

Analiza regionalnych ścieżek rozwoju gospodarczego

1. Wstęp

Umiejętna diagnoza w odniesieniu do gospodarczych, społecznych i terytorialnych aspektów polityki spójności może stać się podstawą prawidłowego określenia nie tylko celów tej polityki takich jak: zmniejszenie dysproporcji w poziomach rozwoju regionów, zwiększania ich konkurencyjności i wzrostu poziomu zatrudnienia, lecz również środków, które do prowadzą do ich osiągnięcia. W zależności od przyjętej koncepcji rozwoju regionalnego w nieco odmienny sposób formułowany jest zbiór decyzji podejmowanych przez polityków i decydentów gospodarczych. Rywalizują tu między sobą głównie: teoria neoklasyczna odnosząca się do migracji siły roboczej i kapitału, teoria wzrostu endogenicznego wykorzystująca ideę potencjału innowacyjnego i otoczenia instytucjonalnego, teoria nowej geografii ekonomicznej oparta głównie na kształtowaniu się kosztów transportu i koncentracji działalności gospodarczej oraz teoria ewolucyjna i teoria podkreślająca rolę eksportu i wysoko wyspecjalizowanych klastrów.

Bez względu na paradygmat rozwoju regionalnego, który zresztą co pewien czas ulega zmianie, prowadząc politykę w tym obszarze stajemy często przed dylematem oceny stopnia i podobieństwa rozwoju poszczególnych regionów. Jest to potrzebne między innymi przy programowaniu takich działań jak Program Operacyjny Rozwój Polski Wschodniej, gdy musimy ustalić, które województwa mogą być włączone do programu oraz w jakich proporcjach należy podzielić między nie ogólną kwotę wsparcia. Kluczową rolę odgrywa w tym przypadku wykorzystanie zmiennej w postaci produktu krajowego brutto *per capita*, która nie tylko stanowi podstawę podejmowania wielu decyzji nie tylko o charakterze gospodarczym, lecz również może być wykorzystywana w ocenie nierówności dochodowych, w prognozowaniu migracji, dochodów budżetowych i popytu na pracę oraz planowaniu wydatków na infrastrukturę.

Wiedza o pozycji danego regionu, zwłaszcza w odniesieniu do innych regionów umożliwia określenie obiektu wzorcowego: „... dzięki określeniu pozycji obiektu staje

się możliwe wskazanie dla każdego obiektu innego obiektu, który go bezpośrednio wyprzedza, taki wyprzedzający obiekt może być modelem rozwoju dla obiektu wyprzedzanego...” oraz formułowanie ścieżek rozwoju pozwalających osiągnąć modelowy poziom rozwoju: „... znajomość pozycji współrzędnych każdego obiektu umożliwia formułowanie prognoz różnych strategii rozwoju obiektu będącego przedmiotem zainteresowań badawczych, strategie te są formułowane za pomocą metody analogii, która polega na przyjęciu przypuszczeń, iż obiekt obserwowany osiągnie w przyszłości stan podobny do tych, które zostały dziś osiągnięte przez bardziej zaawansowanych rywali...” [Hellwig 1981, s. 63].

Analiza podobieństwa poszczególnych regionów może też prowadzić do wyodrębnienia klas regionów charakteryzujących się tym samym poziomem (wzorcem) rozwoju.

Podstawowym celem badania jest identyfikacja podobieństwa zmian poziomu rozwoju, mierzonego wartością produktu krajowego *per capita*, polskich województw w okresie 2000-2013. Szczególną akcent położono w tym przypadku na ocenę wpływu kryzysu gospodarczego, który wybuchł w 2007 roku, na kształtowanie się tego podobieństwa.

