

Ocena poziomu rozwoju gospodarczego województw z zastosowaniem metod porządkowania liniowego w ujęciu dynamicznym

Jadwiga Bożek^a, Janina Szewczyk^b, Elżbieta Badach^c, Sławomir Lisek^d

Streszczenie. Badania rozwoju gospodarczego województw są ważne w kontekście polityki wyrównywania różnic regionalnych. Potrzebę prowadzenia takich analiz uzasadniają utrzymujące się od lat dysproporcje w rozwoju województw. Głównym celem badania omawianego w artykule jest określenie kierunku i wielkości zmian poziomu rozwoju gospodarczego województw. Zamierzenie to zrealizowano poprzez zastosowanie metod porządkowania liniowego w ujęciu dynamicznym. Dodatkowym celem, o charakterze metodycznym, jest porównanie dwóch metod normowania zmiennych w ujęciu dynamicznym, tj. metody Strahl oraz unitaryzacji zerowanej. Badanie przeprowadzono na podstawie danych GUS zgromadzonych w Banku Danych Lokalnych za lata 2010–2020. Wyznaczono syntetyczny miernik poziomu rozwoju i sporządzono rankingi województw oraz porównano skalę zmian w poziomie rozwoju województw w badanym okresie.

Przeprowadzona analiza wykazała wzrost poziomu rozwoju we wszystkich województwach, nierównomierne tempo zmian oraz utrzymujące się dysproporcje w rozwoju gospodarczym województw. Największy wzrost wartości rozpatrywanego wskaźnika poziomu rozwoju nastąpił w województwach najbardziej rozwiniętych gospodarczo: mazowieckim, dolnośląskim, wielkopolskim i małopolskim. Zastosowanie obu metod normowania zmiennych prowadzi do podobnych wniosków. Różnice dotyczą wartości wskaźnika poziomu rozwoju, co ma wpływ na ocenę wielkości i kierunku zmian oraz dystansu między obiektami.

Słowa kluczowe: rozwój gospodarczy województw, metoda Strahl, metoda unitaryzacji zerowanej, ujęcie dynamiczne

JEL: C10, O12, O18, R12

^a Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Polska / University of Agriculture in Krakow, Faculty of Agriculture and Economics, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0322-5646>. E-mail: rrbozek@cyf-kr.edu.pl.

^b Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Polska / University of Agriculture in Krakow, Faculty of Agriculture and Economics, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8597-0422>. Autor korespondencyjny / Corresponding author, e-mail: janina.szewczyk@urk.edu.pl.

^c Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Polska / University of Agriculture in Krakow, Faculty of Agriculture and Economics, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5355-0810>. E-mail: rrbadach@cyf-kr.edu.pl.

^d Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Polska / University of Agriculture in Krakow, Faculty of Agriculture and Economics, Poland. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6520-7203>. E-mail: slawomir.lisek@urk.edu.pl.

Assessment of the level of economic development of Polish voivodships by means of linear ordering methods in the dynamic approach

Abstract. The research on the economic development of voivodships is important in the context of the policy of levelling regional disparities and has been necessitated by the fact the disproportions in the level of the economic development of Polish voivodships have persisted for years. The main aim of this study was to determine the direction and scope of changes affecting the level of economic development of particular voivodships. To this end, the study used linear ordering methods in the dynamic approach. The additional aim, of the methodological nature, was to compare two methods of the normalisation of variables – the Strahl quotient transformation and the zero unitarisation method. The research was conducted on the basis of relevant data from Statistics Poland's Local Data Bank database for the years 2010–2020. The results of the study include the calculation of the synthetic measure of the level of development of Polish voivodships in the studied period, the compilation of the relevant ranking of the voivodships, and the comparison of changes thereof.

The performed analysis demonstrated that all the voivodships developed economically in the examined period, but the changes took place at a different pace and the disparities between them remained. The indicator of economic development grew to the largest extent in the voivodships which were already the most developed in economic terms, i.e. in the Mazowieckie, Dolnośląskie, Wielkopolskie and Małopolskie voivodships. Both of the applied methods of the variable normalisation led to similar conclusions. The differences between them concerned the value of the development level indicator, and affected to some degree the assessment of the scope and direction of changes, along with the assessment of the distance between the objects.

Keywords: economic development of voivodships, Strahl method, zero unitarisation method, dynamic approach

1. Wprowadzenie

Rozwój gospodarczy jest powszechnie rozumiany jako występowanie pozytywnych zmian w gospodarce w ujęciu czasowym oraz przestrzennym. Chociaż ekonomiści są zgodni co do tego, że rozwój wyraża się w ilościowym i jakościowym wzroście dóbr i usług konsumpcyjnych oraz produkcyjnych, to dotychczas nie wypracowano jego jednoznacznego i powszechnie stosowanego miernika. Rozwój gospodarczy bywa zatem najczęściej wąsko analizowany poprzez wzrost wolumenu produkcji mierzonego za pomocą PKB lub dochodu narodowego per capita i jego struktury (Woźniak, 2014).

Rozwój jest procesem długofalowym, dotyczącym ogółu struktur gospodarczych. Rozwój kraju jest efektem wzrostu potencjału gospodarczego regionów, a jego monitorowanie i wspieranie w układzie zarówno regionalnym, jak i lokalnym stanowi jedno z najważniejszych zadań mających wpływ na rozwój w skali makro (Michoń, 2017). Warunki geograficzno-przyrodnicze, a także konsekwencje oddziaływania

niejednorodnych czynników społeczno-ekonomicznych sprawiają, że poszczególne regiony charakteryzują się odmienną sytuacją gospodarczą, a co za tym idzie – są zróżnicowane pod względem poziomu zagospodarowania i rozwoju. Prowadzi to do polaryzacji i dywergencji, których skutkiem może być depopulacja i degradacja niektórych obszarów (Badach i in., 2021).

Aby rozwój regionalny był możliwy i efektywny z ekonomicznego oraz społecznego punktu widzenia, powinien się opierać na lokalnych czynnikach wzrostu i lokalnej przedsiębiorczości (Kuciński, 2010). Wśród czynników rozwoju regionalnego można wyodrębnić trzy grupy (Churski, 2008):

- infrastrukturę techniczną – obejmującą dostęp do urządzeń i sieci: wodno-kanalizacyjnej, energetycznej, gazowej, centralnego ogrzewania, telekomunikacyjnej, komputerowej, transportowej;
- kapitał ludzki – tworzony przez zasoby wykwalifikowanej i wykształconej siły roboczej, rozumiany także jako dostęp do oferty edukacyjnej umożliwiającej kształcenie ustawiczne i dostosowywanie się do zmieniających się potrzeb rynku pracy;
- czynniki miękkie, w tym kapitał społeczny i innowacyjność – stworzenie warunków do budowania gospodarki opartej na wiedzy, dostęp do nowych technologii, dyfuzja innowacji, kultura organizacyjna i wyposażenie instytucjonalne.

W literaturze przedmiotu już wielokrotnie podejmowano próby sprecyzowania pojęcia *rozwoju regionalnego* i opracowania uniwersalnych mierników poziomu zjawiska, ale z uwagi na jego złożoność nie udało się tego uczynić w sposób jednoznaczny. Ze statystycznego punktu widzenia rozwój gospodarczy jest zjawiskiem wielowymiarowym, opisywanym za pomocą wielu charakterystyk (zmiennych diagnostycznych), którego pomiar jest możliwy, ale niejednoznaczny (Kłóska, 2015). Zasadniczy problem dotyczy doboru określonych charakterystyk pozwalających na kwantyfikację obszaru badawczego. Można go rozpatrywać w różnych aspektach, które wymagają uszczegółowienia poprzez dobranie i zastosowanie starannie przemyślanego zestawu mierników. Powszechnie uznane, uniwersalne rozwiązania tego problemu nie istnieją.

Badacze zajmujący się kwestią rozwoju regionalnego i konstrukcją jego mierników wykorzystują szeroki wachlarz zmiennych diagnostycznych dostępnych w statystyce publicznej, a następnie na bazie kryteriów merytorycznych i statystycznych dokonują redukcji zbioru, wyłaniając w ten sposób zestaw stanowiący bazę konstrukcji miernika syntetycznego (Grabiński i in., 1989). Na tym etapie badań napotyka się jednak wiele przeszkód związanych przede wszystkim z brakiem lub ograniczoną dostępnością określonych danych statystycznych.

Głównym celem badania omawianego w artykule jest określenie kierunku i wielkości zmian poziomu rozwoju gospodarczego województw, a celem dodatkowym (o charakterze metodycznym) – porównanie dwóch metod normowania zmiennych w ujęciu dynamicznym: metody ilorazowej Strahl oraz metody unitaryzacji zerowanej.

