

**PRACE NAUKOWE**

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

**RESEARCH PAPERS**

of Wrocław University of Economics

**285**

# **Innowacyjność w rozwoju lokalnym i regionalnym**



Redaktorzy naukowi

**Danuta Strahl**

**Dariusz Głuszczyk**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Barbara Majewska

Redaktor techniczny: Barbara Łopusiewicz

Korektor: Justyna Mroczkowska

Łamanie: Adam Dębski

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

[www.ibuk.pl](http://www.ibuk.pl), [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com),

The Central and Eastern European Online Library [www.ceeol.com](http://www.ceeol.com),

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

[http://kangur.uek.krakow.pl/bazy\\_ae/bazekon/nowy/index.php](http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php)

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się

na stronie internetowej Wydawnictwa

[www.wydawnictwo.ue.wroc.pl](http://www.wydawnictwo.ue.wroc.pl)

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

**ISSN 1899-3192**

**ISBN 978-83-7695-341-0**

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

Wstęp .....	9
<b>Beata Bal-Domańska:</b> Inteligentna specjalizacja a spójność społeczna regionów państw Unii Europejskiej – ocena relacji z wykorzystaniem modeli panelowych .....	11
<b>Dorota Czyżewska:</b> Konkurencyjność regionu uczącego się – ujęcie koncepcyjne .....	20
<b>Piotr Dzikowski, Marek Tomaszewski:</b> Systemy współpracy innowacyjnej z perspektywy wielkości przedsiębiorstw przemysłowych na terenie województwa lubuskiego w latach 2008-2010 .....	29
<b>Dariusz Głuszczyk:</b> Regionalna polityka innowacyjna – dualność i jej zasady .....	38
<b>Bartłomiej Jefmański:</b> Statystyczna analiza regionalnego zróżnicowania Polski pod względem wdrażania koncepcji zarządzania różnorodnością w przedsiębiorstwach.....	46
<b>Ewa Kusideł:</b> Prognozy konwergencji gospodarczej województw Polski do roku 2020 .....	55
<b>Małgorzata Markowska, Bartłomiej Jefmański:</b> Zastosowanie rozmytej analizy skupień do oceny zmian inteligentnej specjalizacji polskich regionów.....	65
<b>Małgorzata Markowska, Danuta Strahl:</b> Regiony polskie na tle europejskiej przestrzeni regionalnej ze względu na charakterystyki inteligentnego rozwoju .....	78
<b>Zbigniew Przygodzki:</b> Inwestycje w kapitał ludzki w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw – wyzwania dla polityki rozwoju kapitału ludzkiego w regionie łódzkim .....	90
<b>Dorota Sikora-Fernandez:</b> Inteligentna administracja publiczna jako element <i>smart cities</i> w Polsce .....	103
<b>Iwona Skrodzka:</b> Kapitał intelektualny Polski na tle krajów Unii Europejskiej.....	112
<b>Elżbieta Sobczak:</b> Efekty strukturalne zmian zatrudnienia według sektorów zaawansowania technologicznego w regionach europejskich.....	123
<b>Anna Sworowska:</b> Racjonalizacja procesów innowacyjnych we wdrażaniu strategii rozwoju regionu .....	134
<b>Marek Szajt:</b> Potencjał kapitału intelektualnego a wzrost gospodarczy regionów.....	144
<b>Arkadiusz Świadek, Katarzyna Szopik-Depczyńska:</b> Przemysłowe łańcuchy dostaw w kształtowaniu aktywności innowacyjnej województwa zachodniopomorskiego w latach 2009-2011 .....	157

<b>Mariusz Wiśniewski:</b> Ocena stopnia zróżnicowania polskich regionów ze względu na formy wsparcia rolnictwa.....	167
<b>Magdalena Wiśniewska:</b> Procesy innowacyjne a działania władz miejskich – wybrane problemy i przykłady.....	179

## Summaries

<b>Beata Bal-Domańska:</b> Smart specialization vs. social cohesion in the cross-section of the European Union regions – assessment of relations applying panel models .....	19
<b>Dorota Czyżewska:</b> Learning region's competitiveness – a conceptual approach .....	28
<b>Piotr Dzikowski, Marek Tomaszewski:</b> Innovative cooperation systems from the perspective of the size of the industrial enterprises in Lubuskie Voivodeship in the years 2008-2010.....	37
<b>Dariusz Głuszcuk:</b> Regional innovation policy – duality and its principles. ....	45
<b>Bartłomiej Jefmański:</b> Statistical analysis of regional differences in implementing the concept of diversity management in enterprises .....	54
<b>Ewa Kusidel:</b> Economic convergence forecasts for Polish regions to the year 2020 .....	64
<b>Małgorzata Markowska, Bartłomiej Jefmański:</b> Fuzzy clustering in the evaluation of intelligent specialization of Polish regions .....	77
<b>Małgorzata Markowska, Danuta Strahl:</b> Polish regions against the background of the European regional space regarding smart development characteristics .....	89
<b>Zbigniew Przygodzki:</b> Investments in human capital in the sector of small and medium-sized enterprises – challenges for human capital development in the region of Łódź .....	102
<b>Dorota Sikora-Fernandez:</b> Intelligent public administration as an element of “smart cities” concept.....	111
<b>Iwona Skrodzka:</b> Intellectual capital of Poland and the European Union countries .....	122
<b>Elżbieta Sobczak:</b> Workforce structural shifts effects by sectors of technical advancement in European regions.....	133
<b>Anna Sworowska:</b> Rationalization of innovation processes for implementing regional development strategy .....	143
<b>Marek Szajt:</b> Potential of intellectual capital and the economical growth of regions.....	156
<b>Arkadiusz Świadek, Katarzyna Szopik-Depczyńska:</b> Industrial supply chains in the formation of innovation activity of West Pomeranian Voivodeship in the years 2009-2011 .....	166

