

Emilia Fraszka-Sobczyk¹, Agnieszka Palma²

¹ Uniwersytet Łódzki

Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

Katedra Finansów i Inwestycji Międzynarodowych

emilia.fraszka@uni.lodz.pl,  <https://orcid.org/0000-0001-9736-4406>

² Uniwersytet Łódzki

Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

Katedra Demografii

agnieszka.palma@uni.lodz.pl,  <https://orcid.org/0000-0002-3558-1568>

Zróźnicowanie poziomu rozwoju gospodarczego województw w Polsce w latach 2011–2022. Prognozy na lata 2023–2025 z wykorzystaniem łańcuchów Markowa

Zarys treści: Celem artykułu jest określenie zmian przynależności województw do poszczególnych grup kwartylowych ze względu na wartość wskaźnika SK mierzącego poziom rozwoju gospodarczego województw w latach 2011–2022 oraz prognoza przesunięć województw pomiędzy tymi grupami w kolejnych latach 2023–2025 z wykorzystaniem łańcuchów Markowa. Badanie wykazało wzrost poziomu gospodarczego wszystkich polskich województw. Województwa: mazowieckie, dolnośląskie, wielkopolskie i śląskie przez cały analizowany okres należały do pierwszej grupy kwartylowej, osiągając najwyższy poziom badanego zjawiska mierzonego wskaźnikiem SK. Najczęściej występowały zmiany przynależności pomiędzy drugą a trzecią grupą, podczas gdy zmiany w czwartej grupie kwartylowej obserwowano bardzo rzadko. Średnie wartości wskaźnika taksonomicznego SK z lat 2011–2022 obliczone dla każdego z województw wynoszą od 0,4266 do 0,7848, co potwierdza utrzymujące się dysproporcje w poziomie rozwoju gospodarczego województw. Źródłem danych wykorzystanych w badaniu jest Bank Danych Lokalnych.

Słowa kluczowe: łańcuchy Markowa, wskaźniki taksonomiczne, rozwój gospodarczy

Wprowadzenie

Jednym z problemów polskiej gospodarki są dysproporcje w poziomie rozwoju gospodarczego poszczególnych regionów Polski (Michoń 2017, Pawlas, 2017, Krasna 2021). Od wielu lat podejmowane są działania mające na celu zniwelowanie

dysproporcji regionalnych (Adamowicz 2011, Sługocki 2019). Polska uczestniczy w realizacji polityki spójności ekonomicznej, społecznej i terytorialnej Unii Europejskiej, której celem jest przeciwdziałanie narastaniu różnic oraz redukcja dysproporcji w poziomie rozwoju gospodarczego państw członkowskich. Polityka ta ma również na celu niwelowanie wewnętrznych różnic rozwojowych w kraju (Michoń 2017). Niestety niektóre regiony Polski wciąż pozostają słabiej rozwinięte gospodarczo, co powoduje, że różnice między nimi utrzymują się, a w pewnych przypadkach nawet pogłębiają (Pawlas 2010, 2011, Moussis 2015).

Zagadnienie rozwoju gospodarczego stanowi centrum zainteresowania opinii publicznej, polityków i badaczy. W polskiej literaturze przedmiotu można znaleźć wiele prac dotyczących tej tematyki na poziomie województw, powiatów i gmin: Tokarski (2005), Dykas (2009), Grajewska (2013), Siudek (2013), Trojak i in. (2013), Mroczek i in. (2014), Trojak (2015), Rokicki (2016), Strojny (2016), Wiśła (2016), Siudek i in. (2017), Miłek (2018), Miłek i in. (2016), Bolińska (2017), Bolińska i in. (2018), Klosa (2018), Wyszowska i in. (2018), Malina (2020), Bożek i in. (2021, 2021a, b, 2022), Luśtyk (2022).

Do kluczowych pozycji w literaturze światowej dotyczących rozwoju gospodarczego należy praca Nelsona i Wintera (1974), w której porównano neoklasyczne i ewolucyjne teorie wzrostu gospodarczego. Street (1987) podkreślił, że rozwój gospodarczy jest procesem głęboko zakorzenionym w kontekście kulturowym, historycznym i instytucjonalnym. Lucas (1988) rozwinął koncepcję kapitału ludzkiego jako fundamentalnego czynnika długoterminowego wzrostu gospodarczego. Badanie Grier i Tullocka (1989) stanowi jedną z najważniejszych analiz empirycznych dotyczących wzrostu gospodarczego, obejmującą 113 krajów w latach 1951–1980. Autorzy wykorzystali dane panelowe, co pozwoliło im zidentyfikować kluczowe czynniki ekonomiczne i polityczne wpływające na rozwój gospodarczy na poziomie globalnym. Assane i Grammy (2003) przeanalizowali wpływ jakości instytucji na rozwój gospodarczy państw. Kaldaru (2008) badał natomiast wpływ czynników społecznych i instytucjonalnych na rozwój gospodarczy w 34 krajach europejskich.

Pojęcie rozwoju gospodarczego rozumie się jako całościowe zmiany zachodzące w długim czasie w zakresie struktury potencjału wytwórczego gospodarki, struktury produkcji i konsumpcji, stosunków społeczno-ekonomicznych oraz systemu funkcjonowania gospodarki (Bąkiewicz, Czaplicka 2011, Jańczuk 2013).

Warto zwrócić uwagę na fakt, że pojęcie rozwoju jest złożoną i wielopłaszczyznową charakterystyką (Bartkowiak 2013), dla której sposób mierzenia nie precyzuje, które zmienne makroekonomiczne należy uwzględnić. Zatem wyniki są determinowane w głównej mierze przez wybrane w badaniu zmienne oraz zastosowane metody badawcze.

Do badania różnicowania poziomu rozwoju gospodarczego stosowane są różne metody: wzorca rozwoju Hellwiga (Hellwig 1968, Namysłak 2013), grupowania Warda (Ward 1963, Miłek 2018), porządkowania liniowego (Wakuła 2017), wskaźników taksonomicznych (Edigarian 2011, Dykas i in. 2013, Trojak 2015, Bolińska 2017, 2018), a także model grawitacyjny (Mroczek i in. 2014).

W niniejszym artykule do oceny zróźnicowania poziomu rozwoju gospodarczego województw w latach 2011–2022 zastosowano taksonomiczny wskaźnik SK, natomiast do prognozowania i zbadania stochastycznego charakteru zmian poziomu badanego zjawiska wykorzystano model łańcucha Markowa.

Łańcuch Markowa jest procesem stochastycznym, który odgrywa kluczową rolę w budowie probabilistycznych modeli wielu zjawisk przyrodniczych, technicznych i ekonomicznych. Przykłady jego zastosowania można znaleźć w literaturze: Collins (1975) wykorzystał łańcuchy Markowa do przewidywania migracji przemysłowej, Bourne (1976) użył tej metody do monitorowania zmian w strukturze przestrzennej Toronto, Azizah (2019) zastosował łańcuch Markowa do prognozowania danych dotyczących opadów deszczu, a Chu (2020) wykorzystał model łańcucha Markowa do prognozowania przyszłych zmian w użytkowaniu gruntów, Barra (2020) użył tej metody do liczenia i modelowania ataków migreny, a Romeu (2020) – do analizy przeżycia COVID-19. Łańcuchy Markowa zastosowała Łaźniewska (2012) do analizy konwergencji, Edigarian i in. (2011) do analizy zróźnicowania rozwoju gospodarczego polskich województw oraz powiatów, Mowczan (2020) do regionalnej analizy ubóstwa i mobilności gospodarstw domowych, Szczepaniak (2021) do identyfikacji zróźnicowania województw pod względem poziomu kapitału ludzkiego, Luśtyk (2022) do oceny potencjału innowacyjnego województw.