2. Metoda badania

Przedmiotem badania były zmiany poziomu rozwoju gospodarczego województw w latach 2010–2020. Analizę przeprowadzono na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego wygenerowanych z Banku Danych Lokalnych (BDL)¹.

Zastosowano metodę porządkowania liniowego obiektów wielowymiarowych. Normowanie zmiennych przeprowadzono dwiema metodami w ujęciu dynamicznym: metodą ilorazową Strahl oraz metodą unitaryzacji zerowanej. Przy zastosowaniu kolejno obu metod obliczono dynamiczny wskaźnik poziomu rozwoju (DWPR), na podstawie którego sporządzono rankingi województw, oraz wielkość zmian w poziomie rozwoju poszczególnych województw w okresie objętym analizą.

Rozwój gospodarczy jest zależny od wielu czynników, takich jak: poziom PKB, nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach, liczba podmiotów gospodarczych i poziom infrastruktury technicznej. Problematykę związaną z czynnikami i uwarunkowaniami rozwoju gospodarczego oraz precyzyjne sformułowanie pojęć z tego zakresu przedstawiono m.in. w pracy Paryska (2018). W badaniach tego typu zjawisk złożonych, opisywanych przez wiele zmiennych, często stosuje się metodę porządkowania liniowego obiektów wielowymiarowych, która pozwala porównać obiekty ze względu na poziom badanego zjawiska. Istotą tej metody stanowi konstrukcja zmiennej syntetycznej, na podstawie wartości której sporządzany jest ranking obiektów pod względem poziomu badanego zjawiska. W ten sposób można zidentyfikować jednostki (województwa) opóźnione w rozwoju.

Analizę można przeprowadzić w dwóch różnych ujęciach: statycznym i dynamicznym (Grabiński i in., 1989). W ujęciu statycznym bierze się pod uwagę dane z każdego roku oddzielnie, nie uwzględniając danych z innych lat (Bąk i Wawrzyński, 2016; Chrzanowska i Drejerska, 2016; Kisielińska, 2017; Kukuła, 2017; Ziemiańczyk, 2010; Ziolo i Jaworska, 2007). Na podstawie sporządzonych rankingów można obserwować zmiany pozycji obiektów w badanych latach, ale nie można ocenić wielkości zmian, jakie zaszły w poziomie badanego zjawiska w okresie objętym analizą. W ujęciu dynamicznym uwzględnia się natomiast dane z wszystkich lat jednocześnie, co umożliwia, oprócz sporządzenia rankingu, także kwantyfikację zmian poziomu badanego zjawiska w poszczególnych obiektach w okresie objętym analizą (Bożek i Szewczyk, 2021; Bożek i in., 2021a, 2021b; Stec, 2012; Szewczyk i in., 2021).

¹ <https://bdl.stat.gov.pl>.

W metodzie porządkowania liniowego obiektów wielowymiarowych wyróżnia się następujące etapy: wybór zmiennych diagnostycznych, określenie współczynników ważności (wag) zmiennych, normalizację zmiennych, konstrukcję zmiennej syntetycznej i stworzenie rankingu obiektów. Na każdym etapie istnieje możliwość wyboru zestawu zmiennych diagnostycznych, sposobu normalizacji zmiennych czy sposobu konstrukcji zmiennej syntetycznej². Ponieważ wybory dokonywane przez badacza na poszczególnych etapach determinują wynik badania, rezultaty badań danego zjawiska prowadzonych przez różnych badaczy mogą być odmienne. Problem ten był poruszany przez wielu autorów (Bożek, 2002; Dębowska i Jarocka, 2013; Jarocka, 2015; Kisielińska, 2016; Pawełek, 2008; Walesiak, 2014). W badaniu omawianym w niniejszym artykule autorzy poszerzyli analizę o dodatkowy etap – określenie wielkości (kwantyfikację) zmian poziomu rozwoju badanych obiektów.

Punktem wyjścia w metodzie porządkowania liniowego obiektów wielowymiarowych jest wybór zmiennych diagnostycznych opisujących badane zjawisko. W badaniach rozwoju gospodarczego autorzy stosują różne zestawy zmiennych diagnostycznych (Endovitskaya i in., 2019; Józefowicz i Smolińska, 2019; Malina, 2020; Prus i Król, 2017; Stec, 2012; Ziemiańczyk, 2010). Wyboru zmiennych dokonuje się na podstawie kryteriów merytorycznych – dobiera się takie cechy, które są ważnymi wskaźnikami badanego zjawiska. Następnie zgromadzone zmienne weryfikuje się za pomocą określonych kryteriów jakościowych z punktu widzenia celu analizy, a potem poddaje weryfikacji statystycznej polegającej na wyznaczeniu wartości bezwzględnej współczynnika zmienności oraz współczynników korelacji liniowej pomiędzy zmiennymi. Wartość bezwzględna współczynników zmienności powinna wynosić co najmniej 10% (co decyduje o przydatności cechy do różnicowania obiektów). Ponadto wybrane zmienne nie powinny być ze sobą silnie skorelowane, ponieważ wówczas będą nośnikami podobnej informacji. W przypadku wskaźników zasadnych merytorycznie niższy poziom współczynnika zmienności oraz wysoka korelacja nie muszą eliminować ich z badania.

Wyboru zmiennych do analiz zaprezentowanych w niniejszej pracy dokonano na podstawie kryteriów merytorycznych, wspomagając się także przeglądem literatury. Wytypowane zmienne poddano weryfikacji statystycznej. Obliczono macierz korelacji między zmiennymi dla każdego roku z okresu objętego analizą. W efekcie z początkowego zestawu 15 zmiennych opisujących województwa pod względem poziomu rozwoju gospodarczego ostatecznie przyjęto do dalszej analizy 12 (zob. zestawienie). Wybrane zmienne diagnostyczne były stosowane w badaniach przez wielu autorów (Malina, 2020; Michoń, 2017; Miłek, 2018; Siudek i in., 2017). Analizę przeprowadzono przy założeniu jednakowych wag przyjętych zmiennych diagnostycznych.

² Przykłady stosowania metody porządkowania liniowego obiektów wielowymiarowych przy różnych wariantach wyboru na poszczególnych etapach zawiera praca Kisielińskiej i in. (2021).

Zestawienie zmiennych diagnostycznych opisujących poziom rozwoju gospodarczego województw

Symbol	Nazwa i jednostka
X_1	produkt krajowy brutto per capita w zł
X_2	przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w zł
X_3	liczba podmiotów gospodarczych na 1000 osób w wieku produkcyjnym
X_4	liczba nowo utworzonych miejsc pracy na 1000 osób w wieku produkcyjnym
X_5	nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach per capita w zł
X_6	produkcja sprzedana przemysłu per capita w zł
X_7	dochody własne budżetów samorządów lokalnych per capita w zł
X_8	udział mieszkańców korzystających z wodociągu w %
X_9	udział mieszkańców korzystających z kanalizacji w %
X_{10}	udział mieszkańców korzystających z gazu w %
X_{11}	drogi o twardej nawierzchni w km na 100 km ²
X_{12}	nowe budynki mieszkalne na 1000 osób

Uwaga. Wszystkie badane zmienne są stymulantami; ich wyższa wartość pozwala zakwalifikować obiekty jako lepsze.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z BDL.

Następnym etapem jest normowanie zmiennych. W pracy zastosowano dwie metody: metodę Strahl i metodę unitaryzacji zerowanej (MUZ), które są często stosowane w ujęciu statycznym (Bąk i Szczecińska, 2015; Kisielińska, 2016, 2017; Kukuła, 1999; Kukuła i Luty, 2015; Lisek, 2015; Misztal, 2017). Metoda unitaryzacji zerowanej w ujęciu dynamicznym została zastosowana w najnowszych publikacjach (Bożek i Szewczyk, 2021; Bożek i in., 2021b; Sompolska-Rzechuła i Kurdyś-Kujawska, 2022; Szewczyk i in., 2021). W niniejszej pracy zastosowano metodę Strahl w ujęciu dynamicznym i porównano otrzymane wyniki z rezultatami uzyskanymi za pomocą MUZ również w ujęciu dynamicznym.

Poszczególne etapy obliczeń w metodzie porządkowania liniowego można przedstawić następująco:

Dany jest zbiór m obiektów (województw), z których każdy opisany jest przez n zmiennych (cech) w latach $t = 1, \dots, T$. Dane można więc przedstawić w postaci macierzy obserwacji \mathbf{X} :

$$\mathbf{X} = [x_{ijt}] \quad (i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T), \quad (1)$$

gdzie x_{ijt} oznacza wartość j -ej zmiennej w i -tym obiekcie (województwie) w roku t .

