

DANIELA SZCZEPANIAK*

 <https://orcid.org/0000-0001-8220-0732>

IŁOŚCIOWA ANALIZA DYNAMIKI ZMIAN ZRÓŻNICOWANIA KAPITAŁU LUDZKIEGO WOJEWÓDZTW OPARTA NA ŁAŃCUCHACH MARKOWA

Abstrakt

Przedmiot badań: Regionalna analiza zróżnicowania poziomu kapitału ludzkiego w Polsce w latach 2006–2018.

Cel badawczy: Dynamiczna analiza zróżnicowania województw pod względem poziomu kapitału ludzkiego oparta na łańcuchach przejścia Markowa.

Metoda badawcza: W badaniu wykorzystano metody ilościowe. Do analizy zróżnicowania województw pod względem poziomu kapitału ludzkiego użyto metod taksonomicznych. Wartości wskaźnika taksonomicznego otrzymano trzema metodami: w oparciu o odległość w przestrzeni euklidesowej (OE), miejskiej (OM) oraz wskaźnik maksymalizujący sumę współczynników korelacji liniowej pomiędzy wskaźnikiem a jego składowymi (SK). Natomiast do dynamicznej analizy zmian zróżnicowania poziomu kapitału ludzkiego zastosowano łańcuchy przejścia Markowa.

Wyniki: Na podstawie przeprowadzonego badania wykazano, iż najwyższym poziomem kapitału ludzkiego charakteryzowały się województwa małopolskie oraz mazowieckie, najniższym natomiast lubuskie oraz kujawsko-pomorskie. Ponadto, stwierdzono również, że w analizowanym okresie najczęściej występowały ruchy województw pomiędzy drugą a trzecią grupą kwartylową, najrzadziej natomiast obserwowano zmiany w pierwszej grupie kwartylowej. Oznacza to, że pierwsza grupa kwartylowa była najbardziej hermetyczną, a należały do niej najczęściej województwa: małopolskie, mazowieckie, pomorskie oraz wielkopolskie. Równie ważnym wnioskiem płynącym z przeprowadzonego badania jest fakt, że w województwie podkarpackim zaobserwowano wzrost poziomu kapitału ludzkiego w latach 2006–2018, natomiast spadek zanotowano w województwie łódzkim oraz warmińsko-mazurskim.

Słowa kluczowe: analizy regionalne, kapitał ludzki, łańcuchy Markowa, wskaźniki taksonomiczne.

Klasyfikacja JEL: C10, C22, E24

* Doktorantka na kierunku Ekonomia, Uniwersytet Jagielloński, Wydział Zarządzania i Komunikacji Społecznej; e-mail: daniela.szczepaniak@interia.pl

1. Wstęp

Badania nad kapitałem ludzkim odgrywają bardzo ważną rolę w ekonomii. Teoretyczna koncepcja rozwinęła się w latach 60. XX w.¹, choć już wcześniej dostrzeżano ważność czynnika ludzkiego w ekonomii. Największy wkład na rozwinięcie owej koncepcji mieli Gary S. Becker (1962), Jacob Mincer (1958) oraz Theodore W. Schultz (1961). To prace tych ekonomistów stały się fundamentem do dalszych badań nad kapitałem ludzkim. Mincer kapitał ludzki postrzegał jako sumę wiedzy zdobywanej w okresie edukacji i doświadczenia pozyskanego w pracy². Mincer badał między innymi wpływ wielkości kapitału ludzkiego na podział dochodów. Schultz zdefiniował zaś kapitał ludzki jako „jakościowe komponenty jak umiejętności, wiedza i podobne atrybuty, które wpływają na ludzkie możliwości wykonywania pracy użytecznej”³. W swoich badaniach skupiał uwagę na wpływie poziomu kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy. Dla Beckera natomiast kapitał ludzki oznaczał wiedzę, którą posiadają ludzie⁴. Becker badał zależności pomiędzy inwestycjami w kapitał ludzki a poziomem dochodów oraz konsumpcji. Badania nad kapitałem ludzkim w Polsce przeprowadzali między innymi S.R. Domański⁵ (1993), S. Roszkowska⁶ (2004, 2013), K. Mroczek, T. Tokarski⁷ (2013). Domański oraz Roszkowska swoje badania nad kapitałem ludzkim powiązali z teorią wzrostu gospodarczego. Natomiast w pracy Mroczek, Tokarski (2013) przeprowadzono analizę zróżnicowania kapitału ludzkiego opartą o metody taksonomiczne. Autorzy badali wpływ poziomu kapitału ludzkiego na wielkości podstawowych zmiennych makroekonomicznych. W niniejszym artykule analiza oparta została na metodach taksonomicznych oraz łańcuchach przejścia

¹ **G.C. Becker**, *Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis*, Journal of Political Economy 1962/70/5, s. 9–49.

² **J. Mincer**, *Investment in Human Capital and Personal Income Distribution*, Journal of Political Economy 1958/66/4.