Badania rozwoju gospodarczego jednostek terytorialnych są istotne w kontekście polityki wyrównywania regionalnych różnic w tym zakresie. Utrzymujące się od lat dysproporcje w poziomie rozwoju gospodarczego województw uzasadniają potrzebę prowadzenia takich analiz.

W artykule przedstawiono zróźnicowanie poziomu rozwoju gospodarczego województw w latach 2011–2022 na podstawie wskaźnika taksonomicznego SK oraz wyznaczono prognozy na lata 2023–2025 zmian przynależności województw do poszczególnych grup kwartylowych ze względu na SK z zastosowaniem metody łańcuchów Markowa. Wyniki badań pozwalają określić kierunek i skalę zmian poziomu rozwoju gospodarczego województw, a także odpowiedzieć na pytanie, czy dysproporcje w poziomie rozwoju gospodarczego między województwami zmniejszyły się, czy też pogłębiły w okresie objętym analizą. Ponadto wskazują województwa, w których jest potrzeba zwiększenia tempa rozwoju gospodarczego.

Metodologia badawcza

W celu przeprowadzenia taksonomicznej analizy zróźnicowania poziomu rozwoju gospodarczego polskich województw należy najpierw wybrać zmienne makroekonomiczne, które będą charakteryzować poziom badanego w pracy zjawiska. Ze względu na przesłanki merytoryczne oraz dostępność danych statystycznych w pracy przyjęto pięć zmiennych makroekonomicznych: PKB per capita, wartość brutto środków trwałych per capita, nakłady inwestycyjne na mieszkańca, przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto oraz stopę bezrobocia rejestrowanego (Dykas i in. 2013, Fraszka-Sobczyk, Palma 2025). Wybrane zmienne poddano

weryfikacji statystycznej, polegającej na obliczeniu wartości bezwzględnej współczynnika zmienności oraz współczynników korelacji liniowej pomiędzy zmiennymi. Wartości bezwzględne współczynnika zmienności wynoszą powyżej 10% (co wskazuje na przydatność danej cechy do różnicowania obiektów), z wyjątkiem zmiennej opisującej przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w latach 2019–2022, dla której współczynnik zmienności mieści się w zakresie 9,17–9,96%. Ponadto zmienne te nie powinny być ze sobą silnie skorelowane, ponieważ wówczas będą nośnikami podobnej informacji. W badaniu współczynniki korelacji liniowej przyjmują wartości z przedziału $[0,37; 0,96]$. Chociaż w niektórych przypadkach zaobserwowano silne korelacje, zmienne te odgrywają istotną rolę jako charakterystyki rozwoju gospodarczego, dlatego zostały włączone do dalszej analizy. Cztery pierwsze zmienne są stymulantami rozwoju gospodarczego województw (wysoki poziom zmiennych implikuje wyższy poziom badanego zjawiska). Ostatnia wspomniana zmienna, stopa bezrobocia rejestrowanego, jest destymulantą rozwoju gospodarczego (wysoki poziom tej zmiennej determinuje niższy poziom rozwoju gospodarczego województw) (Majewski 1999, s. 77).

Wprowadzono następujące oznaczenia:

- k – numer województwa, $k = 1, 2, \dots, 16$,
- l – numer stymulanty/destymulanty, $l = 1, 2, \dots, 5$,
- t – badany rok, $t = 1, 2, \dots, 12$,
- x_{klt} – wartość l -tej stymulanty w k -tym województwie w roku t ,
- y_{klt} – wartość l -tej destymulanty w k -tym województwie w roku t ,
- s_{klt} – wartość znormalizowanej l -tej stymulanty w k -tym województwie w roku t .

Obliczając odwrotność destymulanty, tj. $x_{klt} = \frac{1}{y_{klt}}$, zamieniono destymulantę na stymulantę. Wówczas stymulanty i odwrotność destymulanty będą w tym samym kierunku wywierać wpływ na poziom badanego zjawiska (Łogwiniuk 2011). W kolejnym kroku dokonano normalizacji stymulant, obliczając wielkości s_{klt} :

$$s_{klt} = \frac{x_{klt}}{\max_{k,t} x_{klt}}, s_{klt} \in [0,1].$$

Im bliższe (dalsze) jedności wartości znormalizowanej stymulanty s_{klt} , tym wyższy (niższy) poziom rozwoju gospodarczego województwa pod względem zmiennej opisywanej przez tę stymulantę.

Następnie obliczono wskaźnik taksonomiczny SK określony wzorem:

$$SK_{kt} = \sum_{l=1}^m (\omega_l \cdot s_{klt}) \in [0,1],$$

gdzie m oznacza liczbę znormalizowanych stymulant; ω_l są wagami wyznaczonymi przez losowanie oparte na algorytmie ewolucyjnym (Solver w Microsoft Excel) tak, aby suma współczynników korelacji pomiędzy znormalizowanymi stymulan-

tami s_{klt} , a wskaźnikiem SK_{kt} osiągnęła wartość największą. Ponadto $\sum_{l=1}^m \omega_l = 1$.

Im wyższa wartość wskaźnika SK_{kt} , tym wyższy jest poziom rozwoju gospodarczego danego województwa.

Do wyznaczenia prawdopodobieństw zmian poziomu rozwoju gospodarczego polskich województw zastosowano łańcuch Markowa, tj. ciąg zmiennych losowych $\{X_t; t \in T\}$ określonych na wspólnej przestrzeni probabilistycznej, gdzie T jest dyskretnym zbiorem indeksów, spełniających warunek:

$$P(X_{t+1} = i_{t+1} | X_1 = i_1, X_2 = i_2, \dots, X_t = i_t) = P(X_{t+1} = i_{t+1} | X_t = i_t),$$

gdzie $i_1, i_2, \dots, i_{t+1} \in N_+$. Z powyższej własności wynika, że wartość procesu X_{t+1} w chwili $t + 1$ zależy wyłącznie od jego wartości X_t w chwili t . Zmienna losowa X_t reprezentuje stan procesu w chwili t , S – zbiór wszystkich możliwych stanów, zaś p_{ij} – prawdopodobieństwo warunkowe, że w jednym kroku proces dokona przejścia ze stanu i do stanu j . Łańcuch Markowa z n stanami może być scharakteryzowany przez macierz prawdopodobieństw przejść P wymiaru $n \times n$, wyrażoną poniżej jako

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix},$$

gdzie $0 \leq p_{ij} \leq 1$ dla wszystkich $i, j = 1, 2, \dots, n$, $\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1$.

