

Agata Luśtyk

ORCID: 0000-0002-7478-0164

lustyk.agata96@gmail.com

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

<https://doi.org/10.26366/PTE.ZG.2022.214>

Open Access CC BY 4.0



Cytowanie: Luśtyk, A. (2022). Ocena potencjału innowacyjnego polskich województw i prawdopodobieństwo jego zmiany. *Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze*, 16, s. 66-83. DOI: 10.26366/PTE.ZG.2022.214

Ocena potencjału innowacyjnego polskich województw i prawdopodobieństwo jego zmiany

Abstrakt: Celem artykułu jest ocena potencjału innowacyjnego polskich gospodarek regionalnych. W artykule przeprowadzono dyskusję różnych ujęć definicyjnych kategorii potencjału innowacyjnego. Na ścieżce osiągnięcia celu poznania wykorzystano dwie metody taksonomiczne oraz metodę wykorzystującą macierze przejścia pochodzące z teorii łańcuchów Markowa. Przeprowadzona analiza skłania do sformułowania następujących wniosków. Po pierwsze, wyniki potwierdziły ustalenia innych badaczy, iż najlepiej rozwiniętymi pod względem zdolności do rozwoju innowacji są regiony mazowiecki, dolnośląski, śląski, małopolski i wielkopolski, zaś najslabiej regiony podlaski, warmińsko-mazurski, lubuski oraz opolski. Po drugie, zdolność do rozwoju innowacji jest stabilna w czasie. Przejście z niższego do wyższego poziomu odbywa się w cyklach wieloletnich i jest powiązane z efektywnością regionalnego ekosystemu innowacji.

Słowa kluczowe: potencjał innowacyjny; region; działalność innowacyjna; metoda Perkal; wskaźnik taksonomiczny; łańcuchy Markowa.

Assessment of the innovative potential of Polish voivodeships and the probability of its change

Abstract: The aim of this article is to assess the innovative potential of Polish regional economies. The article discusses various definitions of the category of innovative potential. On the path of achieving the goal, two taxonomic methods and a method that using transition matrices which come from the Markov chain theory were used. The analysis leads to the following conclusions. Firstly, the results confirmed the findings of other researchers that the best developed regions in terms of their ability to develop innovation are mazowiecki, dolnośląski, śląski, małopolski and wielkopolski, while the least developed regions are podlaski, warmińsko-mazurski, lubuski and opolski. Secondly, the ability to develop innovation is stable over time. The transition from the lower to the higher level takes place in multi-annual cycles and is related to the effectiveness of the regional innovation ecosystem.

Keywords: innovative potential; region; innovative activity; Perkal method; taxonomic index; Markov chain.

JEL: O30, O31, O32, O39

Wstęp

Pojęcie potencjału innowacyjnego jest pojęciem rozmytym, trudno kwantyfikowalnym. Natomiast samo słowo potencjał wywodzi się z łaciny i pochodzi od słowa *potentia*, oznaczającego możliwość lub też zdolność. W słowniku PWN znaleźć można definiowanie

kategorię potencjału innowacyjnego jako *sprawność, wydajność, możliwości, zwłaszcza państwa, w jakiejś dziedzinie* (Tokarski, 1980). Jednak bardziej konkretną i współczesną definicją potencjału innowacyjnego jest zdolność, możliwość danej jednostki do wytwarzania, rozpowszechniania oraz w końcowym etapie konsumpcji innowacji. Potencjał innowacyjny definiuje się także jako potencjał danej gospodarki w określonym czasie i na poziomie regionu czy też kraju do wytworzenia istotnych w kontekście komercyjnym innowacji. Oczywiście jest, że wtedy potencjał ten zależy od zasobów ludzkich, technologicznego zaawansowania i jest niejako odzwierciedleniem prowadzonej polityki władz, poczynionych inwestycji i poziomu rozwoju sektora prywatnego. Te trzy aspekty wpływają na kondycję działalności badawczo-rozwojowej w regionie, na jej atrakcyjność i produktywność. Można spotkać się też ze stwierdzeniem, że potencjał innowacyjny danego kraju, regionu czy subregionu jest zdeterminowany poziomem kreatywności mieszkającej tam ludności (Zbierowski, 2011, s. 607-608). Spotykane jest też ujęcie potencjału innowacyjnego jako kategorii ekonomicznej wyrokującej o skuteczności i efektywności jakiegokolwiek działalności, a na jego wpływ mają zarówno wszelkiego rodzaju procesy naukowe, techniczne, ekonomiczne czy też intelektualne. Oznacza to, że w przypadku badania potencjału innowacyjnego określonego regionu, należałoby wyznaczyć wskaźniki ściśle związane z czterema wymienionymi sferami (Pawlik, Dziekański, 2017, s. 216-225).

Warto podkreślić, że nie wszyscy ekonomiści stawiają znak równości między potencjałem innowacyjnym, a zdolnością innowacyjną, choć wydawałoby się, że są to pojęcia synonimiczne. Pojęcia te są często ze sobą utożsamiane, choć tak naprawdę kwantyfikuje się je w różny sposób.

W niniejszym artykule potencjałem innowacyjnym określa się potencjał innowacyjny danej gospodarki do wytworzenia innowacji, które okażą się zyskowe. Składają się na niego kadra wraz z pewnymi kompetencjami i doświadczeniem, wyodrębnione jednostki badawczo-rozwojowe, nowe technologie, liczba rejestrowanych patentów oraz oczywiście nakłady wewnętrzne na badania i rozwój.

Celem przeprowadzonej analizy jest dokonanie oceny potencjału innowacyjnego polskich województw, która obejmuje diagnozę jego stanu i uchwycenie jego zmian na przestrzeni lat.

Artykuł składa się z pięciu części. W pierwszej dokonano przeglądu literatury w zakresie potencjału innowacyjnego regionów i sposobów jego kwantyfikowania. Następnie podano wraz z uzasadnieniem zmienne objaśniające wykorzystywane w badaniu. W trzeciej części

zaprezentowano podstawy teoretyczne zastosowanych metod badawczych. Czwarta część dotyczy wyników przeprowadzonej analizy, a ostatnia wniosków z badania i ogólnego podsumowania.

