

Rafał Czyżycki

Uniwersytet Szczeciński

Badanie rozwoju społeczno-gospodarczego województw - wpływ metodyki badań na uzyskane wyniki

Streszczenie, W artykule przedstawiono wpływ wybranej metodyki badań na uzyskane wyniki tworzonych rankingów. Omówiono różne sposoby ujednoczenia i standaryzacji zmiennych diagnostycznych oraz wykorzystywane, w przypadku metod wzorcowych, miary odległości.

Słowa kluczowe: wielowymiarowa analiza statystyczna, metodyka badań, ranking

1. Wprowadzenie

Z większą lub mniejszą częstotliwością w różnych publikacjach pojawiają się różnego typu rankingi, wśród których dość częstym przypadkiem jest badanie rozwoju społeczno-gospodarczego państw, regionów, województw, powiatów czy gmin. Samo pojęcie rozwoju społeczno-gospodarczego jest terminem z zakresu statystyki wielowymiarowej, bezpośrednio niemierzalnym, natomiast opisywanym przez szereg zmiennych diagnostycznych, merytorycznie z tym pojęciem powiązanych. Uporządkowanie badanych obiektów od „najlepszego” do „najgorszego” następuje na podstawie wartości opisującej poszczególne obiekty, otrzymanej z funkcji agregującej informacje zawarte w przyjętych zmiennych diagnostycznych. Uporządkowanie takiego zbioru obiektów wymaga spełnienia następujących założeń¹:

¹ M. Walesiak, *Metody badania danych marketingowych*, WN PWN, Warszawa 1996, s. 125.

- zbiór obiektów jest zbiorem niepustym i skończonym,
- istnieje pewne nadrzędne, syntetyczne kryterium porządkowania elementów tego zbioru, które nie podlega pomiarowi bezpośredniemu (np. poziom rozwoju badanego województwa na tle innych województw),
- dany jest skończony zbiór zmiennych, merytorycznie związany z syntetycznym kryterium porządkowania,
 - zmienne służące do opisu obiektów są prezentowane przynajmniej w skali porządkowej, spełniają postulat jednolitej preferencji oraz są sprowadzane do porównywalności poprzez normalizację,
 - relacją porządkującą elementy zbioru A jest relacja większości dotycząca liczbowych wartości syntetycznego miernika rozwoju.

2. Konstrukcja syntetycznego miernika rozwoju

Po wyborze zmiennych diagnostycznych, merytorycznie powiązanych z nadrzędnym kryterium, według którego dokonane zostanie uporządkowanie obiektów (województw), konstrukcja syntetycznego miernika rozwoju sprowadza się do następujących etapów:

- ujednoczenia charakteru zmiennych będących przedmiotem agregacji, z wykorzystaniem postulatu jednolitej preferencji zmiennych,
- pozbawienia wartości zmiennych mian i ujednoczenia rzędów wielkości w celu doprowadzenia ich do porównywalności,
- ważenia unormowanych cech diagnostycznych, czyli przypisania poszczególnym zmiennym wag określających ich znaczenie dla kryterium ogólnego w porównaniu z innymi cechami,
- wyboru formuły agregacyjnej i wyznaczenia na jej podstawie wartości syntetycznego miernika rozwoju.

Przy konstrukcji syntetycznego miernika rozwoju ważnym etapem jest określenie charakteru wybranych cech. Jeżeli większe wartości danej cechy pozwalają zakwalifikować obiekt jako lepszy, zgodnie z przyjętym kryterium ogólnym, to cechę taką nazywamy **stymulantą**. Natomiast gdy większe wartości cechy implikują gorszą ocenę obiektu, w świetle kryterium ogólnego, to mówimy o **destymulancie**. Ponadto istnieją cechy, które mają określone najbardziej pożądane wartości, a odchylenia w dół i w górę są oceniane jako niepożądane z punktu widzenia kryterium ogólnego. Cecha taka nazywa się **nominantą**, jednakże w przypadku badania rozwoju społeczno-ekonomicznego ich udział jest znikomy.

