

STATYSTYKA W PRAKTYCE

Katarzyna CHEBA

Badanie jednorodności rozwoju w regionach i krajach Unii Europejskiej

Streszczenie. *Celem artykułu jest zbadanie jednorodności zmian w czasie, jakie zachodzą w zrównoważonym rozwoju Unii Europejskiej (UE). Prowadzenie tego rodzaju analiz ma szczególne znaczenie, bowiem dążenie do równomiernego rozwoju krajów UE wpisane jest w jej strategiczne cele rozwojowe. Podstawę informacyjną badania stanowiły wskaźniki zrównoważonego rozwoju za lata 2009—2014, publikowane przez Eurostat. Do badania jednorodności zmian w czasie wykorzystano rachunek wektorowy.*

Wyniki analiz potwierdziły istnienie znacznych różnic w zakresie zrównoważonego rozwoju zarówno w poszczególnych regionach Europy, jak i krajach członkowskich UE.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, rachunek wektorowy, jednorodność zmian w czasie.

JEL: C38, O11, P36

Zrównoważony rozwój po raz pierwszy zdefiniowano w 1975 r. podczas III Sesji Zarządzającego Programu Ochrony Środowiska ONZ (UNEP) jako (...) taki przebieg nieuchronnego i pożądanego rozwoju gospodarczego, który nie naruszałby w sposób istotny i nieodwracalny środowiska życia człowieka i nie prowadziłby do degradacji biosfery i który godziłby prawa przyrody, ekonomii i kultury (Kozłowski, 1996). Koncepcja ta, której istotnym elementem jest uwzględnienie kwestii gospodarczych, stała się podstawą do sformułowania ogólnej definicji zrównoważonego rozwoju przedstawionej w 1987 r.

w Raporcie Brundtland Światowej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju ONZ jako *trwałego rozwoju służącego zaspokojeniu potrzeb bieżących bez ponoszenia ryzyka, że przyszłe pokolenia nie będą mogły zaspokoić swoich potrzeb* (Górka, Poskrobko i Radecki, 1998). Kryje się za tym próba pogodzenia trzech wymiarów funkcjonowania społeczeństwa: społecznego, środowiskowego i ekonomicznego oraz założenie konieczności interdyscyplinarnego współdziałania wielu podmiotów i interesariuszy.

W literaturze przedmiotu koncepcję zrównoważonego rozwoju przedstawia się w różnych ujęciach, obejmujących w zasadzie wszystkie dziedziny życia¹. Jedno z istotnych badań obejmuje m.in. wybór wskaźników, które rozpatruje się w odniesieniu do różnych jednostek przestrzennych (np. krajów, regionów, miast) i obszarów tematycznych (np. rozwój społeczno-gospodarczy, zmiany klimatu, transport), oraz prowadzenie analiz w różnorodnych układach przestrzennych lub czasowych. Analizy zmian w czasie wskaźników obrazujących zrównoważony rozwój koncentrują się przede wszystkim na ocenie zgodności przebiegu tych zmian z celami wskazywanymi w dokumentach strategicznych np. UE.

Ważną jest również ocena jednorodności obserwowanych zmian. Do badania jednorodności rozwoju jednostek przestrzennych można wykorzystać rachunek wektorowy (Nermend, 2008; Nermend i Tarczyńska-Łuniewska, 2013), który w zależności od przyjętych założeń (dotyczących sposobu obliczania przyrostu odchylenia standardowego i/lub przyrostu wariancji) wykorzystuje się do badania jednorodności zmian analizowanych obiektów w przestrzeni (np. regionów, krajów itp.) lub w czasie (np. w ciągu lat). W niniejszym opracowaniu skupiono się na drugim ze wskazanych zastosowań rachunku wektorowego.

Celem pracy jest ocena jednorodności zmian w zakresie zrównoważonego rozwoju UE. W przypadku takich konstrukcji polityczno-gospodarczych jak UE — które w strategiczne cele rozwojowe mają wpisane dążenie do równomiernego rozwoju wszystkich jej członków — analizy tego rodzaju są szczególnie istotne. Badanie jednorodności zmian w czasie wykorzystujące rachunek wektorowy pozwala na przeanalizowanie, jak te zmiany następowały, oraz na ocenę stopnia jednorodności rozwoju UE.

Podstawę informacyjną badania stanowiły wskaźniki wykorzystywane przez UE do monitorowania realizacji celów strategii zrównoważonego rozwoju. Wyniki zaprezentowano zarówno w odniesieniu do krajów członkowskich UE,

¹ Między innymi: Borys (1999); Brown (2000); Śleszyński (2000); Piontek (2001); Borys (2002); Gawor (2004); Ciążela (2005); Hopwood, Mellor i O'Brien (2005); Poskrobko i Kozłowski (2005); Mazur-Wierzbicka (2006); Papuziński (2006); Hull (2008); Rogall (2010); Bal-Domańska i Wilk (2011); Borys (2011); Michałowski (2011); Stefanescu i On (2012); Boda, Munteanu i Raducanu (2015) oraz Duran, Gogan, Artene i Duran (2015).

jak i regionów geograficznych Europy (Zachodnia, Wschodnia, Północna i Południowa)².

Zdecydowano, że pierwszym uwzględnionym w badaniu rokiem będzie 2009 (w związku z załamaniem wielu obserwowanych tendencji w latach kryzysu 2007 i 2008), a ostatnim — 2014 (ze względu na luki w danych opisujących poszczególne obszary zrównoważonego rozwoju na poziomie krajów za 2015 r.).