Przegląd literatury

E. Alpeeva, E. Kharchenko i O. Ovachrova (2014, s. 314) poddały analizie warunki i czynniki wpływające na potencjał innowacyjny Rosji z podziałem na pozytywne i negatywne. Do pozytywnych zaliczyły czynniki ekonomiczne (np. dostępność wsparcia finansowego z regionu), czynniki produkcji (np. potencjał ludzki w danym regionie czy dostępność informacji odnośnie nowych technologii), czynniki rynkowe (np. rozwój infrastruktury innowacyjnej) oraz pozostałe czynniki (np. zarządzanie organizacją w kontekście zadań dotyczących rozwoju innowacyjnego). Jako negatywne zaś zostały wyszczególnione m.in. ryzyko związane z niepowodzeniem projektów innowacyjnych, niedostatecznie rozwinięta infrastruktura innowacyjna, oligopol lub monopol jako struktura rynku. Według autorek zadanie rozwoju potencjału innowacyjnego w regionie powinno być traktowane priorytetowo przez władze wszystkich szczebli. Rolą władz jest ustalenie takiego regionalnego systemu innowacji, który pozwala na wykorzystanie potencjału intelektualnego, naukowego jak i technicznego. Autorki zaproponowały ciekawą kwantyfikację potencjału innowacyjnego. Jest to system siedemnastu wskaźników składający się m.in. z: liczby studentów przypadającej na 10 tys. mieszkańców regionu, liczby pracowników aktywnych innowacyjnie przypadających na 1 tys. mieszkańców regionu, poziomu amortyzacji środków trwałych w produkcji przemysłowej, nakładów na innowacje technologiczne na tysiąc rubli, liczby organizacji zajmujących się badaniami i rozwojem na 1 mln mieszkańców. Następnie ustalono współczynniki wagowe dla wszystkich wskaźników, podzielono je na trzy kategorie (słaby/ubogi, kryzysowy, satysfakcjonujący) i na tej podstawie zbudowano profil innowacyjny regionu (Alpeeva, Kharchenko, Ovcharova, 2014, s. 313-319).

E.S. Kagan, S.G. Gutova i E.S. Chernova (2018, s.1-7) swoją pracę dotyczącą badania niejednorodności rozwoju specjalizacji surowcowej w rosyjskich regionach wydobywczych, umotywowali pewnego rodzaju wyczerpaniem zasobowego modelu rozwoju regionów. Autorzy zaprezentowali nowe podejście do jakościowej oceny zróżnicowań regionalnych i podział regionów na grupy według zestawu cech jakościowych. Poziom rozwoju innowacyjnego oszacowano poprzez cztery wskaźniki charakteryzujące różne aspekty innowacyjności: społeczno-ekonomiczne uwarunkowania działalności innowacyjnej, potencjał naukowo-techniczny, działalność innowacyjna oraz polityka jakości innowacji. Podział

obiektów na grupy został przeprowadzony dwiema metodami. Pierwszą była analiza skupień, która nie przyniosła oczekiwanych rezultatów (nie zostały zidentyfikowane różnice między obiektami). Drugą zaś był podział regionów w oparciu o ustalony zbiór granic (poziomów) wskaźników (Kagan, Gustova, Chernova, 2018, s. 1-7).

A. Nurpeisova i in. (2020, s. 682-697) zbadały zmienność grupy danych utworzonych ze wskaźników rozwoju innowacyjnego gospodarki Kazachstanu wykorzystując korelację liniową Pearsona. W pracy kwantyfikatorami potencjału innowacyjnego zostały: nakłady krajowe na badania i rozwój, PKB wyrażony procentowo, liczba organizacja zajmujących się działalnością B+R (aktywnych innowacyjnie), zatrudnienie w B+R ogółem (w tym liczba ludzi pracujących na stanowiskach badawczych i liczba ludzi posiadających tytuł co najmniej doktora nauk), udział produktów innowacyjnych w PKB oraz liczba odnotowanych rejestracji znaków towarowych i znaków usługowych (Nurpeisova, Mauina, Niyazbekova, Jumagaliyeva, Zholmukhanova, Tyurina, Murtuzaliev, Maisigova, 2020, s. 682-697).

Badania dotyczące potencjału innowacyjnego przeprowadził także A. Żołnierski (2005, s. 5-7). Zasadniczym celem tego badania było określenie poziomu potencjału innowacyjnego małych i średnich przedsiębiorstw oraz określenie czynników decydujących o ich innowacyjności. Przeprowadzone badanie oparte było na analizie kwestionariuszy rozesłanych do przedsiębiorstw (Żołnierski, 2005, s. 5-7).

O. Lyubova i A. Misbakhova (2018, s. 407-415) analizując przykład Tatarstanu sformułowały tezę, że dla utrzymania konkurencyjności tego regionu konieczne jest wykorzystywanie jego innowacyjności i potencjału innowacyjnego. Autorki zwróciły uwagę na fakt, że brak ogólnie przyjętej definicji potencjału innowacyjnego uniemożliwia określenie jego wielkości, a także zniekształca ocenę wpływu potencjału innowacyjnego na rozwój gospodarki. Obrona w pracy metoda opiera się metodzie poznania i wykorzystuje dane pochodzące z urzędów, dane agencji ratingowych, informacyjnych oraz analitycznych. Autorki zgadzają się ze stwierdzeniem, że potencjał innowacyjny zawiera niewykorzystane, ukryte możliwości skumulowanych zasobów, które można wykorzystać do realizacji celów podmiotów gospodarczych. Sam potencjał innowacyjny w regionie kwantyfikowany jest za pomocą: wewnętrznych nakładów na badania i rozwój w danym regionie (przy czym najlepiej aby to finansowanie było wielokanałowe, budżetowe i niekoniecznie budżetowe), udziału inwestycji w szeroko rozumianą naukę w inwestycjach ogółem, wolumenu prac badawczych, udziału przedsiębiorstw rozwijających innowacje technologiczne w ogólnej liczbie przedsiębiorstw, udziału produktów innowacyjnych w całkowitym wolumenie wysłanych

towarów i usług, inicjatywy i innowacyjnej działalności władz publicznych, liczby pracowników działalności high-tech oraz mid-tech oraz poziomu wsparcia dla nauko-chłonnych małych i średnich przedsiębiorstw (Lyubova, Misbakhova, 2018, s. 407-415).

Jak widać, różne opracowania w różny sposób identyfikują determinanty potencjału innowacyjnego regionów. W artykule autorsko zaproponowanych zostało pięć zmiennych objaśniających. Odrzucono wskaźniki dotyczące m.in. liczby studentów, poziomu amortyzacji środków trwałych czy liczby organizacji z sektora B+R. Za istotne natomiast uznano te dotyczące zatrudnienia w B+R oraz nakładów inwestycyjnych na B+R.

Merytoryczny dobór zmiennych objaśniających

W przeprowadzonej analizie potencjału innowacyjnego polskich województw wykorzystano pięć zmiennych objaśniających. Pierwszą z nich jest liczba wynalazków zgłoszonych w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej, w ujęciu przestrzennym, w latach 2009-2019. Charakter patentu sprawia, że jest on swego rodzaju pomostem pomiędzy uzyskanymi wynikami działalności badawczo-rozwojowej a działalnością wdrożeniową przedsiębiorstwa (por. Wiśła, 2014).

Drugą zmienną to zatrudnienie w jednostkach badawczo-rozwojowych (B+R), w latach 2009-2019. Kapitał ludzki (jednostek B+R) posiada zdolność kreacji nowych rozwiązań wpływających na wzrost wydajności pracy (łącznie produktywności).

