

ALEKSANDRA ŁUCZAK, FELIKS WYSOCKI

## ZASTOSOWANIE UOGÓLNIONEJ MIARY ODLEGŁOŚCI GDM ORAZ METODY TOPSIS DO OCENY POZIOMU ROZWOJU SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO POWIATÓW WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO

### 1. WPROWADZENIE

Poziom rozwoju społeczno-gospodarczego<sup>1</sup> można traktować jako strukturę złożoną – wielokryterialną i hierarchiczną. Składa się ona z głównego kryterium oceny (poziom rozwoju społeczno-gospodarczego), kryteriów podrzędnych obejmujących różne aspekty rozwoju np. warunki przyrodnicze, społeczne, poziom rozwoju infrastruktury technicznej i społecznej, stopień rozwoju gospodarczego. W ramach poszczególnych kryteriów przyjmuje się cechy o charakterze metrycznym i porządkowym, opisujących oceniane obiekty (Wysocki 2010).

Celem pracy jest rozpoznanie poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów ziemskich województwa wielkopolskiego. Do jego określenia wykorzystano cechę syntetyczną, która jest funkcją cech prostych – wyznaczników cząstkowych poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego. W procedurze tworzenia cechy syntetycznej zastosowano do mierzenia odległości od wzorca i antywzorca rozwoju uogólnioną miarę odległości GDM (*Generalised Distance Measure*) (Walesiak 1993, 2011), a do obliczenia wartości syntetycznego miernika rozwoju – metodę TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*) (Hwang, Yoon 1981, Wysocki 2010). Miara Walesiaka (1993) pozwala na obliczanie odległości pomiędzy obiektami opisywanymi na różnych typach skal tj. porządkowych, przedziałowych i ilorazowych. Natomiast metoda TOPSIS jest metodą wzorcową służącą do obliczania wartości syntetycznego miernika rozwoju na podstawie odległości obiektów od wzorca i antywzorca rozwoju. Zaproponowane podejście pozwala dokonać oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów opisywanych przez kryteria oceny oraz cechy, zarówno metryczne, jak i porządkowe.

Do oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów województwa wielkopolskiego wykorzystano dane statystyczne z ankiety przeprowadzonej w starostwach powiatowych w województwie wielkopolskim nt. *Stanu i możliwości rozwojowych powiatów województwa wielkopolskiego* (2000) oraz Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego za rok 2010 (<http://www.stat.gov.pl/bdl>).

<sup>1</sup> Przez pojęcie rozwoju społeczno-gospodarczego rozumie się korzystne zmiany w potencjale gospodarczym oraz tworzenie i utrzymanie warunków pracy i jakości życia ludności, natomiast „stan rozwoju w jakimś ustalonym okresie nazywa się poziomem rozwoju” (Heffner 2007; Wysocki 2010).

## 2. METODYKA BADAŃ

W procesie tworzenia cechy syntetycznej można wyróżnić siedem etapów postępowania (tab. 1). Pierwszym z nich jest wybór cech opisujących wybrane obiekty (etap I). Istnieją dwa podstawowe podejścia do wyboru cech – statystyczne i merytoryczne (zob. Wysocki 2010).

Tabela 1.

Etapy konstrukcji cechy syntetycznej

Etapy postępowania	Opis etapów
I. Wybór cech	Dobór cech (metrycznych i porządkowych) oraz ich weryfikacja pod względem merytorycznym i/lub statystycznym
II. Podział cech	Ustalenie kierunku preferencji cech w stosunku do rozpatrywanego kryterium ogólnego
III. Przyjęcie systemu wag	Ustalenie wag dla cech na podstawie ich analizy statystycznej lub/i merytorycznej
IV. Normalizacja	Normalizacja cech metrycznych
V. Obliczenie odległości obiektu od wzorca i antywzorca rozwoju	Obliczenie odległości każdego ocenianego obiektu od wzorca i antywzorca rozwoju za pomocą uogólnionej miary odległości GDM
VI. Obliczenie wartości syntetycznego miernika rozwoju	Obliczenie wartości cechy syntetycznej (syntetycznego miernika rozwoju) za pomocą metody TOPSIS
VII. Uporządkowanie liniowe obiektów i identyfikacja typów rozwojowych	Wyodrębnienie klas typologicznych dla całego obszaru zmienności cechy syntetycznej metodami statystycznymi (zastosowanie średniej i odchylenia standardowego z wartości cechy syntetycznej) lub w sposób arbitralny

Źródło: Opracowanie własne.

Następnie należy ustalić kierunek preferencji cech prostych w stosunku do rozpatrywanego kryterium ogólnego dzieląc je na stymulanty, destymulanty i nominanty (etap II). W konstrukcji cechy syntetycznej można również cechom prostym przyporządkować wagi (etap III). Mogą one być ustalone na podstawie analizy statystycznej lub merytorycznej. Pierwsze podejście wykorzystuje procedury statystyczne bazując na informacjach o cechach tkwiących tylko w samej macierzy danych, a w szczególności wykorzystuje analizę zmienności cech oraz analizę korelacji między nimi albo tylko jedną z tych analiz (Wysocki 2010). Drugie podejście opiera się na opiniach ekspertów. W tym zakresie można zaproponować analityczny proces hierarchiczny (AHP) (Saaty 1980; Łuczak, Wysocki 2005). W AHP konstruowany jest hierarchiczny schemat drogą rozkładu rozważanego problemu na elementy składowe tj.: kryterium główne, kryteria podrzędne i cechy. Proces ten rozpoczyna porównanie parami ważności kryteriów podrzędnych w ramach kryterium głównego przy wykorzystaniu skali Saaty'ego (1980) (tab. 2). Wyniki porównań zestawia się w macierz:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2j} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1j}} & \frac{1}{a_{2j}} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

gdzie:  $j$  – liczba kryteriów ( $j = 1, \dots, n$ ).

