Uzyskany rezultat wskazuje, że w 2016 roku 19 tys. zgonów można przypisać emisji zanieczyszczeń z sektora bytowo-komunalnego. Zewnętrzne koszty zdrowotne wyniosły, w zależności od przyjętej metodyki, między 12,9 a 30,0 mld EUR w 2016 roku.

CEL

Głównym celem opracowania było oszacowanie zewnętrznych kosztów zdrowotnych sektora bytowo-komunalnego nazywanego powszechnie „niską emisją”. Opracowanie wykonano na podstawie ostatnich dostępnych danych. W opracowaniu wykorzystano również opublikowane raporty, oparte w większości przypadków na międzynarodowych statystykach. Uzyskane wyniki należy traktować jako wskaźnikowe, w szczególności te dotyczące całkowitych zewnętrznych kosztów zdrowotnych niskiej emisji wymagających przeprowadzenia szeregu dodatkowych badań, których zakres i charakter został wskazany w niniejszym opracowaniu.

METODYKA

Przyjęta w opracowaniu metodyka obliczenia zewnętrznych kosztów zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza oparta została na szczegółowych wytycznych opracowanych dla energetyki w ramach projektu ExternE w latach 90-tych, rozwinęta i uzupełniona w ramach projektu CAFE-CBA. Obejmuje 5 głównych etapów analiz:

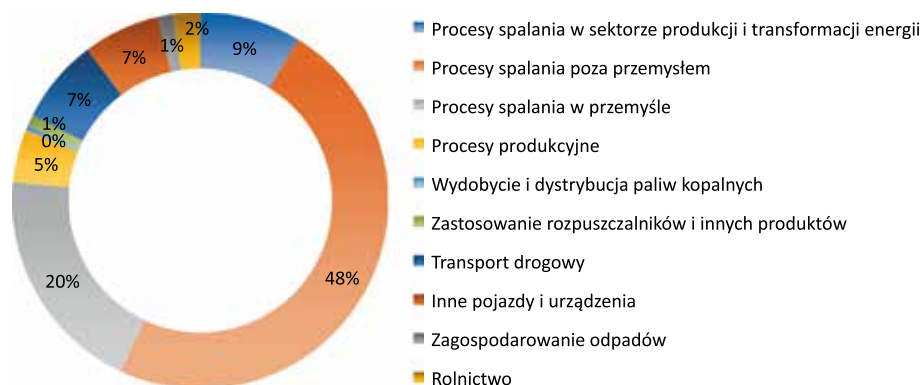
1. określenie wielkości emisji,
2. modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń,
3. ocena populacji narażonej na określone poziomy zanieczyszczeń powietrza,
4. obliczenie skutków zdrowotnych ekspozycji,
5. oszacowanie zewnętrznych kosztów zdrowotnych.

Każdy z wymienionych powyżej etapów musi być analizowany chronologicznie, a wyniki z jednego etapu mają istotne znaczenie dla kolejnego. Dlatego na przykład dokładność wykonania inwentaryzacji źródeł emisji i zastosowanych wskaźników do obliczeń wielkości emisji do atmosfery decyduje o uzyskanym poziomie narażenia (obliczonego z wykorzystaniem metod numerycznych przy stężeniach zanieczyszczeń na danym obszarze) i tym samym o szacowanych skutkach i kosztach. Tak więc w celu optymalizacji wydatków środków finansowych przeznaczanych na poprawę jakości powietrza i porównania ich ze zdrowotnymi kosztami zewnętrznymi, kluczowe jest stworzenie rzetelnej i wiarygodnej przestrzennej bazy emisji tak dokładnie, jak to jest tylko możliwe. Bez tego ocena skuteczności wdrażanych działań na poprawę jakości powietrza i tym samym na ograniczenie skutków zdrowotnych ekspozycji na zanieczyszczenia może być obarczona znacznym poziomem niepewności i prowadzić do wyciągnięcia nieprawdziwych wniosków.