Do wyznaczenia powyższej macierzy P należy znaleźć macierz M liczby przejść między stanami:

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & \dots & m_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{n1} & \dots & m_{nn} \end{bmatrix},$$

gdzie m_{ij} oznacza liczbę przejść ze stanu i do stanu j , a $i, j \in S$.

Metoda największej wiarygodności (Billingsley 1961, Bhat, Miller 2002) pozwala oszacować elementy macierzy P następująco: $P = [\hat{p}_{ij}]$, $\hat{p}_{ij} = \frac{m_{ij}}{m_i}$, $m_i = \sum_{j=1}^n m_{ij}$, dla każdego $i, j \in S$.

W pracy przyjęto, że przestrzeń stanów $S = \{1, 2, 3, 4\}$, gdzie 1, 2, 3, 4 oznaczają grupy kwartyłowe wyznaczone dla wskaźnika taksonomicznego SK mierzącego poziom rozwoju gospodarczego województw. Następnie analizowano macierze liczby przejść M_r , $r \in \{1, \dots, 11\}$ oraz macierze prawdopodobieństw przejść P_r , $r \in \{1, \dots, 11\}$ pomiędzy poszczególnymi stanami dla lat z okresu 2011–2022.

Wyniki

W pierwszym etapie badania zostały wyznaczone wagi stymulant, na podstawie których obliczono wskaźniki SK oraz współczynniki korelacji pomiędzy znormalizowanymi stymulantami a wskaźnikiem SK dla poszczególnych województw. Wyniki zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wyznaczone wagi wskaźnika SK oraz współczynniki korelacji pomiędzy znormalizowanymi stymulantami a wskaźnikiem SK

Stymulanta	Waga	Współczynniki korelacji
PKB	0,1923	0,9709
Środki trwałe	0,2074	0,9407
Nakłady inwestycyjne	0,2040	0,8710
Wynagrodzenie	0,2448	0,9341
Stopa bezrobocia	0,1517	0,8030

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych Banku GUS, <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/pod-grup/temat> (dostęp: 30.12.2024).

W kolejnym kroku dla każdego województwa policzono średnią wartość wskaźnika SK w latach 2011–2022. Następnie każde województwo zakwalifikowano do odpowiedniej grupy kwartylowej ze względu na wskaźnik SK. W ten sposób wyodrębniono grupy typologiczne województw o zbliżonym poziomie rozwoju gospodarczego w rozważanym okresie. Tabela 2 podaje ranking województw i podział na grupy kwartylowe ze względu na wartości wskaźnika SK.

Tabela 2. Podział województw na grupy kwartylowe według średniego taksonomicznego wskaźnika SK z okresu 2011–2022

Grupa kwartylowa	Wskaźnik SK	Województwo
Pierwsza	0,7848	mazowieckie
	0,6053	dolnośląskie
	0,5877	wielkopolskie
	0,5738	śląskie
Druga	0,5499	pomorskie
	0,5220	łódzkie
	0,5186	małopolskie
	0,5049	lubuskie
Trzecia	0,5037	zachodniopomorskie
	0,5006	opolskie
	0,4639	podlaskie
	0,4519	kujawsko-pomorskie
Czwarta	0,4400	podkarpackie
	0,4360	lubelskie
	0,4292	warmińsko-mazurskie
	0,4266	świętokrzyskie

Źródło: obliczenia własne.

W pierwszej grupie kwartylowej znalazły się województwa o najwyższych wartościach wskaźnika SK, tj. województwa, które osiągnęły najwyższy poziom rozwoju gospodarczego. Na pierwszym miejscu uplasowało się województwo mazowieckie. Do ostatniej grupy kwartylowej zaklasyfikowały się województwa o najniższym poziomie rozwoju gospodarczego. Województwo świętokrzyskie zajęło ostatnie miejsce w rankingu z wartością wskaźnika taksonomicznego równą 0,4266.

W tabeli 3 zaprezentowano przynależność województw w Polsce do poszczególnych grup kwartylowych w każdym rozważanym roku w okresie 2011–2022. Przynależność danego regionu do wyższej grupy kwartylowej świadczy o niższym poziomie rozwoju gospodarczego, zaś przynależność do grupy niższej oznacza jego wyższy poziom.

Tabela 3. Przynależność województw do grup kwartylowych ze względu na wskaźnik SK w latach 2011–2022

Województwo	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Dolnośląskie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kujawsko-pomorskie	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lubelskie	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Lubuskie	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2
Łódzkie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Małopolskie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mazowieckie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Opolskie	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3
Podkarpackie	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Podlaskie	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pomorskie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Śląskie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Świętokrzyskie	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Warmińsko-mazurskie	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Wielkopolskie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zachodniopomorskie	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2

Źródło: obliczenia własne.

Z tabeli 3 otrzymano poniższe wnioski.

- W latach 2011–2022 województwa mazowieckie, dolnośląskie, wielkopolskie i śląskie konsekwentnie należały do pierwszej grupy kwartylowej, co potwierdza ich najwyższy poziom rozwoju gospodarczego w analizowanym okresie.
- Województwa pomorskie, małopolskie i łódzkie charakteryzowały się wysokim poziomem rozwoju gospodarczego, gdyż przynależały do drugiej grupy kwartylowej. Województwa pomorskie i małopolskie były w tej grupie przez cały badany okres, podczas gdy województwo łódzkie – w dziesięciu z dwunastu lat.

- Najslabiej rozwiniętymi regionami, znajdującymi się w czwartej grupie kwartylowej przez cały badany okres, były województwa lubelskie i warmińsko-mazurskie. Województwo świętokrzyskie tylko w 2012 r. usytuowało się w trzeciej grupie kwartylowej, a w pozostałych latach – w czwartej. Województwo podkarpackie w trzech latach 2011–2013 znajdowało się w trzeciej grupie kwartylowej, a w kolejnych dziewięciu – w czwartej.
- Województwa opolskie, zachodniopomorskie i lubuskie przeważnie znajdowały się w trzeciej grupie kwartylowej, z wyjątkiem pojedynczych lat, gdy awansowały do drugiej grupy.
- Województwa kujawsko-pomorskie i podlaskie głównie przynależały do trzeciej grupy kwartylowej, w pojedynczych latach znajdowały się w czwartej grupie.

W tabeli 4 przedstawiono przesunięcia pomiędzy poszczególnymi grupami kwartylowymi z roku na rok w latach 2011–2022. Liczby ujemne oznaczają przesunięcie z grupy wyższej do niższej, tj. awans województwa w rozważanym rankingu, liczba 0 – przynależność województwa do tej samej grupy kwartylowej, zaś liczby dodatnie – niższą pozycję w rankingu województw pod względem poziomu rozwoju gospodarczego.