*ZASTOSOWANIE RACHUNKU WEKTOROWEGO
DO BADANIA JEDNORODNOŚCI ZMIAN
W CZASIE OBIEKTÓW SPOŁECZNO-GOSPODARCZYCH*

Przykłady zastosowania rachunku wektorowego do badania rozwoju obiektów społeczno-gospodarczych przedstawili Kolenda (2006); Nermend (2008); Nermend i Tarczyńska-Łuniewska (2013) oraz Łatuszyńska (2014). Autorzy ci podkreślali możliwość aplikacji miary wektorowej w ekonomii, w szczególności w przypadku miary wektorowej wykorzystującej iloczyn skalarny oraz arytmetyki przyrostów (Borawski, 2012). Rachunek wektorowy oprócz wyznaczenia położenia wzorca daje również możliwość ustalenia kierunku zmian zachodzących w analizowanej przestrzeni oraz ich porównywania. W zależności od przyjętego sposobu obliczania przyrostu odchylenia standardowego i/lub przyrostu wariancji można wykorzystać go do badania:

- jednorodności przestrzennej zbioru obiektów zlokalizowanych w większej jednostce przestrzennej, np. jednorodności rozwoju krajów w regionach geograficznych Europy;
- jednorodności zmian w wybranych okresach, np. w ciągu lat.

W tym drugim przypadku można go zastosować do badania jednorodności zmian w zakresie zrównoważonego rozwoju w regionach geograficznych Europy oraz krajów członkowskich UE w nich położonych.

Obliczenia z wykorzystaniem miary wektorowej rozpoczyna się od wyznaczenia tzw. dwójek uporządkowanych, których następnie używa się zamiast liczb rzeczywistych. W przypadku badania jednorodności zmian w czasie bierze się pod uwagę wartości wskaźników w różnych okresach (np. latach) dla analizowanej jednostki przestrzennej (tu: dla krajów UE) i na tej podstawie wyznacza się:

a) wartość średnią (η_i):

$$\eta_j = \frac{\sum_{k=1}^N x_{ik}}{N}$$

² Podział Europy na regiony geograficzne wykorzystuje się dość powszechnie do oceny poziomu rozwoju w różnych obszarach funkcjonowania UE. Region jest np. pierwszym kierunkiem rozpatrywanym przy wyborze lokalizacji inwestycji zagranicznych (Dunning i Lundan, 2008). O regionach geograficznych pisze się również w kontekście odporności na kryzys (Dach, 2011), rozwoju gospodarczego czy rozwoju potencjału przemysłowego (Rachwał, Wiedermann i Kilar, 2009) i wielu innych.

gdzie:

η_j — wartość średniej i -tej zmiennej j -tego obiektu,

N — liczba lat rozpatrywanych w badaniu jednorodności zmian;

b) odchylenie standardowe (σ_i):

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N \left(x_{jk} - \eta_j \right)^2}{N}}$$

c) wariancję (σ_i^2):

$$\sigma_j^2 = \frac{\sum_{k=1}^N \left(x_{jk} - \eta_j \right)^2}{N}$$

Wartości: średnia i odchylenie standardowe oraz średnia i wariancja, wyznaczone na podstawie wartości analizowanych wskaźników w różnych okresach (tu: na podstawie danych za lata 2009—2014), tworzą dwójki uporządkowane, a obliczenia dla nich wykonuje się równolegle.

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie przyrostów, na podstawie których prowadzi się dalsze obliczenia według wzorów (Nermend i Tarczyńska-Łuniewska, 2013):

$$\left(\Delta \eta_j, \Delta \sigma_j \right) = \left(\eta_j - \eta_0, \sigma_j - \sigma_0 \right)$$

$$\left(\Delta \eta_j, \Delta \sigma_j^2 \right) = \left(\eta_j - \eta_0, \sigma_j^2 - \sigma_0^2 \right)$$

gdzie:

η_j — wartość średnia i -tej zmiennej j -tego obiektu,

σ_j — odchylenie standardowe i -tej zmiennej j -tego obiektu,

σ_j^2 — wariancja i -tej zmiennej j -tego obiektu,

$\eta_0, \sigma_0, \sigma_0^2$ — punkty odniesienia odpowiednio dla przyrostu: wartości średniej, odchylenia standardowego oraz wariancji.

Punkty odniesienia mogą zostać ustalone dowolnie. W praktyce najwygodniej jest przyjąć je jako równe 0, co oznacza, że wyznaczone zgodnie z przedstawionymi wzorami przyrosty można traktować jako wartość średnią, odchylenie standardowe i wariancję.

Kolejny krok to normowanie wyznaczonych par wartości (dwójek uporządkowanych). Przeprowadza się je następująco (Nermend i Tarczyńska-Łuniewska, 2013):

$$\left(\eta'_j, \Delta\sigma'_j \right) = \left(\frac{\Delta\eta_j - \Delta\bar{\eta}_i}{\sigma_{\eta_i}}, \frac{\Delta\sigma_j}{\sigma_{\eta_i}} \right)$$

oraz:

$$\left(\eta'^2_j, \Delta\sigma'^2_j \right) = \left(\frac{\Delta\eta_j - \Delta\bar{\eta}_i}{\sigma_{\eta_i}}, \frac{\Delta\sigma_j^2}{\sigma_{\eta_i}^2} \right)$$

gdzie:

$\Delta\bar{\eta}_i$ — wartość średnia wartości średnich (na podstawie danych za lata

2009—2014), wyznaczona na podstawie wzoru $\Delta\bar{\eta}_i = \frac{\sum_{k=1}^N \eta_{ij}}{N}$,

σ_{η_i} — odchylenie standardowe wartości średnich, wyznaczone na podstawie

wzoru $\Delta\bar{\sigma}_i = \frac{\sum_{k=1}^N \sigma_{ij}}{N}$,

$\sigma_{\eta_i}^2$ — wariancja wartości średnich, wyznaczona na podstawie wzoru

$$\bar{\sigma}_{\eta_i}^2 = \frac{\sum_{k=1}^N \sigma_{ij}^2}{N}.$$

Przed obliczeniem miary syntetycznej wyznacza się wzorzec, obrazujący najkorzystniejsze wartości analizowanej cechy $\left(\Delta\eta'_w \right)$, i antywzorzec, obrazujący wartości

najmniej korzystne $\left(\Delta\eta'_{aw} \right)$. Podstawą do tego mogą być:

- wartości wskaźników opisujących rzeczywisty obiekt,
- maksymalne wartości zaobserwowanych cech dla wzorca lub minimalne dla antywzorca w przypadku obiektu nierzeczywistego.