2. Aktualne trendy w zakresie konwergencji regionalnej w Polsce

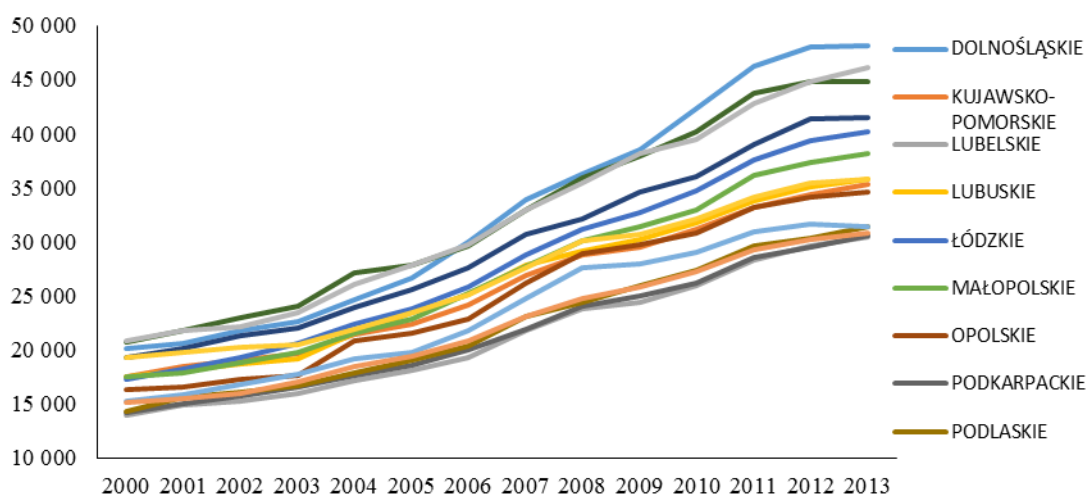
Od wielu lat, zarówno w Polsce, jak i w innych krajach Unii Europejskiej obserwujemy zjawisko dywergencji dochodowej w ujęciu regionalnym. Aczkolwiek wyniki dotychczasowych badań są zróżnicowane, to większość z nich wskazuje na niezadowalające rezultaty dotychczasowej polityki spójności, w kontekście likwidacji regionalnych nierówności dochodowych [Batóg 2010, s. 165-167]. Wydaje się, że wzrost zróżnicowania stóp wzrostu gospodarczego oraz poziomu rozwoju poszczególnych regionów jest rezultatem rosnących regionalnych różnic w dostępie do czynników gospodarowania w postaci pracy, kapitału, jak również jakości otoczenia instytucjonalnego. Zjawisko rosnących nierówności dochodowych w Polsce obrazują wykresy 1 i 2. Dla przejrzystości na wykresach nie zamieszczono województwa mazowieckiego, które stanowi obiekt nietypowy i charakteryzuje się znacząco wyższym poziomem PKB *per capita* w porównaniu do innych województw.

Poziom zróżnicowania dochodowego mierzony współczynnikiem zmienności zwiększył się z 0,21 do 0,25. Warto jednak zauważyć, że w latach spowolnienia gospodarczego 2002-2003 oraz 2008 obserwowany był chwilowy spadek nierówności

dochodowych. PKB *per capita* najszybciej rósł w województwach: dolnośląskim, łódzkim i mazowieckim, dla których średnie tempo zmian tej zmiennej osiągnął w badanym okresie prawie 7%. Najniższą dynamiką wzrostu charakteryzowało się województwo zachodniopomorskie ze średnim tempem wzrostu na poziomie 4,86%.

