

Małgorzata Sej-Kolasa, Anetta Zielińska

CHARAKTERYSTYKA PORÓWNAWCZA WOJEWÓDZTW NA PODSTAWIE JAKOŚCI POWIETRZA

1. Wstęp

Zarządzanie środowiskiem w Polsce realizowane jest na trzech zasadniczych poziomach: krajowym, regionalnym oraz lokalnym, czyli powiatowym i gminnym. Bez względu na poziom zarządzania, podejmowanie decyzji dotyczących środowiska wymaga dysponowania odpowiednią informacją – informacją ekologiczną. Za informację ekologiczną uznajemy wszelkie rodzaje informacji, które identyfikują problemy powstające na styku człowiek–gospodarka–społeczeństwo i środowisko przyrodnicze [1, s. 70].

Informacja ekologiczna:

- pozwala poznawać środowisko i istniejące w nim zależności,
- ułatwia identyfikację problemów powstających w wyniku antropogenicznego oddziaływania na środowisko i jego komponenty,
- jest podstawą szacowania skutków negatywnego wpływu na środowisko i jego komponenty oraz elementy składowe,
- ułatwia określanie właściwych i niewłaściwych sposobów oddziaływania na środowisko (korzystania ze środowiska),
- pozwala oceniać znaczenie środowiska i jego użytków w życiu człowieka i istnieniu cywilizacji ludzkiej,
- wpływa na właściwe kształtowanie oddziaływania człowieka na środowisko (świadomość ekologiczną, postawy ludzkie, wzorce konsumpcji i korzystania ze środowiska) [1, s. 70].

W badaniach środowiska brane są pod uwagę różne rodzaje obiektów oraz różne deskryptory środowiska. Zakres dostępnych danych dotyczących środowiska odpowiada obowiązującemu stanowi prawnemu w tej dziedzinie, w szczególności regulacji wynikającej z ustawy Prawo ochrony środowiska [13] oraz ustaw pokrewnych. Dane środowiskowe obejmują m.in.:

- warunki naturalne (geograficzne, hydrograficzne, meteorologiczne),

- stan i zmiany w wykorzystaniu zasobów powierzchni ziemi, zagrożenia i ochrony gleb oraz kopalin,
- zanieczyszczenie i ochronę powietrza,
- zasoby, wykorzystanie oraz zanieczyszczenie i ochronę wód,
- ochronę przyrody, krajobrazu i różnorodności biologicznej,
- odpady przemysłowe i komunalne,
- promieniowanie jonizujące i hałas,
- działalność kontrolną i społeczną na rzecz ochrony środowiska,
- ekonomiczne aspekty ochrony środowiska [6].

Dane mogą być prezentowane np. w układzie województw, podregionów, powiatów, gmin, miast o dużej skali zagrożenia środowiska lub według specyficznych klasyfikacji i delimitacji: np. według regionów hydrograficznych, regionalnych zarządów gospodarki wodnej, jednostek organizacyjnych leśnictwa, obiektów i obszarów o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronionych oraz obszarów ochrony uzdrowiskowej [6, s. 41].

W złożonym, wielowymiarowym systemie społeczeństwo–gospodarka–środowisko niekiedy zachodzi potrzeba dokonania porównania badanych obiektów (województw, podregionów itp.) zgodnie z przyjętym kryterium pomiaru.

Celem artykułu jest zilustrowanie możliwości wykorzystania wielowymiarowej analizy porównawczej w badaniach środowiska w układzie terytorialnym. Jako przykład przeprowadzono ocenę jakości powietrza dla województw, wykorzystując metody porządkowania liniowego.

2. Metodologia badawcza

Substancje zanieczyszczające, emitowane do powietrza w wyniku procesów naturalnych i działalności człowieka, stwarzają wiele zagrożeń dla zdrowia i wykazują niekorzystny wpływ na przyrodę i wytwory kultury materialnej. Główną przyczyną antropogenicznego zanieczyszczania powietrza jest spalanie paliw w celu wytwarzania energii.