W drugim wariancie w przypadku wzorca $\left(\Delta\eta'_{\frac{w}{w}}\right)$ można również przyjąć wartości trzeciego kwartyla dla stymulant oraz pierwszego kwartyla dla destymulant.

W przypadku antywzorca $\left(\Delta\eta'_{\frac{aw}{aw}}\right)$ postępuje się odwrotnie — jako jego współrzędne przyjmuje się wartości pierwszego kwartyla dla stymulant oraz wartości trzeciego kwartyla dla destymulant.

Miarę syntetyczną dla wartości średnich wykorzystującą iloczyny skalarne wektorów reprezentujących obiekty oraz wektory wzorca i antywzorca oblicza się na podstawie wzoru (Nermend i Tarczyńska-Łuniewska, 2013):

$$\Delta m_{s\eta}_j = \frac{\sum_{i=1}^M \left(\Delta\eta'_{\frac{j}{j}} - \Delta\eta'_{\frac{aw}{aw}}\right) \left(\Delta\eta'_{\frac{w}{w}} - \Delta\eta'_{\frac{aw}{aw}}\right)}{\sum_{i=1}^M \left(\Delta\eta'_{\frac{w}{w}} - \Delta\eta'_{\frac{aw}{aw}}\right)^2}$$

Do obliczenia wektorowej miary syntetycznej wykorzystuje się współczynnik rzutu, ponieważ jednak nie można go obliczyć dla odchyień standardowych i wariancji, zakłada się, że miary te wyznaczają hiperkulę wokół punktu określającego położenie obiektu w przestrzeni. Pozwala to na ustalenie maksymalnego możliwego odchylenia miary syntetycznej na podstawie odchylenia standardowego współczynnika rzutu, zgodnie ze wzorem (Nermend i Tarczyńska-Łuniewska, 2013):

$$\Delta m_{s\sigma\max}_j = \frac{\max_i \left(\Delta\sigma'_{\frac{j}{j}}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^M \left(\Delta\eta'_{\frac{w}{w}} - \Delta\eta'_{\frac{aw}{aw}}\right)^2}}$$

oraz wariancji współczynnika rzutu (Nermend i Tarczyńska-Łuniewska, 2013):

$$\Delta m_{j\sigma^2\max} = \frac{\sqrt{\max_i \left(\Delta\sigma_i'^2\right)}}{\sqrt{\sum_{i=1}^M \left(\Delta\eta'_{\frac{w}{w}} - \Delta\eta'_{\frac{aw}{aw}}\right)^2}}$$

W celu określenia maksymalnego możliwego odchylenia miary syntetycznej wybiera się większą z wyznaczonych w ten sposób wartości.

Kolejnym krokiem jest przyporządkowanie badanych obiektów do odpowiednich klas. Najczęściej stosuje się podział zakresu wartości miary syntetycznej na cztery równe części, których szerokość wyznacza się na podstawie odchylenia standardowego. Przyrosty odchyleń standardowych oraz wariancji można również wykorzystać do obliczenia maksymalnej wartości odchylenia standardowego. Nermend i Tarczyńska-Luniewska (2013) proponują interpretację wyznaczonego w ten sposób odchylenia standardowego jako miary jednorodności rozwoju. Im niższa jest jej wartość, tym większa jednorodność i mniejsze różnice pomiędzy badanymi obiektami.

CHARAKTERYSTYKA ZMIAN WSKAŹNIKÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU UE W LATACH 2009—2014

Komisja Europejska publikuje co dwa lata wyniki monitorowania zrównoważonego rozwoju. Do badania realizacji celów „Strategii zrównoważonego rozwoju Unii Europejskiej” (*EU Sustainable Development Strategy*) służy zdefiniowany przez Eurostat zestaw wskaźników zrównoważonego rozwoju (SDI), mający strukturę trzypoziomową. Poziom najwyższy tworzy 11 wskaźników wiodących (*Headline Indicators*), poziom drugi — 31 wskaźników dotyczących celów operacyjnych (*Operational Indicators*), a najniższy — 84 wskaźniki opisujące działania (*Explanatory Indicators*), które uszczegółwiają wskaźniki wiodące.

Do zbadania jednorodności zmian w zakresie zrównoważonego rozwoju w latach 2009—2014 wykorzystano wskaźniki wiodące, które monitorują ogólne cele związane z kluczowymi wyzwaniem strategii zrównoważonego rozwoju. Analizie poddano 12 wskaźników obrazujących osiem obszarów tematycznych zrównoważonego rozwoju ustalonych dla wszystkich (28) krajów członkowskich UE. Nie uwzględniono wskaźnika obrazującego obszar zasobów naturalnych (występowanie pospolitych gatunków ptaków), ponieważ jest on dostępny jedynie dla niektórych krajów UE; z kolei brak wskaźnika wiodącego obrazującego dobre rządzenie spowodował wyłączenie również tego obszaru. Zdecydowano, że badanie będzie się rozpoczynać od roku 2009 — ze względu na kryzys w latach 2007 i 2008, a zakończy się na roku 2014, z powodu występowania luk w danych dla poszczególnych obszarów zrównoważonego rozwoju na poziomie krajów w 2015 r. Potencjalną listę cech diagnostycznych utworzyły wskaźniki w następujących obszarach:

- rozwój społeczno-gospodarczy — realny PKB *per capita* (x_1 , w euro);
- zrównoważona konsumpcja i produkcja — produktywność (wydajność) zasobów (x_2 , w euro w przeliczeniu na godzinę pracy);
- włączenie społeczne (wykluczenie) — osoby zagrożone ubóstwem lub wykluczeniem społecznym (x_3 , odsetek ludności ogółem);

- zmiany demograficzne — wskaźnik zatrudnienia pracowników w starszym wieku (x_4 , udział osób pracujących w wieku 55—64 lat w całkowitej populacji osób w tej grupie wiekowej, w %);
- zdrowie publiczne — dalsze trwanie życia w zdrowiu (kobiety — x_5 , mężczyźni — x_6 , w latach) oraz przeciętne trwanie życia (kobiety — x_7 , mężczyźni — x_8 , w latach);
- zmiana klimatu i energia — emisja gazów cieplarnianych (x_9 , w ekwiwalencie CO₂, w %, 1990=100%) oraz zużycie energii ze źródeł odnawialnych (x_{10} , w mln t ekwiwalentu ropy naftowej);
- transport zorganizowany z poszanowaniem zasad zrównoważonego rozwoju — zużycie energii w transporcie w stosunku do PKB (x_{11} , w %, 2010=100%);
- globalne partnerstwo — oficjalna pomoc rozwojowa (x_{12} , udział w dochodzie narodowym brutto, w %).