Kolejną zmienną objaśniającą są nakłady inwestycyjne na działalność badawczo-rozwojową (tworzenie wiedzy) w przedsiębiorstwach (z sektora usług i przedsiębiorstwach przemysłowych) w latach 2009-2019. Jest to miernik charakteryzujący nakłady na innowacje, związany z akumulacją kapitału wiedzy, doświadczenia, tworzenia sieci współpracy, a także z akumulacją wiedzy technicznej i naukowo-technicznej.

Czwartą zmienną są nakłady inwestycyjne na środki trwałe ogółem w przedsiębiorstwach z sektora usług i przedsiębiorstwach przemysłowych w latach 2009-2019. Jako miernik charakteryzujący nakłady na innowacje, wiążą się z akumulacją kapitału rzeczowego, podnoszącą potencjał wytwórczy gospodarki.

Ostatnią zmienną objaśniającą wykorzystaną w prowadzonych analizach to pozostałe (inne) nakłady inwestycyjne (tj. nakłady na zakup oprogramowania lub zakup wiedzy w przedsiębiorstwach z sektora usług i przedsiębiorstwach przemysłowych w latach 2009-2019). Jest to również miernik charakteryzujący nakłady na innowacje, interpretowany jako akumulacja kapitału wiedzy technicznej lub też naukowo-technicznej.

Metodyka badania

Pierwszą z metod, którą wykorzystano do oceny potencjału innowacyjnego polskich gospodarek regionalnych jest metoda Perkala, która bazuje na konstrukcji wskaźników syntetycznych i którą zalicza się do metod porządkowania liniowego. Istotnym etapem procedury Perkala jest normalizacja danych. Została przeprowadzona według następującego wzoru:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \hat{x}_j}{s_j}, \text{ dla } i \in \{1, \dots, k\} \text{ oraz } j \in \{1, \dots, l\},$$

gdzie: z_{ij} to wystandaryzowana wartość zmiennej j w regionie i ; x_{ij} to wartość zmiennej j w regionie i ; \hat{x}_j to średnia arytmetyczna zmiennej j ; s_j jest odchyleniem standardowym cechy j , k i l to kolejno liczba zmiennych oraz liczba obiektów.

Analizie poddano zmienne będące stymulantami bądź destymulantami. W przypadku stymulant wzór na standaryzację pozostaje niezmienny, natomiast w przypadku destymulant należy zastosować $-z_{ij}$ (Feltynowski, Nowakowska, 2009, s. 14-16).

W analizie wykorzystano także metodę wskaźnika taksonomicznego, którego sposób wyznaczania opisany jest poniżej.

Po wybraniu zmiennym objaśniających należy sprowadzić destymulanty do stymulant lub odwrotnie. Destymulantę do stymulanty można sprowadzić używając wzoru:

$$s_{jt}^i = \frac{1}{d_{jt}^i},$$

gdzie: s_{jt}^i jest stymulantą, a d_{jt}^i destymulantą, przy czym indeksy oznaczają kolejno: i województwa, które poddaje się analizie; j lata ($j = 1, \dots, 5$) oraz t stymulanty bądź destymulanty ($t = 2009, \dots, 2019$).

Kolejnym etapem jest standaryzacja zmiennych. Istnieje wiele sposobów standaryzacji, w tym przypadku sprowadza się ona do podzielenia wartości j -tej zmiennej przez jej maksymalną wartość według wzoru:

$$\hat{s}_{jt}^i = \frac{s_{jt}^i}{\max_{it} (s_{jt}^i)}.$$

Uzyskana wystandaryzowana wartość zmiennej \hat{s}_{jt}^i mieści się w przedziale $[0,1]$, co daje porównywalność zmiennych. Zastosowano metodę taksonomiczną opartą na maksymalnej wartości sumy współczynników korelacji liniowej Pearsona między wskaźnikiem taksonomicznym Sk_t^i , a wystandaryzowanymi zmiennymi $X_{i,j}$. Pierwszym krokiem była budowa macierzy składającej się z wybranych zmiennych $M = [m_{ij}]$, gdzie m_{ij} jest wartością

j -tej zmiennej (stymulanty/destymulanty) w k -tym regionie (województwie), gdzie $k = i \pmod{16}$ (ze względu na fakt występowania 16 regionów). Będzie to macierz złożona ze 176 wierszy i 5 kolumn. Korzystając z własności kongruencji liniowej otrzymano równość $k = i + 16p$. Niech teraz X będzie macierzą po standaryzacji, której dokonuje się używając wzoru:

$$X_{i,j} = \frac{M_{i,j}}{\max(M_{i,j})},$$

jeżeli j -ta kolumna macierzy M jest stymulantą. W przypadku destymulant wystarczy położyć $X_{i,j} = 1 - \frac{M_{i,j}}{\max(M_{i,j})}$. Wtedy wskaźnik taksonomiczny Sk_t^i dany jest przez kombinację liniową wystandaryzowanych zmiennych oraz pewnego wektora wag $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_5)$:

$$Sk_t^i = \omega_1 X_{i,1} + \omega_2 X_{i,2} + \dots + \omega_5 X_{i,5}.$$

Wektor wag jest argumentem funkcji:

$$F(\omega) = \sum_{j=1}^5 cor(X_{i,j}, X \cdot \omega),$$

gdzie: $X \cdot \omega$ oznacza mnożenie macierzy X przez wektor wag ω . W rezultacie powstaje szukany wskaźnik taksonomiczny (Bolińska, Chornenka, 2020, s. 4-6).

Trzecim wykorzystanym podejściem metodycznym do oceny prawdopodobieństwa zmian potencjału innowacyjnego gospodarek polskich regionów administracyjnych jest zastosowanie procesu stochastycznego posiadającego własność Markowa¹.

Uwaga 3.1. Niech $E \subset \mathbb{R}^d$ będzie zbiorem skończonym bądź przeliczalnym oraz niech dane będą funkcje $P: E \times E \rightarrow \mathbb{R}$ i $p: E \rightarrow \mathbb{R}$. Funkcje te należy interpretować jako skończoną lub przeliczalną macierz $P(i, j)$ oraz wektor o współrzędnych $p(i)$, przy czym $i, j \in E$.

Definicja 3.2. (łańcuch Markowa) Niech X_n będzie danym ciągiem wektorów losowych zdefiniowanym na przestrzeni probabilistycznej (Ω, Σ, P) , o wartościach w \mathbb{R}^d , gdzie $n \in \mathbb{N}_{\geq 0}$. Ciąg X_n nazywamy łańcuchem Markowa, jeżeli spełnione są następujące warunki:

1. $\forall i \in E P(X_0 = i) = p(i)$,
2. $\forall n \geq 0 P(X_{n+1} = i_{n+1} | (X_0 = i_0, \dots, X_n = i_n)) = P(X_{n+1} = i_{n+1} | (X_n = i_n)) = P(i_n, i_{n+1})$, dla każdego $i_0, \dots, i_{n+1} \in E$,
3. $\sum_{i \in E} p(i) = 1$,
4. $\sum_{j \in E} P(i, j) = 1$ dla każdego $i \in E$.