Metoda porządkowania liniowego jest najczęściej stosowana w ujęciu statycznym (Bąk i Wawrzyniak, 2016; Chrzanowska i Drejerska, 2016; Kisielińska, 2017; Kukuła,

2017; Lisek i Luty, 2019; Wojewodziec, 2002). Kolejność postępowania jest wówczas następująca:

Dla każdej zmiennej j wyznacza się jej najmniejszą wartość dla każdego roku t :

$$MIN_{jt} = \min_{i=1,2,\dots,m} x_{ijt} \quad (j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T). \quad (2)$$

Podobnie wyznacza się największą wartość każdej ze zmiennych w badanych latach:

$$MAX_{jt} = \max_{i=1,2,\dots,m} x_{ijt} \quad (j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T). \quad (3)$$

Następnie przeprowadza się normowanie zmiennych według wzorów (dla metod przyjętych w pracy):

a) metodą Strahl (Strahl, 1978):

$$z_{ijt}^s = \frac{x_{ijt}}{MAX_{jt}} \quad \text{dla stymulant,} \quad (4)$$

$$z_{ijt}^s = \frac{MIN_{jt}}{x_{ijt}} \quad \text{dla destymulant,} \quad (5)$$

gdzie indeks s oznacza ujęcie statyczne;

b) MUZ (Kukuła, 2000):

$$z_{ijt}^s = \frac{x_{ijt} - \min_i x_{ijt}}{q_{jt}} \quad \text{dla stymulant,} \quad (6)$$

$$z_{ijt}^s = \frac{\max_i x_{ijt} - x_{ijt}}{q_{jt}} \quad \text{dla destymulant,} \quad (7)$$

$$\text{gdzie } q_{jt} = \max_{i=1,2,\dots,m} x_{ijt} - \min_{i=1,2,\dots,m} x_{ijt} \quad (j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T). \quad (8)$$

W kolejnym kroku dla każdego i -tego obiektu oblicza się wartość zmiennej syntetycznej w roku t (W_{it}):

$$W_{it}^s = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^s \quad (i = 1, 2, \dots, m; \quad t = 1, 2, \dots, T). \quad (9)$$

Na podstawie wartości zmiennej syntetycznej sporządza się ranking obiektów dla każdego roku. Podobieństwo rankingów zbadano, posługując się współczynnikiem korelacji rang Spearmana. Na podstawie tych rankingów można np. identyfikować obiekty, których poziom rozwoju odstaje od pozostałych, i obserwować zmianę ich pozycji na przestrzeni badanych lat. Nie można jednak określić wielkości zmian w poziomie rozwoju tych obiektów. Przykładowo niech wartość i -tej zmiennej w danym obiekcie w roku t_1 wynosi 40, a maksymalna wartość tej zmiennej w tym roku wynosi 80. Wówczas wartość owej zmiennej po unormowaniu metodą Strahl wynosi 0,5. Jeżeli natomiast w roku t_2 wartość tej zmiennej wzrosła do 60, a wartość maksymalna do 120, to po unormowaniu zmienna ta nadal przybiera wartość 0,5. W ten sposób zmiany nie są odzwierciedlone w wartości zmiennej po unormowaniu, a także w wartości zmiennej syntetycznej³. Natomiast w ujęciu dynamicznym zmiany w danych wyjściowych są odzwierciedlone w wartościach po unormowaniu. W pracy zostało zastosowane ujęcie dynamiczne, a obliczenia przeprowadzono według poniższej procedury:

Podobnie jak w ujęciu statycznym, dla każdej zmiennej j wyznaczono jej najmniejszą wartość dla każdego roku t :

$$MIN_{jt} = \min_{i=1, 2, \dots, m} x_{ijt} \quad (j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T). \quad (10)$$

W wyniku otrzymano dla każdej j -ej zmiennej zbiór T -elementowy $\{MIN_{j1}, MIN_{j2}, \dots, MIN_{jT}\}$.

Następnie wyznaczono minimum spośród tych wartości (tzn. najmniejszą wartość, jaką j -a zmienna osiąga w całym okresie objętym analizą):

$$MIN_j = \min_{t=1, 2, \dots, T} (MIN_{jt}) \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (11)$$

Podobnie wyznaczono największą wartość każdej z cech w badanych latach:

$$MAX_{jt} = \max_{i=1, 2, \dots, m} x_{ijt} \quad (j = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T), \quad (12)$$

a następnie maksimum spośród tych wartości:

$$MAX_j = \max_{t=1, 2, \dots, T} (MAX_{jt}) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (13)$$

³ Podobne wyjaśnienie w przypadku MUZ zamieszczono w pracy Bożek i in. (2021a).

i przeprowadzono normowanie według wzorów:

a) metodą Strahl:

$$z_{ijt}^d = \frac{x_{ijt}}{MAX_j} \quad \text{dla stymulant,} \quad (14)$$

$$z_{ijt}^d = \frac{MIN_j}{x_{ijt}} \quad \text{dla destymulant,} \quad (15)$$

gdzie indeks d oznacza ujęcie dynamiczne.

Zmienna unormowana metodą Strahl w ujęciu dynamicznym wskazuje, jaką część (a po pomnożeniu przez 100, jaki odsetek) jej wartości maksymalnej w badanym okresie stanowi wartość zmiennej opisującej dany obiekt. W metodzie tej zmienne unormowane przyjmują wartości z przedziału $\left[\frac{MIN_j}{MAX_j}, 1\right]$;

b) MUZ (Bożek i in., 2021b):

$$z_{ijt}^d = \frac{x_{ijt} - MIN_j}{Q_j} \quad \text{dla stymulant,} \quad (16)$$

$$z_{ijt}^d = \frac{MAX_j - x_{ijt}}{Q_j} \quad \text{dla destymulant,} \quad (17)$$

$$\text{gdzie } Q_j = MAX_j - MIN_j \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (18)$$

W metodzie unitaryzacji zerowanej zmienne unormowane przyjmują wartości z przedziału $[0, 1]$. Wyższa wartość zmiennej oznacza, że dany obiekt jest lepszy pod względem tej zmiennej.

W kolejnym kroku dla każdego i -tego obiektu obliczono wartość zmiennej syntetycznej w roku t (W_{it}^d) i dynamiczny wskaźnik poziomu rozwoju (P_{it}^d):

$$W_{it}^d = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^d \quad (i = 1, 2, \dots, m; \quad t = 1, 2, \dots, T), \quad (19)$$

$$P_{it}^d = \frac{W_{it}^d}{n}. \quad (20)$$

Miernik⁴ P_{it}^d przyjmuje wartości z przedziału $[0, 1]$, przy czym jego większa wartość oznacza województwo o wyższym poziomie rozwoju w roku t . Umożliwia to

⁴ Opisując P_{it}^d , autorzy zamiennie stosują określenia *miernik* i *wskaźnik*.

sporządzenie rankingu obiektów pod względem poziomu rozwoju. Natomiast porównanie wartości tego wskaźnika dla tego samego obiektu w latach t_1 i t_2 pozwala ocenić kierunek i wielkość zmian, jakie zaszły w tym obiekcie w czasie od t_1 do t_2 . Spełnienie warunku $P_{it_1}^d < P_{it_2}^d$ oznacza, że w i -tym obiekcie poziom rozwoju w roku t_2 jest wyższy niż w roku t_1 . Różnica pomiędzy tymi wartościami ($s_{i,t_1t_2}^d$) oznacza wielkość zmiany, jaka zaszła w obiekcie i w czasie od t_1 do t_2 (Bożek i in., 2021b):

$$s_{i,t_1t_2}^d = P_{it_2}^d - P_{it_1}^d. \quad (21)$$

Obie metody normowania zmiennych w ujęciu dynamicznym umożliwiają określenie stopnia wielkości zmian w poziomie rozwoju obiektów, jednak metoda Strahl pozwala na uzyskanie wyników dokładniej obrazujących rzeczywistość. Przykładowo jeżeli dany obiekt osiąga najmniejsze wartości dla wszystkich zmiennych, które stanowią połowę wartości maksymalnych tych zmiennych, to w metodzie unitaryzacji zerowanej poziom jego rozwoju wynosi 0, podczas gdy w metodzie Strahl – 0,5. Metoda Strahl umożliwia więc dokładniejsze opisanie rzeczywistości – zawiera więcej informacji i nie powoduje sztucznego zwiększenia dysproporcji (dystansu) między obiektami⁵. Ponadto wyniki uzyskane metodą Strahl można interpretować bezpośrednio (bez dodatkowych przeliczeń) w ujęciu procentowym, co jest niewątpliwym walorem tej metody. Gdyby przyjąć jako obiekt wzorcowy taki, w którym wartości cech są maksymalne (w okresie objętym analizą), to poziom rozwoju P_i i -tego obiektu oznacza (w przeliczeniu na procenty, czyli po przemnożeniu przez 100), jaki procent poziomu rozwoju obiektu wzorcowego stanowi poziom rozwoju obiektu i -tego. Wskaźnik $s_{i,t_1t_2}^d$ (po przemnożeniu przez 100) określa, o ile punktów procentowych zmienił się poziom badanego zjawiska w okresie objętym analizą. Należy jednak zaznaczyć, że metoda Strahl może być stosowana, gdy wszystkie zmienne