Problemy związane z zanieczyszczeniem powietrza odnoszą się do różnych skal przestrzennych: mogą mieć charakter lokalny (np. przekroczenia dopuszczalnych stężeń zanieczyszczenia w rejonie oddziaływania określonych źródeł emisji), regionalny (zakwaszenie i eutrofizacja), kontynentalny (wysokie stężenia ozonu w przyziemnej warstwie atmosfery w warunkach sprzyjających jego tworzeniu) lub globalny (zmiany klimatyczne, zanik warstwy ozonowej) [7, s. 39].

Jakość powietrza jest jednym z istotnych czynników wpływających na zdrowie człowieka. Dotychczasowe badania jakości powietrza wskazują, iż największe zanieczyszczenie powietrza występuje zwykle na obszarach zurbanizowanych. Przy obecnym rozwoju technicznym i gospodarczym w Polsce najpoważniejszym prob-

lemem pozostaje zbyt wysokie stężenie ozonu przyziemnego i pyłu zawieszonego [11].

Do przeprowadzenia wielowymiarowej analizy porównawczej wykorzystano klasyfikację hierarchiczną, a w szczególności metody porządkowania liniowego; ocena obiektów (województw) dokonana została ze względu na jakość powietrza¹.

Wykorzystanie miar agregatowych umożliwia pomiar wielowymiarowych zjawisk, a także uporządkowanie obiektów i określenie ich pozycji ze względu na przyjęte kryterium. Istotną własnością miar agregatowych jest kwantyfikacja zjawiska złożonego za pomocą jednej wartości liczbowej – umożliwia to analizy porównawcze oraz syntetyzuje obrazy cząstkowe, które mogą być mało czytelne w jednoznacznych ocenach. Miary te mają też ograniczenia: prowadzą do uproszczonych ustaleń, nie jest możliwa ich bezpośrednia interpretacja [12, s. 160].

Problem badawczy, jakim jest jakość powietrza, jest zagadnieniem bardzo złożonym. Klasyfikowane obiekty są opisywane przez wiele cech, co powoduje utrudnienia związane z oceną podobieństwa obiektów, a tym samym i z ich klasyfikacją. Poziom podobieństwa obiektów ze względu na jedną cechę może być inny niż podobieństwo tych samych obiektów ze względu na inną cechę, w związku z tym powstaje konieczność klasyfikacji obiektów za pomocą formalnych procedur, które umożliwiają obiektywne przeprowadzenie tego badania w warunkach złożoności zjawisk.

Lista zanieczyszczeń, jakie należy uwzględnić do oceny jakości powietrza pod kątem spełnienia kryteriów ochrony zdrowia, powinna obejmować:

- dwutlenek azotu,
- dwutlenek siarki,
- benzen,
- ołów,
- tlenek węgla,
- ozon,
- pył [14, s. 5].

Na potrzeby badań ocenę jakości powietrza dla województw przeprowadzono na podstawie takich cech, jak:

1. Liczba kotłowni (szt.).
2. Całkowita emisja ołowiu (kg).
3. Liczba zakładów szczególnie uciążliwych emitujących zanieczyszczenia do powietrza (szt.).
4. Obszary o szczególnych walorach przyrodniczych (% powierzchni województwa).

¹ Rangowanie obszarów ekologicznego zagrożenia przeprowadzili A. Kassember i C. Rolewicz, dokonując przestrzennej analizy stanu poszczególnych elementów środowiska (w tym powietrza) metodą kartograficzną [5].

5. Lesistość (%).
6. Liczba pojazdów samochodowych zarejestrowanych (szt.).
7. Gęstość sieci drogowej (km/km^2).
8. Emisja całkowita zanieczyszczeń powietrza pyłowe (t/km^2).
9. Emisja całkowita zanieczyszczeń powietrza dwutlenek siarki (t/km^2).
10. Emisja całkowita zanieczyszczeń powietrza tlenek azotu (t/km^2).
11. Emisja zanieczyszczeń pyłowych ogółem z zakładów szczególnie uciążliwych (t).
12. Emisja zanieczyszczeń pyłowych ze spalania paliw z zakładów szczególnie uciążliwych (t).
13. Emisja zanieczyszczeń gazowych ogółem z zakładów szczególnie uciążliwych (t).
14. Emisja zanieczyszczeń gazowych dwutlenek siarki z zakładów szczególnie uciążliwych (t).
15. Emisja zanieczyszczeń gazowych tlenki azotu z zakładów szczególnie uciążliwych (t).
16. Emisja zanieczyszczeń gazowych tlenek węgla z zakładów szczególnie uciążliwych (t).

Pierwszym krokiem było ujednolicenie charakteru wytypowanych cech (postulat jednolitej preferencji cech), czyli przekształcenie destymulant na stymulanty. Dokonano tego według formuły, dla której wartości destymulanty (cechy) są wyrażone tylko na skali ilorazowej, czyli zbiór wartości cech zawiera się w zbiorze liczb rzeczywistych dodatnich i istnieje dla niej naturalny, absolutny punkt zerowy, który oznacza zupełny brak wielkości badanej cechy [10, s. 92]. Według oceny subiektywnej jako destymulanty zakwalifikowano cechy o numerach: 1, 2, 3, 6-16; wśród cech nie odnotowano nominant.

W dalszej części przeprowadzono normalizację cech, czyli pozbawienie wartości cechy mian i ujednolicenie rzędów wielkości w celu doprowadzenia ich do porównywalności (otrzymano znormalizowaną macierz danych).

Do analizy wykorzystano jedną z metod porządkowania liniowego zbioru obiektów. Zadaniem tych metod jest uszeregowanie (ustalenie kolejności) obiektów lub ich zbiorów według przyjętego kryterium. Metody te mogą być stosowane tylko wtedy, gdy jest możliwe przyjęcie pewnego nadrzędnego kryterium, ze względu na które można uporządkować obiekty od „najlepszego” do „najgorszego”. Narzędziem metod porządkowania liniowego jest syntetyczny miernik rozwoju (SMR), będący pewną funkcją agregującą informacje cząstkowe zawarte w poszczególnych zmiennych i wyznaczoną dla każdego obiektu ze zbiorów obiektów. Formuły agregacji wartości zmiennych można ogólnie podzielić na wzorcowe i bezwzorcowe. W formułach bezwzorcowych następuje uśrednienie znormalizowanych wartości zmiennych (z możliwością uwzględnienia wag dla poszczególnych zmiennych).

Tabela 1. Wartości cech diagnostycznych dotyczących jakości powietrza według województw (dane za 2004 rok)

Cechy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Województwo																
Dolnośląskie	1 997	185 686	153	18,1	29,1	841,1	0,91	0,4	2,8	1,1	8 618	6 495	16 650 508	56 302	22 821	9 966
Kujawsko-pomorskie	901	16 785	91	32,4	23,1	629,2	0,77	0,4	1,8	0,8	7 723	6 181	8 830 205	31 535	14 416	17 071
Lubelskie	583	15 746	102	22,8	22,3	605,9	0,71	0,3	0,8	0,4	6 681	5 616	5 287 938	19 038	11 083	6 939
Lubuskie	633	6 291	57	39,3	48,7	327,3	0,57	0,2	0,4	0,2	3 147	2 947	2 110 630	5 207	2 841	24 904
Łódzkie	577	20 561	90	16,4	20,6	800,7	0,91	0,4	8,7	2,7	7 423	6 613	36 674 098	159 262	49 875	20 406
Małopolskie	853	56 389	112	58,9	28,4	1 002,3	1,43	0,8	3,5	1,6	12 414	8 399	13 068 620	52 847	23 897	54 331
Mazowieckie	1 669	35 718	133	29,6	22,1	1 821,2	0,81	0,4	4,0	1,3	12 452	11 717	26 141 722	141 891	45 740	18 358
Opolskie	531	9 453	92	27,1	26,3	354,4	0,90	0,5	1,3	2,3	4 399	3 325	13 721 904	12 506	21 285	17 782
Podkarpackie	593	12 259	86	47,5	36,5	582,5	0,77	0,2	0,8	0,3	3 530	2 995	3 636 957	13 762	6 239	4 494
Podlaskie	347	8 979	56	31,9	29,7	335,8	0,54	0,1	0,3	0,2	2 176	1 787	1 874 115	5 485	3 510	3 031
Pomorskie	932	14 236	78	32,6	35,8	733,6	0,63	0,2	1,4	0,5	4 346	3 698	6 238 016	24 727	8 943	6 152
Śląskie	1 118	158 918	335	22,0	31,7	1 431,3	1,64	2,1	12,4	6,1	26 506	19 242	42 240 882	153 216	74 684	145 376
Świętokrzyskie	424	10 087	67	61,9	27,5	358,1	1,04	0,5	2,7	1,7	5 885	4 589	10 491 358	31 374	19 622	22 514
Warmińsko-mazurskie	664	9 034	42	46,2	29,9	386,4	0,51	0,1	0,2	0,1	1 918	1 787	1 382 312	4 706	2 272	3 303
Wielkopolskie	1 832	21 403	105	31,0	25,4	1 297,8	0,83	0,3	4,5	0,9	10 309	9 270	17 290 327	135 480	28 275	12 829
Zachodniopomorskie	999	14 507	83	20,7	434,7	467,5	0,57	0,2	0,9	0,6	5 655	3 938	7 974 250	19 864	13 731	4 874

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6; 8; 15].

Formuły wzorcowe są różnego rodzaju odległościami poszczególnych obiektów od obiektu wzorcowego, którym jest na ogół tzw. dolny bądź górny biegun rozwoju [2, s. 38].

Na potrzeby analizy syntetyczny miernik rozwoju wyznaczono za pomocą obu formuł (bezwzorcową i wzorcową).

Na podstawie analizy jakości powietrza dla województw, przeprowadzonej z wykorzystaniem formuły bezwzorcowej, uzyskano uporządkowanie zilustrowane w tab. 2.

Tabela. 2. Syntetyczny miernik rozwoju (formuła bezwzorcowa)

Obiekty/województwa	SMR
Warmińsko-mazurskie	0,446
Podlaskie	0,347
Lubuskie	0,206
Podkarpackie	0,074
Zachodniopomorskie	0,033
Pomorskie	0,010
Lubelskie	-0,015
Opolskie	-0,028
Świętokrzyskie	-0,071
Kujawsko-pomorskie	-0,081
Dolnośląskie	-0,112
Wielkopolskie	-0,130
Łódzkie	-0,135
Mazowieckie	-0,154
Małopolskie	-0,170
Śląskie	-0,220

Źródło: opracowanie własne.

Za najlepsze województwo według jakości powietrza przyjęto warmińsko-mazurskie, potem podlaskie i lubuskie, natomiast ostatnią lokatę zajęło województwo śląskie.

Na tej podstawie do formuły wzorcowej wytypowano jako wzorzec województwo warmińsko-mazurskie. Za takim wyborem przemawia dodatkowo fakt, że warmińsko-mazurskie w wyniku rocznej oceny jakości powietrza za 2004 r. zaliczone zostało do klasy A, tzn. na terenie strefy nie zostały przekroczone normy dotyczące dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń [4, s. 119].

Ocenę poziomu substancji w powietrzu dla województw za rok 2004 przeprowadzono, zgodnie z rozporządzeniem ministra środowiska [9], dla każdej strefy²

² Strefę stanowi aglomeracja o liczbie mieszkańców większej niż 250 tys. lub obszar powiatu niewchodzący w skład aglomeracji.

znajdującej się na obszarze ich województwa, a następnie dokonano klasyfikacji stref, w których:

- poziom choćby jednej substancji przekroczył poziom dopuszczalny powiększony o margines tolerancji (klasa C),
- poziom choćby jednej substancji mieścił się między poziomem dopuszczalnym a poziomem dopuszczalnym powiększonym o margines tolerancji (klasa B),
- poziom substancji nie przekroczył poziomu dopuszczalnego (klasa A).

Według oceny Inspekcji Ochrony Środowiska za 2004 r. na terenie trzech województw: warmińsko-mazurskiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego wszystkie strefy zaliczono do klasy łącznej A, a w województwach: pomorskim, świętokrzyskim i podkarpackim do klasy A zaliczono ponad 90% stref. Natomiast na terenie województw: małopolskiego, dolnośląskiego i mazowieckiego znajduje się najwięcej stref zaliczonych do klasy łącznej C. Na liczbę stref, dla których łączną klasę określono jako B lub C, miały wpływ wyniki klasyfikacji stref uzyskane dla pyłu PM10. Przekroczenia wartości dopuszczalnych stężeń w Polsce najczęściej dotyczą bowiem pyłu (23% stref zakwalifikowano do klasy B lub C ze względu na PM10) [4, s. 123].

Rezultaty otrzymane za pomocą formuły wzorcowej ukazano w tab. 3.

Tabela. 3. Syntetyczny miernik rozwoju
(formuła wzorcowa, wzorzec
– województwo warmińsko-mazurskie)

Obiekty/województwa	SMR
Podlaskie	0,217
Lubuskie	0,337
Podkarpackie	0,457
Pomorskie	0,552
Lubelskie	0,599
Opolskie	0,601
Zachodniopomorskie	0,613
Świętokrzyskie	0,644
Kujawsko-pomorskie	0,658
Wielkopolskie	0,738
Łódzkie	0,739
Dolnośląskie	0,766
Małopolskie	0,773
Mazowieckie	0,780
Śląskie	0,876

Źródło: opracowanie własne.

Województwem najbardziej zbliżonym do wzorca (województwa warmińsko-mazurskiego) jest województwo podlaskie. Natomiast ostatnie lokaty zajmują woje-

wództwa: dolnośląskie, małopolskie, mazowieckie i śląskie. Jest to bardzo zbliżone do oceny Inspekcji Ochrony Środowiska.

Na podstawie przeprowadzonej analizy z wykorzystaniem formuły bezwzorcowej i wzorcowej można zaobserwować nieznaczne różnice w pozycjach poszczególnych województw (tab. 4).

Tabela. 4. Uporządkowanie województw (formuły bezwzorcowe i wzorcowe)

Kolejność województw	
formuła bezwzorcowe	formuła wzorcowe
Warmińsko-mazurskie	
Podlaskie	Podlaskie
Lubuskie	Lubuskie
Podkarpackie	Podkarpackie
Zachodniopomorskie	Pomorskie
Pomorskie	Lubelskie
Lubelskie	Opolskie
Opolskie	Zachodniopomorskie
Świętokrzyskie	Świętokrzyskie
Kujawsko-pomorskie	Kujawsko-pomorskie
Dolnośląskie	Wielkopolskie
Wielkopolskie	Łódzkie
Łódzkie	Dolnośląskie
Mazowieckie	Małopolskie
Małopolskie	Mazowieckie
Śląskie	Śląskie

Źródło: opracowanie własne.

Ocena jakości powietrza według Inspekcji Ochrony Środowiska z uwzględnieniem podziału na strefy bierze pod uwagę jedynie cechy, które są destymulantami, czyli ich wpływ na środowisko jest negatywny. Natomiast w przeprowadzonej analizie porządkowania liniowego uwzględniono dodatkowo dwie cechy o charakterze stymulant (pozytywny wpływ na środowisko).

3. Wnioski końcowe

Celem dokonanej analizy formułą bezwzorcową i wzorcową nie było dokonanie szczegółowej oceny jakości powietrza, a jedynie wskazanie możliwości wykorzystania aparatu statystycznego w badaniach problematyki dotyczącej środowiska.

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Formuły wzorcowe wymagają wyznaczenia (zbudowania) obiektu wzorcowego. Takim wzorcem powinien być najlepszy obiekt wytypowany spośród wszystkich badanych obiektów w określonej jednostce czasu i przestrzeni.
2. Wybór wzorca powinien być dokonany na podstawie szczegółowej analizy merytorycznej badanego zjawiska – fachowej wiedzy badaczy.
3. Istotny jest właściwy dobór cech, który jest uzależniony od możliwości dostępu informacji ekologicznej. Należy uwzględnić informacje ekologiczne wpływające na badane elementy środowiska zarówno pozytywnie, jak i negatywnie.
4. Mierniki statystyczne mogą być pomocne w podejmowaniu decyzji dotyczących środowiska.

Literatura

- [1] Becla A., Czaja S., *Rola informacji ekologicznej w systemie zarządzania środowiskiem*, [w:] B. Poskrobko (red.), *Zarządzanie środowiskiem – teraźniejszość i przyszłość*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2003.
- [2] Gatnar E., Walesiak M. (red.), *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*, AE, Wrocław 2004.
- [3] Grabiński T., *Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach dynamiki zjawisk ekonomicznych*, Zeszyty Naukowe AE w Krakowie, Seria specjalna Monografie nr 61, Kraków 1984.
- [4] *Informacja o realizacji zadań Inspekcji Ochrony Środowiska w 2005 roku*, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, <http://www.bip.gios.gov.pl/dokumenty/iorzios2005/rozd6.doc>.
- [5] Kassember A., Rolewicz C., *Przestrzenna diagnoza ochrony środowiska w Polsce*, PWE, Warszawa 1985.
- [6] *Ochrona środowiska 2005*, GUS, Warszawa 2006.
- [7] *Raport. Stan środowiska w Polsce w latach 1996-2001*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2003.
- [8] *Rocznik statystyczny województw 2005*, GUS, Warszawa 2006.
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 czerwca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów niektórych substancji w powietrzu, alarmowych poziomów niektórych substancji w powietrzu oraz marginesów tolerancji, DzU z 2002 r., nr 87, poz. 796.
- [10] Sej-Kolasa M., Zielińska A., *Excel w statystyce, materiały do ćwiczeń*, AE, Wrocław 2004.
- [11] *Stan środowiska w Polsce na tle celów i priorytetów Unii Europejskiej. Raport wskaźnikowy 2004*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2006.
- [12] Strahl D. (red.), *Metody oceny rozwoju regionalnego*, AE, Wrocław 2006.
- [13] Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001, DzU nr 62, poz. 627.
- [14] *Wskazówki do pierwszej rocznej oceny jakości powietrza*, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa 2003.
- [15] www.stat.gov.pl/bdr.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PROVINCES BASED ON THE QUALITY OF AIR

Summary

The environmental management in Poland is achieved upon three principal levels: national, regional and local (counties and other smaller areas) The aim of the article is to present the abilities of using multidimensional comparative analyses in environmental research according to territorial sphere.

As an example the quality of air in the area of counties is considered using methods of linear order with the consideration of two formula aggregations of variables: exemplary formula and unexemplary one.

Małgorzata Sej-Kolasa – dr inż., adiunkt w Katedrze Ekonometrii i Informatyki Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu – Wydział w Jeleniej Górze.

Anetta Zielińska – dr, adiunkt w Katedrze Zarządzania Jakością i Środowiskiem Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu – Wydział w Jeleniej Górze.