
**Analiza redukcji skutków zdrowotnych
w wyniku poprawy jakości powietrza
w okresie 2018-2022
w województwach:
małopolskim, mazowieckim, śląskim**

RAPORT



**E U R O P E J S K I E
C E N T R U M
C Z Y S T E G O
P O W I E T R Z A**

AUTORZY:

**FUNDACJA EUROPEJSKIE CENTRUM CZYSTEGO POWIETRZA:
KATARZYNA MACIEJEWSKA, ŁUKASZ ADAMKIEWICZ, DOMINIKA MUCHA**

Warszawa, marzec 2024

CEL

Celem analizy było sprawdzenie, jak poprawa jakości powietrza pod względem stężeń pyłu $PM_{2.5}$ na przestrzeni lat 2018-2022 przełożyła się na zmniejszenie liczby przedwczesnych zgonów oraz nagłych hospitalizacji z przyczyn kardiologicznych i pulmonologicznych. Rokiem bazowym był rok 2017, a obliczenia przeprowadzono dla trzech województw: małopolskiego, mazowieckiego i śląskiego, w podziale na powiaty. Dodatkowo odrębnie uwzględniona została Warszawa w podziale na dzielnice.

Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem metodyki oceny wpływu długookresowej ekspozycji zanieczyszczeń powietrza na zdrowie populacji generalnej, stosowanej przez Światową Organizację Zdrowia (WHO). Zakres obliczeń obejmował wykonanie analiz w oparciu o potwierdzone naukowo zależności pomiędzy zanieczyszczeniem powietrza a umieralnością oraz nagłymi hospitalizacjami z przyczyn kardiologicznych i pulmonologicznych. Wyniki przedstawiono w tabelach i na mapach dla poszczególnych województw (szczegółowy opis metodyki przedstawiony jest na końcu opracowania).

PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH WYNIKÓW

Przeprowadzone analizy wskazują, że spadek średniorocznych stężeń pyłu $PM_{2.5}$ w okresie **2018-2022** spowodował znaczną redukcję liczby przypadków przedwczesnych zgonów przypisywanych narażeniu na pył $PM_{2.5}$ w analizowanych województwach. Łącznie przez **5 lat** unikniętych zostało w województwie małopolskim **5900 przedwczesnych zgonów**, **6723 w województwie mazowieckim (z czego 2382 w Warszawie)** i **12571 w województwie śląskim**. Poprawa jakości powietrza pozwoliła także na znaczną **redukcję liczby nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych (5086 przypadków w woj. małopolskim, 5615 w woj. mazowieckim i 9086 w woj. śląskim)** – por. Tabela 1.

Nadal jednak potrzebne są działania mające na celu dalsze obniżanie stężeń pyłu $PM_{2.5}$ – przynajmniej do poziomu progowego określonego w propozycji nowej **Dyrektywy AAQD (średnioroczne stężenie $PM_{2.5} = 10 \mu g/m^3$)**. Pozwoliłoby to **co roku** na uniknięcie dalszych 2255 przedwczesnych zgonów w województwie małopolskim, 2735 w województwie mazowieckim i 4611 w województwie śląskim. Przyczyniłoby się także do zmniejszenia liczby nagłych przyjęć do szpitali na skutek chorób układu krążeniowo-oddechowego: rocznie w województwie małopolskim można by uniknąć 1795 przypadków, 2190 w mazowieckim oraz 2991 w śląskim.

Tabela 1. Redukcja skutków zdrowotnych dzięki spadkowi stężeń pyłu PM_{2.5} w latach 2018-2022 oraz potencjał dalszej poprawy zdrowia publicznego przy osiągnięciu nowego poziomu dopuszczalnego PM_{2.5} według dyrektywy AAQD (10 µg/m³).

Województwo	Liczba unikniętych przypadków dzięki poprawie jakości powietrza w latach 2018-2022		Co jeszcze można osiągnąć? O ile mniej przypadków rocznie występowałyby, gdyby osiągnięty został nowy poziom dopuszczalny wg dyrektywy AAQD (10 µg/m ³)	
	Przedwczesne zgony	Nagłe hospitalizacje kardiologiczne i pulmonologiczne	Przedwczesne zgony	Nagłe hospitalizacje kardiologiczne i pulmonologiczne
Małopolskie				
Liczba osób	5900	5086	2255	1795
Liczba osób na 100 tysięcy mieszkańców	178	153	-	-
Mazowieckie				
Liczba osób	6723	5615	2735	2190
Liczba osób na 100 tysięcy mieszkańców	123	102	-	-
Śląskie				
Liczba osób	12571	9086	4611	2991
Liczba osób na 100 tysięcy mieszkańców	293	92	-	-

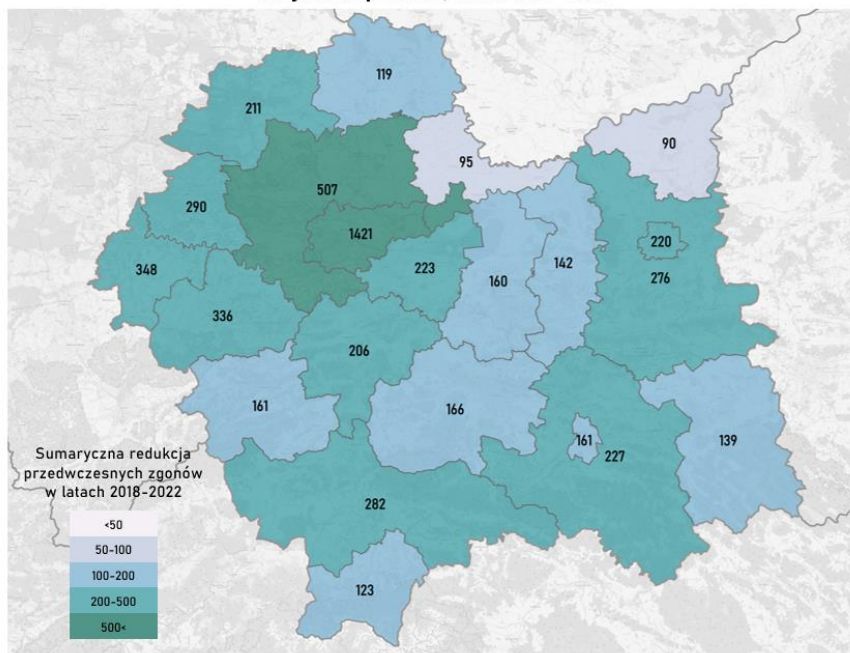
SZCZEGÓLWE OMÓWIENIE WYNIKÓW

W niniejszej sekcji przedstawiono wyniki obliczeń dla trzech analizowanych województw w podziale na powiaty. Na poszczególnych mapach zaprezentowano centralne wartości wyników, zaś w tabelach pokazane zostały dodatkowo dolne i górne granice zakresu oszacowania.

Województwo małopolskie

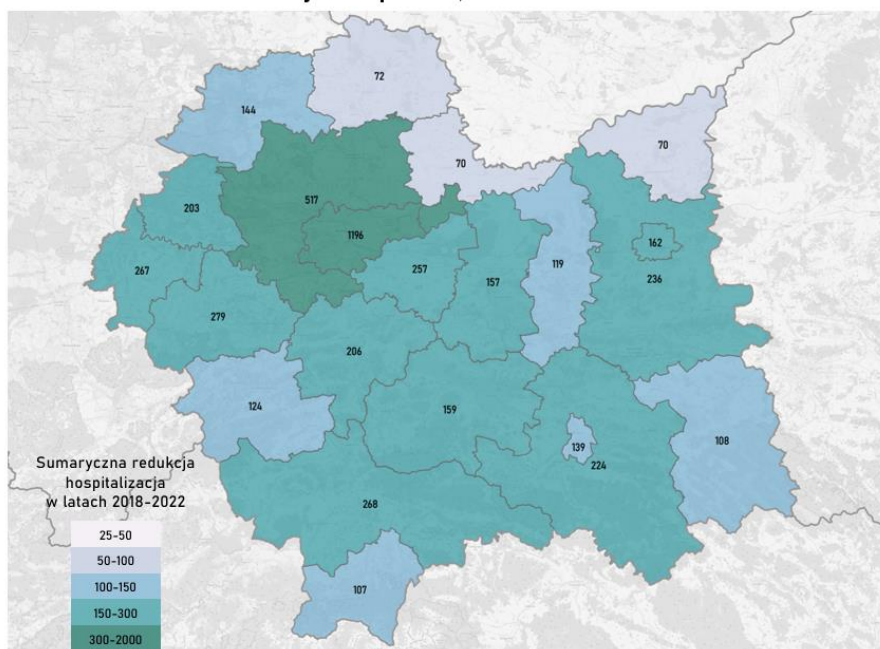
Poniższy rysunek przedstawia wyniki obliczeń redukcji skutków zdrowotnych w województwie małopolskim, w podziale na poszczególne powiaty.

**Redukcja przedwczesnych zgonów dzięki poprawie jakości powietrza
- woj. małopolskie, lata 2018-2022**



Rysunek 1. Sumaryczna redukcja liczby przedwczesnych zgonów w poszczególnych powiatach województwa małopolskiego w okresie 2018-2022, przypisywana spadkowi średniorocznych stężeń pyłu $PM_{2.5}$.

Redukcja liczby hospitalizacji dzięki poprawie jakości powietrza - woj. małopolskie, lata 2018-2022



Rysunek 2. Sumaryczna redukcja liczby nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych w poszczególnych powiatach województwa małopolskiego w okresie 2018-2022, przypisywana spadkowi średniorocznych stężeń pyłu $PM_{2.5}$.