Po ustaleniu listy cech powinno się doprowadzić je do jednorodności - ze względu na charakter ich związku z kryterium ogólnym. W praktyce sprowadza się to do przekształcenia występujących ewentualnie w zbiorze zmiennych

diagnostycznych destymulant w stymulanty. Wybór formuły, za pomocą której dokonuje się takiego ujednoczenia, wynika przede wszystkim z rodzaju skali pomiarowej, na której dana destymulanta została zmierzona, oraz własności tej zmiennej. Najczęściej wykorzystywane w tym zakresie wzory to:

$$x_{ij}^* = \frac{1}{x_{ij}}, \quad \text{gdy } x_j > 0$$

$$x_{ij}^* = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}}, \quad \text{gdy } x_j > 0 \quad (1.2)$$

$$x_{ij}^* = 1 - x_{ij}, \quad \text{gdy } 0 \leq x_j \leq 1 \quad (1.3)$$

$$x_{ij}^* = -x_{ij} + \max_i x_{ij}, \quad \text{gdy } \min_i x_{ij} \leq 0 \quad (1.4)$$

Wśród metod taksonomicznych wykorzystywanych do porządkowania liniowego najczęstszym sposobem doprowadzenia do porównywalności cech jest ich standaryzacja. Ogólnie wśród metod doprowadzających do porównywalności cech można wyróżnić:

1. Metody oparte na przekształceniach ilorazowych (do których zalicza się również standaryzację i unityzację), które mogą przyjmować za punkt odniesienia:

a) miary zróżnicowania cech, takie jak:

- odchylenie standardowe zmiennej,

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{X}_j}{S(X_j)}, \quad S(X_j) > 0 \quad (2.1)$$

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{S(X_j)}, \quad S(X_j) > 0 \quad (2.2)$$

- rozstęp zmiennej,

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \quad \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij} \quad (2.3)$$

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{X}_j}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \quad \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij} \quad (2.4)$$

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}, \quad \max_i x_{ij} \neq \min_i x_{ij} \quad (2.5)$$

b) inne parametry stałe cechy, takie jak:

- średnia arytmetyczna zmiennej,

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{X}_j}, \quad \bar{X}_j \neq 0 \quad (2.6)$$

- maksymalna wartość zmiennej,

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}}, \quad \max_i x_{ij} \neq 0 \quad (2.7)$$

- minimalna wartość zmiennej,

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\min_i x_{ij}}, \quad \min_i x_{ij} \neq 0 \quad (2.8)$$

- suma realizacji zmiennej,

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^r x_{ij}}, \quad \sum_{i=1}^r x_{ij} \neq 0 \quad (2.9)$$

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\left[\sum_{i=1}^r x_{ij}^2 \right]^{\frac{1}{2}}}, \quad \sum_{i=1}^r x_{ij}^2 \neq 0 \quad (2.10)$$

2. Metody rangowe, wykorzystywane przede wszystkim w przypadku zmiennych jakościowych mierzonych na skali porządkowej.

W badaniach ekonomicznych większe znaczenie mają metody oparte na przekształceniach ilorazowych niż metody rangowe.

Trzecim etapem wyznaczania syntetycznego miernika rozwoju jest przypisanie poszczególnym zmiennym wag. Wyznaczenie wartości poszczególnych wag następuje albo w oparciu o opinie ekspertów, albo poprzez wykorzystanie określonych narzędzi statystycznych. W literaturze przedmiotu jednak zaleca się, aby przy braku jednoznacznych wskazań co do zróżnicowanego znaczenia i roli poszczególnych cech, przyjąć milcząco założenie o jednakowych wagach wszystkich wybranych zmiennych diagnostycznych².

Formuły agregacji wartości zmiennych można ogólnie podzielić na wzorcowe i bezwzorcowe. W formułach bezwzorcowych następuje uśrednienie znormalizowanych wartości zmiennych, w udziale przyjętych wag³. Formuły wzorcowe są

² Por. K. Kukuła, *Metoda unityzacji zerowej*, WN PWN, Warszawa 2000, s. 64.