Tabela 4. Zmiany w przyporządkowaniu województw do grup kwartylowych w poszczególnych latach w okresie 2011–2022 w porównaniu do roku poprzedniego

Województwo	Nr grupy kwartylowej w 2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Dolnośląskie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kujawsko-pomorskie	4	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lubelskie	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lubuskie	2	1	0	0	0	0	-1	0	1	0	-1	0
Łódzkie	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Małopolskie	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mazowieckie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opolskie	3	0	0	0	-1	0	1	0	-1	1	0	0
Podkarpackie	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Podlaskie	3	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomorskie	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Śląskie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Świętokrzyskie	4	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Warmińsko-mazurskie	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wielkopolskie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zachodniopomorskie	3	-1	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie tabeli 4 otrzymano poniższe wnioski:

- W badanym okresie osiem na szesnaście województw nie zmieniło przynależności do grup kwartylowych, dla pozostałych województw przesunięcia między grupami następowały co najwyżej o jedną grupę kwartylową. Łącznie nastąpiło osiemnaście zmian przynależności województw do poszczególnych grup kwartylowych, dziewięć województw obniżyło swoją pozycję w rankingu oraz dziewięć województw awansowało w rankingu.
- Województwa kujawsko-pomorskie, łódzkie oraz podkarpackie zmieniły przynależność do grupy kwartylowej tylko raz, natomiast dwukrotne zmiany odnotowano w województwach świętokrzyskim i podlaskim, trzykrotne – w zachodniopomorskim, a czterokrotne – w województwach opolskim i lubuskim.
- W 2022 r. województwa kujawsko-pomorskie oraz zachodniopomorskie awansowały w rankingu w porównaniu do 2011 r., natomiast województwa łódzkie i podkarpackie znalazły się w niższej grupie kwartylowej w porównaniu do 2011 r.

Tabela 5 przedstawia rankingi województw w Polsce na podstawie względnych zmian wskaźnika taksonomicznego SK w trzech różnych okresach: długookresowym (2011–2022) oraz krótkookresowych (2019–2022, 2021–2022). Analiza ta pozwala dostrzec zarówno długoterminowe trendy w rozwoju gospodarczym, jak i bardziej dynamiczne zmiany w krótszych przedziałach czasowych.

Tabela 5. Względne zmiany wskaźnika SK między latami 2022/2011, 2022/2019, 2022/2021

Ranking województw według względnych zmian wskaźnika SK					
	2022/2011		2022/2019		2022/2021
Zachodniopomorskie	55,94%	Zachodniopomorskie	9,78%	Śląskie	2,88%
Wielkopolskie	55,90%	Kujawsko-pomorskie	7,50%	Zachodniopomorskie	0,39%
Małopolskie	51,03%	Podlaskie	6,66%	Wielkopolskie	0,30%
Opolskie	49,37%	Warmińsko-mazurskie	5,69%	Małopolskie	0,04%
Dolnośląskie	48,40%	Świętokrzyskie	4,85%	Kujawsko-pomorskie	–0,10%
Podlaskie	47,19%	Lubuskie	4,37%	Podlaskie	–0,18%
Pomorskie	45,08%	Pomorskie	2,68%	Mazowieckie	–0,39%
Mazowieckie	44,16%	Lubelskie	2,37%	Pomorskie	–0,61%
Kujawsko-pomorskie	43,20%	Śląskie	2,24%	Opolskie	–0,78%
Śląskie	42,97%	Małopolskie	1,98%	Lubelskie	–0,97%
Lubuskie	41,53%	Mazowieckie	1,73%	Świętokrzyskie	–1,35%
Warmińsko-mazurskie	40,14%	Opolskie	1,17%	Łódzkie	–1,94%
Łódzkie	40,07%	Łódzkie	0,47%	Lubuskie	–2,05%
Lubelskie	37,47%	Wielkopolskie	–0,05%	Dolnośląskie	–2,26%
Świętokrzyskie	31,90%	Dolnośląskie	–1,38%	Warmińsko-mazurskie	–2,49%
Podkarpackie	29,98%	Podkarpackie	–1,48%	Podkarpackie	–4,56%

Źródło: obliczenia własne.

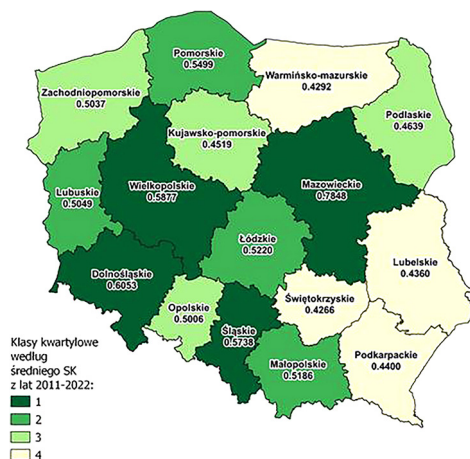
W całym okresie badawczym 2011–2022 wszystkie województwa osiągnęły wzrost poziomu gospodarczego. Najszybsze tempo rozwoju gospodarczego odnotowano w województwach: zachodniopomorskim (55,94%), wielkopolskim (55,90%) i małopolskim (51,03%). Najniższe względne zmiany wskaźnika SK zaobserwowano w województwach: lubelskim (37,47%), świętokrzyskim (31,90%) i podkarpackim (29,98%). Może to wynikać z mniejszej liczby inwestycji, wolniejszego rozwoju infrastruktury lub innych regionalnych ograniczeń. Różnica względnych zmian wskaźnika SK między pierwszym a ostatnim województwem w rankingu wyniosła aż 25,96 punktu procentowego (2,16 p.p./rok), co świadczy o dużym zróżnicowaniu w dynamice rozwoju.

W okresie pandemii COVID-19 w Polsce, w latach 2019–2022, najwyższą dynamiką rozwoju gospodarczego charakteryzowały się województwa: zachodniopomorskie (9,78%), kujawsko-pomorskie (7,50%) i podlaskie (6,66%). Natomiast na końcu rankingu 2019/2022 znalazły się województwa: wielkopolskie, dolnośląskie i podkarpackie. Są to jedyne województwa, dla których względne zmiany wskaźnika SK były ujemne i wyniosły odpowiednio: $-0,05\%$, $-1,38\%$, $-1,48\%$. Oznacza to, że województwa te odnotowały spadek poziomu rozwoju gospodarczego między 2020 a 2022 r. Najwyższa stopa wzrostu poziomu rozwoju gospodarczego wyniosła 9,78% dla województwa zachodniopomorskiego i była o około 11,26 punktu procentowego (2,82 p.p./rok) wyższa niż najniższa stopa ($-1,48\%$) dla województwa podkarpackiego.

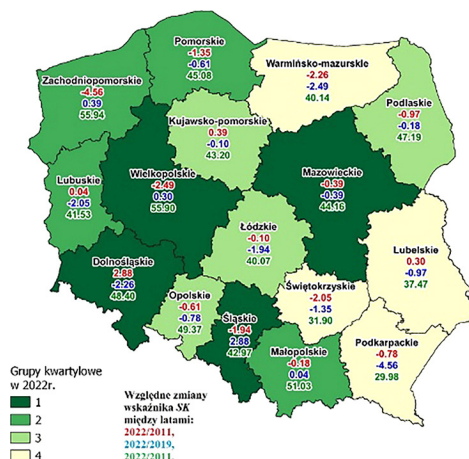
W 2022 r. w dwunastu województwach zaobserwowano niższy poziom rozwoju gospodarczego w porównaniu do 2021 r. Jedynie województwa: śląskie, zachodniopomorskie i wielkopolskie odnotowały wzrost poziomu rozwoju gospodarczego w porównaniu z rokiem poprzednim. Województwo śląskie osiągnęło najwyższą dynamikę rozwoju gospodarczego (2,88%) i wyraźnie odbiegało od pozostałych województw. Rozpiętość wyników między liderem (województwo śląskie, $+2,88\%$) a najsłabszym regionem (województwo podkarpackie, $-4,56\%$) wyniosła 7,44 punktu procentowego (3,72 p.p./rok), co uwidoczniło większe zróżnicowanie dynamiki rozwoju gospodarczego pomiędzy województwami w porównaniu do dwóch dłuższych okresów wcześniej analizowanych. Sytuacja taka mogła być skutkiem globalnych wyzwań gospodarczych (okres po pandemii, wysoka inflacja, wojna na Ukrainie).