ANALIZA

Źródła emisji

Określenie wielkości emisji zanieczyszczeń do atmosfery następuje w drodze szacunków źródeł emisji, procesów spalania oraz szeregu wskaźników określających zarówno zapotrzebowanie na energię, jak i efektywność jej produkcji. Najczęściej niezbędne dane do takich szacunków są rozproszone i znajdują się w różnych bazach danych. Obecnie dostępne dane różnią się między sobą metainformacjami (danymi opisowymi), zasięgiem przestrzennym, kategoriami czy też metodami i zakresem zbierania danych źródłowych. Powodem tego jest to, że te bazy tworzone nie są w sposób jednolity i w jednym celu – przeprowadzenia dokładnej inwentaryzacji źródeł. Obecnie prace nad krajową bazą danych punktowych, liniowych i obszarowych źródeł emisji trwają w Krajowym Ośrodku Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE), który stara się zintegrować wszystkie dostępne dane i przetworzyć je w jednolity sposób. W zależności od obszaru, jakim objęte są obliczenia, wyróżniamy w Polsce bazy o zasięgu krajowym (KOBIZE, GUS, GDDKiA, GIOŚ), regionalnym (WIOŚ, Urząd Marszałkowski, Wojewódzki Zarząd Dróg) oraz lokalnym (urzędy miast, urzędy gmin, zarządzający drogami). Obecnie dane o udziale emisji pochodzącej z poszczególnych sektorów w całkowitej emisji pyłów często wykorzystywane do porównań, pochodzą na ogół z bazy KOBIZE. Warto podkreślić, że dane te przedstawiają wartości średnie i nie odzwierciedlają w dostatecznie dokładny sposób warunków lokalnych (szacowane emisje w skali kraju są „rozkładane” w ramach różnych algorytmów na przestrzeni). Wynika to z tego, że krajowa inwentaryzacja emisji wykonywana jest na szczeblu krajowym w oparciu m.in. o bilans paliw, a nie na szczeblu lokalnym z uwzględnieniem lokalizacji pojedynczych źródeł emisji (z wyjątkiem dużych źródeł emisji punktowych). Ponadto do oceny udziału poszczególnych sektorów w poziomie zanieczyszczeń i narażenia populacji na $PM_{2.5}$ należy uwzględnić tworzenie się pyłów wtórnych z zanieczyszczeń gazowych w atmosferze, stąd uwzględnienie udziału niskiej emisji w emisji całkowitej nie może być utożsamiane z udziałem w jakości powietrza. Takie oszacowania są wynikiem modelowania matematycznego wykorzystującego m.in. dane o emisjach pyłów i gazów oraz o cyrkulacji i stanie atmosfery.



Wykres 1. Emisja pyłu $PM_{2.5}$ w Polsce w 2016 r. wg raportu KOBIZE

Dane o udziale niskiej emisji w zanieczyszczeniu powietrza wykorzystane w niniejszym opracowaniu pochodzą z raportu TSAP (Thematic Strategy on Air Pollution) opracowanego na zlecenie Komisji Europejskiej przez instytut IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis¹). Raport został wykonany w celu oceny skuteczności opracowanych scenariuszy redukcji emisji dla poszczególnych krajów członkowskich. Wyniki posłużyły następnie do oceny skutków zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza. Wyniki z tej oceny wykorzystywała Najwyższa Izba Kontroli w swoim raporcie „Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniami” opublikowanym w grudniu 2014 roku. Autorzy raportu TSAP przedstawili wynik modelowania stężenia pyłu $PM_{2.5}$ na obszarach zurbanizowanych wraz z udziałem głównych sektorów emisji w tym stężeniu. Nie uwzględniano przy tym wkładu lokalnego ruchu drogowego (w kanionie ulicy) do stężenia $PM_{2.5}$ wynoszącego średnio dla polskich miast $3,5 \mu g/m^3$. Zakładamy więc, że większość populacji nie jest narażona na te ograniczone przestrzennie zanieczyszczenia, gdyż ich miejsca zamieszkania nie są położone przy ruchliwych ulicach. Wyniki te przyjęto (przy założeniu dużego uproszczenia) w niniejszym opracowaniu do przeprowadzenia oceny udziału emisji pyłu $PM_{2.5}$ sektora bytowo-komunalnego („niska emisja”) w poziomie zanieczyszczeń powietrza (udział ten przyjęto jako jednakowy dla całego kraju). Dzięki temu możliwe było oszacowanie skutków zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza tylko dla tego sektora i tym samym do oszacowania zewnętrznych kosztów zdrowotnych.

¹ Urban PM2.5 levels under the EU Clean Air Policy Package TSAP Report #12, wykres 2.16, IIASA, 2014