⁵ Załóżmy, że mamy trzy obiekty (O_1, O_2, O_3) opisane przez jedną cechę X_1 , której wartości oraz wartości zmiennej unormowanej (równe w tym przypadku zmiennej syntetycznej, ponieważ jest jedna cecha) podane są w poniższej tabeli:

Wyszczególnienie	O_1	O_2	O_3
X_1	5	8	10
Po unormowaniu MUZ	0	0,6	1
Po unormowaniu Strahl	0,5	0,8	1

Wówczas dystans między obiektami przedstawia się następująco:

Metody	$O_3 - O_1$	$O_3 - O_2$	$O_2 - O_1$
MUZ	1	0,4	0,6
Strahl	0,5	0,2	0,3

Według MUZ dystans między obiektami jest dużo większy. Jest to jednak kwestia interpretacji. W MUZ dystans między obiektami można interpretować graficznie jako odległość punktów w przedziale $[0, 1]$, natomiast metoda Strahl umożliwia interpretację w punktach procentowych (O_3 przewyższa O_1 o 50 p.proc.).

przyjmują wartości dodatnie oraz gdy maksimum (dla stymulanty) lub minimum (dla destymulanty) jest różne od 0. MUZ nie ma takich ograniczeń.

Na podstawie wartości dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju P_{it}^d dokonano podziału województw na grupy w następujący sposób⁶:

- grupa I – wysoki poziom zjawiska: $P_{it}^d > \bar{P} + s_P$,
- grupa II – średni poziom zjawiska: $\bar{P} < P_{it}^d \leq \bar{P} + s_P$,
- grupa III – niski poziom zjawiska: $\bar{P} - s_P < P_{it}^d \leq \bar{P}$,
- grupa IV – bardzo niski poziom zjawiska: $P_{it}^d \leq \bar{P} - s_P$,

gdzie:

P_{it}^d – wartość dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju w i -tym obiekcie (województwie) w roku t ,

\bar{P} – średnia arytmetyczna dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju, obliczona z wszystkich badanych obiektów i lat: $\bar{P} = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m P_{it}^d}{m \cdot T}$,

s_P – odchylenie standardowe dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju, obliczone z wszystkich badanych obiektów i lat: $s_P = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m (P_{it}^d - \bar{P})^2}{m \cdot T}}$.

3. Poziom rozwoju gospodarczego województw – wyniki badań

W pracy przedstawiono analizę zmian poziomu rozwoju gospodarczego województw w okresie 2010–2020 oraz w podokresach: 2010–2015 i 2015–2020. Tablica 1 zawiera podstawowe charakterystyki zmiennych diagnostycznych dla wszystkich województw w latach 2010, 2015 i 2020. Dodatkowo zamieszczono w niej dane za 2019 r., aby pokazać zmiany, jakie nastąpiły w 2020 r., który był specyficzny ze względu na pandemię wywołaną wirusem SARS-CoV-2 (Fezzi i Fanghella, 2020; Verschuur i in., 2021).

Prawie wszystkie zmienne przyjęte do analizy (z wyjątkiem X_8) charakteryzują się dostateczną zdolnością dyskryminacyjną (wartość współczynnika zmienności V przekracza 10%). Jedynie w przypadku zmiennej X_8 , oznaczającej procentowy udział mieszkańców korzystających z wodociągu, wartość bezwzględna współczynnika zmienności jest mniejsza od 10%. Zmienna ta stanowi ważny wskaźnik rozwoju, dlatego została uwzględniona w dalszej analizie.

⁶ Podział na grupy przy użyciu średniej i odchylenia standardowego jest często stosowany w metodzie porządkowania liniowego w ujęciu statycznym (Józefowicz i Smolińska, 2019; Miłek, 2018; Zeliaś, 2000).

Tabl. 1. Podstawowe charakterystyki zmiennych diagnostycznych opisujących poziom rozwoju gospodarczego

Lata	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
Średnia												
2010	34 222,7	3 181,4	151,1	22,6	2 644,6	22 273,6	1 827,7	87,7	61,6	49,9	91,2	1,7
2015	42 413,1	3 857,7	165,8	22,3	3 962,6	28 725,5	2 432,5	92,1	69,4	49,5	96,4	1,9
2019	53 727,7	4 833,9	185,2	26,0	4 557,6	37 336,1	3 237,3	92,5	70,7	50,2	101,4	2,1
2020	54 680,2	5 174,0	193,6	18,4	4 224,4	36 643,4	3 517,7	92,6	71,1	51,6	103,4	2,3
Maksimum												
2010	59 672,0	4 279,6	203,5	36,8	5 376,0	39 353,0	2 879,8	94,5	75,4	71,9	172,4	2,3
2015	74 568,0	5 098,6	233,4	37,7	7 195,0	46 246,0	3 767,3	96,7	82,7	72,3	175,5	2,5
2019	96 725,0	6 248,5	167,1	42,3	8 957,0	59 796,0	4 759,6	97,0	83,7	72,7	178,7	3,0
2020	98 237,0	6 581,8	279,3	30,8	8 110,0	59 717,0	4 939,7	97,0	83,9	74,1	181,9	3,1
Minimum												
2010	25 993,0	2 877,4	112,3	16,4	1 581,0	11 247,0	1 243,3	75,4	47,2	26,9	52,3	1,1
2015	32 230,0	3 495,0	122,8	15,2	2 078,0	15 946,0	1 723,0	80,4	52,1	28,1	55,2	1,3
2019	40 771,0	4 319,5	138,6	15,3	2 389,0	20 223,0	2 437,3	81,2	53,6	29,2	57,9	1,3
2020	41 315,0	4 707,8	145,4	11,3	2 498,0	19 855,0	2 775,0	81,1	53,9	29,9	59,3	1,6
Rozstęp												
2010	33 679,0	1 402,1	91,2	20,4	3 795,0	28 106,0	1 636,6	19,1	28,2	45,0	120,1	1,2
2015	42 338,0	1 603,5	110,6	22,5	5 117,0	30 300,0	2 044,3	16,3	30,6	44,2	120,3	1,2
2019	55 954,0	1 929,0	128,5	27,0	6 568,0	39 573,0	2 322,4	15,8	30,1	43,5	120,8	1,7
2020	56 922,0	1 874,0	133,9	19,6	5 612,0	39 862,0	2 164,7	15,9	30,0	44,2	122,6	1,5
Współczynnik zmienności w %												
2010	24,6	11,0	17,8	24,3	36,1	38,8	22,9	7,0	13,4	24,2	36,6	21,3
2015	25,3	10,5	18,9	27,8	35,5	35,2	21,4	5,8	11,8	23,7	35,3	18,9
2019	26,4	10,0	19,4	32,0	41,4	33,1	18,1	5,5	11,3	23,1	34,9	21,8
2020	26,2	9,4	19,3	29,2	38,6	32,7	16,2	5,5	11,1	22,9	33,7	19,5
Współczynnik asymetrii												
2010	0,2	-0,1	0,1	-0,2	0,1	0,3	0,3	-0,3	0,3	0,2	-0,5	0,3
2015	0,1	0,1	0,2	0,5	0,0	0,3	0,3	-0,5	-0,2	0,3	-0,4	0,2
2019	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	-0,6	-0,3	0,1	-0,3	0,0
2020	0,2	0,4	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	-0,6	-0,4	0,1	-0,3	-0,2

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z BDL.

W okresie objętym analizą województwa są najbardziej zróżnicowane pod względem zmiennej X_5 – nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach per capita ($V = 41,38\%$ w 2019 r.), a także pod względem X_{11} – drogi o twardej nawierzchni na 100 km² ($V = 36,62\%$ w 2010 r.).

Wszystkie zmienne charakteryzują się jednakowym kierunkiem zmian w czasie. Wzrasta zarówno średnia, jak i minimalna oraz maksymalna wielkość każdej zmiennej diagnostycznej. Jako że wszystkie zmienne są stymulantami, kierunek zmian jest korzystny zarówno w województwach najsłabszych (o czym świadczy systematyczny wzrost minimalnej wielkości zmiennych), w województwach przeciętnych (gdzie obserwuje się wzrost średniej wielkości zmiennych), jak i w tych najlepszych (w któ-

rych następuje wzrost maksymalnej wielkości zmiennych diagnostycznych). Natomiast zmiana wielkości rozstępu i współczynnika zmienności nie w każdym przypadku następuje w oczekiwanym kierunku. Zmniejszanie się wielkości rozstępu zmiennej oznacza upodabnianie się województw pod względem wartości tej zmiennej, co w zestawieniu z faktem, że wszystkie zmienne są stymulantami oraz że wzrastają ich średnie wartości, powinno generować sytuację korzystną z punktu widzenia rozwoju gospodarczego województw. Można byłoby to uznać za wyrównywanie dysproporcji w rozwoju. Jednak – zwłaszcza w przypadku zmiennych X_1 i X_5 – daje się zaobserwować raczej pogłębianie się różnic między obiektami niż ich niwelowanie.