W tabeli 2 zamieszczono zestawienie wyników obliczeń wraz z zakresami oszacowań, a w tabeli 3 liczbę przewidywanych dalszych możliwych do uniknięcia (co roku) przypadków przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji. Obliczona ona została przy założeniu, że średnioroczne stężenie $PM_{2.5}$ w żadnym z powiatów nie przekraczałoby nowego poziomu dopuszczalnego $PM_{2.5}$ proponowanego w rewizji Dyrektywy AAQD ($10 \mu g/m^3$).

W województwie małopolskim, spośród 5900 zgonów unikniętych w latach 2018-2022, największa redukcja osiągnięta została w Krakowie (1421 przypadków) oraz w powiecie krakowskim (507 przypadków). Podobnie w przypadku hospitalizacji – spośród 5086 unikniętych przypadków 1196 miało miejsce w Krakowie, a kolejnych 517 w powiecie krakowskim. Efekt ten związany jest z największą liczbą ludności zamieszkującą te obszary (odpowiednio ok. 790 tys. i ok. 290 tys. mieszkańców).

Wskaźniki odniesione do 100 tysięcy mieszkańców pokazują natomiast, że najwyższe wartości w przypadku zgonów odnotowano dla powiatów miechowskiego (255), chrzanowskiego (244) i oświęcimskiego (236), w porównaniu dla średniej z całego województwa na poziomie 178 i najniższej wartości odnotowanej dla powiatu nowosądeckiego na poziomie 110. W przypadku hospitalizacji, najwyższe wskaźniki względem 100 tysięcy mieszkańców zostały osiągnięte dla powiatów wielickiego (189), wadowickiego (182) i oświęcimskiego (182), przy średniej z województwa wynoszącej 153 i najniższej wartości odnotowanej dla powiatu gorlickiego na poziomie 107.

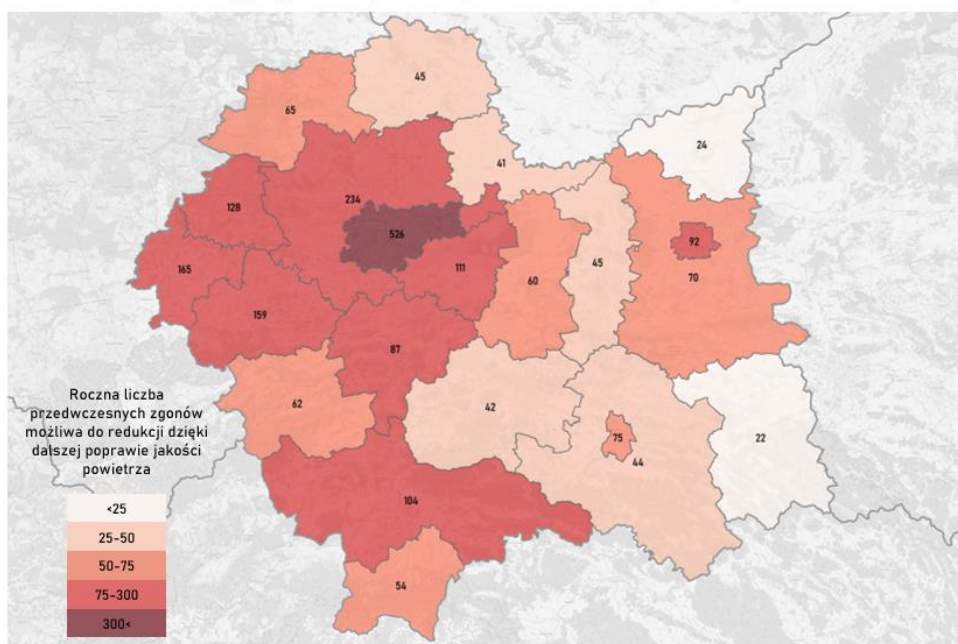
Wskaźniki względne (tj. na 100 tys. mieszkańców) pozwalają do pewnego stopnia porównać skuteczność działań na rzecz poprawy jakości powietrza i ich przełożenie na zmniejszenie skutków zdrowotnych, pamiętać należy jednak, że osoby mieszkające w danym powiecie mogą przez istotną część czasu przebywać w innym powiecie lub powiatach (np. ze względu na oddalone od domu miejsce pracy), a co za tym idzie ulegać ekspozycji na inny poziom

zanieczyszczenia powietrza niż wskazuje na to miejsce zamieszkania danej osoby. Dlatego porównania takie mają raczej charakter pogładowy i nie można traktować ich jako bezwzględnego i jedyne go wskaźnika skuteczności lokalnych działań antysmogowych.

Tabela 2. Redukcja skutków zdrowotnych dzięki spadkowi stężeń pyłu PM_{2.5} w latach 2018-2022 w poszczególnych powiatach województwa małopolskiego – liczby całkowite oraz wskaźniki w przeliczeniu na 100 tysięcy mieszkańców.

Powiat	Całkowita liczba unikniętych przedwczesnych zgonów w latach 2018-2022		Liczba unikniętych przedwczesnych zgonów na 100 tys. mieszkańców w latach 2018-2022		Całkowita liczba unikniętych nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych w latach 2018-2022		Liczba unikniętych nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych na 100 tys. mieszkańców w latach 2018-2022	
	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres
bocheński	160	[124 - 192]	154	[120 - 186]	157	[121 - 191]	152	[117 - 185]
brzeski	142	[110 - 171]	165	[128 - 199]	119	[92 - 145]	139	[107 - 169]
chrzanowski	290	[226 - 349]	244	[190 - 294]	203	[157 - 247]	171	[132 - 208]
dąbrowski	90	[70 - 108]	165	[128 - 200]	70	[53 - 85]	128	[98 - 156]
gorlicki	139	[108 - 168]	137	[106 - 165]	108	[83 - 132]	107	[82 - 129]
krakowski	507	[395 - 610]	174	[135 - 209]	517	[399 - 629]	177	[136 - 216]
limanowski	166	[128 - 200]	130	[101 - 157]	159	[122 - 193]	125	[96 - 152]
miechowski	119	[92 - 143]	255	[198 - 307]	72	[55 - 87]	154	[119 - 187]
myślenicki	206	[160 - 248]	165	[128 - 199]	206	[159 - 251]	165	[127 - 201]
nowosądecki	227	[176 - 274]	110	[85 - 132]	224	[172 - 273]	108	[83 - 132]
nowotarski	282	[219 - 340]	159	[123 - 191]	268	[207 - 326]	151	[116 - 184]
olkuski	211	[164 - 255]	199	[155 - 241]	144	[111 - 176]	136	[105 - 166]
oświęcimski	348	[271 - 418]	236	[184 - 284]	267	[206 - 325]	182	[140 - 221]
proszowicki	95	[73 - 114]	228	[177 - 274]	70	[54 - 85]	168	[129 - 205]
suski	161	[125 - 194]	201	[156 - 242]	124	[95 - 151]	155	[119 - 188]
tarnowski	276	[214 - 333]	147	[114 - 177]	236	[182 - 287]	126	[97 - 153]
tatrzański	123	[95 - 148]	195	[152 - 235]	107	[82 - 130]	170	[131 - 207]
wadowicki	336	[262 - 404]	218	[170 - 263]	279	[215 - 340]	182	[140 - 221]
wielicki	223	[174 - 268]	164	[128 - 197]	257	[198 - 313]	189	[145 - 230]
Kraków	1421	[1107 - 1716]	180	[139 - 216]	1196	[923 - 1458]	151	[116 - 184]
Nowy Sącz	161	[125 - 193]	207	[161 - 249]	139	[107 - 169]	179	[138 - 218]
Tarnów	220	[171 - 265]	223	[173 - 268]	162	[124 - 197]	164	[126 - 199]
Woj. małopolskie	5900	[4599 - 7124]	178	[138 - 214]	5086	[3927 - 6200]	153	[118 - 186]

Roczna liczba przedwczesnych zgonów możliwa do redukcji dzięki dalszej poprawie jakości powietrza - woj. małopolskie



Rysunek 3. Liczba zgonów możliwa do redukcji rocznie w każdym z powiatów województwa małopolskiego, przy osiągnięciu nowego poziomu dopuszczalnego PM_{2.5} według dyrektywy AAQD (10 µg/m³).

Osiągnięcie nowego poziomu dopuszczalnego dla średniorocznego stężenia PM_{2.5} wg planowanej rewizji dyrektywy AAQD (10 µg/m³) pozwoliłoby na dalszą poprawę zdrowia mieszkańców województwa małopolskiego. Rocznie w skali województwa uniknąć można kolejnych 2255 przedwczesnych zgonów i 1795 nagłych hospitalizacji krążeniowo-oddechowych, z czego największy potencjał występuje w obu przypadkach dla Krakowa oraz powiatu krakowskiego – ze względu na największą liczbę mieszkańców.

Tabela 3. Potencjał dalszej poprawy zdrowia publicznego w województwie małopolskim przy osiągnięciu nowego poziomu dopuszczalnego PM_{2.5} według dyrektywy AAQD (10 µg/m³).

