

Małgorzata Markowska

**WYKORZYSTANIE MIARY BRAYA-CURTISA
DO OCENY ZMIAN W INNOWACYJNOŚCI
EUROPEJSKIEJ PRZESTRZENI REGIONALNEJ**

1. Wstęp

Polityka proinnowacyjna należy do jednych z najtrudniejszych wyborów i działań w skali zarówno kraju, jak i przedsiębiorstwa, a także regionu. Wprowadzenie podstawowych innowacji jest procesem, który wymaga zaangażowania wszystkich zainteresowanych. Potrzebni są znakomici naukowcy, nowatorscy przedsiębiorcy, przyjazne prawo, dostępność rynków oraz system edukacji, który zachęci ludzi do wprowadzania innowacji i pozytywnie nastawi ich do nowatorskich rozwiązań. Z wypowiedzi G. Verheugena [4] wynika, że zmiany strukturalne nie mogą być postrzegane jako zagrożenie, lecz jako szansa na poprawę innowacyjności. Europa musi stać się społeczeństwem naprawdę opartym na wiedzy oraz przychylnym innowacjom, w którym innowacje są wartościami zasadniczymi dla społeczeństwa i zapewniają korzyści wszystkim obywatelom. Ze względu na to, że wiadomo, o jaką stawkę toczy się gra, w Europie powinna istnieć silna motywacja do stworzenia najlepszego na świecie systemu wprowadzania innowacji. Innowacje są kluczem do sprostania najpilniejszym wyzwaniom społeczno-ekonomicznym, takim jak globalne ocieplenie klimatu, globalizacja oraz tworzenie nowych miejsc pracy.

Za najważniejsze atuty gospodarki regionalnej uznaje się obecnie potencjał badawczo-rozwojowy, innowacyjny i organizacyjny oraz jakość kapitału ludzkiego [11; 12]. I choć pojęcie innowacyjności nie ma jeszcze ugruntowanej metodologii badawczej, a zwłaszcza metod pomiaru, to statystyka unijna ma już znaczny dorobek w zakresie zarówno mierników ilustrujących poziom innowacyjności, jak i indeksów jego pomiaru [1; 2; 3; 5; 6; 7; 9; 10].

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości wykorzystania miary odległości Braya-Curtisa do grupowania regionów w zbiory o podobnej skali zmian strukturalnych w charakterystykach innowacyjności.

2. Ocena zmian w czasie innowacyjności europejskiej przestrzeni regionalnej

Pojęcie odległości jest stale obecne w potocznym języku, istnieje w ludzkiej świadomości, stąd używanie tego określenia nie wymaga dodatkowych objaśnień. Mocno wpisało się także w nomenklaturę metod ilościowych. Zwykle przyjmuje się, że [13]:

niewielka odległość między dwoma obiektami, próbami, populacjami wskazuje na bliskie lub podobieństwo tych obiektów, prób, populacji,

natomiast znaczna odległość między dwoma obiektami (elementami tej samej próby), próbami, populacjami jest równoznaczna z oddaleniem – niepodobieństwem porównywanych obiektów populacji.

Wśród narzędzi wielowymiarowej analizy statystycznej wymienić można wiele różnych miar odległości. Ich wielość wynika z tego, iż w matematyce odległością między dwoma elementami i oraz j jest dowolna funkcja rzeczywista d_{ij} , taka że [13; 14]:

$$d_{ij} \geq 0,$$

$$d_{ii} = 0,$$

$$d_{ij} = d_{ji},$$

$$d_{ij} \geq d_{ik} + d_{kj}.$$

Jeśli zaś dokonać chcemy oceny podobieństwa (bliskości) bądź niepodobieństwa (odległości) obiektu opisanego zbiorem cech obserwowanych w dwóch momentach czasowych, to miara charakteryzować będzie zmiany w czasie cech i -tego obiektu.

