

# Anna Turczak, Patrycja Zwiech

---

## Wielkość emisji zanieczyszczeń powietrza w Polsce na tle innych krajów świata

---

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 37/1, 61-73

---

2014

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

**Anna Turczak\***

Zachodniopomorska Szkoła Biznesu w Szczecinie

**Patrycja Zwiech\*\***

Uniwersytet Szczeciński

## WIELKOŚĆ EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W POLSCE NA TLE INNYCH KRAJÓW ŚWIATA

### STRESZCZENIE

Celem artykułu jest porównanie oraz sporządzenie zestawienia wybranych dwudziestu dziewięciu krajów świata pod względem wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza w stosunku do ich powierzchni i liczby mieszkańców. Postawiono hipotezę stanowiącą, że Polska jest krajem o względnie małej emisji zanieczyszczeń powietrza w relacji do liczby mieszkańców oraz umiarkowanej emisji w stosunku do powierzchni. W toku badań hipoteza ta została pozytywnie zweryfikowana. W artykule wykorzystano metodę sum standaryzowanych, która jest jedną z najczęściej stosowanych metod porządkowania liniowego.

**Słowa kluczowe:** emisja gazów, zanieczyszczenie powietrza, metoda sum standaryzowanych, porównanie krajów

### Wprowadzenie

Przedmiotem oceny w artykule jest skala zanieczyszczania powietrza czterema głównymi rodzajami gazów: tlenkami siarki, tlenkami azotu, tlenkiem węgla

---

\* Adres e-mail: [aturczak@zpsb.szczecin.pl](mailto:aturczak@zpsb.szczecin.pl)

\*\* Adres e-mail: [patrycjazwiech@tlen.pl](mailto:patrycjazwiech@tlen.pl)

oraz dwutlenkiem węgla. Badaniem objęto dwadzieścia dziewięć wybranych krajów świata, dla których są dostępne dane dotyczące wartości czterech wymienionych zmiennych w 2010 roku. W tym roku w analizowanych krajach mieszkało w sumie prawie 20% całkowitej liczby ludności na łącznej powierzchni stanowiącej blisko 40% powierzchni całkowitej łądów, a wartość wytworzonego przez nie produktu krajowego brutto wynosi około 70% wartości PKB wszystkich krajów świata<sup>1</sup>. Celem badania jest porównanie krajów pod względem wielkości emisji wszystkich rodzajów zanieczyszczeń powietrza łącznie i zbudowanie na tej podstawie rankingu porządkującego kraje od tego, który zanieczyszcza powietrze w stopniu najmniejszym, do zanieczyszczającego powietrze w stopniu największym.

W artykule wyodrębniono dwa zadania badawcze. W przypadku pierwszego uszeregowanie krajów nastąpiło na podstawie wielkości emisji gazów przypadającej na jednostkę powierzchni kraju, a w przypadku drugiego – na jednego mieszkańca. Następnie oceniono wielkość emisji zanieczyszczeń powietrza w Polsce na tle przebadanych państw świata. Postawiono hipotezę, że Polska jest krajem o umiarkowanej emisji zanieczyszczeń powietrza w relacji do powierzchni oraz względnie niskim poziomie emisji w stosunku do liczby mieszkańców. Artykuł ma charakter badawczy.

## 1. Zastosowane narzędzia badawcze

Do uszeregowania wybranych obiektów (krajów) pod względem wielu różnych cech stosuje się metody porządkowania liniowego. W artykule zastosowano metodę sum standaryzowanych. Realizacja tej metody obejmuje dwa etapy<sup>2</sup>. Dla każdego obiektu oblicza się sumę wartości zmiennych zestandaryzowanych, zwaną sumą standaryzowaną, a następnie oblicza się tzw. miarę rozwoju. Im wyższa jest wartość sumy standaryzowanej  $p_i$  dla  $i$ -tego obiektu, tym wyższą pozycję zajmie ten obiekt w zbudowanym szeregu. Obliczenie miar rozwoju  $m_i$  ma na celu uzyskanie unormowanych wartości tych sum, gdyż poszczególne wartości  $m_i$  zawierają się w przedziale  $\langle 0, 1 \rangle$ , przy czym miara rozwoju obliczona dla wzorca rozwoju równa jest 1,

<sup>1</sup> Obliczenia własne na podstawie publikacji Głównego Urzędu Statystycznego: *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2013*, GUS, Warszawa 2013, s. 764–769 oraz *Rocznik Statystyki Międzynarodowej 2012*, GUS, Warszawa 2012, s. 76, 77 i 554.