Rozkłady większości zmiennych charakteryzowały się umiarkowaną asymetrią. Szczególny wzrost w poziomie wskaźnika w kierunku od wartości ujemnej do dodatnich (rosnących w kolejnych latach) zanotowano w przypadku zmiennej X_2 . Oznacza to, że w 2010 r. większość obserwacji była skupiona przy wartościach większych od średniej, a w kolejnych latach większość z nich skupiała się poniżej średniej. Wskazuje to na pogłębianie się dysproporcji w wielkości przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia brutto wśród województw. Wyraźną ujemną asymetrią charakteryzuje się rozkład wartości zmiennej X_8 .

Zamieszczone w tabl. 1 charakterystyki przyjętych zmiennych diagnostycznych za 2019 r., w zestawieniu z 2020 r., obrazują wpływ pandemii COVID-19 na poziom rozwoju gospodarczego. W latach 2010–2019 obserwowany był wzrost wartości wszystkich zmiennych diagnostycznych, co w tabl. 1 odzwierciedla wzrost wartości charakterystyk, natomiast po 2019 r. nastąpiło załamanie tego trendu w przypadku trzech zmiennych (w ujęciu ogólnokrajowym): zmniejszyły się liczba nowo utworzonych miejsc pracy na 1000 ludności w wieku produkcyjnym, nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach per capita oraz produkcja sprzedana przemysłu per capita. Zmiany te są bardziej widoczne na poziomie poszczególnych województw. Przykładowo w woj. pomorskim produkcja sprzedana przemysłu per capita spadła z 46,8 tys. zł w 2019 r. do 40,7 tys. zł w 2020 r., a w woj. śląskim – z 55,1 tys. zł do 50,5 tys. zł. Drastycznie zmniejszyła się liczba nowo utworzonych miejsc pracy na 1000 ludności w wieku produkcyjnym w województwach (odpowiednio w latach 2019 i 2020): łódzkim – z 37,9 do 20,6, zachodniopomorskim – z 26,7 do 15,8, lubelskim – z 21,4 do 14,3.

Według wzorów podanych w rozdziale poświęconym metodzie badania obliczono DWPR dla poszczególnych województw w latach 2010, 2015 i 2020. Wartości tego miernika wyliczone z zastosowaniem normowania metodą Strahl przedstawione są w tabl. 2. Województwa uporządkowano malejąco względem wartości DWPR obliczonego dla 2010 r. Lokaty województw w rankingach utworzonych na bazie danych z lat 2015 i 2020 wraz z wartościami DWPR zaprezentowano w kolejnych kolum-

nach. Przedstawiono również podział województw na grupy pod względem poziomu rozwoju.

Tabl. 2. Lokaty województw w rankingach, przynależność do grup^a i wartości DWPR wyznaczone metodą Strahl

Województwa	2010			2015			2020		
	lokata	$P_{i,2010}^d$	grupa	lokata	$P_{i,2015}^d$	grupa	lokata	$P_{i,2020}^d$	grupa
Mazowieckie	1	0,647	II	1	0,734	I	1	0,853	I
Śląskie	2	0,600	II	2	0,666	II	3	0,745	I
Dolnośląskie	3	0,569	III	3	0,656	II	2	0,786	I
Pomorskie	4	0,553	III	5	0,622	II	5	0,707	I
Wielkopolskie	5	0,548	III	4	0,633	II	4	0,732	I
Małopolskie	6	0,527	III	6	0,606	II	6	0,691	I
Zachodniopomorskie	7	0,510	III	7	0,570	III	7	0,651	II
Łódzkie	8	0,489	III	8	0,568	III	8	0,637	II
Kujawsko-pomorskie	9	0,485	III	11	0,538	III	10	0,613	II
Lubuskie	10	0,481	III	9	0,548	III	9	0,633	II
Opolskie	11	0,465	IV	10	0,546	III	12	0,605	II
Podkarpackie	12	0,454	IV	12	0,534	III	11	0,609	II
Warmińsko-mazurskie	13	0,429	IV	14	0,486	III	15	0,540	III
Świętokrzyskie	14	0,426	IV	13	0,492	III	14	0,556	III
Podlaskie	15	0,414	IV	15	0,467	IV	13	0,557	III
Lubelskie	16	0,402	IV	16	0,454	IV	16	0,532	III

a Przedstawionych w rozdz. 2 *Metoda badania*.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z BDL.

W tabl. 3 przedstawiono wartości DWPR dla poszczególnych województw w latach 2010, 2015 i 2020 według metody unitaryzacji zerowanej. W celu ułatwienia porównań zachowano kolejność województw jak w tabl. 2. Podano również przynależność województw do grup.

Tabl. 3. Lokaty województw w rankingach, przynależność do grup i wartości DWPR wyznaczone za pomocą MUZ

Województwa	2010			2015			2020		
	lokata	$P_{i,2010}^d$	grupa	lokata	$P_{i,2015}^d$	grupa	lokata	$P_{i,2020}^d$	grupa
Mazowieckie	1	0,456	II	1	0,598	I	1	0,815	I
Śląskie	2	0,422	II	2	0,529	II	5	0,586	I
Dolnośląskie	3	0,378	III	3	0,514	II	2	0,668	I
Pomorskie	4	0,365	III	5	0,476	II	3	0,601	I
Wielkopolskie	5	0,342	III	4	0,478	II	4	0,600	I
Małopolskie	7	0,266	III	7	0,400	II	8	0,499	II
Zachodniopomorskie	6	0,312	III	6	0,408	II	6	0,551	I
Łódzkie	9	0,246	III	8	0,372	III	11	0,450	II
Kujawsko-pomorskie	8	0,250	III	11	0,342	III	10	0,457	II

Tabl. 3. Lokaty województw w rankingach, przynależność do grup i wartości DWPR wyznaczone za pomocą MUZ (dok.)

Województwa	2010			2015			2020		
	lokata	$P_{i,2010}^d$	grupa	lokata	$P_{i,2015}^d$	grupa	lokata	$P_{i,2020}^d$	grupa
Lubuskie	10	0,243	III	9	0,359	III	7	0,509	II
Opolskie	11	0,228	IV	10	0,356	III	9	0,465	II
Podkarpackie	13	0,167	IV	12	0,307	III	12	0,418	II
Warmińsko-mazurskie	12	0,171	IV	13	0,272	III	13	0,398	II
Świętokrzyskie	15	0,134	IV	14	0,261	III	14	0,393	II
Podlaskie	14	0,138	IV	15	0,227	IV	15	0,379	III
Lubelskie	16	0,097	IV	16	0,193	IV	16	0,318	III

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z BDL.

Pierwsze miejsce w rankingach sporządzonych metodą Strahl zajmuje woj. mazowieckie, a następnie, w różnej kolejności w badanych latach, województwa: śląskie, dolnośląskie, pomorskie i wielkopolskie. Najniższy poziom rozwoju odnotowano w województwach: lubelskim, podlaskim, warmińsko-mazurskim i świętokrzyskim. Podobne układy można zaobserwować w rankingach uzyskanych po normowaniu MUZ (tabl. 3). Aby porównać uporządkowanie obiektów dokonane z wykorzystaniem obu metod normowania, obliczono współczynnik korelacji rang Spearmana. Dla 2010 r. otrzymano wartość $r_s = 0,988$, dla 2015 r. – $r_s = 0,994$, a dla 2020 r. – $r_s = 0,935$. Pokazuje to bardzo wysokie podobieństwo rankingów, zatem uporządkowanie obiektów na podstawie DWPR obliczonego metodą Strahl i MUZ prowadzi do podobnych rezultatów.