Cechy: $x_1, x_2, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_{10}$ i x_{12} to stymulanty (wyższe wartości wskazują na wyższy poziom rozwoju analizowanego zjawiska), natomiast: x_3, x_9 i x_{11} to destymulanty, co oznacza, że za pożądane uznaje się ich niższe wartości (Hellwig, 1968).

TABL. 1. WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU UE ORAZ ICH CHARAKTERYSTYKA OPISOWA

Zmienne	2009	2010	2011	2012	2013	2014	\bar{x}	V_s	T
x_1	24500	25500	26100	26600	26700	27500	26150	3,65	102,34
x_2	1,69	1,82	1,81	1,98	2,05	2,09	1,91	7,52	104,34
x_3	23,30	23,70	24,20	24,70	24,50	24,40	24,13	2,01	100,93
x_4	45,90	46,20	47,20	48,70	50,10	51,80	48,32	4,39	102,45
x_5	62,00	62,60	62,10	62,10	61,50	61,80	62,02	0,54	99,94
x_6	61,30	61,80	61,70	61,50	61,40	61,40	61,52	0,29	100,03
x_7	82,60	82,80	83,10	83,10	83,30	83,60	83,08	0,39	100,24
x_8	76,60	76,90	77,30	77,40	77,70	78,10	77,33	0,64	100,39
x_9	83,79	85,69	82,99	81,80	80,24	77,05	81,93	3,36	98,34
x_{10}	1599,40	1656,40	1593,30	1584,00	1569,10	1507,10	1584,88	2,79	98,82
x_{11}	102,50	100,00	97,90	95,40	94,20	94,00	97,33	3,22	98,28
x_{12}	0,42	0,44	0,42	0,39	0,41	0,41	0,42	3,61	99,52

U w a g a. \bar{x} — wartość średnia, V_s — współczynnik zmienności w %, T — średniookresowe tempo zmian w %.

Ź r ó d ł o: opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu.

W tabl. 1 przedstawiono wartości rozpatrywanych wskaźników oraz miary opisujące ich zróżnicowanie. W analizowanym okresie większość wskaźników charakteryzowała się raczej niewielkimi zmianami. Poprawę zaobserwowano przede wszystkim w zakresie zrównoważonej konsumpcji i produkcji (x_2) oraz zmian demograficznych (x_4). Zgodnie z ostatnim raportem Komisji Europejskiej

(Eurostat, 2015) w dłuższej, ok. 10-letniej perspektywie można mówić o lepszych wynikach także w odniesieniu do wskaźnika emisji gazów cieplarnianych (x_9).

Nie we wszystkich przypadkach wzrost wartości wskaźnika (bądź jego spadek w przypadku destymulant) oznacza realną poprawę. Dotyczy to zrównoważonej produkcji i konsumpcji, obrazowanych przez wskaźnik produktywności zasobów, liczony jako stosunek PKB do krajowego zużycia materiałów. Poprawę tego wskaźnika zauważa się od 2002 r., niemniej jednak może ona świadczyć nie tyle o zmianie we wzorcach wykorzystania zasobów, co raczej o negatywnym wpływie kryzysu z lat 2007 i 2008 na wykorzystanie zasobów w przemyśle, głównie w branżach zasobochłonnych (Eurostat, 2015).

Widoczną poprawę, zarówno w ujęciu krótko-, jak i długoterminowym, odnotowano w obszarze zmian demograficznych. Stały wzrost wskaźnika zatrudnienia osób starszych (x_4) następuje już od 2002 r., z tym że zakładany pierwotnie na 2010 r. poziom 50% UE osiągnęła dopiero w roku 2013.

Nieco większe zróżnicowanie dotyczy wskaźników obrazujących zmiany klimatu i energii. Są one wrażliwe na zmiany koniunktury gospodarczej, słabszej ze względu na kryzys. Szczególnie korzystnie przedstawia się sytuacja w przypadku wskaźnika emisji gazów cieplarnianych (x_9), który w 2013 r. wynosił 80,2%; poziom redukcji emisji gazów cieplarnianych był tylko nieznacznie niższy od zakładanego w „Strategii Europa 2020” poziomu 20% w stosunku do roku 1990. Zużycie energii ze źródeł odnawialnych (x_{10}) utrzymywało się w analizowanym okresie na mniej więcej stałym poziomie.

Umiarkowaną poprawę zauważono w zakresie rozwoju społeczno-gospodarczego. Tendencja wzrostowa utrzymuje się od 2000 r. Po jej przerwaniu przez kryzys w 2008 r. ponowny wzrost realnego PKB *per capita* (o ponad 13%) nastąpił w 2010 r. Wzrost tego wskaźnika odnotowano również w 2014 r.

O realnym pogorszeniu można natomiast mówić w przypadku wskaźników obrazujących włączenie społeczne oraz zasoby naturalne. Spadek ich wartości obserwuje się od początku kryzysu gospodarczego, zwłaszcza w obszarze włączenia społecznego. W 2013 r. prawie 1/4 osób w UE była zagrożona ubóstwem lub wykluczeniem społecznym. Podobnie drastycznie maleje wartość wskaźników obrazujących zasoby naturalne, które w wyniku przekształcania gruntów w coraz większym stopniu wykorzystywane są w rolnictwie, infrastrukturze i budownictwie (Eurostat, 2015).

