

*Katarzyna CHEBA*

## **BADANIE JEDNORODNOŚCI PRZESTRZENNEJ ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU UNII EUROPEJSKIEJ**

### **STUDY OF SPATIAL UNIFORMITY OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE EUROPEAN UNION**

Katedra Zastosowań Matematyki w Ekonomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie, ul. Klemensa Janickiego 31, 71-270 Szczecin, e-mail: katarzyna.cheba@zut.edu.pl

**Summary.** One of the important issues related to the measurement of sustainable development is an internal analysis of the spatial homogeneity of indicators describing the development of e.g. the system of individual countries that make up the European Union. Striving to achieve spatial uniformity in the area of sustainable development is so important that more and more often it is pointed in the relation to EU countries the existence of significant differences in development in this area. The aim of the study is to analyze the spatial uniformity of EU countries in the area of sustainable development. For the study the vector calculus was used.

**Słowa kluczowe:** zrównoważony rozwój, jednorodność przestrzenna, rachunek wektorowy.  
**Key words:** sustainable development, spatial uniformity, vector calculus.

## **WSTĘP**

Zrównoważony rozwój to według definicji Światowej Komisji do Spraw Środowiska i Rozwoju z 1987 r. rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia są zaspokajane bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie (Report of the World... 1987). Szczególnie istotnym zagadnieniem związanym ze zrównoważonym rozwojem jest jego pomiar, polegający nie tylko na identyfikacji jego wskaźników (McCool i Stankey 2004; Borys 2005, 2011; Bolcárová i Kolašta 2015; Duran i in. 2015), ale obejmujący również różnego rodzaju analizy (Hopwood i in. 2005; Bal-Domańska 2011; Stefanescu i On 2012; Boda i in. 2015; Feifei i Zhaohua 2016), np. dotyczące zróżnicowania poziomu wskaźników opisujących rozwój zrównoważony czy badania wewnętrznej jednorodności przestrzennej w poszczególnych krajach członkowskich Unii Europejskiej.

Zestaw wskaźników zrównoważonego rozwoju rozpatrywanych przez Unię Europejską tworzy 10 obszarów tematycznych odpowiadających m.in. wyzwaniom strategii zrównoważonego rozwoju (Report of the World... 1987). Są to zarówno obszary gospodarcze, społeczne i środowiskowe, jak i instytucjonalne oraz dotyczące partnerstwa globalnego, obejmujące: 1) rozwój społeczno-ekonomiczny, 2) zrównoważoną produkcję i konsumpcję, 3) włączenie społeczne, 4) zmiany demograficzne, 5) zdrowie publiczne, 6) zmiany klimatu oraz energię, 7) zrównoważony transport, 8) zasoby naturalne, 9) globalne partnerstwo oraz 10) dobre

rządzenie. Podział ww. obszarów wskazuje cele operacyjne, działania wskazane w strategii, zasady dobrego rządzenia oraz cel główny, tj. osiągnięcie gospodarki dobrze prosperującej, opartej na zasadach zrównoważonego rozwoju (Wskaźniki zrównoważonego rozwoju... 2015).

Wśród 130 wskaźników aktualnie obowiązujących w UE 10 to tzw. wskaźniki główne, których celem jest opis ogólnej sytuacji w zakresie zrównoważonego rozwoju. Wskaźniki te mogą zostać wykorzystane także do badania jednorodności przestrzennej Unii Europejskiej pod względem zrównoważonego rozwoju. Znaczenie jednorodności przestrzennej jest o tyle ważne, że coraz częściej w odniesieniu do krajów tworzących Unię Europejską zwraca się uwagę na znaczne różnice rozwojowe, w tym także różnice w poziomie rozwoju zrównoważonego.

Celem pracy jest analiza jednorodności przestrzennej w zakresie zrównoważonego rozwoju krajów członkowskich Unii Europejskiej. Do badania wykorzystany został zaproponowany w literaturze przedmiotu rachunek wektorowy (Nermend 2008; Borawski 2012; Nermend i in. 2013).

Prezentowana praca została podzielona na trzy powiązane ze sobą tematycznie części. Pierwsza z nich poświęcona została syntetycznemu omówieniu wyników monitorowania wskaźników zrównoważonego rozwoju w Unii Europejskiej. W części drugiej przedstawiono propozycję pomiaru jednorodności przestrzennej pod względem zrównoważonego rozwoju krajów członkowskich Unii Europejskiej na podstawie rachunku wektorowego. Natomiast w ostatniej części przedstawiono wyniki badań empirycznych przeprowadzone na podstawie wskaźników zrównoważonego rozwoju, wykorzystywanych w tym celu przez Unię Europejską. Integralną częścią pracy są wnioski i rekomendacje dotyczące dalszych analiz.