³ **T.W. Schultz**, *Investment in Human Capital*, The Free Press, New York, 1976, s. 35, cyt. za: **S.R. Domański**, *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, PWN, Warszawa 1993, s. 17.

⁴ **G.S. Becker**, *Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis*, Journal of Political Economy 1962/70/5, s. 9–49.

⁵ **S.R. Domański**, *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, PWN, Warszawa 1993.

⁶ **S. Roszkowska**, *Kapitał ludzki a wzrost gospodarczy w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2013. **S. Roszkowska**, *Kapitał ludzki a wzrost gospodarczy w ujęciu wojewódzkim*, Wiadomości Statystyczne 2005/4/2004, s. 46–67.

⁷ **K. Mroczek, T. Tokarski**, *Regionalne zróżnicowanie kapitału ludzkiego*, w: **M. Trojak** (red.), *Regionalne zróżnicowania rozwoju ekonomicznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013, s. 259–279.

Markowa. Analizę regionalną opartą na łańcuchach Markowa przeprowadzili Edigarian, Kościelniak, Trojak (2013). Dotyczyła ona zróżnicowania rozwoju ekonomicznego polskich województw oraz powiatów. Natomiast w badaniach nad kapitałem ludzkim w Polsce brakuje prac, w których zastosowanie znajdują łańcuchy Markowa, co stanowi wartość dodaną niniejszego artykułu.

Kapitał ludzki jest kategorią złożoną, przez co ciężko wskazać uniwersalną metodę badania owego kapitału, co do której większość badaczy byłaby zgodna. Często dobór miar jest związany z dostępem do danych statystycznych oraz ich porównywalnością. W niniejszym artykule doboru miar kapitału ludzkiego dokonano w oparciu o doświadczenia innych badaczy (por. m.in. Becker 1993; Domański 1993; Roszkowska 2004, 2013; Mroczek, Tokarski 2013). Do wyliczania wskaźników poziomu kapitału ludzkiego wybrano dane statystyczne z Banku Danych Lokalnych GUS ze strony internetowej www.stat.gov.pl, z okresu obejmującego lata 2006–2018⁸. Do analizy empirycznej wykorzystano trzy stymulanty oraz dwie destymulanty. Stymulantami są: liczba nauczycieli akademickich na 1000 mieszkańców, liczba studentów na 1000 mieszkańców, przeciętne trwanie życia w momencie narodzin. Natomiast destymulanty to: odsetek bezrobotnych powyżej 13 miesięcy wśród bezrobotnych ogółem oraz odsetek zgonów niemowląt wśród urodzeń żywych. Liczba nauczycieli akademickich na 1000 mieszkańców oraz liczba studentów na 1000 mieszkańców są stymulantami, które odzwierciedlają poziom szkolnictwa wyższego⁹. Przeciętne trwanie życia w momencie narodzin (por. Barro 1991; Domański 1993) oraz odsetek zgonów niemowląt wśród urodzeń żywych (por. Barro 1991; Sala-i-Martin 1997) odzwierciedlać mają ogólny stan zdrowia mieszkańców, którego istotność zauważył już Becker. Natomiast, odsetek bezrobotnych powyżej 13 miesięcy wśród bezrobotnych ogółem jest destymulantą (por. Mroczek, Tokarski 2013), gdyż bezrobotnymi długookresowo są zazwyczaj osoby najslabiej wykształcone, które tracą część nabytych umiejętności z powodu pozostawiania bez pracy.

Do pomiaru przestrzennego zróżnicowania poziomu kapitału ludzkiego województw zastosowano wskaźniki taksonomiczne oparte o odległość w przestrzeni euklidesowej (OE), miejskiej (OM) oraz wskaźnik maksymalizujący sumę współczynników korelacji Pearsona pomiędzy wystandaryzowanymi stymulantami a wskaźnikiem (SK). Dynamiczną analizę poziomu kapitału ludzkiego dokonano w oparciu o łańcuchy przejścia Markowa.

⁸ Okres analizy zależny był od dostępności danych na stronie www.stat.gov.pl; stan na 29.10.2020 r.

⁹ Analiza nie uwzględnia danych dotyczących edukacji w szkołach podstawowych oraz średnich, gdyż jest ona w Polsce obowiązkowa.

2. Wybrane metody taksonomiczne

Wartości wskaźników taksonomicznych kapitału ludzkiego (OE, OM, SK) zostały uzyskane w oparciu o następującą procedurę¹⁰ (por. Dykas 2009; Trojak 2013):

I. Destymulanty zamieniono na stymulanty zgodnie ze wzorem:

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

gdzie: i – województwo, j – numer stymulanty, t – lata.

II. Dokonano standaryzacji stymulant następująco:

$$\bar{s}_{jt}^i = \frac{s_{jt}^i}{\max_{it} s_{jt}^i}.$$

III. Obliczono wskaźnik poziomu kapitału ludzkiego oparty na odległości w przestrzeni:

- euklidesowej:

$$OE_{it} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^5 (1 - s_{ijt})^2}{5}}$$

- miejskiej:

$$OM_{it} = \frac{\sum_{j=1}^5 |1 - s_{ijt}|}{5}$$

- wskaźnik SK:

$$SK_{it} = \sum_{j=1}^5 (\omega_j s_{ijt}),$$

gdzie: $\sum_{j=1}^5 \omega_j = 1$.

¹⁰ P. Dykas, *Taksonomiczne wskaźniki przestrzennego zróżnicowania rozwoju powiatów województwa podkarpackiego*, Studia Prawno-Ekonomiczne 2009/LXXX, s. 200–214. M. Trojak, *Regionalne zróżnicowania rozwoju ekonomicznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013, s. 140–141.

Wagi dla wskaźnika SK zostały wyznaczone przez losowanie oparte o algorytm ewolucyjny. W celu porównania, w części dotyczącej przestrzennego zróżnicowania poziomu kapitału ludzkiego zastosowano wszystkie trzy podejścia. Natomiast w części dotyczącej analizy łańcuchów Markowa bazowano już tylko na wskaźniku uzyskanym metodą maksymalizującą sumę współczynników korelacji (SK)¹¹.

3. Łańcuchy Markowa

Dynamiczna analiza zróżnicowania poziomu kapitału ludzkiego polskich województw oparta została na łańcuchach Markowa. Na potrzeby niniejszego artykułu należy wprowadzić podstawowe definicje związane z owymi łańcuchami.

Definicja 1. Ciąg zmiennych losowych $(X_n)_{n=0}^{\infty}$ o wartościach w zbiorze stanów $S = \{1, \dots, N\}$ nazywamy łańcuchem Markowa, gdy dla każdego $t \in N$ i każdego ciągu $s_0, \dots, s_t \in N$ zachodzi¹²:

$$P(X_t = s_t | X_{t-1} = s_{t-1}, \dots, X_0 = s_0) = P(X_t = s_t | X_{t-1} = s_{t-1}).$$

Z definicji 1 wnioskować można, iż stan układu w chwili t zależy jedynie od stanu w momencie $t - 1$. Oznacza to, że dany układ, który jest łańcuchem Markowa, „wie” jedynie, gdzie był dokładnie jedną chwilę temu, nie ma znaczenia natomiast, gdzie znajdował się dwie chwile temu i wcześniej. W posługiwaniu się łańcuchami Markowa istotne jest zdefiniowanie pojęcia macierzy przejścia.

Definicja 2. Niech $(X_n)_{n=0}^{\infty}$ będzie łańcuchem Markowa o wartościach w zbiorze stanów $S = \{1, \dots, N\}$. Wówczas dla każdego $i, j \in S$ macierz przejścia P_{ij} w chwili $t \in N$ zdefiniowana jest następująco¹³:

$$P_{ij}(t) = P(X_t = s_j | X_{t-1} = s_i).$$

¹¹ Podobne podejście w doborze metody obliczania wskaźnika SK można znaleźć w pracy: **A. Edigarian, P. Kościelniak, M. Trojak**, *Analiza zróżnicowania rozwoju ekonomicznego województw i powiatów oparta na łańcuchach Markowa*, w: **M. Trojak** (red.), *Regionalne zróżnicowanie rozwoju ekonomicznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013, s. 177–213.

¹² **J. Jakubowski, R. Sztencel**, *Wstęp do teorii prawdopodobieństwa*, SCRIPT, Warszawa 2010, s. 278.

¹³ *Ibidem*, s. 281–282.

W dalszej części artykułu analizowane są macierze przejścia dla województw pomiędzy poszczególnymi grupami kwartylowymi¹⁴ w odniesieniu do poziomu kapitału ludzkiego mierzonego wskaźnikiem SK (por. Edigarian, Kościelniak, Trojak 2013).

4. Przestrzenne zróżnicowanie poziomu kapitału ludzkiego województw

Na podstawie wybranych stymulant oraz destymulant wyliczono wartości taksonomicznego wskaźnika poziomu kapitału ludzkiego. W tabeli 1 zestawione zostały średnie wartości owych wskaźników dla polskich województw w latach 2006–2018. Do pierwszej grupy kwartylowej zaliczyć należy województwa cechujące się najniższymi wartościami wskaźnika OE i OM oraz najwyższymi wartościami wskaźnika SK. Oznacza to, iż województwa należące do pierwszej grupy kwartylowej charakteryzowały się najwyższym poziomem kapitału ludzkiego. Natomiast w województwach należących do ostatniej grupy poziom kapitału ludzkiego był najniższy. Z analizy przedstawionych w tabeli 1 wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