Pogorszenie sytuacji następuje też w dziedzinie zrównoważonego transportu. Mimo spadku wartości wskaźnika wiodącego (x_{11}), zarówno w dłuższej perspektywie, jak i w ujęciu krótkoterminowym, wskazuje się, że zmiany te niekoniecznie odzwierciedlają lepsze wyniki w zakresie ochrony środowiska. Na przykład w latach 2000 i 2007 nastąpił wzrost zużycia energii w transporcie, ponieważ jednak był on mniejszy niż wzrost PKB (w relacji do którego oblicza się ten wskaźnik), odnotowano poprawę wskaźnika (Eurostat, 2015).

**TABL. 2. PODSTAWOWA CHARAKTERYSTYKA OPISOWA WSKAŹNIKÓW
ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU W REGIONACH UE (wartości średnie w latach 2009—2014)**

Zmienne	Charakterystyka opisowa	Europa			
		Zachodnia	Północna	Południowa	Wschodnia
x ₁	średnia	42722,22	28160,20	18950,00	10019,44
	minimum	31416,67	10166,67	10350,00	5533,33
	maksimum	81650,00	44383,33	26733,33	14983,33
	V _S	41,08	48,55	24,40	32,85
x ₂	średnia	2,59	1,44	1,55	0,68
	minimum	1,61	0,45	1,00	0,29
	maksimum	3,61	3,25	2,66	1,01
	V _S	28,19	61,91	37,43	45,26
x ₃	średnia	18,71	24,26	26,35	30,31
	minimum	15,55	15,98	19,18	14,75
	maksimum	20,93	36,70	32,10	46,98
	V _S	9,04	28,48	14,25	37,45
x ₄	średnia	46,94	57,90	41,04	42,20
	minimum	39,20	50,85	33,83	36,08
	maksimum	60,78	71,17	52,33	49,32
	V _S	18,18	11,08	15,80	10,96
x ₅	średnia	61,70	61,83	63,27	60,69
	minimum	57,82	56,25	57,43	53,15
	maksimum	65,37	68,22	72,03	66,22
	V _S	4,46	6,97	7,15	7,02
x ₆	średnia	61,80	60,34	63,02	58,84
	minimum	57,42	52,85	56,65	53,38
	maksimum	64,82	69,04	70,80	62,28
	V _S	4,21	9,00	6,38	5,14
x ₇	średnia	83,74	81,83	83,62	79,46
	minimum	83,10	78,62	83,35	77,85
	maksimum	85,50	83,78	85,65	81,17
	V _S	1,00	2,24	0,96	1,62
x ₈	średnia	78,52	75,13	78,01	72,13
	minimum	77,92	68,15	76,93	70,75
	maksimum	79,30	79,90	79,85	74,95
	V _S	0,59	6,10	1,39	2,01
x ₉	średnia	90,65	72,41	115,63	63,27
	minimum	75,24	41,96	91,39	46,49
	maksimum	103,73	108,17	155,33	83,59
	V _S	9,91	31,56	19,80	18,02
x ₁₀	średnia	115,73	40,55	43,13	36,85
	minimum	4,38	4,42	0,92	15,92
	maksimum	298,70	194,87	158,62	92,68
	V _S	97,44	147,93	137,13	71,64
x ₁₁	średnia	97,25	94,39	97,93	96,47
	minimum	95,78	85,30	94,93	89,60
	maksimum	98,67	99,13	102,93	101,68
	V _S	1,08	4,36	2,66	4,77
x ₁₂	średnia	0,56	0,49	0,16	0,10
	minimum	0,29	0,08	0,13	0,09
	maksimum	1,00	1,08	0,24	0,12
	V _S	42,54	71,00	25,67	12,05

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych Eurostatu.

W tabl. 2 przedstawiono wskaźniki obrazujące zrównoważony rozwój UE w regionach geograficznych. Podstawą do wyznaczenia charakterystyki opisowej wskaźników były wartości średnie, liczone na podstawie danych dla krajów UE w następującym układzie:

- Europa Zachodnia: Austria, Belgia, Francja, Holandia, Luksemburg i Niemcy;
- Europa Północna: Dania, Estonia, Finlandia, Irlandia, Łotwa, Litwa, Szwecja i Wielka Brytania;
- Europa Południowa: Cypr, Chorwacja, Grecja, Hiszpania, Malta, Portugalia, Słowenia i Włochy;
- Europa Wschodnia: Bułgaria, Czechy, Polska, Rumunia, Słowacja i Węgry.

Przedstawione dane wskazują na znaczne zróżnicowanie rozwoju analizowanych regionów; jest to widoczne w odniesieniu do wszystkich cech diagnostycznych. Szczególnie duże różnice dotyczą zmiany klimatu i energii w zakresie zużycia energii ze źródeł odnawialnych (x_{10}) oraz globalnego partnerstwa, obrazowanego przez oficjalną pomoc rozwojową (x_{12}). W przypadku wskaźnika x_{10} znaczne różnice odnotowano we wszystkich regionach. Minimalne wartości średnie charakteryzowały: Luksemburg, Łotwę, Maltę oraz Słowację, natomiast maksymalne: Niemcy, Wielką Brytanię, Włochy i Polskę. Podobną sytuację obserwuje się w obszarze oficjalnej pomocy rozwojowej, przy czym największe zróżnicowanie odnotowano w krajach Europy Zachodniej.