---

<b>Mariusz Wiśniewski:</b> Assessment of Polish regions diversification in terms of farming support forms.....	178
<b>Magdalena Wiśniewska:</b> Innovative processes in cities – some problems and examples .....	187

**Małgorzata Markowska, Bartłomiej Jefmański**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

---

## ZASTOSOWANIE ROZMYTEJ ANALIZY SKUPIEŃ DO OCENY ZMIAN INTELIGENTNEJ SPECJALIZACJI POLSKICH REGIONÓW\*

---

**Streszczenie:** Identyfikacja inteligentnej specjalizacji regionów polskich stanowić będzie m.in. warunek dostępu do funduszy europejskich w okresie programowania 2014-2020. Ponadto konieczność określenia inteligentnej specjalizacji dla regionów została również wyeksponowana w dokumentach strategicznych dla Polski. Dlatego celem artykułu jest dokonanie oceny kierunku zmian rozwoju inteligentnej specjalizacji polskich regionów. Zastosowano podejście badawcze oparte na danych dynamicznych oraz rozmytej metodzie  $k$ -średnich. Ustalenie stopni przynależności polskich regionów do wyodrębnionych klas w przyjętym okresie badawczym (2000-2010) pozwoliło oszacować rozmytą macierz przejść i określić kierunki zmian w specjalizacji polskich regionów.

**Słowa kluczowe:** klasyfikacja rozmyta, inteligentna specjalizacja, polskie regiony NUTS 2.

### 1. Wstęp

Inteligentna specjalizacja to koncepcja przeznaczona dla celów regionalnej polityki innowacyjnej, nakierowana na efektywne i synergiczne wykorzystanie publicznych inwestycji badawczo-innowacyjnych oraz wspieranie państw członkowskich i regionów w procesie dywersyfikacji i udoskonalania istniejących sektorów wiodących i wzmacnianie tkwiących w nich innowacyjnych możliwości [Malerba 2005; Malerba i Montobbio 2000].

W dokumentach strategicznych przygotowanych w Polsce (m.in. w Krajowym Programie Reform Europa 2020 [Krajowy... 2011]) zaplanowano konieczność opracowania inteligentnej specjalizacji dla kraju i regionów. Ponadto rolę specjalizacji terytorialnej podkreślono w jednym z trzech celów Krajowej Strategii Rozwoju Regionalnego 2010-2020 [Krajowa... 2010] – w działaniu 1.2.4 – Efektywne wykorzystanie w procesach rozwojowych potencjału specjalizacji terytorialnej. Należy

---

\* Praca powstała w ramach realizacji grantu badawczego nr 2011/01/B/HS4/04743 pt.: *Klasyfikacja europejskiej przestrzeni regionalnej w świetle koncepcji inteligentnego rozwoju – ujęcie dynamiczne.*

również podkreślić, że w nowym okresie programowania (tj. w latach 2014-2020) określenie inteligentnej specjalizacji stanowiło będzie warunek dostępu do funduszy europejskich, co nakłada na zarządzających regionami obowiązek wyznaczenia branżowej specjalizacji oraz zdefiniowania mocnych i słabych stron regionu i rozwój z wykorzystaniem innowacji – taka polityka UE sprzyjać ma koncentracji zasobów na priorytetach o kluczowym znaczeniu [Dobrzycka 2012].

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości zastosowania rozmytej analizy skupień do oceny dynamiki i kierunku zmian rozwoju inteligentnej specjalizacji polskich regionów. Dokonano podziału przestrzeni europejskiej na klasy regionów, wykorzystując dane dynamiczne oraz rozmyte metody klasyfikacji. Takie ujęcie wydaje się szczególnie przydatne jako instrument wspierający podejmowanie decyzji dotyczących kierunku i obszaru poszukiwań inteligentnej specjalizacji polskich regionów. Zastosowane podejście analityczne pozwoliło na identyfikację regionów, które w analizowanym okresie utrzymują sektorowy profil specjalizacji, oraz tych, dla których notowano zmiany w tym zakresie. Jest to wstępna selekcja obejmująca pola poszukiwań inteligentnej specjalizacji, dla której następnym etapem badań winno być uszczegółowienie do branż, a potem sekcji, w których regiony wykazują inteligentną specjalizację.

## 2. Znaczenie koncepcji inteligentnej specjalizacji i jej pomiaru

Cel przewodni inicjatywy Unia Innowacji [Europe... 2010] stanowi poprawa warunków i dostępu do finansowania badań, co sprzyjać ma sytuacjom, w których innowacyjne pomysły przeradzają się będą w nowe produkty i usługi, stymulowaniu wzrostu gospodarczego oraz tworzeniu nowych miejsc pracy [A strategy... 2010]. Realizacja tego celu odbywać się ma w drodze wzmacniania roli unijnych instrumentów wspierających ten kierunek rozwoju, w tym: funduszy strukturalnych, funduszy rozwoju obszarów wiejskich, programów na rzecz wspierania konkurencyjności, zwłaszcza w efekcie zwiększenia nakładów na badania oraz nacisku na inteligentną specjalizację [Regional... 2010]. Fundusze europejskie to najważniejszy element oddziaływania, sprzyjający realizacji priorytetów Unii Innowacji oraz praktycznych działań w zakresie inteligentnej specjalizacji regionów. Do instrumentów finansowych polityki spójności, która po roku 2013 będzie warunkowa i silniej ukierunkowana na wyniki i efektywność, wprowadzony zostanie *ex ante* warunek dotyczący inteligentnej specjalizacji – jej określenie w regionie spowoduje przyznanie funduszy na badania naukowe, rozwój technologiczny i innowacje [Annex ... 2011].