Zestawienie w macierz (1) dokonuje się według następujących zasad:

- jeżeli ważność  $l$ -tego kryterium nad  $p$ -tym jest  $a_{lp} = \alpha$ , wtedy  $a_{pl} = \frac{1}{\alpha}$ ,  $\alpha \neq 0$ , (zasada przechodniości ocen),
- jeżeli  $l$ -te kryterium jest równie relatywnie ważne jak  $p$ -te, wtedy  $a_{lp} = a_{pl} = 1$  (zasada równoważności ocen).

Tabela 2.

Dziewięciostopniowa skala preferencji między dwoma porównywanymi elementami według Saaty'ego

Definicja znaczenia	Objaśnienie	Siła ważności ( $\alpha$ )
Równoważność	Oba czynniki przyczyniają się równo do osiągnięcia celu (jeden czynnik ma takie samo znaczenie jak drugi).	1
Słabe lub umiarkowane	Nieprzekonywujące znaczenie lub słaba preferencja jednego czynnika nad drugim (jeden czynnik ma nieco większe znaczenie niż drugi).	3
Istotne, zasadnicze, mocne	Zasadnicze lub mocne znaczenie lub mocna preferencja jednego czynnika nad innymi (jeden czynnik ma wyraźnie większe znaczenie niż drugi).	5
Zdecydowane lub bardzo mocne	Zdecydowane znaczenie lub bardzo mocna preferencja jednego czynnika nad innym (jeden czynnik ma bezwzględnie większe znaczenie niż drugi).	7
Absolutne	Absolutne znaczenie lub absolutna preferencja jednego czynnika nad innym.	9
Dla porównań kompromisowych pomiędzy powyższymi wartościami	Czasami istnieje potrzeba interpolacji numerycznej kompromisowych opinii, ponieważ nie ma odpowiedniego słownictwa do ich opisanie, wtedy stosujemy pośrednie wartości między dwoma sąsiednimi ocenami.	2, 4, 6 i 8
Przechodniość ocen	Jeżeli $i$ -ty czynnik ma przypisany jeden z powyższych stopni podczas porównania do $j$ -tego czynnika, wtedy $j$ -ty czynnik ma odwrotną wartość, gdy porównuje się do $i$ -tego (jeżeli porównując $X$ z $Y$ przyporządkowujemy wartość $\alpha$ , to wtedy automatycznie musimy przyjąć, że wynikiem porównania $Y$ z $X$ musi być $1/\alpha$ ).	odwrotności powyższych wartości

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Saaty (1980).

Następnie sprawdza się, czy porównania zostały przeprowadzone poprawnie. W tym celu oblicza się wskaźnik niezgodności  $CR$ , który mierzy koherencję porównań parami, czyli określa, w jakim stopniu wzajemne porównania ważności kryteriów są niezgodne:

$$CR = \frac{CI}{RI} \cdot 100\%, \quad (2)$$

we wzorze (2)  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$  jest indeksem niezgodności, przy czym  $\lambda_{\max}$  jest maksymalną lub główną wartością własną macierzy porównań<sup>2</sup>  $A$ , a  $n$  jest liczbą wierszy (kolumn) w macierzy  $A$ , natomiast  $RI$  jest średnim losowym indeksem niezgodności obliczonym z losowo generowanej macierzy o wymiarach  $n \times n$  (tab. 3).

Tabela 3.

Średni losowy indeks niezgodności  $RI$ 

Rząd macierzy	$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indeks losowy	$RI$	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Źródło: Hanratty, Joseph (1992).

Wskaźnik niezgodności określa, w jakim stopniu wzajemne porównania ważności są niezgodne (niekonsekwentne). W analizie procesu hierarchicznego oczekuje się, aby wskaźnik  $CR$  przyjmował wartości mniejsze lub równe 10%. Wtedy porównania są konsekwentne. W przeciwnym przypadku porównania (wszystkie lub niektóre) należy powtórzyć, w celu usunięcia niezgodności porównań parami<sup>3</sup>. Jeżeli porównania ważności kryteriów zostały przeprowadzone poprawnie oblicza się wagi ważności kryteriów podrzędnych  $w_j$  ( $j = 1, \dots, n$ ), którymi są znormalizowane wektory własne macierzy  $A$ , czyli priorytety lokalne<sup>4</sup>.

W analogiczny sposób można obliczyć priorytety lokalne dla cech prostych. Priorytety lokalne stanowią podstawę do obliczenia priorytetów globalnych. Ostateczne wagi (priorytety globalne)  $w_k$  dla cech uzyskuje się mnożąc priorytety lokalne dla cech przez priorytety dla kryteriów podrzędnych.