- Najwyższym poziomem kapitału ludzkiego w latach 2006–2018 cechowało się województwo małopolskie. Nieco niższym natomiast województwo mazowieckie.
- W pierwszej grupie kwartylowej znalazło się również województwo pomorskie. Natomiast w województwie dolnośląskim wskaźnik kapitału ludzkiego mierzony za pomocą odległości w przestrzeni euklidesowej oraz miejskiej wskazuje na przynależność województwa do pierwszej grupy, natomiast wartość wskaźnika SK plasuje je w drugiej grupie.
- Analizując wyniki pomiaru kapitału ludzkiego mierzonego za pomocą wskaźnika OE i OM, należy stwierdzić, iż do drugiej grupy kwartylowej przynależały województwa: wielkopolskie, lubelskie, łódzkie oraz podlaskie. Natomiast w przypadku wartości wskaźnika SK w tej grupie znajdowały się województwa: dolnośląskie, podlaskie, lubelskie i opolskie.
- Wśród wyliczonych wartości wskaźnika największym zróżnicowaniem charakteryzowały się dwie ostatnie grupy. Wszystkie trzy metody wyliczenia wskaźnika przyporządkowały województwo zachodniopomorskie

¹⁴ A. Edigarian, P. Kościelniak, M. Trojak, *Analiza zróżnicowania rozwoju ekonomicznego województw i powiatów oparta na łańcuchach Markowa*, w: M. Trojak (red.), *Regionalne zróżnicowanie rozwoju ekonomicznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013, s. 177–213.

do trzeciej grupy. W przypadku wartości wskaźnika opartego na OE w tej grupie znalazło się również województwo kujawsko-pomorskie, śląskie oraz warmińsko-mazurskie. Wartości wskaźnika opartego na OM wskazują na przyporządkowanie do trzeciej grupy województw: opolskie, śląskie, kujawsko-pomorskie. Natomiast wartości wskaźnika SK wskazywały na przynależność do trzeciej grupy województwa łódzkiego, świętokrzyskiego i podkarpackiego.

- Równie zróżnicowane wyniki otrzymano w przypadku ostatniej grupy kwartylowej. Dla dwóch pierwszych metod obliczania wskaźnika w tej grupie znalazły się województwa: świętokrzyskie, podkarpackie, lubuskie. W przypadku wskaźnika obliczanego w oparciu o OE do omawianej grupy należy również województwo opolskie, natomiast wskaźnika opartego na OM województwo warmińsko-mazurskie. Najniższym poziomem kapitału ludzkiego mierzonego wskaźnikiem SK charakteryzowały się województwa: śląskie, kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie, lubuskie.

TABELA 1: Grupy kwartylowe taksonomicznych wskaźników kapitału ludzkiego województw

Grupa kwartylowa	Wskaźnik taksonomiczny		
	OE	OM	SK
Pierwsza	małopolskie (0,110) mazowieckie (0,158) dolnośląskie (0,189) pomorskie (0,202)	małopolskie (0,065) mazowieckie (0,113) dolnośląskie (0,158) pomorskie (0,166)	małopolskie (0,974) mazowieckie (0,952) pomorskie (0,945) wielkopolskie (0,941)
Druga	wielkopolskie (0,207) lubelskie (0,229) łódzkie (0,232) podlaskie (0,277)	wielkopolskie (0,171) lubelskie (0,203) łódzkie (0,209) podlaskie (0,239)	dolnośląskie (0,934) podlaskie (0,926) lubelskie (0,925) opolskie (0,923)
Trzecia	zachodniopomorskie (0,285) kujawsko-pomorskie (0,316) śląskie (0,323) warmińsko-mazurskie (0,350)	zachodniopomorskie (0,243) opolskie (0,269) śląskie (0,272) kujawsko-pomorskie (0,276)	zachodniopomorskie (0,917) łódzkie (0,912) świętokrzyskie (0,911) podkarpackie (0,909)
Czwarta	opolskie (0,351) świętokrzyskie (0,388) podkarpackie (0,398) lubuskie (0,426)	warmińsko-mazurskie (0,289) świętokrzyskie (0,303) lubuskie (0,324) podkarpackie (0,335)	śląskie (0,907) kujawsko-pomorskie (0,906) warmińsko-mazurskie (0,906) lubuskie (0,901)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.stat.gov.pl; stan na 29.10.2020 r.

5. Dynamiczna analiza poziomu kapitału ludzkiego województw oparta na łańcuchach Markowa

Do dynamicznej analizy poziomu kapitału ludzkiego opartej na łańcuchach Markowa użyto tylko jednej z metod obliczania wartości wskaźnika kapitału ludzkiego, mianowicie wskaźnik maksymalizujący sumę współczynników korelacji Pearsona pomiędzy wystandaryzowanymi stymulantami a wskaźnikiem. W związku z tym cała dalsza analiza oparta jest jedynie na wskaźniku SK. W tabeli 2 przedstawiona została przynależność województw do poszczególnych grup kwartylowych oraz przesunięcia województw pomiędzy grupami w latach 2006–2018. Analizując przedstawione zestawienie, wyciągnąć można następujące wnioski:

- W całym badanym okresie jedynie województwo małopolskie oraz mazowieckie znajdowały się w pierwszej grupie kwartylowej. Województwa te były jedynymi regionami, które nie zmieniły przynależności do grup w całym okresie badania. Warto zaznaczyć, iż każdego roku to województwo małopolskie charakteryzowało się najwyższym poziomem kapitału ludzkiego.
- Względnie wysokim poziomem kapitału ludzkiego charakteryzowało się również województwo pomorskie (jedynie w roku 2007 spadek z pierwszej do drugiej grupy kwartylowej) oraz wielkopolskie (spadek w 2007, 2015 i 2016 do drugiej grupy).
- Nieco niższym poziomem analizowanego wskaźnika cechowały się województwa: dolnośląskie (najczęściej znajdowało się w drugiej grupie kwartylowej, a dwa razy w pierwszej), lubelskie (od 2009 r. w drugiej grupie kwartylowej), podlaskie (na początku badanego okresu najczęściej w drugiej grupie, pod koniec natomiast w trzeciej) oraz zachodniopomorskie (druga lub trzecia grupa). Województwa te charakteryzowały się niewielkimi przesunięciami pomiędzy grupami kwartylowymi, maksymalnie o jedną grupę.
- Pozostałe województwa cechowały się zróżnicowanym przydziałem do poszczególnych grup kwartylowych. Województwo opolskie w roku 2007 znalazło się w grupie o najwyższym, a w 2012 o najniższym poziomie kapitału ludzkiego, w pozostałych latach cechowało się przynależnością do drugiej lub trzeciej grupy. Województwo łódzkie w latach 2006–2012 należało do drugiej lub trzeciej grupy, natomiast od 2013 r. najczęściej znajdowało się w ostatniej grupie. Również spadkową tendencję można zaobserwować w województwie warmińsko-mazurskim, gdyż do 2012 r. znajdowało się najczęściej w trzeciej grupie, natomiast od 2013 zawsze

w ostatniej. Odwrotną sytuację można było zaobserwować w województwie podkarpackim, gdyż na początku badanego okresu należało do grupy o najniższym poziomie kapitału ludzkiego, by od 2013 awansować do trzeciej grupy, a w 2017 r. nawet do drugiej. Podobnie sytuacja wyglądała w województwie śląskim, na początku badanego okresu województwo należało do ostatniej grupy kwartyłowej, natomiast pod koniec do trzeciej.

- Na początku badanego okresu województwo świętokrzyskie cechowało się najniższym poziomem kapitału ludzkiego, natomiast od 2012 r. widoczne jest duże zróżnicowanie przynależności do grup kwartyłowych – od drugiej do czwartej grupy.
- Warto również zaznaczyć, iż najczęstszymi przesunięciami między grupami cechowało się województwo opolskie oraz świętokrzyskie. Były to jedyne regiony, w których występowały zmiany o dwie grupy kwartyłowe (po cztery razy w każdym województwie). Dodatkowo warto zwrócić uwagę, że województwo opolskie było jedynym, które w badanym okresie znalazło się przynajmniej raz w każdej z grup kwartyłowych.
- Niewątpliwie najniższym poziomem kapitału ludzkiego w całym badanym okresie charakteryzowało się województwo lubuskie oraz kujawsko-pomorskie (najczęściej w ostatniej grupie kwartyłowej).

Lubuskie	4	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Łódzkie	3	-1	0	1	-1	1	0	1	0	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0
Małopolskie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mazowieckie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Opolskie	3	-2	2	-1	1	-1	2	-2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	-1
Podkarpackie	4	0	-1	1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1
Podlaskie	2	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0
Pomorskie	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Śląskie	4	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Świętokrzyskie	4	0	0	-1	1	0	-2	2	-2	1	1	1	1	1	-2	1	0	0	0
Warmińsko-mazurskie	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wielkopolskie	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zachodniopomorskie	2	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1

Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.stat.gov.pl; stan na 29.10.2020 r.

W tabeli 3 zawarta została analiza wyznaczania łańcuchów przejścia Markowa dla poszczególnych województw między grupami kwartylowymi. W tabeli tej przedstawiono prawdopodobieństwa przejścia z danej grupy do innej oraz liczebność poszczególnych grup. Z przeprowadzonej analizy wyciągnąć można następujące wnioski:

- Między 2006 a 2007 r. prawdopodobieństwo, że województwo zostanie w pierwszej grupie kwartylowej wynosiło 50%, w drugiej – 25%, trzeciej – 25%, natomiast w czwartej 75%. Ciekawym spostrzeżeniem jest, iż województwa z trzeciej grupy kwartylowej z jednakowym prawdopodobieństwem (25%) mogły przejść do każdej innej grupy lub pozostać w tej samej. Dodatkowo zauważyć można, że żadne z województw z grupy pierwszej nie przeszło do grupy trzeciej lub czwartej, jak również prawdopodobieństwo przejścia województwa z grupy czwartej do pierwszej lub drugiej było zerowe.
- Okres 2007–2008 charakteryzował się podobną dynamiką co poprzedni. Prawdopodobieństwo pozostania w grupie pierwszej, drugiej lub trzeciej było równe i wynosiło 50%, natomiast w grupie czwartej 75%. Warto zwrócić uwagę, iż jedno województwo spadło z grupy pierwszej do trzeciej. Z grupy drugiej natomiast dokładnie 50% województw awansowało do grupy pierwszej. Z równym prawdopodobieństwem (25%) województwa z grupy trzeciej znalazły się w drugiej oraz czwartej. W tym okresie podobnie jak w poprzednim w każdej z czterech grup nastąpiły przesunięcia województw.
- Lata 2008–2009 oraz 2009–2010 cechowały się zbliżoną dynamiką zmian. W tych okresach nie zaobserwowano przesunięć województw z grupy pierwszej (prawdopodobieństwo 100%). Prawdopodobieństwo pozostania w ostatniej grupie wynosiło 75%, natomiast awansu grupę wyżej 25%. W okresie 2008–2009 województwo pozostawało w grupie drugiej z prawdopodobieństwem 50%, natomiast w grupie trzeciej z prawdopodobieństwem 25%, a prawdopodobieństwo ruchów pomiędzy tymi grupami wynosiło po 50%. Między 2009 a 2010 r. prawdopodobieństwo pozostania w grupie drugiej wynosiło 75%, a w grupie trzeciej 50%.
- W latach 2010–2011 oraz 2011–2012 zaobserwowano nieco mniejszą dynamikę ruchów pomiędzy grupami niż w poprzednich okresach. W latach 2010–2011 te same województwa pozostawały w grupie pierwszej oraz czwartej (prawdopodobieństwo 100%). Natomiast z prawdopodobieństwem 75% województwa pozostawały w grupie drugiej oraz trzeciej. Pomędzy 2011 a 2012 r. w grupie pierwszej oraz trzeciej nie doszło do

żadnych zmian. Ruchy województw odbywały się jedynie między drugą a czwartą grupą (z prawdopodobieństwem 25% spadek do grupy ostatniej lub awans do grupy drugiej).

- Okresy 2012–2013 oraz 2013–2014 charakteryzowały się podobną dynamiką zmian. W tym czasie nie zmieniła się przynależność do pierwszej grupy, a ruchy odbywały się pomiędzy pozostałymi grupami i były zbliżone. Prawdopodobieństwo pozostania w drugiej grupie było równe 75%, w trzeciej 50%, a w czwartej 25% (2012–2013) oraz 50% (2013–2014).
- Okres 2014–2015 charakteryzował się nieco wyższą dynamiką niż poprzednie. Prawdopodobieństwa pozostania w grupie pierwszej oraz czwartej wynosiły 75%, a w grupie drugiej i trzeciej 50%. Ruch województw odbywał się maksymalnie o jedną grupę kwartylową (w dół lub w górę) z prawdopodobieństwem równym 25%.
- Między 2015 a 2016 r. w grupie pierwszej nie nastąpiły żadne zmiany, a w pozostałych grupach województwa przesuwały się maksymalnie o jedną grupę. Z prawdopodobieństwem 75% województwa zostawały w grupie drugiej, a jedno z województw spadło do grupy trzeciej. W grupie trzeciej pozostało jedno województwo, jedno awansowało do grupy drugiej oraz dwa spadły do grupy czwartej. Prawdopodobieństwo pozostania w grupie czwartej wynosiło 50%.
- W okresie 2016–2017 widoczna jest większa dynamika zmian pomiędzy poszczególnymi grupami. W grupie pierwszej prawdopodobieństwo pozostania wynosiło 75%, w drugiej 25%, w trzeciej 50%, a w czwartej 75%. W tym okresie nastąpiło jedno przesunięcie o dwie grupy kwartylowe – z grupy czwartej do drugiej z prawdopodobieństwem 25%. W pozostałych przypadkach ruch odbywał się o jedną grupę kwartylową (z pierwszej do drugiej oraz z drugiej do pierwszej – 25%, z drugiej do trzeciej – 50%, z trzeciej do drugiej – 25% oraz z trzeciej do czwartej – 25%).
- Pomędzy rokiem 2017 a 2018 zaobserwowano niewielką dynamikę zmian pomiędzy grupami. Nie doszło do zmian w grupie pierwszej oraz czwartej (prawdopodobieństwo 100%). Jedyne ruchy, jakie miały miejsce, odbywały się pomiędzy grupą drugą oraz trzecią – z jednakowym prawdopodobieństwem 50% województwa pozostawały w danej grupie lub ją opuszczały.

TABELA 3: Łańcuchy przejścia Markowa w odniesieniu do taksonomicznego wskaźnika poziomu kapitału ludzkiego województw w Polsce w latach 2006–2018

Prawdopodobieństwo przejścia					Liczebność				
2006/2007	V1	V2	V3	V4	2006/2007	V1	V2	V3	V4
1	0,50	0,50	0	0	1	2	2	0	0
2	0,25	0,25	0,50	0	2	1	1	2	0
3	0,25	0,25	0,25	0,25	3	1	1	1	1
4	0	0	0,25	0,75	4	0	0	1	3
2007/2008	V1	V2	V3	V4	2007/2008	V1	V2	V3	V4
1	0,50	0,25	0,25	0	1	2	1	1	0
2	0,50	0,50	0	0	2	2	2	0	0
3	0	0,25	0,50	0,25	3	0	1	2	1
4	0	0	0,25	0,75	4	0	0	1	3
2008/2009	V1	V2	V3	V4	2008/2009	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0	1	4	0	0	0
2	0	0,50	0,50	0	2	0	2	2	0
3	0	0,50	0,25	0,25	3	0	2	1	1
4	0	0	0,25	0,75	4	0	0	1	3
2009/2010	V1	V2	V3	V4	2009/2010	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0	1	4	0	0	0
2	0	0,75	0,25	0	2	0	3	1	0
3	0	0,25	0,50	0,25	3	0	1	2	1
4	0	0	0,25	0,75	4	0	0	1	3
2010/2011	V1	V2	V3	V4	2010/2011	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0	1	4	0	0	0
2	0	0,75	0,25	0	2	0	3	1	0
3	0	0,25	0,75	0	3	0	1	3	0
4	0	0	0	1	4	0	0	0	4
2011/2012	V1	V2	V3	V4	2011/2012	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0	1	4	0	0	0
2	0	0,75	0	0,25	2	0	3	0	1
3	0	0	1	0	3	0	0	4	0
4	0	0,25	0	0,75	4	0	1	0	3

2012/2013	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	0,75	0	0,25
3	0	0	0,50	0,50
4	0	0,25	0,50	0,25
2013/2014	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	0,75	0,25	0
3	0	0	0,50	0,50
4	0	0,25	0,25	0,50
2014/2015	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,50	0,25	0
3	0	0,25	0,50	0,25
4	0	0	0,25	0,75
2015/2016	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	0,75	0,25	0
3	0	0,25	0,25	0,50
4	0	0	0,50	0,50
2016/2017	V1	V2	V3	V4
1	0,75	0,25	0	0
2	0,25	0,25	0,50	0
3	0	0,25	0,50	0,25
4	0	0,25	0	0,75
2017/2018	V1	V2	V3	V4
1	1	0	0	0
2	0	0,50	0,50	0
3	0	0,50	0,50	0
4	0	0	0	1

2012/2013	V1	V2	V3	V4
1	4	0	0	0
2	0	3	0	1
3	0	0	2	2
4	0	1	2	1
2013/2014	V1	V2	V3	V4
1	4	0	0	0
2	0	3	1	0
3	0	0	2	2
4	0	1	1	2
2014/2015	V1	V2	V3	V4
1	3	1	0	0
2	1	2	1	0
3	0	1	2	1
4	0	0	1	3
2015/2016	V1	V2	V3	V4
1	4	0	0	0
2	0	3	1	0
3	0	1	1	2
4	0	0	2	2
2016/2017	V1	V2	V3	V4
1	3	1	0	0
2	1	1	2	0
3	0	1	2	1
4	0	1	0	3
2017/2018	V1	V2	V3	V4
1	4	0	0	0
2	0	2	2	0
3	0	2	2	0
4	0	0	0	4

Źródło: opracowanie własne.

6. Zakończenie

Podsumowując przeprowadzoną analizę, należy stwierdzić, iż bezsprzecznie województwem charakteryzującym się najwyższym poziomem kapitału ludzkiego w całym badanym okresie było województwo małopolskie. W latach 2006–2018 plasowało się zawsze na pierwszym miejscu pod tym względem. Nieco niższym niż województwo małopolskie, ale nadal wysokim poziomem kapitału ludzkiego cechowały się województwa: mazowieckie, pomorskie, wielkopolskie. Regionami o zdecydowanie najniższych wartościach taksonomicznego wskaźnika poziomu kapitału ludzkiego były województwa: lubuskie oraz kujawsko-pomorskie. Na uwagę zasługuje również fakt, iż w całym badanym okresie w województwie podkarpackim zaobserwowano trend wzrostowy wartości wskaźnika SK poziomu kapitału ludzkiego. Natomiast w województwie warmińsko-mazurskim oraz łódzkim widoczny jest zdecydowany trend spadkowy.

Na podstawie analizy łańcuchów przejścia Markowa należy stwierdzić, iż okresy 2006–2008, 2014–2015 oraz 2016–2017 charakteryzowały się dużą zmiennością przynależności województw do grup kwartylowych. Natomiast w latach 2010–2012 oraz 2017–2018 zmienność ta była najniższa, a ruchy województw pomiędzy grupami występowały rzadko. Najczęściej obserwowano zmiany pomiędzy województwami z drugiej oraz trzeciej grupy kwartylowej. Natomiast najrzadszymi zmianami cechowały się województwa należące do pierwszej grupy kwartylowej. Ważnym wnioskiem płynącym z przeprowadzonej analizy łańcuchów Markowa jest fakt, że prawdopodobieństwo przejścia pomiędzy grupą czwartą a pierwszą równe było zero. Oznacza to, że województwo należące do pierwszej grupy nie mogło spaść do grupy czwartej, a region zaliczany do ostatniej grupy nie mógł awansować do pierwszej.