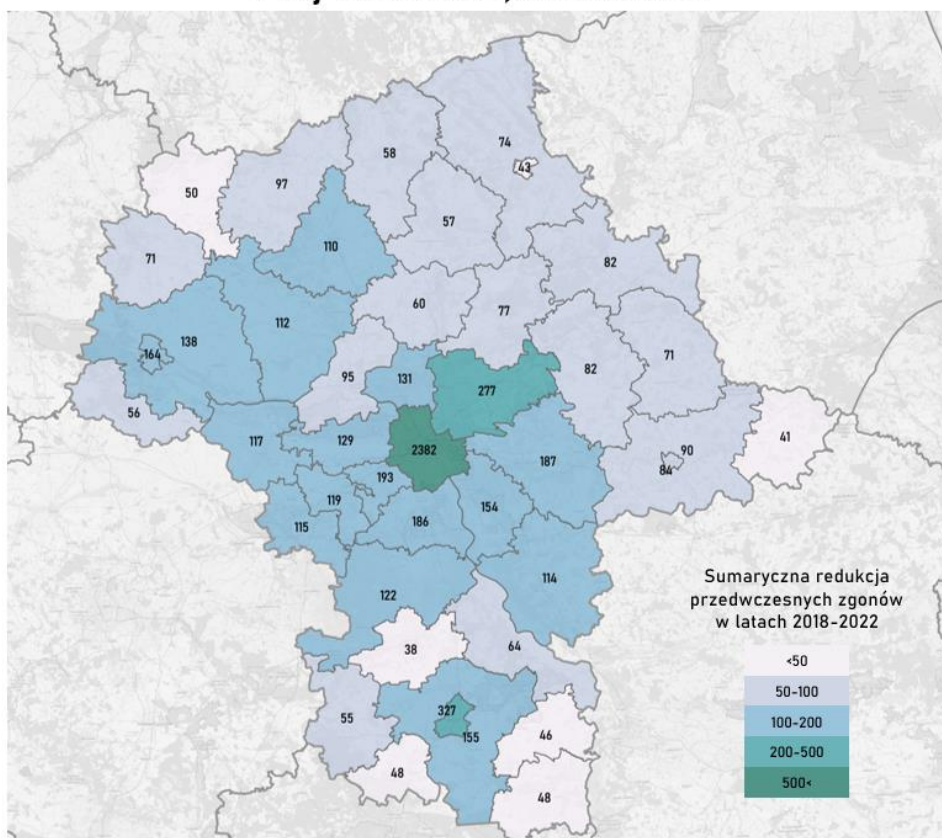
Powiat	Co jeszcze można osiągnąć? O ile mniej przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji rocznie występowałyby, gdyby osiągnięty został nowy poziom dopuszczalny wg dyrektywy AAQD (10 µg/m ³)	
	Przedwczesne zgony	Nagłe hospitalizacje kardiologiczne i pulmonologiczne
bocheński	60	54
brzeski	45	36
chrzanowski	128	82
dąbrowski	24	18
gorlicki	22	17
krakowski	234	216
limanowski	42	38
miechowski	45	25
myślenicki	87	80
nowosądecki	44	42
nowotarski	104	92
olkuski	65	42
oświęcimski	165	115
proszowicki	41	28
suski	62	44

tarnowski	70	57
tatrzański	54	43
wadowicki	159	120
wielicki	111	115
Kraków	526	411
Nowy Sącz	75	59
Tarnów	92	62
Woj. małopolskie	2255	1795

Województwo mazowieckie

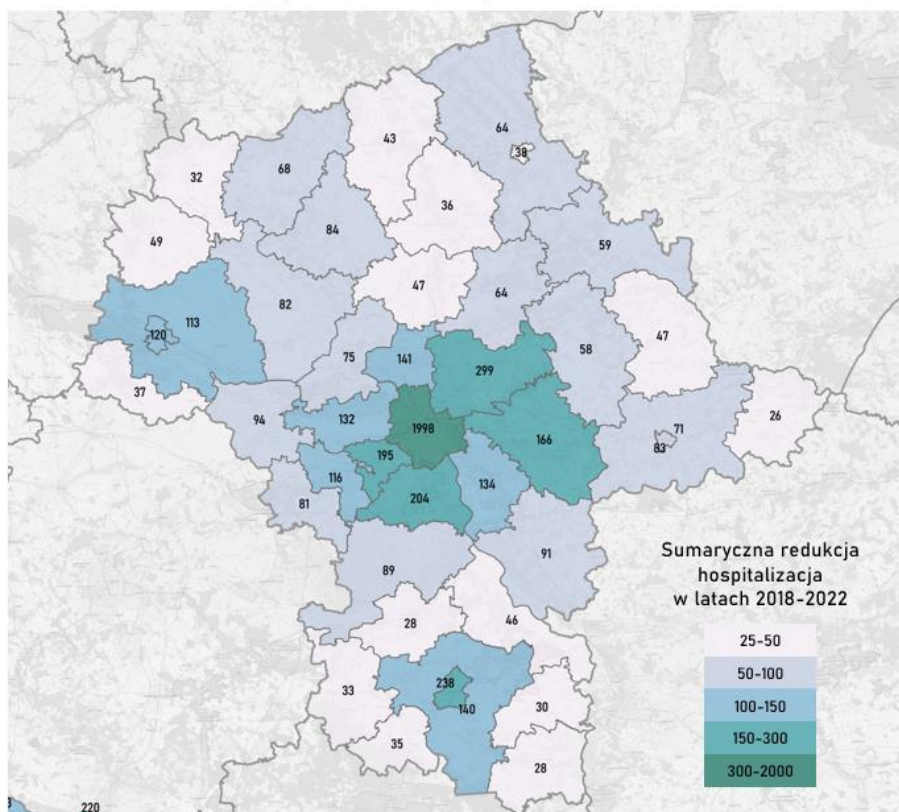
Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń redukcji skutków zdrowotnych w województwie mazowieckim, w podziale na poszczególne powiaty.

Redukcja przedwczesnych zgonów dzięki poprawie jakości powietrza - woj. mazowieckie, lata 2018-2022



Rysunek 4. Sumaryczna redukcja liczby przedwczesnych zgonów w poszczególnych powiatach województwa mazowieckiego w okresie 2018-2022, przypisywana spadkowi średniorocznych stężeń pyłu $PM_{2.5}$.

Redukcja liczby hospitalizacji dzięki poprawie jakości powietrza - woj. mazowieckie, lata 2018-2022



Rysunek 5. Sumaryczna redukcja liczby nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych w poszczególnych powiatach województwa mazowieckiego w okresie 2018-2022, przypisywana spadkowi średniorocznych stężeń pyłu $PM_{2.5}$.

W tabeli 4 zamieszczono zestawienie wyników obliczeń wraz z zakresami oszacowań, a w tabeli 5 liczbę dalszych możliwych do uniknięcia (co roku) przypadków przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji, obliczoną przy założeniu, że średnioroczne stężenie $PM_{2.5}$ w żadnym z powiatów nie przekraczałoby nowego poziomu dopuszczalnego $PM_{2.5}$ proponowanego w rewizji Dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

W województwie mazowieckim, spośród 6723 zgonów unikniętych w latach 2018-2022, największa redukcja osiągnięta została w Warszawie (2382 przypadki), w Radomiu (327 przypadków) oraz w powiecie wołomińskim (277 przypadków). Podobnie w przypadku hospitalizacji – spośród 5615 unikniętych przypadków 1998 miało miejsce w Warszawie, a kolejnych 299 w powiecie wołomińskim i 238 w Radomiu. Dominacja Warszawy związana jest w oczywisty sposób z liczbą ludności zamieszkującą to miasto.

Wskaźniki odniesione do 100 tysięcy mieszkańców pokazują natomiast, że najwyższe wartości w przypadku zgonów odnotowano dla Radomia (168) oraz powiatów lipskiego (154) i żyrardowskiego (153), w porównaniu dla średniej z całego województwa na poziomie 123 i najniższej wartości odnotowanej dla powiatu ostrołęckiego na poziomie 87. Dla Warszawy wskaźnik ten wyniósł 128 i w zależności od dzielnicy wahał się od poziomu 115 dla Ursynowa do 144 dla Ursusa.

W przypadku hospitalizacji, najwyższe wskaźniki względem 100 tysięcy mieszkańców zostały osiągnięte dla Radomia (122) oraz powiatów wołomińskiego (113) i grodzkiego (113), przy

średniej z województwa wynoszącej 102 i najniższej wartości odnotowanej dla powiatu ostrołęckiego na poziomie 75. Dla Warszawy wskaźnik ten wyniósł 107 i w zależności od dzielnicy wahał się od poziomu 94 dla Ursynowa do 124 dla Ursusa.

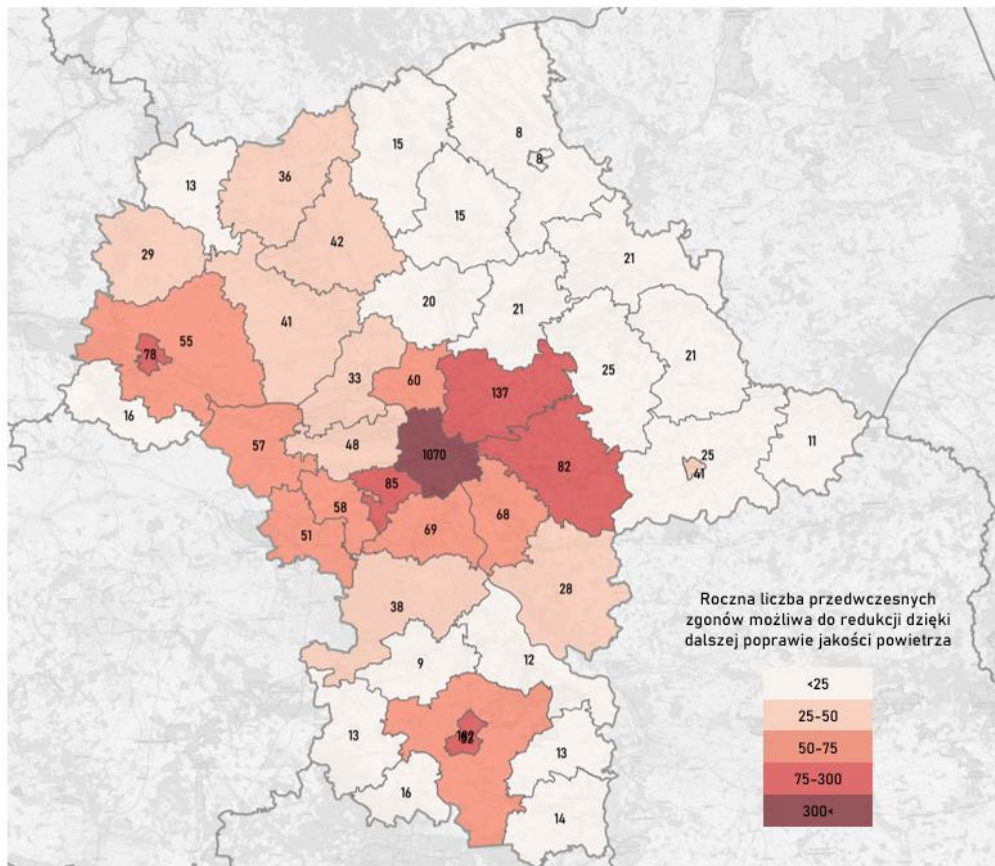
Wskaźniki względne (tj. na 100 tys. mieszkańców) pozwalają do pewnego stopnia porównać skuteczność działań na rzecz poprawy jakości powietrza i ich przełożenie na zmniejszenie skutków zdrowotnych, pamiętać należy jednak, że osoby mieszkające w danym powiecie mogą przez istotną część czasu przebywać w innym powiecie lub powiatach (np. ze względu na oddalone od domu miejsce pracy), a co za tym idzie ulegać ekspozycji na inny poziom zanieczyszczenia powietrza niż wskazuje na to miejsce zamieszkania danej osoby. Dlatego porównania takie mają raczej charakter poglądowy i nie można traktować ich jako bezwzględnego i jedyne wskaźnika skuteczności lokalnych działań antysmogowych.