Wartości cech  $x_{ik}^*$  ( $i$  – numeruje obiekty,  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $k$  – numeruje cechy,  $k = 1, 2, \dots, K$ ) zostają przemnożone przez współczynniki wagowe ważności cech uzyskane z AHP (jako priorytety globalne) i zestawione w macierz obserwacji:

$$X = [x_{ik}]_{N \times K}, \quad \text{przy czym} \quad x_{ik} = x_{ik}^* w_k. \quad (3)$$

Wybrane cechy metryczne zazwyczaj mają różne miana, dlatego należy stosować odpowiednie procedury normalizacyjne (etap IV) (Wysocki 2010). W pracy zastosowane zostały przekształcenia ilorazowe dla cech metrycznych:

– dla stymulant

$$z_{ik} = \frac{x_{ik}}{\max_i \{x_{ik}\}}, \quad \max_i \{x_{ik}\} > 0, \quad (4)$$

<sup>2</sup> Wartości własne macierzy  $A$  są pierwiastkami wielomianu charakterystycznego:  $w(\lambda) \equiv \det(A - \lambda I)$ , gdzie  $I$  oznacza macierz jednostkową.

<sup>3</sup> W przypadku pełnej zgodności porównań opinii zachodzi  $\lambda_{\max} = n$ ,  $CI = 0$  i  $CR = 0$ .

<sup>4</sup> Wagi lokalne i globalne dla kryteriów podrzędnych są identyczne.

– dla destymulant

$$z_{ik} = \frac{\min_i \{x_{ik}\}}{x_{ik}}, \quad x_{ik} > 0, \quad (5)$$

– dla nominant

$$z_{ik} = \frac{x_{ik}}{\text{nom}_i \{x_{ik}\}}, \quad x_{ik} \leq \text{nom} \{x_{ik}\}, \quad \text{nom} \{x_{ik}\} > 0, \quad (6)$$

$$z_{ik} = \frac{\text{nom}_i \{x_{ik}\}}{x_{ik}}, \quad x_{ik} > \text{nom} \{x_{ik}\}, \quad x_{ik} > 0. \quad (7)$$

Natomiast cechy porządkowe nie wymagają normalizacji jednak pod warunkiem, że są mierzone na tej samej skali punktowej.

Następnie ustalone zostają współrzędne obiektów modelowych – wzorca:

$$A^+ = \left( \max_i (x_{i1}), \max_i (x_{i2}), \dots, \max_i (x_{iK}) \right) = (x_1^+, x_2^+, \dots, x_K^+) \quad (8)$$

i antywzorca rozwoju:

$$A^- = \left( \min_i (x_{i1}), \min_i (x_{i2}), \dots, \min_i (x_{iK}) \right) = (x_1^-, x_2^-, \dots, x_K^-). \quad (9)$$

W etapie V oblicza się odległości każdego ocenianego obiektu ( $i = 1, \dots, N$ ) od obiektu – wzorca  $N+1$  (+) i obiektu – antywzorca rozwoju  $N+2$  (-). Jeżeli w zbiorze cech oprócz cech metrycznych występują cechy porządkowe, to do obliczenia tych odległości można zastosować uogólnioną miarę odległości dla cech z różnych skal pomiaru (zob. Walesiak 2011):

$$d_i^{(\bullet)} = d_{ij} = \frac{w_1 d_{ij}^P + w_2 d_{ij}^I + w_3 d_{ij}^R}{w_1 + w_2 + w_3}, \quad i = 1, \dots, N, j = N+1, N+2, \quad (10)$$

gdzie:  $d_{ij}$  – miara odległości GDM  $i$ -tego obiektu od obiektu – wzorca ( $N+1$ ) oraz od obiektu – antywzorca ( $N+2$ ),  $(\bullet)$  oznacza alternatywnie obiekt – wzorzec (+) lub obiekt antywzorzec (-),  $P, I, R$  – podzbiór cech porządkowych, przedziałowych, ilorazowych,  $d_{ij}^P, d_{ij}^I, d_{ij}^R$  – miara odległości dla cech porządkowych, przedziałowych, ilorazowych,  $w_1, w_2, w_3$  – wagi przyporządkowane odległościom wyznaczonym na podstawie cech porządkowych, przedziałowych, ilorazowych, przy czym  $w_1 + w_2 + w_3 = K$  (liczba cech); wagi te mogą również wyrażać merytoryczną ważność poszczególnych cech i ich podzbiorów.

Konstrukcja uogólnionej miary odległości określona jest wzorem (Walesiak 2011):

$$d_{ij}^{(\bullet)} = \frac{1}{2} - \frac{\sum_{k=1}^K a_{ijk} b_{jik} + \sum_{k=1}^K \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i,j}}^{N+2} a_{ilk} b_{jlk}}{2 \left[ \left( \sum_{k=1}^K a_{ijk}^2 + \sum_{k=1}^K \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i,j}}^{N+2} a_{ilk}^2 \right) \left( \sum_{k=1}^K b_{jik}^2 + \sum_{k=1}^K \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i,j}}^{N+2} b_{jlk}^2 \right) \right]^{\frac{1}{2}}}, \quad (11)$$

gdzie:  $(\bullet)$  oznacza alternatywnie  $P, I, R$ ;  $i, l = 1, \dots, N, N+1, N+2, j = N+1, N+2$  – numeruje obiekty.