Najmniejsze zróżnicowanie wystąpiło w obszarze zdrowia publicznego (x_5 , x_6 , x_7 i x_8), przy czym wyraźnie najniższe oceny ($V_5 < 10\%$) współczynnika zmienności dla poszczególnych regionów otrzymano w przypadku przeciętnego trwania życia (x_7 i x_8). Zgodnie ze standardowo stosowanymi kryteriami doboru (Hellwig, 1968) cechy te powinny, ze względu na zbyt niską wartość współczynnika zmienności³, zostać wyeliminowane ze zbioru potencjalnych cech diagnostycznych. Tak samo należy postąpić w przypadku cech zbyt silnie skorelowanych z innymi cechami uwzględnionymi w badaniu, ponieważ są nośnikami podobnych informacji⁴. Oznaczałoby to jednak eliminację wszystkich cech obrazujących zdrowie publiczne oraz zrównoważony transport. W związku z tym zdecydowano o przeprowadzeniu analizy w dwóch wariantach:

- A — eliminującym cechy, których wartości współczynnika zmienności dla wszystkich regionów są niższe od wartości progowej 10%;
- B — uwzględniającym wszystkie wskaźniki wiodące.

W wariancie A po wyeliminowaniu cech o zbyt niskiej zmienności oraz zbyt wysokim skorelowaniu do finalnego zbioru cech diagnostycznych przyjęto: x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_9 , x_{10} i x_{12} . W wariancie B finalny zbiór utworzyły wszystkie analizowane cechy.

³ Jako wartość progową przyjmuje się najczęściej poziom 10%.

⁴ Można w tym celu wykorzystać np. metodę parametryczną Hellwiga (1981).

**WYNIKI BADANIA JEDNORODNOŚCI ZMIAN W CZASIE
W ZAKRESIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU UE**

Wyniki badania jednorodności zmian rozwoju UE w latach 2009—2014 w wariantach A i B przedstawiono w tabl. 3 oraz na wykresie. Jednorodność rozwoju mierzono jako stosunek maksymalnych wartości przyrostów odchyżeń standardowych do szerokości klasy. W przypadku regionów geograficznych jednorodność zmian w czasie wskaźników zrównoważonego rozwoju liczono w odniesieniu do wartości średnich dla danego regionu, natomiast w przypadku krajów UE — w odniesieniu do wartości średnich dla całej UE.

TABL. 3. WYNIKI KLASYFIKACJI REGIONÓW I KRAJÓW UE W LATACH 2009—2014

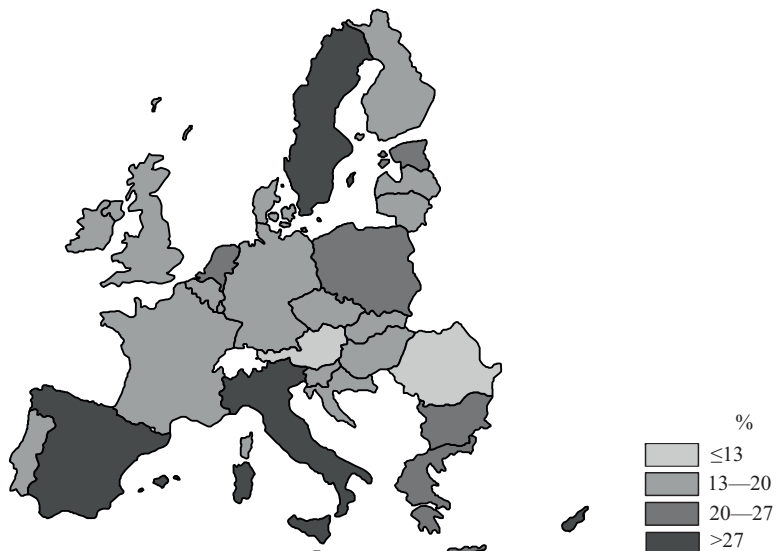
Regiony Kraje	Pozycja w rankingu		Klasa typologiczna		Jednorodność rozwoju w czasie w %	
	A	B	A	B	A	B
Europa Zachodnia	1	1	I	I	45—54	35—39
Austria	13	14	III	II	≤ 13	≤ 6
Belgia	9	8	II	II	13—20	11—16
Francja	7	5	II	II	13—20	≤ 6
Holandia	3	4	I	I	20—27	6—11
Luksemburg	2	2	I	I	13—20	11—16
Niemcy	5	9	I	II	13—20	6—11
Europa Północna	2	2	II	II	35—45	31—35
Dania	6	6	I	II	13—20	6—11
Estonia	14	19	III	III	20—27	11—16
Finlandia	8	13	II	II	13—20	≤ 6
Irlandia	12	7	II	II	13—20	11—16
Litwa	17	22	III	III	13—20	6—11
Łotwa	19	26	III	IV	13—20	> 16
Szwecja	1	1	I	I	> 27	6—11
Wielka Brytania	4	3	I	I	13—20	6—11
Europa Południowa	4	3	III	III	< 35	< 31
Cypr	21	15	III	II	> 27	11—16
Chorwacja	25	24	III	IV	13—20	≤ 6
Grecja	26	17	IV	III	20—27	11—16
Hiszpania	15	10	III	II	> 27	11—16
Malta	24	11	III	II	> 27	6—11
Portugalia	18	18	III	III	13—20	6—11
Słowenia	20	21	III	III	13—20	6—11
Włochy	11	12	II	II	> 27	≤ 6
Europa Wschodnia	3	4	III	IV	45—54	35—39
Bułgaria	28	27	IV	IV	20—27	6—11
Czechy	10	16	II	III	13—20	11—16
Polska	23	20	III	III	20—27	> 16
Rumunia	27	28	IV	IV	≤ 13	6—11
Słowacja	16	23	III	IV	13—20	> 16
Węgry	22	25	III	IV	13—20	> 16

U w a g a. Przedziały są domknięte prawostronnie.