Różnice dotyczą natomiast wartości i interpretacji DWPR. Jak wynika z obliczeń zamieszczonych w tabl. 2 i 3, wartości DWPR obliczone przy zastosowaniu normowania metodą unitaryzacji zerowanej są niższe niż obliczone z wykorzystaniem metody Strahl, co wprawdzie wynika z natury wzorów, ale ma istotne znaczenie przy interpretacji. Przykładowo dla 2010 r. DWPR obliczony przy użyciu metody Strahl przyjmuje wartości od 0,402 do 0,647, co oznacza, że w badanym okresie wartości zmiennych opisujących woj. lubelskie (ostatnie w rankingu) stanowią średnio 40,2%, a woj. mazowieckie (pierwsze w rankingu) – 64,7% zaobserwowanych maksymalnych wartości zmiennych. Wskaźnik poziomu rozwoju dla woj. lubelskiego obliczony za pomocą metody unitaryzacji zerowanej był dużo niższy i wynosił 0,097 w 2010 r., a dla woj. mazowieckiego – 0,456, co można zinterpretować graficznie, wskazując miejsce obiektów w przedziale [0, 1].

Dla wymienionych województw wartość DWPR wzrosła w badanym okresie do 0,532 w woj. lubelskim i do 0,853 w woj. mazowieckim według metody Strahl, a według MUZ – odpowiednio do 0,388 i 0,815, co oznacza wzrost poziomu rozwoju

w woj. lubelskim o 13 p.proc., a w woj. mazowieckim – o 20,6 p.proc. (zgodnie z interpretacją według metody Strahl).

We wszystkich województwach nastąpił rozwój gospodarczy, co znalazło odzwierciedlenie we wzroście wartości dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju gospodarczego (P_i). Przyrost wartości DWPR w całym badanym okresie (2010–2020) oraz w okresach pośrednich (2010–2015 i 2015–2020) uwidacznia się w danych zawartych w tabl. 4. Tempo wzrostu było nierównomierne, o czym świadczą zróżnicowane wartości $s_{i,t_1t_2}^d$. Wskaźnik $s_{i,2010,2020}^d$ przyjmuje wartości od 0,110 do 0,217, ze średnią 0,153, po normowaniu metodą Strahl, a po normowaniu MUZ – od 0,164 do 0,359, ze średnią 0,243. Jego największy wzrost nastąpił w województwach: dolnośląskim (odpowiednio przy poszczególnych metodach: 0,217 i 0,290), mazowieckim (0,206 i 0,359), wielkopolskim (0,183 i 0,258) i małopolskim (0,164 i 0,239), a więc w województwach o wysokim poziomie rozwoju. Najmniejszy przyrost wartości wskaźnika poziomu rozwoju odnotowano w województwach: warmińsko-mazurskim (0,110 i 0,251), kujawsko-pomorskim (0,128 i 0,205), świętokrzyskim (0,130 i 0,241) i lubelskim (0,130 i 0,220), a więc w województwach o niskim poziomie rozwoju. Wynika z tego, że województwa bardziej rozwinięte rozwijają się dużo szybciej niż te o niższym poziomie rozwoju.

Tabl. 4. Przyrost wartości DWPR w województwach w badanych okresach według metody Strahl i MUZ

Województwa	$s_{i,2010,2020}^d$	$s_{i,2015,2020}^d$	$s_{i,2010,2015}^d$	$s_{i,2010,2020}^d$	$s_{i,2015,2020}^d$	$s_{i,2010,2015}^d$
	metoda Strahl			MUZ		
Mazowieckie	0,206	0,119	0,087	0,359	0,217	0,142
Śląskie	0,144	0,078	0,066	0,164	0,057	0,107
Dolnośląskie	0,217	0,130	0,087	0,290	0,154	0,136
Pomorskie	0,154	0,085	0,069	0,236	0,125	0,111
Wielkopolskie	0,183	0,098	0,085	0,258	0,122	0,136
Małopolskie	0,164	0,085	0,079	0,239	0,144	0,095
Zachodniopomorskie	0,141	0,081	0,061	0,232	0,099	0,133
Łódzkie	0,148	0,069	0,079	0,207	0,115	0,092
Kujawsko-pomorskie	0,128	0,075	0,053	0,205	0,078	0,127
Lubuskie	0,153	0,086	0,067	0,265	0,150	0,115
Opolskie	0,140	0,060	0,080	0,236	0,109	0,127
Podkarpackie	0,156	0,075	0,080	0,227	0,126	0,101
Warmińsko-mazurskie	0,110	0,054	0,056	0,251	0,111	0,139
Świętokrzyskie	0,130	0,063	0,067	0,241	0,152	0,089
Podlaskie	0,143	0,089	0,054	0,259	0,132	0,127
Lubelskie	0,130	0,078	0,052	0,220	0,125	0,095
Średnia	0,153	0,083	0,070	0,243	0,126	0,117

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z tabl. 2 i 3.

Przyrost DWPR (s_{i,t_1,t_2}^d) obliczony z wykorzystaniem metody Strahl wskazuje, o ile punktów procentowych zmienił się (wzrósł/spadł) średnio poziom wartości cech charakteryzujących dany obiekt. Wartości przyrostu DWPR obliczone z zastosowaniem podejścia MUZ są wyższe niż te obliczone z zastosowaniem metody Strahl. Ponadto jeżeli $s_{k,t_1,t_2}^d < s_{l,t_1,t_2}^d$ według metody Strahl, to nie zawsze jest tak według MUZ. Przykładowo w woj. małopolskim w okresie 2010–2020 wskaźnik poziomu rozwoju obliczony z zastosowaniem metody Strahl wzrósł o 0,164, a w woj. zachodniopomorskim – o 0,141, co pokazuje, że woj. małopolskie rozwinęło się bardziej w tym okresie. Natomiast wzrost DWPR obliczony z wykorzystaniem MUZ wynosi w woj. małopolskim 0,232, a w woj. zachodniopomorskim – 0,239, więc według MUZ to w woj. zachodniopomorskim nastąpił większy wzrost poziomu rozwoju. Podobnie jest w województwach łódzkim i kujawsko-pomorskim. Wyniki uzyskane z wykorzystaniem metody Strahl są dokładniejsze, co wynika ze specyfiki tej metody (zmiennie po unormowaniu dokładnie odzwierciedlają dane wyjściowe – podając je w procentach, natomiast przy zastosowaniu MUZ następuje transformacja danych wyjściowych na przedział $[0, 1]$, stąd różnica w wynikach).

Lokaty województw niewiele zmieniają się w czasie. Rankingi opracowane na podstawie mierników rozwoju budowanych z unormowanych zmiennych diagnostycznych zarówno metodą unitaryzacji zerowanej, jak i metodą Strahl wykazują wysokie podobieństwo w badanych latach. W tabl. 5 zaprezentowano odpowiednie macierze korelacji rang Spearmana.

Tabl. 5. Współczynniki korelacji rang Spearmana dla rankingów województw

Lata	2010	2015	2020
Metoda Strahl			
2010	1,000	0,985	0,976
2015	0,985	1,000	0,979
2020	0,976	0,979	1,000
MUZ			
2010	1,000	0,974	0,944
2015	0,974	1,000	0,956
2020	0,944	0,956	1,000

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z tabl. 2 i 3.

W 11 województwach wzrost poziomu rozwoju gospodarczego w okresie 2015–2020 był większy niż w okresie 2010–2015, natomiast w województwach: łódzkim, opolskim, podkarpackim, świętokrzyskim i warmińsko-mazurskim odnotowano niewielkie zwolnienie tempa rozwoju w drugim podokresie. Średni przyrost wartości wskaźnika poziomu rozwoju wyznaczonego przy użyciu metody Strahl w latach 2010–2015 wynosił 0,07, a w latach 2015–2020 – 0,083. Natomiast po normowaniu

MUZ było to 0,117 w pierwszym badanym okresie i 0,126 w drugim. Wskazuje to na przyspieszenie tempa rozwoju województw w latach 2015–2020. Zwiększył się również rozstęp wartości wskaźnika s_{i,t_1,t_2}^d : po normowaniu metodą Strahl wynosił 0,035 w pierwszym okresie i 0,076 w drugim, a po normowaniu MUZ – odpowiednio 0,053 i 0,160. Świadczy to o pogłębieniu się różnic w szybkości zmian między obiektami; tempo zmian jest bardziej zróżnicowane w drugim okresie. Obie metody normowania prowadzą do podobnych wniosków, natomiast różnice dotyczą wartości rozstępu.

Wzrost poziomu rozwoju gospodarczego województw, który nastąpił w badanym okresie, znajduje również odzwierciedlenie w podziale na grupy, przedstawionym w tabl. 2 i 3. W 2010 r. przy normowaniu metodą Strahl dwa województwa należały do II grupy, osiem – do III grupy, gdzie DWPR nie przekraczał 0,574, co oznacza, że w tych województwach średni poziom wartości zmiennych diagnostycznych stanowił niewiele więcej niż 50% wartości maksymalnych tych zmiennych zaobserwowanych w badanym okresie (2010–2020). Pozostałe sześć województw należało do IV grupy, gdzie poziom rozwoju był niższy od 0,474. Żadne województwo nie osiągnęło wysokiego poziomu rozwoju, powyżej 0,675. W 2015 r. nastąpiła poprawa: tylko dwa województwa znalazły się w IV grupie, osiem województw należało do III, pięć województw – do II grupy, a woj. mazowieckie – do I grupy. Z kolei w 2020 r. sześć województw osiągnęło wysoki poziom rozwoju, a sześć innych – średni. W III grupie pozostały cztery województwa.