Tabela 4. Redukcja skutków zdrowotnych dzięki spadkowi stężeń pyłu PM_{2.5} w latach 2018-2022 w poszczególnych powiatach województwa mazowieckiego (i w dzielnicach Warszawy) – liczby całkowite oraz wskaźniki w przeliczeniu na 100 tysięcy mieszkańców.

Powiat	Całkowita liczba unikniętych przedwczesnych zgonów w latach 2018-2022		Liczba unikniętych przedwczesnych zgonów na 100 tys. mieszkańców w latach 2018-2022		Całkowita liczba unikniętych nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych w latach 2018-2022		Liczba unikniętych nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych na 100 tys. mieszkańców w latach 2018-2022	
	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres
białobrzeski	38	[21 - 54]	116	[65 - 168]	28	[15 - 40]	85	[47 - 124]
ciechanowski	110	[62 - 159]	129	[72 - 186]	84	[47 - 123]	99	[55 - 144]
garwoliński	114	[63 - 164]	107	[60 - 155]	91	[50 - 132]	86	[47 - 125]
gostyniński	56	[31 - 81]	135	[76 - 195]	37	[20 - 54]	90	[50 - 131]
grodziski	119	[66 - 171]	116	[65 - 166]	116	[64 - 169]	113	[62 - 164]
grójecki	122	[68 - 177]	126	[70 - 182]	89	[49 - 130]	92	[51 - 134]
kozienicki	64	[36 - 93]	113	[63 - 163]	46	[25 - 67]	81	[44 - 117]
legionowski	131	[73 - 189]	100	[56 - 145]	141	[78 - 206]	108	[60 - 158]
lipski	48	[27 - 69]	154	[86 - 222]	28	[15 - 41]	90	[49 - 130]
łosicki	41	[23 - 59]	141	[79 - 204]	26	[14 - 37]	89	[49 - 130]
makowski	57	[32 - 83]	137	[76 - 197]	36	[20 - 53]	87	[48 - 127]
miński	187	[105 - 270]	120	[67 - 172]	166	[92 - 242]	106	[58 - 154]
mławski	97	[54 - 140]	140	[79 - 202]	68	[37 - 99]	98	[54 - 142]
nowodworski	95	[53 - 137]	121	[67 - 174]	75	[41 - 110]	95	[53 - 139]
ostrotęcki	74	[41 - 107]	87	[48 - 125]	64	[35 - 93]	75	[41 - 109]
ostrowski	82	[46 - 118]	121	[67 - 174]	59	[32 - 86]	87	[48 - 127]
otwocki	154	[86 - 222]	122	[68 - 176]	134	[74 - 195]	106	[59 - 155]
piaseczyński	186	[104 - 268]	89	[50 - 129]	204	[113 - 298]	98	[54 - 143]
płocki	138	[77 - 199]	124	[69 - 178]	113	[63 - 165]	101	[56 - 147]
płoński	112	[63 - 162]	133	[75 - 192]	82	[45 - 120]	98	[54 - 143]
pruskowski	193	[108 - 278]	105	[59 - 151]	195	[108 - 285]	106	[59 - 155]
przasnyski	58	[32 - 83]	117	[65 - 169]	43	[23 - 62]	87	[48 - 126]
przysuski	55	[31 - 80]	143	[80 - 206]	33	[18 - 47]	84	[46 - 123]
pułtuski	60	[33 - 87]	120	[67 - 173]	47	[26 - 69]	94	[52 - 137]
radomski	155	[87 - 223]	105	[59 - 151]	140	[77 - 204]	95	[52 - 138]
siedlecki	90	[50 - 130]	112	[63 - 162]	71	[39 - 104]	89	[49 - 129]
sierpecki	71	[39 - 102]	146	[82 - 210]	49	[27 - 72]	102	[56 - 149]
sochaczewski	117	[66 - 169]	141	[79 - 203]	94	[52 - 136]	112	[62 - 163]

sokotowski	71	[39 - 102]	138	[77 - 199]	47	[25 - 68]	91	[50 - 132]
szydłowiecki	48	[26 - 68]	130	[73 - 187]	35	[19 - 50]	94	[52 - 137]
warszawski zachodni	129	[72 - 186]	96	[54 - 139]	132	[73 - 192]	98	[54 - 143]
węgrowski	82	[46 - 118]	130	[73 - 188]	58	[32 - 84]	92	[51 - 134]
wołomiński	277	[156 - 400]	105	[59 - 151]	299	[166 - 436]	113	[63 - 165]
wyszkowski	77	[43 - 110]	105	[59 - 152]	64	[35 - 93]	88	[48 - 128]
zwoleński	46	[25 - 66]	136	[76 - 197]	30	[16 - 44]	89	[49 - 130]
żuromiński	50	[28 - 72]	138	[77 - 200]	32	[17 - 46]	88	[49 - 128]
żyrardowski	115	[65 - 166]	153	[86 - 220]	81	[44 - 117]	107	[59 - 155]
Ostrołęka	43	[23 - 61]	91	[51 - 132]	38	[21 - 55]	81	[45 - 118]
Płock	164	[92 - 237]	152	[85 - 219]	120	[66 - 175]	111	[61 - 161]
Radom	327	[184 - 471]	168	[94 - 242]	238	[132 - 348]	122	[68 - 179]
Siedlce	84	[47 - 121]	113	[63 - 163]	83	[46 - 121]	112	[62 - 163]
Warszawa, w tym:	2382	[1343 - 3439]	128	[72 - 184]	1998	[1113 - 2922]	107	[59 - 157]
Bemowo	158	[88 - 228]	119	[66 - 171]	130	[72 - 190]	98	[54 - 143]
Białołęka	200	[112 - 287]	132	[74 - 191]	168	[93 - 246]	112	[62 - 163]
Bielany	156	[88 - 225]	123	[69 - 177]	130	[72 - 189]	102	[56 - 148]
Mokotów	265	[149 - 382]	123	[69 - 177]	220	[122 - 321]	102	[56 - 149]
Ochota	95	[53 - 136]	129	[72 - 186]	79	[44 - 116]	108	[60 - 158]
Praga Południe	261	[147 - 376]	139	[78 - 200]	223	[124 - 325]	119	[66 - 174]
Praga-Północ	79	[44 - 114]	135	[75 - 194]	67	[37 - 98]	114	[63 - 166]
Rembertów	41	[23 - 59]	133	[75 - 191]	35	[19 - 51]	112	[62 - 164]
Śródmieście	142	[80 - 205]	128	[72 - 184]	119	[66 - 173]	107	[59 - 156]
Targówek	177	[100 - 255]	141	[79 - 202]	152	[84 - 222]	120	[67 - 176]
Ursus	90	[50 - 129]	144	[81 - 207]	77	[43 - 113]	124	[69 - 181]
Ursynów	173	[97 - 250]	115	[64 - 166]	142	[79 - 207]	94	[52 - 138]
Wawer	117	[66 - 168]	133	[74 - 191]	99	[55 - 144]	112	[62 - 163]
Wesoła	31	[17 - 44]	126	[70 - 181]	26	[14 - 37]	105	[58 - 153]
Wilanów	72	[40 - 103]	122	[68 - 176]	60	[33 - 87]	101	[56 - 148]
Włochy	70	[39 - 100]	135	[76 - 194]	59	[33 - 86]	114	[63 - 167]
Wola	190	[107 - 274]	120	[67 - 173]	157	[87 - 229]	99	[55 - 145]
Żoliborz	66	[37 - 95]	126	[71 - 182]	55	[30 - 80]	105	[58 - 153]
Woj. mazowieckie	6723	[3789 - 9713]	123	[69 - 177]	5615	[3128 - 8211]	102	[57 - 149]

Roczna liczba przedwczesnych zgonów możliwa do redukcji dzięki dalszej poprawie jakości powietrza – woj. mazowieckie



Rysunek 6. Liczba zgonów możliwa do redukcji rocznie w każdym z powiatów województwa mazowieckiego, przy osiągnięciu nowego poziomu dopuszczalnego $PM_{2.5}$ według dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Osiągnięcie nowego poziomu dopuszczalnego dla średniorocznego stężenia $PM_{2.5}$ wg planowanej rewizji dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pozwoliłoby na dalszą poprawę zdrowia mieszkańców województwa mazowieckiego. Rocznie w skali województwa uniknąć można kolejnych 2735 przedwczesnych zgonów i 2190 nagłych hospitalizacji krążeniowo-oddechowych, z czego zdecydowanie największy potencjał występuje w obu przypadkach dla Warszawy – ze względu na największą liczbę mieszkańców.