Osiągnięcie inteligentnej specjalizacji wymaga strategii rozwoju ukierunkowanej na innowacje, skupionej na mocnych stronach i przewadze konkurencyjnej regionu. Specjalizowanie się w sposób inteligentny to wykorzystanie regionalnych aktywów oraz umiejętności uczenia się tego, jakie specjalizacje można opracować i rozwijać w odniesieniu do na przykład występujących w innych regionach na pod-

stawie posiadanych informacji i z wykorzystaniem strategicznej inteligencji [Foray i van Ark 2007].

Podkreśla się, że inteligentna specjalizacja wymaga podejścia iteracyjnego i dynamicznego [*Comparative...* 2011]. Powinna być rozumiana jako dynamiczny proces identyfikowania obszarów, na których należy skupić uwagę. Nie chodzi zatem o „narzucenie” specjalizacji w wyniku realizacji określonej formy polityki (dotyczącej np. sektora przemysłowego), lecz raczej o stymulowanie odkrywczych procesów, w które zaangażowani będą wszyscy interesariusze, pozwalających na zidentyfikowanie i wskazanie takich dziedzin działalności, w których dany kraj lub region jest w czołówce w dziedzinie nauki i technologii, a także obszarów, w których niezbędne są udoskonalenia.

Priorytety w ramach identyfikacji inteligentnej specjalizacji ustalane są na podstawie oceny takich elementów, jak [David, Foray i Hall 2009]: aktywa (struktury przemysłowe, klastry, uniwersytety, instytuty badawcze, naukowe, techniczne, umiejętności, kapitał ludzki, środowisko, dostęp do rynku, systemy zarządzania oraz powiązania i współpraca z innymi regionami), wyzwania (np. starzenie się ludności, nierównowaga na rynku pracy, aspekty środowiskowe), przewagi konkurencyjne i potencjał (analiza SWOT, prognozowanie i analiza trendów, mapowanie technologii, analiza klastrów, przedsiębiorczość i znajomość rynków).

Przyjmując, że istnieją różne ścieżki regionalnej innowacji i rozwoju, do określenia inteligentnej specjalizacji konieczne jest podejście zintegrowane do projektowania i realizacji polityki. Zasady działania należy dostosować do lokalnych warunków. Ścieżki postępowania to np.: rewitalizacja sektorów tradycyjnych w wyniku działań poprawiających efektywność i poszukiwanie nisz rynkowych; modernizacja poprzez przyjęcie i upowszechnianie nowych technologii; dywersyfikacja technologiczna z istniejących specjalizacji do dziedzin pokrewnych; rozwój nowych form działalności gospodarczej przez radykalne zmiany technologiczne i innowacje przełomowe; wykorzystywanie nowych form innowacji.

Kwestie pomiaru specjalizacji znane są od dawna. Jako przykłady oceny z wykorzystaniem teorii korzyści specjalizacji wskazać można np. mierniki ilustrujące: absolutne lub relatywne eksportowe udziały rynkowe, wskaźnik specjalizacji eksportowej, wskaźnik ujawnionych korzyści komparatywnych (miara Balassy) czy też skorygowany indeks ujawnionych korzyści komparatywnych. Ponadto w ocenie specjalizacji regionalnej wykorzystywany jest m.in. indeks Krugmana [*Doświadczenia...* 2008] oraz wskaźnik specjalizacji lokalnej Florence’a, a także metodologia oceny siły klastrów stosowana przez European Cluster Observatory [Ketels i Sölvell 2006].

W ocenie przewagi technologicznej czy specjalizacji kraju (regionu) pod uwagę brane są np. [van Zeebrock i in. 2006; Alcorta i Peres 1998] dane dotyczące wybranych sektorów gospodarki (np. B+R [Larosse i Pontkakis 2008], produkty zawansowane technologicznie, struktury pracujących, wartość dodana). Ponadto w badaniach regionalnych wykorzystywane są: współczynnik Giniego, wskaźnik Herfindhala



(np. Sapir [1996]; Aiginger i Pfaffermayr [2004]; Cowell [1995]) i indeks entropii (m.in. w pracach Aigingera i Pfaffermayra [2004]; Aigingera i Daviesa [2004]).

Określenie specjalizacji regionalnej możliwe jest przez porównanie struktury gospodarczej regionu do przeciętnej struktury pozostałych regionów, a o wysokiej specjalizacji regionalnej świadczy istotnie odmienna branżowo – od przeciętnej dla pozostałych regionów – struktura [*Specjalizacja...* 2008].

Istota regionalnych specjalizacji wynika głównie z występujących zasobów naturalnych (np. górnictwo i kopalnictwo, produkty leśne), zasobów siły roboczej, dostępności wykwalifikowanych pracowników, kosztów, infrastruktury, uwarunkowań legislacyjnych, warunków klimatycznych i topograficznych (zwłaszcza dotyczących działalności w zakresie turystyki) oraz bliskości rynków. Specjalizacja lokalna i regionalna to pochodna ogólnej atrakcyjności inwestycyjnej, a wyjątek w tej dziedzinie stanowią rodzaje działalności odznaczające się specyficznymi czynnikami lokalizacji [*Atrakcyjność...* 2009].

Specjalizacja obrazuje dwa przeciwstawne aspekty: pozytywny – określenie obszarów, w których dany kraj, region, sektor czy firma ma lepszą pozycję od innych; negatywny – identyfikacja obszarów względnej słabości [McCann i Ortega-Argilés 2001].