## MATERIAŁ I METODY

Do badania jednorodności przestrzennej zrównoważonego rozwoju krajów UE wykorzystane zostały wskaźniki główne (wiodące), obrazujące ogólne cele związane z kluczowymi wyzwaniami strategii zrównoważonego rozwoju Unii Europejskiej.

W przeprowadzonych analizach nie uwzględniono obszaru 10 – dobrego rządzenia, który nie ma wskaźnika wiodącego oraz wskaźników opisujących obszar zasobów naturalnych, które nie są dostępne w bazie Eurostat dla poszczególnych krajów członkowskich UE. Ostateczna lista wskaźników poddanych analizie obejmuje:

- w obszarze rozwoju społeczno-gospodarczego – wskaźnik realny PKB *per capita* ( $x_1$ );
- zrównoważoną konsumpcję i produkcję – produktywność (wydajność) zasobów ( $x_2$ );
- włączenie społeczne – zagrożenie ubóstwem lub wykluczeniem społecznym ( $x_3$ );
- zmiany demograficzne – wskaźnik zatrudnienia osób starszych ( $x_4$ );
- zdrowie publiczne – przeciętną długość życia (kobiet –  $x_5$ , mężczyzn –  $x_6$ ) i długość życia w zdrowiu (kobiet –  $x_7$ , mężczyzn –  $x_8$ );
- zmianę klimatu i energii – emisję gazów cieplarnianych ( $x_9$ ), zużycie energii ze źródeł odnawialnych ( $x_{10}$ );
- transport zorganizowany z poszanowaniem zasady zrównoważonego rozwoju – zużycie energii w transporcie w stosunku do PKB ( $x_{11}$ );
- globalne partnerstwo – oficjalną pomoc rozwojową ( $x_{12}$ ).

W sumie analizom poddano 12 wskaźników opisujących 8 obszarów tematycznych zrównoważonego rozwoju dla 28 krajów członkowskich Unii Europejskiej. Ze względu na

występowanie luk w danych opisujących poszczególne obszary zrównoważonego rozwoju krajów członkowskich UE w przypadku danych z 2014 r. zdecydowano, że analizy zostaną przeprowadzone na podstawie danych z roku 2013.

Do badania jednorodności przestrzennej w zakresie zrównoważonego rozwoju krajów członkowskich Unii Europejskiej wykorzystano rachunek wektorowy (Nermend 2012; Nermend i in. 2013).

Obliczenia z wykorzystaniem miary wektorowej rozpoczyna się od wyznaczenia tzw. dwójek uporządkowanych, które wykorzystywane są w kolejnych obliczeniach zamiast liczb rzeczywistych. Dwójki te tworzą: wartość średnia i odchylenie standardowe oraz wartość średnia i wariancja. Dwójki uporządkowane wyznacza się na podstawie wartości kolejnych zmiennych (dla kolejnych obiektów). Oznacza to, że np. mając dane opisujące poszczególne zmienne dla wszystkich krajów zaliczanych do danego regionu, można wyznaczyć wartość średnią, odchylenie standardowe oraz wariancję dla tego regionu.

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie przyrostów, na podstawie których prowadzone są kolejne obliczenia (wzór 1). Podobne obliczenia wykonuje się również dla pary wartość średnia oraz wariancja.

$$\begin{pmatrix} \Delta\eta_{ij} & \Delta\sigma_{ij} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \eta_{ij} - \eta_{0j} & \sigma_{ij} - \sigma_{0j} \end{pmatrix} \quad (1)$$

gdzie:

$\eta_{ij}$  – wartość średnia  $i$ -tej zmiennej  $j$ -tego obiektu,

$\Delta\sigma_{ij}$  – odchylenie standardowe  $i$ -tej zmiennej  $j$ -tego obiektu,

$\eta_{0j}, \sigma_{0j}$  – punkty odniesienia dotyczące odpowiednio przyrostu wartości średniej oraz przyrostu odchylenia standardowego.