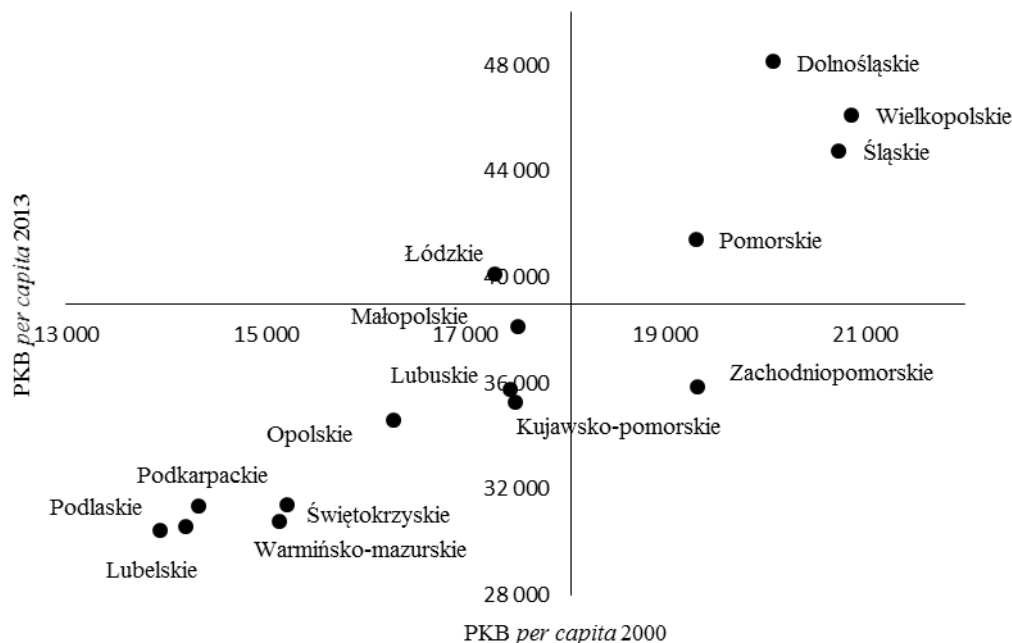
Jednocześnie wyraźnie ukształtował się podział polskich województw na grupę regionów o wysokim i utrzymującym się poziomie rozwoju (mazowieckie, dolnośląskie, wielkopolskie, śląskie i pomorskie), grupę regionów o stałym niskim poziomie rozwoju (podlaskie, lubelskie, podkarpackie, warmińsko-mazurskie i świętokrzyskie) oraz grupę regionów o przeciętnym poziomie rozwoju (łódzkie, małopolskie, zachodniopomorskie, lubuskie, kujawsko-pomorskie i opolskie).

Wykres 1. PKB *per capita* w polskich województwach w latach 2000-2013 (zł, bez województwa mazowieckiego)



Źródło: obliczenia własne na podstawie BDL.

Wykres 2. Zmiana PKB *per capita* polskich województw w latach 2000-2013 (zł, bez województwa mazowieckiego)



Źródło: obliczenia własne na podstawie BDL.

Obserwowana tendencja, charakteryzująca się dużym stopniem zróżnicowania zmian poziomów rozwoju badanych regionów, utrudnia przewidywanie przyszłych wartości PKB *per capita* i powoduje, że zamiast prognozowania tej zmiennej dla całej gospodarki, należy raczej budować modele prognostyczne dla poszczególnych regionów. Podejście to jest przy tym zgodne z wnioskami prowadzonych badań, według których podejście bezpośrednie pozwala uwzględnić w procesie prognozowania zróżnicowanie reakcji poszczególnych składników PKB na zachodzące szoki ekonomiczne będące skutkiem specyfiki poszczególnych regionów, co prowadzi w rezultacie do spadku wariancji predykcji [Zellner i Tobias 2000, Marcellino, Stock i Watson 2003, Demers i Dupuis 2005].

3. Charakterystyka wykorzystanych miar

Wyznaczanie scenariuszy rozwoju regionów lub ich ścieżek rozwoju możliwe jest w oparciu o bardzo zróżnicowane podejścia i metody. Dotyczy to również oceny stopnia podobieństwa rozwoju regionów. W celu określenia podobieństwa kształtowania się szeregów czasowych reprezentujących PKB *per capita* polskich województw w latach 2000-2013 wykorzystano dwie miary. Pierwszą z nich jest miara podobieństwa dwóch funkcji m zaproponowana przez M. Cieślak w pracy [Prognozowanie gospodarcze... 2001, s. 142], druga natomiast miara Dynamic Time

Warping (DTW) przedstawiona została między innymi w pracach [Sankoff i Kruskal 1999, Berndt i Clifford 1996].