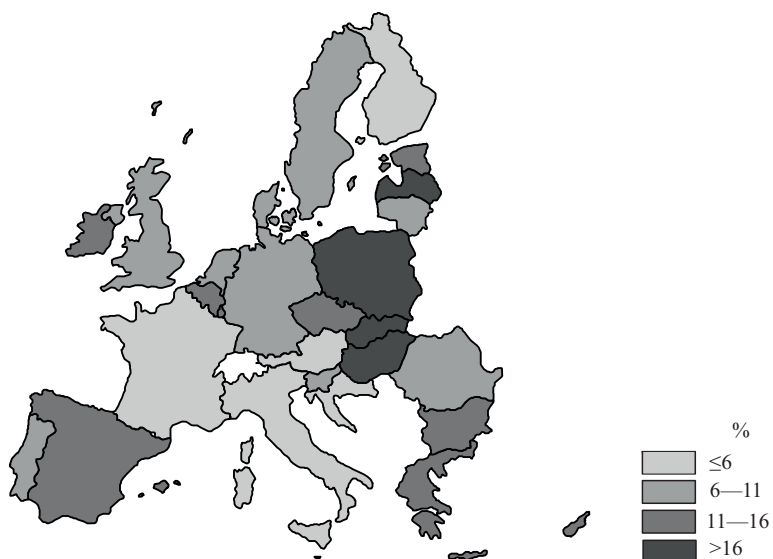
Ź r ó d ł o: obliczenia własne na podstawie danych Eurostatu.

JEDNORODNOŚĆ ROZWOJU KRAJÓW UE W LATACH 2009—2014

WARIANT A



WARIANT B



U w a g a. Przedziały są domknięte prawostronnie.

Ź r ó d ł o: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

Uzyskane wyniki potwierdzają znaczną niejednorodność rozwoju zarówno w regionach, jak i poszczególnych krajach UE. W obu wariantach najwyższym średnim poziomem rozwoju w latach 2009—2014 charakteryzowała się Europa Zachodnia, natomiast najniższe wartości syntetycznej miary wektorowej uzyskała Europa Wschodnia. Różnice pomiędzy wariantami A i B dotyczą jedynie klas typologicznych oraz poziomu jednorodności zmian w czasie.

W zależności od przyjętego wariantu liczby cech diagnostycznych uzyskano różne wyniki w zakresie jednorodności rozwoju. W wariacie A, w efekcie wyeliminowania wskaźników o najmniejszym poziomie zmienności, większość wyników wskazuje na wyższy poziom niejednorodności rozwoju regionów, co oznacza, że w poszczególnych latach analizowanego przedziału czasowego mogły występować znaczne różnice wartości miary.

W większości przypadków różnice oceny stopnia jednorodności pomiędzy wariantami A i B dotyczyły przesunięć w obrębie klas typologicznych. Wystąpiły one na terenie:

- Europy Zachodniej w przypadku: Belgii, Francji, Holandii i Luksemburga;
- Europy Północnej w przypadku: Finlandii, Irlandii, Łotwy i Szwecji;
- Europy Południowej w przypadku: Cypru, Chorwacji, Hiszpanii, Malty i Włoch;
- Europy Wschodniej w przypadku wszystkich krajów.

Dołączenie do zbioru cech obrazujących zdrowie publiczne oraz transport spowodowało znaczne zmiany w rankingu. Tę samą pozycję utrzymały jedynie: Szwecja (pozycja 1), Luksemburg (2), Dania (6) i Portugalia (18). Pozycja 13 krajów (ze wszystkich regionów) się pogorszyła. Największe różnice, zarówno *in plus*, jak i *in minus*, nastąpiły:

- spadek — na Słowacji (o 7 miejsc, z pozycji 16 na 23), Łotwie (o 7 miejsc, z 19 na 26), w Czechach (o 6 miejsc, z 10 na 16), Estonii (o 5 miejsc, z 14 na 19), Finlandii (o 5 miejsc, z 8 na 13) oraz na Litwie (o 5 miejsc, z 17 na 22);
- wzrost — na Malcie (o 13 miejsc, z pozycji 24 na 11), w Grecji (o 9 miejsc, z 26 na 17), na Cyprze (o 6 miejsc, z 21 na 15), w Irlandii (o 5 miejsc, z 12 na 7) oraz Hiszpanii (o 5 miejsc, z 15 na 10).

Podsumowanie

Podstawowym celem badań w zakresie zrównoważonego rozwoju jest ocena zgodności obserwowanych zmian z zakładanymi strategicznymi celami rozwojowymi UE. Wykorzystanie rachunku wektorowego w analizach prowadzonych przy użyciu wskaźników zrównoważonego rozwoju pozwala na uzyskanie informacji na temat jednorodności rozwoju w badanym przedziale czasowym.

Wyniki analiz świadczą o znacznych różnicach rozwojowych między krajami członkowskimi UE. Duża niejednorodność zmian w latach 2009—2014 dotyczy przede wszystkim:

- w wariancie A (bez cech o współczynniku zmienności mniejszym niż 10%): w Europie Północnej — Szwecji, w Europie Południowej — Cypru, Hiszpanii, Malty i Włoch;
- w wariancie B (wszystkie wskaźniki): w Europie Północnej — Łotwy, w Europie Wschodniej — Polski, Słowacji i Węgier.

Należy jednak zauważyć, że nie zawsze niejednorodność rozwoju w czasie jest zjawiskiem niekorzystnym, może bowiem oznaczać np. pożądane zmiany poziomu rozpatrywanych cech diagnostycznych. Sytuacja taka wystąpiła m.in. w krajach Europy Wschodniej, w których odnotowano poprawę wskaźników w latach 2009—2014.

Otrzymane wyniki wskazują również na znaczne różnice rozwojowe pomiędzy regionami geograficznymi Europy, dla których syntetyczne miary wektorowe liczono na podstawie uśrednionych wyników krajów położonych w danym regionie. Ich analiza potwierdziła istnienie znacznych różnic rozwojowych pomiędzy Europą Zachodnią, Północną i Południową a Europą Wschodnią. Znaczny dystans dzieli kraje Europy Wschodniej szczególnie od krajów Europy Zachodniej i Północnej.