Odległości  $d_{ij}^P$  dla cech mierzonych na skali porządkowej wyznacza się stosując podstawienie:

$$a_{iuk}(b_{jtk}) = \begin{cases} 1 & x_{ik} > x_{uk} (x_{jk} > x_{tk}), \\ 0 & x_{ik} = x_{uk} (x_{jk} = x_{tk}), \\ -1 & x_{ik} < x_{uk} (x_{jk} < x_{tk}), \end{cases} \quad \text{dla } u = j, l; t = i, l, \quad (12)$$

gdzie:  $x_{ik} (x_{jk}, x_{lk}, x_{uk}, x_{tk})$  –  $i$ -ta ( $j$ -ta,  $l$ -ta,  $u$ -ta,  $t$ -ta) obserwacja na  $k$ -tej cesze.

Odległości  $d_{ij}^I$  oraz  $d_{ij}^R$  wyznacza się dla cech mierzonych na skali ilorazowej i/lub przedziałowej podstawiając w powyższej formule:

$$a_{iuk} = x_{ik} - x_{uk} \quad \text{dla } u = j, l, \quad b_{jtk} = x_{jk} - x_{tk} \quad \text{dla } t = i, l, \quad (13)$$

gdzie:  $x_{ik} (x_{jk}, x_{lk})$  –  $i$ -ta ( $j$ -ta,  $l$ -ta) obserwacja na  $k$ -tej cesze.

W kolejnym etapie VI oblicza się wartości syntetycznego miernika poziomu rozwoju (Hwang, Yoon 1981; Wysocki 2010):

$$S_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad 0 \leq S_i \leq 1, \quad (i = 1, 2, \dots, N). \quad (14)$$

Im mniejsza jest odległość danego obiektu od obiektu modelowego – wzorca rozwoju, a tym samym większa od drugiego bieguna – antywzorca rozwoju, tym wartość miernika syntetycznego jest bliższa 1.

Ostatnim VII etapem jest uporządkowanie liniowe obiektów i wyodrębnienie ich klas typologicznych. Wyodrębnienie klas dla całego obszaru zmienności cechy syntetycznej może zostać przeprowadzone metodami statystycznymi z zastosowaniem średniej i odchylenia standardowego z wartości cechy syntetycznej lub w sposób arbitralny,

przyjmując np. przedziały liczbowe wartości miernika  $S_i$ :  $\langle 0,00; 0,20 \rangle$  – poziom bardzo niski,  $\langle 0,20; 0,40 \rangle$  – poziom niski,  $\langle 0,40; 0,50 \rangle$  – poziom średni-niższy,  $\langle 0,50; 0,60 \rangle$  – poziom średni-wyższy,  $\langle 0,60; 0,80 \rangle$  – poziom wysoki,  $\langle 0,80; 1,00 \rangle$  – poziom bardzo wysoki.

### 3. WYNIKI BADAŃ

W pierwszym etapie utworzono strukturę hierarchiczną oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów, przyjmując następujące kryteria podrzędne: warunki przyrodnicze, warunki społeczne, wyposażenie infrastrukturalne i rozwój gospodarczy. W ramach tych kryteriów dokonano wyboru 18 cech charakteryzujących poziom rozwoju społeczno-gospodarczego w przekroju powiatów ziemskich województwa wielkopolskiego obejmujących *cechy metryczne*, opisujące:

- *warunki społeczne*:
    1. Udział pracujących w rolnictwie, leśnictwie, łowiectwie i rybactwie (%),
    2. Udział pracujących w przemyśle i budownictwie (%),
    3. Stopa bezrobocia (%),
  - *wyposażenie infrastrukturalne*:
    4. Odsetek ludności korzystający z instalacji kanalizacyjnej w % ogółu ludności,
    5. Odsetek ludności korzystający z instalacji gazowej w % ogółu ludności,
    6. Miejsca noclegowe na 1000 ludności,
    7. Uczniowie przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu w gimnazjach dla dzieci i młodzieży (bez szkół specjalnych),
  - *rozwój gospodarczy*
    8. Podmioty gospodarcze 10-49 zatrudnionych na 10 tys. ludności,
    9. Podmioty gospodarcze 50 i więcej zatrudnionych na 10 tys. ludności,
    10. Produkcja sprzedana przemysłu ogółem na 1 mieszkańca w zł,
    11. Nakłady inwestycyjne w przedsiębiorstwach na 1 mieszkańca w zł (z 2008 roku),
    12. Dochody własne gmin w dochodach ogółem w % (średnia z 5 lat),
- i *cechy porządkowe* (wyrażające oceny ekspertów w punktach<sup>5</sup>) opisujące:
- *warunki przyrodnicze*:
    13. Walory środowiska przyrodniczego (las, jeziora, rzeki, parki),
  - *wyposażenie infrastrukturalne*:
    14. Jakość dróg gminnych i powiatowych,
    15. Poziom oczyszczalni ścieków,
    16. Jakość edukacji,

<sup>5</sup> W starostach powiatowych województwa wielkopolskiego została przeprowadzona ankieta nt. *Stanu i możliwości rozwoju powiatów województwa wielkopolskiego*, w której eksperci określali poziomy cech niemetrycznych na skali pięciostopniowej, przyjmując oceny: 5 – bardzo wysoki, 4 – wysoki, 3 – dostateczny, 2, niski, 1- bardzo niski.