Podsumowując, województwo zachodniopomorskie utrzymało wysoką dynamikę wzrostu poziomu rozwoju gospodarczego we wszystkich analizowanych okresach, utrzymując pierwsze lub drugie miejsce w rankingach. Z kolei województwo podkarpackie znajdowało się niezmiennie na ostatniej pozycji, co może świadczyć o konieczności intensyfikacji działań wspierających rozwój gospodarczy tego regionu. Tabela 5 ukazuje wyraźne różnice w dynamice rozwoju gospodarczego województw w Polsce, zarówno w długiej, jak i krótkiej perspektywie czasowej. Dysproporcje w poziomie rozwoju gospodarczego między województwami zwiększyły się w ostatnich latach badanego okresu. Wyniki te mogą służyć jako podstawa do kształtowania polityki regionalnej i alokacji środków wspierających rozwój mniej rozwiniętych regionów.

Mapy na rycinach 1 i 2 przedstawiają przynależność województw do poszczególnych grup kwartylowych względem wskaźnika SK w latach 2011–2022 oraz w roku 2022. Dodatkowo prezentują wartości średniego wskaźnika SK w latach 2011–2022 oraz względne zmiany SK między latami 2022/2011, 2022/2019, 2022/2021.



Ryc. 1. Województwa według przynależności do grup kwartylowych w latach 2011–2022 według średniego wskaźnika SK
Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 2. Województwa według przynależności do grup kwartylowych w 2022 r. według wskaźnika SK
Źródło: opracowanie własne.

W oparciu o przedstawioną teorię łańcuchów Markowa opracowano tabelę 6 zawierającą macierze liczby przejść oraz macierze prawdopodobieństw przejść województw pomiędzy poszczególnymi grupami kwartylowymi z roku na rok w okresie 2011–2022.

W badanym okresie obserwowane były nieliczne przejścia województw pomiędzy poszczególnymi grupami kwartylowymi. Z wysokim prawdopodobieństwem (1, 0,75 i raz 0,5) województwa pozostawały w tych samych grupach kwartylowych, natomiast prawdopodobieństwa zmian grup kwartylowych były nie wyższe niż 0,25.

Z tabeli 6 można zauważyć, że w latach 2011–2022 występują w zasadzie cztery możliwe macierze prawdopodobieństw przejść: macierz jednostkowa występująca trzy razy (P_5 , P_7 i P_{11}), macierz P_1 występująca jeden raz, macierz P_2 występująca dwa razy (P_2 i P_3), macierz P_4 występująca 5 razy (P_4 , P_6 , P_8 , P_9 i P_{10}). Warto zwrócić uwagę na możliwe zastosowanie uśrednionej macierzy prawdopodobieństw przejść do prognozowania przesunięć województw pomiędzy grupami kwartylowymi dla kilku kolejnych lat, przy założeniu, że wzorec rozwoju jest już ustalony i powyższe cztery macierze prawdopodobieństw przejść pojawiają się z określonymi prawdopodobieństwami (odpowiednio 0,(27); 0,(09); 0,(18); 0,(45)).

Tabela 6. Macierze liczby przejść oraz macierze prawdopodobieństw przejść pomiędzy grupami kwartylowymi

Macierz M_1 2011/2012	Liczba przejść				Macierz P_1 2011/2012	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	3	1	0	2	0	0,75	0,25	0
3	0	1	2	1	3	0	0,25	0,5	0,25
4	0	0	1	3	4	0	0	0,25	0,75
Macierz M_2 2012/2013	Liczba przejść				Macierz P_2 2012/2013	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	4	0	0	2	0	1	0	0
3	0	0	3	1	3	0	0	0,75	0,25
4	0	0	1	3	4	0	0	0,25	0,75
Macierz M_3 2013/2014	Liczba przejść				Macierz P_3 2013/2014	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	4	0	0	2	0	1	0	0
3	0	0	3	1	3	0	0	0,75	0,25
4	0	0	1	3	4	0	0	0,25	0,75
Macierz M_4 2014/2015	Liczba przejść				Macierz P_4 2014/2015	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	3	1	0	2	0	0,75	0,25	0
3	0	1	3	0	3	0	0,25	0,75	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1
Macierz M_5 2015/2016	Liczba przejść				Macierz P_5 2015/2016	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	4	0	0	2	0	1	0	0
3	0	0	4	0	3	0	0	1	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1
Macierz M_6 2016/2017	Liczba przejść				Macierz P_6 2016/2017	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	3	1	0	2	0	0,75	0,25	0
3	0	1	3	0	3	0	0,25	0,75	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1

Macierz M_7 2017/2018	Liczba przejść				Macierz P_7 2017/2018	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	4	0	0	2	0	1	0	0
3	0	0	4	0	3	0	0	1	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1
Macierz M_8 2018/2019	Liczba przejść				Macierz P_8 2018/2019	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	3	1	0	2	0	0,75	0,25	0
3	0	1	3	0	3	0	0,25	0,75	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1
Macierz M_9 2019/2020	Liczba przejść				Macierz P_9 2019/2020	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	3	1	0	2	0	0,75	0,25	0
3	0	1	3	0	3	0	0,25	0,75	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1
Macierz M_{10} 2020/2021	Liczba przejść				Macierz P_{10} 2020/2021	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	3	1	0	2	0	0,75	0,25	0
3	0	1	3	0	3	0	0,25	0,75	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1
Macierz M_{11} 2021/2022	Liczba przejść				Macierz P_{11} 2021/2022	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4	Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	4	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	4	0	0	2	0	1	0	0
3	0	0	4	0	3	0	0	1	0
4	0	0	0	4	4	0	0	0	1

Źródło: obliczenia własne.

Zakładając, że otrzymana uśredniona macierz prawdopodobieństw przejść województw między grupami kwartylowymi z roku na rok za okres 2011–2022 nie ulegnie zmianie, można prognozować przynależność województw do poszczególnych grup kwartylowych w kolejnym 2023 r. Województwa (mazowieckie, dolnośląskie, wielkopolskie, śląskie) znajdujące się w 2022 r. w pierwszej grupie kwartylowej najprawdopodobniej w kolejnym roku nie zmienią tej grupy. Prawdopodobieństwo pozostania w 2023 r. w drugiej grupie kwartylowej województw usytuowanych w tej grupie w 2022 r. (pomorskie, zachodniopomorskie,

Tabela 7. Macierz prawdopodobieństw przejść pomiędzy grupami kwartylowymi z roku na rok w okresie 2011–2022

P_{12}^{12} 2022/2023	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	0,86(36)	0,13(63)	0
3	0	0,13(63)	0,79(54)	0,06(81)
4	0	0	0,06(81)	0,93(18)

Źródło: obliczenia własne.

małopolskie, lubuskie) jest równe 0,86(36), zaś prawdopodobieństwo zmiany przynależności tych województw z drugiej na trzecią grupę kwartylową wynosi 0,13(63). Województwa należące w 2022 r. do trzeciej grupy kwartylowej (łódzkie, opolskie, podlaskie, kujawsko-pomorskie) w następnym roku z prawdopodobieństwem 0,79(54) nie zmieniają dotychczasowej grupy, z prawdopodobieństwem 0,13(63) awansują do grupy drugiej, zaś z prawdopodobieństwem 0,06(81) znajdują się w czwartej grupie kwartylowej. Województwa zajmujące ostatnie miejsca w zaprezentowanym rankingu pod względem poziomu rozwoju gospodarczego (podkarpackie, lubelskie, warmińsko-mazurskie, świętokrzyskie) z prawdopodobieństwem 0,93(18) pozostaną w czwartej grupie kwartylowej, z prawdopodobieństwem 0,06(81) będą w trzeciej grupie kwartylowej.

Przy założeniu, że w kolejnych latach 2024 i 2025 macierz prawdopodobieństw przejść województw między grupami kwartylowymi z roku na rok (otrzymana za okres 2011–2022) również nie ulegnie zmianie, można prognozować rozkład województw w poszczególnych grupach kwartylowych w 2024 i 2025 r. Tabela 8 przedstawia macierz P_{13}^{13} prawdopodobieństw przejść województw między grupami kwartylowymi pomiędzy 2023 r. a 2024 r. wyznaczoną jako iloczyn macierzy $P_{12}^{12} \cdot P_{12}^{12}$.

Tabela 8. Macierz prawdopodobieństw przejść między grupami kwartylowymi pomiędzy 2023 a 2024 r.

P_{13}^{13} 2023/2024	Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa	1	2	3	4
1	1	0	0	0
2	0	0,7645	0,2262	0,0093
3	0	0,2262	0,6560	0,1178
4	0	0,0093	0,1178	0,8729

Źródło: obliczenia własne.

Województwa z pierwszej grupy kwartylowej w 2022 r. (mazowieckie, dolnośląskie, wielkopolskie, śląskie) najprawdopodobniej nie zmienią grupy w 2024 r. Województwa znajdujące się w 2022 r. w drugiej grupie kwartylowej (pomorskie, zachodniopomorskie, małopolskie, lubuskie) pozostaną w tej samej grupie

z prawdopodobieństwem 0,7645, będą w trzeciej i w czwartej grupie kwartylowej odpowiednio z prawdopodobieństwami 0,2262 i 0,0093. Województwa należące w 2022 r. do trzeciej grupy kwartylowej (łódzkie, opolskie, podlaskie, kujawsko-pomorskie) za dwa lata z prawdopodobieństwem 0,6560 nie zmieniają dotychczasowej grupy, z prawdopodobieństwem 0,2262 awansują do grupy drugiej, zaś z prawdopodobieństwem 0,1178 znajdują się w czwartej grupie kwartylowej. Województwa z czwartej grupy kwartylowej w 2022 r. (podkarpackie, lubelskie, warmińsko-mazurskie, świętokrzyskie) z prawdopodobieństwem 0,8729 pozostaną w czwartej grupie kwartylowej, z prawdopodobieństwami 0,0093 i 0,1178 będą odpowiednio w drugiej i w trzeciej grupie kwartylowej.

Tabela 9 zawiera macierz P_{14} prawdopodobieństw przejść województw między grupami kwartylowymi pomiędzy 2024 a 2025 r. obliczoną następująco:
 $P_{14} = P_{13} \cdot P_{12}$.

Tabela 9. Macierz prawdopodobieństw przejść między grupami kwartylowymi pomiędzy 2024 a 2025 r.

P_{14} 2024/2025		Prawdopodobieństwa przejścia			
Grupa kwartylowa		1	2	3	4
1	1	1	0	0	0
2	0	0	0,6911	0,2848	0,0241
3	0	0	0,2848	0,5607	0,1545
4	0	0	0,0241	0,1545	0,8214

Źródło: obliczenia własne.

Interpretacja macierzy P_{14} jest analogiczna do interpretacji macierzy P_{13} i P_{12} . Województwa będące w 2022 r. w pierwszej grupie kwartylowej z prawdopodobieństwem 1 nie zmieniają tej grupy w 2025 r. W drugim wierszu macierzy P_{14} znajdują się prawdopodobieństwa przejść województw z drugiej grupy kwartylowej w 2022 r. odpowiednio do pierwszej, drugiej, trzeciej i czwartej grupy kwartylowej w 2025 r. Podobnie z kolejnych wierszy macierzy P_{14} można odczytać prawdopodobieństwa przejść województw, będących w 2022 r. w trzeciej i czwartej grupie kwartylowej, do poszczególnych grup kwartylowych w 2025 r.

Podsumowanie

Analiza zróźnicowania poziomu rozwoju gospodarczego województw w Polsce w latach 2011–2022, przeprowadzona na podstawie wskaźnika taksonomicznego SK, uwzględniała kluczowe zmienne makroekonomiczne: PKB per capita, wartość brutto środków trwałych per capita, nakłady inwestycyjne na mieszkańca, przeciętne miesięczne wynagrodzenie oraz stopę bezrobocia rejestrowanego. Badanie wykazało wzrost poziomu rozwoju gospodarczego we wszystkich polskich województwach, a także potwierdziło utrzymywanie się istotnych dysproporcji między województwami w poziomie badanego zjawiska, pogłębiającymi

się w ostatnich latach badanego okresu. Średnie wartości wskaźnika *SK* dla województw w badanym okresie wynosiły od 0,4266 do 0,7848. Województwo mazowieckie przez cały okres osiągało najwyższy poziom rozwoju gospodarczego, pomimo że w porównaniu do innych województw charakteryzowało się średnim tempem badanego zjawiska. Z kolei województwo świętokrzyskie odnotowało najniższy poziom rozwoju gospodarczego ze względu na średnie wartości wskaźnika *SK* w latach 2011–2022.

Względne zmiany wskaźnika taksonomicznego *SK* w trzech okresach: 2011–2022, 2019–2022 i 2021–2022 odzwierciedlają różnicowanie dynamiki rozwoju gospodarczego województw w Polsce. W latach 2011–2022 najszybsze tempo rozwoju gospodarczego odnotowano w województwach zachodniopomorskim, wielkopolskim i małopolskim, natomiast najniższe – w województwach lubelskim, świętokrzyskim i podkarpackim. Kolejne analizowane okresy uwzględniają dwa wydarzenia wpływające na poziom rozwoju gospodarczego regionów: pandemię COVID-19 i wojnę na Ukrainie. W latach 2020–2022 (okres pandemii) największą dynamikę rozwoju gospodarczego odnotowały województwa: zachodniopomorskie, kujawsko-pomorskie i podlaskie. Najsłabsze wyniki osiągnęły województwa: wielkopolskie, dolnośląskie i podkarpackie z uwagi na ujemne względne zmiany wskaźnika *SK*. Wojna na Ukrainie, która rozpoczęła się w lutym 2022 r., miała znaczący wpływ na poziom rozwoju gospodarczego poszczególnych województw w Polsce. Skala i charakter tego oddziaływania zależały od wielu czynników, m.in. specyfiki gospodarki regionu, poziomu integracji z Ukrainą, odległości od strefy konfliktu czy dostępności wsparcia rządowego. Zaledwie cztery województwa – śląskie, zachodniopomorskie, wielkopolskie i małopolskie – zanotowały w tym czasie wzrost poziomu rozwoju gospodarczego w porównaniu do roku poprzedniego. Szczególnie wyróżniało się województwo śląskie, które osiągnęło najszybsze tempo rozwoju gospodarczego i wyraźnie odbiegało od pozostałych województw.

Metoda łańcuchów Markowa wykazała, że w latach 2011–2022 zmiany grup kwartylowych pomiędzy województwami na podstawie wskaźnika *SK* najczęściej zachodziły pomiędzy drugą a trzecią grupą kwartylową. Jednakże prawdopodobieństwa zmian były nie wyższe niż 0,25. Województwa z pierwszej grupy kwartylowej w 2011 r. (mazowieckie, dolnośląskie, wielkopolskie i śląskie) utrzymały swoją pozycję do 2022 r. i prawdopodobnie pozostaną w niej w kolejnych trzech latach. Województwa z czwartej grupy kwartylowej (podkarpackie, lubelskie, warmińsko-mazurskie i świętokrzyskie) w kolejnych trzech latach: 2023, 2024, 2025 nie zmieniają tej grupy z prawdopodobieństwami równymi odpowiednio: 0,93, 0,87, 0,82.

Otrzymane wyniki mogą być pomocne w wytyczaniu właściwego kierunku w realizacji polityki regionalnej, a także w przygotowaniach strategii rozwoju kraju. Mogą stanowić istotne źródło informacji w podejmowaniu trafnych decyzji przy pozyskiwaniu oraz przyznawaniu środków na poprawę rozwoju gospodarczego poszczególnych regionów. Wzrost poziomu rozwoju gospodarczego całego kraju uzależniony jest od tempa rozwoju poszczególnych województw. Zatem

istotne jest wspieranie rozwoju gospodarczego województw oraz dążenie do niwelowania dysproporcji rozwojowych pomiędzy nimi.

Konflikt interesów

Autorki deklarują brak występowania konfliktu interesów. Oświadczają, że tekst artykułu jest w całości ich dziełem.

Podział pracy przy artykule obrazował się następująco:

- konceptualizacja: EF-S (50%), AP (50%),
- metodologia: EF-S (50%), AP (50%),
- organizacja badań: EF-S (30%), AP (70%),
- analiza formalna: EF-S (70%), AP (30%),
- pisanie: EF-S (50%), AP (50%).

Literatura / References

- Adamowicz M. 2011. Wsparcie rozwoju regionalnego w warunkach uczestnictwa Polski w Unii Europejskiej. *Roczniki Nauk Rolniczych*, G, 98(1).
- Assane D., Grammy A. 2003. Institutional framework and economic development: international evidence. *Applied Economics*, 35: 1811–1817.
- Azizah A., Welastika R., NurFalah A., Ruchjana B., Abdullah A. 2019. An Application of Markov Chain for Predicting Rainfall Data at West Java using Data Mining Approach. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 303012026.
- Barra M., Dahl F.A., Vetvik K.G. i in. 2020. A Markov chain method for counting and modelling migraine attacks. *Sci. Rep.*, 10, 3631.
- Bartkowiak R. 2013. *Ekonomia rozwoju*. PWE, Warszawa.
- Bąkiewicz A., Czaplicka K. 2011. Wzrost i rozwój gospodarczy w krajach rozwijających się. [W:] R. Piasecki (red.), *Ekonomia rozwoju*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Bhat U.N., Miller K. 2002. *Elements of Applied Stochastic Processes*. John Wiley and Sons, New York.
- Bilingsley P. 1961. Statistical Methods in Markov Chain. *Ann. Math. Stat.*, 32: 12–40.
- Bolińska M. 2017. Przestrzenne zróźnicowanie rozwoju ekonomicznego powiatów województwa podkarpackiego. *Przegląd Nauk Ekonomicznych*, 25: 235–245.
- Bolińska M., Dykas P., Kowalczyk A. 2018. The territorial diversification of the economic development of Polish poviats counties between 2002 and 2014. *Studia Prawno-Ekonomiczne*, 107: 197–220.
- Bourne L.S. 1976. Monitoring change and evaluating the impact of planning policy on urban structure: A Markov chain experiment. *Plan Canada*, 16: 5–14.
- Bożek J., Szewczyk J. 2021. Ocena poziomu rozwoju społecznego powiatów województwa małopolskiego z zastosowaniem dynamicznego miernika syntetycznego. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 664: 45–63.
- Bożek J., Szewczyk J., Badach E., Lisek S. 2022. Ocena poziomu rozwoju gospodarczego województw z zastosowaniem metod porządkowania liniowego w ujęciu dynamicznym. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 6712: 39–61.
- Bożek J., Szewczyk J., Jaworska M. 2021a. Poziom rozwoju gospodarczego województw w ujęciu dynamicznym. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 57: 11–24.
- 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*, 651: 109–123.
- Collins L. 1975. *An introduction to Markov chain analysis*. Geo Abstracts, Norwich, CT.
- Chu, D. 2020. *Remote Sensing of Land Use and Land Cover in Mountain Region*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7580-4_6

- Dykas P. 2009. Taksonomiczne wskaźniki przestrzennego zróżnicowania rozwoju powiatów województwa podkarpackiego. *Studia Prawno-Ekonomiczne*, 80: 201–214.
- Dykas P., Kościelniak P., Tokarski T. 2013. Taksonomiczne wskaźniki rozwoju ekonomicznego województw i powiatów. [W:] M. Trojak, T. Tokarski (red.), *Statystyczna analiza przestrzennego zróżnicowania ekonomicznego i społecznego Polski*. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Edigarian A., Kościelniak P., Tokarski T., Trojak M. 2011. Taksonomiczne wskaźniki rozwoju ekonomicznego powiatów. [W:] D. Tomczak, *Capability to social Progress in Poland's regions*. Warsaw University Press.
- Fraszka-Sobczyk E., Palma A. 2025. Taksonomiczna analiza zróżnicowania poziomu rozwoju gospodarczego województw. *Wiadomości Statystyczne. The Polish Statistician*, 70(1): 19–35. <https://doi.org/10.59139/ws.2025.01.2>
- Grajewska M. 2013. Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego w Polsce w latach 2003–2009. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 64(2): 49–58.
- Grier K.B., Tullock G. 1989. An Empirical Analysis of Cross-National Economic Growth, 1951–1980. *Journal of Monetary Economics*, 24: 259–276.
- Hellwig Z. 1968. Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr. *Przegląd Statystyczny*, 15(4): 307–327.
- Jańczuk L. 2013. Determinanty rozwoju społeczno-gospodarczego regionów w Polsce. *Roczniki Nauk Społecznych*, 51. Towarzystwo Naukowe KUL, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Lublin.
- Kaldaru H. 2008. Social and institutional factors of economic development: evidence from Europe. *Baltic Journal of Economics*, 8(1): 29–51.
- Kłosa S. 2018. Klasyfikacja polskich województw pod względem rozwoju społeczno-gospodarczego za pomocą metod taksonomicznych. *Modern Management Review*, 23: 253.
- Kraska E., Kot J. 2021. Dysproporcje regionalne w rozwoju społeczno-gospodarczym w Polsce w latach 2009–2017. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 654.
- Lucas R.E. 1988. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 69: 177–192.
- Luśtyk A. 2022. Ocena potencjału innowacyjnego polskich województw i prawdopodobieństwo jego zmiany. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze*, 16: 66–83.
- Łażniewska E., Górecka E. 2012. Analiza konwergencji za pomocą łańcuchów Markowa. *Wiadomości Statystyczne*, 5: 1–10.
- Łogwiniuk K. 2011. Zastosowanie metod taksonomicznych w analizie porównawczej dostępu do infrastruktury ICT przez młodzież szkolną w Polsce. *Ekonomia i Zarządzanie*, 3(1): 7–23.
- Majewski S. 1999. Szeregowanie krajów przy pomocy Diagramu Czekanowskiego i Taksonomicznego Miernika Rozwoju. *Wiadomości Statystyczne*, 8.
- Malina A. 2020. Analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego województw Polski w latach 2005–2017. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 1: 138–155.
- Michoń D. 2017. Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego województw ze względu na realizację celów polityki spójności. *Wiadomości Statystyczne*, 12679: 80–94.
- Milek D. 2018. Zróżnicowanie rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów województwa świętokrzyskiego. *Wiadomości Statystyczne*, 6685: 39–56.
- Milek D., Paluch P. 2016. Rozwój społeczno-gospodarczy polskich regionów. *Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy*. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, 48, Rzeszów.
- Moussis N. 2015. *Access to the European Union, Law, Economics, Policies*. Intersentia, Cambridge–Antwerp–Portland.
- Mowczan D. 2020. Regional household poverty and mobility analysis – a transition probability approach. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 363: 286–302.
- Mroczek K., Tokarski T., Trojak M. 2014. Grawitacyjny model zróżnicowania rozwoju ekonomicznego województw. *Gospodarka Narodowa*, 3: 5–34.
- Namyślak B. 2013. Zróżnicowanie poziomu rozwoju sektora kultury w miastach wojewódzkich w Polsce. *Prace Geograficzne*, 134: 101–120.
- Nelson R., Winter S. 1974. Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth, Critique and Prospectus. *Economic Journal*, 84(4): 886–905.

- Pawlas I. 2010. Zastosowanie wielowymiarowej analizy porównawczej do oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego województw Polski. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, Ekonomia, 113: 673–683.
- Pawlas I. 2011. Zastosowanie wybranych procedur taksonomicznych do analizy zróźnicowania poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego polskich województw. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. *Problemy Regionalizmu i Globalizacji*, 221: 541–551.
- Pawlas I. 2017. Regional Disparities in Development Based on Taxonomic Research: A Case of Poland. *Regional Formation and Development Studies*, 23(3): 86–101.
- Rokicki T. 2016. The diversification of the social and economic development of voivodeships in Poland. *Economic and Regional Studies*, 9, 4: 39–52.
- Romeu J. 2020. A Markov Chain Model for Covid-19 Survival Analysis (<https://api.semanticscholar.org/CorpusID: 220712773>).
- Siudek T. 2013. Rozwój gospodarczy – aspekty teoretyczne i praktyczne. *Roczniki Naukowe SERiA*, 15(5): 266–274.
- Siudek T., Drabarczyk K., Jakubiec A. 2017. Rozwój gospodarczy powiatów i podregionów województwa mazowieckiego. *Zeszyty Naukowe SGGW – Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 117: 33–46.
- Ślugański W. 2019. Proces kształtowania polityki regionalnej w Polsce. *Przegląd Politologiczny*, 2: 5–19.
- Street J.H. 1987. The Institutionalism Theory of Economic Development. *Journal of Economic Issues*, 21(4): 1861–1887.
- Strojny J. 2016. Wielowymiarowa analiza porównawcza województw: podkarpackiego i małopolskiego. *Przedsiębiorczość – Edukacja*, 12: 68–83.
- Szczepaniak D. 2021. Ilościowa analiza dynamiki zmian zróźnicowania kapitału ludzkiego województw oparta na łańcuchach Markowa. *Studia Prawno-Ekonomiczne*, 121: 263–280.
- Tokarski T. 2005. O zróźnicowaniu rozwoju ekonomicznego polskich regionów i podregionów. *Studia Prawno-Ekonomiczne*, 46: 243–275.
- Trojak M. (red.) 2015. Regionalne zróźnicowanie rozwoju ekonomicznego Polski. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Trojak M., Tokarski T. (red.) 2013. Statystyczna analiza zróźnicowania rozwoju ekonomicznego i społecznego Polski. Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Wakula M. 2017. Regionalne zróźnicowanie rozwoju gospodarczego w Polsce. [W:] M. Cisek, B. Suchodolski, *Determinanty i wyznaczniki ekonomiczno-społecznego rozwoju regionów*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego, Siedlce.
- Ward J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American*, 58: 236–244.
- Wiśła R., Tokarski T. 2016. Przestrzenne zróźnicowanie rozwoju ekonomicznego powiatów województwa śląskiego. *Wiadomości Statystyczne*, 8: 45–63.
- Wyszowska Z., Serwatka-Bober S. 2018. Regionalne zróźnicowanie rozwoju gospodarczego a struktura demograficzna w województwach w Polsce. *Optimum. Economic Studies*, 191: 207–218.

Disparities in economic development levels of voivodeships in Poland from 2011 to 2022. Forecasts for 2023–2025 using Markov chains

Abstract: The aim of the article is to present the disparities in the economic development levels of voivodeships in Poland from 2011 to 2022 based on the taxonomic indicator *SK* and to forecast the changes in the voivodeships' membership in specific quartile groups for the years 2023–2025 due to the *SK* values. For selected macroeconomic variables, *SK* indicator values were calculated, identifying quartile groups of voivodeships with similar levels of economic development. The use of Markov chains allowed for the estimation of the transition probability matrix for voivodeships between groups, based on which forecasts of changes in the voivodeships' membership in specific quartile groups were obtained for the next three years. The study showed an increase in the economic level of all Polish voivodeships. The Mazowieckie, Dolnośląskie, Wielkopolskie and Śląskie voivodeships belonged to the first quartile group throughout the analyzed period, achieving the highest level of

economic development measured by the *SK* indicator. The most frequent transitions were between the second and third quartiles, while changes in the fourth quartile were observed very rarely. The average *SK* indicator values for the years 2011–2022 calculated for each voivodeship range from 0.4233 (Świętokrzyskie voivodeship) to 0.7809 (Mazowieckie voivodeship), confirming the persistent disparities in the economic development levels of voivodeships. The data used in the study was sourced from the Local Data Bank.

Key words: Markov chains, taxonomic indicators, economic development