Miara m daje możliwość określenia stopnia podobieństwa kierunku zmian poszczególnych składowych porównywanych funkcji i obliczana jest według wzoru:

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i, \quad -1 < m \leq 1, \quad (1)$$

gdzie:

$$m_i = \begin{cases} 1 - \frac{2}{\pi} \alpha_i & \text{dla } [f(a_{i+1}) - f(a_i)][g(c_{i+1}) - g(c_i)] \geq 0 \quad 0 \leq \alpha_i \leq \frac{\pi}{2} \\ -\frac{\alpha_i}{\pi} & \text{dla } [f(a_{i+1}) - f(a_i)][g(c_{i+1}) - g(c_i)] < 0 \quad 0 < \alpha_i \leq \pi \end{cases},$$

oraz:

α_i – miara łukowa kąta zawartego między prostą przechodzącą przez punkty $(a_i, f(a_i))$ i $(a_{i+1}, f(a_{i+1}))$ oraz prostą przechodzącą przez punkty $(c_i, g(c_i))$ i $(c_{i+1}, g(c_{i+1}))$.

Nie umożliwia ona jednak wskazania, który „obiekt”, reprezentowany przez dany szereg czasowy, charakteryzuje się bardziej pożądanymi wartościami analizowanego zjawiska. Nie pozwala również obliczyć „odległości” między porównywanymi obiektami.

Miara DTW umożliwia ocenę podobieństwa dwóch szeregów czasowych X i Y poprzez znalezienie optymalnej ścieżki pozwalającej na wyrównanie tych szeregów przy najniższym łącznym koszcie, mierzonym skumulowaną odległością między tymi szeregami, które nie muszą być tej samej długości, co stanowi dużą zaletę tej miary. Wszystkie dopuszczalne ścieżki mają postać:

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_K\}, \text{ gdzie: } z_k = (n_k, m_k), \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (2)$$

i uzyskiwane są w macierzy kosztów D przy zachowaniu poniższych warunków:

– ograniczoności: pierwszy i ostatni element macierzy kosztów D mają odpowiednio postać:

$$z_1 = (1, 1) \text{ oraz } z_K = (N, M), \quad (3)$$

– monotoniczności i wielkości kroku: ścieżka przesuwana się od początku macierzy kosztów D w kierunku jej prawego górnego rogu, zawsze o jedną komórkę w prawo, do góry lub na ukos.

Aby obliczyć łączną odległość każdej dopuszczalnej ścieżki, tworzona jest macierz skumulowanych kosztów (odległości) $\tilde{D} \in R^{N \times M}$, przy warunku początkowym $\tilde{d}(1,1) = d(1,1)$ oraz każdym pozostałym elemencie obliczanym według wzoru:

$$\tilde{d}(n, m) = d(n, m) + \min\{\tilde{d}(n-1, m), \tilde{d}(n, m-1), \tilde{d}(n-1, m-1)\}. \quad (4)$$

Optymalna ścieżkę, stanowiącą ścieżkę o minimalnym koszcie jednostkowym:

$$Z^* = \{z_1^*, z_2^*, \dots, z_K^*\} \text{ dla } z_K^* = (N, M), \quad (5)$$

wyznaczamy poruszając się w macierzy kosztów skumulowanych od punktu $\tilde{d}(N, M)$ w kierunku punktu $\tilde{d}(1,1)$, znając $z_k^* = (n, m)$ i wybierając jej kolejne elementy w oparciu o poniższe kryterium:

$$z_{k-1}^* = \left\{ \begin{array}{l} (1, m-1), \text{ dla } n=1 \\ (n-1, 1), \text{ dla } m=1 \\ \arg \min\{\tilde{d}(n-1, m-1), \tilde{d}(n-1, m), \tilde{d}(n, m-1)\} \end{array} \right\}. \quad (6)$$

4. Uzyskane wyniki

Zmiany rozwoju polskich województw mierzone z wykorzystaniem miary m charakteryzowały się w całym badanym okresie dużym stopniem podobieństwa (zob. tabela 1). Wysokie wartości tej miary oznaczają, że kierunek tych zmian w poszczególnych latach był praktycznie identyczny. Wyjątek stanowiły dwa województwa: śląskie i świętokrzyskie, dla których obserwowany był niższy stopień podobieństwa w odniesieniu do pozostałych regionów.