Realizację celu badania, tj. wskazanie możliwości wykorzystania miary Braya-Curtisa do oceny zmian w innowacyjności europejskiej przestrzeni regionalnej z wykorzystaniem mierników innowacyjności, umożliwią przedstawione etapy postępowania, tj.:

1. Ustalenie zjawiska, którego wielowymiarowy charakter utrudnia prostą analizę dynamiki zmian w czasie. Takim zjawiskiem może być rozwój gospodarczy czy demograficzny, innowacyjność, konkurencyjność, dobrobyt społeczny.

2. Określenie zbioru obiektów i wybór momentu badania. Do analizy zmian w czasie można jako obiekty wykorzystać zarówno te ze skali makro – kraje układy gospodarcze, skali mezo – regiony, subregiony, powiaty, jak i w skali mikro – gminy, firmy czy też inne obiekty (studentów, uczniów itp.).

3. Zebranie danych statystycznych, ewentualne uzupełnienie luk w szeregach przekrojowych na podstawie wcześniejszych danych.

Pozwoli to zapisać macierz danych, w której dowolny element oznacza się przez x_{ij}^t ($i=1,2,\dots,k$; $j=1,2,\dots,m$; $t=1,2$), a jest to wartość j -tej zmiennej w i -tym obiekcie (regionie), w t -tym momencie badania. Wielowymiarowa obserwacja (m -wymiarowa) będzie dla i -tego obiektu w t -tym momencie zapisywana w formie wektora [8]:

$$\mathbf{X}_{ij}^t = x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{im}^T, \quad (1)$$

gdzie: $i=1,2,\dots,k$, $j=1,2,\dots,m$, $t=1,2$.

4. Wybór miary odległości oraz, jeśli to konieczne, odpowiednie przekształcenie wartości zmiennych – mierników opisujących zjawisko. Do oceny zmian w czasie charakterystyk opisujących zjawisko złożone można wskazać miary proponowane przez wielowymiarową analizę statystyczną, np. miarę Braya-Curtisa, w wyniku zastosowania której można ocenić zmiany w czasie ze względu na wartości charakterystyk innowacyjności w i -tym obiekcie. Miara będzie ustalana następująco:

$$d_i^{tt'} = \frac{\sum_{j=1}^m |x_j^t - x_j^{t'}|}{\sum_{j=1}^m \mathfrak{E}_j^t + x_j^{t'}}, \quad (2)$$

wówczas

$$d_i^{tt'} \in [0; 1]. \quad (3)$$

Bliskie zeru wartości miary Braya-Curtisa można ocenić jako niewielkie zmiany w czasie, opisujące zjawisko złożone charakterystyk w i -tym obiekcie. Zbliżone zaś do jedności wartości miary Braya-Curtisa oznaczają istotne różnice między charakterystykami (miernikami wybranymi do opisu zjawiska) w i -tym obiekcie w momentach t i t' .

5. Podział obiektów na grupy od najbardziej do najmniej podobnych ze względu na zmiany w charakterystykach analizowanego zjawiska złożonego. Do uporządkowania regionów pod względem skali zmian w czasie wartości mierników innowacyjności podzielono je na grupy, z wykorzystaniem następującej formuły:

$$\frac{\max d_i^{tt'} - \min d_i^{tt'}}{6}, \quad (4)$$

przy czym:

w grupie pierwszej znajdują się obiekty (regiony) o największym natężeniu zmian charakterystyk obrazujących innowacyjność gospodarki regionów, do grup drugiej i trzeciej zaliczone zostaną regiony, w których poziom zmian mierników innowacyjności jest ponadprzeciętny, w skład czwartej i piątej grupy wchodzić będą regiony o słabnącym natężeniu zmian w wartościach charakterystyk innowacyjności, szóstą grupę zawierają regiony, w których zmiany w wartościach wybranych do analizy innowacyjności charakterystyk były najmniejsze.

Proponowany w pracy schemat postępowania pozwoli zatem na ustalenie, z wykorzystaniem miary odległości Braya-Curtisa, grup regionów podobnych ze względu na skalę zmian w czasie, wartości mierników innowacyjności.