¹ A. Markow po raz pierwszy opisał problem rozkładu prawdopodobieństw przejść między poszczególnymi stanami w 1906 roku. Pierwotne uogólnienie sposobu przeliczania nieskończonych przestrzeni stanów zostało opracowane przez Kołmogorowa w 1936. Łańcuchy Markowa mają związek z ruchami Browna oraz hipotezą ergodyczną.

Powyższą definicję można rozumieć następująco, E utożsamia się ze zbiorem możliwych stanów pewnego systemu. Natomiast ciąg X_n interpretuje się jako stan, w którym dany system znajduje się w chwili n . Wprost z definicji łańcucha Markowa wynika, że prawdopodobieństwo przejścia z jednego stanu do drugiego zależy jedynie od samych stanów, a nie od historii całego układu i szczególnej chwili, w której to następuje.

Twierdzenie 3.3. Niech będą dane zmienne losowe X_0, \dots, X_{n-1} oraz nie zbiór A będzie dany następująco:

$$A = \cup \{X_0 = i_0, \dots, X_{n-1} = i_{n-1}\},$$

gdzie: suma ta jest brana po pewnym zbiorze indeksów i_0, \dots, i_{n-1} . Wtedy zachodzi równość:

$$P(X_{n+1} = j | X_n = i \text{ oraz } A) = P(i, j).$$

Twierdzenie to daje interpretację współczynników macierzy $P^k(i, j)$, które rozumie się jako prawdopodobieństwa przejścia w ze stanu i do stanu j w dokładnie k krokach. Przy czym warunek $P^k(i, j) > 0$ oznacza, że dane przejście jest możliwe.

Twierdzenie 3.4. Dla każdego $k \in \mathbb{N}_{\geq 1}$ oraz dla $i, j \in E$ prawdziwa jest następująca równość:

$$P(X_{n+k} = j | X_n = i) = P^k(i, j).$$

Dodatkowo prawdziwa jest zależność:

$$P^{m+n}(i, j) = \sum_{l \in E} P^m(i, l) P^n(l, j) \geq P^m(i, k) P^n(k, j),$$

dla każdego stanów i, j, k .

Intuicyjnie mówiąc, jeżeli możliwe jest przejście ze stanu i do stanu k i tak samo możliwe jest przejście ze stanu k do stanu j , to oczywiście możliwe jest przejście ze stanu i do stanu j (Jakubowski, Sztencel, 2001, s. 33-37, 263-299).

Wyniki przeprowadzonej analizy

W pierwszej kolejności dokonano klasyfikacji przy użyciu metody Perkala. Dla ułatwienia analizy w metodzie Perkala zastosowano klasyfikację województw i wyodrębniono trzy grupy obiektów. W tym celu wykorzystano technikę podziału, która opiera się na trzech przedziałach $(-\infty; -0,5)$, $(-0,5; 0)$ oraz $(0; +\infty)$. Przy czym grupa pierwsza zawiera regiony z najwyższą wartością analizowanego wskaźnika, a więc o najwyższym poziomie rozwoju potencjału innowacyjnego. Do grupy drugiej zalicza się województwa o średnim poziomie rozwoju potencjału innowacyjnego. Trzecia zaś charakteryzuje regiony o najniższym poziomie wskaźnika Perkala. Wyniki klasyfikacji przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki klasyfikacji indeksu Perkala w poszczególnych województwach w latach 2009-2019

Jednostka terytorialna	2009	Jednostka terytorialna	2010	Jednostka terytorialna	2011
Mazowieckie	3,20078	Mazowieckie	3,25034	Mazowieckie	3,24525
Śląskie	0,93044	Śląskie	0,93826	Śląskie	0,87153
Małopolskie	0,26465	Małopolskie	0,16994	Wielkopolskie	0,37463
Dolnośląskie	0,23872	Wielkopolskie	0,15880	Małopolskie	0,21952
Wielkopolskie	0,13091	Dolnośląskie	0,12112	Dolnośląskie	0,08996
Pomorskie	-0,00268	Pomorskie	-0,03017	Łódzkie	-0,02972
Łódzkie	-0,07303	Łódzkie	-0,08313	Pomorskie	-0,11039
Lubelskie	-0,34328	Podkarpackie	-0,33805	Podkarpackie	-0,26312
Podkarpackie	-0,36647	Lubelskie	-0,36906	Lubelskie	-0,32594
Kujawsko-Pomorskie	-0,38868	Kujawsko-Pomorskie	-0,37582	Kujawsko-Pomorskie	-0,43796
Zachodniopomorskie	-0,50767	Zachodniopomorskie	-0,46385	Zachodniopomorskie	-0,49677
Opolskie	-0,58315	Warmińsko-Mazurskie	-0,57062	Opolskie	-0,59099
Świętokrzyskie	-0,59775	Podlaskie	-0,58105	Świętokrzyskie	-0,61456
Podlaskie	-0,61054	Opolskie	-0,59038	Podlaskie	-0,61655
Warmińsko-Mazurskie	-0,61846	Świętokrzyskie	-0,59193	Warmińsko-Mazurskie	-0,62838
Lubuskie	-0,67378	Lubuskie	-0,64440	Lubuskie	-0,68653

Jednostka Terytorialna	2012	Jednostka Terytorialna	2013	Jednostka Terytorialna	2014
Mazowieckie	3,34802	Mazowieckie	3,27037	Mazowieckie	3,20277
Śląskie	0,57887	Śląskie	0,57625	Śląskie	0,69150
Małopolskie	0,28878	Małopolskie	0,40752	Dolnośląskie	0,44584
Wielkopolskie	0,16144	Dolnośląskie	0,38875	Małopolskie	0,30306
Dolnośląskie	0,15962	Wielkopolskie	0,14314	Wielkopolskie	0,16587
Łódzkie	0,01603	Łódzkie	-0,07353	Łódzkie	-0,03062
Pomorskie	-0,15701	Pomorskie	-0,12425	Pomorskie	-0,08605
Lubelskie	-0,28410	Podkarpackie	-0,21360	Podkarpackie	-0,09209
Podkarpackie	-0,30838	Lubelskie	-0,37904	Lubelskie	-0,35221
Zachodniopomorskie	-0,42351	Kujawsko-Pomorskie	-0,40879	Zachodniopomorskie	-0,41922
Kujawsko-Pomorskie	-0,43156	Zachodniopomorskie	-0,41613	Kujawsko-Pomorskie	-0,43406
Podlaskie	-0,56196	Podlaskie	-0,60896	Podlaskie	-0,65460
Warmińsko-Mazurskie	-0,56387	Świętokrzyskie	-0,62027	Warmińsko-Mazurskie	-0,66954
Świętokrzyskie	-0,56587	Opolskie	-0,62847	Opolskie	-0,67216
Opolskie	-0,61432	Warmińsko-Mazurskie	-0,62857	Świętokrzyskie	-0,67253
Lubuskie	-0,64218	Lubuskie	-0,68442	Lubuskie	-0,72595