Do określenia wskaźników i regularnego gromadzenia systematycznych danych na temat inteligentnej specjalizacji konieczne są prace pomiarowe, pozwalające na identyfikację, analizy dynamiczne, śledzenie postępów, czy też ocena przekształceń strukturalnych i ewaluacja w zakresie efektywności. Potrzebne są dane i wskaźniki pozwalające na ocenę stanu, monitoring oraz ewaluacja zaprojektowanych i wdrażanych rozwiązań innowacyjnych na rzecz np. nauki i technologii [David, Foray i Hall 2009]. Jak wskazuje D. Foray [2011], na obecnym etapie prac niezbędne są badania pilotażowe na podstawie istniejących statystyk, co pozwoli na stwierdzenie, iż inteligentną specjalizację można w sposób wymierny ocenić, a także że możliwe jest ustalenie miar agregatowych dla pomiaru tej koncepcji.

Prowadzone prace w zakresie wskaźników skupione są m.in. na [David, Foray i Hall 2009]: określeniu procesów „wchodzenia” firm w nowe aktywności, wskaźnikach technologicznych (np. patenty), innowacjach w głównych sektorach gospodarki, korelacjach między wydatkami na B+R i specjalizacją szkoleniową czy strukturą gospodarki, w celu określenia przyszłej alokacji środków budżetowych, sieciach inteligentnej specjalizacji w regionach (wspólne patenty czy publikacje), klastrach jako geograficznym wyrazie inteligentnej specjalizacji.

### **3. Charakterystyka zastosowanego podejścia badawczego**

#### **3.1. Opis zmiennych i obiektów**

Określenie inteligentnej specjalizacji regionu, która jako koncepcja powstała kilka lat temu, nie jest sprawą łatwą. Trwają prace zespołów (np. [David, Foray i Hall

2009; Foray 2011]) badających możliwości dostarczenia danych w tym zakresie przez instytucje zajmujące się gromadzeniem danych statystycznych, zmierzające do ustalenia zestawu mierników czy tworzących ramy do podejścia agregatowego.

W proponowanym w pracy podejściu do oceny dynamiki i kierunku zmian rozwoju inteligentnej specjalizacji polskich regionów grupę odniesienia stanowiły unijne regiony szczebla NUTS 2, których jest co prawda 271, jednak w badaniu, ze względu na brak danych nie uwzględniono francuskich regionów zamorskich (Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion) i dwóch hiszpańskich (Ciudad Autónoma de Ceuta, Ciudad Autónoma de Melilla). Oznacza to, że w dalszych analizach klasyfikowano 265, tj. 97,8% regionów UE [Regions... 2007]. Natomiast do zilustrowania obszarów poszukiwań i wstępnej identyfikacji pola inteligentnej specjalizacji w regionach wybrano następujące charakterystyki:

*I* – udział pracujących w rolnictwie w ogólnej liczbie pracujących w regionie,

*II* – udział pracujących w przemyśle w ogólnej liczbie pracujących w regionie,

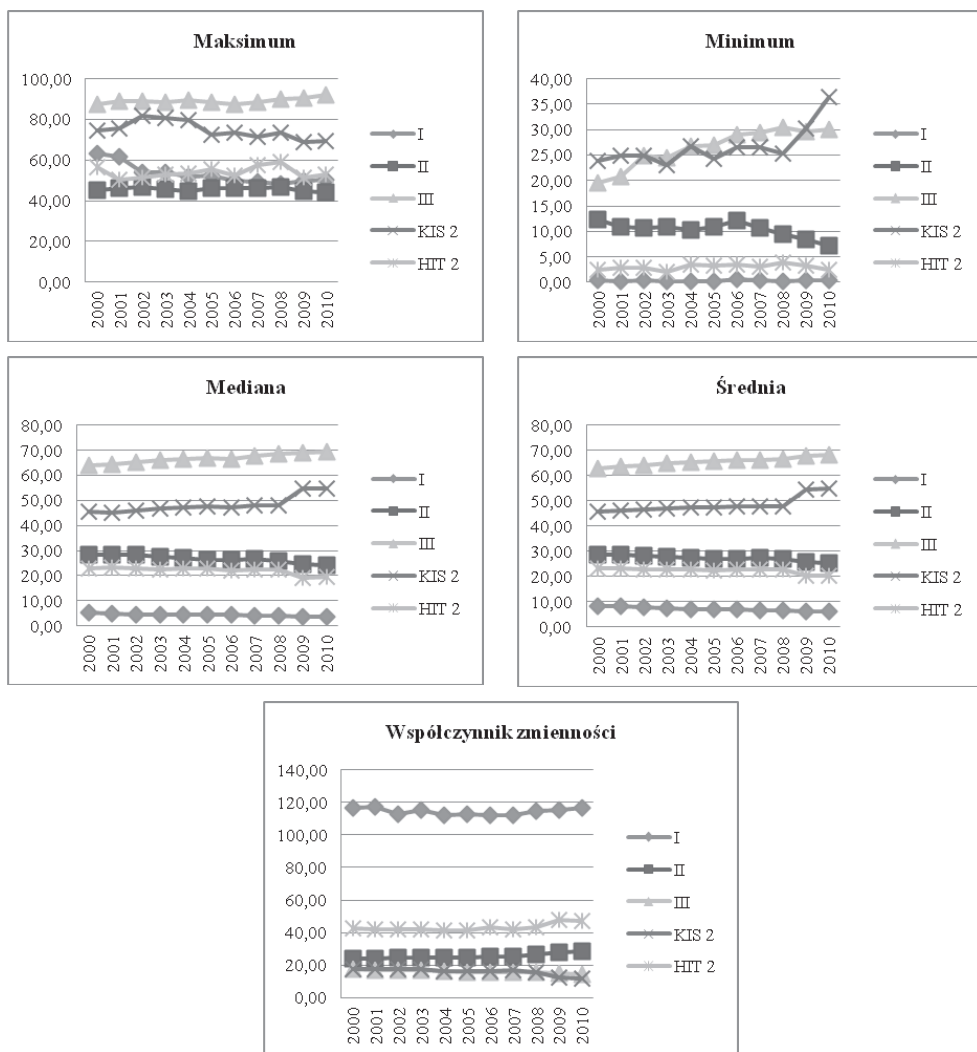
*III* – udział pracujących w usługach w ogólnej liczbie pracujących w regionie,

*KIS 2* – pracujący w usługach opartych na wiedzy jako udział pracujących w usługach,

*HIT 2* – pracujący w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie (jako procent pracujących w przemyśle).

