

## OCENA STANU GOSPODARKI ODPADAMI KOMUNALNYMI W POLSCE W 2016 ROKU PRZY UŻYCIU METODY UNITARYZACJI ZEROWANEJ ORAZ METODY RANGOWEJ

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

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

**Streszczenie:** W artykule podjęto zagadnienie wyboru trafniejszej metody porządkowania liniowego na podstawie badania stanu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w 2016 roku. Szczególną uwagę poświęcono tutaj metodzie unitaryzacji zerowanej, wskazując na jej przydatność i dokładność. Całość związaną z normowaniem, wyznaczeniem zmiennej syntetycznej oraz budową rankingu zilustrowano przykładem.

**Słowa kluczowe:** metoda unitaryzacji zerowanej, odpady komunalne, metoda rangowania, zmienne, ranking, zjawisko złożone

**JEL classification:** Q29, Q50, Q53, R11, C10, C40

### WSTĘP

Jednym z największych problemów ekologicznych ludzkości są odpady komunalne oraz ich system gospodarowania. Prawdziwym wyzwaniem dla Polski jest zwiększenie efektywności w gospodarowaniu odpadami komunalnymi, tak aby jak największa ich część została poddana recyklingowi, procesowi odzysku energii, przetwarzaniu bioodpadów, czy też unieszkodliwianiu. Dlatego niezbędny jest rozwój systemów selektywnego zbierania odpadów, dzięki któremu ponowne wykorzystanie śmieci staje się realne. Problem ten jest bardzo powszechny i występuje nie tylko w Polsce. Przewagę mają jednak kraje z grupy wysoko rozwiniętych, które radzą sobie z odpadami poprzez poddawanie ich procesom konwersji.

<https://doi.org/10.22630/MIBE.2018.19.3.23>

Z danych opublikowanych przez Główny Urząd Statystyczny wynika, że z roku na rok Polacy produkują coraz więcej odpadów komunalnych. W 2016 roku w Polsce zebrano 11 654,3 tys. ton odpadów komunalnych, czyli średnio na jednego mieszkańca przypadło około 303 kg śmieci. Oznacza to ponad 7% wzrost ilości wyprodukowanych odpadów w porównaniu z rokiem poprzedzającym.

Głównym celem artykułu jest próba budowy zmiennej syntetycznej opisującej stan gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w 2016 roku, a także sporządzenie rankingu województw ze względu na wartość tej zmiennej. Ponadto, celem dodatkowym jest podjęcie się stopnia określenia stopnia podobieństwa rankingu uzyskanego w wyniku zastosowania metody unitaryzacji zerowanej i metody rangowania.

## METODA BADAWCZA

Metoda unitaryzacji zerowanej (MUZ) stanowi bardzo prosty sposób normowania cech diagnostycznych. Oceniając zjawisko złożone, w tym przypadku stan gospodarki odpadami w Polsce w 2016 roku, powinno się w pierwszej kolejności dokonać selekcji zmiennych diagnostycznych, charakteryzujących to zjawisko. Kolejnym 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.

Bardzo istotne w całym procesie badawczym złożonego zjawiska, 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. Przyjęte zmienne do analizy powinny spełniać kryteria formalne i merytoryczne.

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 unormowanie spełnia 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 (tu województwo) 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 2016]:

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  $(v)$ , można zastosować porównania międzyrankingowe. Rankingi poddane porównaniu oznaczamy 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]:

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

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

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

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  $M$ :

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

Powyżej przedstawiona macierz jest kwadratowa i symetryczna ponieważ:

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

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

## WYBÓR ZMIENNYCH DIAGNOSTYCZNYCH W BADANYCH ZJAWISKACH ZŁOŻONYCH

Sprecyzowanie stanu gospodarki odpadami komunalnymi w poszczególnych województwach bazuje na kilku wybranych zmiennych, są to zmienne diagnostyczne. Poziom prowadzenia gospodarki odpadami komunalnymi potraktowano jako zjawisko złożone, które można opisać przez kilka zmiennych. Zmienne zostały wytypowane poprzez kryterium: statystyczne i merytoryczne (eksperckie). Drogą eliminacji wybrano 9 cech diagnostycznych opisujących stan gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w 2016 roku, a mianowicie:

- $X_1$  - zmieszane odpady komunalne z gospodarstw domowych zgromadzone i unieszkodliwione, podane w kg na 1 mieszkańca,
- $X_2$  - recykling odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych w kg na 1 mieszkańca,
- $X_3$  - liczba składowisk wyposażonych w instalacje odgazowywania, na których składowane są odpady komunalne,
- $X_4$  - liczba składowisk z instalacjami odgazowywania z odzyskiem energii elektrycznej,
- $X_5$  - odpady komunalne zebrane selektywnie w kg na 1 mieszkańca,
- $X_6$  - odpady komunalne zebrane według sposobu zagospodarowania przeznaczone do kompostowania lub fermentacji w kg na 1 mieszkańca,
- $X_7$  - odpady komunalne zebrane według sposobu zagospodarowania przeznaczone do przekształcenia termicznego w kg na 1 mieszkańca,

- $X_8$  - recykling odpadów opakowaniowych z papieru i tektury w kg na 1 mieszkańca,
- $X_9$  - wyprodukowana energia elektryczna na składowiskach z instalacjami odgazowywania w kWh na 1 mieszkańca.

Wszystkie te zmienne są stymulantami ze względu na poziom prowadzenia gospodarki odpadami komunalnymi. Zrangowano poszczególne zmienne, a ich suma stanowi wartość zmiennej syntetycznej i określa stan gospodarki odpadami komunalnymi w danym województwie. Na podstawie wartości zmiennej syntetycznej (agregatowej) zbudowano ranking województw uwzględniony w opisie rysunku 1.

Aby dokonać wyboru zmiennych diagnostycznych wzięto pod uwagę:

- najbardziej przydatne merytorycznie zmienne, jakie będą niezbędne do dokonania trafnej oceny gospodarki odpadami,
- stopień zmienności cech kwalifikowanych potrzebnych do zbioru zmiennych diagnostycznych określających 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:

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

Gospodarka odpadami komunalnymi stanowi zjawisko złożone opisywane przez kilka zmiennych. Celem zbudowania rankingu województw według poziomu gospodarki odpadami zebrano dane o wartościach wytypowanych zmiennych diagnostycznych, opisujących to zjawisko złożone (tabela 1). Kolejną czynnością jest normowanie cech, czyli ujednoczenie co do rzędu wielkości, a następnie pozbawienie mian. Zostało to zrealizowane za pomocą metody unitaryzacji zerowanej. Wyniki unormowanych cech diagnostycznych zostały zaprezentowane w tabeli 2. Następnie dokonano agregacji zmiennych w wyniku czego otrzymano wartości zmiennych syntetycznych, które stanowiąc jedną wartość charakteryzują stan gospodarki odpadami w każdym województwie.

Tabela 1. Zmienne diagnostyczne opisujące stan gospodarki odpadami w Polsce w 2016 roku

Lp.	Województwo	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$
1	Dolnośląskie	24,08	4,26	27	5	76,94	52	63	26,70	2,03
2	Kujawsko- pomorskie	26,78	12,53	18	6	68,38	49	67	30,13	3,20
3	Lubelskie	28,63	0,05	26	1	50,91	38	41	0,69	0,54
4	Lubuskie	24,35	1,02	10	3	74,51	54	46	5,33	5,91
5	Łódzkie	27,43	0,21	17	4	75,89	61	28	0,28	7,08
6	Małopolskie	28,84	15,91	18	5	78,73	29	109	64,85	3,48
7	Mazowieckie	27,69	36,06	25	10	86,49	39	114	157,29	3,02
8	Opolskie	29,09	1,43	19	4	80,76	38	50	0,02	2,52
9	Podkarpackie	27,17	2,90	12	2	51,23	42	60	5,31	1,76
10	Podlaskie	21,92	0,06	11	1	46,94	29	47	0,06	1,13

Lp.	Województwo	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$
11	Pomorskie	27,17	62,73	12	6	78,30	62	40	1,05	7,35
12	Śląskie	36,94	1,77	21	11	123,29	67	12	1,15	5,49
13	Świętokrzyskie	29,35	0,44	10	1	50,28	17	16	0,78	0,57
14	Warmińsko- mazurskie	19,10	0,86	7	0	51,10	59	94	1,69	0,00
15	Wielkopolskie	21,74	0,39	31	5	65,57	62	49	0,79	3,26
16	Zachodniopomorskie	22,30	12,62	12	5	70,25	64	33	93,06	3,91
	$I(X_j)$	1,94	1338,15	4,43	*11	2,63	3,94	9,50	9761,98	*13,52

