

GABRIELA BRUDNIAK¹, WACŁAW SZYMANOWSKI²

Identyfikacja przestrzennego zróżnicowania województw Polski w zakresie technologii informacyjnych (2009–2015)

1. Wstęp

Stopień rozpowszechnienia i dostęp do zaawansowanych technologii informacyjnych decyduje o wynikach ekonomicznych państw oraz jednocześnie warunkuje poziom wzrostu gospodarczego. Społeczeństwo informacyjne to społeczeństwo znajdujące się na takim etapie rozwoju techniczno-organizacyjnego, że osiągnięty poziom zaawansowania technologii informacyjno-telekomunikacyjnych stwarza warunki techniczne, ekonomiczne, edukacyjne i inne do powszechnego wykorzystania informacji w produkcji wyrobów i świadczeniu usług.

Obecnie mamy do czynienia z jednej strony z wyłanianiem się nowego paradygmatu³, polegającego na tym, że wiedza staje się nowym zasobem wspomagającym podejmowanie decyzji w skali makro i mikro, z drugiej zaś z rozpowszechnianiem praktyk stosowanych przez kraje rozwinięte, których przedmiotem wymiany jest informacja zapewniająca długofalowy wzrost gospodarczy⁴. Owe procesy określa się jako: nowa ekonomia, nowa gospodarka, gospodarka oparta na wiedzy. Procesy te koncentrują się wokół efektów wpływu postępu technicznego na wzrost gospodarczy, przypisując szczególną rolę technologiom informacyjno-komunikacyjnym⁵.

Głównym celem niniejszego opracowania jest identyfikacja przestrzennego zróżnicowania województw Polski w aspekcie technologii informacyjnych. Do osiągnięcia tego celu za pomocą metody TOPSIS i na podstawie metody KAM,

¹ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Ekonomicznych.

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauk Ekonomicznych.

³ W. Kasperkiewicz, *Polska gospodarka wobec nowej gospodarki*, maszynopis, materiały konferencyjne, Uniwersytet Łódzki, Łódź 19–20 maja 2001.

⁴ D. Tapscott, *Gospodarka cyfrowa. Nadzieje i niepokoje Ery Świadomości Systemowej*, Business Press, Warszawa 1998.

⁵ M. Cieciora, *Podstawy technologii informacyjnych z przykładami zastosowań*, Opolgraf SA, Warszawa 2006.

wykorzystano jeden z czterech cząstkowych mierników syntetycznych opisujących stan Gospodarki Opartej na Wiedzy (GOW).

Wykorzystane dane zostały pozyskane z Banku Danych Lokalnych Urzędu Statystycznego w Olsztynie. Badania obejmują lata 2009–2015, co umożliwia analizę dynamiki i kształtowania się poziomu zróżnicowania przestrzennego Polski ze względu na technologie informacyjne z podziałem na województwa, dzięki czemu prezentowane wyniki badań mogą stać się pomocne w tworzeniu oraz monitorowaniu regionalnych strategii innowacyjności.

2. Metodyka

Ze względu na złożoność problem pomiar poziomu rozwoju gospodarki opartej na wiedzy jest zadaniem bardzo trudnym⁶. Obecnie mamy jedynie bardzo pośrednie i częściowe wskaźniki wzrostu opartego tylko na wiedzy⁷. „Mierzenie GOW jest nadal wyzwaniem dla ekonomistów. Zależy ono w dużym stopniu od sposobu zdefiniowania GOW, jak również od dostępności danych. Tradycyjne statystyki nie dostarczają jasnych odpowiedzi”⁸. Poszukiwanie optymalnych miar i metod oceny gospodarki opartej na wiedzy jest przedmiotem ciągłych badań.

Metodologia KAM (*Knowledge Assessment Methodology*) to jedna z metod pomiaru stopnia rozwoju GOW w ramach podejścia holistycznego, związanego z opracowaniem zestawu wskaźników opisujących funkcjonowanie poszczególnych wymiarów społeczno-gospodarczych. Została opracowana przez Instytut Banku Światowego w 1999 roku. To metoda najbardziej rozpowszechniona i ciągle doskonała. W ramach tej metody pomiar GOW oparto na zestawie wskaźników, zgrupowanych w czterech kategoriach:

- gospodarcze i instytucjonalne,
- edukacja i zasoby ludzkie,
- system informacji i nowe technologie,
- technologie informacyjne.