Zakres czasowy w badaniu stanowiły lata 2000-2010, a źródłem danych statystycznych były bazy danych Eurostatu. Oceniając wstępnie dane na temat każdej charakterystyki w regionach UE, można wskazać, iż minimum dla udziału pracujących w rolnictwie (*I*) nie przekraczało 0,5%, natomiast wartość najwyższa tej cechy zmniejszyła się z ponad 60% w roku 2000 do 50,5% w roku 2010 i jest to największy spadek – por. rys. 1. Natomiast dla udziału pracujących w przemyśle (*II*) wartość minimum zmniejszyła się z 12,3% do 7,2%, podczas gdy dla każdej następnej charakterystyki wartości minimum w roku 2010 w stosunku do roku 2000 wzrastały (z 19,4% do 30% dla udziału pracujących w usługach, z 23,8% do 36,5% dla *KIS 2* – to najbardziej spektakularny wzrost oraz z 2,3% do 2,4% dla *HIT 2*).

Jeśli analizować każdą cechę z osobna, to wartości mediany i średniej dla każdej z nich były na podobnym poziomie, natomiast największe zróżnicowanie cechuje regiony UE pod względem udziału pracujących w rolnictwie (współczynnik zmienności w granicach 112-117%), a kolejną charakterystyką różnicującą regiony jest udział pracujących w przemyśle wysoko i średnio zawansowanym technologicznie (jako procent pracujących w przemyśle ogółem), przy czym współczynnik zmienności przyjmował tu wartości z przedziału 41-48%.



Rys. 1. Wartości wybranych statystyk opisowych

Źródło: opracowanie własne.

### 3.2. Metoda badawcza

W celu wyodrębnienia grup typologicznych zastosowano jedną z metod analizy skupień określaną mianem rozmytej metody  $k$ -średnich. Przegląd zastosowań analizy skupień, potwierdzający użyteczność takiego podejścia w badaniach regionalnych, zawarto m.in. w opracowaniu Markowskiej, Kusterki-Jefmańskiej i Jefmańskiego [2013]. Zastosowanie tej metody wymaga zadania kilku parametrów początkowych

scharakteryzowanych m.in. w opracowaniu Markowskiej i Jefmańskiego [2011, s. 73-92]. W niniejszym badaniu podobieństwo obiektów oceniono za pomocą odległości euklidesowej. Wartość parametru rozmycia ustalono na poziomie  $m = 1,5$ . Liczbę klas ustalono z zastosowaniem mierników oceny jakości klasyfikacji rozmytej. W literaturze przedmiotu przedstawiono wiele propozycji w tym zakresie. Przegląd mierników oceny jakości klasyfikacji rozmytej dla metody  $k$ -średnich zawiera praca Wanga i Zhanga [2007, s. 2095-2117]. Ze względu na to, że trudno wskazać miernik, który swoimi właściwościami przewyższałby pozostałe, zdecydowano, że zostanie oszacowanych pięć mierników i na podstawie ich wskazań ustalona będzie optymalna liczba klas.

Pierwszy z zastosowanych mierników  $PC$  (*Partition Coefficient*) zaproponowany został przez Bezdeka [1974]. Wartości współczynnika mieszczą się w przedziale  $\left[\frac{1}{c}; 1\right]$ , gdzie  $c$  oznacza liczbę klas. Gdy wartość współczynnika wynosi 1, wówczas mamy do czynienia z „nierozmytymi” skupieniami. Drugi z mierników  $PE$  (*Partition Entropy*) również został zaproponowany przez Bezdeka [1974, s. 57-71], a jego wartości mieszczą się w przedziale  $<0; \log_c c>$ . Im wartości  $PE$  bliższe 0, tym mniej rozmyte są skupienia.

Kolejne z zastosowanych miar oprócz informacji o stopniach przynależności uwzględniają również niektóre aspekty geometrycznej struktury zbioru danych. I tak w przypadku miary  $XB$  zaproponowanej przez Xie i Beni [1991, s. 841-847] jej wartości należą do zbioru liczb rzeczywistych dodatnich. Liczbę klas ustala się dla tej wartości indeksu, w której osiąga minimum globalne lub minima lokalne [Wang i Zhang 2007, s. 2100]. Do grupy tych miar zalicza się również indeks  $FS$  [Fukuyama i Sugeno 1989, s. 247-250] oraz  $DI$  [Dunn 1974, s. 95-104]. Liczbę klas ustala się na podstawie odpowiednio wartości minimalnej i maksymalnej indeksów.

W proponowanym podejściu badawczym poddane klasyfikacji regiony stanowiły w każdym roku osobne jednostki taksonomiczne, przy czym klasyfikacji dokonano dla wszystkich lat razem<sup>1</sup> – co oznacza, że każdy z unijnych regionów występował jako obiekt (operacyjna jednostka taksonomiczna) 11 razy. Region stanowił w ten sposób odrębny obiektookres w każdym momencie analizy. W związku z tym podstawą klasyfikacji było 2915 obiektookresów (11-letni okres analizy dla 265 europejskich regionów), a klasy regionów wyznaczono tylko raz. Takie ujęcie umożliwia identyfikację regionów, które zawsze charakteryzowały się określonym profilem inteligentnej specjalizacji, a także takich, które profil zmieniły lub są w trakcie jego zmiany. Jednym z rezultatów takiego podejścia jest macierz przynależności regionów do poszczególnych klas w przyjętym okresie analizy, określana przez autorów mianem rozmytej macierzy przejść. Podstawą jej szacowania są cząstkowe stopnie przynależności obiektookresów do klas w poszczególnych okresach analizy.