Tabela 1. Wartości miary m dla polskich województw (2000-2013)

Nr	Województwo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Dolnośląskie	1,00	0,96	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97	0,94	0,96	0,96	0,97	0,88	0,87	0,97	0,95	0,96
2	Kujawsko-pomorskie	x	1,00	0,98	0,97	0,98	0,97	0,96	0,96	0,97	0,97	0,95	0,89	0,89	0,98	0,96	0,97
3	Lubelskie	x	x	1,00	0,96	0,97	0,96	0,96	0,95	0,98	0,96	0,95	0,89	0,88	0,97	0,96	0,97
4	Lubuskie	x	x	x	1,00	0,97	0,96	0,97	0,95	0,96	0,96	0,96	0,88	0,87	0,97	0,96	0,97
5	Łódzkie	x	x	x	x	1,00	0,98	0,98	0,95	0,98	0,96	0,97	0,89	0,88	0,99	0,97	0,97
6	Małopolskie	x	x	x	x	x	1,00	0,96	0,95	0,98	0,96	0,96	0,89	0,88	0,98	0,97	0,97
7	Mazowieckie	x	x	x	x	x	x	1,00	0,94	0,96	0,97	0,97	0,88	0,86	0,97	0,97	0,96
8	Opolskie	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,95	0,95	0,94	0,89	0,88	0,96	0,95	0,96
9	Podkarpackie	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,97	0,95	0,89	0,88	0,97	0,97	0,96
10	Podlaskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,96	0,88	0,87	0,96	0,96	0,95
11	Pomorskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,88	0,87	0,96	0,97	0,96
12	Śląskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,96	0,89	0,88	0,88
13	Świętokrzyskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,88	0,86	0,88
14	Warmińsko-mazurskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,97	0,97

15	Wielkopolskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,96
16	Zachodniopomorskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 2. Wartości miary m dla polskich województw (2008-2013)

Nr	Województwo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Dolnośląskie	1,00	0,91	0,89	0,93	0,94	0,92	0,93	0,92	0,90	0,90	0,91	0,76	0,71	0,95	0,87	0,91
2	Kujawsko-pomorskie	x	1,00	0,96	0,96	0,96	0,94	0,94	0,94	0,96	0,93	0,87	0,72	0,72	0,95	0,92	0,95
3	Lubelskie	x	x	1,00	0,96	0,95	0,93	0,92	0,94	0,94	0,91	0,88	0,71	0,74	0,94	0,91	0,97
4	Lubuskie	x	x	x	1,00	0,99	0,95	0,95	0,94	0,94	0,92	0,91	0,73	0,70	0,97	0,93	0,96
5	Łódzkie	x	x	x	x	1,00	0,95	0,95	0,95	0,94	0,91	0,92	0,74	0,71	0,98	0,92	0,97
6	Małopolskie	x	x	x	x	x	1,00	0,93	0,98	0,97	0,93	0,90	0,74	0,72	0,97	0,92	0,93
7	Mazowieckie	x	x	x	x	x	x	1,00	0,92	0,91	0,93	0,91	0,74	0,69	0,96	0,93	0,92
8	Opolskie	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,97	0,91	0,90	0,74	0,73	0,96	0,91	0,94
9	Podkarpackie	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,94	0,88	0,73	0,71	0,95	0,92	0,92
10	Podlaskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,88	0,75	0,68	0,94	0,92	0,89
11	Pomorskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,72	0,67	0,91	0,94	0,91
12	Śląskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,92	0,75	0,70	0,72
13	Świętokrzyskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,72	0,65	0,73
14	Warmińsko-mazurskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,92	0,95
15	Wielkopolskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00	0,90
16	Zachodniopomorskie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1,00

Źródło: obliczenia własne.

Znaczący stopień podobieństwa kształtowania się (kierunku zmian) ścieżek rozwoju polskich województw występował również w czasie i bezpośrednio po wybuchu kryzysu gospodarczego (zob. tabela 2).