Bibliografia

- Barro R.J.**, *Economic Growth in Cross Section of Countries*, Quarterly Journal of Economics 1991/106/2.
- Barro R.J., Lee J.W.**, *International Comparisons of Educational Attainment*, Journal of Monetary Economics 1993/32.
- Becker G.S.**, *Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis*, Journal of Political Economy 1962/70/5, s. 9–49.
- Domański S.R.**, *Kapitał ludzki i wzrost gospodarczy*, PWN, Warszawa 1993.
- Dykas P.**, *Taksonomiczne wskaźniki przestrzennego zróżnicowania rozwoju powiatów województwa podkarpackiego*, Studia Prawno-Ekonomiczne 2009/LXXX, s. 200–214.

- Edigarian A., Kościelniak P., Trojak M.**, *Analiza zróżnicowania rozwoju ekonomicznego województw i powiatów oparta na łańcuchach Markowa*, w: Trojak M. (red.), *Regionalne zróżnicowania rozwoju ekonomicznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013, s. 177–213.
- Grabiński T., Wydmus S., Zeliaś A.**, *Metody taksonomii numerycznej w modelowaniu zjawisk społeczno-gospodarczych*, PWN, Warszawa 1989.
- Jakubowski J., Sztencel R.**, *Wstęp do teorii prawdopodobieństwa*, SCRIPT, Warszawa 2010.
- Lukas R.E.**, *On the mechanics of economic development*, *Journal of Monetary Economics* 1988/22/1.
- Mincer J.**, *Investment in Human Capital and Personal Income Distribution*, *Journal of Political Economy* 1958/66/4.
- Mroczek K., Tokarski T.**, *Regionalne zróżnicowanie kapitału ludzkiego*, w: Trojak M. (red.), *Regionalne zróżnicowania rozwoju ekonomicznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013, s. 259–279.
- Roszkowska S.**, *Kapitał ludzki a wzrost gospodarczy w Polsce*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2013.
- Roszkowska S.**, *Kapitał ludzki a wzrost gospodarczy w ujęciu wojewódzkim*, *Wiadomości Statystyczne* 2005/4/2004, s. 46–67.
- Sala-i-Martin X.**, *I Just Run Four Million Regressions*, NBER Working Paper 1997/6252.
- Schultz T.W.**, *Investment in Human Capital*, *American Economic Review* 1961/51/1.
- Schultz T.W.**, *Investment in Human Capital*, The Free Press, New York 1976.
- Stirzaker D.R.**, *Probability and Random Variables: A Beginners Guide*, Oxford University Press, 1999.
- Trojak M.**, *Regionalne zróżnicowania rozwoju ekonomicznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013.
- Trojak M., Tokarski T.**, *Statystyczna analiza przestrzennego zróżnicowania rozwoju ekonomicznego i społecznego Polski*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2013.
- Zeliaś A.**, *Metody statystyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000.

Daniela SZCZEPANIAK

THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF CHANGES IN HUMAN CAPITAL DIVERSITY IN VOIVODESHIPS BASED ON MARKOV CHAINS

Abstract

Background: The regional analysis of the diversity of human capital in Poland in 2006–2018.

Research purpose: The dynamic analysis of the differentiation of Voivodeships in terms of the level of human capital based on Markov chains.

Methods: Quantitative methods were used in the research. Taxonomic methods were used to analyze the diversity of voivodships in terms of the level of human capital. The values of the taxonomic indicators were obtained using three methods: based on the distance in the Euclidean space, city space, and an indicator that maximizes the sum of the linear correlation coefficients between the indicator and its components. Markov chains were used for the dynamic analysis of changes in the differentiation of the level of human capital.

Conclusions: The research results show that the highest level of human capital was recorded in the Lesser Poland and Mazovia Voivodeships, while the lowest was in the Lubusz and Cuiavia-Pomerania Voivodeships. The paper also demonstrates that in the analyzed period, the movements of Voivodeships were the most frequent between the second and the third quartile groups, while changes in the first quartile group were the least frequent. This means that the first quartile group was the most hermetic, and most often, it included the following voivodeships: Lesser Poland, Mazovia, Pomerania, and Greater Poland. An equally important conclusion is that in the Sub-Carpathia Voivodeship, an increase in human capital was observed in 2006–2018, while a decrease was recorded in the Voivodeship of Łódź and the Voivodeship of Varmia and Masuria.

Keywords: regional analyses, Markov chains, human capital, taxonomic indicators.