

Aleksandra Łuczak, Izabela Kurzawa

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
e-mails: luczak@up.poznan.pl; kurzawa@up.poznan.pl

OCENA POZIOMU ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU POWIATÓW W POLSCE Z WYKORZYSTANIEM METOD TAKSONOMICZNYCH

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN DISTRICTS IN POLAND USING TAXONOMIC METHODS

DOI: 10.15611/pn.2017.469.11

JEL Classification: C02, R110

Streszczenie: Rozwój zrównoważony polega na integrowaniu działań w sferze gospodarczej, społecznej i środowiska przyrodniczego. Do oceny poziomu zrównoważonego rozwoju jednostek administracyjnych zaproponowano wykorzystanie metody TOPSIS w ujęciu pozycyjnym z zastosowaniem mediany Oja. Proponowane podejście polega na wyznaczeniu wartości cząstkowych syntetycznych mierników zrównoważonego rozwoju, obejmujących sferę środowiskową, demograficzno-społeczną oraz gospodarczą. Cząstkowe mierniki były podstawą do wyznaczenia wartości syntetycznego miernika poziomu zrównoważonego rozwoju. Głównym celem pracy jest wielowymiarowa analiza poziomu zrównoważonego rozwoju powiatów w Polsce z wykorzystaniem metod taksonomicznych. Podstawę empiryczną przeprowadzonych badań stanowią dane statystyczne z 2014 roku pochodzące z Banku Danych Lokalnych GUS.

Słowa kluczowe: metody porządkowania liniowego, metoda TOPSIS, mediana Oja.

Summary: The aim of this paper was to investigate the applicability of the spatial median of Oja and the method TOPSIS to the construction of synthetic characteristics. The multivariate Oja median was applied to the standardization of characteristics, meanwhile the marginal median and the median absolute deviation to the calculation of values of synthetic characteristics for economic, social and environmental issues by TOPSIS method. These statistics characterize large resistance on occurrence of outliers, therefore the use of positional TOPSIS method is profitable in cases when in the set of characteristics will exist the characteristics with strong asymmetry or outliers. The proposed procedure was applied to estimate the level of sustainable development in administrative districts in Poland in 2014.

Keywords: linear ordering methods, TOPSIS method, Oja median.

1. Wstęp

Obecnie kanonem w badaniach rozwoju regionalnego i lokalnego jest rozwój zrównoważony, który polega na integrowaniu działań w sferze gospodarczej, społecznej i środowiska przyrodniczego. Prowadzonych jest wiele badań związanych z tym zagadnieniem (zob. np. [Roszkowska, Karwowska 2014; Roszkowska, Misiewicz, Karwowska 2014; Roszkowska, Filipowicz-Chomko 2016]). Do oceny poziomu zrównoważonego rozwoju jednostek administracyjnych zaproponowano wykorzystanie metody TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*) w ujęciu pozycyjnym z zastosowaniem mediany Oja [Oja 1983; Ronkainen i in. 2002]. Metoda TOPSIS oparta jest na idei konstrukcji cechy syntetycznej wprowadzonej przez Hellwiga [1968] i umożliwia syntetyczną ocenę zjawiska opisywanego przez wiele cech (zob. [Hwang, Yoon 1981; Wysocki 2010]). Proponowane podejście polega na wyznaczeniu wartości cząstkowych syntetycznych mierników zrównoważonego rozwoju obejmujących aspekty: społeczne, gospodarcze i środowiskowe [GUS 2011]. Cząstkowe mierniki były podstawą do wyznaczenia wartości syntetycznego miernika poziomu zrównoważonego rozwoju. Głównym celem pracy jest wielowymiarowa analiza poziomu zrównoważonego rozwoju powiatów w Polsce w 2014 roku z wykorzystaniem metod taksonomicznych. Podstawę empiryczną przeprowadzonych badań stanowią dane pochodzące z Banku Danych Lokalnych GUS.