³ Ze względu na wymogi formalne, w artykule ograniczono się tylko do formuł wzorcowych.

różnego rodzaju odległościami poszczególnych obiektów od obiektu wzorcowego Z_0 , którym w badaniach empirycznych jest na ogół tzw. dolny (metoda antywzorca) lub górny biegun rozwoju (metoda wzorca).

W przypadku formuły wzorcowej porównanie danego obiektu z obiektem wzorcowym sprowadza się do obliczenia określonej miary odległości. Najczęściej wykorzystywaną miarą jest odległość euklidesowa ważona, wyrażona wzorem:

$$d_{ik} = \left[\sum_{j=1}^s (z_{ij} - z_{0j})^2 \omega_j \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (i = 1, 2, \dots, r) \quad (3.1)$$

który w przypadku przyjęcia jednakowego poziomu wag ω_j^4 dla wszystkich zmiennych diagnostycznych, przyjmuje postać:

$$d_{ik} = \left[\sum_{j=1}^s (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (i = 1, 2, \dots, r) \quad (3.2)$$

- odległość miejska (wielkowiejska, Manhattan, taksówkowa):

$$d_{ik} = \sum_{j=1}^s |z_{ij} - z_{0j}|, \quad (i = 1, 2, \dots, r) \quad (3.3)$$

- odległość Czebyszewa:

$$d_{ik} = \max_i |z_{ij} - z_{0j}|, \quad (i = 1, 2, \dots, r) \quad (3.4)$$

- odległość centrum⁵ (kolejkowa, węzła kolejowego, metra paryskiego), gdzie odległość dwóch punktów jest sumą ich odległości euklidesowych od początku układu współrzędnych, czyli:

$$d_{ik} = \left[\sum_{j=1}^s (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad \text{jeżeli punkty znajdują się na jednej prostej,}$$

$$d_{ik} = \left[\sum_{j=1}^s (z_{ij} - 0)^2 \right]^{\frac{1}{2}} + \left[\sum_{j=1}^s (0 - z_{0j})^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad \text{w pozostałych przypadkach} \quad (i = 1, 2, \dots, r) \quad (4.1)$$

Mankamentem formuł wzorcowych, będących różnego typu odległościami, jest ograniczona interpretacja. Na podstawie wartości zmiennej syntetycznej nie można

⁴ Dla wszystkich pozostałych miar odległości również przyjęto założenie o jednakowych poziomach wag.

⁵ W badaniach ekonomicznych rzadko stosowana.

wtedy wnioskować o równości stosunków. Niedopuszczalne jest więc stwierdzenie mówiące o tym, ile razy poziom rozwoju pewnego obiektu jest wyższy (niższy) od innego. Otrzymane w wyniku zastosowania formuł wzorcowych wartości zmiennej syntetycznej są mierzone na skali przedziałowej. Dopuszczalne są więc wszelkie interpretacje właściwe skali przedziałowej, czyli wyznaczenie relacji: równości, różności, mniejszości, większości, równości różnic i przedziałów.