W niniejszej pracy przeanalizowano ostatnią kategorię spośród zaproponowanych w metodologii KAM i obliczono wskaźniki syntetyczne dla województw

⁶ M. Goliński, *Spółeczeństwo informacyjne – geneza koncepcji i problematyka pomiaru*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011.

⁷ *The Knowledge-Based Economy*, OECD, Paris 1996.

⁸ K. Piech, *Wiedza i innowacje w rozwoju gospodarczym: w kierunku pomiaru i współczesnej roli państwa*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2009.

Polski w latach 2009–2015, reprezentujące **czwarty filar GOW – rozwój technologii informacyjnych**. Dobór zmiennych objaśniających, na podstawie metodologii KAM, dostosowany jest do warunków regionalnych, uzależniony w dużej mierze od dostępności, wiarygodności oraz kompletności danych statystycznych w ujęciu regionalnym⁹. Potencjalne zmienne zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1. Zmienne objaśniające poziom rozwoju technologii informacyjnych

Symbol	Znaczenie zmiennej
D1	wskaźnik komputeryzacji szkół ponadgimnazjalnych
D2	wskaźnik komputeryzacji szkół podstawowych
D3	wskaźnik komputeryzacji szkół gimnazjalnych
D4	odsetek gospodarstw domowych posiadających telefon komórkowy
D5	odsetek gospodarstw domowych posiadających komputer
D6	odsetek gospodarstw domowych z dostępem do Internetu
D7	odsetek przedsiębiorstw korzystających z komputerów
D8	odsetek przedsiębiorstw posiadających połączenie z Internetem
D9	odsetek przedsiębiorstw posiadających szerokopasmowe połączenie z Internetem
D10	odsetek przedsiębiorstw posiadających własną stronę internetową
D11	odsetek przedsiębiorstw posiadających sieć LAN
D12	odsetek przedsiębiorstw posiadających Intranet
D13	liczba zainstalowanych środków automatyzacji produkcji
D14	odsetek przedsiębiorstw, wykorzystujących Internet w kontaktach z administracją publiczną
D15	odsetek przedsiębiorstw, otrzymujących zamówienia poprzez sieci komputerowe
D16	odsetek przedsiębiorstw, składających zamówienia poprzez sieci komputerowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: E. Roszkowska, E. Piotrowska, *Analiza zróżnicowania województw Polski w aspekcie kształtowania się gospodarki opartej na wiedzy*, w: *W kierunku zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy w Polsce*, P. Sochaczewski (red.), Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011.

W kolejnym etapie na podstawie wymienionych zmiennych objaśniających należy obliczyć wartość miernika syntetycznego, opisującego poziom rozwoju

⁹ E. Roszkowska, E. Piotrowska, *Analiza zróżnicowania województw polski w aspekcie kształtowania się gospodarki opartej na wiedzy*, w: *W kierunku zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy w Polsce*, P. Sochaczewski (red.), Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011.

technologii informacyjnych dla województw. Miernik ten, przy zastosowaniu metody TOPSIS, posłuży do liniowego uporządkowania województw ze względu na badany czwarty filar GOW.

TOPSIS jest metodą porządkowania liniowego obiektów wielocechowych, zaproponowaną przez C.L. Hwanga i K. Yoon (1981)¹⁰, mającą podstawy w teorii Z. Hellwiga (1968)¹¹. Polega ona na wyznaczeniu odległości każdego obiektu od wzorca i antywzorca rozwoju, a następnie na liniowym uporządkowaniu obiektów¹². W ramach tej metody wyróżnia się pięć etapów postępowania¹³, zaprezentowanych na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat metody TOPSIS

Źródło: opracowanie własne.

¹⁰ C.L. Hwang, K. Yoon, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Varleg, Berlin 1981.

¹¹ Z. Hellwig, *Zastosowania metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny” 1968, nr 4.

¹² F. Wysocki, *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań 2010.

¹³ Ibidem.

Etap pierwszy obejmuje statystyczną weryfikację cech prostych – wskaźników, wybranych wcześniej na podstawie przesłanek merytorycznych, zgodnie z metodologią KAM. Jest to możliwe dzięki zestawieniu wartości tychże wskaźników dla poszczególnych województw w macierz $[x_{ik}]$, gdzie: $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ jest „numerem województwa” ($n = 16$), $k \in \{1, 2, \dots, m\}$ – „numerem wskaźnika” (w niniejszym opracowaniu $m = 16$).

W celu eliminacji cech nadmiernie skorelowanych dokonano analizy macierzy korelacji wartości wskaźników oraz macierzy do niej odwrotnej. Analiza współczynnika zmienności wskaźników pozwoliła odrzucić cechy nieistotne z punktu widzenia liniowego uporządkowania województw, a więc takie, które charakteryzują się niedostatecznym zróżnicowaniem.

W etapie drugim dokonano analizy wskaźników wyłonionych w etapie pierwszym pod względem znaku korelacji tych cech prostych z konstruowaną cechą złożoną, tj. w przypadku dodatniej korelacji uznano je za stymulanty, w przypadku ujemnej – za destymulanty. W celu sprowadzenia wskaźników do porównywalności dokonano przekształcenia wszystkich nominant w stymulanty, a następnie znormalizowano je zgodnie z procedurą:

- w przypadku stymulant:

$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - \min_i \{x_{ik}\}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}}, \quad (1)$$

- w przypadku destymulant:

$$z_{ik} = \frac{\max_i \{x_{ik}\} - x_{ik}}{\max_i \{x_{ik}\} - \min_i \{x_{ik}\}}. \quad (2)$$

Trzecim etapem jest obliczenie odległości euklidesowej d_i^+ od wzorca rozwoju $z^+ = (1, 1, \dots, 1)$ oraz odległości d_i^- od antywzorca $z^- = (0, 0, \dots, 0)$ dla każdego województwa według wzorów odpowiednio:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{ik} - z^+)^2}, \quad d_i^- = \sqrt{\sum_{k=1}^m (z_{ik} - z^-)^2}. \quad (3)$$

Etap czwarty polega na wyznaczeniu wartości syntetycznego miernika poziomu zaawansowania technologii informacyjnych dla każdego województwa $i \in \{1, 2, \dots, 16\}$, zgodnie ze wzorem:

$$q_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}. \quad (4)$$

Przy czym:

$$\bigwedge_{i \in \{1, 2, \dots, 16\}} 0 \leq q_i \leq 1. \quad (5)$$

W ostatnim, piątym etapie uporządkowano liniowo województwa Polski ze względu na wartość miernika q_i oraz dokonano klasyfikacji województw, opierając się na kryterium statystycznym, wykorzystującym średnią arytmetyczną \bar{q} oraz odchylenie standardowe s_q z wartości syntetycznego miernika poziomu zaawansowania technologii informacyjnych. Otrzymano następującą typologię województw:

- klasa I (poziom wysoki) dla $q_i \geq \bar{q} + s_q$,
- klasa II (poziom średni wyższy) dla $\bar{q} + s_q > q_i \geq \bar{q}$,
- klasa III (poziom średni niższy) dla $\bar{q} > q_i \geq \bar{q} - s_q$,
- klasa IV (poziom niski) dla $q_i \leq \bar{q} - s_q$.

3. Wyniki badań

Punktem wyjścia do niniejszych rozważań, umożliwiających ocenę poziomu zaawansowania technologii informacyjnych dla województw Polski, były zmienne niezależne – cechy proste, zaproponowane przez metodologię KAM, zaprezentowane w tabeli 1.

Na podstawie przesłanek statystycznych dokonano weryfikacji tychże zmiennych ze względu na ich istotność z punktu widzenia analizy zjawiska, tj.:

- słabe skorelowanie zmiennych ze sobą, pozwalające uniknąć powielania informacji – wartości na głównej przekątnej macierzy odwrotnej do macierzy korelacji większe od 10;
- odpowiednie zróżnicowanie – współczynnik zmienności większy od 10%¹⁴.

Ostatecznie do zestawu zmiennych, opisujących syntetyczny miernik poziomu zaawansowania technologii informacyjnych dla województw Polski w poszczególnych latach, weszły cechy proste, zaprezentowane w tabeli 2.

¹⁴ Z. Hellwig, U. Siedlecka, J. Siedlecki, *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, IRiSS, Warszawa 1997.

Tabela 2. Cechy proste istotne statystycznie w aspekcie oceny poziomu zaawansowania technologii informacyjnych dla województw Polski

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
D13 D15	D12 D13 D15	D13	D13	D13 D15	D13 D15 D16	D15

Źródło: opracowanie własne.

Zmiennymi, które mają największy wpływ na rangowanie województw Polski pod względem rozwoju technologii informacyjnych w latach 2009–2015, są: liczba zainstalowanych środków automatyzacji produkcji oraz odsetek przedsiębiorstw, otrzymujących zamówienia poprzez sieci komputerowe, a więc cechy proste, niezwiązane z „informatyzacją” ludności, a przemysłu.

Ponadto, wszystkie analizowane cechy proste są stymulantami, co oznacza, że wyższe wartości tych wskaźników sprzyjają lepszej pozycji województwa w rankingu. Rankingi województw w latach 2009–2015 w obrębie poziomu zaawansowania technologii informacyjnych, otrzymane metodą TOPSIS, zaprezentowano w tabeli 3.

Tabela 3. Rankingi województw Polski w latach 2009–2015 w obrębie poziomu zaawansowania technologii informacyjnych

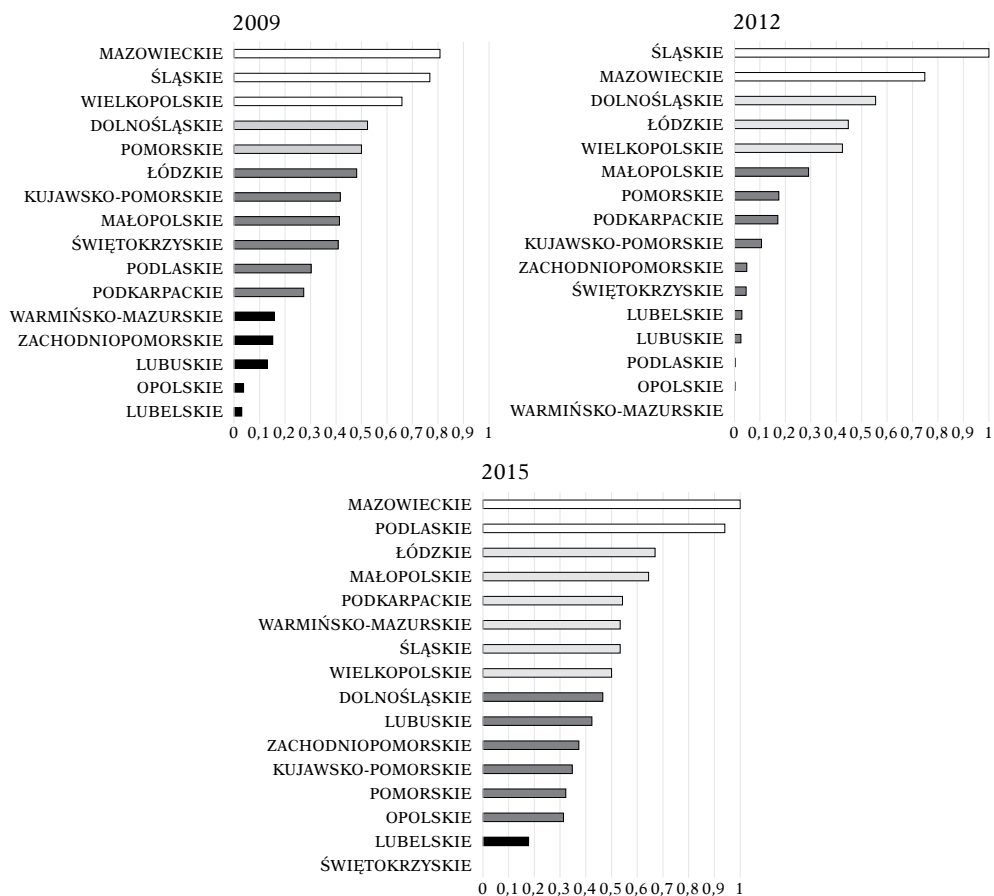
WOJEWÓDZTWO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DOLNOŚLĄSKIE	4	4	3	3	5	2	9
KUJAWSKO-POMORSKIE	7	13	9	9	13	10	12
LUBELSKIE	16	11	15	12	10	11	15
LUBUSKIE	14	9	10	13	15	16	10
ŁÓDZKIE	6	7	5	4	7	6	3
MAŁOPOLSKIE	8	6	6	6	4	7	4
MAZOWIECKIE	1	1	1	2	1	1	1
OPOLSKIE	15	12	13	15	8	5	14
PODKARPACKIE	11	10	12	8	12	13	5
PODLASKIE	10	5	8	14	3	9	2
POMORSKIE	5	8	7	7	9	8	13
ŚLĄSKIE	2	2	2	1	2	3	7
ŚWIĘTOKRZYSKIE	9	15	14	11	16	15	16
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	12	16	16	16	14	12	6
WIELKOPOLSKIE	3	3	4	5	6	4	8
ZACHODNIOPOMORSKIE	13	14	11	10	11	14	11

Źródło: opracowanie własne.

W większości województw zaobserwować można znaczące zróżnicowanie pozycji w poszczególnych latach. Tylko województwo mazowieckie zajmuje stabilną pierwszą pozycję we wszystkich latach za wyjątkiem roku 2012, w którym to uplasowało się na pozycji 2. Województwami, które charakteryzują się największym zróżnicowaniem miejsc rankingowych pod względem zaawansowania technologii informacyjnych w latach 2009–2015, są województwa: podlaskie (różnica 12 miejsc), opolskie oraz warmińsko-mazurskie (różnica 10 miejsc). Pozostałe województwa charakteryzują się średnim zróżnicowaniem miejsc rankingowych – od 4 do 8. Warto zauważyć, iż województwo śląskie, które plasowało się na stabilnej drugiej pozycji w latach 2009–2012, notuje spadek miejsc rankingowych w latach 2012–2015. Przeciwnie, województwa warmińsko-mazurski i podlaskie systematycznie awansują w rankingu. Wpływ na to ma niewątpliwie realizowany w latach 2007–2013 Program Operacyjny Rozwój Polski Wschodniej, współfinansowany ze środków unijnych.

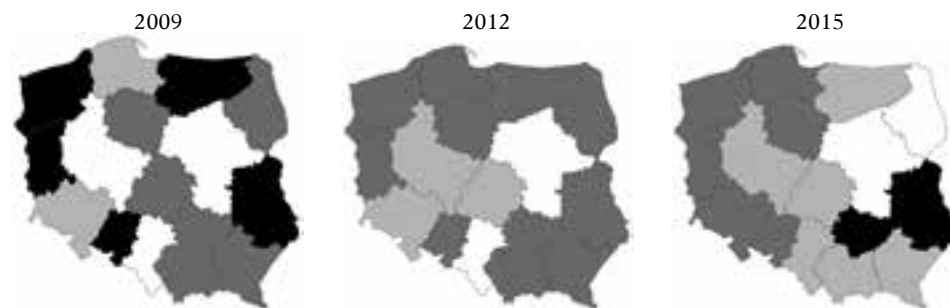
Poniżej zwizualizowane zostały rankingi województw w obrębie czwartego filaru GOW – rozwój technologii informacyjnych w latach: 2009 – początek kryzysu, 2012 – wyjście z kryzysu oraz 2015 – ostatni rok, w którym dostępne są kompletne dane, dotyczące technologii informacyjnych, za pomocą wykresu na rysunku 2 oraz za pomocą map na rysunku 3. Różne odcienie szarości uwzględniają przynależność województw do jednej z czterech klas typologicznych.

Klasa pierwsza obejmuje województwa o wysokim poziomie zaawansowania technologii informacyjnych. W roku 2009, a więc w roku początku kryzysu, do tej klasy należały województwa: mazowieckie, śląskie, wielkopolskie, w roku wyjścia z kryzysu, tj. 2012, województwa: śląskie i mazowieckie, zaś w 2015 – mazowieckie i podlaskie. Województwa charakteryzujące się najniższym poziomem rozwoju technologii informacyjnych zostały zakwalifikowane do klasy czwartej i są to: lubelskie, opolskie, lubuskie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie w 2009 roku, świętokrzyskie i lubelskie w 2015 roku. W roku 2012 kategoria ta pozostała pusta. Można zatem domniemywać, iż kryzys nie spowodował pogłębienia dysproporcji pomiędzy poziomem rozwoju czwartego filaru GOW, wręcz przeciwnie, spowodował wyrównanie sytuacji (por. mapy 2009 i 2015 z mapą 2012 na rysunku 3). Jednakże wyrównanie nie objęło województw o najwyższym poziomie rozwoju technologii informacyjnych (należących do klasy pierwszej i drugiej), które znacząco odstają od klasy trzeciej – najliczniejszej i stosunkowo wyrównanej (por. rysunek 3 – mapa 2012). Świadczy to, że w okresie kryzysu, tj. braku zasobów finansowych, ograniczony jest również poziom zasobów wiedzy, co prowadzi do zmniejszenia zróżnicowania poziomu rozwoju technologii informacyjnych w województwach klasy trzeciej.