3. Mierniki oceny regionalnej innowacyjności

W Eurostacie trwają ciągle dostosowania mierników innowacyjności do możliwości statystyki. Tworzona przez kilka lat lista wskaźników służących do ustalania syntetycznego wskaźnika innowacyjności regionalnej była kilkakrotnie zmieniana. W pierwszych pracach *Trend Chart of Innovation* przygotowywanych dla Komisji Europejskiej na temat regionalnej innowacyjności w 2002 r. badano 148 regionów UE-15 ze względu na 7 zmiennych charakteryzujących innowacyjność. W kolejnym roku rozszerzono analizę na 173 regiony UE-15 ze względu na 13 zmiennych, podczas gdy w aktualnym raporcie [6; 7] powrócono do 7 zmiennych z powodu konieczności włączenia do badań nowych regionów UE (badania prowadzono dla 208 regionów NUTS-2). W raporcie *European Innovation Scoreboard 2006*, opracowanym w ramach prac *European Trend on Innovation* [6], do oceny innowacyjności przestrzeni europejskiej NUTS-2 wykorzystano w 2006 r. następujące charakterystyki:

kapitał ludzki w nauce i technologii – liczba osób, które ukończyły wyższą uczelnię na wydziale naukowo-technicznym i pracują w zawodzie na 1000 ludności, uczestniczący w kształceniu ustawicznym na 100 osób w wieku 25-64 lata, wydatki publiczne na badania i rozwój (B + R) jako procent PKB, zatrudnienie w przemyśle produkcyjnym wykorzystującym średnio i wysoko zaawansowane technologie (w procencie zatrudnionych ogółem), zatrudnienie w usługach wykorzystujących zaawansowane technologie (w procencie zatrudnionych ogółem), patenty zgłoszone w Europejskim Biurze Patentowym (European Patent Office) na milion ludności.

Zmniejszenie liczby zmiennych było konsensusem pomiędzy chęcią badań komparatystycznych dla jak największej liczby regionów a możliwościami unijnej statystyki dla regionów.

4. Wyniki grupowania regionów UE ze względu na natężenie zmian mierników innowacyjności

Na wstępie ustalono zjawisko wielowymiarowe, którego złożony charakter utrudnia analizę dynamiki zmian w czasie. Zjawiskiem złożonym będzie innowacyjność europejskiej przestrzeni regionalnej. Dla ustalonego zbioru regionów i zmiennych zebrano dane statystyczne charakteryzujące regiony ze względu na wartości mierników innowacyjności w dwóch momentach badania. W przypadku proponowanego zagadnienia będą to regiony Unii Europejskiej poziomu NUTS-2. I chociaż, jak wiadomo, na poziomie NUTS-2 jest 268 regionów, to jednak brak danych dotyczących wybranych charakterystyk na temat wszystkich regionów bułgarskich (6) oraz rumuńskich (8), a także w zamorskich regionach francuskich (Guadelupe, Martinique, Guyane, Reunion) i zamorskich regionów portugalskich (Região Autónoma dos Açores, Região Autónoma da Madeira) i dwóch hiszpańskich (Ciudad Autónoma de Ceuta, Ciudad Autónoma de Melilla) spowodował, że w analizie brano pod uwagę 246 z 268 unijnych regionów NUTS-2 – ($i = 1, 2, \dots, 246$), z których każdy zostanie scharakteryzowany przez następujące zmienne (w nawiasie podano brzegowe momenty badania):

- X_1 – udział pracujących z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie pracujących w regionie ($t_1 = 2001$, $t_2 = 2005$),
- X_2 – kapitał ludzki w nauce i technice (HRST) jako odsetek aktywnych zawodowo ($t_1 = 2002$, $t_2 = 2006$),
- X_3 – udział ludności w wieku 25-64 lata uczestniczącej w kształceniu ustawicznym w regionie ($t_1 = 2001$, $t_2 = 2006$),
- X_4 – udział pracujących w przemyśle wysoko i średnio zaawansowanym technologicznie w ogólnej liczbie pracujących w regionie ($t_1 = 2002$, $t_2 = 2006$),
- X_5 – udział pracujących w usługach opartych na wiedzy (*knowledge-intensive services*) w ogólnej liczbie pracujących w regionie ($t_1 = 2002$, $t_2 = 2006$),
- X_6 – patenty zarejestrowane w danym roku w EPO (European Patent Office) na milion siły roboczej w regionie ($t_1 = 1999$, $t_2 = 2003$).