W rezultacie klasyfikacji wykonanej po normowaniu MUZ (tabl. 3) w 2010 r. dwa województwa znalazły się w grupie o średnim poziomie rozwoju, natomiast pozostałe w grupach o niskim (osiem obiektów) i bardzo niskim (sześć obiektów) poziomie rozwoju, gdzie DWPR nie przekraczał 0,233. W 2015 r. sytuacja uległa poprawie; tylko dwa województwa zostały w IV grupie, sześć należało do II grupy, jedno do I grupy, a grupa III (najliczniejsza) skupiała siedem obiektów. W 2020 r. sześć województw osiągnęło wysoki poziom rozwoju, w ośmiu odnotowano średni poziom, a pozostałe tworzyły grupę o niskim poziomie rozwoju. Żadne województwo nie pozostało w IV grupie.

W okresie objętym analizą zwiększył się dystans między województwami o najwyższym i najniższym poziomie rozwoju gospodarczego, a więc pogłębiły się różnice regionalne. W 2010 r. najniższa wartość wskaźnika poziomu rozwoju według metody Strahl wynosiła 0,402 (w woj. lubelskim), a najwyższa – 0,647 (w woj. mazowieckim), zatem dystans dzielący te województwa wynosił 0,245. W 2015 r. wzrósł do 0,280, a w 2020 r. – do 0,321. Po wyłączeniu z porównań woj. mazowieckiego, które poziomem rozwoju znacznie odbiega od pozostałych, dystans ten jest mniejszy w badanych latach i utrzymuje się na stałym poziomie ok. 0,2. Oznacza to, że mimo prowadzonej polityki wyrównywania regionalnych różnic rozwojowych dysproporcje między województwami nadal nie maleją.

Wartości wskaźników obliczonych po normowaniu MUZ wskazują również na to, że dystans między województwami o najwyższym i najniższym poziomie rozwoju gospodarczego zwiększył się w okresie objętym analizą. Różnice dotyczą oceny wielkości tego rozstępu. Dystans dzielący województwa o najwyższym i najniższym poziomie rozwoju gospodarczego obliczony za pomocą MUZ wynosi 0,359 w 2010 r. i 0,497 w 2020 r., a więc jest dużo większy niż przy zastosowaniu metody Strahl, gdzie wynosi odpowiednio 0,245 i 0,321. Ostatnią wartość można zinterpretować w ten sposób, że w 2020 r. poziom rozwoju woj. lubelskiego (ostatniego w rankingu) jest niższy od poziomu rozwoju woj. mazowieckiego o 32 p.proc. Metoda Strahl umożliwia dokładniejsze odzwierciedlenie rzeczywistości – zawiera więcej informacji i nie powoduje sztucznego zwiększenia dysproporcji (dystansu) między obiektami.

Z badań wynika, że analiza zmian poziomu rozwoju gospodarczego przeprowadzona przy zastosowaniu normalizacji zmiennych metodą Strahl w ujęciu dynamicznym daje wyniki dokładniej opisujące stan faktyczny niż normalizacja MUZ w ujęciu dynamicznym. Należy jednak zaznaczyć, że metoda Strahl może być stosowana wtedy, gdy wszystkie zmienne przyjmują wartości dodatnie oraz gdy maksimum (dla stymulanty) lub minimum (dla destymulanty) są różne od 0. MUZ nie ma takich ograniczeń.

Różne zestawy zmiennych diagnostycznych i różne metody porządkowania oraz klasyfikacji obiektów stosowane przez autorów zajmujących się zbliżoną tematyką prowadzą do nieco odmiennych rezultatów, niemniej można zaobserwować pewne zbieżne trendy ujawniające się w wynikach wielu przeprowadzonych analiz. I tak: na podium rankingów zawsze można znaleźć woj. mazowieckie, najczęściej na czołowym miejscu (Kłosa, 2018; Malina, 2020). Czołówka rankingów pozostaje na ogół w stałym lub zbliżonym składzie – do woj. mazowieckiego dołączają: dolnośląskie, wielkopolskie, niekiedy małopolskie. Ostatnie miejsca zajmują często województwa wschodniej Polski: podlaskie, lubelskie, warmińsko-mazurskie i podkarpackie. Metodyka zastosowana w pracy, oprócz rankingu obiektów, umożliwiła określenie wielkości zmian poziomu rozwoju gospodarczego w okresie objętym analizą. Pozwala to na porównanie tempa rozwoju poszczególnych jednostek i identyfikację jednostek, w których zachodzi potrzeba przyspieszenia zmian.

4. Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki oceny kierunku i skali zmian poziomu rozwoju gospodarczego województw w latach 2010–2020, przeprowadzonej na podstawie danych GUS z zastosowaniem metody porządkowania liniowego obiektów wielowymiarowych. Na etapie normowania przyjęto dwa podejścia metodyczne, tj. metodę Strahl i MUZ, w obydwu przypadkach w ujęciu dynamicznym. Mierniki synte-

tyczne, obejmujące 12 cech diagnostycznych, obliczono dla wybranych lat badanego okresu.

Przeprowadzona analiza wykazała znaczne dysproporcje w rozwoju województw. Pierwsze miejsce w rankingach w badanych latach stale zajmuje woj. mazowieckie, znacznie odbiegając od pozostałych poziomem rozwoju gospodarczego. W czołówce znajdują się także województwa: śląskie, dolnośląskie, pomorskie, wielkopolskie i małopolskie. Najniższy poziom rozwoju odnotowano w województwach: lubelskim, podlaskim, warmińsko-mazurskim i świętokrzyskim.

Rankingi województw sporządzone na podstawie obu zastosowanych metod normowania wykazują bardzo wysokie podobieństwo i niewielkie zmiany w czasie.

W okresie objętym analizą we wszystkich województwach wzrósł poziom rozwoju gospodarczego, co odzwierciedla przyrost dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju. Skala zmian w tym zakresie była nierównomierna: największy przyrost wartości wskaźnika odnotowano w województwach o najwyższym poziomie rozwoju, a najmniejszy w województwach z końcowych miejsc w rankingu. Oznacza to, że województwa bardziej rozwinięte rozwijają się szybciej niż te o niskim poziomie rozwoju, co powoduje, że mimo prowadzonej polityki wyrównywania różnic regionalnych dystans rozwojowy między województwami nadal nie maleje.

W większości województw wzrost poziomu rozwoju gospodarczego w okresie 2010–2015 był niższy niż w latach 2015–2020. Wskazuje to na przyśpieszenie tempa rozwoju województw w drugim okresie.

Analiza poziomu rozwoju gospodarczego przeprowadzona z zastosowaniem obu metod normowania zmiennych (metodą Strahl i MUZ) w ujęciu dynamicznym prowadzi do podobnych wniosków. Różnice dotyczą wartości dynamicznego wskaźnika poziomu rozwoju (DWPR), a co za tym idzie – oceny wielkości i kierunku zmian oraz dystansu między obiektami. Wartości obliczone z wykorzystaniem metody Strahl można wyrazić w procentach i punktach procentowych, co jest istotnym walorem tej metody. Należy jednak zaznaczyć, że metoda ta może być stosowana wtedy, gdy wszystkie zmienne przyjmują wartości dodatnie, podczas gdy MUZ nie ma takich ograniczeń. W badaniach zmian poziomu rozwoju gospodarczego, gdzie wszystkie zmienne diagnostyczne zwykle przyjmują wartości dodatnie, metoda porządkowania liniowego w ujęciu dynamicznym przy normowaniu zmiennych metodą Strahl jest zatem skutecznym sposobem określenia skali i kierunku zmian poziomu rozwoju badanego zjawiska w określonych obiektach w okresie objętym analizą.

Przedstawiona metoda analizy zmian poziomu rozwoju może być stosowana w praktyce gospodarczej do porównywania poziomu i tempa rozwoju gospodarczego jednostek terytorialnych, a zaprezentowane wyniki badań, oprócz wartości poznawczej, mogą służyć do oceny efektów polityki wyrównywania różnic regionalnych.

Bibliografia

- Badach, E., Kozielec, A., Matysik-Pejas, R., Paluch, Ł., Satoła, Ł., Wojewodziec, T. (2021). *Oddziaływanie samorządów gminnych na kształtowanie lokalnych warunków rozwoju. Studium województwa małopolskiego*. Wydawnictwo C.H. Beck.
- Bąk, I., Szczecińska, B. (2015). Zastosowanie metod taksonomicznych w badaniu warunków życia w gminach wiejskich województwa zachodniopomorskiego. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 1(35), 7–15.
- Bąk, I., Wawrzyniak, K. (2016). Diagnoza sytuacji społeczno-gospodarczej Polski na tle krajów Unii Europejskiej. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 61(5), 63–82. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.0998>.
- Bożek, J. (2002). O niektórych metodach porządkowania liniowego. *Wiadomości Statystyczne*, 47(9), 10–16.
- Bożek, J., Szewczyk, J. (2021). Ocena poziomu rozwoju społecznego powiatów województwa małopolskiego z zastosowaniem dynamicznego miernika syntetycznego. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 66(4), 45–63. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.8325>.
- Bożek, J., Szewczyk, J., Jaworska, M. (2021a). Poziom rozwoju gospodarczego województw w ujęciu dynamicznym. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, (57), 11–24. <https://doi.org/10.14746/rrpr.2021.57.02>.
- Bożek, J., Szewczyk, J., Jaworska, M. (2021b). Zmiany w poziomie rozwoju społecznego województw w latach 2010 i 2019 z zastosowaniem dynamicznego miernika syntetycznego. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 65(1), 109–123. <https://doi.org/10.15584/nsawg.2021.1.6>.
- Chrzanowska, M., Drejerska, N. (2016). Ocena rozwoju społeczno-gospodarczego gmin województwa mazowieckiego z wykorzystaniem metody analizy wielowymiarowej. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 61(6), 59–69. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.1007>.
- Churski, P. (2008). *Czynniki rozwoju regionalnego i polityka regionalna w Polsce w okresie integracji z Unią Europejską*. Wydawnictwo UAM.
- Dębkowska, K., Jarocka, M. (2013). The impact of the methods of the data normalization on the result of linear ordering. *Acta Universitatis Lodzianis. Folia Oeconomica*, (286), 181–188.
- Endovitskaya, E. V., Risin, I. E., Treshchevsky, Y. I. (2019). Strategic Goals of Socio-Economic Development of Regions in the Conditions of Economic and Financial Limitations. W: E. Popkova (red.), *Future of the Global Financial System: Downfall or Harmony* (s. 229–235). Springer.
- Fezzi, C., Fanghella, V. (2020). Real-Time Estimation of the Short-Run Impact of COVID-19 on Economic Activity Using Electricity Market Data. *Environmental and Resource Economics*, 76(4), 885–900. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00467-4>.
- Grabiński, T., Wydymus, S., Zeliaś, A. (1989). *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Jarocka, M. (2015). Wybór procedury normalizacyjnej w analizie porównawczej obiektów wielocechowych. *Economics and Management*, (1), 113–126. <https://doi.org/10.12846/j.em.2015.01.08>.
- Józefowicz, K., Smolińska, K. (2019). Poziom rozwoju społeczno-gospodarczego w powiatach województwa wielkopolskiego. *Turystyka i Rozwój Regionalny*, (11), 37–49. <https://doi.org/10.22630/TIRR.2019.11.4>.

- Kisielińska, J. (2016). Ranking państw UE ze względu na potencjalne możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na produkty rolnicze z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 16(3), 142–152.
- Kisielińska, J. (2017). Ranking województw ze względu na potencjał rolnictwa. *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 104(1), 56–71. <https://doi.org/10.22630/RNR.2017.104.1.4>.
- Kisielińska, J., Borkowski, B., Czech, K., Górska, A., Koszela, G., Krawiec, M., Landmesser-Rusek, J., Ochnio, L., Pietrych, Ł., Pietrzykowski, R., Wasilewska, E., Zielińska-Sitkiewicz, M. (2021). *Wielowymiarowa analiza danych w ekonomice rolnictwa*. Wydawnictwo SGGW.
- Kłosa, S. (2018). Klasyfikacja polskich województw pod względem rozwoju społeczno-gospodarczego za pomocą metod taksonomicznych. *Modern Management Review*, 23(25), 141–157.
- Kłóska, R. (2015). Statystyczna analiza rozwoju regionalnego w Polsce. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu*, (40), 9–20. <https://doi.org/10.18276/pzfm.2015.40-01>.
- Kuciński, K. (red.). (2010). *Przedsiębiorczość a rozwój regionalny w Polsce*. Wydawnictwo Difin.
- Kukuła, K. (1999). Metoda unitaryzacji zerowanej na tle wybranych metod normowania cech diagnostycznych. *Acta Scientifica Academiae Ostroviensis*, (4), 5–31.
- Kukuła, K. (2000). *Metoda unitaryzacji zerowanej*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kukuła, K. (2017). Zanieczyszczenia środowiska a działalność proekologiczna w Polsce w 2015 roku w świetle wielowymiarowej analizy porównawczej. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 17(3), 226–238. <https://doi.org/10.22630/PRS.2017.17.3.69>.
- Kukuła, K., Luty, L. (2015). Ranking państw UE ze względu na wybrane wskaźniki charakteryzujące rolnictwo ekologiczne. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*, 16(3), 225–236.
- Lisek, S. (2015). Wielkość a wartość przedsiębiorstwa – studium na podstawie raportów wybranych spółek. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, (73), 469–476.
- Lisek, S., Luty, L. (2019). Propozycja wskaźnika atrakcyjności inwestycyjnej przedsiębiorstwa. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 64(4), 49–67. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.8510>.
- Malina, A. (2020). Analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego województw Polski w latach 2005–2017. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, (1), 138–155. <https://doi.org/10.15584/nsawg.2020.1.10>.
- Michoń, D. (2017). Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego województw ze względu na realizację celów polityki spójności. *Wiadomości Statystyczne*, 62(12), 80–94. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.1092>.
- Milek, D. (2018). Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów województwa świętokrzyskiego. *Wiadomości Statystyczne*, 63(6), 39–56. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.0673>.
- Misztal, A. (2017). Ewaluacja sytuacji finansowo-majątkowej polskich gospodarstw rolnych w latach 2004–2014. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, (117), 47–59.

- Parysek, J. (2018). Rozwój społeczno-gospodarczy oraz czynniki i uwarunkowania rozwoju. W: P. Churski (red.), *Teoretyczne i aplikacyjne wyzwania współczesnej geografii społeczno-ekonomicznej* (s. 37–56). Komitet Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- Pawełek, B. (2008). *Metody normalizacji zmiennych w badaniach porównawczych złożonych zjawisk ekonomicznych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
- Prus, B., Król, K. (2017). Ocena zastosowania wybranych metod taksonomicznych do klasyfikacji zjawisk społeczno-gospodarczych. *Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus*, 16(2), 179–197.
- Siudek, T., Drabarczyk, K., Jakubiec, A. (2017). Rozwój gospodarczy powiatów i podregionów województwa mazowieckiego. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, (117), 33–46. <https://doi.org/10.22630/EIOGZ.2017.117>.
- Sompolska-Rzechuła, A., Kurdyś-Kujawska, A. (2022). Generation of Young Adults Living with Their Parents in European Union Countries. *Sustainability*, 14(7), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su14074272>.
- Stec, M. (2012). Analiza porównawcza rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów województwa podkarpackiego. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, (25), 180–190.
- Strahl, D. (1978). Propozycja konstrukcji miary syntetycznej. *Przegląd Statystyczny*, 25(2), 205–215.
- Szewczyk, J., Bożek, J., Jaworska, M. (2021). *Poziom rozwoju społeczno-gospodarczego wybranych regionów Polski Południowo-Wschodniej w latach 2010–2019*. Wydawnictwo Benedyktynów Tyniec.
- Verschuur, J., Koks, E. E., Hall, J. W. (2021). Global economic impacts of COVID-19 lockdown measures stand out in high-frequency shipping data. *PLoS ONE*, 16(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248818>.
- Walesiak, M. (2014). Przegląd formuł normalizacji wartości zmiennych oraz ich własności w statystycznej analizie wielowymiarowej. *Przegląd Statystyczny*, 61(4), 363–372. <https://ps.stat.gov.pl/Article/2014/4/363-372>.
- Wojewodzic, T. (2002). Ocena poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego gmin województwa małopolskiego. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu. Agrobiznes*, (941), 483–487.
- Woźniak, M. G. (2014). Rozwój społeczno-ekonomiczny w III Rzeczypospolitej. Efekty. Defekty. Warunki integracji. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, (39), 38–54.
- Zeliaś, A. (red.). (2000). *Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.
- Ziemiańczyk, U. (2010). Ocena poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego gmin wiejskich i miejsko-wiejskich w województwie małopolskim. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, (14), 31–40.
- Zioło, M., Jaworska, M. (2007). Zróżnicowanie banków spółdzielczych woj. lubelskiego pod względem wskaźników efektywności. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 9(3), 247–251.