Punkty odniesienia mogą być ustalone dowolnie, przy czym najwygodniej jest przyjąć je jako równe zero, co oznacza, że w praktyce można je traktować jako wartość średnią, odchylenie standardowe i wariancję. Kolejnym etapem jest normowanie zmiennych, w tym przypadku wyznaczonych par wartości, które przeprowadza się na podstawie następujących wzorów:

$$\begin{pmatrix} \Delta\eta'_{ij} & \Delta\sigma'_{ij} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\Delta\eta_{ij} - \Delta\bar{\eta}_{ij}}{\sigma_{\eta_{ij}}} & \frac{\Delta\sigma_{ij}}{\sigma_{\eta_{ij}}} \end{pmatrix} \quad (2)$$

oraz

$$\begin{pmatrix} \Delta\eta'_{ij} & \Delta\sigma'^2_{ij} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\Delta\eta_{ij} - \Delta\bar{\eta}_{ij}}{\sigma_{\eta_{ij}}} & \frac{\Delta\sigma^2_{ij}}{\sigma^2_{\eta_{ij}}} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Przed wyznaczeniem miary syntetycznej wyznacza się wzorzec ( $\Delta\eta'_{ij}$ ) i antywzorzec ( $\Delta\eta'_{ij}$ ) na podstawie pierwszego i trzeciego kwartyla. Natomiast wartość miary syntetycznej dla wartości średnich wyznaczana jest na podstawie wzoru:

$$\Delta m_{s\eta} = \frac{\sum_{i=1}^M \left( \Delta \eta_{i,j} - \Delta \eta_{i,aw} \right) \left( \Delta \eta_{i,w} - \Delta \eta_{i,aw} \right)}{\sum_{i=1}^M \left( \Delta \eta_{i,w} - \Delta \eta_{i,aw} \right)^2} \quad (4)$$

Do wyznaczenia wektorowej miary syntetycznej wykorzystuje się współczynnik rzutu. W związku z tym, że współczynnika tego nie można wyznaczyć dla odchyłeń standardowych i wariancji, zakłada się, że miary te wyznaczają wokół punktu określającego położenie obiektu w przestrzeni hiperkulę. Pozwala to na określenie maksymalnego odchylenia miary syntetycznej. Kolejnym krokiem jest przyporządkowanie badanych obiektów (krajów członkowskich UE) do odpowiednich klas. Na podstawie przyrostów odchyłeń standardowych i przyrostów wariancji można wyznaczyć maksymalną wartość odchylenia standardowego, którą można interpretować jako miarę jednorodności rozwoju. Im mniejsza jest wartość tej miary, tym większa jest jednorodność i tym mniejsze są różnice pomiędzy badanymi obiektami.

## ANALIZA WSKAŹNIKOWA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU UNII EUROPEJSKIEJ

Informacje zawierające wyniki monitorowania wskaźników zrównoważonego rozwoju Unii Europejskiej publikowane są cyklicznie co 2 lata. Ostatni raport opublikowany został w 2015 r. (Sustainable development... 2015). W raporcie tym wskazano m.in., że o poprawie w dłuższej perspektywie czasu można mówić w przypadku wskaźników opisujących obszary: zrównoważonej produkcji i konsumpcji, zmian demograficznych oraz częściowo w zakresie zmian klimatu i energii w przypadku wskaźnika opisującego emisję gazów cieplarnianych.

Od 2002 r. obserwowana jest np. poprawa w zakresie produktywności zasobów (wskaźnika opisującego obszar zrównoważonej konsumpcji i produkcji). Wzrost wskaźnika wiodącego dla tego obszaru, liczonego jako stosunek PKB i całkowitej ilości materiałów wykorzystywanych do produkcji, jest jednak przede wszystkim efektem znacznego spadku zużycia materiałów w latach kryzysu (2008–2009). Oznacza to więc nie poprawę sposobu wykorzystywania zasobów, a raczej negatywny wpływ kryzysu na wykorzystanie materiałów w zasobochłonnych branżach, takich jak budownictwo.

O widocznej poprawie można również mówić w przypadku zmian demograficznych opisywanych przez wskaźnik zatrudnienia osób starszych. Począwszy od roku 2002, obserwowany jest stały wzrost tego wskaźnika, przy czym dopiero w 2013 r. UE osiągnęła 50-procentowy poziom zatrudnienia osób starszych, którego osiągnięcie zakładano pierwotnie na rok 2010.