\* W związku z tym, iż nie można dzielić przez 0, bierzemy minimum z pozostałych wartości z pominięciem 0.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z Ochrona środowiska – Environment 2017, GUS Warszawa

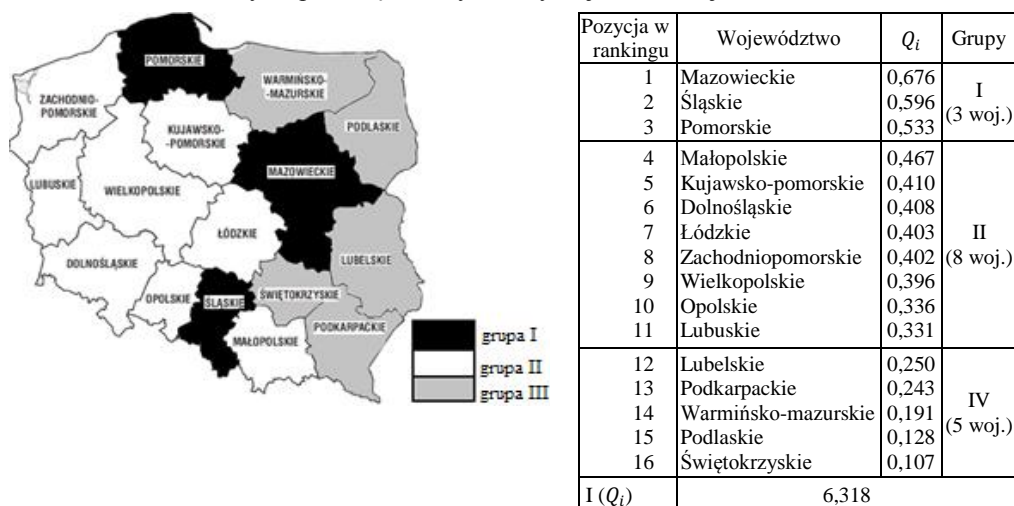
Tabela 2. Unormowane wartości zmiennych diagnostycznych, opisujących stan gospodarki odpadami w Polsce w 2016 roku

Lp.	Województwo	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$	$Q_i$
1	Dolnośląskie	0,28	0,07	0,83	0,46	0,39	0,70	0,50	0,17	0,28	0,408
2	Kujawsko- pomorskie	0,40	0,20	0,46	0,55	0,28	0,64	0,54	0,19	0,44	0,410
3	Lubelskie	0,53	0,00	0,79	0,09	0,05	0,42	0,28	0,01	0,07	0,250
4	Lubuskie	0,30	0,02	0,13	0,27	0,36	0,74	0,33	0,03	0,80	0,331
5	Łódzkie	0,47	0,01	0,42	0,36	0,38	0,88	0,16	0,01	0,96	0,403
6	Małopolskie	0,55	0,25	0,46	0,46	0,42	0,24	0,95	0,41	0,47	0,467
7	Mazowieckie	0,48	0,57	0,75	0,91	0,52	0,44	1,00	1,00	0,41	0,676
8	Opolskie	0,56	0,02	0,50	0,36	0,44	0,42	0,37	0,00	0,34	0,336
9	Podkarpackie	0,45	0,05	0,21	0,18	0,06	0,50	0,47	0,03	0,24	0,243
10	Podlaskie	0,16	0,00	0,17	0,09	0,00	0,24	0,34	0,00	0,15	0,128
11	Pomorskie	0,45	1,00	0,21	0,55	0,41	0,90	0,28	0,01	1,00	0,533
12	Śląskie	1,00	0,03	0,58	1,00	1,00	1,00	0,00	0,01	0,75	0,596
13	Świętokrzyskie	0,58	0,01	0,13	0,09	0,04	0,00	0,04	0,01	0,08	0,107
14	Warmińsko- mazurskie	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,84	0,80	0,01	0,00	0,191
15	Wielkopolskie	0,15	0,01	1,00	0,46	0,24	0,90	0,36	0,01	0,44	0,396
16	Zachodniopomorskie	0,18	0,20	0,21	0,46	0,31	0,94	0,21	0,59	0,53	0,402

Źródło: obliczenia własne na podstawie tabeli 1

Dane przedstawione w tabeli 2 są podstawą do budowy rankingu czyli uszeregowania województw według ich nierosnących wartości. Ranking województw według stanu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w 2016 roku prezentuje.