Dużo większą wartość informacyjną posiada jednak miara DTW. Jej wartości zostały zaprezentowane w tabeli 3 (dla województwa mazowieckiego), w tabeli 4 (dla województwa lubelskiego) oraz w tabeli 5 i na wykresie 3 (dla wszystkich województw). W przypadku dwóch pierwszych tabel mamy możliwość zobaczenia, jak kształtują się wartości macierzy kosztów skumulowanych oraz optymalne ścieżki, dla dwóch województw najbardziej różniących się pod względem dynamiki PKB *per capita* od wartości charakteryzującej przeciętną wartość dla kraju. Województwo mazowieckie charakteryzowało się najwyższym, a województwo lubelskie najniższym poziomem badanej zmiennej. Widzimy wówczas odpowiednio przebiegi optymalnych ścieżek (wartości wytłuszczone) powyżej i poniżej bocznej przekątnej, przy czym wartości skumulowanych kosztów są znacznie wyższe dla województwa mazowieckiego. Porównując wartości miary DTW dla pozostałych województw, możemy zauważyć, że

najbardziej podobne do Polski w poziomie i tempie rozwoju były województwa: pomorskie, śląskie, wielkopolskie, łódzkie, małopolskie, dolnośląskie. Najbardziej różniły się od Polski województwa: mazowieckie – ze względu na bardzo wysoki poziom PKB *per capita*, oraz lubelskie, podkarpackie, warmińsko-mazurskie, podlaskie i świętokrzyskie – charakteryzujące się znacząco niższym poziomem rozwoju w stosunku do średniej krajowej oraz pozostałych województw.

Tabela 3. Macierz skumulowanych kosztów i optymalna ścieżka dla województwa mazowieckiego w odniesieniu do Polski

930,4	783,3	717,0	616,4	473,0	401,7	384,8	410,8	476,4	626,3	903,8	1364,0	1958,4	2635,6
756,7	646,5	598,1	526,7	431,8	390,7	384,8	418,9	497,2	665,9	968,8	1461,6	2092,9	2809,5
602,0	526,7	494,8	450,5	399,6	384,0	390,1	445,7	555,1	768,3	1129,9	1696,8	2411,8	3217,2
484,8	439,5	421,7	399,9	383,1	387,0	418,5	530,9	715,9	1030,8	1521,9	2248,6	3141,6	4135,5
425,8	401,1	392,5	384,2	382,3	400,9	460,7	622,8	870,3	1265,3	1855,3	2701,2	3726,0	4858,7
395,0	384,6	381,8	380,8	390,4	428,7	521,0	734,4	1044,5	1517,7	2202,4	3161,0	4309,5	5572,0
381,5	379,9	380,8	386,6	416,5	489,8	633,5	921,9	1321,3	1903,4	2718,1	3829,4	5144,5	6581,4
379,8	387,7	405,1	436,7	511,8	650,2	880,8	1288,2	1825,8	2572,6	3580,2	4915,2	6472,7	8162,6
376,2	390,4	418,4	475,4	591,9	784,8	1084,5	1582,2	2222,8	3090,3	4237,3	5732,2	7461,9	9331,0
360,0	378,7	415,5	483,0	626,5	864,0	1218,8	1786,7	2506,6	3466,1	4718,5	6333,4	8192,0	10195,0
329,2	354,3	397,3	474,9	683,8	991,8	1431,8	2106,3	2945,6	4042,2	5450,7	7242,1	9289,9	11489,0
270,1	298,0	344,9	497,3	734,4	1076,5	1557,0	2281,5	3176,5	4336,6	5816,9	7689,2	9823,4	12112,0
195,5	225,8	363,3	536,4	799,2	1172,0	1688,7	2457,6	3401,8	4617,9	6161,4	8104,6	10314,4	12681,5
106,3	245,5	403,9	600,5	892,1	1299,0	1855,7	2673,3	3671,4	4948,4	6560,5	8580,7	10872,5	13324,3

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 4. Macierz skumulowanych kosztów i optymalna ścieżka dla województwa lubelskiego w odniesieniu do Polski