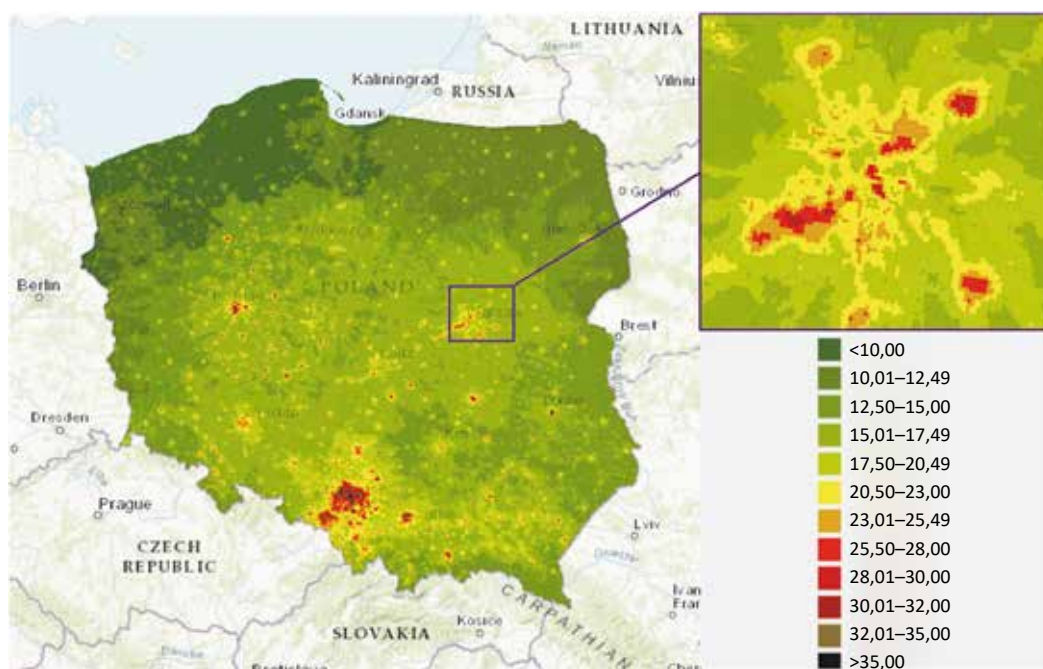
Tabela 1. Stężenia pyłu średniorocznego PM_{2,5} w roku 2009 w obszarach zurbanizowanych dla poszczególnych sektorów emisji na podstawie raportu TSAP

	Naturalne [µg/m³]	Przemysł i rolnictwo [µg/m³]	Transport i rolnictwo [µg/m³]	Niska emisja [µg/m³]
Naturalne	1,8	–	–	–
Transgraniczne	–	3,2	1,4	0,5
tło krajowe	–	5,3	0,9	3,3
tło miejskie	–	0,8	1,1	6,2
lokalny transport	–		3,5	
Udział sektorów (poza transportem lokalnym) [%]	7	38	14	41

Dla obszarów pozamiejskich wykorzystano wyniki pochodzące z publikacji Ulańczyk i wspł. z 2016² roku. W artykule autorzy obliczyli udziały sektora niskiej emisji w obszarach miejskich, wiejskich i komunikacyjnych. Udział niskiej emisji na terenach pozamiejskich wynosił 95% udziału niskiej emisji w terenach miejskich. Do oceny wielkości emisji w tym artykule autorzy wykorzystali dane pochodzące z GUS zebrane i uśrednione na poziomie gmin, a emisja została obliczona z uwzględnieniem lokalnego zapotrzebowania na ciepło (tzw. stopniodni). Stężenia obliczono z wykorzystaniem modelu matematycznego. Uwzględniono te wyniki w dalszych pracach i obliczeniach wykonanych na podstawie danych zawartych w raporcie TSAP. Do dalszej analizy wykorzystywano udział niskiej emisji w obszarach miejskich na poziomie 41%, a wiejskich 39%.

Ekspozycja na pył zawieszony pochodzący z sektora niskiej emisji

Poziom ekspozycji na zanieczyszczenie powietrza oceniany jest różnymi metodami. Najbardziej wiarygodną jest metoda wykorzystująca wyniki pomiarów wykonywanych na stacjach stacjonarnych z wyznaczoną reprezentatywnością przestrzenną. Takie analizy nie umożliwiają jednak dokonania oceny dla miejsc nie objętych pomiarami. Z tego powodu oceny prowadzi się z wykorzystaniem tzw. obiektywnych metod szacowania, przede wszystkim zastosowania modeli matematycznych i rzadziej również pomiarów wykonywanych metodami wskaźnikowymi (metodami pasywnymi).



Obrazek 1. Przykładowe wyniki modelowania matematycznego GIOŚ, PM_{2,5} dla wszystkich źródeł emisji 2016 r³

² Ocena wpływu procesów spalania paliw w sektorze komunalno-bytowym na stężenie pyłu zawieszonego w powietrzu na terenie Polski, Ulańczyk R. i wspł., Przemysł Chemiczny 95/3 (2016) str. 587–593, Tabela 4

³ Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, ocena jakości powietrza – modelowanie na potrzeby ocen, <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/modeling>

W opracowaniu do oceny narażenia populacji Polski na zanieczyszczenie powietrza drobnym pyłem zawieszonym wykorzystano dostępne wyniki pomiarów ze stacji Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ)⁴ dla pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz pyłu PM₁₀ z okresu 2009–2016 (ostatni zweryfikowany rok) z kompletnością serii pomiarowych powyżej 90% (minimum 329 dni z pomiarami). Ponieważ w 2009 roku funkcjonowały w Polsce 3 stacje pomiarowe pyłu PM_{2,5} oraz 26 pyłu PM₁₀ spełniające założone kryterium kompletności danych, zastosowano przelicznik udziału pyłu PM_{2,5} w pyłe PM₁₀. Przelicznik obliczono na podstawie danych pomiarowych z lat 2009–2016. Średni roczny udział pyłu PM_{2,5} w pyłe PM₁₀ wynosi 73,5%.