3. Wyniki badań

W celu ukazania wpływu wyboru określonych narzędzi wielowymiarowej analizy porównawczej na uzyskane wyniki, wybór zmiennych diagnostycznych opisujących poziom rozwoju społeczno-gospodarczego województw w Polsce w 2010 r. ograniczono tylko do trzech zmiennych: przeciętnych miesięcznych wynagrodzeń brutto (X_1), liczby podmiotów gospodarki narodowej zarejestrowanych w systemie REGON na 1000 mieszkańców (X_2) oraz stopy bezrobocia rejestrowanego (X_3). Ponieważ zmienną X_3 należy traktować jako destymulantę, przekształcenie jej w stymulantę przeprowadzono na podstawie wzorów 1.1 oraz 1.2. Standaryzowanie zmiennych diagnostycznych przeprowadzono na podstawie wszystkich przytoczonych formuł, natomiast agregowania zawartych w nich informacji, w celu otrzymania syntetycznego miernika rozwoju województw, dokonano z wykorzystaniem wzorów 3.1-3.4, przyjmując jako obiekt wzorcowy zarówno górny, jak i dolny biegun rozwoju. Przyjmując takie założenia, zbudowano ogółem 120 rankingów województw, które tworzyły 25 jednolitych, pod względem otrzymanych wyników, podgrup. Najbardziej liczną, 12-elementową podgrupę, otrzymano w przypadku wyznaczenia syntetycznego miernika rozwoju, opierając się na formule agregującej, opisanej wzorem 3.3 (zarówno w metodzie wzorca, jak i antywzorca), niezależnie od tego, czy do ujednoczenia charakteru zmiennych wykorzystano wzór 1.1 czy 1.2 oraz czy standaryzowano zmienne wzorami 2.3, 2.4 czy 2.5. Drugą - również 12-elementową podgrupę - stanowiły rankingi otrzymane niezależnie od metody ujednoczenia zmiennych: albo formułą standaryzacyjną 3.3 (metoda wzorca i antywzorca), przy standaryzacji zmiennych wzorami 2.7 i 2.8, albo wzorem 2.9, przy wykorzystaniu metody antywzorca i formuły 3.3 albo metody wzorca i formuły 3.4. Podgrupę trzecią tworzyło osiem rankingów otrzymanych formułą standaryzacyjną 3.3 (zarówno wzorcową, jak i antywzorcową), przy standaryzacji zmiennych wzorami 2.1 lub 2.2, niezależnie od wybranego sposobu ujednoczenia charakteru zmiennych diagnostycznych. W siedmiu przypadkach otrzymano 6-elementowe podzbiory tożsamości identycznych rankingów, w przypadku których przyjęte założenia przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Założenia przyjęte przy tworzeniu rankingów

| Podzbiory | Ujednolicenie zmiennych | Metoda standaryzacji | Formuła agregująca |
|-------------|-------------------------|----------------------|---|
| Podzbiór 4 | 1.1 lub 1.2 | 2.3, 2.4 lub 2.5 | 3.2 - m. wzorca |
| Podzbiór 5 | 1.1 lub 1.2 | 2.3, 2.4 lub 2.5 | 3.2 - m. antywzorca |
| Podzbiór 6 | 1.1 lub 1.2 | 2.3, 2.4 lub 2.5 | 3.3 - m. antywzorca |
| Podzbiór 7 | 1.1 lub 1.2 | 2.7 lub 2.9 | 3.2 - m. wzorca |
| | 1.1 lub 1.2 | 2.8 | 3.4 - m. wzorca |
| Podzbiór 8 | 1.1 lub 1.2 | 2.7 lub 2.9 | 3.2 - m. antywzorca |
| | 1.1 lub 1.2 | 2.8 | 3.4 - m. antywzorca |
| Podzbiór 9 | 1.1 | 2.1 | 3.2, 3.3 lub 3.4 - m. wzorca lub antywzorca |
| Podzbiór 10 | 1.2 | 2.1 | 3.2, 3.3 lub 3.4 - m. wzorca lub antywzorca |

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku pozostałych 15 podzbiorowości rankingów raz otrzymano pięć identycznych wyników, siedem razy po 4-elementowe podzbiorowości, 6 razy 2-elementowe i jeden raz zupełnie inny ranking niż wszystkie pozostałe. Wśród 10 najczęściej występujących kombinacji rankingów, obejmujących prawie 62% wszystkich wyników; pozycje poszczególnych województw przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki najczęściej otrzymanych rankingów

| Województwo | Podzbiór rankingów | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Mazowieckie | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Wielkopolskie | 2 | 2 | 2 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 10 |
| Śląskie | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Pomorskie | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 15 |
| Dolnośląskie | 5 | 6 | 5 | 4 | 6 | 7 | 6 | 7 | 7 | 12 |
| Małopolskie | 6 | 5 | 6 | 6 | 7 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 |
| Zachodniopomorskie | 7 | 7 | 7 | 9 | 4 | 1 | 10 | 6 | 15 | 11 |
| Opolskie | 9 | 9 | 8 | 7 | 10 | 11 | 8 | 9 | 9 | 13 |
| Łódzkie | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 9 | 7 | 8 | 5 | 1 |
| Lubuskie | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 9 | 10 | 13 | 9 |
| Lubelskie | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 | 11 | 11 | 8 | 5 |
| Podlaskie | 13 | 12 | 12 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 | 7 |
| Świętokrzyskie | 12 | 13 | 13 | 12 | 13 | 14 | 13 | 13 | 11 | 8 |
| Kujawsko-pomorskie | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| Podkarpackie | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 12 | 6 |
| Warmińsko-mazurskie | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Statystyka wszystkich otrzymanych wyników rankingów