4691,6	4293,9	4113,6	3841,7	3422,1	3123,1	2726,9	2041,3	1573,2	1467,8	1190,8	831,0	666,1	583,1
3846,3	3500,7	3345,1	3112,1	2755,1	2500,4	2164,0	1589,7	1205,0	1119,4	896,8	613,6	486,9	424,6
3043,8	2749,0	2617,5	2422,2	2126,0	1914,4	1635,9	1169,2	864,8	798,3	627,8	417,7	327,1	284,2
2330,0	2083,1	1974,2	1814,4	1575,2	1403,8	1179,3	812,3	581,5	532,4	409,1	264,3	205,4	179,5
1774,3	1569,7	1480,6	1351,9	1162,2	1025,5	847,2	564,3	394,1	359,2	273,5	178,9	143,2	129,2
1314,5	1148,1	1077,0	976,3	831,1	725,4	588,2	378,8	260,6	237,4	183,0	128,4	110,1	104,6
931,7	800,2	745,3	670,0	564,8	486,9	386,1	240,9	166,8	153,6	124,6	101,0	95,1	95,6
636,2	535,2	494,5	441,2	370,4	316,0	245,9	153,2	113,5	107,6	96,9	92,8	95,7	101,9
440,4	364,1	334,8	298,9	255,0	218,6	171,2	115,1	96,6	94,8	92,7	98,8	113,4	134,7
299,7	244,2	224,4	202,9	180,8	158,7	128,7	98,8	92,7	92,7	95,2	111,1	139,7	177,4
192,7	155,2	143,6	134,3	130,4	120,0	103,8	92,5	95,2	100,0	113,9	151,5	207,5	276,0
125,4	102,1	96,6	105,9	106,1	103,3	95,7	92,3	99,2	109,2	131,0	181,0	252,1	337,1
72,7	61,8	78,9	90,0	93,4	94,1	92,0	92,8	104,6	120,3	150,3	212,5	297,9	398,7
31,2	53,0	70,8	83,2	88,7	90,8	90,9	95,9	114,4	137,7	178,0	254,5	356,7	475,5

Źródło: obliczenia własne.

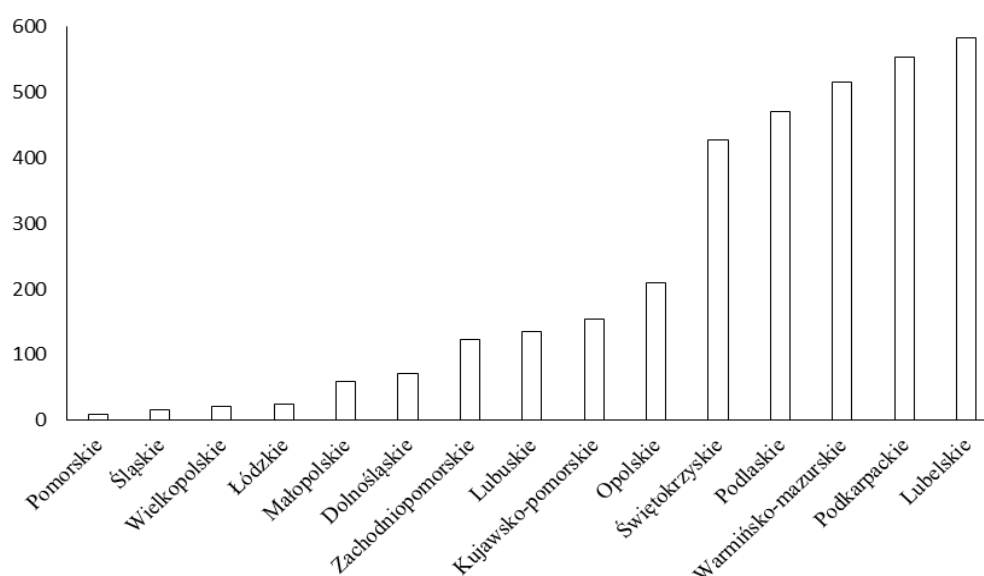
W tabeli 5 zaprezentowane zostały dla porównania również wartości odległości euklidesowych obliczone dla poszczególnych województw w stosunku do Polski. Widoczna jest wysoka zgodność pozycji zajmowanych przez badane obiekty w przypadku obu miar. Nieznaczne różnice dotyczą zamiany miejsc dwóch par województw: śląskiego i wielkopolskiego oraz małopolskiego i dolnośląskiego.