Pozwoliło to zapisać macierze danych, w których dowolny element oznacza się przez x_{ij}^t lub $x_{ij}^{t'}$ ($i = 1, 2, \dots, 246$, $j = 1, 2, \dots, 6$, $t = 1$, $t' = 2$), a jest to wartość j -tej zmiennej w i -tym obiekcie (regionie) w t -tym lub t' -tym momencie badania. Ustalać pierwszy moment badania, przyjęto zasadę, iż dane na temat wybranych cech mają być „starsze” od najbardziej aktualnych dostępnych obecnie w Eurostacie o 5 lat. Po określeniu miar odległości z wykorzystaniem wzoru (2) podzielono regiony z wykorzystaniem formuły (4) – wyniki przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Wyniki otrzymanych podziałów

Regiony	Kraje (liczba regionów w grupie)	Przedział wartości miary (2) dla grupy	Srednia wartość miary (2) w grupie	Liczebność grupy
Stockholm, Prov. Brabant Wallon, Ovre Norrland, Braunschweig	Szwecja (2), Belgia (1), Niemcy (1)	0,3832–0,4541	0,4308	4
Essex, Overijssel, Pohjois-Suomi, Etela Suomi, Norra Mellansverige, Niederbayern, Rheinhessen-Pfalz, Kent, Düsseldorf, Sydsverige, East Anglia, Darmstadt, Flevoland, Oberbayern	Niemcy (5), Finlandia (2), Holandia (2), Szwecja (2), Wielka Brytania (3)	0,3124–0,3832	0,3339	14
Prov. Vlaams, Brabant, Merseyside, Région de Bruxelles-Capitale/Brussels Hoofdstedelijk, Berkshire, Bucks and Oxfordshire, Länsi-Suomi, West Yorkshire, Västsverige, North Yorkshire, Friuli-Venezia Giulia, Detmold, Ostra Mellandsverige, Kärnten, Mittelfranken, Nord-Brabant, Oberfranken Border, Midlands and Western, Bourgogne, Kassel, Småland med öarna, Gießen, Cornwall and Isles of Scilly, Auvergne, Oberpfalz, Friesland, Prov. Luxembourg (B), Centre, Limburg (NL), Hannover, Cumbria, Sterea Helada	Austria (1), Belgia (3), Niemcy (7), Finlandia (1), Francja (3), Grecja (1), Irlandia (1), Włochy (1), Holandia (3), Szwecja (3), Wielka Brytania (6)	0,2415–0,3124	0,2686	30
Pikardie, Köln, Koblenz, West Midlands, Tirol, Franche-Comté, Algarve, Outer London, Île de France, Münster, Languedoc-Roussillon, Prov. Oost-Vlaanderen, Southern and Eastern, Stuttgart, Derbyshire and Nottinghamshire, Hampshire and Isle of Wight, Leicestershire, Rutland and Northants, Saarland, Devon, Tübingen, Champagne-Ardenne, Arnshberg, Niederösterreich, Prov. West-Vlaanderen, Gelderland, Lorraine, Utrecht, Rhône-Alpes, Unterfranken, Oberösterreich, Greater Manchester, Lincolnshire, Lüneburg, Brandenburg – Südwest, Trier, Dresden, Lombardia, Freiburg, Luxembourg (Grand-Duché), Prov. Antwerpen, Alsace, Zuid-Holland, Basilicata, Schwaben, Provincia Autonoma Bolzano-Bozen, Shropshire and Staffordshire, Prov. Namur, Kozép-Magyarország, Pays de la Loire, Abruzzo, Surrey, East and West Sussex, Inner London, Midi-Pyrénées, Northern Ireland, Berlin, Piemonte, Lancashire, South Yorkshire, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Gloucestershire, Wiltshire and North Somerset, Denmark, La Rioja, Mollersta Norrland, Nord – Pas-de-Calais, Vorarlberg, Limousin, Corse, Karlsruhe, Noord-Holland, Emilia-Romagna, Herefordshire, Worcestershire and Warks	Austria (4), Belgia (4), Niemcy (16), Dania (1), Hiszpania (1), Francja (14), Węgry (1), Irlandia (1), Włochy (6), Luksemburg (4), Holandia (4), Portugalia (1), Szwecja (1), Wielka Brytania (16)	0,1707–0,2415	0,2110	71