<sup>1</sup> Jest to podejście zbieżne do propozycji T. Grabińskiego [1975] i A. Sokołowskiego [1982].

Wartości wyszczególnionych mierników jakości klasyfikacji dla różnej liczby klas zestawiono w tab. 1.

**Tabela 1.** Wartości indeksów jakości klasyfikacji rozmytej

Indeks	Liczba klas				
	2	3	4	5	6
PC	0,624208	<b>0,64268</b>	0,635074	0,585148	0,57115
PE	<b>0,304933</b>	0,428205	0,517641	0,639978	0,71403
XB	0,000165	0,000148	<b>0,000146</b>	0,000206	0,000156
FS	-3678,26	-5805,4	<b>-7516,44</b>	-7003,72	-7141,63
DI	0,00887	0,010824	0,013095	0,012368	<b>0,014642</b>

Źródło: obliczenia własne z zastosowaniem pakietu e1071 w programie R.

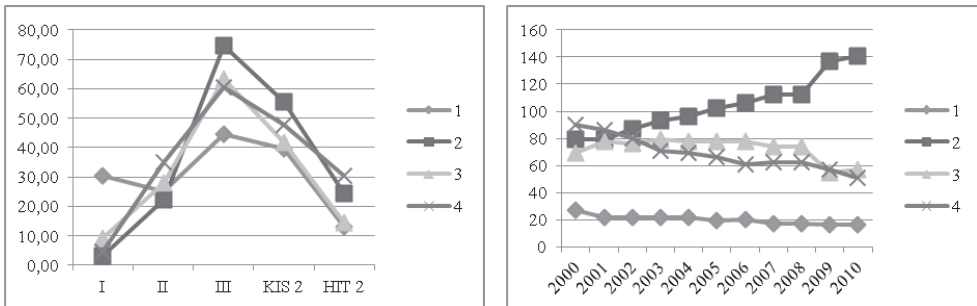
Na podstawie przedstawionych wartości mierników jakości klasyfikacji trudno jednoznacznie wskazać liczbę klas regionów. Można jednak zauważyć, że wartości dwóch mierników (*XB* i *FS*) sugerują taką samą liczbę klas na poziomie 4. Ponadto w przypadku miernika *PC* różnica jego wartości dla wariantu trzech i czterech klas jest bardzo mała. Podobnie jest w przypadku *FS*, gdzie jest niewielka różnica w jego wartościach dla czterech i sześciu klas. W związku z powyższym postanowiono przyjąć podział regionów UE na cztery klasy.

#### 4. Dynamika i kierunki zmian rozwoju inteligentnej specjalizacji polskich regionów – wyniki badań

Otrzymane cztery klasy rozmyte można wstępnie scharakteryzować ze względu na liczebność klas oraz wartości średnich każdej cechy w uzyskanych klasach (por. rys. 2):

- klasa pierwsza skupia regiony o najwyższej średniej udziale pracujących w rolnictwie (30,4%), trzeciej w kolejności wartości średniej udziale pracujących w przemyśle (25,3%) i najniższych wartościach średnich dla trzech pozostałych cech – to klasa rolnicza – w roku 2000 było w niej 27, zaś w roku 2010 już tylko 16 regionów;
- klasę drugą charakteryzuje najwyższy udział pracujących w usługach (74,4%) i w usługach opartych na wiedzy (55,4%), druga w kolejności wartość średnia udziale pracujących w wysoko i średnio zaawansowanym technologicznie przemyśle (24,4%) – to klasa usługowa – wyspecjalizowana, dynamicznie „nabierająca” regiony, ponieważ w roku 2000 było w niej 79, a roku 2010 już 141 regionów;
- klasę trzecią cechuje druga w kolejności wartość średnia udziale pracujących w każdym z trzech sektorów (rolnictwo – 9,1%, przemysł – 27,8% i usługi –

- 63,2%) oraz trzecia w kolejności średnia *KIS 2* (41,8%) i *HIT 2* (14,4%) – to klasa polifunkcyjna, w której w roku 2000 było 69, a w 2010 roku 57 regionów;
- klasa czwarta zawiera regiony o najwyższej ze wszystkich klas średniej udziału pracujących w przemyśle (35%) i przemyśle wysoko i średnio zaawansowanym technologicznie (30,6%) – to klasa przemysłowa, wyspecjalizowana, w której w pierwszym roku analizy było 90 regionów, w ostatnim zaś już tylko 51.



**Rys. 2.** Średnie wartości cech w otrzymanych klasach regionów (rysunek lewy) i liczba obiektów w klasach w kolejnych latach (rysunek prawy)

Źródło: opracowanie własne.

Regiony polskie szczebla NUTS 2 odnotowano w trzech z czterech otrzymanych klas – nie było w żadnym momencie analizy polskiego regionu w klasie drugiej, którą cechował najwyższy udział cech *KIS* i *KIS 2* oraz druga w kolejności wartość średnia udziału *HIT 2* – por. tab. 2.