Jednostka Terytorialna	2015	Jednostka Terytorialna	2016	Jednostka Terytorialna	2017
Mazowieckie	3,17742	Mazowieckie	2,96196	Mazowieckie	3,12817
Śląskie	0,65659	Małopolskie	0,68028	Śląskie	0,51597
Małopolskie	0,46349	Śląskie	0,62113	Małopolskie	0,50372
Dolnośląskie	0,31534	Wielkopolskie	0,29227	Łódzkie	0,28435
Wielkopolskie	0,27798	Dolnośląskie	0,27834	Wielkopolskie	0,17999
Łódzkie	0,01750	Łódzkie	0,25811	Dolnośląskie	0,17698
Pomorskie	-0,07073	Pomorskie	0,00877	Pomorskie	-0,08959
Podkarpackie	-0,19586	Podkarpackie	-0,14763	Podkarpackie	-0,25638
Zachodniopomorskie	-0,39200	Kujawsko-Pomorskie	-0,44605	Lubelskie	-0,34096
Lubelskie	-0,42792	Lubelskie	-0,46625	Kujawsko-Pomorskie	-0,43586
Kujawsko-Pomorskie	-0,43714	Zachodniopomorskie	-0,49985	Zachodniopomorskie	-0,44960
Warmińsko-Mazurskie	-0,62964	Podlaskie	-0,66419	Podlaskie	-0,61874
Lubuskie	-0,67753	Warmińsko-Mazurskie	-0,68128	Świętokrzyskie	-0,63662
Podlaskie	-0,68763	Lubuskie	-0,71140	Lubuskie	-0,63832
Świętokrzyskie	-0,68797	Opolskie	-0,73562	Warmińsko-Mazurskie	-0,65849
Opolskie	-0,70190	Świętokrzyskie	-0,74858	Opolskie	-0,66463

Jednostka Terytorialna	2018	Jednostka Terytorialna	2019
Mazowieckie	3,09802	Mazowieckie	3,08187
Małopolskie	0,58926	Małopolskie	0,56191
Śląskie	0,48467	Śląskie	0,50959
Łódzkie	0,25661	Łódzkie	0,26043
Dolnośląskie	0,18398	Dolnośląskie	0,25996
Wielkopolskie	0,17524	Wielkopolskie	0,15973
Pomorskie	-0,03933	Pomorskie	-0,00913
Podkarpackie	-0,29926	Podkarpackie	-0,26279
Lubelskie	-0,30727	Lubelskie	-0,31729
Kujawsko-Pomorskie	-0,45803	Kujawsko-Pomorskie	-0,43895
Zachodniopomorskie	-0,46780	Zachodniopomorskie	-0,50557
Lubuskie	-0,57232	Świętokrzyskie	-0,63703
Podlaskie	-0,59924	Lubuskie	-0,65287
Świętokrzyskie	-0,67459	Warmińsko-Mazurskie	-0,66339
Opolskie	-0,68187	Podlaskie	-0,66365
Warmińsko-Mazurskie	-0,68807	Opolskie	-0,68281

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego.

Uwzględniając przyjęty podział można zauważyć, że na przestrzeni lat 2009-2019 do pierwszej grupy zaliczały się województwa: mazowieckie, jako niezmienny lider, śląskie, małopolskie, dolnośląskie i wielkopolskie. Wyjątkami były województwa łódzkie i pomorskie, które w zależności od analizowanego roku zaliczały się do klasy pierwszej lub drugiej. Województwami, które na przestrzeni lat 2009-2019 klasyfikowały się w grupie drugiej były lubelskie, podkarpackie, kujawsko-pomorskie. W tym przypadku wyjątek stanowiło województwo zachodniopomorskie, które oscylowało między grupami drugą a trzecią. Najslabszymi pod względem potencjału innowacyjnego okazały się sklasyfikowane w ostatniej klasie regiony: lubuski, świętokrzyski, opolski, warmińsko-mazurski oraz podlaski.

Analizując cały okres badania można zauważyć, że jedynym województwem, którego pozycja pozostała niezmienna było województwo mazowieckie. Regiony śląski i małopolski na przestrzeni lat 2009-2019 rywalizowały o pozycje wicelidera, przy czym w ostatnim latach (2016, 2018, 2019) górowała Małopolska. Przy czym w 2014 roku widać znaczny spadek rozwoju potencjału innowacyjnego w regionie małopolskim, co mogło być rezultatem zmniejszenia wielkości nakładów inwestycyjnych w przedsiębiorstwach na działalność badawczo-rozwojową oraz nakładów inwestycyjnych przedsiębiorstw związanych z zakupem wiedzy czy zakupem oprogramowania. Pozycje województw dolnośląskiego i wielkopolskiego w analizowanym okresie oscylowały wokół miejsca czwartego i piątego, za wyjątkiem lat 2011 (wielkopolskie na wysokiej, trzeciej pozycji) oraz 2014 (dolnośląskie na wysokiej, trzeciej pozycji). Badanie potencjału innowacyjnego przy pomocy indeksu Perkała wykazało, że choć w większości pozycja regionu łódzkiego w porównaniu rocznym nie zmieniała się, to w ogólnym rozrachunku wzrosła z siódmego miejsca w 2009 roku do czwartego miejsca w

2019 roku, co pozwoliło na uplasowanie się wśród regionów o najwyższym potencjale innowacyjnym. Neutralne zmiany zaobserwowano w przypadku województwa pomorskiego, które to przez prawie cały badany okres plasowało się na siódmej pozycji, wśród regionów postrzeganych przeciętnie w kontekście rozwoju potencjału innowacyjnego. Pozytywną zmianę w rankingu zanotował region lubuski, w pierwszym okresie analizy plasował się na miejscu ostatnim, natomiast na koniec analizowanego okresu znalazł się na miejscu trzynastym. Niewątpliwie jest to wynik wzrostu zatrudnienia w przedsiębiorstwach zajmujących się działalnością B+R i znacznym wzrostem nakładów inwestycyjnych na badania i rozwój. Województwem, które na przestrzeni lat zanotowało największy spadek w rankingu sporządzonym na podstawie wskaźnika Perkala było województwo opolskie, spadek aż o cztery pozycje między 2009, a 2019 rokiem. Przyczyn takiej sytuacji należy upatrywać w coraz mniejszej liczbie wynalazków zgłaszanych do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej (UPRP) oraz malejących nakładach inwestycyjnych na działalność B+R, środki trwałe ogółem i zakup wiedzy/oprogramowania. W grupie badanych szesnastu regionów znaczna większość wykazywała wahania w poszczególnych latach budowy tego rankingu.

Na podstawie wcześniej wskazanych pięciu zmiennych zbudowano wskaźnik taksonomiczny dotyczący rozwoju potencjału innowacyjnego polskich województw. Współrzędne wektora wag wyznaczono w oparciu o algorytm optymalizacyjny *Local multivariate optimization* i kształtowały się one następująco:

- wynalazki zgłoszone do UPRP ogółem (zgłoszenia) – 0,166,
- zatrudnienie w sektorze B+R według sektorów wykonawczych – 0,199,
- nakłady inwestycyjne na działalność badawczo-rozwojową w przedsiębiorstwach z sektora usług i przemysłowych – 0,215,
- nakłady inwestycyjne na środki trwałe ogółem w przedsiębiorstwach z sektora usług i przemysłowych – 0,205,
- pozostałe (inne) nakłady inwestycyjne na zakup wiedzy/zakup oprogramowania w przedsiębiorstwach z sektora usług i przemysłowych – 0,215.