Rysunek 1. Ranking województw ze względu na stan gospodarki odpadami w 2016 roku – utworzony za pomocą metody unitaryzacji zerowanej



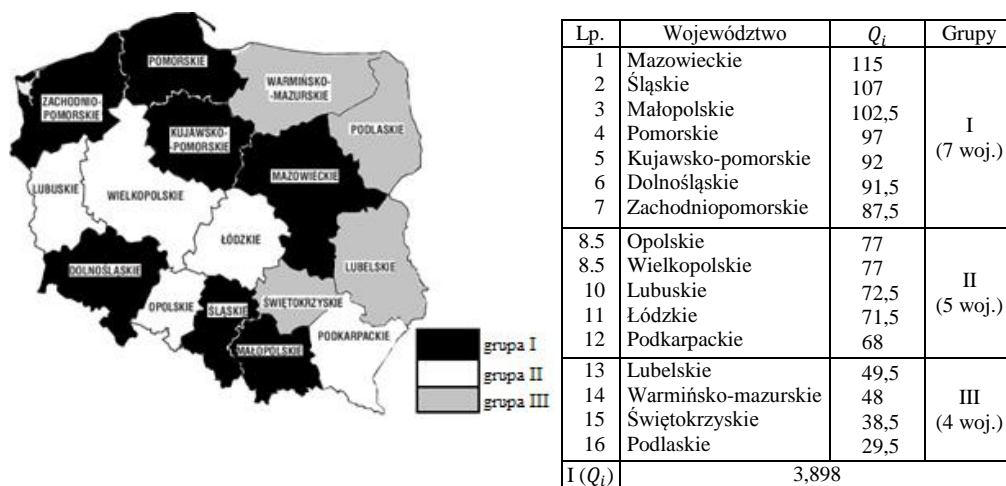
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 2

Tabela 3. Unormowane wartości zmiennych diagnostycznych opisujących stan gospodarki odpadami w 2016 roku, uzyskane z wykorzystaniem metody rangowania

Lp.	Województwo	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$	$Q_i$
1	Dolnośląskie	5	11	15	10,5	11	9	12	12	6	91,5
2	Kujawsko- pomorskie	7	12	9,5	13,5	7	8	13	13	9	92
3	Lubelskie	12	1	14	3	3	4,5	6	4	2	49,5
4	Lubuskie	6	7	2,5	6	9	10	7	11	14	72,5
5	Łódzkie	10	3	8	7,5	10	12	3	3	15	71,5
6	Małopolskie	13	14	9,5	10,5	13	2,5	15	14	11	102,5
7	Mazowieckie	11	15	13	15	15	6	16	16	8	115
8	Opolskie	14	8	11	7,5	14	4,5	10	1	7	77
9	Podkarpackie	9	10	6	5	5	7	11	10	5	68
10	Podlaskie	3	2	4	3	1	2,5	8	2	4	29,5
11	Pomorskie	8	16	6	13,5	12	13,5	5	7	16	97
12	Śląskie	16	9	12	16	16	16	1	8	13	107
13	Świętokrzyskie	15	5	2,5	3	2	1	2	5	3	38,5
14	Warmińsko- mazurskie	1	6	1	1	4	11	14	9	1	48
15	Wielkopolskie	2	4	16	10,5	6	13,5	9	6	10	77
16	Zachodniopomorskie	4	13	6	10,5	8	15	4	15	12	87,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 1

Rysunek 2. Ranking województw ze względu na stan gospodarki odpadami w 2016 roku w Polsce– utworzony za pomocą metody rangowania



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z tabeli 3

Tabela 4. Pozycje województw Polski ze względu na stan gospodarki odpadami komunalnymi w 2016 roku