2. Metodyka badań

W procedurze wielowymiarowej analizy poziomu zrównoważonego rozwoju jednostek terytorialnych (np. powiatów) zaproponowano podejście oparte na sześciu etapach:

- Etap 1. Wybór cech dotyczących zrównoważonego rozwoju.
- Etap 2. Podział cech.
- Etap 3. Normalizacja wartości cech.
- Etap 4. Obliczenie odległości każdego obiektu od wzorca i antywzorca rozwoju.
- Etap 5. Obliczenie mierników cząstkowych i miernika ogólnego poziomu rozwoju zrównoważonego.

Etap 6. Uporządkowanie liniowe obiektów i identyfikacja typów rozwojowych.

Ocenę poziomu rozwoju zrównoważonego rozpoczyna przyjęcie trzech zespołów cech dotyczących sfery społecznej, gospodarczej i środowiska przyrodniczego dla badanych jednostek administracyjnych (etap 1). Wybór cech jest dokonywany na podstawie przesłanek merytorycznych oraz analizy statystycznej [Wysocki 2010]. Zebrane dane powinny zostać zestawione w postaci trzech macierzy dotyczących sfery gospodarczej, społecznej i środowiska przyrodniczego. Dla każdej cechy ustala się jej kierunek preferencji w stosunku do rozpatrywanego kryterium cząstkowego – jednej ze sfer rozwoju zrównoważonego jednostek. Wybrane cechy dzieli się na stymulanty, destymulanty i nominanty (etap 2). Cechy o charakterze destymulant

można przekształcić w stymulanty za pomocą przekształcenia różnicowego (zob. np. [Łuczak, Wysocki 2013]). Następnie cechy w ramach każdego kryterium częściowego zostają znormalizowane w celu doprowadzenia ich do wzajemnej porównywalności (etap 3). Polega to na pozabawieniu ich mian i ujednoczeniu rzędów wielkości. Istnieje wiele różnych sposobów normalizacji wartości cech (zob. [Walesiak 2014]). Sposoby te charakteryzują się różnymi własnościami, stąd należy wybrać odpowiednie podejście do badanego zagadnienia. W przypadku oceny poziomu rozwoju zrównoważonego jednostek często obserwuje się cechy z wartościami nietypowymi lub charakteryzujące się rozkładem asymetrycznym ich wartości. Stąd też, aby rozwiązać ten problem, można zaproponować standaryzację medianową Oja, która jest odporna na tego typu wartości cech [Oja 1983; Ronkainen i in. 2002]. Oparta jest ona na formule [Lira i in. 2002; Młodak 2006, 2009; Łuczak, Wysocki 2013]:

$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - m\tilde{e}d_k}{1,4826 \cdot m\tilde{a}d_k},$$

gdzie: x_{ik} – wartość k -tej cechy ($k = 1, 2, \dots, K$) w i -tej jednostce (powiecie) ($i = 1, 2, \dots, N$), $m\tilde{e}d_k$ – składowa wektora medianowego Oja θ (mediana Oja) dla k -tej cechy, $m\tilde{a}d_k = med_i |x_{ik} - m\tilde{e}d_k|$ – medianowe odchylenie bezwzględne, które jest medianą z bezwzględnych odchyłeń wartości cechy od składowej mediany Oja odpowiadającej k -tej cesze, 1,4826 jest stałym współczynnikiem skalowania, który zależy od rozkładu wartości cech ($\sigma \approx E(1,4826 \cdot m\tilde{a}d_k(X_1, X_2, \dots, X_K))$), σ – odchylenie standardowe (zob. [Młodak 2006, 2009]).

Wyznaczenie wektora medianowego θ polega na rozwiązaniu zagadnienia optymalizacyjnego:

$$T(\hat{\theta}, \Gamma_N^K) = \min_{\theta \in R^K} T(\theta, \Gamma_N^K).$$

Wektorem medianowym $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_K)$ w przestrzeni R^K dla zbioru N -wymiarowych wektorów $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N$ nazywa się takie geometryczne miejsce, że każda hiperpłaszczyzna przechodząca przez ten punkt, dzieli zbiór tych wektorów na dwa podzbiory o równych liczebnościach [Lira 1999].