Największą wagę mają nakłady inwestycyjne na działalność w sektorze badań i rozwoju oraz nakłady inwestycyjne na zakup wiedzy/zakup oprogramowania. Mniej istotne okazały się zgłoszenia do UPRP oraz zatrudnienie w B+R.

Tabela 2. Wartości wskaźnika taksonomicznego rozwoju potencjału innowacyjnego województw w Polsce w latach 2009-2019

Województwa	Wskaźnik taksonomiczny dla województw w latach 2009-2019										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Dolnośląskie	0,13722	0,14007	0,13487	0,16511	0,19401	0,20325	0,20444	0,18506	0,17562	0,19345	0,21208
Kujawsko-Pomorskie	0,05714	0,06105	0,05590	0,05679	0,06370	0,06207	0,07214	0,07157	0,06976	0,07390	0,07743
Lubelskie	0,05892	0,05539	0,07186	0,08284	0,06908	0,07791	0,07596	0,07140	0,08359	0,09787	0,09711
Lubuskie	0,01592	0,01522	0,01809	0,01861	0,01716	0,01501	0,03016	0,02919	0,03305	0,04719	0,03577
Łódzkie	0,10530	0,11098	0,12183	0,13844	0,11947	0,13014	0,15174	0,18297	0,17941	0,18919	0,18787
Małopolskie	0,13038	0,13471	0,14397	0,18339	0,19593	0,17652	0,22856	0,24546	0,24269	0,28810	0,28885
Mazowieckie	0,54347	0,67055	0,61081	0,72758	0,71559	0,60277	0,65198	0,57226	0,75238	0,80693	0,79893
Opolskie	0,02759	0,02364	0,03146	0,02401	0,02717	0,02488	0,02646	0,02619	0,02964	0,03253	0,03311
Podkarpackie	0,05102	0,06066	0,07270	0,07737	0,08581	0,10759	0,11181	0,11843	0,10249	0,10503	0,11370
Podlaskie	0,02374	0,02491	0,02852	0,03286	0,03014	0,02732	0,02792	0,03831	0,03685	0,04488	0,03603
Pomorskie	0,11158	0,11604	0,10054	0,10439	0,10796	0,11281	0,13181	0,13603	0,13368	0,15970	0,16901
Śląskie	0,21023	0,25613	0,25188	0,24502	0,22125	0,24380	0,26074	0,23517	0,23450	0,24818	0,25286
Świętokrzyskie	0,02262	0,02225	0,02675	0,03375	0,02801	0,02495	0,02851	0,02374	0,03344	0,03208	0,03999
Warmińsko-Mazurskie	0,02224	0,02659	0,02615	0,03257	0,02790	0,02483	0,03961	0,03557	0,03102	0,03020	0,03748
Wielkopolskie	0,11639	0,14007	0,17187	0,16296	0,15477	0,16021	0,19927	0,19300	0,17512	0,18877	0,18685
Zachodniopomorskie	0,03800	0,04407	0,04949	0,05777	0,06351	0,06852	0,08303	0,06505	0,06394	0,06684	0,06218

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego.

We wszystkich latach największą wartością wskaźnika taksonomicznego opisującego rozwój potencjału innowacyjnego cieszyło się województwo mazowieckie. Średnio na drugim miejscu na przestrzeni lat plasowało się województwo śląskie, przy czym przez ostatnie cztery lata spadło na miejsce trzecie na rzecz województwa małopolskiego. Trzecie miejsce zajmowały województwa dolnośląskie (2009, 2010, 2014), małopolskie (2012, 2013, 2015), wielkopolskie (2011). Do grupy województw o przeciętnej wartości omawianego wskaźnika zaliczyć można województwo łódzkie (średnio plasujące się na miejscu szóstym), pomorskie (średnio plasujące się na miejscu siódmym), podkarpackie (średnio plasujące się na miejscu ósmym), lubelskie (średnio plasujące się na miejscu dziewiątym), kujawsko-pomorskie (średnio plasujące się na miejscu dziesiątym), zachodniopomorskie (średnio plasujące się na miejscu jedenastym). Najniższą wartością wskaźnika taksonomicznego wyróżniały się regiony: lubuski, warmińsko-mazurski, opolski oraz podlaski. Nie można określić czy w poszczególnych latach dany wskaźnik miał tendencję rosnącą czy malejącą, z pewnością podlegał wahaniom.

W tabeli 3. zaprezentowano przynależność województw w Polsce do poszczególnych grup kwartylowych. Przynależność danego regionu do wyższej grupy kwartylowej świadczy o niższym poziomie rozwoju potencjału innowacyjnego i odpowiednio, przynależność do grupy niższej oznacza jego wyższy poziom. Analizując dane można stwierdzić, że

bezapelacyjnie najlepiej rozwiniętymi województwami w kontekście potencjału innowacyjnego były województwa mazowieckie oraz śląskie, które jako jedyne przez cały analizowany okres znajdowały się w pierwszej grupie kwartylowej. Wysokim stopniem rozwoju charakteryzowały się także województwa: małopolskie, dolnośląskie, wielkopolskie, pomorskie oraz łódzkie. Nieznacznie gorsze wyniki zanotowało województwo podkarpackie. Najslabiej rozwiniętymi regionami okazały się: lubuskie, opolskie, podlaskie, świętokrzyskie i warmińsko-mazurskie. W pozostałych województwach zaobserwować można średni poziom rozwoju potencjału innowacyjnego. Województwa lubelskie, zachodniopomorskie i kujawsko-pomorskie na przestrzeni lat zwykle plasowały się w trzeciej grupie kwartylowej.

Tabela 3. Województwa w grupach kwartylowych - taksonomiczny wskaźnik rozwoju potencjału innowacyjnego polskich województw w latach 2009-2019

Województwa	Przynależność województw do grup kwartylowych w latach 2009-2019										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Dolnośląskie	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4
Kujawsko-Pomorskie	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lubelskie	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2
Lubuskie	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Łódzkie	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3
Małopolskie	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mazowieckie	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Opolskie	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Podkarpackie	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Podlaskie	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1
Pomorskie	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Śląskie	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Świętokrzyskie	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
Warmińsko-Mazurskie	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1
Wielkopolskie	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3
Zachodniopomorskie	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego.

W tabeli 4. ujęto przesunięcia poszczególnych województw między grupami kwartylowymi w latach 2009-2019. Dzięki tej analizie w przejrzysty sposób pokazana została dynamika zmian w poszczególnych regionach wiążących się z potencjałem innowacyjnym. Odczytuje się ją odpowiednio: znak plus (minus) w poszczególnych komórkach oznacza, że nastąpiło przesunięcie z grupy kwartylowej niższej (wyższej), do grupy kwartylowej wyższej (niższej).