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

gdzie: I - Metoda unitaryzacji zerowanej, II - Metoda rangowa

Źródło: opracowanie własne na podstawie opisu zawartego na rysunku 1 i 2



Porównanie obu rankingów jest miarodajne przy zastosowaniu odpowiednich miar. Miary te posiadają unormowane wartości i znana jest ich interpretacja. Również w tym badaniu posłużono się miarą podobieństwa specjalnie skonstruowaną do 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 4. 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 gospodarki odpadami w poszczególnych województwach, bierzemy pod uwagę cechy wytypowane do zbioru zmiennych diagnostycznych (tutaj 9 zmiennych). Wyniki z przeprowadzonej procedury zawiera tabela 1 i 2, a w opisie rysunku 1 otrzymano ranking województw z uwzględnieniem przedsięwzięć związanych z racjonalną gospodarką odpadami komunalnymi. W omawianym rankingu (zob. rysunek 1) na prowadzenie wysuwa się województwo mazowieckie, następnie lokaty w pierwszej grupie zajmują: województwo śląskie i pomorskie. Grupa I, to województwa o najwyższym poziomie prowadzenia gospodarki odpadami. Do II grupy zaliczamy województwa o przeciętnym poziomie badanego zjawiska, którą tworzy aż 8 województw i są to kolejno: małopolskie, kujawsko-pomorskie, dolnośląskie, łódzkie, zachodniopomorskie, wielkopolskie, opolskie i lubuskie. W III grupie znajdują się województwa o niskim poziomie gospodarowania odpadami, są to kolejno: lubelskie, podkarpackie, warmińsko-mazurskie, podlaskie i świętokrzyskie. Istotnym faktem jest to, że w rankingu dotyczącym stanu gospodarki odpadami odnotowujemy wysokie zróżnicowanie w wartościach zmiennej syntetycznej  $I(Q_i) = 6,318$ . Jest to równoznaczne z tym, że województwo mazowieckie przeważa w rankingu ponad 6-krotnie nad województwem świętokrzyskim, które znajduje się na ostatnim miejscu w zakresie stanu gospodarki odpadami w Polsce w 2016 roku.

Analizując ranking wykonany metodą rangowania zauważamy jedynie minimalne różnice w pozycji poszczególnych województw. Większą rozbieżność można zauważyć przy zmiennej syntetycznej  $Q$ , a także liczebności poszczególnych grup podziału rankingu. Do grupy I o najwyższym poziomie prowadzenia gospodarki odpadami komunalnymi należy aż 7 województw: mazowieckie, śląskie, małopolskie, pomorskie, kujawsko-pomorskie, dolnośląskie i zachodniopomorskie, z czego pierwsze dwa województwa pokrywają się lokatami z rankingiem wykonanym za pomocą metody unitaryzacji zerowanej. Grupę II tworzą województwa o przeciętnym poziomie badanego zjawiska i stanowi ją 5 województw:

opolskie, wielkopolskie, lubuskie, łódzkie i podkarpackie. Ostatnia III grupa, to województwa o najniższym poziomie gospodarki odpadami komunalnymi i zaliczamy do niej w tym przypadku tylko 4 województwa: lubelskie, warmińskomazurskie, świętokrzyskie i podlaskie. Biorąc pod uwagę prezentowany układ porządkowy (rysunek 2), wypada stwierdzić, że zmienna syntetyczna  $Q$  przejawia znaczny stopień zróżnicowania wynoszący  $I(Q_i) > 3,898$ . Iloraz wartości skrajnych tej zmiennej ukazuje, że województwo mazowieckie o najlepiej prowadzonej gospodarce odpadami komunalnymi, przewyższa prawie czterokrotnie województwo podlaskie o relatywnie najniższym poziomie gospodarowania odpadami komunalnymi w Polsce w 2016 roku.

Badania porównawcze pomiędzy rankingami określają ich stopień podobieństwa. Porównanie w sposób kwantytatywny dwóch rankingów  $R_p$  i  $R_q$ , umożliwia skorzystanie z miary podobieństwa  $m_{pq}$ , która przyjmuje wartości z przedziału  $[0, 1]$ . Dokonując obliczeń przy wykorzystaniu informacji zawartych w tabeli 4, otrzymujemy wartość miary  $m_{pq}$  równą 0,992. Wynik przeprowadzonego badania wskazuje iż obie przedstawione metody porządkowania są w tym przypadku praktycznie identyczne, nie mniej jednak bardziej dokładną metodą porządkowania liniowego jest metoda unitaryzacji zerowanej, co również zostało potwierdzone w artykule pt. „Propozycja procedury wspomagającej wybór metody porządkowania liniowego” [Kukuła, Luty 2015].