Znacznie zróżnicowane są natomiast wskaźniki opisujące środowiskowy wymiar zrównoważonego rozwoju UE. Poprawę odnotowano np. w przypadku wskaźników zależnych od koniunktury gospodarczej (słabszej ze względu na kryzys gospodarczy); są to wskaźniki dotyczące emisji gazów cieplarnianych oraz zużycia energii. Szczególnie korzystnie wygląda sytuacja w przypadku wskaźnika opisującego emisję gazów cieplarnianych, który w 2012 r. był tylko o 2 pkt proc. niższy od zakładanego w Strategii Europa 2020 (Strategia... 2010) poziomu wynoszącego 20% redukcji emisji gazów cieplarnianych, w porównaniu z rokiem 1990.

Umiarkowaną poprawę odnotowano również w obszarze rozwoju społeczno-gospodarczego. Tendencja wzrostowa w tym obszarze, przerwana przez kryzys gospodarczy w 2008 r.,

obserwowana jest od 2000 r., a ponowny wzrost wskaźnika wiodącego, opisującego ten obszar (realny PKB *per capita*), o ponad 13% odnotowany został w latach 2010 oraz 2014.

O realnym pogorszeniu można natomiast mówić w przypadku wskaźników opisujących obszar włączenia społecznego oraz zasobów naturalnych. Zmniejszenie wartości wskaźników związanych z rozwojem gospodarczym UE obserwowane jest od początku trwania kryzysu gospodarczego, przy czym jest to szczególnie widoczne właśnie w obszarze wykluczenia czy włączenia społecznego. Zgodnie z informacjami opublikowanymi przez Eurostat w 2013 r. prawie jedna czwarta osób w UE była zagrożona ubóstwem lub wykluczeniem społecznym. Podobna sytuacja dotyczy również wskaźników dotyczących zasobów naturalnych, które w wyniku przekształcania gruntów, w coraz większym stopniu wykorzystywanych przez rolnictwo, infrastrukturę i budownictwo, drastycznie maleją.

Kolejnym obszarem, w przypadku którego obserwowane jest pogorszenie sytuacji, jest transport zorganizowany z poszanowaniem zasad zrównoważonego rozwoju. Mimo spadku wartości tego wskaźnika, zarówno w dłuższej perspektywie czasu, jak i w ujęciu krótkoterminowym, zmiany te niekoniecznie odzwierciedlają lepsze wyniki UE w zakresie ochrony środowiska. Wzrost zużycia energii w transporcie odnotowany został np. w latach 2000 i 2007, ale w związku z tym, że był on niższy niż wzrost PKB (w relacji, do którego ten wskaźnik jest liczony), odnotowano poprawę samego wskaźnika.

Oprócz dynamicznych zmian, zachodzących w poszczególnych obszarach zrównoważonego rozwoju, istotna jest również analiza wewnętrznej jednorodności Unii Europejskiej pod tym względem. Większość dostępnych w literaturze przedmiotu wyników analiz (Stefanescu i in. 2012; Boda i in. 2015; Feifei i in. 2016) opiera się na przeprowadzaniu względnej oceny tego, czy UE zmierza we właściwym kierunku wyznaczonym przez założone cele. Nacisk kładzie się w związku z tym na badanie poziomu zrównoważonego rozwoju, a nie na zrównoważenie czy równoważenie tego rozwoju. Tymczasem analiza wewnętrznego zróżnicowania, prowadzona w poszczególnych krajach członkowskich UE, wykazuje znaczne różnice rozwojowe. Różnice te są widoczne zarówno w poszczególnych krajach UE, jak i np. w poszczególnych regionach Europy.

Przedstawione w tab. 1 przykładowe charakterystyki opisowe wybranych, najbardziej zróżnicowanych, wskaźników wiodących zrównoważonego rozwoju, podzielone na regiony europejskie, tzn. na Europę Zachodnią (Austrię, Belgię, Francję, Niemcy, Luksemburg, Holandię), Europę Północną (Danię, Estonię, Finlandię, Irlandię, Łotwę, Litwę, Szwecję, Wielką Brytanię), Europę Południową (Chorwację, Cypr, Grecję, Włochy, Malte, Portugalię, Słowenię, Hiszpanię) oraz Europę Wschodnią (Bułgarię, Czechy, Polskę, Rumunię, Słowację, Węgry), potwierdzają istnienie znacznych różnic rozwojowych pomiędzy krajami członkowskimi UE.