Tabela 5. Potencjał dalszej poprawy zdrowia publicznego w województwie mazowieckim przy osiągnięciu nowego poziomu dopuszczalnego $PM_{2.5}$ według dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

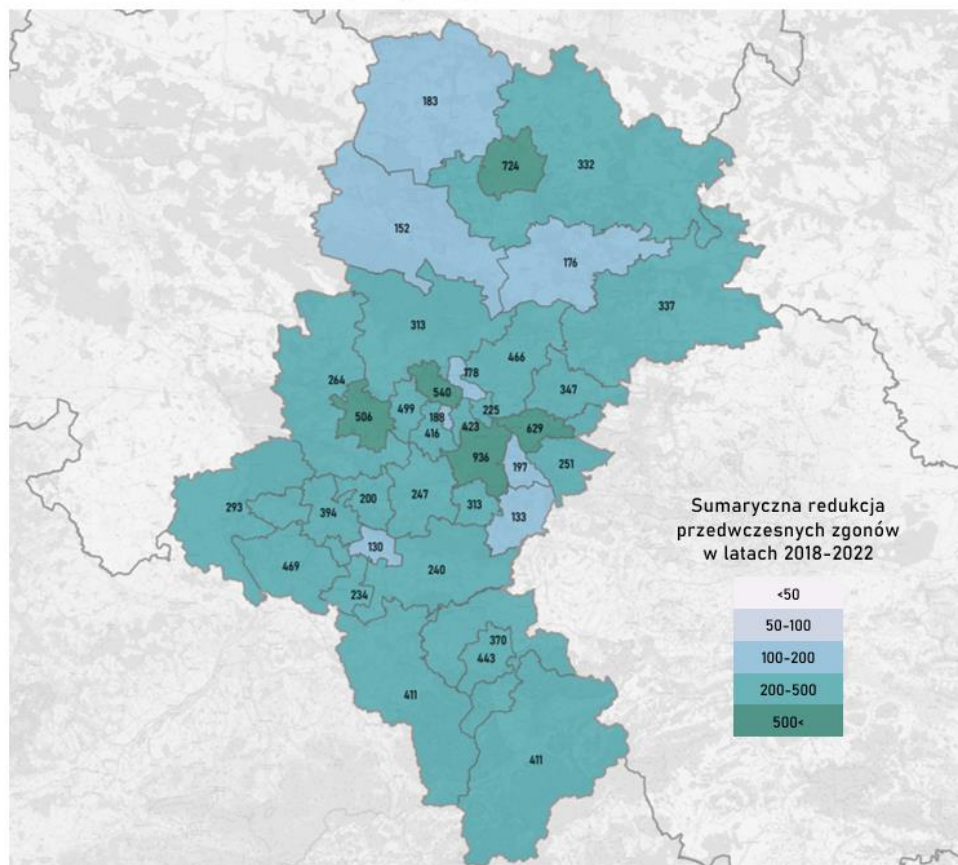
Co jeszcze można osiągnąć?		
O ile mniej przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji rocznie występowałyby, gdyby osiągnięty został nowy poziom dopuszczalny wg dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Powiat	Przedwczesne zgony	Nagłe hospitalizacje kardiologiczne i pulmonologiczne
białobrzeski	9	6
ciechanowski	42	30
garwoliński	28	21
gostyniński	16	11
grodziski	58	53
grójecki	38	27
kozienicki	12	8

legionowski	60	61
lipski	14	8
łosicki	11	7
makowski	15	9
miński	82	69
mławski	36	24
nowodworski	33	25
ostrotęcki	8	7
ostrowski	21	15
otwocki	68	56
piaseczyński	69	73
płocki	55	43
płoński	41	29
pruskowski	85	81
przasnyski	15	11
przysuski	13	7
pułtowski	20	15
radomski	52	45
siedlecki	25	19
sierpecki	29	19
sochaczewski	57	43
sokołowski	21	13
sztytowiecki	16	11
warszawski zachodni	48	47
węgrowski	25	17
wotomiński	137	139
wyszowski	21	17
zwoleński	13	8
żuromiński	13	8
żyrardowski	51	34
Ostrotęka	8	7
Płock	78	54
Radom	182	124
Siedlce	41	38
Warszawa, w tym:	1070	850
Bemowo	58	46
Białotęka	96	77
Bielany	63	50
Mokotów	107	85
Ochota	43	34
Praga Południe	139	111
Praga-Północ	40	32
Rembertów	20	16
Śródmieście	63	50
Targówek	96	77
Ursus	51	41
Ursynów	58	46
Wawer	57	45
Wesoła	13	10
Wilanów	29	23
Włochy	35	28
Wola	73	57
Żoliborz	29	23
Woj. mazowieckie	2735	2190

Województwo śląskie

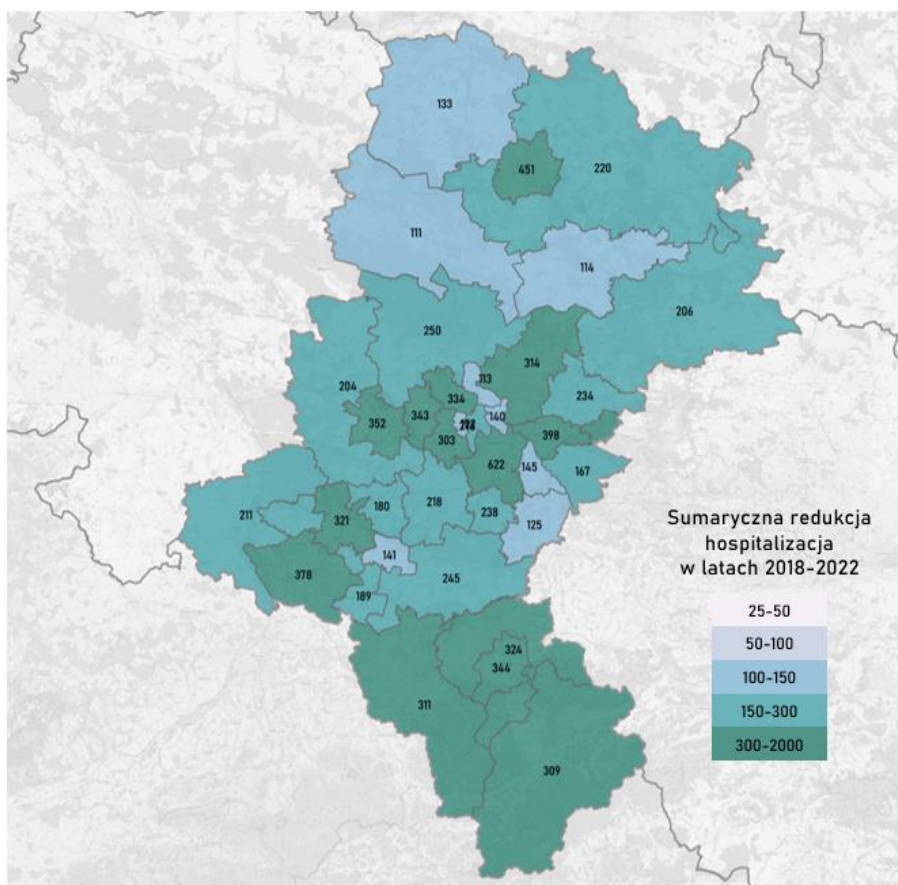
Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń redukcji skutków zdrowotnych w województwie śląskim, w podziale na poszczególne powiaty.

Redukcja przedwczesnych zgonów dzięki poprawie jakości powietrza - woj. śląskie, lata 2018-2022



Rysunek 7. Sumaryczna redukcja liczby przedwczesnych zgonów w poszczególnych powiatach województwa śląskiego w okresie 2018-2022, przypisywana spadkowi średniorocznych stężeń pyłu $PM_{2.5}$.

Redukcja liczby hospitalizacji zgonów dzięki poprawie jakości powietrza - woj. śląskie, lata 2018-2022



Rysunek 8. Sumaryczna redukcja liczby nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych w poszczególnych powiatach województwa śląskiego w okresie 2018-2022, przypisywana spadkowi średniorocznych stężeń pyłu $PM_{2.5}$.

W tabeli 6 zamieszczono zestawienie wyników obliczeń wraz z zakresami oszacowań, a w tabeli 7 liczbę dalszych możliwych do uniknięcia (co roku) przypadków przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji, obliczoną przy założeniu, że średnioroczne stężenie $PM_{2.5}$ w żadnym z powiatów nie przekraczałoby nowego poziomu dopuszczalnego $PM_{2.5}$ proponowanego w rewizji Dyrektywy AAQD ($10 \mu g/m^3$).

W województwie śląskim, spośród 12571 zgonów unikniętych w latach 2018-2022, największa redukcja osiągnięta została w Katowicach (936 przypadków), w Częstochowie (724 przypadki) oraz w Sosnowcu (629 przypadków). Podobnie w przypadku hospitalizacji – spośród 3944 unikniętych przypadków aż 271 miało miejsce w Katowicach, a kolejnych 196 w Częstochowie i 172 w Sosnowcu. Dominacja tych miast związana jest z dużą liczbą ich mieszkańców: ponad 270 tysięcy w przypadku Katowic i po około 200 tysięcy dla Częstochowy i Sosnowca.

Wskaźniki odniesione do 100 tysięcy mieszkańców pokazują natomiast, że najwyższe wartości w przypadku zgonów odnotowano dla Świętochłowic (398), Chorzowa (384) oraz Siemianowic Śląskich (379), w porównaniu dla średniej z całego województwa na poziomie 293 i najniższej wartości odnotowanej dla powiatu lublinieckiego na poziomie 209.

W przypadku hospitalizacji, najwyższe wskaźniki względem 100 tysięcy mieszkańców zostały osiągnięte dla Świętochłowic (258), powiatu wodzistawskiego (252) oraz Rybnika (251), przy

średniej z województwa wynoszącej 212 i najniższej wartości odnotowanej dla powiatu lublinieckiego na poziomie 151.

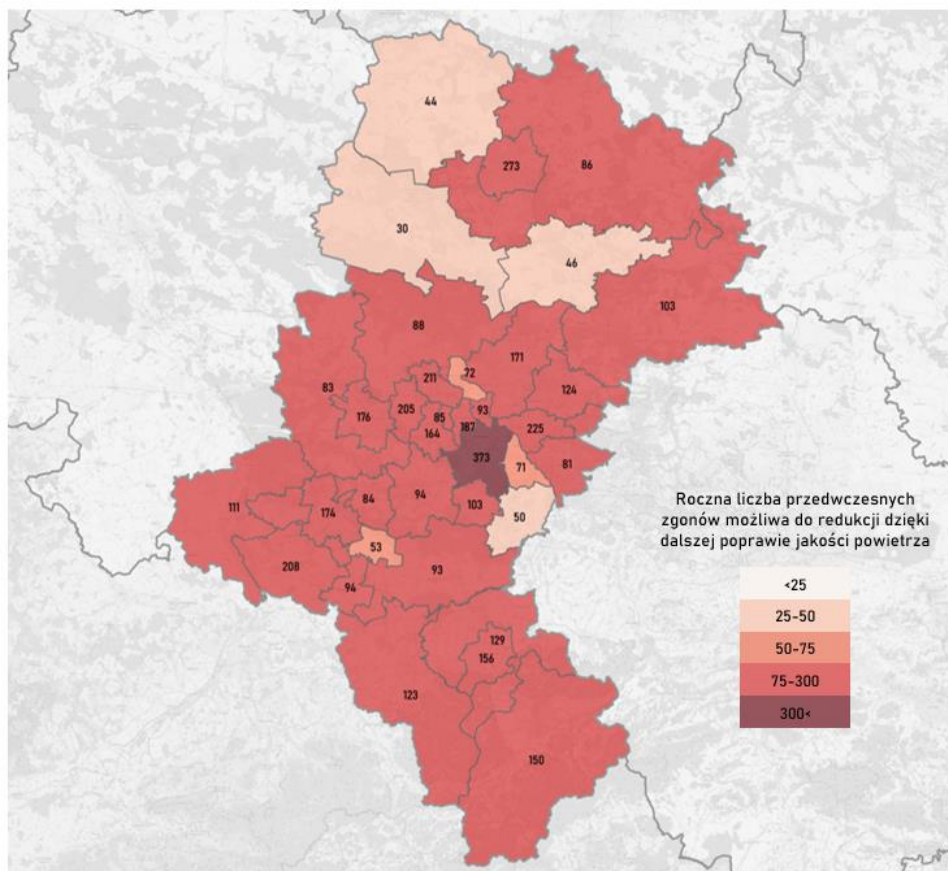
Wskaźniki względne (tj. na 100 tys. mieszkańców) pozwalają do pewnego stopnia porównać skuteczność działań na rzecz poprawy jakości powietrza i ich przełożenie na zmniejszenie skutków zdrowotnych, pamiętać należy jednak, że osoby mieszkające w danym powiecie mogą przez istotną część czasu przebywać w innym powiecie lub powiatach (np. ze względu na oddalone od domu miejsce pracy), a co za tym idzie ulegać ekspozycji na inny poziom zanieczyszczenia powietrza niż wskazuje na to miejsce zamieszkania danej osoby. Dlatego porównania takie mają raczej charakter poglądowy i nie można traktować ich jako bezwzględnego i jedyne wskaźnika skuteczności lokalnych działań antysmogowych.

Tabela 6. Redukcja skutków zdrowotnych dzięki spadkowi stężeń pyłu PM_{2.5} w latach 2018-2022 w poszczególnych powiatach województwa śląskiego – liczby całkowite oraz wskaźniki w przeliczeniu na 100 tysięcy mieszkańców.

Powiat	Całkowita liczba unikniętych przedwczesnych zgonów w latach 2018-2022		Liczba unikniętych przedwczesnych zgonów na 100 tys. mieszkańców w latach 2018-2022		Całkowita liczba unikniętych nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych w latach 2018-2022		Liczba unikniętych nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych na 100 tys. mieszkańców w latach 2018-2022	
	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres	oszacowanie	zakres
będziński	466	[386 - 538]	316	[261 - 364]	314	[257 - 366]	212	[174 - 247]
bielski	370	[307 - 428]	232	[192 - 268]	324	[266 - 378]	204	[167 - 237]
cieszyński	411	[340 - 475]	243	[200 - 280]	311	[255 - 363]	184	[150 - 214]
częstochowski	332	[274 - 385]	256	[211 - 296]	220	[180 - 257]	170	[139 - 198]
gliwicki	264	[219 - 306]	245	[203 - 284]	204	[167 - 237]	189	[155 - 220]
kłobucki	183	[151 - 212]	226	[186 - 261]	133	[109 - 155]	164	[134 - 192]
lubliniecki	152	[125 - 176]	209	[172 - 242]	111	[90 - 129]	151	[124 - 177]
mikołowski	247	[204 - 284]	248	[206 - 287]	218	[178 - 254]	219	[180 - 256]
myszkowski	176	[146 - 204]	264	[218 - 305]	114	[93 - 133]	171	[140 - 199]
pszczyński	240	[199 - 277]	217	[180 - 251]	245	[200 - 285]	222	[181 - 258]
raciborski	293	[242 - 338]	303	[251 - 350]	211	[173 - 246]	218	[179 - 254]
rybnicki	200	[166 - 231]	265	[219 - 305]	180	[147 - 210]	238	[195 - 278]
tarnogórski	313	[258 - 362]	222	[183 - 257]	250	[205 - 292]	178	[145 - 207]
bieruńsko- łędzki	133	[109 - 153]	230	[190 - 265]	125	[102 - 145]	217	[177 - 253]
wodzisławski	469	[390 - 541]	313	[260 - 361]	378	[310 - 441]	252	[207 - 294]
zawierciański	337	[279 - 390]	306	[253 - 353]	206	[168 - 240]	186	[152 - 217]
żywiecki	411	[341 - 475]	281	[233 - 324]	309	[253 - 360]	211	[173 - 246]
Bielsko-Biała	443	[366 - 511]	265	[220 - 306]	344	[282 - 401]	206	[169 - 240]
Bytom	540	[448 - 623]	363	[301 - 419]	334	[274 - 390]	225	[184 - 262]
Chorzów	423	[352 - 488]	384	[319 - 442]	276	[226 - 322]	250	[205 - 292]
Częstochowa	724	[601 - 837]	349	[289 - 403]	451	[370 - 526]	217	[178 - 253]
Dąbrowa Górnicza	347	[287 - 401]	309	[256 - 356]	234	[192 - 273]	208	[170 - 243]
Gliwice	506	[419 - 584]	293	[242 - 338]	352	[288 - 411]	204	[167 - 238]
Jastrzębie-Zdrój	234	[194 - 270]	284	[235 - 327]	189	[154 - 220]	229	[187 - 267]
Jaworzno	251	[208 - 290]	291	[241 - 336]	167	[137 - 195]	194	[158 - 226]
Katowice	936	[777 - 1081]	343	[284 - 396]	622	[510 - 726]	228	[187 - 266]
Mysłowice	197	[163 - 228]	286	[237 - 330]	145	[119 - 169]	210	[172 - 245]
Piekary Śląskie	178	[148 - 206]	362	[300 - 418]	113	[92 - 132]	230	[188 - 268]

Ruda Śląska	416	[345 - 480]	310	[257 - 357]	303	[248 - 353]	226	[185 - 263]
Rybnik	394	[327 - 454]	307	[255 - 354]	321	[263 - 374]	251	[205 - 292]
Siemianowice Śląskie	225	[186 - 259]	379	[315 - 437]	140	[115 - 163]	237	[194 - 276]
Sosnowiec	629	[521 - 727]	330	[273 - 381]	398	[326 - 464]	209	[171 - 243]
Świętochłowice	188	[156 - 216]	398	[331 - 458]	122	[99 - 142]	258	[211 - 300]
Tychy	313	[259 - 361]	258	[213 - 298]	238	[195 - 277]	196	[161 - 229]
Zabrze	499	[414 - 576]	340	[282 - 392]	343	[281 - 400]	234	[192 - 273]
Żory	130	[107 - 149]	214	[177 - 247]	141	[115 - 164]	233	[191 - 271]
Woj. śląskie	12571	[10431 - 14532]	293	[243 - 338]	9086	[7458 - 10610]	212	[173 - 247]

Roczna liczba przedwczesnych zgonów możliwa do redukcji dzięki dalszej poprawie jakości powietrza – woj. śląskie



Rysunek 9. Liczba zgonów możliwa do redukcji rocznie w każdym z powiatów województwa śląskiego, przy osiągnięciu nowego poziomu dopuszczalnego $PM_{2.5}$ według dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Osiągnięcie nowego poziomu dopuszczalnego dla średniorocznego stężenia $PM_{2.5}$ według planowanej rewizji dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pozwoliłoby na dalszą poprawę zdrowia mieszkańców województwa śląskiego. Rocznie w skali województwa uniknąć można kolejnych 4611 przedwczesnych zgonów i 2291 nagłych hospitalizacji krążeniowo-oddechowych, z czego największy potencjał występuje w obu przypadkach dla Katowic oraz Częstochowy.

Tabela 7. Potencjał dalszej poprawy zdrowia publicznego w województwie śląskim przy osiągnięciu nowego poziomu dopuszczalnego $PM_{2.5}$ według dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Powiat	Co jeszcze można osiągnąć? O ile mniej przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji rocznie występowałyby, gdyby osiągnięty został nowy poziom dopuszczalny wg dyrektywy AAQD ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Przedwczesne zgony	Nagłe hospitalizacje kardiologiczne i pulmonologiczne
będziński	171	103
bielski	129	102
cieszyński	123	86
częstochowski	86	53
gliwicki	83	58
kłobucki	44	30
lubliniecki	30	21
mikotowski	94	74

myszkowski	46	28
pszczyński	93	84
raciborski	111	72
rybnicki	84	66
tarnogórski	88	65
bieruńsko-lędziński	50	42
wodzisławski	208	147
zawierciański	103	57
żywiecki	150	101
Bielsko-Biała	156	110
Bytom	211	117
Chorzów	187	106
Częstochowa	273	152
Dąbrowa Górnicza	124	75
Gliwice	176	111
Jastrzębie-Zdrój	94	67
Jaworzno	81	49
Katowice	373	220
Mysłowice	71	47
Piekary Śląskie	72	40
Ruda Śląska	164	106
Rybnik	174	124
Siemianowice Śląskie	93	52
Sosnowiec	225	129
Świętochłowice	85	48
Tychy	103	71
Zabrze	205	125
Żory	53	51
Woj. śląskie	4611	2991

WNIOSKI

Przeprowadzone analizy wskazują, że systematyczna poprawa jakości powietrza pod kątem stężeń pyłu $PM_{2.5}$ w trzech analizowanych województwach (**małopolskim, mazowieckim i śląskim**) pozwoliła w ciągu 5 lat (2018-2022) uniknąć w sumie około **25 tysięcy przedwczesnych zgonów** i niemal **20 tysięcy nagłych hospitalizacji krążeniowo-oddechowych**. Mając na uwadze zakres analizy można odpowiedni mówić od **18 tysięcy do aż 31 tysięcy unikniętych przedwczesnych zgonów** w tym okresie. W przypadku **nagłych hospitalizacji** ta wartość znajduje się w **zakresie od 15 tysięcy do aż 25 tysięcy**. Najwyższe spadki zarówno liczby zgonów, jak i hospitalizacji odpowiednio 12571 (od 10431 do 14532) przypadków zgonu i 9086 (od 7458 do 10610) hospitalizacji spośród trzech województw odnotowano w śląskim. W województwie mazowieckim były to odpowiednio 6723 (od 3789 do 9713) uniknięte przypadki przedwczesnego zgonu i 5615 (od 3128 do 8211) nagłych hospitalizacji, a w małopolskim 5900 (od 4599 do 7124) zgonów i 5086 hospitalizacji (od 3927 do 6200).

Wskaźnik liczby unikniętych przedwczesnych zgonów w przeliczeniu na 100 tysięcy mieszkańców również był najwyższy w województwie śląskim i wyniósł 293, podczas gdy jego wartość w woj. małopolskim to 178 a w woj. mazowieckim 123. Wskaźnik ten do pewnego stopnia zależy od tempa poprawy jakości powietrza – im jest wyższy, tym zwykle oznacza osiągniętą większą redukcję stężeń. Rzeczywiście, porównując **średnie trendy stężeń pyłu $PM_{2.5}$** w analizowanych województwach, **najszybszy spadek (ok. 7% rocznie [5.9%÷7.8%]¹) zaobserwowano dla stężeń w województwie śląskim, następnie ok. 6% [5.0%÷6.8%] rocznie w województwie małopolskim i ok. 4.5% [2.8%÷6.0%] rocznie w województwie mazowieckim.**

Ten układ zaobserwowano dla wskaźnika liczby unikniętych nagłych hospitalizacji krążeniowo-oddechowych w przeliczeniu **na 100 tys. mieszkańców**. Tutaj najwyższą wartość odnotowano w **województwie śląskim (212), następnie w małopolskim (153) oraz w mazowieckim (102)**. Jedną z przyczyn takiej sytuacji może być potencjalnie różna dostępność szpitali i lekarzy specjalistów w poszczególnych województwach, przez co pacjenci trafiać mogą z różną częstotliwością na oddziały placówek położonych np. w sąsiednich województwach. W takiej sytuacji uwzględnione dane nie oddają w pełni rzeczywistego obrazu sytuacji. Ponadto, w dostępnych danych istnieją luki – część zarejestrowanych przyjęć pacjentów nie posiadała informacji o lokalizacji, co stanowi kolejne źródło niepewności.

Mimo osiągniętej znacznej poprawy jakości powietrza w ostatnich latach, a co za tym idzie redukcji negatywnych skutków zdrowotnych dla populacji, w analizowanych województwach **istnieje bardzo duży potencjał dalszych redukcji liczby przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji** wywołanych narażeniem na zanieczyszczenie powietrza. Kierunek działań wyznacza propozycja nowego poziomu dopuszczalnego dla średniorocznego stężenia pyłu $PM_{2.5}$ ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), zawarta w rewizji Dyrektywy AAQD. Osiągnięcie tego poziomu będzie oznaczało dla analizowanych województw dalszą poprawę zdrowia ich mieszkańców. W porównaniu z aktualną sytuacją (definiowaną jako rok 2022), możliwe jest **roczne obniżenie liczby przedwczesnych zgonów o 2255 w województwie małopolskim, 2735 w mazowieckim i 4611 w śląskim**. W odniesieniu do **nagłych hospitalizacji** z przyczyn kardiologicznych i pulmonologicznych potencjał redukcji wynosi **1795 przypadków rocznie w woj. małopolskim, 2190 w mazowieckim i 2991 w śląskim**.

¹ Wyjaśnienie sposobu liczenia wskaźników trendu i zakresów oszacowania znajduje się w rozdziale „Metodyka i źródła danych”

Odnosząc te liczby ponownie do **100 tysięcy mieszkańców**, najwyższe wartości uzyskiwane są dla **województwa śląskiego** (wskaźnik potencjału redukcji **przedwczesnych zgonów** = **108** na 100 tysięcy mieszkańców, wskaźnik **redukcji hospitalizacji** = **70** na 100 tysięcy mieszkańców), następnie dla **woj. małopolskiego (odpowiednio 68 i 54)**, najniższe dla **woj. mazowieckiego (odpowiednio 50 i 40)**. Ponieważ spośród analizowanych województw najwyższe stężenia pyłu PM_{2.5} odnotowywane są obecnie (w 2022 r.) **w woj. śląskim**, tam też **pozostaje najwięcej do osiągnięcia w kwestii poprawy jakości powietrza**, a zatem **największy jest potencjał redukcji skutków zdrowotnych**. Na drugim miejscu plasuje się **woj. małopolskie**, gdzie dotychczasowo prowadzone działania na rzecz ograniczenia zanieczyszczenia **powietrza przyniosły już znaczącą poprawę**, niemniej jednak średnioroczne stężenia pyłu PM_{2.5} (za rok 2022) mierzone na stacjach monitoringu jakości powietrza wciąż przekraczają poziom dopuszczalny, wynoszący obecnie 20 µg/m³ i oscylują średnio wokół wartości 27 µg/m³. W tym zestawieniu **najniższe** (choć także przekraczające poziom 20 µg/m³) **stężenia średnioroczne pyłu PM_{2.5}** w 2022 r. zaobserwowano na stacjach pomiarowych **w województwie mazowieckim** (średnio około 24 µg/m³), zatem w tym regionie relatywnie najmniejsza jest wartość, o którą muszą spaść poziomy PM_{2.5} aby osiągnąć cel Dyrektywy AAQD.

Należy podkreślić, że tylko systemowe i konsekwentne realizowanie działań antysmogowych pozwoli spełnić nowe standardy Dyrektywy AAQD, a tym samym doprowadzić do znaczącej poprawy zdrowia mieszkańców analizowanych województw i całej Polski. Analizę możliwości osiągnięcia progu 10 µg/m³ w perspektywie do roku 2030 oraz zestawienie płynących z tego korzyści społecznych (w tym zdrowotnych) przeprowadzono w raporcie Fundacji Europejskie Centrum Czystego Powietrza z 2023 r., pt. „Droga Polski do czystego powietrza i zgodności z Dyrektywą AAQD (2030)”.²

² Adamkiewicz Ł. et al. (2023). Droga Polski do czystego powietrza i zgodności z Dyrektywą AAQD (2030). Podsumowanie wyników. Fundacja Europejskie Centrum Czystego Powietrza, Warszawa, 2023.

METODYKA I ŹRÓDŁA DANYCH

Dane

Podstawę przeprowadzonych analiz stanowiły dostępne publicznie dane obejmujące:

Jakość powietrza: (1) rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2.5} za 2022 rok, udostępniony przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska³, wykonany w oparciu o modelowanie matematyczne przygotowane przez Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy oraz statystyczną metodę obiektywnej oceny; (2) średnie roczne stężenia pyłu PM_{2.5} w latach 2017-2022 pochodzące ze stacji Państwowego Monitoringu Środowiska, udostępnione przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska⁴.

Demografię: rozkład przestrzenny gęstości zaludnienia na obszarze Polski, udostępniony przez Główny Urząd Statystyczny⁵.

Wskaźniki zdrowotne: (1) liczba zgonów z przyczyn naturalnych z podziałem na grupy wiekowe oraz hospitalizacji nagłych z przyczyn kardiologicznych i pulmonologicznych, z uwzględnieniem zmienności rozkładu przestrzennego tych parametrów w Polsce, udostępnione przez Główny Urząd Statystyczny⁶; w celu zminimalizowania wpływu pandemii COVID-19, w analizach uwzględniono liczby zgonów z przyczyn naturalnych w grupie wiekowej powyżej 30 lat oraz liczbę hospitalizacji nagłych z przyczyn kardiologicznych i pulmonologicznych jako wartość średnią z okresu 2018-2019 na podstawie danych Narodowego Funduszu Zdrowia.

Funkcje stężenie - skutek (CRF): dla pyłu PM_{2.5} wskaźniki ryzyka względnego (RR) dla rocznej umieralności z przyczyn naturalnych ogółu populacji oraz dla hospitalizacji nagłych z przyczyn kardiologicznych i pulmonologicznych przyjęto jak niżej:

- Dla umieralności: RR = 1,118 (w przedziale ufności 95%: 1,060 - 1,1179) na 10 µg/m³ – wskaźnik z badań w projekcie ELAPSE, aktualnie rekomendowany dla analiz oceny skutków zdrowotnych powodowanych zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego w kontekście rewizji dyrektywy AAQD (Hoffman et al., 2022)⁷,
- Dla hospitalizacji z przyczyn kardiologicznych: RR = 1,0088 (w przedziale ufności 95%: 1,0072 - 1,0103) na 10 µg/m³ – wskaźnik określony w badaniu przeprowadzonym dla 31 polskich miast (Adamkiewicz et al., 2022)⁸,
- Dla hospitalizacji z przyczyn pulmonologicznych: RR = 1,0289 (w przedziale ufności 95%: 1,0244 - 1,0335) na 10 µg/m³ – wskaźnik określony w badaniu przeprowadzonym dla 31 polskich miast (Adamkiewicz et al., 2022).

³ <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/modeling>

⁴ <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives>

⁵ <https://portal.geo.stat.gov.pl/aktualnosci/dane-o-rezydentach-w-siatce-kilometrowej-nsp-2021-mozliwe-do-pobrania>

⁶ <https://stat.gov.pl>

⁷ Hoffman B. et al. (2022). Benefits of future clean air policies in Europe. Proposed analyses of the mortality impacts of PM_{2.5} and NO₂. Environmental Epidemiology, 6:e221. DOI: 10.1097/EE9.0000000000000221.

⁸ Adamkiewicz Ł. et al. (2022). Ambient Particulate Air Pollution and Daily Hospital Admissions in 31 Cities in Poland. Atmosphere, 13(2), 345. DOI: 10.3390/atmos1302034.

Procedura obliczeniowa

Przeprowadzenie analiz obejmowało następujące kroki:

Powiązanie zanieczyszczeń powietrza w 2022 r. z danymi populacyjnymi

Obliczenia wykonano z uwzględnieniem podziału administracyjnego Polski na gminy. Wszystkie dane zagregowano do poziomu gmin, wyliczając powierzchnię nowo powstałych poligonów będących wynikiem nakładania się poligonów granic administracyjnych oraz oczek siatki mapy jakości powietrza oraz mapy populacyjnej. Do każdego nowo powstałego poligonu przypisano stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego $PM_{2.5}$ oraz wielkość populacji. Do celów oceny wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, dla każdej gminy obliczono stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego $PM_{2.5}$ jako średnią ważoną populacyjnie. Tak opracowane dane (definiujące sytuację w roku 2022) stanowiły bazę do oszacowania rozkładu przestrzennego średniorocznych stężeń we wszystkich gminach w latach wcześniejszych: od 2017 do 2021, dla których nie są dostępne wyniki modelowania jakości powietrza wykonane w tej samej metodyce i z porównywalną dokładnością jak dla roku 2022.

Określenie stężeń pyłu zawieszonego $PM_{2.5}$ w latach 2017-2021

Dla określenia stężeń w latach 2017-2021 postużono się analizą trendów z wykorzystaniem danych pomiarowych ze stacji Państwowego Monitoringu Środowiska. Do analiz wybrano wszystkie stacje pomiarowe z trzech rozpatrywanych województw, dla których spełnione były następujące kryteria:

- dostępne były pomiary dla przynajmniej 4 lat z okresu 2017-2022,
- w każdym roku oddzielnie spełnione było kryterium kompletności danych na poziomie min. 90%,
- jeśli na danej stacji istniały dwa stanowiska pomiaru $PM_{2.5}$: manualne i automatyczne, preferowane były dane z pomiaru manualnego (metoda referencyjna).

Dla każdej z tak wybranych stacji wyznaczono następnie trend liniowy zmiany stężeń średnich rocznych w okresie 2017-2022, a następnie wyznaczono trend średni w obrębie każdego z województw, a także zakres rozstępu międzykwartylowego wskaźników trendu w danym województwie, w celu uwzględnienia obszaru niepewności obliczeń. I tak dla województwa małopolskiego średni wskaźnik trendu spadkowego wyniósł 5.9% rocznie (rozstęp międzykwartylowy od 5.0% do 6.8%), dla województwa mazowieckiego 4.5% (2.8% - 6.0%), dla województwa śląskiego 6.9% (5.9% - 7.8%).

W kolejnym kroku dla każdego województwa do pola stężeń średniorocznych pyłu $PM_{2.5}$ pochodzących z modelowania dla roku 2022 przyłożono wstecznie średnie wskaźniki trendu, a także wartości wskaźników określających krańce przedziału oszacowania trendu, i oszacowano rozkłady przestrzenne stężeń w latach 2017-2021. Taka „hybrydowa” metoda wiążąca dane z modelowania i z pomiarów stacjonarnych miała na celu wykorzystanie najlepszej dostępnej informacji o rzeczywistych stężeniach pyłu (pomiar, znacznie dokładniejszy niż modelowanie) – jednak istniejącej tylko punktowo, i za jej pomocą skalibrowanie rozkładu przestrzennego stężeń pochodzących z modelowania. Prowadzone punktowo pomiary stężeń są reprezentatywne przestrzennie tylko dla niewielkich obszarów o podobnym charakterze topograficznym i poddanych oddziaływaniu podobnych źródeł emisji, a obserwowane w tych punktach długofalowe zmiany stężeń (opisywane jakimś trendem) wynikają z kombinacji różnych

czynników, związanych nie tylko z lokalnymi działaniami antysmogowymi, lecz także z działaniami prowadzonymi na obszarach sąsiednich (zmniejszającymi napływ zanieczyszczeń), a także ze zmianami warunków meteorologicznych, rozwojem urbanizacyjnym i szeregiem innych zmiennych. Należy pamiętać, że układ tych czynników będzie także zależał od tego, czy rozpatrujemy sytuację w obrębie największych miast, czy też w obszarach wiejskich. W pomiarach dużo silniej reprezentowane są co prawda ośrodki miejskie, ale w nich także mieszka najwięcej ludności, zatem określają one narażenie istotnych części populacji.

Zastosowana „hybrydowa” metoda szacowania stężeń ma zatem z jednej strony zmniejszyć niedokładność określania przestrzennego narażenia populacji za pomocą wyłącznie modelu, jednak sama w sobie niesie również niepewność wyników. Z tego powodu wszystkie obliczenia skutków zdrowotnych podawane są wraz z przedziałem oszacowania, wynikającym z rozstępu międzykwartylowego wskaźników trendu w danym województwie.

Ocena liczby przedwczesnych zgonów oraz nagłych hospitalizacji, przypisanych narażeniu na pył zawieszony PM_{2.5} w roku odniesienia 2017 oraz w latach 2018-2022

Wykorzystując uzyskane rozkłady przestrzenne średniorocznych stężeń pyłu PM_{2.5} oraz dane zdrowotne obliczono – zgodnie z metodyką stosowaną w programie AirQ+ Światowej Organizacji Zdrowia – liczbę przedwczesnych zgonów oraz nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych przypisanych narażeniu na pył PM_{2.5} w każdym roku z przedziału 2017-2022, agregując wyniki na poziomie podziału administracyjnego na powiaty.

Podstawę do obliczenia „redukcji” skutków zdrowotnych stanowiło założenie, że sytuacja z roku 2017 jest punktem odniesienia, czyli gdyby nie następowała poprawa jakości powietrza, w kolejnych latach liczba przedwczesnych zgonów i hospitalizacji pozostawałaby na tym samym poziomie co w 2017 r. Ponieważ jednak stężenia PM_{2.5} systematycznie spadają (co wykazała analiza trendów), w każdym roku z okresu 2018-2022 nastąpiło mniej zgonów i hospitalizacji przypisanych narażeniu na PM_{2.5} niż w roku bazowym 2017. Różnice w tych liczbach zsumowano w okresie 5-letnim (2018-2022) w obrębie poszczególnych powiatów oraz całych województw, uzyskując wartości prezentowane na mapach i w tabelach zawartych w niniejszym raporcie. Wyznaczone przedziały oszacowania dla poszczególnych wartości wyznaczono w oparciu o rozstęp międzykwartylowy wskaźników trendu zmiany stężeń w okresie 2017-2022 w danym województwie.

Obliczenie potencjału dalszej redukcji liczby przedwczesnych zgonów i hospitalizacji nagłych

W roku 2022 Komisja Europejska rozpoczęła proces nowelizacji Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszyego powietrza dla Europy (tzw. Dyrektywa AAQD). Zgodnie z aktualnym (w chwili pisania niniejszego raportu) projektem nowelizacji dyrektywy, poziom dopuszczalny dla średniorocznego stężenia pyłu PM_{2.5} ma zostać obniżony do wartości 10 µg/m³, co podyktowane jest koniecznością lepszej ochrony zdrowia mieszkańców Unii Europejskiej. Warto zaznaczyć, że obecny poziom dopuszczalny (20 µg/m³) czterokrotnie przekracza wartość zalecaną przez WHO, wynoszącą 5 µg/m³ dla średniej rocznej.

W związku z powyższym dokonana została analiza potencjału dalszej redukcji skutków zdrowotnych przy założeniu, że na całym analizowanym obszarze trzech województw dotrzymany byłby nowy poziom dopuszczalny wynoszący 10 µg/m³. Obliczono teoretyczne liczby przedwczesnych zgonów i nagłych hospitalizacji kardiologicznych i pulmonologicznych przypisanych narażeniu na stężenia pyłu PM_{2.5} nieprzekraczające 10 µg/m³ i porównano je

z liczbami uzyskanymi wcześniej dla najnowszego roku analiz, czyli 2022. Uzyskano w ten sposób różnice, obrazujące efekt zdrowotny możliwy do uzyskania dzięki wprowadzeniu planowanej rewizji Dyrektywy AAQD.