Rysunek 2. Rankingi województw pod względem rozwoju technologii informacyjnych w latach: 2009, 2012, 2015

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3. Podział województw w Polsce na klasy według syntetycznego miernika poziomu zaawansowania technologii informacyjnych, wyznaczonego metodą TOPSIS w latach: 2009, 2012, 2015

Źródło: opracowanie własne.

4. Podsumowanie i kierunki dalszych badań

Otrzymane wyniki stanowią analizę jednego z czterech filarów gospodarki opartej na wiedzy (GOW). Przeprowadzone badania ukazały dysproporcję pomiędzy województwami w zakresie poziomu rozwoju technologii informacyjnych, a także potwierdziły, iż programy mające na celu wyrównanie poziomu pomiędzy województwami przynoszą wymierne rezultaty.

Analiza wszystkich czterech filarów może stanowić podstawę oceny wykorzystania wiedzy w procesie rozwoju gospodarczego poszczególnych województw¹⁵, dzięki czemu prezentowane wyniki badań, uzupełnione o analizę pozostałych trzech filarów GOW, mogą stać się pomocne w tworzeniu oraz monitorowaniu regionalnych strategii innowacyjności.

Należy jednak nadmienić, że brak jest jednej uznanej metody pomiaru poziomu gospodarki opartej na wiedzy, a przeprowadzone badania mogą być tylko jedną z propozycji w ramach literatury przedmiotu.

Bibliografia

- Cieciura M., *Podstawy technologii informacyjnych z przykładami zastosowań*, Opolgraf SA, Warszawa 2006.
- Goliński M., *Spółczesność informacyjna-geneza koncepcji i problematyka pomiaru*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa 2011.
- Hellwig Z., *Zastosowania metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny” 1968, nr 4.
- Hellwig Z., Siedlecka U., Siedlecki J., *Taksonometryczne modele zmian struktury gospodarczej Polski*, IRiSS, Warszawa 1997.
- Hwang C.L., Yoon K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Varleg, Berlin 1981.
- Kasperkiewicz W., *Polska gospodarka wobec nowej gospodarki*, maszynopis, materiały konferencyjne, Uniwersytet Łódzki, Łódź 19–20 maja 2001.
- Piech K., *Wiedza i innowacje w rozwoju gospodarczym: w kierunku pomiaru i współczesnej roli państwa*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2009.

¹⁵ E. Roszkowska, E. Piotrowska, op. cit.

Roszkowska E., Piotrowska E., *Analiza zróżnicowania województw polski w aspekcie kształtowania się gospodarki opartej na wiedzy*, w: *W kierunku zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy w Polsce*, P. Sochaczewski (red.), Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2011.

Wysocki F., *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań 2010.

Tapscott D., *Gospodarka cyfrowa. Nadzieje i niepokoje Ery Świadomości Systemowej*, Business Press, Warszawa 1998.

The Knowledge-Based Economy, OECD, Paris 1996.

Źródła sieciowe

<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start> (dostęp: 14.12.2017).

<http://www.oecd.org> (dostęp: 20.12.2017).

* * *

Spatial Diversity Identification Concerning Voivodships in Poland in the Area of Information Technologies (2009–2015)

Summary

A multidimensional comparative analysis related to the voivodships of Poland in the aspect of information technologies development in 2009–2015 is presented in the article. The voivodships rankings were prepared using the synthetic measure of information technologies development through the TOPSIS method. The results revealed large differences between the regions, in the aspect of information technologies development. The change in diversity of voivodships development in 2015 vs 2012 and 2009 has been described as well.

Keywords: knowledge-based economy, information technologies, TOPSIS method, voivodships ranking concerning information technologies development.