Zastosowanie proponowanego w artykule podejścia badawczego skutkuje otrzymaniem rozmytej macierzy przejść regionów. Umożliwiła ona identyfikację i analizę zmian położenia poszczególnych regionów w wyodrębnionych klasach w przyjętym okresie analizy (por. tab. 2). Są takie polskie regiony, które w całym analizowanym okresie (co prawda w różnym stopniu przypisania) zaliczono do jednej klasy, w tym do:

- pierwszej – charakteryzującej się najwyższą średnią udziału pracujących w rolnictwie, trzecią w kolejności średnią wartością udziału pracujących w przemyśle i najniższych wartościach średnich dla trzech pozostałych cech – lubelski, podkarpacki, świętokrzyski i podlaski; w klasie tej było łącznie 220 obiektów, stanowiły je regiony z sześciu krajów: Grecji, Rumunii, Polski, Portugalii, Bułgarii i Hiszpanii;
- do trzeciej – klasa polifunkcyjna – warmińsko-mazurski, zachodniopomorski i mazowiecki; polifunkcyjne regiony z UE w dynamicznej klasyfikacji to łącznie 796 obiektów z 22 krajów (bez regionów duńskich, finlandzkich, niderlandzkich, szwedzkich i słoweńskich).

**Tabela 2.** Rozmyta macierz przejść polskich regionów do klas w latach 2000-2010

Regiony	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Łódzki	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mazowiecki	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Małopolski	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3
Śląski	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3
Lubelski	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Podkarpacki	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Świętokrzyski	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Podlaski	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Wielkopolski	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3
Zachodniopomorski	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lubuski	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Dolnośląski	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4
Opolski	3	3	3	3	1	3	3	3	3	4	4
Kujawsko-pomorski	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3
Warmińsko-mazurski	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Pomorski	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3

Oznaczenia w tabeli: cyfry czcionką pogrubioną – równy lub wyższy od 0,8 stopień przynależności do klasy, cyfry kursywą – niższy od 0,8 stopień przynależności do klasy.

Źródło: opracowanie własne.

Regiony: łódzki, wielkopolski i kujawsko-pomorski dziesięciokrotnie znalazły się w klasie trzeciej i incydentalnie (w jednym roku) w klasie pierwszej, przy czym łódzki w roku 2000, wielkopolski w roku 2004, a kujawsko-pomorski w roku 2006. Ponadto niemal zawsze w klasie trzeciej, a tylko raz w innej klasie (czwartej w roku 2009) sklasyfikowano region śląski.

Do klasy pierwszej (w 9 okresach) oraz do trzeciej w 2007 roku i w latach 2009-2010 zaklasyfikowano region małopolski. Jest to region „przechodzący” z rolniczego w polifunkcyjny – na tle innych regionów UE w tym czasie. Do regionów, które szukają obszaru specjalizacji, zaliczyć można pomorski, lubuski, dolnośląski i opolski, które z klasy 3 „przemieszczają się” do klasy 4.

## 5. Podsumowanie

Metody analizy skupień są popularnymi metodami badawczymi na gruncie badań regionalnych. Ich stosowanie umożliwia wyodrębnienie regionów o podobnym poziomie rozwoju analizowanego zjawiska, a co szczególnie istotne z punktu widzenia niniejszego artykułu, pozwala również na wyodrębnienie faz rozwoju badanych regionów. Szczególnie przydatna w tym zakresie okazuje się grupa metod dopuszczają

jących częściową przynależność regionów do wielu klas określanych mianem rozmytych metod analizy skupień. Najbardziej popularną i najczęściej stosowaną z nich jest rozmyta metoda  $k$ -średnich, stanowiąca rozszerzenie klasycznego wariantu metody, w której obiekt może należeć wyłącznie do jednej klasy. W metodzie tej szacuje się dla każdego obiektu wartości stopni przynależności do wyodrębnionych klas. Taka informacja stanowi doskonałą podstawę do obserwacji zmian przynależności regionów do klas w przyjętym horyzoncie czasu. Połączenie takiego podejścia z danymi dynamicznymi, w naszym przypadku z tzw. obiektookresami, wpisuje się w zagadnienie klasyfikacji dynamicznej.

Wynikiem przyjętego podejścia badawczego jest oszacowanie dla każdego z polskich regionów przynależności do czterech klas, na które podzielono europejską przestrzeń regionalną. Na podstawie informacji, jakich dostarcza rozmyta macierz przejść, łatwo zidentyfikować regiony, które poszukują swojej inteligentnej specjalizacji, „wędrując” między klasami regionów, jak i te, które dokonały już takiego przejścia i umacniają swoją przynależność do danej klasy. Dobrym przykładem takiego regionu jest Dolny Śląsk, który zmieniał swoją przynależność między klasą trzecią a czwartą, umacniając w konsekwencji swoją pozycję w klasie czwartej w końcowym okresie analizy. Wydaje się, że podobny proces obserwujemy również w przypadku regionu opolskiego, lubuskiego i małopolskiego, przy czym w tym ostatnim przypadku mamy do czynienia ze stopniowym przejściem z klasy pierwszej do trzeciej. Należy również zauważyć, że niektóre regiony nie zmieniły swojego położenia, zachowując wysoki stopień przynależności do jednej z wyodrębnionych klas niemal przez cały okres analizy, czego przykładem mogą być np. lubelski i podlaski.

## Literatura

- A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, COMMUNICATION FROM THE COMMISSION, EUROPE 2020, European Commission, COM(2010) 2020 final, Brussels 2010.
- Aiginger K., Davies S.W., *Industrial specialisation and geographic concentration: two sides of the same coin? not for the European Union*, “Journal of Applied Economics” 2004, VII(2).
- Aiginger K., Pfaffermayr M., *The Single Market and geographic concentration in Europe*, “Review of International Economics” 2004, 12(1).
- Alcorta L., Peres W., *Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean*, “Research Policy” 1998, 26.
- Annex IV of the general SF draft regulation, COM (2011) 615.
- Atrakcyjność inwestycyjna regionów Polski a kształtowanie lokalnych i regionalnych specjalizacji gospodarczych*, red. H. Godlewska-Majkowska, SGH, Warszawa 2009.
- Bezdek J.C., *Numerical taxonomy with fuzzy sets*, “Journal of Mathematical Biology” 1974, vol. 1.
- Comparative advantage through “smart” knowledge-based specialization: implications for science*, Council Conclusions on Innovation Union for Europe, 3049th Competitiveness Council meeting, Brussels, 26 Nov. 2010.



- Cowell F.A., *Measuring Inequality*, Prentice Hall, London 1995.
- David P., Foray D., Hall B., *Measuring Smart Specialisation: The concept and the need for indicators*, 2009, [http://www.iktimed.eu/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=28:smart-specialisation-the-concept-and-the-need-for-indicators&Itemid=35](http://www.iktimed.eu/index.php?option=com_k2&view=item&id=28:smart-specialisation-the-concept-and-the-need-for-indicators&Itemid=35).
- Dobrzycka M., *Inteligentna specjalizacja regionów*, „Wspólnota” 5 stycznia 2012, nr 1.
- Doświadczenia i szanse regionów*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, „Przegląd Regionalny” 2008, nr 2.
- Dunn J.C., *Well Separated Clusters and Optimal Fuzzy Partitions*, “Journal Cybernetics” 1974, vol. 4.
- Europe 2020. Flagship Initiative Innovation Union: Transforming Europe for a post-crisis world*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, European Commission, COM(2010), 2010.
- Foray D., *Smart specialisation: from academic idea to political instrument, the surprising destiny of a concept and the difficulties involved in its implementation*, prepared for Conference “European Integration process in the new regional and global settings”, Warsaw, October 19th and 20th, 2011.
- Foray D., David P.A., Hall B., *Smart specialisation: the concept*, in *Knowledge for Growth: Prospects for science, technology and innovation*, Report, EUR 24047, European Union, 2009.
- Foray D., van Ark B., *Smart specialisation in a truly integrated research area is the key to attracting more R&D to Europe*, “Knowledge Economists Policy Brief”, October 2007, no 1.
- Fukuyama Y., Sugeno M., *A new method of choosing the number of clusters for the fuzzy c-means method*, Proc. 5<sup>th</sup> Fuzzy Systems Symp. 1989.
- Grabiński T., *Dynamiczne modele analizy taksonomicznej*, Akademia Ekonomiczna, Kraków 1975, praca doktorska, maszynopis powielony.
- Ketels C., Sölvell O., *Clusters in the EU-10 new member countries*, Europe Innova Cluster Mapping, 2006.
- Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010–2020: regiony, miasta, obszary wiejskie*, MRR, Warszawa 2010.
- Krajowy Program Reform Europa 2020*, Warszawa, kwiecień 2011, [http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/nrp/nrp\\_poland\\_pl.pdf](http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/nrp/nrp_poland_pl.pdf).
- Larosse J., Pontkakis D., *R&D specialization: strategic intelligence in priority setting*, OECD TIP-RHIR Workshop, Sept. 2008.
- Malerba F., *Sectoral systems of innovation: A framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors*, “Economics of Innovation and New Technology” 2005, 14, 1-2.
- Malerba F., Montobbio F., *Sectoral systems and international technological and trade specialisation*, Paper, June 2000.
- Markowska M., Jefmański B., *Fuzzy classification of European regions in the evaluation of smart growth*, „Przegląd Statystyczny” 2011, vol. 57, no. 1.
- Markowska M., Kusterka-Jefmańska M., Jefmański B., *The assessment of smart specialization dynamics and growth changes direction in European regions using fuzzy classification*, „Argumenta Oeconomica” 2013 (w druku).
- McCann P., Ortega-Argilés R., *Smart Specialisation, Regional Growth and Applications to EU Cohesion Policy*, Groningen University, 2001.
- Regional Policy contributing to smart growth in Europe 2020*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, SEC, 2010, 1183. COM(2010) 553 final, European Commission, Brussels, 6.10.2010.
- Regions in the European Union. Nomenclature of territorial units for statistics NUTS 2006/EU-27*, Series: Methodologies and Working Papers, European Commission, Luxemburg 2007.
- Sapir A., *The effects of Europe's internal market program on production and trade: a first assessment*, „Weltwirtschaftliches Archiv” 1996, 132.

- Sokołowski A., *O zagadnieniach taksonomicznych*, Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie nr 165, Instytut Metod Rachunku Ekonomicznego, Kraków 1982.
- Specjalizacja ekonomiczna regionów i jej implikacje dla rozwoju regionalnego*, „Przegląd Regionalny” wrzesień 2008, nr 2.
- Van Zeebrock N. i in., *Issues in measuring the degree of technological specialization with patent data*, „Scientometrics” 2006, vol. 66, no. 3.
- Wang W., Zhang Y., *On fuzzy cluster validity indices*, “Fuzzy Sets and Systems” 2007, vol. 158.
- Xie X.L., Beni G.A., *Validity measure for fuzzy clustering*, “IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence” 1991, vol. 13, no. 8.

## **FUZZY CLUSTERING IN THE EVALUATION OF INTELLIGENT SPECIALIZATION OF POLISH REGIONS**

**Summary:** The identification of smart specialization in Polish regions will constitute, among others, the condition for accessing European Union funds for the programming period 2014-2020. Additionally, the need to define smart specialization in particular regions has also been emphasized in the documents of strategic significance for Poland. Therefore the objective of the paper is to provide the assessment regarding the direction of smart specialization development changes in Polish regions. Defining the level of Polish regions' coverage by the distinguished classes in the accepted research period (2000-2010) allowed to estimate the fuzzy switch matrix and to specify the directions of changes in the specialization of Polish regions.

**Keywords:** fuzzy classification, smart specialization, Polish NUTS 2 regions.