– *rozwój gospodarczy:*

17. Poziom kultury rolnej,

18. Poziom rozwoju bazy przetwórczej przemysłu rolno-spożywczego.

W drugim etapie przyjęto, że trzy cechy mają charakter destymulant t.j.: udział pracujących w rolnictwie, leśnictwie, łowiectwie i rybactwie<sup>6</sup> (%), stopa bezrobocia (%), uczniowie przypadający na 1 komputer z dostępem do Internetu w gimnazjach dla dzieci i młodzieży (bez szkół specjalnych). Pozostałe cechy są stymulantami.

Stosując metodę Saaty'ego analitycznego procesu hierarchicznego ustalono współczynniki wagowe w odniesieniu do kryteriów (tab. 4) (Wysocki 2010). Najwyższy współczynnik wagowy ma kryterium związane z gospodarką (0,565), a najniższy – ze środowiskiem przyrodniczym (0,055) (tab. 4). Dalej dla uproszczenia przyjęto, że współczynniki wagowe cech prostych w ramach danego kryterium podrzędnego są jednakowe (dzieląc wagę kryterium podrzędnego przez liczbę cech otrzymuje się wagi dla cech prostych) (zob. tab. 4).

Tabela 4.

Ważność kryteriów podrzędnych i cech opisujących poziom rozwoju społeczno-gospodarczego

Kryterium	Przyrodnicze ( $w_1$ )	Społeczne ( $w_2$ )	Infrastrukturalne ( $w_3$ )	Gospodarcze ( $w_4$ )
Współczynniki wagowe	0,055	0,262	0,118	0,565
Liczba cech w ramach kryterium	1	3	7	7
Wagi cech	0,055	0,087	0,017	0,081

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Wysocki (2010).

W kolejnym etapie wartości cech metrycznych poddano normalizacji poprzez przekształcenia ilorazowe (etap IV). Następnie ustalono wzorzec przyjmując wartości maksymalne cech w zbiorze wszystkich powiatów Polski oraz antywzorzec, który stanowiły wartości minimalne cech w tym zbiorze.

W etapie V obliczono odległości od wzorca i antywzorca rozwoju stosując uogólnioną miarę odległości GDM<sup>7</sup>. Stanowiły one podstawę do obliczenia wartości cechy syntetycznej – syntetycznego miernika poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego dla powiatów  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 31$ ).

Tabela 5 pokazuje wartości syntetycznego miernika rozwoju społeczno-gospodarczego dla powiatów według proponowanej metody (podejście I) oraz uzyskane w tym

<sup>6</sup> Przyjęto, że ta cecha ma charakter destymulanty, gdyż w rolnictwie polskim, a także w poszczególnych regionach Wielkopolski występuje zjawisko nieefektywnego zatrudnienia w rodzinnych gospodarstwach rolnych (tzw. bezrobocie ukryte) (zob. Kołodziejczak, Wysocki 2012). Z tego względu można przewidywać, że w perspektywie najbliższych lat optymalny (pożądany) poziom zatrudnienia nie zostanie osiągnięty w żadnym regionie Wielkopolski, zaś konieczny będzie odpływ siły roboczej z rolnictwa do innych działów gospodarki.

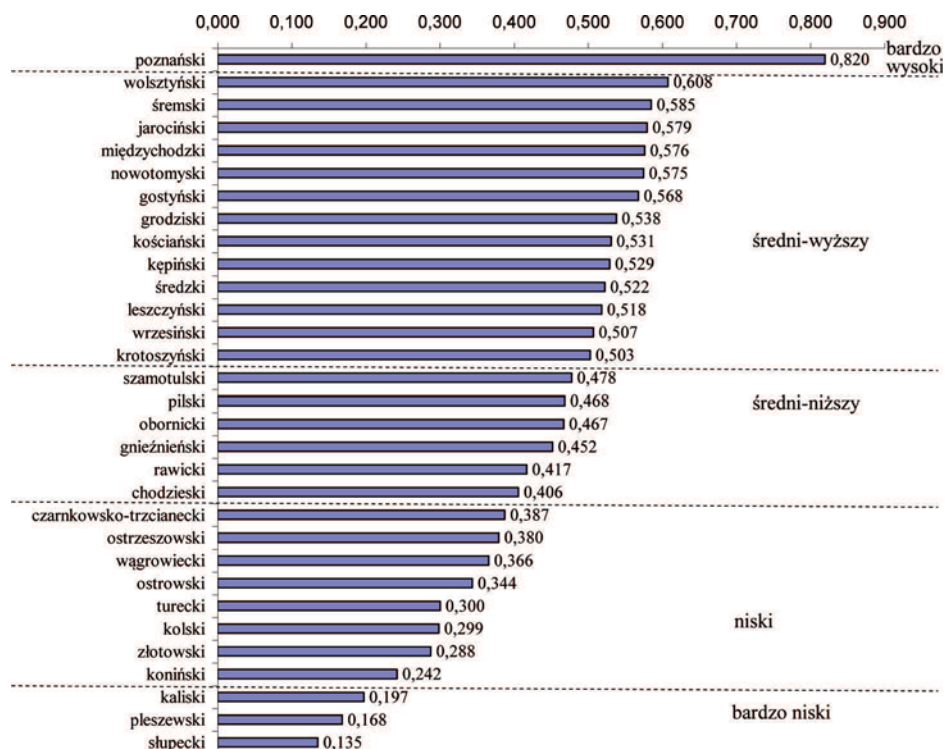
<sup>7</sup> W obliczeniach wykorzystano pakiet clusterSim programu R.