Zróżnicowanie wskaźników wiodących, opisujących poszczególne obszary zrównoważonego rozwoju krajów członkowskich UE w podanych regionach Europy, jest widoczne w przypadku wszystkich prezentowanych w tabeli zmiennych. Szczególnie duże różnice dotyczą pierwszego z przedstawionych obszarów – jest to obszar rozwoju społeczno-gospodarczego opisywany przez wskaźnik w postaci realnego PKB *per capita*. Średnia wartość tego wskaźnika jest zdecydowanie największa w przypadku krajów Europy Zachodniej (Austrii, Belgii, Francji, Niemiec, Luksemburga, Holandii), przy czym największą wartość uzyskano w przypadku Luksemburga, a najmniejszą – w przypadku Francji.

Tabela 1. Charakterystyki opisowe wybranych wskaźników zrównoważonego rozwoju UE

Zmienna	Charakterystyki opisowe	Europa			
		Zachodnia	Północna	Południowa	Wschodnia
X <sub>1</sub>	średnia	41 350,00	27 325,00	18 157,00	10 100,00
	minimum	31 200,00	10 000,00	10 556,00	5400,00
	maksimum	76 900,00	43 400,00	25 400,00	15 000,00
	współczynnik zmienności [%]	38,78	47,72	47,72	32,99
X <sub>2</sub>	średnia	2,81	1,38	1,68	0,73
	minimum	1,68	0,42	1,03	0,30
	maksimum	4,01	3,19	2,85	1,15
	współczynnik zmienności [%]	31,80	63,99	38,40	47,47
X <sub>3</sub>	średnia	18,82	24,30	27,64	30,35
	minimum	15,90	16,00	20,40	14,60
	maksimum	20,80	35,10	35,70	48,00
	współczynnik zmienności [%]	8,46	27,38	14,95	30,35
X <sub>4</sub>	średnia	49,07	59,46	40,07	43,88
	minimum	40,50	51,30	33,50	37,90
	maksimum	63,60	73,60	49,60	51,60
	współczynnik zmienności [%]	18,25	10,98	13,27	10,31
X <sub>9</sub>	średnia	89,58	70,93	107,61	60,61
	minimum	77,50	41,81	69,89	43,85
	maksimum	102,53	104,89	143,77	83,54
	współczynnik zmienności [%]	8,94	29,92	22,18	20,57
X <sub>10</sub>	średnia	116,30	40,29	41,16	36,20
	minimum	4,30	4,40	0,80	16,30
	maksimum	302,50	10,80	153,7	93,20
	współczynnik zmienności [%]	98,29	16,30	133,32	74,09
X <sub>11</sub>	średnia	91,15	84,06	92,46	95,73
	minimum	81,60	77,90	80,10	89,60
	maksimum	105,20	93,30	117,10	103,40
	współczynnik zmienności [%]	9,17	7,09	13,59	4,85

Źródło: obliczono na podstawie: Baza danych Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>).

Dodatkowo wartości tego wskaźnika dla czterech z ośmiu krajów członkowskich UE na terenie Europy Północnej (dla Łotwy, Litwy, Estonii, Wielkiej Brytanii), wszystkich krajów Europy Południowej (dla Chorwacji, Cypru, Grecji, Włoch, Malty, Portugalii, Słowenii i Hiszpanii) oraz dla wszystkich krajów Europy Wschodniej (dla Bułgarii, Czech, Polski, Rumunii, Słowacji i Węgier) są mniejsze od wartości minimalnej dla Europy Zachodniej – najmniejszej wartości uzyskanej przez Francję. Podobna sytuacja, choć już w nieco mniejszym zakresie, dotyczy również pozostałych zmiennych.

Najniższy poziom zróżnicowania poszczególnych krajów członkowskich UE, zlokalizowanych w analizowanych regionach, dotyczy wskaźnika opisującego transport zorganizowany z poszanowaniem zasady zrównoważonego rozwoju (zmienna  $x_{11}$  – zużycie energii w transporcie w stosunku do PKB). Poszczególne kraje członkowskie UE charakteryzują się podobnym poziomem tego wskaźnika, przy czym zróżnicowanie wewnętrzne analizowanych regionów jest również stosunkowo niewielkie (współczynnik zmienności wynosi od 4,85% dla Europy Wschodniej do 13,59% dla Europy Południowej).

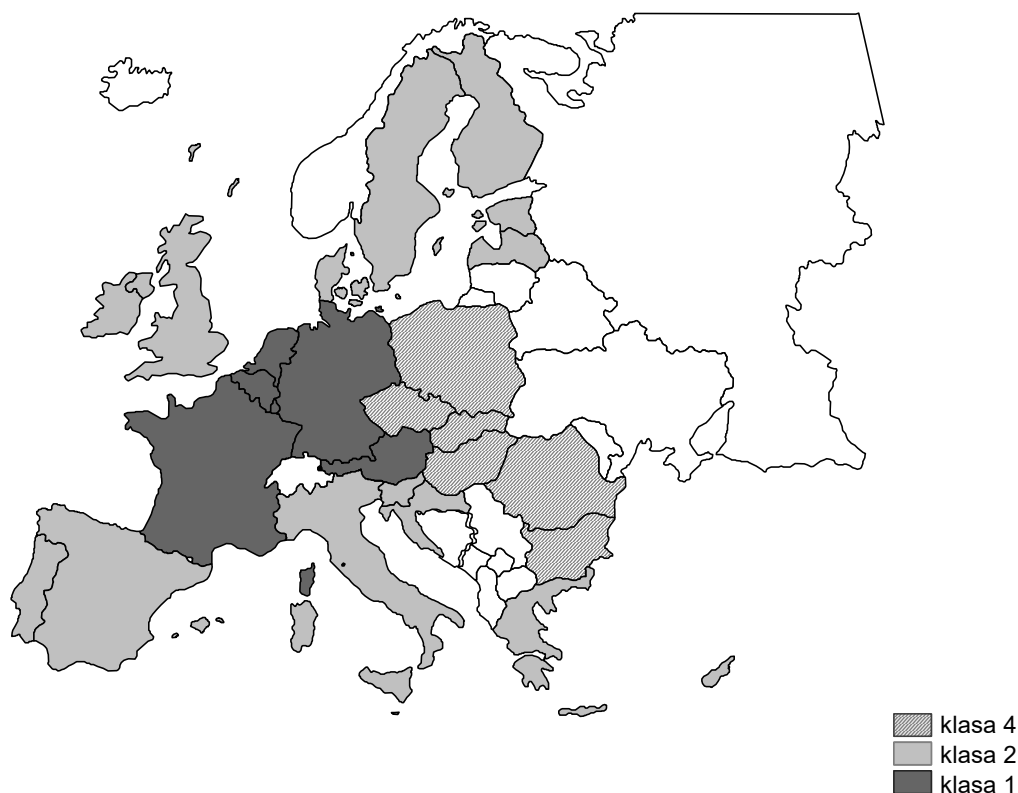
Prezentowane wartości średnie analizowanych wskaźników dla poszczególnych regionów Europy pozwalają na wyodrębnienie trzech grup w obszarze zrównoważonego rozwoju. Pierwsza z nich charakteryzuje się największymi wartościami średnimi wskaźników stymulujących rozwój w tym obszarze; obejmuje:  $x_1$  – realny PKB *per capita*,  $x_2$  – produktywność zasobów,  $x_3$  – wskaźnik zatrudnienia osób starszych,  $x_5$  i  $x_6$  – przeciętne trwanie życia odpowiednio kobiet i mężczyzn,  $x_7$  i  $x_8$  – dalsze trwanie życia w zdrowiu oraz  $x_{10}$  – zużycie energii ze źródeł

odnawialnych, przy najmniejszych wartościach średnich pozostałych wskaźników destymulujących ten rozwój obejmuje region Europy Zachodniej. W grupie drugiej znalazły się kraje Europy Północnej i Południowej. Natomiast najmniej korzystna jest sytuacja krajów regionu Europy Wschodniej.

W dalszej części pracy prezentowane w statystyce europejskiej wskaźniki wiodące zrównoważonego rozwoju wykorzystane zostały do zbadania zarówno poziomu zrównoważonego rozwoju poszczególnych regionów Europy, jak i do analizy ich wewnętrznej jednorodności. Przedstawione wyniki analiz z wykorzystaniem rachunku wektorowego mają charakter wielowymiarowy.

## WYNIKI

Wyniki badania jednorodności przestrzennej zrównoważonego rozwoju poszczególnych regionów UE zaprezentowano na ryc. 1 oraz w tab. 2. Rycina 1 przedstawia ranking regionów europejskich (Europę Zachodnią, Północną, Południową i Wschodnią) ze względu na poziom rozwoju przeciętnego kraju członkowskiego UE, zlokalizowanego na terenie danego regionu. Natomiast w tab. 2 przedstawiono dodatkowo klasyfikację poszczególnych regionów Europy ze względu na ich jednorodność przestrzenną w obszarze zrównoważonego rozwoju.



Ryc. 1. Podział regionów Europy na klasy ze względu na poziom rozwoju przeciętnego kraju członkowskiego UE

Tabela 2. Podział regionów Europy na klasy

Region	Podział regionów Europy na klasy ze względu na	
	poziom rozwoju przeciętnego kraju członkowskiego UE	jednorodność (stosunek maksymalnych wartości przyrostów odchyłeń standardowych do szerokości klasy)
Europa Północna	klasa II	do 400%
Europa Południowa	klasa II	
Europa Wschodnia	klasa IV	od 400 do 700%
Europa Zachodnia	klasa I	ponad 700%

Uzyskane wyniki można zinterpretować w następujący sposób: Wartości średnie i przyrosty wartości średnich reprezentują średni poziom wartości zmiennych dla poszczególnych krajów członkowskich UE w każdym z analizowanych regionów Europy, natomiast odchylenia standardowe, wariancje oraz ich przyrosty określają zmienność przestrzenną analizowanych zmiennych, w tym wypadku zmienność dla poszczególnych krajów członkowskich UE w danym regionie.

Wyniki zaprezentowanego rankingu potwierdzają wcześniejsze spostrzeżenie dotyczące znacznie wyższego, niż w przypadku innych regionów, poziomu zrównoważonego rozwoju w krajach członkowskich UE zlokalizowanych na terenie Europy Zachodniej. Na drugim miejscu znalazły się kraje członkowskie UE z Europy Północnej, następnie kraje Europy Południowej, a na ostatnim miejscu – kraje Europy Wschodniej. Różnice pomiędzy krajami Europy Północnej a krajami Europy Południowej są stosunkowo niewielkie – kraje z tych dwóch regionów zaklasyfikowane zostały do drugiej grupy z wynikiem syntetycznej miary wektorowej powyżej średniej. Natomiast kraje członkowskie Europy Wschodniej zaklasyfikowane zostały do grupy czwartej, co oznacza uzyskanie wyniku syntetycznej miary wektorowej znacznie poniżej średniej.

Największą niejednorodnością przestrzenną rozwoju charakteryzowały się kraje członkowskie UE znajdujące się na terenie Europy Zachodniej, przy czym niejednorodność pozostałych regionów Europy w obszarze zrównoważonego rozwoju była również znaczna. Na bardzo dobry wynik niejednorodności przestrzennej krajów Europy Zachodniej złożyło się przede wszystkim bardzo duże zróżnicowanie krajów tego regionu pod względem zmian klimatu i energii opisywanych m.in. przez zmienną  $x_{10}$  – zużycie energii ze źródeł odnawialnych (współczynnik zmienności wyniósł prawie 100%) oraz znaczne zróżnicowanie większości pozostałych zmiennych. Oznacza to, że kraje członkowskie UE w tym regionie są znacznie zróżnicowane i mogą być również zaklasyfikowane do innych grup (klas typologicznych).

Natomiast stosunkowo najmniejszym zróżnicowaniem wewnętrznym charakteryzowały się kraje Europy Północnej i Południowej, choć również w tym wypadku trudno jest mówić o wewnętrznej jednorodności krajów członkowskich UE w tych regionach pod względem zrównoważonego rozwoju. Wyniki te potwierdza analiza pojedynczych zmiennych uwzględnionych w badaniu, dla których współczynniki zmienności:

- w przypadku Europy Północnej w odniesieniu do 6 z 12 analizowanych zmiennych były wyższe niż 25%, w tym 3 były wyższe niż 60%; są to zmienne:  $x_2$ ,  $x_{10}$  oraz  $x_{12}$ ;
- w przypadku Europy Południowej wyższe niż 25% współczynniki zmienności uzyskano dla zmiennych:  $x_2$ ,  $x_{10}$  oraz  $x_{12}$ .



O znacznej niejednorodności wewnętrznej można również mówić w odniesieniu do krajów Europy Wschodniej, przy czym niejednorodność ta jest znacznie większa niż w przypadku krajów członkowskich UE zlokalizowanych na terenie Europy Północnej i Południowej.

## PODSUMOWANIE

Badania prowadzone na podstawie wskaźników zrównoważonego rozwoju, oprócz wiedzy na temat zmian w czasie, w identyfikowanych obszarach pozwalają również na wykonanie analiz dotyczących np. wewnętrznej jednorodności krajów członkowskich Unii Europejskiej w zakresie zrównoważonego rozwoju. Ocena jednorodności przestrzennej zrównoważonego rozwoju, dotycząca np. regionów Europy, pozwala na uzyskanie wyników odpowiadających analizom zrównoważenia Unii Europejskiej w tym obszarze. Analizy te są o tyle ważne, że coraz częściej wskazuje się na istnienie znacznych różnic rozwojowych w poszczególnych krajach członkowskich UE. Uzyskane wyniki potwierdzają te opinie, a nawet wskazują, że w przypadku zrównoważonego rozwoju można mówić już nie tylko o Europie tzw. dwóch prędkości, ale nawet o Europie tzw. trzech prędkości. Różnice w rozwoju przeciętnego kraju Europy Zachodniej, Północnej i Południowej, w stosunku do krajów Europy Wschodniej, są tak duże, że dystans je dzielący jest znaczny.

Zgodnie z założeniami w badaniach zrównoważonego rozwoju Unii Europejskiej najbardziej istotne jest przeprowadzenie względnej oceny tego, czy UE zmierza we właściwym kierunku. Tym samym są to analizy pokazujące zmiany w czasie poszczególnych wskaźników. Rachunek wektorowy, oprócz możliwości badania przestrzennej jednorodności rozwoju, daje także możliwość przeprowadzenia tego typu analiz, przy uwzględnieniu jednorodności zmian dokonujących się w czasie. Analizy tego typu mogą dostarczyć również dodatkowych, bardziej kompleksowych, informacji o jednorodności czasowej identyfikowanych zmian w poszczególnych regionach UE.

## PIŚMIENNICTWO

- Bal-Domańska B., Wilk J.** 2011. Gospodarcze aspekty zrównoważonego rozwoju województwa – wielowymiarowa analiza porównawcza. *Prz. Statyst.* 58(3–4), 300–322.
- Boda F., Munteanu L., Raducanu D.** 2015. Digital elevation modeling based on multimodal aerospace data in the context of sustainable development of Romania. *Proc. Econom. Fin.* 32, 992–996.
- Bolcárová P., Kološta S.** 2015. Assessment of sustainable development in the EU 27 using aggregated SD index. *Ecol. Indicat.* 48, 699–705.
- Borawski M.** 2012. *Rachunek wektorowy z arytmetyką przyrostów w przetwarzaniu obrazów.* Warszawa, PWN.
- Borys T.** 2005. *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju.* Warszawa, Ekonomia i Środowisko.
- Borys T.** 2011. Zrównoważony rozwój – jak rozpoznać ład zintegrowany. *Probl. Ekoroz., Stud. Filozof.-Socjolog.* 6(2), 75–81.
- Duran D.C., Gogan L.M., Artene A., Duran V.** 2015. The components of sustainable development – a possible approach. *Proc. Econom. Fin.* 26, 806–811.
- Feifei T., Zhaohua L.** 2016. Assessing regional sustainable development through an integration of nonlinear principal component analysis and Gram Schmidt orthogonalization. *Ecol. Indicat.* 63, 71–81.
- Framing sustainable Development.** 2007. *The Brundtland report. 20 years on sustainable development in action.* Background, United Action Commission on Sustainable Development.

- Hopwood B., Mellor M., O'Brien G.** 2005. Sustainable development: mapping different approaches. *Sust. Develop.* 13(1), 38–52.
- McCool S.F., Stankey G.H.** 2004. Indicators of sustainability: challenges and opportunities at the interface of science and policy. *Environ. Manag.* 33(3), 294–305.
- Nermend K.** 2008. *Rachunek wektorowy w analizie rozwoju regionalnego*. Szczecin, Wydaw. Nauk. USzczec.
- Nermend K., Tarczyńska-Łuniewska M.** 2013. Badanie jednorodności przestrzennej i czasowej rozwoju obiektów społeczno-gospodarczych. *Prz. Statyst.* 60(1), 85–100.
- Report of the World Commission on Environment and Development. Our common future.** 1987. Oxford, United Nations Department of Economic and Social Affairs
- Stefanescu D., On A.** 2012. Entrepreneurship and sustainable development in European countries before and during the international crisis. *Proc. Soc. Behav. Sci.* 58, 889–898.
- Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu.** 2010. Bruksela, Komisja Europejska KOM(2010) 2020, wersja ostateczna.
- Sustainable development in the European Union 2015 monitoring report of the EU Sustainable Development Strategy.** 2015. Luxembourg, Eurostat Statistical Books.
- Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski.** 2015. Katowice, Urząd Statystyczny.