| Województwo | Miejsce w rankingu | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Mazowieckie | 100 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wielkopolskie | 20 | 68 | 0 | 0 | 16 | 0 | 10 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Śląskie | 0 | 26 | 76 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pomorskie | 0 | 0 | 12 | 56 | 20 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| Dolnośląskie | 0 | 0 | 10 | 10 | 20 | 38 | 34 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Małopolskie | 0 | 0 | 12 | 28 | 40 | 30 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zachodniopomorskie | 6 | 0 | 4 | 8 | 10 | 6 | 38 | 4 | 16 | 6 | 6 | 2 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| Opolskie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 24 | 46 | 8 | 16 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Łódzkie | 6 | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 10 | 72 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Lubuskie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 26 | 60 | 4 | 6 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| Lubelskie | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 6 | 10 | 22 | 68 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Podlaskie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | 14 | 8 | 68 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| Świętokrzyskie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 18 | 22 | 62 | 10 | 0 | 0 |
| Kujawsko-pomorskie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 100 | 10 | 0 |
| Podkarpackie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 6 | 10 | 85 | 5 |
| Warmińsko-mazurskie | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 110 |

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku uwzględnienia wszystkich 120 otrzymanych wyników, ich strukturę pozycji w rankingu poszczególnych województw przedstawiono w tabeli 3.

4. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że tworzenie wszelkiego typu rankingów, w tym porządkowanie województw pod względem rozwoju społeczno-gospodarczego, ma w pewnym zakresie charakter subiektywny. Duże znaczenie dla uzyskanych końcowych wyników ma bowiem nie tylko początkowy wybór zmiennych diagnostycznych, ale też sama metodyka badania. Z tego względu w przypadku badań z zakresu wielowymiarowej analizy porównawczej zasadny wydaje się postulat, aby publikować nie tylko końcowe wyniki i zmienne, na podstawie których te wyniki uzyskano, ale też sposób ujednolicenia i unormowania zmiennych, wyraźnie zaznaczając, czy w badaniu przyjęto jednakowe poziomy wag przy poszczególnych zmiennych diagnostycznych, a jeżeli nie, to wskazać metodę ustalenia poziomu tych wag oraz wskazać wybraną formułę, według której dokonano agregacji informacji, tworząc wartość syntetycznego miernika rozwoju. Pozwoli to z jednej strony uwiarygodnić i zo-

biektywizować uzyskane wyniki, z drugiej - wyjaśnić przyczynę ewentualnej różnicy w przypadku pojawienia się innych badań, a dotyczących również porządkowania tych samych obiektów, według takiego samego ogólnego kryterium i przy wykorzystaniu takich samych zmiennych diagnostycznych.

Literatura

- Gatnar E., *Symboliczne metody klasyfikacji danych*, WN PWN, Warszawa 1998.
- Kolenda M., *Taksonomia numeryczna. Klasyfikacja, porządkowanie i analiza obiektów wielocechowych*, Wyd. AE we Wrocławiu, Wrocław 2006.
- Kukuła K., *Metoda unityzacji zerowej*, WN PWN, Warszawa 2000.
- Pociecha J., Podolec B., Sokołowski A., Zając K., *Metody taksonomiczne w badaniach Społeczno-Ekonomicznych*, PWN, Warszawa 1988.
- Walesiak M., *Metody analizy danych marketingowych*, PWN, Warszawa 1996.
- Walesiak M., *Uogólniona miara odległości GDM w statystycznej analizie wielowymiarowej z wykorzystaniem programu R*, Wyd. UE we Wrocławiu, Wrocław 2011.