procesie rangi powiatów. Dla porównania w tabeli 5 zamieszczono również wartości syntetycznego miernika w przypadku podejścia uwzględniającego wagi jednakowe dla kryteriów i cech (podejście II) oraz podejścia III z zastosowaniem metody Hellwiga z uwzględnieniem wag zróżnicowanych. Jednym z powiatów, dla którego wystąpiły znaczące różnice w klasyfikacji rankingowej jest powiat chodzieski. W podejściu I powiat ten uzyskał rangę 20, a w podejściu II uplasował się na 14 pozycji, czyli o sześć miejsc wyżej. Natomiast w procesie porządkowania liniowego metodą Hellwiga powiat ten uplasowałby się na 22 miejscu, czyli o dwa miejsca niżej, niż w podejściu I i aż o osiem miejsc niżej niż w podejściu II.

W metodzie Hellwiga pojawia się problem bliskich zer (powiaty pleszewski – 0,024, kaliski – 0,055) lub nawet ujemnej wartości syntetycznego miernika rozwoju, która wystąpiła w przypadku powiatu słupeckiego (-0,024). Oceny te prowadzą do błędnej identyfikacji poziomu rozwoju tych powiatów, gdyż w rzeczywistości sytuacja społeczno-gospodarcza nie może być aż do tego stopnia niekorzystna.

Rysunek 1 pokazuje uporządkowanie liniowe powiatów według nierosnących wartości rzeczywistych cechy syntetycznej, uzyskanych za pomocą proponowanego podejścia.



Rysunek 1. Uporządkowanie liniowe powiatów województwa wielkopolskiego według poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego oraz ich klasyfikacja typologiczna (metoda TOPSIS)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 5.

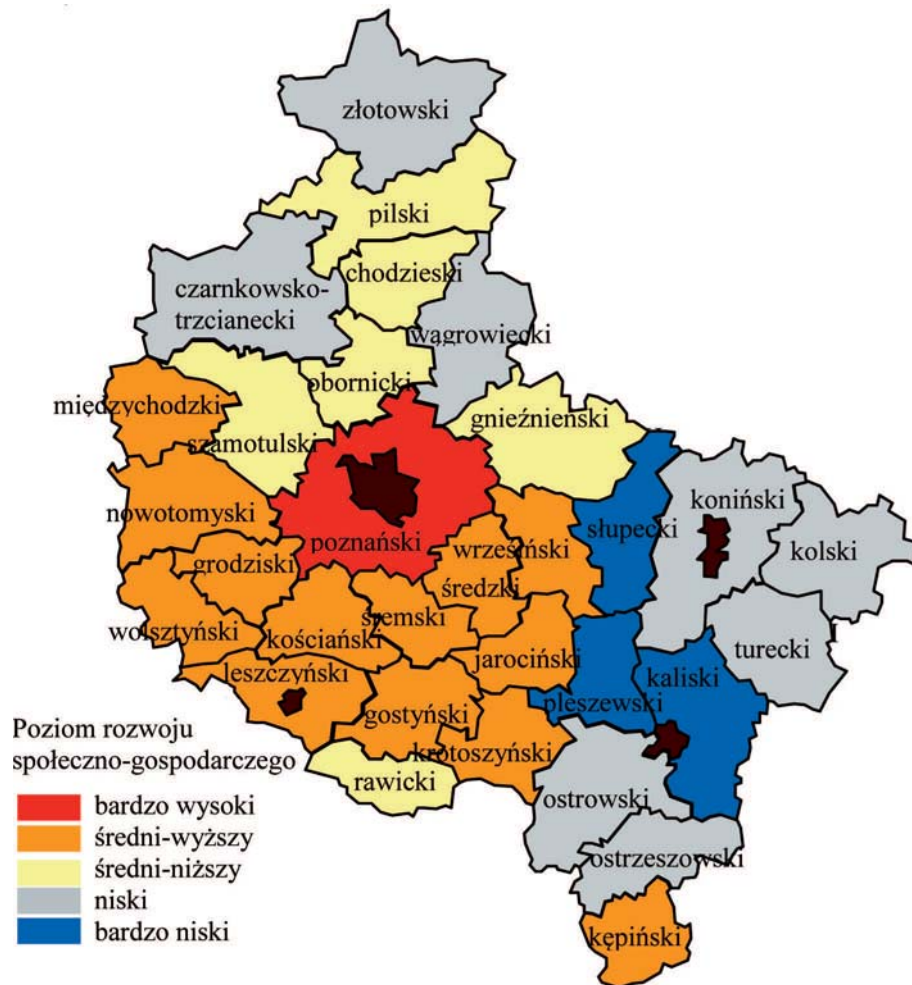
Tabela 5.  
Wartości syntetycznych mierników poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego oraz rangi dla powiatów ziemskich województwa wielkopolskiego