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badanie oraz uzyskane wyniki nasuwają kilka wniosków:

1. Prezentowane metody podziału obiektów (tutaj województw) na grupy o podobnych wartościach zmiennej syntetycznej oraz porównań międzyrankingowych charakteryzuje prosta konstrukcja oraz duże możliwości aplikacyjne w kwantytatywnych analizach regionalnych.
2. Metoda unitaryzacji zerowanej (MUZ), która została powyżej dość obszernie opisana, jest narzędziem najbardziej przydatnym do trafnego określania regionalnych różnic z zakresu stanu gospodarki odpadami komunalnymi. Jest to jedna z wielu metod normowania zmiennych diagnostycznych, wykorzystywana przy tworzeniu rankingów.
3. Pierwszy układ porządkowy dotyczący województw sklasyfikowanych ze względu na poziom gospodarki odpadami komunalnymi wykonany przy zastosowaniu metody unitaryzacji zerowanej wykazuje relatywnie duże zróżnicowanie obiektów w zakresie zmiennej syntetycznej  $I(Q_i) = 6,318$ . Ranking ten wykazuje większe wewnętrzne zróżnicowania w porównaniu z drugim rankingiem wykonanym metodą rangowania, którego rozpiętość zmiennej syntetycznej kształtuje się na poziomie  $I(Q_i) = 3,898$ .
4. Najlepiej gospodarującym odpadami jest województwo: mazowieckie i śląskie, które w obu rankingach zajmuje tę samą lokatę. Natomiast województwami

- zaliczanymi do grupy ostatniej, czyli o niskim poziomie gospodarki odpadami są: lubelskie, warmińsko-mazurskie, świętokrzyskie i podlaskie, które pokrywają się ze sobą w rankingach z obu zaprezentowanych metod.
5. Wynik porównania międzyrankingowego stanowi bardzo wysoką zgodność występującą pomiędzy rankingami ( $m_{pq} = 0,992$ ). Tak wysoki stopień podobieństwa rankingów wskazuje na zbieżność otrzymanych wyników przy zastosowaniu metody rangowej w stosunku do wartości uzyskanych metodą unitaryzacji zerowanej.
  6. Na ogół obserwuje się, iż dylemat związany z wyborem odpowiedniej metody porządkowania liniowego jest w dużej mierze zależny od osoby przeprowadzającej konkretne badanie empiryczne.

## BIBLIOGRAFIA

- Abrahamowicz M., Zając K. (1986) Metoda ważenia zmiennych w taksonomii numerycznej i procedurach porządkowania liniowego. [w:] 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, Uniwersytet Ekonomiczny 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.
- Kukuła K., Luty L. (2015) Propozycja procedury wspomagającej wybór metody porządkowania liniowego. *Przegląd Statystyczny*, 62(2), 219-231.
- Kukuła K. (2016) Innowacyjność biogospodarki w Polsce w zakresie wykorzystania odpadów w 2013 roku (studium przestrzenne). *Studia Ekonomiczne i Regionalne*, 9(2).
- Pawełek B. (2008) Metody normalizacji zmiennych w badaniach porównawczych złożonych zjawisk ekonomicznych. Zeszyty Naukowe, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Seria Specjalna, Monografie, 187.
- Ochrona środowiska – Environment 2017. GUS, Warszawa.

**COMPARISON OF THE RANKING RESULTS OF THE MUNICIPAL  
WASTE MANAGEMENT STATUS OBTAINED  
BY THE RANGE METHOD IN CONFRONTATION  
WITH SELECTED LINEAR METHOD**

**Abstract:** It has been discusses the issue of choosing a more accurate method of linear ordering based on the study of the state of municipal waste management in Poland in 2016. Particular attention is paid here to the method of resettlement universes, indicating its usefulness and accuracy. The whole related to the normalization, determination of the synthetic variable and the construction of the ranking is illustrated by an example.

**Keywords:** zero-root unitization method, municipal waste, ranking method, variables, ranking, complex phenomenon