<p>Pais Casco, Comunidad Valenciana, Itä-Suomi, Haute-Normandie, Galicia, Dytiki Ellada, Cataluña, Cheshire, Halle, Groningen, Wesser-Ems, Hamburg, Centro (PT), Veneto, Comunidad de Madrid, Zeeland, Dorset and Somerset, Bremen, Schleswig-Holstein, Bedfordshire, Hertfordshire, Northumberland, Tyne and Wear, Umbria, Prov. Hamaut, Mecklenburg-Vorpommern, Liguria, Calabria, Aquitaine, Kriti, East Wales, Comunidad Foral de Navarra, Molise, Burgenland, Podkarpackie, Aland, Cantabria, Dél-Alföld, Thessalia, Steiermark, Łódzkie, Dolnośląskie, Voreio Aigaio, Basse-Normandie, Sstredné Slovensko, Sardegna, Brandenburg – Nordost, East Riding and North Lincolnshire, Prov. Limburg (B), Principado de Asturias, Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste, Wielkopolskie, Podlaskie, Aragón, Zapadné Slovensko, Toscana, Poitou-Charentes, Dytiki Macedonia, Stredni Morava, Anatoliki Makedonia, Thraki, Wien, Lazio, Zachodniopomorskie, Salzburg, Lubuskie, Cyprus, Norte, Drenthe, Śląskie, Mazowieckie, West Wales and The Valleys, Leipzig, Jihozápad, Notio Aigaio, Lubelskie, Chemnitz, Bratislavsky kraj, Campania, Ionia Nisia</p>	<p>Austria (4), Belgia (2), Cypr (2), Czechy (2), Niemcy (9), Francja (4), Hiszpania (9), Finlandia (2), Grecja (8), Węgry (1), Włochy (10), Holandia (3), Polska (10), Portugalia (2), Slovenia (3), Wielka Brytania (4)</p>	<p>0,0998–0,1707</p>	<p>0,1294</p>	<p>77</p>
<p>Świętokrzyskie, Castilla-la Mancha, Ipeiros, Magdeburg, Marche, Slovenia, Prov. Liège, Warmińsko-Mazurskie, Dessau, Illes Balears, Lisbon, Extremadura, Sicilia, Pomorskie, Malta, Canarias (ES), Moravskoslezsko, Közép-Dunántúl, Alentejo Castilla y León, Tees Valley and Durham, Kujawsko-pomorskie, Estonia, Opolskie, Stredni Czechy, Severovýchod, Lithuania, Andalucia, Puglia, Región de Murcia, Nyugat-Dunántúl, Kentriki Makedonia, Východné Slovensko, South Western Scotland, Észak-Alföld, Thüringen, Észak-Magyarország, Severozapad, Eastern Scotland, Highlands and Islands, Małopolskie, Praha, Dél-Dunántúl, Attiki, Provincia Autonoma Trento, Jihovýchod, Peloponnisos, Bretagne, North Eastern Scotland, Latvia</p>	<p>Belgia (1), Czechy (6), Niemcy (3), Estonia (7), Hiszpania (7), Francja (1), Grecja (4), Węgry (5), Włochy (4), Litwa (6), Łotwa (6), Malta (6), Polska (6), Portugalia (2), Słowacja (1), Slovenia (1), Wielka Brytania (5)</p>	<p>0,0290–0,0998</p>	<p>0,0717</p>	<p>50</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu.