Ocenę wektora medianowego θ można wyznaczyć różnymi metodami, przyjmując kryteria oparte na: odległości bezwzględnej, odległości euklidesowej lub simplesie. Pierwsze – najprostsze kryterium do określenia mediany wielowymiarowej oparte jest na odległości bezwzględnej. Drugie kryterium – z wykorzystaniem odległości euklidesowej – zaproponował Weber [1909]. Wektor medianowy Webera θ jest niezmienniczy ze względu na liniowe przekształcenie ortogonalne wektorów $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N$, ale nie spełnia warunku niezmienniczości dla przekształcenia afinicznego [Lira 1999]. Alternatywna wersja mediany przestrzennej została podana przez Oja [1983] i spełnia własności przekształcenia afinicznego. Wektor medianowy Oja wyznaczany jest przez funkcjonał [Lira 1999]:

$$T(\theta, \Gamma_N^K) = \sum_{I_K} \Delta(\mathbf{x}_{j_1}, \mathbf{x}_{j_2}, \dots, \mathbf{x}_{j_K}, \theta),$$

gdzie $I_K = \{j_1, j_2, \dots, j_K\}$ jest zbiorem wskaźników takich, że $1 \leq j_1 < j_2 < \dots < j_K \leq K$, natomiast

$$\Delta(\cdot) = \frac{1}{K!} \left\| \begin{array}{cccc} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots x_{1K} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots x_{2K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \dots \\ 1 & x_{N1} & x_{N2} & \dots x_{NK} \end{array} \right\|$$

jest objętością simpleksu zbudowanego na wierzchołkach wektorów $\mathbf{x}_{j_1}, \mathbf{x}_{j_2}, \dots, \mathbf{x}_{j_K}, \theta$.

Jednak wektor medianowy Oja nie jest jednoznaczny, co oznacza, że może w szczególnym przypadku należeć do obszaru wielościanu wypukłego w R^K . Wektor medianowy Oja θ można wyznaczyć różnymi metodami [Hossjer, Croux 1995; Błażczak i in. 1997; Lira 1999; Vardi, Zhang 2000].

W kolejnym – czwartym kroku – na początku ustalone zostają współrzędne wzorca:

$$A^+ = (\max_i(z_{i1}), \max_i(z_{i2}), \dots, \max_i(z_{iK})) = (z_1^+, z_2^+, \dots, z_K^+)$$

i antywzorca rozwoju:

$$A^- = (\min_i(z_{i1}), \min_i(z_{i2}), \dots, \min_i(z_{iK})) = (z_1^-, z_2^-, \dots, z_K^-).$$

Są one podstawą do obliczenia oddalenia każdej ocenianej jednostki od wzorca A^+ i antywzorca rozwoju A^- (etap 4) [Wysocki 2010]:

$$d_i^+ = \text{med}_k(|z_{ik} - z_k^+|), \quad d_i^- = \text{med}_k(|z_{ik} - z_k^-|) \quad (i = 1, 2, \dots, N),$$

gdzie: d_i^+ i d_i^- – medianowe odchylenie bezwzględne od wzorca A^+ i antywzorca rozwoju A^- dla i -tej jednostki, $\text{med}_k(\cdot)$ – mediana brzegowa dla k -tej cechy.

Do konstrukcji cząstkowych mierników syntetycznych zastosowano metodę TOPSIS [Hwang, Yoon 1981; Wysocki 2010]:

$$S_i^{(\bullet)} = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (i = 1, 2, \dots, N),$$

gdzie: (\bullet) oznacza S – dla sfery społecznej, G – dla sfery gospodarczej oraz P – dla sfery środowiska przyrodniczego, $0 \leq S_i^{(\bullet)} \leq 1$.