Na podstawie danych zwartych w tabeli 4. można wywnioskować, że zmiany dotyczące przejść między grupami kwartylowymi były znikome. Cztery województwa (mazowieckie,

pomorskie, śląskie i zachodniopomorskie) przez cały analizowany okres nie zmieniły swojego miejsca w grupie kwartyłowej. Żaden z badanych regionów nie zanotował zmiany grupy kwartyłowej o więcej niż jedną pozycję w górę lub w dół, przy czym wystąpiło 18 zmian na niekorzyść regionu oraz 17 zmian pozytywnych. Porównując rok początkowy 2009 i zamykający analizę 2019, jedynie dwa województwa (lubelskie i opolskie) znalazły się w niższej grupie kwartyłowej.

Tabela 4. Ewolucja wskaźnika rozwoju potencjału innowacyjnego polskich województw w latach 2009-2019

Województwa	Przesunięcia województw między grupami kwartyłowymi w latach 2009-2019										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Dolnośląskie	4	0	-1	1	0	0	0	-1	0	1	0
Kujawsko-Pomorskie	2	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Lubelskie	3	-1	0	1	-1	0	0	0	0	0	0
Lubuskie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
Łódzkie	3	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0
Małopolskie	4	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Mazowieckie	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opolskie	2	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
Podkarpackie	2	0	1	-1	1	0	0	0	0	0	0
Podlaskie	1	0	0	0	1	0	-1	1	0	-1	0
Pomorskie	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Śląskie	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Świętokrzyskie	1	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	1
Warmińsko-Mazurskie	1	1	-1	0	0	0	1	-1	0	0	0
Wielkopolskie	3	1	0	-1	0	0	0	1	-1	0	0
Zachodniopomorskie	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego.

W oparciu o wcześniej przedstawioną teorię łańcuchów Markowa opracowano tabelę 5. prezentującą poszczególne dla danych lat macierze przejścia. Opisują one tak zwane prawdopodobieństwa przejścia, czyli prawdopodobieństwa, że dane województwo znajdzie się w jednej z czterech grup kwartyłowych.

Tabela 5. Macierze przejścia Markowa dla wskaźnika taksonomicznego charakteryzującego potencjał innowacyjny polskich województw w latach 2009-2019

Prawdopodobieństwo przejścia				
2009/2010	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,5	0,25	0
3	0	0,25	0,5	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Prawdopodobieństwo przejścia				
2010/2011	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,5	0,25	0
3	0	0,25	0,5	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Prawdopodobieństwo przejścia				
2011/2012	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,5	0,25	0
3	0	0,25	0,5	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Prawdopodobieństwo przejścia				
2012/2013	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	0,75	0,25	0
3	0	0,25	0,5	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Prawdopodobieństwo przejścia				
2013/2014	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

Prawdopodobieństwo przejścia				
2014/2015	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	0,75	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Prawdopodobieństwo przejścia				
2015/2016	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,75	0	0
3	0	0	0,75	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Prawdopodobieństwo przejścia				
2016/2017	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,75	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

Prawdopodobieństwo przejścia				
2017/2018	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,75	0	0
3	0	0	0,75	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Prawdopodobieństwo przejścia				
2018/2019	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	0,75	0,25
4	0	0	0,25	0,75

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego.

Prawdopodobieństwo tego, że dane województwo będąc w pierwszej grupie kwartyłowej w 2009 roku pozostanie w niej na rok 2010 wynosi 75% (dolnośląskie, mazowieckie, śląskie). Prawdopodobieństwo, że województwo z grupy pierwszej przesunie się do grupy drugiej wynosi 25% (małopolskie). Analogicznie, prawdopodobieństwo, że województwo z grupy drugiej awansuje do grupy pierwszej wynosi 25% (wielkopolskie), zostanie w grupie drugiej 50% (łódzkie, pomorskie), przesunie się do grupy trzeciej 25% (lubelskie). Region pierwotnie będący w grupie trzeciej z prawdopodobieństwem 0,5 w niej pozostanie (podkarpackie, zachodniopomorskie), z prawdopodobieństwem 0,25 przesunie się do grupy drugiej (kujawsko-pomorskie) lub czwartej (opolskie). Województwo będące w 2009 roku w grupie czwartej z prawdopodobieństwem 0,25 przejdzie do grupy trzeciej (warmińsko-mazurskie), a z prawdopodobieństwem 0,75 pozostanie w pierwotnej grupie (lubuskie, podlaskie, świętokrzyskie). Macierze przejścia między latami 2010 i 2011 oraz 2011 i 2012 są identyczne jak w pierwszym okresie, więc ich interpretacja pozostaje bez zmian.

Badając okres od 2012 do 2013 roku widać, że prawdopodobieństwo pozostania w pierwszej grupie kwartylowej wynosi 100% (dolnośląskie, małopolskie, mazowieckie, śląskie). Trzy województwa pozostały w grupie drugiej (łódzkie, pomorskie, wielkopolskie), jedno przeszło do grupy trzeciej (lubelskie). Prawdopodobieństwo, że region będący w 2012 roku w grupie trzeciej, pozostanie w niej w 2013 roku wynosi 0,5 (kujawsko-pomorskie, zachodniopomorskie), awansuje do grupy drugiej wynosi 0,25 (podkarpackie) i spadnie do grupy czwartej tak samo 0,25 (świętokrzyskie). Województwa będące w grupie czwartej z prawdopodobieństwem 75% w niej pozostaną (lubuskie, opolskie, warmińsko-mazurskie), awansują o klasę wyżej 25% (podlaskie).

W okresie 2013-2014 widać największą stabilność w ruchu między grupami, cztery województwa pozostały w pierwszej grupie kwartylowej, tak samo cztery w drugiej, trzeciej i czwartej grupie (prawdopodobieństwa wynosiły 100%).

Natomiast okres 2014-2015 charakteryzuje się jedynie względną stabilnością. Mianowicie, prawdopodobieństwo, że dany region pozostanie w grupie pierwszej (dolnośląskie, mazowieckie, małopolskie, śląskie) lub w grupie drugiej (łódzkie, podkarpackie, pomorskie, wielkopolskie) wynosi 100%. Prawdopodobieństwo, że województwo pozostanie w grupie trzeciej (kujawsko-pomorskie, lubelskie, zachodniopomorskie) jak i w grupie czwartej (lubuskie, opolskie, świętokrzyskie) wynosi po 0,75. Region będący pierwotnie w trzeciej grupie kwartylowej przesunie się do grupy czwartej (podlaskie) z prawdopodobieństwem 0,25, tyle samo wynosi przesunięcie regionu z grupy czwartej do trzeciej (warmińsko-mazurskie). Jednakowa interpretacja macierzy przejścia dotyczy okresu 2018-2019. Symetrycznie można także zinterpretować prawdopodobieństwa przejścia między grupami w latach 2016-2017, przy czym tutaj zdarzeniami pewnymi będą zdarzenia pozostania w grupie trzeciej i czwartej.

Interpretacja macierzy przejścia dla lat 2015-2016 i 2017-2018 będzie tożsama. Mianowicie, prawdopodobieństwo że dane województwo będąc w grupie pierwszej, pozostanie w niej na kolejny rok wynosi 75% (małopolskie, mazowieckie, śląskie), to samo dotyczy pozostania w grupie drugiej (2015/2016: łódzkie, podkarpackie, pomorskie; 2017/2018: podkarpackie, pomorskie, wielkopolskie), trzeciej (kujawsko-pomorskie, lubelskie, zachodniopomorskie) i czwartej (lubuskie, opolskie, świętokrzyskie). Dopelniając, jedno województwo z prawdopodobieństwem 25% przesunie się do grupy pierwszej (2015/2016: wielkopolskie, 2017/2018: dolnośląskie), drugiej (2015/2016: dolnośląskie, 2017/2018: łódzkie), trzeciej (2015/2016: podlaskie, 2017/2018: lubuskie), czwartej (2015/2016: warmińsko-mazurskie, 2017/2018: podlaskie).

Podsumowanie

Dokonano diagnozy potencjału innowacyjnego polskich województw w latach 2009-2019, posługując się pięcioma wybranymi zmiennymi objaśniającymi, tak aby w jak najlepszy sposób obrazowały badane pojęcie. Były to zgłoszenia wynalazków do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej ogółem, zatrudnienie w B+R według sektorów wykonawczych, nakłady inwestycyjne na badania i rozwój w przedsiębiorstwach przemysłowych i z sektora usług, nakłady inwestycyjne na środki trwałe ogółem w przedsiębiorstwach przemysłowych i z sektora usług oraz pozostałe nakłady inwestycyjne na zakup wiedzy/oprogramowania w przedsiębiorstwach przemysłowych i z sektora usług.

Najlepiej rozwiniętym województwem w badanym kontekście było województwo mazowieckie, co nie jest zaskoczeniem, gdyż dystans rozwojowy pod każdym względem między regionem mazowieckim a pozostałymi jest znaczny. Jest to duży ośrodek gospodarczy z największym w Polsce zapleczem edukacyjnym, a także wsparty obecnością kapitału zagranicznego, co buduje potencjał innowacyjny. W gronie najlepiej rozwiniętych w kontekście potencjału innowacyjnego zarówno na podstawie indeksu Perkala jak i wskaźnika taksonomicznego znalazły się także regiony: dolnośląski, wielkopolski, małopolski i śląski. W analizie najslabiej wypadły województwa lubuskie, opolskie, świętokrzyskie i podlaskie. Ich niską pozycję determinują słabe uprzemysłowienie, słabiej rozwinięta infrastruktura edukacyjna, co w oczywisty sposób przekłada się na spadek aktywności w sferze badawczo-rozwojowej, dalej w zatrudnieniu, liczbie patentów, skończywszy na samych nakładach na B+R. Pozostałe regiony charakteryzowały się przeciętnym poziomem rozwoju potencjału innowacyjnego w analizowanym okresie zarówno na podstawie wskaźnika Perkala jak i taksonomicznego. Nie zanotowano też trendu spadkowego bądź rosnącego w przypadku obu wskaźników, ich wartości przez cały badany okres podlegały fluktuacjom.

Muszą nastąpić istotne zmiany w procesie zarządzania województwami najslabszymi pod kątem potencjału innowacyjnego i innowacyjności, tak aby zmienić ich charakter, a przede wszystkim zniwelować istniejące obawy i ryzyka związane z innowacjami. Władze regionalne powinny podejmować decyzje i działania zorientowane na wzmacnianie szeroko rozumianych procesów rozwoju potencjału innowacyjnego, a w dłuższej perspektywie także na budowanie skutecznego systemu innowacji na poziomie regionalnym. Powinny dążyć do wyrównania szans między regionami, tak by w największym stopniu wspierać regiony zaniedbane, które potrzebują proinnowacyjnego a zarazem prorozwojowego bodźca.

Bibliografia

Alpeeva, E., Kharchenko, E., Ovcharova, O., (2014). Innovative Potential of Russian Regions: Methodological Aspects of Analysis and Development Trends. *Procedia Economics and Finance*, 14, 313-319. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00718-7](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00718-7)

Bolińska, M., Chornenka, O. (2020). Spatial differentiation of the economic development of Polish voivodeships and Ukrainian oblasts. W: Wisła, R., Nowosad, A. (red.), *Economic Transformation in Poland and Ukraine* (223-245). London: Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003041375>

Feltynowski, M., Nowakowska, A. (2009). Metoda oceny potencjału innowacyjnego regionów. W: Nowakowska, A. (red.), *Zdolności innowacyjne polskich regionów* (11-23). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. Pobrano z: http://www.region.uni.lodz.pl/wgrane_pliki/zdolnosciinnowacyjnepolskichregionow.pdf

Jakubowski, J., Sztencel, R. (2001). *Wstęp do teorii prawdopodobieństwa*. Warszawa: SCRIPT. Pobrano z: <http://math.uni.wroc.pl/~kkrystecki/teaching/lo3/JS.pdf>

Kagan, E.S., Gutova, S.G., Chernova, E.S. (2018). Typology of resource regions by the level of innovative potential: fuzzy approach. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 206, 012017. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/206/1/012017>

Lyubova, O., Misbakhova, A., (2018). Innovative Potential as a Factor of Increasing the Competitiveness of the Republic of Tatarstan. *Journal of History Culture and Art Research*, 7, 4, 407-415. DOI: <https://doi.org/10.7596/taksad.v7i4.1864>

Nurpeisova, A., Mauina, G., Niyazbekova, Sh., Jumagaliyeva, A., Zholmukhanova, A., Tyurina, Yu., Murtuzaliev, S., Maisigova L. (2020). Impact of R&D expenditures on the country's innovative potential: a case study. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8, 2, 682-697. DOI: [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2\(41\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.8.2(41))

Pawlik, A., Dziekański, P., (2017). Potencjał innowacyjny województw wehikułem rozwoju gospodarki. *Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN*, 177, 216-225.

Tokarski, J. (1980). *Słownik wyrazów obcych*. Warszawa: PWN

Wisła, R. (2014). *Regionalne wzorce akumulacji wiedzy technicznej w krajach Europy Środkowo-Wschodniej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. Pobrano z: https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/3308/wisla_regionalne_wzorce_akumulacji_wiedzy_techicznej.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zbierowski, P. (2011). *Potencjał innowacyjny i wysoka efektywność regionu i przedsiębiorstw*. Katowice: Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach. Pobrano z: http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2011/119.pdf

Żołnierski, A., (2005). *Potencjał innowacyjny polskich małych i średniej wielkości przedsiębiorstw*. Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości. Pobrano z: <https://www.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/potencja%20innowacyjny%20polskich%20maych%20i%20redniej%20wielkoci%20przedsiębiorstw.pdf>