W grupie pierwszej znalazły się 4 regiony ze Szwecji, Niemiec i Belgii o największym natężeniu zmian charakterystyk obrazujących innowacyjność gospodarki regionów. Do grupy drugiej i trzeciej o wyższej niż przeciętna skali zmian (0,1747) zaliczono odpowiednio 14 (z 5 państw UE-15) i 30 regionów (z 11 państw UE-15). W grupach tych mierzony miarą (2) poziom zmian mierników innowacyjności wynosił średnio 0,334 w grupie drugiej i 0,269 w grupie trzeciej. Zawierające po ponad 70 regionów grupy czwarta i piąta budują obraz regionów o przeciętnej i kształtującej się nieco poniżej średniej skali zmian wartości mierników innowacyjności – regiony o słabnącym natężeniu zmian w wartościach charakterystyk innowacyjności. Grupa szósta obejmuje 50 regionów, w których zmiany w wartościach wybranych do analizy innowacyjności charakterystyk były zdecydowanie najmniejsze.

5. Podsumowanie

Proponowany schemat postępowania pozwolił na ustalenie, z wykorzystaniem miary odległości Braya-Curtisa, grup regionów przestrzeni regionalnej podobnych ze względu na skalę zmian w czasie innowacyjności regionalnej. Wydzielono jednorodnie grupy regionów Unii Europejskiej, opierając się na skali zmian wartości mierników innowacyjności. Kolejne kroki powinny zmierzać do analiz mających na celu ocenę, czy natężenie zmian powoduje wzrost poziomu innowacyjności, czy też istnieją regiony, w których zmiany mają charakter regresu.

Literatura

- 2002 *European Innovation Scoreboard: EU Regions*, European Trend Chart on Innovation, Technical Paper no. 3, European Commission, 2002.
- 2003 *European Innovation Scoreboard: Indicators and Definitions*, European Trend Chart on Innovation, Technical Paper no. 1, European Commission, 2003.
- Arundel A., Hollanders H., „*Global Innovation Scoreboard*” (GIS) Report, MERIT – Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2006.
- European Innovation*, Publications Office, Brussels 2006.
- European Innovation Scoreboard 2005. Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2005.
- Hollanders H., *2006 European Regional Innovation Scoreboard (2006 RIS)*, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2006.
- Hollanders H., *2006 Trend Chart Methodology Report, Searching the Forest for the Trees: „Missing” Indicators of Innovation*, MERIT – Maastricht Economic Research Institute and Technology, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2006.
- Jajuga K., *Statystyka ekonomicznych zjawisk złożonych – wykrywanie i analiza niejednorodnych rozkładów wielowymiarowych*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 371, AE, Wrocław 1987.

-
- [9] *Methodology Report on European Innovation Scoreboard 2005*, European Trend Chart on Innovation, European Commission, 2005.
 - [10] *Oslo Manual, the Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, European Commission, Eurostat, Organization for Economic Co-operation and Development, Paris 1997.
 - [11] *Regionalne zróżnicowanie kapitału ludzkiego w Polsce*, ZBS-E GUS I PAN, Z – 277, Warszawa 2001.
 - [12] Sen A., *On Economic Inequality*, Oxford University Press, Oxford 1997.
 - [13] *Statystyczne metody analizy danych*, red. W. Ostasiewicz, AE, Wrocław 2002.

THE IMPLEMENTATION OF BRAY-CURTIS MEASURE FOR THE ASSESSMENT ON CHANGES OCCURRING IN THE INNOVATION OF EUROPEAN REGIONAL SPACE

Summary

The article presents the procedure based on Bray-Curtis distance measure which allows for the grouping of regions into sets characterized by different intensity of changes in the values of characteristics selected for the description of a complex phenomenon. The suggested scheme was applied for the assessment of changes intensity in time in regional innovation. There were defined homogenous groups of regions at NUTS-2 level in the European Union with reference to the scale of changes in values related to the suggested innovation measures.

Małgorzata Markowska – dr, adiunkt w Katedrze Gospodarki Regionalnej Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu – Wydział w Jeleniej Górze.