Następnie wyznaczono miernik ogólnego poziomu rozwoju zrównoważonego za pomocą średniej arytmetycznej: $S_i = (S_i^S + S_i^G + S_i^N) / 3$, ($i = 1, 2, \dots, N$) (etap 5). Wartości cechy syntetycznej S_i mogą być z przedziału $\langle 0, 1 \rangle$. Im wyższa wartość syntetycznego miernika rozwoju, tym wyższy poziom rozwoju.

Uporządkowane liniowo wartości cechy syntetycznej S_i oraz mierniki cząstkowe S_i^S , S_i^G i S_i^N stanowią podstawę do utworzenia ich klas typologicznych (etap 6). W tym celu można wykorzystać metody statystyczne lub ustalić je w sposób arbitralny. W pracy przyjęto do wyodrębnienia klas typologicznych następujące przedziały liczbowe wartości miernika S_i : $\langle 0,00; 0,20 \rangle$ – poziom bardzo niski, $\langle 0,20; 0,40 \rangle$ – poziom niski, $\langle 0,40; 0,50 \rangle$ – poziom średni-niższy, $\langle 0,50; 0,60 \rangle$ – poziom średni-wyższy, $\langle 0,60; 0,80 \rangle$ – poziom wysoki, $\langle 0,80; 1,00 \rangle$ – poziom bardzo wysoki.

3. Ocena poziomu rozwoju zrównoważonego powiatów

W badaniach poziomu rozwoju zrównoważonego wykorzystano dane statystyczne z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego z 2014 roku. W pierwszym etapie badań dokonano wstępnego wyboru 55 cech opisujących powiaty w Polsce. Na podstawie analizy statystycznej wybrano cechy reprezentujące trzy łady zrównoważonego rozwoju powiatów w Polsce. Ład społeczny reprezentowały cechy związane ze zmianami demograficznymi, edukacją, dostępem do rynku pracy, wzorcami konsumpcji, czynnikami warunkującymi zdrowie oraz wypadkami drogowymi, tj.: przyrost naturalny na 1000 ludności (x_1), liczba ludności w wieku poprodukcyjnym na 100 osób w wieku produkcyjnym (x_2), zgony niemowląt na 1000 urodzeń żywych (x_3), udział dzieci objętych wychowaniem przedszkolnym w ogólnej liczbie dzieci w wieku 3-5 lat (x_4), zdawalność egzaminów maturalnych w liceach ogólnokształcących (%) (x_5), stopa bezrobocia rejestrowanego (%) (x_6), liczba samochodów osobowych na 1000 ludności (x_7), zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych w ciągu roku na 1 mieszkańca (kWh) (x_8), przychodnie na 10 tys. mieszkańców (x_9), ofiary śmiertelnych wypadków drogowych na 100 tys. pojazdów zarejestrowanych (x_{10}).

W ramach ładu gospodarczego znalazły się cechy dotyczące rozwoju gospodarczego, zatrudnienia, instrumentów ekonomicznych oraz transportu, tj.: podmioty gospodarki narodowej nowo zarejestrowane w REGON na 10 tys. ludności w wieku produkcyjnym (x_{11}), udział nakładów inwestycyjnych w przedsiębiorstwach obejmujących przemysł i budownictwo w ogóle nakładów inwestycyjnych przedsiębiorstw¹ (%) (x_{12}), udział nakładów inwestycyjnych w przedsiębiorstwach związanych z handlem i usługami² w ogóle nakładów inwestycyjnych przedsiębiorstw¹ (%) (x_{13}), osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą na 100 osób w wieku

¹ Bez podmiotów gospodarczych o liczbie pracujących do 9 osób.