Lp.	Powiaty	Podejście			Rangi		
		TOPSIS		metoda Hellwiga <sup>b)</sup> (III)	TOPSIS		metoda Hellwiga <sup>b)</sup> (III)
		I	II <sup>a)</sup>		I	II <sup>a)</sup>	
1	chodzieski	0,406	0,483	0,269	20	14	22
2	czarnkowsko-trzcianecki	0,387	0,349	0,283	21	22	20
3	gnieźnieński	0,452	0,494	0,367	18	13	18
4	gostyński	0,568	0,588	0,486	7	4	7
5	grodziski	0,538	0,507	0,450	8	12	8
6	jarociński	0,579	0,577	0,496	4	5	4
7	kaliski	0,197	0,168	0,055	29	29	29
8	kępiński	0,529	0,521	0,405	10	10	14
9	kolski	0,299	0,244	0,184	26	27	25
10	koniński	0,242	0,192	0,095	28	28	28
11	kościański	0,531	0,541	0,446	9	8	9
12	krotoszyński	0,503	0,475	0,419	14	15	12
13	leszczyński	0,518	0,468	0,424	12	17	11
14	międzychodzki	0,576	0,550	0,489	5	7	6
15	nowotomyski	0,575	0,561	0,492	6	6	5
16	obornicki	0,467	0,468	0,371	17	16	17
17	ostrowski	0,344	0,371	0,240	24	21	24
18	ostrzeszowski	0,380	0,340	0,275	22	24	21
19	pilski	0,468	0,512	0,400	16	11	15
20	pleszewski	0,168	0,152	0,024	30	30	30
21	poznański	0,820	0,810	0,777	1	1	1
22	rawicki	0,417	0,447	0,310	19	20	19
23	słupecki	0,135	0,136	-0,024	31	31	31
24	szamotulski	0,478	0,458	0,388	15	18	16
25	średzki	0,522	0,530	0,432	11	9	10
26	śremski	0,585	0,599	0,508	3	2	3
27	turecki	0,300	0,262	0,166	25	26	26
28	wągrowiecki	0,366	0,341	0,249	23	23	23
29	wolsztyński	0,608	0,589	0,529	2	3	2
30	wrzesiński	0,507	0,448	0,418	13	19	13
31	złotowski	0,288	0,289	0,157	27	25	27

<sup>a)</sup> Wagi jednakowe. <sup>b)</sup> Proponowane podejście zostało zaproponowane przez Hellwiga (1968).

Źródło: Obliczenia własne na podstawie ankiety przeprowadzonej w starostwach powiatowych w województwie wielkopolskim nt. *Stanu i możliwości rozwojowych powiatów województwa wielkopolskiego* (2000) oraz danych statystycznych Głównego Urzędu Statystycznego z *Banku Danych Lokalnych* (2010).

Delimitację przestrzenną typów poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów przedstawiono na mapie województwa wielkopolskiego (rys. 2).



Rysunek 2. Delimitacja przestrzenna powiatów województwa wielkopolskiego według wartości syntetycznego miernika poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego (metoda TOPSIS)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie tabeli 5.

Pierwszy typ utworzył powiat poznański, najlepiej rozwinięty pod względem społeczno-gospodarczym. Wartość syntetycznego miernika rozwoju (0,820) była o ponad 0,2 większa niż dla pozostałych powiatów. Oznacza to, że powiat ten w znacznym stopniu wyróżnia się pod względem poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego na tle pozostałych powiatów. Wpływ na jego rozwój ma oddziaływanie aglomeracji miejskiej Poznania. Drugi typ utworzyło trzynaście powiatów leżących na południowy-zachód od miasta Poznania. Są to tereny o średnim-wyższym poziomie rozwoju. Kolejny trzeci typ

obejmuje sześć powiatów położonych na północ od Poznania. Powiaty te cechują się średnim-niższym poziomem rozwoju społeczno-gospodarczego. Czwarty typ obejmuje obszar ośmiu powiatów głównie z północnej i wschodniej części województwa. Są to tereny o niskim poziomie rozwoju. Ostatni piąty typ to tereny o bardzo niskim poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego. Ten typ utworzyły trzy powiaty (słupecki, kaliski, pleszewski) zdominowane przez gospodarkę rolną, położone we wschodniej części województwa.

#### 4. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń i analiz można sformułować następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Zaproponowane podejście do porządkowania liniowego obiektów wykorzystujące uogólnioną miarę odległości GDM i metodę TOPSIS może być zastosowane do wyznaczenia syntetycznego miernika poziomu rozwoju dla różnych typów danych – metrycznych oraz porządkowych. Wprowadzenie zróżnicowanych wag kryteriów podrzędnych i cech zmieniło uporządkowanie liniowe niektórych powiatów ze względu na poziom rozwoju społeczno-gospodarczego.
2. Dla powiatów pleszewskiego i kaliskiego wartość syntetycznego miernika obliczonego według metody Hellwiga jest bliska zero a w przypadku powiatu słupeckiego osiągnęła nawet wartość poniżej zera, co rodzi problemy związane z identyfikacją poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego tych powiatów.
3. Najwyższy poziom rozwoju społeczno-gospodarczego obejmuje obszar powiatu poznańskiego w zasięgu oddziaływania aglomeracji miejskiej Poznania. Natomiast najniższy jest charakterystyczny dla obszarów obejmujących powiaty zdominowane przez gospodarkę rolną, tj. powiatów: słupeckiego, pleszewskiego i kaliskiego.

*Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

#### LITERATURA

- [1] *Bank Danych Lokalnych*, (2010), <http://www.stat.gov.pl/bdl>.
- [2] Hanratty P.J., Joseph B., (1992), *Decision making in chemical engineering and expert systems: application of the analytic hierarchy process to reactor selection*. *Comp. Chem. Eng.* 16, s. 849-860.
- [3] Heffner K., (2007), *Rozwój społeczno-gospodarczy obszarów wiejskich. Definicje – uwarunkowania – zależności – czynniki – skutki. Badania zróżnicowania rozwoju obszarów wiejskich. W: Zróżnicowanie poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego obszarów wiejskich a zróżnicowanie dynamiki przemian*. Wyd. IRWiR, PAN, Warszawa.
- [4] Hellwig Z., (1968), Zastosowania metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr. *Przegląd Statystyczny*, z. 4, str. 307-327.
- [5] Hwang C.L., Yoon K., (1981), *Multiple attribute decision-making: Methods and applications*. Springer, Berlin.

- [6] Kołodziejczak W., Wysocki F., (2012), *Identyfikacja charakteru bezrobocia w Polsce według klas miejscowości zamieszkania w latach 2006-2009*. Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Roczniki Naukowe, tom XIV, z. 4.
- [7] Łuczak A., Wysocki F., (2005), *Wykorzystanie metod taksonometrycznych i analitycznego procesu hierarchicznego do programowania rozwoju obszarów wiejskich*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań.
- [8] Saaty T.L., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
- [9] *Stan i możliwości rozwojowe powiatów województwa wielkopolskiego* (2000): Ankieta przeprowadzona w starostwach powiatowych w województwie wielkopolskim, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.
- [10] Walesiak M., (1993), *Statystyczna analiza wielowymiarowa w badaniach marketingowych*. Prace Naukowe AE we Wrocławiu nr 654. Seria: Monografie i opracowania nr 101, Wrocław.
- [11] Walesiak M., (2011), *Uogólniona miara odległości GDM w statystycznej analizie wielowymiarowej z wykorzystaniem programu R*. Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- [12] Wysocki F., (2010), *Metody taksonomiczne w rozpoznawaniu typów ekonomicznych rolnictwa i obszarów wiejskich*. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań.

#### ZASTOSOWANIE UOGÓLNIONEJ MIARY ODLEGŁOŚCI GDM ORAZ METODY TOPSIS DO OCENY POZIOMU ROZWOJU SPOŁECZNO-GOSPODARCZEGO POWIATÓW WOJEWÓDZTWA WIELKOPOLSKIEGO

##### Streszczenie

Celem pracy jest rozpoznanie poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów ziemskich województwa wielkopolskiego. Do jego określenia wykorzystano cechę syntetyczną, która jest funkcją cech prostych – wyznaczników cząstkowych poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego. W procedurze tworzenia cechy syntetycznej zastosowano do mierzenia odległości od wzorca i antywzorca rozwoju uogólnioną miarę odległości GDM (Walesiak 1993, 2011), a do agregacji cech metodę TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution*) (Hwang, Yoon 1981, Wysocki 2010). Miara Walesiaka (Walesiak 1993) pozwala na obliczanie odległości pomiędzy cechami opisywanymi na różnych typach skal tj. porządkowych, przedziałowych i ilorazowych. Natomiast metoda TOPSIS jest metodą wzorcową służącą do agregacji cech. Zaproponowane podejście pozwoliło dokonać oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów opisywanych przez cechy proste, zarówno metryczne, jak i porządkowe.

W procesie oceny poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego powiatów województwa wielkopolskiego wykorzystano dane statystyczne z ankiety przeprowadzonej w starostwach powiatowych w województwie wielkopolskim nt. *Stanu i możliwości rozwojowych powiatów województwa wielkopolskiego* (2000) oraz Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego za rok 2010.

**Słowa kluczowe:** poziom rozwoju społeczno-gospodarczego, porządkowanie liniowe, cechy metryczne, cechy porządkowe, uogólniona miara odległości GDM, metoda TOPSIS

---

APPLICATION OF GENERALISED DISTANCE MEASURE AND TOPSIS METHOD TO  
EVALUATE THE LEVEL OF SOCIOECONOMIC DEVELOPMENT OF POWIATS IN  
WIELKOPOLSKA PROVINCE

A b s t r a c t

The paper aims to evaluate the level of socioeconomic development of powiats (i.e. second level administrative units) in Wielkopolska province. With this purpose in mind a synthetic feature was utilized that aggregates simple features: partial indicators of socioeconomic development. The procedure of designing this feature used the generalized distance measure GDM to compute the distance from the ideal and anti-ideal points (Walesiak 1993, 2011), and TOPSIS method to aggregate the features (Hwang, Yoon 1981, Wysocki 2010).

The measure of Walesiak (1993) facilitates calculating distances between features described on different scale types: ordinal, interval, or ratio, while TOPSIS is the standard method for aggregation of features. Proposed approach allows evaluating the level of socioeconomic development of powiats when expressed through simple features, both metric and ordinal.

The evaluation process made use of the data gathered from the survey conducted in the powiat offices of the Wielkopolska province: *“The present state and development potential of the powiats of Wielkopolska”* (2000) and from the Local Data Bank of the Central Statistical Office report of 2010.

**Key words:** level of socioeconomic development, linear ordering, metric features, ordinal features, generalized distance measure (GDM), Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS)