

PROBLEMY ŚRODOWISKOWE ZWIĄZANE Z OCHRONĄ PRZYRODY W POLSCE W ŚWIETLE WIELOWYMIAROWEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ

Patrycja Ozga  <https://orcid.org/0000-0001-7957-4549>

Wydział Rolniczo-Ekonomiczny
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
e-mail: patrycjaozga28@gmail.com

Streszczenie: W niniejszym artykule dokonano przestrzennej analizy wybranych problemów środowiskowych z którymi boryka się Polska, a mianowicie zagadnienia te dotyczą zróżnicowania kraju w zakresie podejmowanych działań proekologicznych, stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego, jak również ponoszonych nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska. Aby umożliwić porównanie powyższych problemów, wykorzystano metody z zakresu wielowymiarowej analizy porównawczej, a w efekcie otrzymano rankingi wytypowanych zjawisk złożonych. Otrzymane rankingi zostały poddane procedurze porównania.

Słowa kluczowe: metoda unitaryzacji zerowanej, ochrona środowiska, działalność proekologiczna, zanieczyszczenie środowiska, zmienne, ranking, zjawisko złożone

JEL classification: Q29, Q50, Q51, Q53, R11

WSTĘP

Wraz z upływającym czasem zauważamy globalny wzrost zainteresowania problemami związanymi z ochroną środowiska. Biorąc pod uwagę iż gospodarka ma olbrzymi wpływ na stan przyrody, związek ten uznajemy za zagadnienie o charakterze ekonomicznym. Ochrona środowiska stanowi nieodłączny element ludzkiej egzystencji i aktywności. Zakres działań jest niezwykle rozległy, gdyż dotyczy zarówno zanieczyszczonego powietrza, gleby, wód, jak również problemu niewłaściwej gospodarki odpadami czy utraty różnorodności biologicznej i wprowadzania genetycznie zmodyfikowanych odmian roślin. Rozwój cywilizacyjny niekoniecznie musi mieć dobry wpływ na naturalne środowisko, dlatego od wielu

<https://doi.org/10.22630/MIBE.2019.20.4.26>

lat prowadzone są dyskusje mające nas ustrzec przed negatywnym wpływem technologii na jakość życia człowieka. Idea zrównoważonego rozwoju kreuje konkretne rozwiązania mające na celu ochronę i poprawę stanu środowiska.

Głównym celem niniejszego artykułu, jest przestrzenne ujęcie wybranych problemów środowiskowych, gdzie obiektami badań są województwa, natomiast poruszonymi problemami jest przestrzenne zróżnicowanie kraju pod względem:

1. stanu realizowanych działań proekologicznych,
2. stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego,
3. ponoszonych nakładów na środki trwałe służące środowisku.

Aby lepiej się przyjrzeć wymienionym zagadnieniom, najlepszym rozwiązaniem jest zbudowanie rankingów z zastosowaniem wielokryterialnych ocen (tyczy się to dwóch pierwszych badań z zakresu działań proekologicznych i stanu zanieczyszczenia środowiska).

Najważniejsze hipotezy wynikające z budowy rankingów w trzech ujęciach, to:

1. układ rankingowy województw dotyczący działalności proekologicznej powinien być zbieżny z układem porządkowym odnoszącym się do nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska,
2. układ rankingowy województw dotyczący stanu zanieczyszczenia środowiska winien być konwergentny z układem rankingowym województw pokazującym stan działań proekologicznych,
3. układ rankingowy województw dotyczący stanu zanieczyszczenia środowiska winien być porównywalny z układem rankingowym województw dotyczącym nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska.

W celu zweryfikowania powyższych hipotez, zbudowano na ich podstawie rankingi województw, z których dwa dotyczą zjawisk złożonych [Kukuła 2000], a mianowicie jest to poziom przedsięwzięć proekologicznych i stopień zanieczyszczania środowiska. Natomiast trzecia determinanta (wielkość nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska) została ujęta za pomocą jednej cechy. Aby połączyć i umożliwić analizę wymienionych zagadnień wykorzystano metody z zakresu wielowymiarowej analizy porównawczej, a dokładniej precyzując – metodę unitaryzacji zerowanej. W której operuje się pojęciem zjawiska złożonego, czyli takiego którego nie można opisać za pomocą jednej zmiennej.

METODA BADAWCZA

Aby rozpocząć budowę rankingu obiektów, ze względu na poziom zjawiska złożonego, niezbędny jest wybór zmiennych diagnostycznych opisujących badany problem. Bardzo istotny w całym procesie, jest właściwy wybór czyli ustalenie zbioru zmiennych diagnostycznych. W literaturze [Abrahamowicz, Zajac 1986; Borys 1978; Jajuga 1993; Grabiński 1984; Pawełek 2008] znajdziemy liczne propozycje metod i dydaktyki związanych z wyborem kryteriów. Zastosowano

dwa kryteria doboru zmiennych, tj. kryterium merytoryczne, a także kryterium dostatecznej zmienności cech. Następnym krokiem jest normowanie wybranych cech diagnostycznych w celu pozbawienia ich mian, a także sprowadzenie do zbliżonego rzędu wielkości.

Wybrane zmienne x_{ij} ($j = 1, \dots, s$) opisujące złożone zjawisko w r obiektach (czyli województwach), tworzą macierz X :

$$X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1s} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2s} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{r1} & x_{r2} & \dots & x_{rs} \end{bmatrix}, \quad (i = 1, \dots, r) \quad (1)$$

gdzie x_{ij} oznacza realizację zmiennej X_j w i -tym obiekcie.

Zmienne diagnostyczne będące stymulantami są normowane według formuły [Kukuła 2000]:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (2)$$

Natomiast zmienne zaliczane do destymulant są normowane według wzoru:

$$z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (3)$$

Zarówno pierwsze jak i drugie unormowania spełniają warunek:

$$z_{ij} \in [0,1] \quad (4)$$

W wyniku transformacji macierzy złożonej ze zmiennych diagnostycznych w macierz zmiennych unormowanych, otrzymano:

$$Z = [z_{ij}] = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1s} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2s} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{r1} & z_{r2} & \dots & z_{rs} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Znając wartości elementów macierzy Z można uzyskać wartości zmiennej syntetycznej, które charakteryzują każdy obiekt ze względu na poziom rozpatrywanego zjawiska złożonego:

$$Q_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z_{ij} \quad (i = 1, \dots, r) \quad (6)$$

Wyznaczone wartości zmiennej syntetycznej zapisano w postaci:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_r \end{bmatrix} \quad (7)$$

Zmienne syntetyczne Q stanowią punkt wyjścia w budowie rankingu obiektów ze względu na stan badanego zjawiska złożonego. Ranking złożony jest z obiektów uporządkowanych nierosnąco według wartości zmiennej syntetycznej Q_i . Następnie dokonuje się podziału obiektów na dowolną liczbę grup. Biorąc pod

uwagę liczebność obiektów dzielimy całość na trzy grupy, a w tym celu należy kolejno [Kukuła 2012]:

1. wyznaczyć rozstęp zmiennej syntetycznej:

$$R(Q_i) = \max_i Q_i - \min_i Q_i \quad (8)$$

2. wyznaczyć parametr podziału k :

$$k = \frac{1}{3} R(Q_i) \quad (9)$$

3. a następnie zastosować procedurę podziału:

- I grupa – wysoki poziom zjawiska złożonego

$$Q_1 \in [\max_i Q_i - k, \max_i Q_i] \quad (10)$$

- II grupa – przeciętny poziom zjawiska złożonego

$$Q_2 \in [\max_i Q_i - 2k, \max_i Q_i - k] \quad (11)$$

- III grupa – niski poziom zjawiska złożonego

$$Q_3 \in [\max_i Q_i - 3k, \max_i Q_i - 2k] \quad (12)$$

W przypadku, gdy w badaniu rozpatruje się więcej niż jeden ranking ich liczbę oznaczono symbolem (v) co umożliwia zastosowanie porównań międzyrankingowych. Rankingi poddane porównaniu oznaczono numerami p oraz q , gdzie $(p, q = 1, \dots, v)$. Podobieństwo rankingu p do rankingu q , można ocenić za pomocą miary m_{pq} [Kukuła 1986]:

$$m_{pq} = 1 - \frac{2 \sum_{i=1}^r |d_{i(pq)}|}{r^2 - z}, \quad \begin{pmatrix} i = 1, \dots, r \\ p, q = 1, \dots, v \end{pmatrix} \quad (13)$$

gdzie: $d_{i(pq)} = c_{ip} - c_{iq} \quad (14)$

oraz: $z = \begin{cases} 0 & \text{gdy } r \in P \\ 1 & \text{gdy } r \notin P \end{cases} \quad (15)$

przy czym:

c_{ip} – pozycja i -tego obiektu w rankingu o numerze p ,

c_{iq} – pozycja i -tego obiektu w rankingu o numerze q ,

P – zbiór liczb naturalnych parzystych.

Wartości miar m_{pq} tworzą macierz M :

$$M = [m_{pq}] = \begin{bmatrix} 1 & m_{12} & m_{13} & \dots & m_{1v} \\ & 1 & m_{23} & \dots & m_{2v} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & & & \dots & 1 \end{bmatrix}_{(v \times v)} \quad (16)$$

Powyżej przedstawiona macierz jest kwadratowa i symetryczna ponieważ:

$$m_{pq} = m_{qp} \quad \text{dla} \quad p \neq q \quad (17)$$

oraz: $m_{pq} = 1 \quad \text{dla} \quad p = q \quad (18)$

WYBÓR ZMIENNYCH DIAGNOSTYCZNYCH

Sprecyzowanie poziomu przedsięwzięć proekologicznych w poszczególnych województwach bazuje na kilku wybranych zmiennych, są to zmienne diagnostyczne wyłonione za pomocą dwóch opisanych kryteriów (merytorycznego oraz zmienności). Drogą eliminacji (przy wyborze kierowano się zarówno: kryterium stopnia zmienności cech kwalifikowanych do zbioru zmiennych diagnostycznych, jak również przydatnością merytoryczną w ocenie badanego zjawiska) wybrano 7 cech diagnostycznych:

- X_1 – zanieczyszczenia pyłowe z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska, zatrzymane w urządzeniach do redukcji w t/km^2 ,
- X_2 – zanieczyszczenia gazowe z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska, zatrzymane w urządzeniach do redukcji w t/km^2 ,
- X_3 – objętość ścieków oczyszczonych w dm^3/km^2 ,
- X_4 – udział ścieków oczyszczonych w ogólnej objętości ścieków w %,
- X_5 – długość sieci kanalizacyjnych w m/km^2 ,
- X_6 – ilość zakładów wyposażonych w oczyszczalnie ścieków o wystarczającej przepustowości,
- X_7 – liczba ludności przypadająca na 1ha powierzchni składowisk kontrolowanych.

Kolejno do budowy rankingu województw ze względu na stopień zanieczyszczania środowiska wyłoniono 8 cech diagnostycznych:

- Y_1 – emisja zanieczyszczeń pyłowych z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska w $t/100km^2$,
- Y_2 – emisja zanieczyszczeń gazowych z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska w tys. ton/ $100km^2$,
- Y_3 – nieoczyszczone ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzone do wód lub do ziemi w $m^3/100km^2$,
- Y_4 – udział powierzchni gruntów zdewastowanych i zdegradowanych (wymagających rekultywacji) w ogólnej powierzchni województwa w $ha/100km^2$,
- Y_5 – emisja ołowiu z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska w $g/100km^2$,
- Y_6 – emisja rtęci z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska w $g/100km^2$,
- Y_7 – emisja cynku z zakładów szczególnie uciążliwych dla środowiska w $g/100km^2$,
- Y_8 – wielkość odpadów komunalnych wytworzonych i niezabezpieczonych w $kg/osobę$.

Wszystkie zakwalifikowane cechy spełniają warunek: $I(X_j) > 2$ i $I(Y_j) > 2$, a także należy zauważyć, że cechy (X_1, \dots, X_6) należą do stymulant, zaś X_7 jest destymulantą. W przypadku cech (Y_1, \dots, Y_8) wszystkie należą do stymulant. Stopień zmienności cech kwalifikowanych potrzebnych do zbioru zmiennych diagnostycznych określają poniższe postulaty:

$$[I(X_j) > 2], \text{ gdzie } I(X_j) = \frac{\max_i x_{ij}}{\min_i x_{ij}}, \min_i x_{ij} > 0, \quad (19)$$

oraz
$$V(X_j) > 0,1. \quad (20)$$

Celem zbudowania rankingów województw zebrano dane o wartościach wytypowanych zmiennych diagnostycznych, opisujących te zjawiska, a następnie unormowano cechy. Etap ten zrealizowano za pomocą metody unitaryzacji zerowanej. Wyniki unormowanych cech diagnostycznych zaprezentowano w tabeli 1 i 3. Następnie dokonano agregacji zmiennych w wyniku czego otrzymano wartości zmiennych syntetycznych, które stanowiąc jedną wartość charakteryzującą zarówno stan działań proekologicznych, jak i stopień zanieczyszczenia środowiska naturalnego w każdym z województw w 2017 roku.

Tabela 1. Unormowane zmienne opisujące działania proekologiczne w Polsce w 2017 roku, wraz z wartościami q_i oraz Q_i – zmiennej agregatywnej

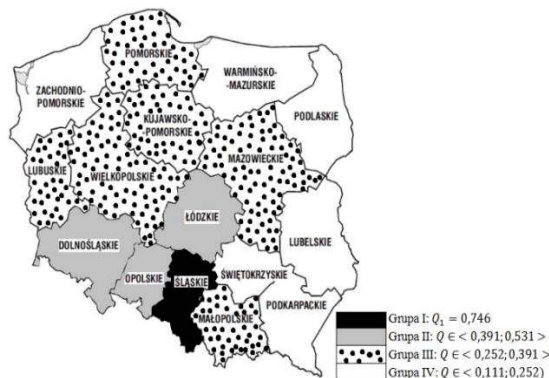
Lp.	Województwo	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇	q _i	Q _i
1.	Dolnośląskie	0,370	0,521	0,194	0,747	0,352	0,298	0,727	3,208	0,458
2.	Kujawsko- pomorskie	0,069	0,039	0,262	1	0,240	0,286	0,801	2,696	0,385
3.	Lubelskie	0,006	0,179	0,049	0,218	0,070	0,429	0,538	1,490	0,213
4.	Lubuskie	0,023	0,034	0,017	0,705	0,122	0,012	0,874	1,786	0,255
5.	Łódzkie	1	1	0,019	0,406	0,175	0,536	0,580	3,716	0,531
6.	Małopolskie	0,174	0,171	0,694	0,387	0,761	0,357	0,146	2,689	0,384
7.	Mazowieckie	0,177	0,146	0,081	0	0,237	1	0,256	1,896	0,271
8.	Opolskie	0,865	0,311	0,228	0,953	0,310	0,036	1	3,702	0,529
9.	Podkarpackie	0,032	0,010	0,035	0,084	0,663	0,286	0	1,109	0,158
10.	Podlaskie	0,009	0,002	0,017	0,771	0	0,036	0,637	1,472	0,210
11.	Pomorskie	0,055	0,161	0,193	0,715	0,357	0,048	0,368	1,897	0,271
12.	Śląskie	0,915	0,566	1	0,836	1	0,762	0,141	5,220	0,746
13.	Świętokrzyskie	0,508	0,153	0,181	0,004	0,303	0,036	0,310	1,496	0,214
14.	Warmińsko- mazurskie	0	0	0	0,122	0,106	0	0,556	0,784	0,112
15.	Wielkopolskie	0,151	0,093	0,264	0,086	0,264	0,869	0,676	2,403	0,343
16.	Zachodniopomorskie	0,126	0,030	0,121	0,0162	0,151	0,143	0,940	1,526	0,218

Źródło: obliczenia własne

Dane ukazane w tabeli 1, są podstawą do budowy zmiennych syntetycznych umożliwiających budowę rankingu.

Tabela 2. Ranking województw ze względu na stan działań proekologicznych w 2017 roku

Lp.	Województwo		Grupa
1.	Śląskie	0,746	I
2.	Łódzkie	0,531	II
3.	Opolskie	0,529	
4.	Dolnośląskie	0,458	III
5.	Kujawsko-pomorskie	0,385	
6.	Małopolskie	0,384	
7.	Wielkopolskie	0,343	IV
8.	Pomorskie	0,271	
9.	Mazowieckie	0,271	
10.	Lubuskie	0,255	
11.	Zachodniopomorskie	0,218	
12.	Świętokrzyskie	0,214	
13.	Lubelskie	0,213	
14.	Podlaskie	0,21	
15.	Podkarpackie	0,158	
16.	Warmińskomazurskie	0,112	



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 1

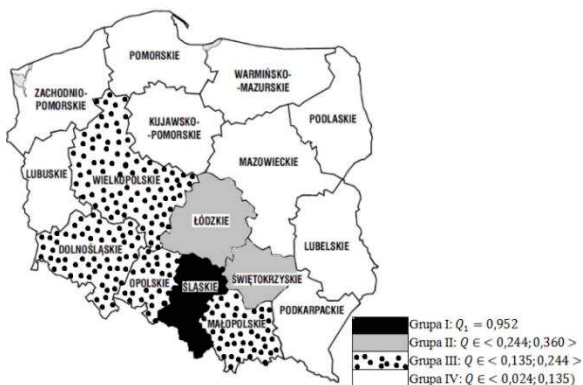
Tabela 3. Unormowane zmienne opisujące stan zanieczyszczenia środowiska w Polsce w 2017 roku, wraz z wartościami q_i oraz Q_i – zmiennej agregatywnej

Lp.	Województwo	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	q_i	Q_i
1.	Dolnośląskie	0,097	0,170	0,045	0,566	0,052	0,316	0,023	0,430	1,699	0,212
2.	Kujawsko-pomorskie	0,117	0,151	0,016	0,351	0,001	0,012	0,006	0,360	1,015	0,127
3.	Lubelskie	0,055	0,042	0,002	0,080	0,005	0,077	0,010	0,090	0,361	0,045
4.	Lubuskie	0,046	0,028	0,017	0,074	0,001	0,001	0,000	0,384	0,550	0,069
5.	Łódzkie	0,144	0,732	0,040	0,572	0,001	1	0,037	0,354	2,880	0,360
6.	Małopolskie	0,156	0,207	0,195	0,143	0,025	0,463	0,173	0,512	1,873	0,234
7.	Mazowieckie	0,069	0,238	0,023	0,028	0,010	0,085	0,022	0,483	0,957	0,120
8.	Opolskie	0,130	0,413	0,002	0,529	0,014	0,140	0,020	0,654	1,901	0,238
9.	Podkarpackie	0,060	0,028	0,012	0	0,013	0,006	0,059	0,012	0,191	0,024
10.	Podlaskie	0,005	0,011	0	0,104	0,001	0,005	0	0,097	0,221	0,028
11.	Pomorskie	0,078	0,094	0,001	0,153	0,001	0,015	0,007	0,573	0,921	0,115
12.	Śląskie	1	1	1	1	1	0,613	1	1	7,613	0,952
13.	Świętokrzyskie	0,179	0,348	0,276	0,664	0,009	0,469	0,013	0	1,958	0,245
14.	Warmińsko-mazurskie	0	0	0,013	0,312	0	0	0,001	0,009	0,334	0,042
15.	Wielkopolskie	0,152	0,132	0,002	0,751	0,013	0,215	0,034	0,419	1,719	0,215
16.	Zachodniopomorskie	0,103	0,086	0,014	0,075	0,001	0,034	0,001	0,447	0,759	0,095

Źródło: obliczenia własne

Tabela 4. Ranking województw ze względu na stan zanieczyszczenia środowiska w 2017 roku

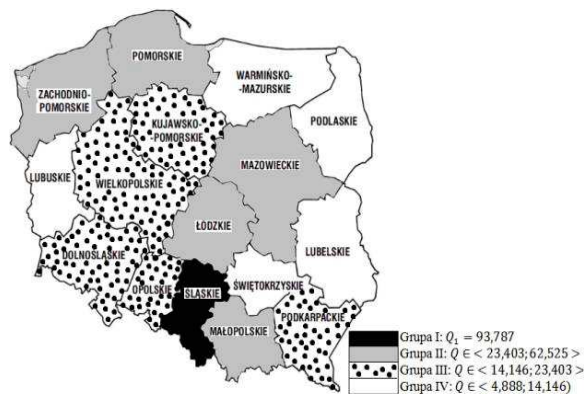
Lp.	Województwo	Qi	Grupa
1.	Śląskie	0,952	I
2.	Łódzkie	0,36	II
3.	Świętokrzyskie	0,245	
4.	Opolskie	0,238	
5.	Małopolskie	0,234	III
6.	Wielkopolskie	0,215	
7.	Dolnośląskie	0,212	
8.	Kujawsko-pomorskie	0,127	
9.	Mazowieckie	0,12	
10.	Pomorskie	0,115	
11.	Zachodniopomorskie	0,095	
12.	Lubuskie	0,069	IV
13.	Lubelskie	0,045	
14.	Warmińsko-mazurskie	0,042	
15.	Podlaskie	0,028	
16.	Podkarpackie	0,024	



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 3

Tabela 5. Ranking województw ze względu na wielkość nakładów na środki trwałe (W_i) służące ochronie środowiska przypadające na 1 km^2 w 2017

Lp.	Województwo	Wi	Grupa
1.	Śląskie	93,787	I
2.	Małopolskie	32,66	
3.	Łódzkie	31,683	
4.	Pomorskie	30,837	II
5.	Zachodniopomorskie	30,348	
6.	Mazowieckie	23,423	
7.	Opolskie	22,073	
8.	Podkarpackie	21,188	
9.	Wielkopolskie	19,378	III
10.	Kujawsko-pomorskie	16,744	
11.	Dolnośląskie	15,824	
12.	Lubuskie	11,217	
13.	Świętokrzyskie	10,292	
14.	Podlaskie	8,083	IV
15.	Lubelskie	6,536	
16.	Warmińsko-mazurskie	4,888	



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w: Rocznik Statystyczny Województw 2018 i Ochrona Środowiska - Environment 2018, GUS Warszawa

Tabela 6. Pozycje rankingowe województw w trzech kolejno przedstawionych układach porządkowych

Lp.	Województwo	RANKING		
		I	II	III
1.	Dolnośląskie	4	7	11
2.	Kujawsko-pomorskie	5	8	10
3.	Lubelskie	13	13	15
4.	Lubuskie	10	12	12

Lp.	Województwo	RANKING		
		I	II	III
5.	Łódzkie	2	2	3
6.	Małopolskie	6	5	2
7.	Mazowieckie	9	9	6
8.	Opolskie	3	4	7
9.	Podkarpackie	15	16	8
10.	Podlaskie	14	15	14
11.	Pomorskie	8	10	4
12.	Śląskie	1	1	1
13.	Świętokrzyskie	12	3	13
14.	Warmińsko-mazurskie	16	14	16
15.	Wielkopolskie	7	6	9
16.	Zachodniopomorskie	11	11	5

Gdzie:

I: ranking województw ze względu na stan działań proekologicznych w 2017 roku,

II: ranking województw ze względu na stopień zanieczyszczenia środowiska naturalnego w 2017 roku,

III: ranking województw ze względu na wielkość nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska przypadające na 1 km² w 2017 rok.

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli 2, 4 i 5

Wynik porównania rankingów jest kwantyfikowany przy zastosowaniu odpowiednich miar. Miary te posiadają unormowane wartości i znana jest ich interpretacja. Również w tym badaniu posłużono się miarą podobieństwa specjalnie skonstruowaną dla porównania układów porządkowych (m_{pq}). Aby obliczyć wartości miary m_{pq} w pierwszej kolejności należy przypisać rangi (zajmowane pozycje poszczególnych obiektów – województw w rankingu) zawarte w tabeli 6. Należy podkreślić, iż wartość miary m_{pq} , która kształtuje się w pobliżu jedności wskazuje na duży stopień podobieństwa rankingów p oraz q . Natomiast wartości m_{pq} bliskie zeru sygnalizują niski stopień podobieństwa porównywanych układów porządkowych.

INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ

Dokonując analizy przestrzennej poziomu działań proekologicznych w poszczególnych województwach, bierzemy pod uwagę cechy wytypowane do zbioru zmiennych diagnostycznych (7 zmiennych). Częstkowe wyniki z przeprowadzonej procedury zawiera tabela 1, a w opisie tabeli 2 otrzymano ranking województw z uwzględnieniem przedsięwzięć związanych z podejmowanymi działaniami proekologicznymi. Ranking ten przedstawia obiekty od najwyższego do najniższego poziomu prowadzonych działań proekologicznych. W tej działalności zdecydowanie przoduje województwo śląskie, a wartość zmiennej syntetycznej $Q_1 = 0,746$ odbiega od wartości zmiennej agregatywnej kolejnych województw w rankingu. Województwo śląskie stanowi wielkość odstającą i tworzy odrębną pierwszą grupę o najwyższym poziomie działań proekologicznych.

Pozostałe województwa podzielono na 3 grupy o wysokim, następnie przeciętnym i niskim poziomie działań proekologicznych. Do II grupy zaliczamy województwa o wysokim poziomie badanego zjawiska, którą tworzy tylko 3 województwa i są to kolejno: łódzkie, opolskie i dolnośląskie. W ostatniej IV grupie znajdują się województwa o niskim poziomie działań proekologicznych, są to kolejno: zachodniopomorskie, świętokrzyskie, lubelskie, podlaskie, podkarpackie i warmińsko-mazurskie. Istotnym faktem jest to, że w rankingu odnotowujemy wysokie zróżnicowanie w wartościach zmiennej syntetycznej $I(Q_i) = 6,661$. Jest to równoznaczne z tym, że województwo śląskie przeważa w rankingu prawie 7-krotnie nad województwem warmińsko-mazurskim, które znajduje się na ostatnim miejscu w zakresie poziomu działań proekologicznych w Polsce w 2017 roku.

Kolejny ranking dotyczy stopnia zanieczyszczenia środowiska w Polsce i tutaj również pierwszą pozycję zajmuje województwo śląskie, które w wyraźny sposób wyprzedza pozostałe obiekty na czołowych lokatach: łódzkie i świętokrzyskie. Wielkość zmiennej syntetycznej plasująca się na wysokości $Q_1 = 0,952$, wskazuje na bardzo wysoki stopień zanieczyszczenia w województwie śląskim, dlatego też stanowi wartość odstającą. Pozostałe województwa zostały podzielone na 3 grupy. Grupa o bardzo wysokim i wysokim stopniu skażenia środowiska (3 województwa) zajmuje obszar położony w środkowej i południowej części Polski. Natomiast województwa o niskim poziomie zanieczyszczenia środowiska (9 województw), są położone w północno-zachodniej, północno-wschodniej i południowo-wschodniej części kraju. Przedstawiona struktura przestrzenna nie jest wystarczająco korzystna i wymaga zmian zdążających w kierunku powiększenia obszaru o najniższym poziomie skażenia środowiska. Należy zauważyć, że w rankingu odnotowujemy bardzo wysokie zróżnicowanie w wartościach zmiennej syntetycznej $I(Q_i) = 39,667$. Jest to równoznaczne z tym, że województwo śląskie przeważa w rankingu prawie 40-krotnie nad województwem podkarpackim, które znajduje się na ostatnim miejscu w rankingu dotyczącym stopnia zanieczyszczenia środowiska naturalnego, a więc jest najczystszy województwem.

W obu rankingach otrzymano podobne składy grup o najwyższym i wysokim poziomie działań proekologicznych w stosunku do najwyższych grup z rankingu dotyczącego stopnia zanieczyszczenia środowiska. Natomiast większe przemieszczenia są zauważalne w grupach o niskim i przeciętnym poziomie porównywanych zjawisk.

Ostatni ranking dotyczy nakładów ponoszonych na środki trwałe związane z ochroną środowiska. Jest to jeden z najważniejszych czynników, który ma wpływ na poprawę stanu środowiska w Polsce, dlatego został zbudowany ranking województw z uwzględnieniem tylko jednej zmiennej (tabela 5). W tym rankingu również na prowadzenie wysuwa się województwo śląskie, które praktycznie 3-krotnie przewyższa poniesione nakłady na środki trwałe w województwie małopolskim znajdującym się na drugim miejscu. Do województw o najniższym

poziomie nakładów przeznaczonych na środki trwałe związane z ochroną środowiska zaliczamy aż 5 województw: lubuskie, świętokrzyskie, podlaskie, lubelskie i warmińsko-mazurskie. Grupę pierwszą w tym przypadku stanowi tylko jedno województwo, natomiast liczebność pozostałych jest wyrównana. Dlatego dość sporą grupę stanowią województwa relatywnie słabo inwestujące w środki służące poprawie stanu środowiska naturalnego. W rankingu odnotowujemy stosunkowo wysokie zróżnicowanie w wartościach zmiennej syntetycznej $I(Q_i) = 19,187$.

Badania porównawcze pomiędzy rankingami określają ich stopień podobieństwa. Porównanie w sposób kwantytatywny trzech rankingów umożliwia korzystanie z miary podobieństwa m_{pq} , która przyjmuje wartości z przedziału $[0, 1]$. Dokonując obliczeń przy wykorzystaniu informacji zawartych

w tabeli 6, otrzymujemy:
$$\begin{bmatrix} 1 & 0,797 & 0,625 \\ & 1 & 0,578 \\ & & 1 \end{bmatrix}, \quad (p, q = 1, \dots, 3).$$

Wynik przeprowadzonego badania wskazuje, że największe podobieństwo występuje pomiędzy działalnością proekologiczną a stopniem zanieczyszczenia środowiska w województwach ($m_{12} = 0,797$). Można zatem przyjąć, że 2-ga hipoteza znajduje odzwierciedlenie w badaniu empirycznym. Natomiast jeśli chodzi o pierwszą hipotezę, również stopień podobieństwa występującego pomiędzy działalnością proekologiczną, a wielkością nakładów na środki trwałe służące ochronie środowiska ($m_{13} = 0,625$) nie jest najniższy, nie mniej jednak można było oczekiwać wyższego stopnia podobieństwa. Biorąc pod uwagę, że wielkości wszystkich porównań są wyższe niż 0,550, co sprzyja przyjęciu sformułowanych hipotez

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badanie oraz uzyskane wyniki nasuwają kilka wniosków:

1. Metoda unitaryzacji zerowanej (MUZ), jest narzędziem przydatnym do trafnego określania regionalnych różnic i dzielenia obiektów na grupy. To jedna z wielu metod normowania zmiennych diagnostycznych, wykorzystywana przy tworzeniu rankingów, gdyż umożliwia ich porównywanie za pomocą miernika m_{pq} .
2. Pierwszy ranking stanowi miłe zaskoczenie, gdyż województwo śląskie znajduje się na pierwszym miejscu pod względem działań proekologicznych. Jeśli chodzi o województwa o niskim poziomie przedsięwzięć proekologicznych, stanowią one $1/3$ ogólnej liczby obiektów i w kolejności są to: województwo zachodniopomorskie, świętokrzyskie, lubelskie, podlaskie, podkarpackie i warmińsko-mazurskie.
3. Kolejny ranking wykazuje znaczne zróżnicowanie w stopniu zanieczyszczenia środowiska w Polsce. Zgodnie z przypuszczeniami najbardziej

zanieczyszczonym województwem jest śląskie, które stanowi odrębną I grupę. Około połowa województw wykazuje stosunkowo niski stopień zanieczyszczenia i są to: województwo kujawsko-pomorskie, mazowieckie, pomorskie, zachodniopomorskie, lubuskie, lubelskie, warmińsko-mazurskie, podlaskie i podkarpackie.

4. Województwa w ostatnim rankingu są stosunkowo równo podzielone między grupy. Pierwsze miejsce w odrębnej grupie zajęło województwo śląskie ale za to do każdej z pozostałych grup należy po 5 województw. W związku z tym do grupy o wysokim stopniu inwestowania w środki trwałe zaliczamy 5 województw: małopolskie, łódzkie, pomorskie, zachodnio-pomorskie, mazowieckie.
5. Jeśli chodzi o wewnętrzne zróżnicowanie obiektów w zakresie zmiennej syntetycznej, największe wykazuje ranking dotyczący stopnia zanieczyszczenia środowiska $I(Q_i) = 39,667$, a najniższe zróżnicowanie z przedstawionych trzech rankingów występuje przy działaniach proekologicznych i wynosi $I(Q_i) = 6,661$.
6. Ranking stopnia zanieczyszczenia wykazuje stosunkowo duże podobieństwo z rankingiem dotyczącym działań proekologicznych ($m_1 = m_2 = 0,797$). Zazwyczaj w województwach w których jest największe zanieczyszczenie, wykazują równie wysoką chęć inwestowania w środki służące ochronie środowiska i w działania proekologiczne.
7. Narzędzia badawcze z zakresu wielowymiarowej analizy porównawczej, które zostały tutaj wykorzystane mają charakter uniwersalny dlatego mogą być stosowane w różnych studiach przestrzennych.

BIBLIOGRAFIA

- Abrahamowicz M., Zając K. (1986) Metoda ważenia zmiennych w taksonomii numerycznej i procedurach porządkowania liniowego. Prace Naukowe AE we Wrocławiu.
- Bartosiewicz S. (1976) Propozycja metody tworzenia zmiennych syntetycznych. Zeszyty Naukowe AE we Wrocławiu.
- Borys T. (1978) Metody normowania cech w statystycznych badaniach porównawczych. Przegląd Statystyczny, 2, 227-239.
- Grabiński T. (1984) Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach dynamiki zjawisk ekonomicznych. Zeszyty Naukowe AE w Krakowie, Seria specjalna: monografie, 61.
- Jajuga K. (1993) Statystyczna analiza wielowymiarowa. PWN, Warszawa.
- Kukuła K. (1986) Propozycja miary zgodności układów porządkowych. Zeszyty naukowe AE, Kraków.
- Kukuła K. (2000) Metoda unitaryzacji zerowanej. PWN, Warszawa, 33, 61-90.

Kukuła K. (2012) Propozycja budowy rankingu obiektów z wykorzystaniem cech ilościowych oraz jakościowych. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*, XIII/1, 5-16.

Ochrona środowiska – Environment 2018. GUS, Warszawa.

Pawełek B. (2008) Metody normalizacji zmiennych w badaniach porównawczych złożonych zjawisk ekonomicznych. *Zeszyty Naukowe UEK, Seria specjalna: monografie*, 187, Kraków.

Rocznik Statystyczny Województw 2018, GUS, Warszawa.

ENVIRONMENTAL PROBLEMS RELATED TO NATURE PROTECTION IN POLAND IN THE LIGHT OF A MULTIDIMENSIONAL COMPARATIVE ANALYSIS

Abstract: This paper presents spatial analysis of selected environmental problems that Poland is struggling with. These issues concern the country's differentiation in the scope of environmental actions taken, the level of pollution of the natural environment as well as expenditures on fixed assets for environmental protection. To make it possible to compare the above problems, methods of multidimensional comparative analysis were used, and as a result, rankings of selected complex phenomena were obtained. The rankings have been subjected to a comparison procedure.

Keywords: zero-root unitarization method, environmental protection, pro-ecological activity, environmental pollution, variables, ranking, complex phenomenon

JEL classification: Q29, Q50, Q51, Q53, R11