² Przedsiębiorstwa te obejmują takie działalności, jak: handel, naprawa pojazdów samochodowych, transport i gospodarka magazynowa, zakwaterowanie i gastronomia; informacja i komunikacja.

produkcyjnym (x_{14}), udział powierzchni objętej obowiązującymi miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego w powierzchni ogółem (%) (x_{15}), długość dróg publicznych lokalnych na 100 km² (km) (x_{16}), udział wydatków inwestycyjnych gmin i powiatów łącznie w wydatkach ogółem (%) (x_{17}).

Ład środowiska przyrodniczego reprezentowały cechy dotyczące użytkowania gruntów, bioróżnorodności, gospodarki odpadami i ochrony powietrza, tj.: lesistość (%) (x_{18}), udział obszarów prawnie chronionych w powierzchni ogółem (x_{19}), udział terenów zieleni w powierzchni ogółem (x_{20}), ilość zmieszanych odpadów komunalnych z gospodarstw domowych zebranych w ciągu roku przypadająca na 1 mieszkańca (t) (x_{21}), udział ścieków komunalnych i przemysłowych oczyszczanych w ogóle ścieków wymagających oczyszczenia (%) (x_{22}), emisja gazowych zanieczyszczeń powietrza ze szczególnie uciążliwych zakładów na 1 km² powierzchni powiatu (t/rok) (x_{23}), emisja zanieczyszczeń pyłowych powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych na 1 km² powierzchni powiatu (t/rok) (x_{24}).

W drugim kroku przyjęto, że siedem cech ma charakter destymulant ($x_2, x_3, x_6, x_{10}, x_{21}, x_{23}, x_{24}$), a pozostałe – stymulant (etap II). Cechy o charakterze destymulant zostały przekształcone w stymulanty za pomocą przekształcenia różnicowego.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że cechy związane z emisją zanieczyszczeń powietrza – x_{23} i x_{24} charakteryzowały się wysoką asymetrią prawostronną. Współczynnik skośności dla tych cech wynosił odpowiednio 8,3 i 7,4. Natomiast cechy x_5 i x_{22} charakteryzowały się wysoką asymetrią lewostronną (współczynnik skośności odpowiednio: -2,4 i -4,8). Taką sytuację w przypadku tych cech wywołują obserwacje skrajne. Przykładowo dla miasta Ostrołęka emisja gazowych zanieczyszczeń powietrza ze szczególnie uciążliwych zakładów wynosiła 135 815,4 t/km²/rok i przekraczała ponad 53 razy średnią dla powiatów w Polsce (2541 t/km²/rok), a dla miasta Dąbrowa Górnicza emisja zanieczyszczeń pyłowych powietrza z zakładów szczególnie uciążliwych była na poziomie 21,4 t/km²/rok i przekraczała prawie 36-krotnie średnią dla powiatów w Polsce (0,6 t/km²/rok). Natomiast cecha zdawalność egzaminów maturalnych w liceach ogólnokształcących w przypadku powiatu koszańskiego była prawie 2,7 razy niższa niż średnio w Polsce (86,1%) i wynosiła tylko 32,1%. Ponadto w powiecie częstochowskim udział ścieków komunalnych i przemysłowych oczyszczanych w ogóle ścieków wymagających oczyszczenia wynosił 16,9% i był prawie sześć razy niższy niż średnio w powiatach w Polsce (96%).

W przypadku jedenastu cech ($x_3, x_6, x_{10}, x_{13}, x_{15}, x_{16}, x_{18}, x_{19}, x_{20}, x_{23}$ i x_{24}) zaobserwowano wysoki stopień rozproszenia wartości cechy. Współczynniki zmienności dla wszystkich wymienionych cech przekraczały 50%, a szczególnie cechy związane z zanieczyszczeniami powietrza x_{23} i x_{24} charakteryzowały się bardzo dużym różnicowaniem ich wartości (odpowiednio 439,2% oraz 298,8%).

W zbiorze cech przyjętych do badań znalazło się wiele cech charakteryzujących się silną asymetrią i posiadających obserwacje nietypowe, stąd też zastosowanie metody pozycyjnej TOPSIS opartej na medianie Oja wydaje się uzasadnione. Na tej podstawie w etapie 4 wartości cech poddano normalizacji, wykorzystując standaryzację

medianową Oja³ (etap 4). Wartości zestandaryzowanych cech pozwoliły na wyznaczenie medianowego odchylenia bezwzględnego każdego ocenianego powiatu od wzorca i antywzorca rozwoju. Następnie obliczono wartości cząstkowych mierników syntetycznych poziomu zrównoważonego dla sfery społecznej, gospodarczej oraz środowiska przyrodniczego (etap 5). W tym celu zastosowano pozycyjną metodę TOPSIS, która jest odporna na występowanie wartości nietypowych cech i przyjętych wartości antywzorca i wzorca rozwoju, ustalonych w zbiorze wszystkich powiatów ziemskich w Polsce.

Tabela 1. Wartości syntetycznych mierników dla poziomu zrównoważonego rozwoju i jego ładów oraz rangi powiatów w Polsce uzyskane za pomocą metody pozycyjnej TOPSIS opartej na medianie Oja

Lp.	Powiaty ¹⁾	Wartości miernika syntetycznego				Rangi				Poziom rozwoju ^{e)}			
		S_i^S	S_i^G	S_i^N	S_i	S ^{a)}	G ^{b)}	N ^{c)}	Z ^{d)}	S	G	N	Z
1	m. Sopot	0,758	0,563	0,937	0,752	2	3	1	2	W	ŚW	BW	W
2	m. st. Warszawa	0,693	0,637	0,875	0,735	2	2	1	2	W	W	BW	W
3	m. Lublin	0,725	0,544	0,866	0,712	2	3	1	2	W	ŚW	BW	W
4	m. Łódź	0,723	0,553	0,859	0,711	2	3	1	2	W	ŚW	BW	W
5	m. Białystok	0,725	0,503	0,864	0,697	2	3	1	2	W	ŚW	BW	W
...
45	m. Słupsk	0,551	0,498	0,748	0,599	3	4	2	3	ŚW	ŚN	W	ŚW
...
184	łęczyński	0,688	0,150	0,660	0,499	2	6	2	4	W	N	W	ŚN
...
376	braniewski	0,647	0,327	0,111	0,361	2	5	6	5	W	N	N	N
377	mikołowski	0,419	0,099	0,545	0,354	4	6	3	5	ŚN	BN	ŚW	N
378	opatowski	0,453	0,113	0,493	0,353	4	6	4	5	ŚN	BN	ŚN	N
379	kętrzyński	0,542	0,179	0,234	0,318	3	6	5	5	ŚW	BN	N	N
380	kozienicki	0,442	0,192	0,510	0,381	4	6	3	5	ŚN	BN	ŚW	N
	średnia	0,575	0,316	0,637	0,509								
	max	0,769	0,663	0,987	0,752								
	min	0,335	0,073	0,111	0,318								

¹⁾ Uporządkowanie liniowe według syntetycznego miernika poziomu rozwoju zrównoważonego; ^{a)} Ład społeczny. ^{b)} Ład gospodarczy. ^{c)} Ład środowiska przyrodniczego. ^{d)} Poziom rozwoju zrównoważonego; ^{e)} Poziom rozwoju: BW – b. wysoki, W – wysoki, ŚW – średni wyższy, ŚN – średni niższy, N – niski, BN – b. niski.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych GUS (2014).

³ Obliczenia wykonano z wykorzystaniem pakietu *OjaNP* w programie *R* [Fischer i in. 2015].