<sup>2</sup> *Ekonometria. Metody, przykłady, zadania*, red. J. Dziechciarz, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2002, s. 290.

a dla antywzorca wynosi 0. Na początku badania przeprowadzono standaryzację zmiennych<sup>3</sup> oraz sprowadzono zmienne do postaci stymulant<sup>4</sup>.

## 2. Uporządkowanie badanych krajów pod względem wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza na jednostkę powierzchni

Dla każdego z dwudziestu dziewięciu krajów wielkość emisji tlenków siarki, tlenków azotu, tlenku węgla i dwutlenku węgla (w tys. ton rocznie) podzielono przez powierzchnię rozpatrywanego kraju (w tys. km<sup>2</sup>) i dzięki temu otrzymano wielkość emisji w tonach przypadającą na jeden km<sup>2</sup> powierzchni. W tabeli 1 zawarto obserwacje uzyskanych w ten sposób zmiennych (dane dla 2010 roku).

Tabela 1. Wielkość emisji zanieczyszczeń powietrza na km<sup>2</sup> powierzchni w poszczególnych krajach w 2010 roku

Kraj	Emisja gazów w 2010 roku (w tonach na km <sup>2</sup> powierzchni)			
	tlenki siarki	tlenki azotu	tlenek węgla	dwutlenek węgla
Symbol	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
1	2	3	4	5
Australia	0,308	0,221	0,398	52,734
Austria	0,223	2,229	7,592	865,209
Belgia	2,161	7,016	15,049	3766,328
Czechy	2,155	3,029	5,095	1495,627
Dania	0,343	3,086	9,722	1166,566
Estonia	1,841	0,812	3,894	393,827
Finlandia	0,171	0,422	1,207	162,661
Francja	0,482	1,983	7,318	719,805
Grecja	2,008	2,439	3,992	731,508
Hiszpania	0,964	1,945	3,630	555,213
Holandia	0,807	6,169	13,108	4370,602
Irlandia	0,367	1,064	1,963	588,080

<sup>3</sup> J. Jakubowski, S. Kot, A. Sokołowski, *Statystyka. Podręcznik dla studiów ekonomicznych*, Difin, Warszawa 2007, s. 78; J. Podgórski, *Statystyka dla studiów licencjackich*, PWE, Warszawa 2005, s. 126.

<sup>4</sup> A. Młodak, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Difin, Warszawa 2006, s. 34.

1	2	3	4	5
Japonia	2,001	3,914	6,708	3151,807
Kanada	0,137	0,207	0,876	55,487
Niemcy	1,257	3,696	9,303	313,254
Norwegia	0,051	0,483	0,867	118,245
Nowa Zelandia	0,356	0,708	3,438	160,823
<b>Polska</b>	<b>3,038</b>	<b>2,760</b>	<b>9,760</b>	<b>1063,556</b>
Portugalia	0,784	2,139	4,397	571,564
Rosja	0,263	0,214	0,897	93,472
Słowacja	1,416	1,806	4,510	773,694
Słowenia	0,483	2,217	7,882	794,877
Stany Zjednoczone	0,715	1,392	6,097	601,169
Szwajcaria	0,291	1,964	6,344	1111,453
Szwecja	0,077	0,360	1,421	116,149
Turcja	0,590	1,631	4,425	415,831
Węgry	0,347	1,742	5,161	554,925
Wielka Brytania	1,670	4,529	8,721	2074,002
Włochy	0,700	3,216	8,991	1412,210
<b>Średnia arytmetyczna</b>	<b>0,897</b>	<b>2,186</b>	<b>5,613</b>	<b>1043,127</b>
<b>Odchylenie standardowe</b>	<b>0,785</b>	<b>1,668</b>	<b>3,674</b>	<b>1088,846</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Rzeczypospolitej Polskiej 2013*, GUS, Warszawa 2013, s. 764–769, 789 i 790.

Postawionym zadaniem jest uszeregowanie dwudziestu dziewięciu krajów objętych badaniem w kolejności od tego, który zanieczyszcza powietrze w stopniu najmniejszym, do zanieczyszczającego powietrze w stopniu największym na podstawie czterech zmiennych łącznie. W tym celu zastosowano metodę sum standaryzowanych.

Wykorzystywane zmienne opisujące poszczególne kraje mają różne jednostki miary i/lub różne rzędy wielkości, toteż konieczne było przeprowadzenie ich standaryzacji. Każda z czterech rozpatrywanych zmiennych ma charakter destymulanty. Po zamianie ich na stymulanty przystąpiono do obliczenia dla poszczególnych obiektów wartości sum standaryzowanych. Wartości wszystkich dwudziestu dziewięciu sum standaryzowanych zostały podane w tabeli 2.

Tabela 2. Wartości sum standaryzowanych oraz składniki sumy standaryzowanej dla wzorca i antywzorca

Wyszczególnienie	$Z_1^*$	$Z_2^*$	$Z_3^*$	$Z_4^*$	$\sum_{j=1}^4 Z_j^*$
Australia	0,750	1,178	1,419	0,910	4,257
Austria	0,858	-0,026	-0,539	0,163	0,457
Belgia	-1,610	-2,896	-2,568	-2,501	-9,575
Czechy	-1,602	-0,505	0,141	-0,416	-2,382
Dania	0,705	-0,539	-1,118	-0,113	-1,067
Estonia	-1,202	0,824	0,468	0,596	0,686
Finlandia	0,924	1,057	1,199	0,809	3,989
Francja	0,529	0,121	-0,464	0,297	0,483
Grecja	-1,415	-0,152	0,441	0,286	-0,839
Hiszpania	-0,086	0,145	0,540	0,448	1,046
Holandia	0,114	-2,387	-2,040	-3,056	-7,370
Irlandia	0,675	0,673	0,993	0,418	2,758
Japonia	-1,406	-1,036	-0,298	-1,937	-4,676
Kanada	0,967	1,186	1,289	0,907	4,350
Niemcy	-0,459	-0,905	-1,004	-1,166	-3,536
Norwegia	1,077	1,021	1,292	0,849	4,239
Nowa Zelandia	0,688	0,886	0,592	0,810	2,977
<b>Polska</b>	<b>-2,727</b>	<b>-0,344</b>	<b>-1,129</b>	<b>-0,019</b>	<b>-4,218</b>
Portugalia	0,144	0,028	0,331	0,433	0,936
Rosja	0,807	1,182	1,283	0,872	4,145
Słowacja	-0,662	0,228	0,300	0,247	0,114
Słowenia	0,527	-0,018	-0,618	0,228	0,119
Stany Zjednoczone	0,231	0,476	-0,132	0,406	0,981
Szwajcaria	0,772	0,133	-0,199	-0,063	0,643
Szwecja	1,044	1,095	1,141	0,851	4,131
Turcja	0,391	0,333	0,323	0,576	1,623
Węgry	0,700	0,266	0,123	0,448	1,537
Wielka Brytania	-0,985	-1,405	-0,846	-0,947	-4,182
Włochy	0,250	-0,617	-0,920	-0,339	-1,626
<i>Wartość najwyższa (<math>Z_{0j}</math>)</i>	<b>1,077</b>	<b>1,186</b>	<b>1,419</b>	<b>0,910</b>	
<i>Wartość najniższa (<math>Z_{-0j}</math>)</i>	<b>-2,727</b>	<b>-2,896</b>	<b>-2,568</b>	<b>-3,056</b>	

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 1.

Kolejnym etapem było obliczenie dla każdego z obiektów wartości miary rozwoju. Suma standaryzowana dla wzorca rozwoju wyniosła:

$$p_0 = \sum_{j=1}^4 z_{0j} = z_{01} + z_{02} + z_{03} + z_{04} = 1,077 + 1,186 + 1,419 + 0,910 = \mathbf{4,593}.$$

Z kolei dla antywzorca rozwoju suma standaryzowana wyniosła:

$$p_{-0} = \sum_{j=1}^4 z_{-0j} = z_{-01} + z_{-02} + z_{-03} + z_{-04} = -2,727 - 2,896 - 2,568 - 3,056 = \mathbf{-11,247}.$$

Wszystkie obliczone wartości miar rozwoju zostały zebrane w tabeli 3.

Tabela 3. Uszeregowanie krajów od tego, który zanieczyszcza powietrze w stopniu najmniejszym, do zanieczyszczającego powietrze w stopniu największym (na jednostkę powierzchni)

Kraj	Wartość sumy standaryzowanej	Wartość miary rozwoju	Miejsce kraju w rankingu
1	2	3	4
Kanada	4,350	0,985	1
Australia	4,257	0,979	2
Norwegia	4,239	0,978	3
Rosja	4,145	0,972	4
Szwecja	4,131	0,971	5
Finlandia	3,989	0,962	6
Nowa Zelandia	2,977	0,898	7
Irlandia	2,758	0,884	8
Turcja	1,623	0,813	9
Węgry	1,537	0,807	10
Hiszpania	1,046	0,776	11
Stany Zjednoczone	0,981	0,772	12
Portugalia	0,936	0,769	13
Estonia	0,686	0,753	14
Szwajcaria	0,643	0,751	15
Francja	0,483	0,741	16
Austria	0,457	0,739	17
Słowenia	0,119	0,718	18
Słowacja	0,114	0,717	19
Grecja	-0,839	0,657	20
Dania	-1,067	0,643	21

1	2	3	4
Włochy	-1,626	0,607	22
Czechy	-2,382	0,560	23
Niemcy	-3,536	0,487	24
Wielka Brytania	-4,182	0,446	25
<b>Polska</b>	<b>-4,218</b>	<b>0,444</b>	<b>26</b>
Japonia	-4,676	0,415	27
Holandia	-7,370	0,245	28
Belgia	-9,575	0,106	29

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 2.

Pierwsze miejsce w rankingu zajmuje Kanada. Od antywzorca rozwoju Kanadę dzieli 98,5 punktów procentowych, a do wzorca rozwoju brakuje jej 1,5 punktów procentowych. Pozostałe kraje, które od wzorca dzieli mniej niż 10 punktów procentowych (a więc od antywzorca – więcej niż 90 punktów procentowych), to Australia, Norwegia, Rosja, Szwecja i Finlandia.

Ostatnie miejsce w rankingu zajmuje Belgia. Od antywzorca rozwoju Belgię dzieli 10,6 punktów procentowych, a do wzorca rozwoju brakuje jej 89,4 punktów procentowych. Bardzo dużą wielkością emisji zanieczyszczeń powietrza przypadającą na 1 km<sup>2</sup> powierzchni charakteryzuje się również Holandia.

W uszeregowaniu krajów od najlepszego do najgorszego Polska zajęła – pod względem relatywnej wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza gazami – dopiero dwudzieste szóste miejsce. Od antywzorca rozwoju Polskę dzieli 44,4 punktów procentowych, a do wzorca rozwoju brakuje jej 55,6 punktów procentowych. Od państwa zajmującego pozycję pierwszą w rankingu – czyli Kanady – Polska różni się o 54,1 punktów procentowych przy maksymalnej możliwej różnicy pomiędzy miarami rozwoju wynoszącej 100 punktów procentowych. Natomiast od państwa zajmującego ostatnią pozycję w rankingu – czyli Belgii – Polska jest lepsza o 33,8 punktów procentowych.

### 3. Uporządkowanie badanych krajów pod względem wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza na mieszkańca

W drugim zadaniu badawczym każdy kraj opisano wielkością emisji tlenków siarki, tlenków azotu, tlenku węgla i dwutlenku węgla w kilogramach na osobę.



Wartości te otrzymano przez podzielenie wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza w poszczególnych krajach (w tys. ton rocznie) przez liczbę mieszkańców w tych krajach (w tys. osób) i pomnożenie uzyskanego wyniku przez 1000. W tabeli 4 zawarto obserwacje obliczonych w ten sposób zmiennych dla 2010 roku.

Tabela 4. Względna wielkość emisji zanieczyszczeń powietrza na mieszkańca w poszczególnych krajach w 2010 roku

Kraj	Emisja gazów w 2010 roku (w kg na jednego mieszkańca)			
	tlenki siarki	tlenki azotu	tlenek węgla	dwutlenek węgla
1	2	3	4	5
Australia	105,789	76,017	136,678	18 131,902
Austria	2,231	22,310	75,996	8660,344
Belgia	6,064	19,691	42,234	10 569,838
Czechy	16,150	22,706	38,191	11 210,811
Dania	2,669	23,981	75,550	9065,813
Estonia	62,090	27,388	131,343	13 284,328
Finlandia	12,491	30,761	87,994	11 853,840
Francja	4,161	17,137	63,229	6219,212
Grecja	23,391	28,423	46,518	8523,171
Hiszpania	10,493	21,159	39,500	6040,898
Holandia	2,018	15,420	32,767	10 925,190
Irlandia	5,796	16,805	31,004	9288,250
Japonia	5,938	11,616	19,910	9354,917
Kanada	40,168	60,530	256,123	16 231,659
Niemcy	5,499	16,168	40,689	10 117,865
Norwegia	3,989	38,052	68,331	9318,331
Nowa Zelandia	16,938	33,646	163,424	7645,457
<b>Polska</b>	<b>24,878</b>	<b>22,599</b>	<b>79,922</b>	<b>8709,089</b>
Portugalia	6,784	18,510	38,053	4946,068
Rosja	31,700	25,773	108,124	11 263,574
Słowacja	12,778	16,295	40,692	6980,482
Słowenia	4,778	21,941	78,011	7867,382
Stany Zjednoczone	21,970	42,779	187,317	18 470,625
Szwajcaria	1,537	10,388	33,560	5879,723
Szwecja	3,678	17,269	68,223	5575,312

1	2	3	4	5
Turcja	6,335	17,528	47,547	4468,112
Węgry	3,228	16,192	47,976	5158,221
Wielka Brytania	6,524	17,693	34,069	8102,431
Włochy	3,488	16,020	44,786	7034,553

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Rzeczypospolitej Polskiej 2013*, GUS, Warszawa 2013, s. 789 i 790 oraz *Rocznika Statystyki Międzynarodowej 2012*, GUS, Warszawa 2012, s. 76 i 77.

Dla każdego z obiektów obliczono wartość sumy standaryzowanej oraz miary rozwoju – zrobiono to analogicznie jak w przypadku realizacji pierwszego zadania badawczego. Otrzymane w ten sposób wartości zostały przedstawione w tabeli 5.

Tabela 5. Uszeregowanie krajów od tego, który zanieczyszcza powietrze (na mieszkańca) w stopniu najmniejszym, do zanieczyszczającego powietrze w stopniu największym

Kraj	Wartość sumy standaryzowanej	Wartość miary rozwoju	Miejsce kraju w rankingu
1	2	3	4
Szwajcaria	3,432	0,963	1
Węgry	2,872	0,932	2
Turcja	2,834	0,930	3
Portugalia	2,787	0,927	4
Japonia	2,422	0,907	5
Włochy	2,405	0,906	6
Szwecja	2,277	0,899	7
Francja	2,177	0,893	8
Hiszpania	2,092	0,889	9
Słowacja	2,048	0,886	10
Wielka Brytania	2,047	0,886	11
Irlandia	1,868	0,876	12
Holandia	1,650	0,864	13
Niemcy	1,513	0,856	14
Belgia	1,080	0,832	15
Słowenia	1,066	0,831	16
Austria	0,973	0,826	17
Dania	0,728	0,812	18

1	2	3	4
Czechy	0,294	0,788	19
Grecja	0,149	0,780	20
<b>Polska</b>	<b>-0,182</b>	<b>0,761</b>	<b>21</b>
Norwegia	-0,274	0,756	22
Finlandia	-1,226	0,703	23
Nowa Zelandia	-1,871	0,667	24
Rosja	-1,970	0,661	25
Estonia	-4,492	0,520	26
Stany Zjednoczone	-6,242	0,422	27
Kanada	-9,012	0,267	28
Australia	-11,446	0,131	29

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 4.

Pierwsze miejsce w rankingu zajmuje Szwajcaria. Od antywzorca rozwoju Szwajcarię dzieli 96,3 punktów procentowych, a do wzorca rozwoju brakuje jej 3,7 punktów procentowych. Pozostałe kraje, które od wzorca dzieli mniej niż 10 punktów procentowych (a więc od antywzorca – więcej niż 90 punktów procentowych), to Węgry, Turcja, Portugalia, Japonia i Włochy.

Ostatnie miejsce w rankingu zajmuje Australia. Od antywzorca rozwoju Australię dzieli 13,1 punktów procentowych, a do wzorca rozwoju brakuje jej 86,9 punktów procentowych. Bardzo dużą całkowitą wielkością emisji zanieczyszczeń powietrza przypadającą na jednego mieszkańca charakteryzuje się również Kanada.

W uszeregowaniu krajów Polska zajęła – pod względem relatywnej wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza – dwudzieste pierwsze miejsce. Od antywzorca rozwoju Polskę dzieli jednak aż 76,1 punktów procentowych, a do wzorca rozwoju brakuje jej 23,9 punktów procentowych. Od państwa zajmującego pozycję pierwszą w rankingu – czyli Szwajcarii – Polska różni się o 20,2 punktów procentowych. Z kolei od państwa zajmującego ostatnią pozycję w rankingu – czyli Australii – Polska jest lepsza o 63,0 punktów procentowych.

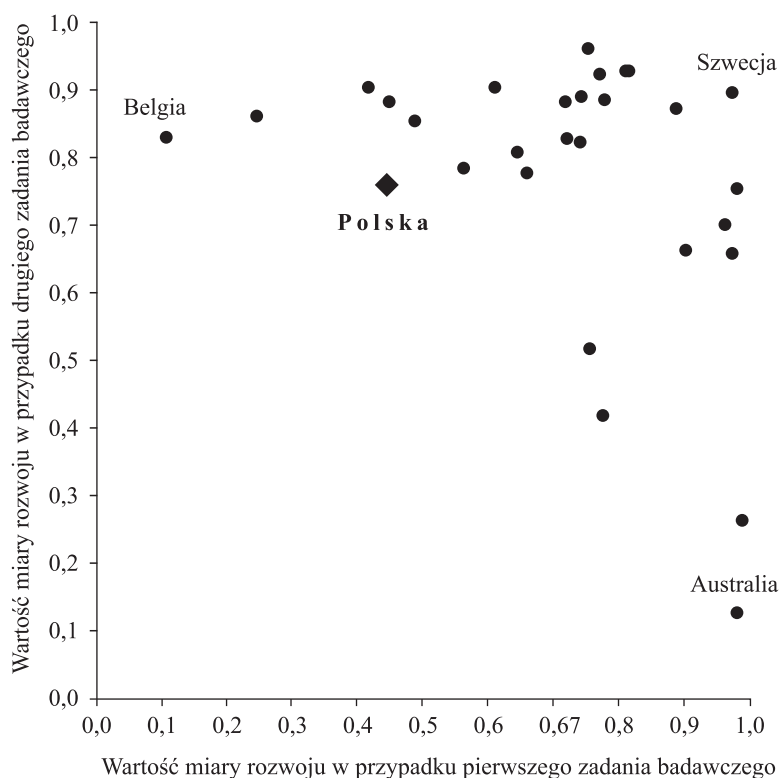
## Podsumowanie

Celem artykułu było dokonanie porównania wybranych dwudziestu dziewięciu krajów świata na podstawie względnej wielkości emisji tlenków siarki, tlenków azo-

tu, tlenku węgla oraz dwutlenku węgla. Porównanie takie przeprowadzono oddzielnie dla wielkości emisji zanieczyszczeń powietrza gazami przypadającej na 1 km<sup>2</sup> powierzchni, co stanowiło pierwsze zadanie badawcze, oraz przypadającej na mieszkańca – drugie zadanie badawcze. Na rysunku 1 w sposób syntetyczny zobrazowano wyniki uzyskane w toku realizacji pierwszego i drugiego zadania badawczego.

Tak w przypadku analizy wielkości emisji gazów przypadającej na 1 km<sup>2</sup> powierzchni, jak i w przypadku analizy wielkości emisji przypadającej na osobę, żaden z badanych krajów nie został wzorcem rozwoju, ponieważ dla żadnego kraju miara rozwoju nie wyniosła 1. Żadne państwo nie zostało również antywzorcem rozwoju, ponieważ dla żadnego z państw miara rozwoju nie wyniosła 0.

Rysunek 1. Wartości miar rozwoju obliczonych dla wielkości emisji gazów przypadającej na kilometr kwadratowy powierzchni oraz wielkości emisji gazów przypadającej na mieszkańca



Źródło: opracowanie własne na podstawie tabel 3 i 5.

Więcej punktów skoncentrowało się w górnych wartościach odciętej i w górnych wartościach rzędnej (tj. w przedziale od 0,5 do 1), aniżeli w dolnych ich wartościach (czyli w przedziale od 0 do 0,5). W przypadku wielkości emisji gazów przypadającej na 1 km<sup>2</sup> powierzchni aż dwadzieścia trzy kraje znajdowały się bliżej wzorca rozwoju niż antywzorca, a tylko sześć – bliżej antywzorca. Natomiast w przypadku wielkości emisji gazów przypadającej na mieszkańca dysproporcja ta była nawet większa, aż dwadzieścia sześć państw znajdowało się bowiem bliżej wzorca niż antywzorca, a jedynie trzy – bliżej antywzorca.

Szwecja była przykładem państwa o bardzo małej emisji zanieczyszczeń powietrza tak w stosunku do powierzchni, jak i do liczby mieszkańców (wartość miary rozwoju wyniosła tutaj odpowiednio 0,971 i 0,899). Belgia z kolei była przypadkiem kraju o małej emisji w relacji do liczby mieszkańców i wyjątkowo dużej emisji w porównaniu do powierzchni (wartość miary rozwoju wyniosła odpowiednio 0,832 i 0,106). Natomiast Australia to kraj o bardzo małej emisji szkodliwych gazów względem wielkości powierzchni i wyjątkowo dużej emisji tych gazów w stosunku do liczby mieszkańców (wartość miary rozwoju wyniosła odpowiednio 0,979 i 0,131).

W artykule została postawiona hipoteza, że Polska jest państwem o względnie małej emisji zanieczyszczeń powietrza w stosunku do liczby mieszkańców oraz umiarkowanej emisji w relacji do powierzchni kraju. Z widocznego na rysunku 1 położenia punktu można wyciągnąć wniosek, że postawioną hipotezę należy zweryfikować pozytywnie. Wprawdzie jedynie trzy kraje miały wartość miary rozwoju obliczoną dla pierwszego zadania badawczego niższą niż Polska, jednak wcale nie oznacza to, że emisja zanieczyszczeń powietrza na 1 km<sup>2</sup> powierzchni w Polsce w stosunku do takiej emisji w innych krajach była wysoka. Polska bowiem znajdowała się prawie w połowie pomiędzy antywzorcem i wzorcem rozwoju, stąd można uznać, iż wynik uzyskany przez ten kraj był na poziomie umiarkowanym.

Z kolei drugie zadanie badawcze wykazało, że choć tylko osiem państw uzyskało wartość obliczonej miary rozwoju niższą od Polski, to emisja zanieczyszczeń powietrza na mieszkańca w Polsce w stosunku do takiej emisji w innych krajach była raczej mała. Polska bowiem znajdowała się zdecydowanie bliżej wzorca rozwoju niż antywzorca, toteż można przyjąć, iż uzyskany dla tego kraju wynik łącznej emisji szkodliwych gazów był na poziomie dość niskim.

W ujęciu relatywnym sytuacja wyglądała gorzej, bo Polska zajmowała odpowiednio dwudzieste pierwsze miejsce (na dwadzieścia dziewięć krajów), jeśli chodzi

o emisję zanieczyszczeń powietrza na mieszkańca, oraz dwudzieste szóste miejsce na jednostkę powierzchni.

### Literatura

- Ekonometria. Metody, przykłady, zadania*, red. J. Dziechciarz, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2002.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2013*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
- Rocznik Statystyki Międzynarodowej 2012*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012.
- Jakubowski J., Kot S., Sokołowski A., *Statystyka. Podręcznik dla studiów ekonomicznych*, Difin, Warszawa 2007.
- Majewska A., *Klasyfikacja światowych giełd terminowych za pomocą taksonomicznego miernika rozwoju*, w: *Rynki kapitałowe. Rynki nieruchomości*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 294, Prace Katedry Ekonometrii i Statystyki nr 9, Szczecin 2000.
- Młodak A., *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Difin, Warszawa 2006.
- Podgórski J., *Statystyka dla studiów licencjackich*, PWE, Warszawa 2005.

## EMISSION OF AIR POLLUTANTS IN POLAND COMPARED TO OTHER COUNTRIES IN THE WORLD

### Abstract

The purpose of the article is to compare selected twenty nine countries in the world in terms of emission of air pollutants in relation to their total area and population, and ordering these countries from the best to the worst. A hypothesis was stated that Poland is a region with relatively low emission of air pollutants compared to the number of inhabitant sand moderate emission with respect to the total area of the country. In the study this hypothesis was verified positively. In the article the standardized sum method was used as a tool.

*Translated by Anna Turczak*

**Keywords:** emission of gases, air pollution, standardized sum method, comparison of countries

**JEL Code:** Q53