Tabela 5. Podobieństwo zmian poziomu rozwoju województw w odniesieniu do Polski w latach 2000-2013 – miara DTW i odległość euklidesowa

Województwo	DTW	Odległość euklidesowa
Pomorskie	9,0	11,8
Śląskie	16,2	66,8
Wielkopolskie	20,3	55,1
Łódzkie	24,0	80,0
Małopolskie	58,5	175,1
Dolnośląskie	70,3	143,6
Zachodniopomorskie	123,7	241,0
Lubuskie	135,0	289,8
Kujawsko-pomorskie	154,8	347,1
Opolskie	209,1	433,2
Świętokrzyskie	428,5	725,0
Podlaskie	470,2	988,4
Warmińsko-mazurskie	515,7	989,7
Podkarpackie	553,6	1154,6
Lubelskie	583,1	1229,9
Mazowieckie	2635,6	4410,2

Źródło: obliczenia własne.

Wykres 3. Wartości miary DTW dla województw (2000-2013, bez województwa mazowieckiego)



Źródło: obliczenia własne.

Analizując wartości miary DTW można na przykład ocenić podobieństwo przebiegu rozwoju województw dolnośląskiego, lubuskiego, opolskiego, wielkopolskiego i zachodniopomorskiego objętych przyjętą w 2014 roku przez Radę Ministrów *Strategii Rozwoju Polski Zachodniej do roku 2020*. Najwyższym stopniem podobieństwa rozwoju charakteryzują się województwa dolnośląskie, zachodniopomorskie i lubuskie, aczkolwiek również dwa pozostałe województwa nie odbiegają od nich znacząco pod względem wartości miary DTW. Pozwala to, uwzględniając również integrację przestrzenną, sformułować wniosek o zasadności formułowania strategii łącznego rozwoju tego makroregionu.

5. Wnioski

Przeprowadzone badanie pozwala stwierdzić, że dynamikę rozwoju polskich województw w latach 2000-2013 charakteryzował wysoki stopień podobieństwa. Województwa te jednocześnie odznaczały się dużymi różnicami, co do poziomu PKB *per capita*. Wnioskowanie o podobieństwie ścieżek rozwoju gospodarczego w oparciu o miarę Dynamic Time Warping utrudnia w pewnym stopniu brak unormowania jej wartości. Wydaje się, że w dalszych badaniach można za pomocą tej miary dokonać porównań regionalnych zmian PKB *per capita* w ujęciu międzynarodowym. Pozwoliłoby to na ocenę skutków wpływu kryzysu gospodarczego, ze względu na oczekiwane większe różnice w obserwowanych cyklach koniunkturalnych. Miara DTW może też być wykorzystana w zjawiska konwergencji dochodowej.

Literatura

- Batóg J. [2010], *Konwergencja dochodowa w krajach Unii Europejskiej. Analiza ekonometryczna*, Uniwersytet Szczeciński, Rozprawy i Studia T. (DCCCLIV) 780, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Berndt D.J., Clifford J. [1996], *Finding Patterns in Time Series: A Dynamic Programming Approach* [w]: *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, AAAI/MIT, s. 229-248.
- Demers F., Dupuis D. [2005], *Forecasting Canadian GDP: Region-Specific versus Countrywide Information*, Bank of Canada Working Paper No. 2005-31.
- Hellwig Z. [1981], *Wielowymiarowa analiza porównawcza i jej zastosowanie w badaniach wielocechowych obiektów gospodarczych* [w]: *Metody i modele ekonomiczno-matematyczne w doskonaleniu zarządzania gospodarką socjalistyczną*, red. W. Welfe, PWE, Warszawa, s. 46-68.

- Marcellino M., Stock J.H., Watson M.W. [2003], *Macroeconomic Forecasting in the Euro Area: Country Specific Versus Area-Wide Information*, "European Economic Review", vol. 47, issue 1.
- Prognostowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie* [2001], red. M. Cieřlek, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Sankoff D., Kruskal J. [1999], *Time Warps, String Edits, and Macromolecules. The Theory and Practice of Sequence Comparison*, CSLI Publications.
- Zellner A., Tobias J. [2000], *A Note on Aggregation, Disaggregation and Forecasting Performance*, "Journal of Forecasting", vol. 19, issue 5.