W etapie 6 w ramach ładu społecznego wyodrębniono pięć typów rozwojowych powiatów (od poziomu niskiego do bardzo wysokiego), dla ładu gospodarczego – cztery typy (od poziomu bardzo niskiego do średniego wyższego), a dla ładu środowiska przyrodniczego – sześć typów (od poziomu bardzo niskiego do bardzo wysokiego). Na tej podstawie można stwierdzić, że powiaty w Polsce są dobrze rozwinięte pod względem społecznym i środowiska przyrodniczego w porównaniu z ładem gospodarczym. Średnia wartość miernika S_i^S była równa 0,575, a S_i^N – 0,637. Natomiast najslabszy był poziom rozwoju gospodarczego powiatów. Średnia wartość syntetycznego miernika S_i^G wynosiła tylko 0,316. W zakresie sfery społecznej najlepiej rozwinięte są metropolie, tj. Białystok, Bydgoszcz, Gdańsk, Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Poznań, Szczecin, Warszawa, Wrocław, oraz powiaty będące w ich oddziaływaniu. Najslabiej rozwinięte są obszary położone peryferyjnie. W sferze gospodarczej najwyższy poziom rozwoju obserwowany jest w miastach na prawach powiatu oraz powiatach w bezpośrednim ich sąsiedztwie. Podobnie jak w przypadku sfery społecznej, najslabiej rozwinięte są obszary położone peryferyjnie. Natomiast sfera środowiska przyrodniczego wykazuje najwyższy poziom rozwoju w powiatach usytuowanych w południowej i wschodniej części Polski. Natomiast najniższy poziom rozwoju w tej strefie jest na obszarach uprzemysłowionych.

Wartości cech dla ładów były podstawą do konstrukcji cechy syntetycznej opisującej poziom rozwoju zrównoważonego. Cechę syntetyczną poziomu rozwoju zrównoważonego powiatów w Polsce wyznaczono, uśredniając mierniki cząstkowe. Jej wartości obejmują zakres od 0,318 do 0,752, co pozwoliło określić rangi i cztery typy rozwojowe powiatów (obejmujące poziomy: wysoki, średni-wyższy, średni-niższy i niski) (tab. 1). Pierwszy typ o wysokim poziomie rozwoju zrównoważonego utworzyły 44 powiaty, z których większość to miasta na prawach powiatu. Drugi typ, charakteryzujący się średnim-wyższym poziomem rozwoju zrównoważonego, obejmuje 152 powiaty. Są to głównie obszary powiatów będące w bezpośrednim oddziaływaniu miast. Kolejny, trzeci typ o średnim-wyższym poziomie rozwoju zrównoważonego ustanowiło 169 powiatów położonych peryferyjnie. Natomiast ostatni typ, o niskim poziomie rozwoju zrównoważonego, zidentyfikowano na obszarze Polski obejmującym jedynie 15 powiatów, które przeważnie są znacznie oddalone od miast. Należy zauważyć, że w prawie wszystkich powiatach na terenie Polski nie następuje harmonizacja ładów rozwoju zrównoważonego (tab. 1). Świadczą o tym znacznie zróżnicowane wartości cząstkowych mierników syntetycznych dla poszczególnych powiatów, które informują o różnych poziomach rozwoju w ramach ładów. Przyczyn można doszukiwać się w funkcjach, jakie te obszary pełnią. Przykładowo obszary o funkcjach turystycznych mają zdecydowanie lepiej rozwiniętą sferę środowiska przyrodniczego.

4. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące stwierdzenia i wnioski.

Proponowane podejście do wielowymiarowej analizy poziomu zrównoważonego rozwoju oparto na metodzie TOPSIS i medianie pozycyjnej Oja. Znajduje ono zastosowanie do wyznaczenia syntetycznego miernika rozwoju w przypadku, gdy w zbiorze cech opisujących badane obiekty pojawiają się obserwacje nietypowe lub wartości cechy charakteryzują się silną asymetrią.

Metoda TOPSIS w ujęciu pozycyjnym jest odporna na występowanie wartości nietypowych cech i przyjętych wartości antywzorca i wzorca rozwoju. Utworzona na jej podstawie typologia powiatów dobrze odzwierciedliła różnice między powiatami w poziomie zrównoważonego rozwoju, obejmując swoim zakresem zarówno powiaty o niskim, średnim, jak i wysokim poziomie w odniesieniu do wszystkich powiatów w Polsce.