dr Katarzyna Cheba — *Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie*

LITERATURA

- Bal-Domańska, B., Wilk, J. (2011). Gospodarcze aspekty zrównoważonego rozwoju województwa — wielowymiarowa analiza porównawcza. *Przebieg Statystyczny*, 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. *Procedia Economics and Finance*, 32, 992—996. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)01559-2.
- Borawski M. (2012). *Rachunek wektorowy z arytmetyką przyrostów w przetwarzaniu obrazów*. Warszawa: PWN.
- Borys, T. (red.). (1999). *Wskaźniki ekorozwoju*. Białystok: Ekonomia i Środowisko.
- Borys, T. (2002). Wskaźniki rozwoju zrównoważonego. Podstawowe kierunki badań i zastosowań. *Ekonomia i Środowisko*, (1), 39—59.
- Borys, T. (2011). Zrównoważony rozwój — jak rozpoznać ład zintegrowany. *Problemy Ekorozwoju*, 6(2), 75—81.
- Brown, L. R. (2000). *Gospodarka ekologiczna na miarę Ziemi*. Warszawa: Książka i Wiedza.
- Ciążela, H. (2005). Edukacja wobec etycznego wymiaru idei rozwoju trwałego i zrównoważonego. *Prakseologia*, 145, 171—182.
- Dach, Z. (red.). (2011). *Polityka makroekonomiczna w warunkach kryzysu i jej wpływ na gospodarkę. Teoria i praktyka*. Warszawa: Oficyna a Wolters Kluwer business.
- Dunning, J. H., Lundan, S. M. (2008). *Multinational enterprises and the global economy*. Cheltenham (UK), Northampton (MA, USA): Edward Elgar Publishing.

- Duran, D. C., Gogan, L. M., Artene, A., Duran, V. (2015). The components of sustainable development — a possible approach. *Procedia Economics and Finance*, 26, 806—811. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)00849-7.
- Eurostat. (2015). *Sustainable development in the European Union 2015 monitoring report of the EU Sustainable Development Strategy*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2785/999711.
- Gawor, L. (2004). Filozofia zrównoważonego rozwoju — preliminaria. *Problemy ekorozwoju. Studia filozoficzno-socjologiczne*, 5(2), 69—76.
- Górka, K., Poskrobko, B., Radecki, W. (1998). *Ochrona środowiska. Problemy społeczne, ekonomiczne i prawne*. Warszawa: PWE.
- Hellwig, Z. (1968). Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr. *Przegląd Statystyczny*, (4), 307—326.
- Hellwig, Z. (1981). Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielocechowych obiektów gospodarczych. W: W. Welfe (red.), *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną* (s. 46—68). Warszawa: PWE.
- Hopwood, B., Mellor, M., O'Brien, G. (2005). Sustainable development — mapping different approaches. *Sustainable Development*, 13, 38—52. DOI: 10.1002/sd.244.
- Hull, Z. (2008). Filozoficzne i społeczne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju. *Problemy Ekorozwoju*, 3(1), 27—31.
- Kolenda, M. (2006). *Taksonomia numeryczna. Klasyfikacja, porządkowanie i analiza obiektów wielocechowych*. Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu.
- Kozłowski, S. (1996). Czy transformacja polskiej gospodarki zmierza w kierunku rozwoju zrównoważonego? W: S. Wrzosek (red.), *Mechanizmy i uwarunkowania ekorozwoju* (s. 22—44). Białystok: Wydawnictwo KEiZOŚ Politechniki Białostockiej.
- Łatuszyńska, A. (2014). Propozycja miary agregatowej efektów działalności środowiskowej. *Ekonomia i Środowisko*, (3), 60—70.
- Mazur-Wierzbicka, E. (2006). Miejsce zrównoważonego rozwoju w polskiej i unijnej polityce ekologicznej na początku XXI wieku. *Zeszyty Uniwersytetu Rzeszowskiego*, (8), 29—45.
- Michałowski, A. (2011). Przestrzenne usługi środowiska w świetle założeń ekonomii zrównoważonego rozwoju. *Problemy Ekorozwoju*, 6(2), 117—126.
- Nermend, K. (2008). *Rachunek wektorowy w analizie rozwoju regionalnego*. Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
- Nermend, K., Tarczyńska-Luniewska, M. (2013). Badanie jednorodności przestrzennej i czasowej rozwoju obiektów społeczno-gospodarczych. *Przegląd Statystyczny*, 60(1), 85—100.
- Papuziński, A. (2006). Filozoficzne aspekty zrównoważonego rozwoju — wprowadzenie. *Problemy ekorozwoju. Studia filozoficzno-socjologiczne*, 1(2), 25—32.
- Piontek, F. (2001). Kontrowersje i dylematy wokół rozwoju zrównoważonego i trwałego. W: F. Piontek (red.), *Ekonomia a rozwój zrównoważony* (s. 20—32). Białystok: Ekonomia i Środowisko.
- Poskrobko, B., Kozłowski, S. (red.). (2005). *Zrównoważony rozwój. Wybrane problemy teoretyczne i implementacja w świetle dokumentów Unii Europejskiej*. Białystok-Warszawa: Komitet „Człowiek i Środowisko” PAN.
- Rachwał, T., Wiedermann, K., Kilar, W. (2009). Rola przemysłu w gospodarce układów regionalnych Unii Europejskiej. *Prace Komisji Geografii i Przemysłu*, (14), 31—42.
- Rogall, H. (2010). *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*. Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka.

Stefanescu, D., On, A. (2012). Entrepreneurship and sustainable development in European Countries before and during the international crisis. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 58, 889—898. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.09.1067.

Śleszyński, J. (2000). *Ekonomiczne problemy ochrony środowiska*. Warszawa: Agencja Wydawnicza Aries.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future. UN Documents: Gathering a Body of Global Agreements has been compiled by the NGO Committee on Education of the Conference of NGOs from United Nations web sites with the invaluable help of information & communications technology*. New York: United Nations.

Summary. *The purpose of the article is to analyse the uniformity of changes over time concerning sustainable development of the European Union. Such analyses are particularly important as the pursuit of sustainable development of the EU countries is one of its strategic developmental objectives. The informational basis of the study were the sustainable development indicators for the years 2009—2014 published by the Eurostat. Vector calculus was used to examine the uniformity of changes. The results of the analysis confirmed significant differences in, both across regions in Europe and EU member countries.*

Keywords: sustainable development, vector calculus, uniformity of changes over time.