Do oceny narażenia obliczono średnie stężenie ważone populacyjnie, co pozwala na uwzględnienie wielkości populacji narażonej i jest stosowane przez Światową Organizację Zdrowia do oceny skutków zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza. Dane obliczono odrębnie dla obszarów miejskich i pozamiejskich. Wielkość narażonej populacji obliczono z uwzględnieniem podziału Polski na gminy wg NUTS (klasyfikacja Jednostek Terytorialnych do Celów Statystycznych).

Tabela 2. Stężenia pyłu PM_{2,5} ważone populacyjnie na obszarach miejskich i pozamiejskich w Polsce

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Obszar miejski [µg/m³]	24,5	26,0	27,1	30,1	28,4	24,8	26,0	24,5
Obszar pozamiejski [µg/m³]	14,9	13,9	18,8	17,5	15,1	15,4	16,8	15,6

Uzyskane wyniki były podstawą szacowanej ekspozycji na pył PM_{2,5} w Polsce i tym samym stanowiły dane wejściowe do oszacowania skutków zdrowotnych zanieczyszczenia powietrza.

Ocena populacji narażonej na zanieczyszczenia powietrza

Obliczenie skutków zdrowotnych ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza wymaga określenia wielkości i struktury wieku populacji, a także wykorzystania wskaźników stanu zdrowia. Ze względu na nierówności społeczne i zdrowotne wskaźniki te charakteryzują się dużą zmiennością przestrzenną. W analizach międzynarodowych na ogół przyjmuje się dane uśrednione dla kraju np. liczbę zgonów, hospitalizacji, absencji chorobowej. Wykorzystuje się również dane o chorobowości np. na POChP. Źródłem danych w Polsce mogą być bazy GUS, ZUS, NFZ, MZ, natomiast w przypadku wybranych grup chorób dane gromadzone mogą być dodatkowo przez organizacje naukowe lub stowarzyszenia lekarskie (np. w przypadku chorób układu oddechowego z oszacowań Polskiego Towarzystwa Chorób Płuc).

Dane wykorzystane w niniejszym opracowaniu pochodzą z bazy GUS z uwzględnieniem zmienności w latach i podziału na grupy wiekowe oraz miejsce (miasta i obszary poza nimi). Do analiz wybrano populację powyżej 30 lat, zgodnie z rekomendacją WHO dotyczącą szacowania wpływu zanieczyszczeń powietrza na umieralność. Uwzględniono wyłącznie zgony z przyczyn naturalnych. Jako zgony z przyczyn naturalnych przyjęto 95% zgonów w grupie powyżej 30 lat. Zgromadzone dane, poza oceną liczby przedwczesnych zgonów, posłużyły również do obliczenia utraconej długości życia w każdym przedziale wiekowym, co pozwoliło na oszacowanie podawanego w miesiącach skrócenia długości życia (liczby miesięcy życia dla danej grupy wiekowej).

Tabela 3. Populacja Polski terenów miejskich objęta analizą wpływu zanieczyszczeń powietrza na umieralność wg wieku (przedstawione wybrane lata)

Rok	2009		2011		2013		2015		2016	
Grupa wiek.	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony
30–34	1 945 701	2 221	1 982 313	2 096	2 033 532	1 987	2 029 428	1 977	2 001 447	2 036
35–39	1 623 321	2 975	1 753 007	3 010	1 855 154	2 866	1 931 093	2 859	1 938 142	2 870
40–44	1 381 613	4 425	1 418 945	4 181	1 507 176	3 995	1 634 337	3 934	1 707 030	4 001
45–49	1 522 565	8 146	1 424 324	6 901	1 361 416	6 123	1 358 397	5 807	1 380 440	5 770
50–54	1 915 994	15 544	1 771 704	13 754	1 566 454	11 689	1 421 929	10 032	1 377 621	9 445
55–59	1 864 266	21 479	1 917 607	20 720	1 891 850	20 349	1 778 286	18 877	1 690 981	17 747

⁴ Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, bank danych pomiarowych, bank danych pomiarowych, <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives>

Rok	2009		2011		2013		2015		2016	
Grupa wiek.	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony
60-64	1 418 207	22 285	1 652 505	24 785	1 739 673	26 733	1 796 169	26 958	1 799 856	26 488
65-69	897 614	21 467	968 643	20 560	1 194 929	24 669	1 446 477	29 342	1 517 382	30 825
70-74	865 028	30 216	850 690	27 677	814 132	26 115	795 933	24 671	864 134	24 564
75-79	705 777	40 580	718 078	36 810	727 188	36 223	730 072	34 898	720 712	32 991
80-84	458 768	44 950	502 811	44 028	528 975	45 639	541 130	44 606	550 700	42 211
85+	284 927	55 103	331 443	58 970	375 956	67 046	430 697	75 635	457 680	75 533
30+ ogółem	14 883 781	269 391	15 292 070	263 492	15 596 435	273 434	15 893 948	279 596	16 006 125	274 481

Tabela 4. Populacja Polski terenów pozamiejskich objęta analizą wpływu zanieczyszczeń powietrza na umieralność wg wieku (przedstawione wybrane lata)

Rok	2009		2011		2013		2015		2016	
Grupa wiek.	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony	populacja	zgony
30-34	1 089 231	747	1 158 957	724	1 201 666	643	1 216 046	643	1 215 904	683
35-39	1 015 336	1 021	1 111 313	1 026	1 149 119	921	1 171 753	941	1 175 070	934
40-44	950 875	1 538	991 751	1 447	1 039 072	1 352	1 096 225	1 312	1 124 740	1 314
45-49	1 007 266	2 815	987 139	2 372	972 152	2 087	975 628	1 979	990 234	1 981
50-54	1 078 069	4 942	1 077 114	4 578	1 032 834	3 977	986 373	3 484	973 787	3 304
55-59	943 647	6 760	999 035	6 610	1 044 980	6 542	1 058 764	6 214	1 046 901	5 997
60-64	703 052	6 932	819 042	7 765	880 478	8 383	930 367	8 533	951 955	8 434
65-69	481 509	6 598	491 099	6 284	594 729	7 499	715 281	9 119	755 509	9 760
70-74	505 431	9 763	477 626	8 848	438 322	8 150	412 300	7 600	435 626	7 613
75-79	448 890	13 317	428 588	12 006	420 166	11 630	409 260	11 188	398 202	10 569
80-84	318 101	14 885	331 683	14 667	330 403	14 770	321 581	14 393	318 621	13 633
85+	195 425	18 450	224 354	19 402	247 808	21 787	273 687	24 194	284 839	24 234
30+ ogółem	8 736 832	87 768	9 097 701	85 729	9 351 729	87 741	9 567 265	89 600	9 671 388	88 456

Należy zaznaczyć, że populacja Polski starzeje się, dlatego liczba osób w grupie wiekowej 30+ rośnie z każdym kolejnym rokiem, co również przekłada się na liczbę zgonów z przyczyn naturalnych w tej grupie. Zatem rok 2016 przy tym samym stężeniu, które notowano w roku 2009, charakteryzować się będzie większą liczbą przedwczesnych zgonów z powodu zanieczyszczeń powietrza.

Ocena skutków zdrowotnych ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza

Wpływ zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym na zdrowie Polaków obliczono wykorzystując dane demograficzne i te dotyczące jakości powietrza, korzystając z funkcji stężenie-odpowiedź (CRF, Concentration-Response Functions). Do diagnozy posłużyły też wyniki badań epidemiologicznych i wnioski z raportu WHO⁵.

Powstałe w ten sposób modele pozwalają określić, jak duży jest wzrost ryzyko wystąpienia konkretnego skutku zdrowotnego (np. przedwczesnej śmierci), gdy wzrasta stężenie danej substancji o określoną wartość. Można więc zbadać, jaki wpływ na nasze zdrowie ma zanieczyszczenie powietrza. Wymaga to posiadania wiarygodnych danych o stężeniu oraz o narażonej populacji.

Obliczenia wykonano na podstawie średniego stężenia pyłu PM_{2,5} ważonego populacyjnie. Uwzględniono osobno populację terenów zurbanizowanych i pozamiejskich oraz udział niskiej emisji (odpowiednio 41% i 39%) w stężeniu pyłu PM_{2,5}. Analizę wykonano dla lat 2009-2016. Skutki zdrowotne zanieczyszczenia powietrza przedstawiono jako liczbę przed-

⁵ Health risks of air pollution – HRAPIE project. WHO 2013 http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1

wczesnych zgonów, utracone lata życia oraz miesiące na osobę z powodu narażenia na pyły $PM_{2.5}$ pochodzące z sektora bytowo-komunalnego.

Tabela 5. Szacowane skutki zdrowotne sektora niskiej emisji na zdrowie populacji Polskiej obszarów miejskich

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Liczba przedwczesnych zgonów	16 800	17 217	18 920	18 409	16 322	16 569	16 488	14 982
Liczba utraconych lat życia	285 441	304 452	344 420	326 956	288 793	307 784	284 779	266 008
liczba utraconych miesięcy życia na osobę	8,8	9,2	10,4	9,8	8,5	9,1	8,4	8,0

Tabela 6. Szacowane skutki zdrowotne sektora niskiej emisji na zdrowie populacji Polskiej obszarów pozamiejskich

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Liczba przedwczesnych zgonów	2 835	3 757	3 478	3 089	3 139	3 335	3 253	4 008
Liczba utraconych lat życia	106 995	158 772	150 815	130 484	134 593	153 327	136 970	176 610
liczba utraconych miesięcy życia na osobę	5,9	8,3	7,8	6,6	6,7	7,6	6,8	8,7

Tabela 7. Szacowane skutki zdrowotne sektora niskiej emisji na zdrowie populacji Polskiej sumarycznie

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Liczba przedwczesnych zgonów	19 635	20 975	22 398	21 498	19 460	19 905	19 741	18 990
Liczba utraconych lat życia	392 436	463 224	495 235	457 440	423 386	461 112	421 749	439 980

Liczba przedwczesnych zgonów związanych z „niską emisją” kształtuje się w przedziale 19–22 tys. rocznie. Zależy to od poziomu stężeń obserwowanych w danym roku oraz wielkości i struktury wiekowej narażonej populacji oraz wskaźników umieralności. Te same wyniki można również przedstawić za pomocą innej statystyki według której, populacja Polski co roku traci ok. 392–495 tys. lat życia. Często wykorzystywanym wskaźnikiem jest wartość charakteryzująca skrócenie życia dla osób w wieku 30+. Wskaźniki skrócenia długości życia dla Polski związanego z udziałem niskiej emisji w jakości powietrza zawiera się w przedziale 8,0–10,4 miesiąca dla terenów miejskich i 5,9–8,7 miesiąca dla obszarów pozamiejskich. Należy podkreślić, że są to wyniki szacunkowe, które zakładają pewien stały udział niskiej emisji w pyłe $PM_{2.5}$. Ponadto na obszarach pozamiejskich, szczególnie na wsiach, poziomy stężeń mogą być niedoszacowane (brak stacji pomiarowych zlokalizowanych na wsiach).

Monetyzacja skutków zdrowotnych

Poziom skutków zdrowotnych wynikających z ekspozycji na zanieczyszczenia powietrza, nie zawsze przekonuje decydentów o tym, jak ważne są działania mające na celu poprawę jakości powietrza, szczególnie w kontekście rachunku kosztów i korzyści. Korzystając z wartości monetarnej przypisywanej zdrowiu, można szacować wielkość zewnętrznych kosztów zdrowotnych związanych z nieodpowiednią jakością powietrza atmosferycznego. Mając na uwadze, że największe koszty związane z utratą zdrowia generowane są w wyniku przedwczesnych zgonów, są one w literaturze naukowej opisane najszerzej. Istnieją różne metody ich szacowania. Najpopularniejszą jest WTP – Willingness to Pay. Metoda ta bazuje głównie na narzędziu ankietowym, na podstawie którego ocenia się gotowość respondentów do poniesienia określonej opłaty, aby nie stracić własnego życia (lub życia osób bliskich) bądź jego roku. Zaletą jej jest uwzględnianie życia jako wartości etycznej, jak i osób niepracujących. Wadą może być zawyżanie kosztów, ponieważ wynik ankiety jest subiektywny i może niedokładnie odwzorowywać rzeczywistości, tj. dana osoba może nie poświęcić zadeklarowanej wartości pieniężnej w celu ochrony swojego życia. Alternatywą może być określenie strat w gospodarce w związku z przedwczesnym zgonem osób w wieku produkcyjnym. Jednak metoda ta nie brałaby pod uwagę: kosztów leków, systemu opieki medycznej i ubezpieczeń społecznych, wpływu na zmiany w zarobkach pozostałych członków rodziny, itd.

Do określenia zewnętrznych kosztów zdrowotnych w tej analizie wykorzystano dostępne wyceny wartości przedwczesnych zgonów i utraconych lat życia. Analizowano wskaźniki: Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD),

Banku Światowego, Unii Europejskiej i publikację naukową uwzględniającą m.in. obszar Polski (Desaigues i wspł. 2010⁶). Wszystkie wskaźniki WTP bazują na narzędziu ankietowym, większość z nich odnosi wyniki do stosunku pomiędzy średnim PKB grupy krajów a poszczególnym krajem. Wynikiem badań uwzględniających dane z Polski, jest praca Desaigues i wspł., *Economic valuation of air pollution mortality: A 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY)*. Autor w niniejszej analizie przyjął te wartości jako minimum kosztu jednostkowego zdrowia. Za wartość maksymalną przyjęto wartość statystycznego życia (Value of Statistical Life, VSL) z projektu OECD⁷, w związku z tym, że wykorzystywana jest w opracowaniach międzynarodowych, do oceny skutków zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza we wszystkich krajach. Wskaźnik minimalny to 25 tys. euro (wartość z 2010 roku) dla wartości utraconego roku życia, a maksymalna to 1,57 mln euro⁸ (wartość z 2010 roku) dla przedwczesnego zgonu. Należy podkreślić, że są to oszacowania dotyczące różnych wskaźników, a jeden przedwczesny zgon równa się kilkunastu latom życia.

Tabela 8. Zewnętrzne koszty zdrowotne niskiej emisji w Polsce z podziałem na obszary miejskie i wiejskie dla lat 2009–2016

Źródło wskaźnika kosztów zdrowotnych	Lata	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Obszary	[mld EUR 2010]							
Desaigues i wsp. utracone lata życia	Miejskie	8,3	8,8	10,0	9,5	8,4	8,9	8,3	7,6
OECD przedwczesne zgony		26,5	27,2	29,8	29,0	25,7	26,1	26,0	23,6
Desaigues i wsp. utracone lata życia	Wiejskie	3,1	4,6	4,4	3,8	3,9	4,4	4,0	5,1
OECD przedwczesne zgony		4,5	5,9	5,5	4,9	5,0	5,3	5,1	6,3
Desaigues i wsp. utracone lata życia	Razem	11,4	13,4	14,4	13,3	12,3	13,4	12,2	12,8
OECD przedwczesne zgony		31,0	33,1	35,3	33,9	30,7	31,4	31,1	30,0

W 2016 roku zewnętrzne koszty zdrowotne niskiej emisji w Polsce wynosiły, w zależności od przyjętej metodyki wyceny zdrowia, między 12,8 mld euro a 30,0 mld euro (wartość waluty z 2010 roku). Wartość jest wyższa dla obszarów miejskich, co wynika głównie z większej populacji mieszkającej na tym obszarze, a nie jakości powietrza. W przeliczeniu na mieszkańca Polski, w 2016 roku zewnętrzny koszt zdrowotny niskiej emisji na osobę wynosił między 300 a 800 euro.

WNIOSKI

Sektor bytowo-komunalny powszechnie nazywany tzw. „niską emisją”, znacząco przyczynia się do obserwowanej w Polsce złej jakości powietrza. Udział tego sektora w stężeniu pyłu zawieszonego PM_{2.5} wynosi dla obszarów miejskich 41%, a dla pozamiejskich 39%. Oszacowano, że na skutek ekspozycji na zanieczyszczenie powietrza w 2016 roku, na obszarze miejskim przedwcześnie umarło 15 tys. osób, a na terenach położonych poza miastami, liczba ta wyniosła 4 tys. W związku z tym, ilość utraconych lat życia wyniosła 266 tys. dla miast i 177 tys. dla pozostałych obszarów.

Wartym podkreślenia jest fakt, że większa liczba skutków zdrowotnych w miastach w stosunku do obszarów pozamiejskich, nie wynika tylko i wyłącznie z odmiennej jakości powietrza, ale również ze struktury populacji i z reguły gorszych wskaźników umieralności. Monetyzując te statystyki, w zależności od przyjętej metody, niska emisja w 2016 roku na terenie Polski generowała między 12,8 a 30,0 mld euro w postaci zewnętrznych kosztów zdrowotnych. Niepewność tych szacunków mogłyby zmniejszyć dokładniejsze przestrzenne dane o emisjach zanieczyszczeń, zweryfikowane w warunkach polskich modele przemian i transportu zanieczyszczeń, które przypisują narażenia na zanieczyszczenia powietrza różnym źródłom zanieczyszczeń (sektorom) o większej rozdzielczości przestrzennej. Pomóc mogłyby też krajowe szacunki wartości zdrowia.

⁶ Economic valuation of air pollution mortality: A 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY), Desaigues B, i wspł. Ecological Indicators 11 (2011) 902–910, wnioski

⁷ OECD (2014), The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264210448-en>, tabela 2.13

⁸ Wartość w Euro obliczono na podstawie VSL=2,09 mln USD podanej w raporcie OECD oraz średniej wartości EUR/USD w 2010 roku wynoszącej 1,33 (<https://www.statista.com/statistics/412794/euro-to-u-s-dollar-annual-average-exchange-rate/>)

OGRANICZENIA ZASTOSOWANEJ METODYKI

Autorzy mają świadomość, że charakter niniejszego opracowania jest szacunkowy ze względu na dostępność danych. Poniżej przedstawiono ograniczenia każdego etapu analizy.

Obecnie nie istnieje zweryfikowana i dostępna jednolita baza inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń w Polsce, umożliwia-
jąca wykonanie analiz z uwzględnieniem zróżnicowania lokalnego. Dostępne informacje na poziomie krajowym zawiera
baza KOBIZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami), lecz tylko w zakresie dużych źródeł emisji lub war-
tości na poziomie krajowym. Inną bazą emisji jest baza opracowana dla GIOŚ (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska)
i wykorzystywana do modelowania jakości powietrza w skali kraju. W przypadku KOBIZE, emisja lokalna jest szacowana
metodą top – down, a wyniki uzyskiwane dla obszarów mniejszych niż kraj, obarczone są bardzo dużym poziomem nie-
pewności. Baza danych GIOŚ nie jest powszechnie dostępna i podlega cały czas weryfikacji. Z tego powodu nie było rów-
nież możliwe jej wykorzystanie i uruchomienie modelu przenoszenia i przemian zanieczyszczeń w atmosferze, a w zależ-
ności od możliwości użycia różnych modeli, należało liczyć się również z kolejną niepewnością. Dlatego w niniejszej
analizie, by uniknąć uwzględniania niezawerifikowanych danych pochodzących z samej inwentaryzacji emisji i zastoso-
wanego modelu, skorzystano z oszacowania TSAP dla obszarów miejskich z 2009 roku (złożono stały udział tego sektora
w zanieczyszczeniu powietrza w latach 2010–2016) i obliczono stężenia wynikające z niskiej emisji na podstawie stężeń
pochodzących ze stacji pomiarowych na danym terenie. Autorzy przyjęli, że wyniki uzyskane przez IIASA mają identyczną
niepewność dla całej Europy i tym samym są porównywalne między sobą, a samo modelowanie wykorzystane i uznane
przez Komisję Europejską – za wiarygodne. Ze względu na relatywnie niewielką skuteczność podejmowanych w analizo-
wanym okresie działań w zakresie ograniczania niskiej emisji w Polsce (potwierdzonej pośrednio corocznymi raportami
GIOŚ i EAŚ), założono też stały udział sektora bytowo-komunalnego w czasie. Ponadto założono brak zmienności w róż-
nicy udziałów pomiędzy terenami miejskimi a wiejskimi w stężeniach $PM_{2.5}$.

Dostępne dane uniemożliwiają ocenę niepewności wyników modelowania stężeń zanieczyszczeń pochodzących z sek-
tora niskiej emisji. Obliczenia oparto na podstawie stacji pomiarowych, zatem nie przedstawiają dokładnie sytuacji na
obszarach, gdzie nie ma monitoringu. Założono, że stacje pomiarowe są wystarczające do oszacowania ekspozycji na
jakie narażone są Polacy zarówno mieszkających w miastach jak i poza nimi.

Dostępna statystyka dotycząca zgonów publikowana w bazie GUS obejmuje tylko obszary powiatów. Brak jest danych dla
gmin. Założono więc identyczną wartość wskaźnika umieralności w całym powiecie, co nie uwzględnia istniejących różnic
między obszarami miejskimi i pozamiejskimi. Dodatkowo oszacowanie skutków zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza
ograniczono do umieralności ogółem oraz grupy wiekowej 30+ lat. Nie uwzględnia się zatem skutków zanieczyszczeń
powietrza wśród noworodków, dzieci i młodzieży.

Niniejsza analiza dotyczy wyłącznie przedwczesnych zgonów oraz liczby utraconych lat życia. Jest to związane z anali-
zami, wykonanymi w ramach raportu TSAP, w których skupiano się głównie na wspomnianych skutkach. Na podstawie
bieżącej wiedzy, korzystając z funkcji CFR opracowanych w ramach metaanaliz prezentowanych m.in. w raportach WHO
i analizując wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, można określić liczbę: osób dorosłych chorujących na prze-
wlekłe zapalenie oskrzeli, dni absencji chorobowej, symptomów astmy wśród dzieci, hospitalizowanych osób z powodu
zaostrzeń chorób uk. krążenia bądź uk. oddechowego. Niniejsza analiza uwzględnia zatem tylko część skutków zdrowot-
nych wywołanych ekspozycją na złą jakość powietrza.

Wskaźniki Willinges to Pay WTP nie dotyczą bezpośrednio strat w gospodarce w rozumieniu fiskalnym. Dla przykładu
jeśli ktoś nie będzie hospitalizowany, to budżet Państwa nie zmniejszy wydatków na służbę zdrowia, jednak zwiększyć
się może jakość opieki zdrowotnej. Analiza nie obejmuje innych skutków niż przedwczesne zgony, jednak w przypadku
zewnętrznych kosztów zdrowotnych, to one generuje największą wartość. Dodatkowo brak jest wskaźników obliczonych
w Polsce, zatem wartości wykorzystane w niniejszej analizie powstały na tzw. statystycznej populacji międzynarodowej.
Wskaźniki jednostkowe WTP są jednakowe dla obszarów miejskich i wiejskich.