Podsumowując, najwyższy poziom rozwoju zrównoważonego obserwowany jest w miastach na prawach powiatu oraz powiatach w bezpośrednim ich sąsiedztwie. Najslabiej rozwinięte są obszary położone peryferyjnie.

Literatura

- Błażczak P., Lira J., Wagner W., 1997, *Wyznaczanie mediany wielowymiarowej Oja metodą pseudoobserwacji*, [w:] Mejza S. (red.), *Biometria. Materiały XLII Sesji Naukowej, Poznań, 5-6 grudnia*, s. 11-18.
- Fischer D., Möttönen J., Nordhausen K., Vogel D., 2015, *Package 'OjaNP'. Multivariate Methods Based on the Oja Median and Related Concepts*, Version 0.9-8, <https://cran.r-project.org/web/packages/OjaNP/index.html> (6.09.2016).
- GUS, 2011, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, Urząd Statystyczny w Katowicach, Katowice.
- Hellwig Z., 1968, *Zastosowania metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, *Przegląd Statystyczny*, nr 4, s. 307-327.
- Hossjer O., Croux C., 1995, *Generalizing univariate signed rank statistics for testing and estimating a multivariate location parameter*, *Non-parametric Statistics*, 4, s. 293-308.
- Hwang C.L., Yoon K., 1981, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer, Berlin.
- Lira J., 1999, *Medialna Oja i jej zastosowanie w doświadczałnictwie rolniczym*, *Colloquium Biometryczne*, 29, s. 220-233.
- Lira J., Wagner W., Wysocki F., 2002, *Mediana w zagadnieniach porządkowania obiektów wielocechowych*, [w:] Paradysz J. (red.), *Statystyka regionalna w służbie samorządu terytorialnego i biznesu*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań, s. 87-99.
- Luczak A., Wysocki F. 2013, *Zastosowanie mediany przestrzennej Webera i metody TOPSIS w ujęciu pozycyjnym do konstrukcji syntetycznego miernika poziomu życia*, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 278. *Taksonomia* 20, s. 63-73.
- Młodak A., 2006, *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Difin, Warszawa.
- Młodak A., 2009, *Historia problemu Webera*, *Matematyka Stosowana*, nr 10, s. 3-21.
- Oja H., 1983, *Descriptive statistics for multivariate distributions*, *Statistics and Probability Letters*, no. 1, s. 327-332.

- Ronkainen T., Oja H., Orponen P., 2002, *Computation of the multivariate Oja median*, [w:] Dutter R., Filzmoser P., Gather U., Rousseeuw P.J. (ed.), *Developments in Robust Statistics*, Springer, Heidelberg.
- Roszkowska E., Filipowicz-Chomko M., 2016, *Ocena poziomu rozwoju instytucjonalnego województw Polski w latach 2010-2014 w kontekście realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju*, *Ekonomia i Środowisko* 3(58), s. 250-266.
- Roszkowska E., Karwowska R., 2014, *Analiza porównawcza województw Polski ze względu na poziom zrównoważonego rozwoju w roku 2010*, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 328, *Taksonomia* 23, s. 30-40.
- Roszkowska E., Misiewicz E., Karwowska R., 2014, *Analiza poziomu zrównoważonego rozwoju województw Polski w 2010 roku*, *Ekonomia i Środowisko* 2(49), s. 168-190.
- Vardi Y., Zhang C.-H., 2000, *The multivariate L1-median and associated data depth*, *Proceedings of The National Academy of Science*, vol. 97(4), s. 1423-1426.
- Walesiak M., 2014, *Przegląd formuł normalizacji wartości zmiennych oraz ich własności w statystycznej analizie wielowymiarowej*, *Przegląd Statystyczny*, nr 61, z. 4, s. 363-372.
- Weber A., 1909, *Über den Standort der Industrien*, Tübingen.
- Wysocki F., 2010, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań.