

**Karol Kukula<sup>1</sup>**

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnowie

## **O pewnych dylematach związanych z budową rankingu obiektów ze względu na poziom zjawiska złożonego**

### **Some Dilemmas Concerning the Construction of Ranking Arrangements of Objects with Respect to their Levels of Complexity**

**Synopsis.** W artykule podjęto dyskusję nad trzema kluczowymi zagadnieniami związanymi z budową rankingu obiektów w oparciu o ich wielokryterialne oceny. Pierwszym z problemów, z którym musi się zmierzyć prowadzący badania (analityk), to wybór zmiennych diagnostycznych. Wybór ten w decydujący sposób wpływa na kształt konstruowanego rankingu. Drugim zagadnieniem jest wybór metody porządkowania liniowego. Trzeci zaś dotyczy obiektów układu porządkowego, jakim jest ranking i sprowadza się do ich podziału na grupy mniejsze względem wartości zmiennej syntetycznej. Z uwagi na to, że w dotychczasowej literaturze związanej z budową rankingu obserwuje się pewną dowolność przy wyborze stosowanych procedur, podjęto się zadania przeprowadzenia dyskusji na ten temat.

**Słowa kluczowe:** wielowymiarowa analiza porównawcza, dylematy, wybór zmiennych diagnostycznych, układ rankingowy, porównania

**Abstract.** The paper presents a discussion on three crucial issues concerning the construction of ranking arrangements of objects on the basis of their multi-criteria estimates. The first problem that is faced by the researcher (or analyst) is the choice of diagnostic features. This choice is a decisive factor influencing the shape of the ranking arrangement being constructed. The second issue is the choice of the method of linear ordering of objects. The third issue, in turn, concerns the objects of the linear arrangement, which lead to the division of the total population into smaller groups according to the value of the synthetic variable. Because a review of the literature concerning the problems of ranking construction showed a variety of procedures that might be applied, the author thought it worthwhile to undertake a discussion on this subject.

**Key words:** multidimensional comparative analysis, dilemmas, choice of diagnostic variables, ranking arrangement, comparisons

**JEL Classification:** C1

## **Wstęp**

W ostatnich latach ukazało się wiele prac ukierunkowanych na budowę rankingu, w którym poziom zjawiska złożonego stanowi kryterium decydujące o zajmowanych lokatach przez badane obiekty. Obiektami mogą być państwa, województwa, powiaty, gminy ale także produkty.

---

<sup>1</sup> Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa (PWSZ) w Tarnowie ul. Mickiewicza 8, e-mail: 7kkukula@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0732-2577>

Zjawisko złożone to abstrakcyjny twór, który ma za zadanie ukazać stan jakościowy, bezpośrednio nie mierzalny rzeczywistych obiektów opisywany przez pewną liczbę zmiennych większą od jeden, zwanych zmiennymi diagnostycznymi. Chodzi zatem o wielokryterialną ocenę poszczególnych obiektów ze względu na stan badanego zjawiska złożonego (por. Kukuła 2000, s.17 i 18). Jako przykłady można wymienić kilka zjawisk określanych mianem złożone: rozwój społeczno- gospodarczy krajów (Hellwig, 1968, Salamaga, 2012), poziom rozwoju rolnictwa w województwach (Binderman, 2005), stopień umaszynowania rolnictwa (Kukuła 2014), atrakcyjność rynkowa produktów (Jajuga 1993), poziom gospodarki odpadami (Kukuła 2016), poziom życia (Zeliaś, 2000), potencjalne możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na produkty rolnicze (Kisielińska, 2016), stopień zanieczyszczenia środowiska (Kukuła 2019), działalność proekologiczna (Kukuła 2017), analiza porównawcza subiektywnego dobrostanu (Panek, 2015). Wymienione przykłady ukazują szeroką gamę problemów o charakterze regionalnym, których badanie umożliwia zastosowanie procedur z zakresu wielowymiarowej analizy porównawczej.

Należy podkreślić, iż w dotychczas publikowanych pracach z tego zakresu, daje się zauważyć pewną dowolność w wyborze stosowanych procedur. W artykule pragnę się odnieść do następujących kwestii występujących przy budowie rankingu ze względu na poziom zjawiska złożonego:

- wyboru zmiennych diagnostycznych,
- wyboru metody porządkowania liniowego,
- wyboru metody podziału obiektów na grupy w budowanym rankingu.

Głównym celem pracy jest przeprowadzenie dyskusji na wymienione wyżej tematy, wysuwanie uwag i wskazówek, które uznano za istotne. Niektóre z nich rozmiągają się z dotychczas prezentowanymi w literaturze drogami postępowania.

## **Problem wyboru zmiennych diagnostycznych**

Niezwykle ważną czynnością w procesie budowy rankingu ze względu na poziom zjawiska złożonego jest dokonanie właściwego wyboru cech diagnostycznych, które wywierają wpływ na kolejność obiektów klasyfikowanych. W literaturze przedmiotu stawia się kilka postulatów wobec czynności kwalifikowania cech do zbioru zmiennych diagnostycznych (Grabiński 1984):

1. Cechy zakwalifikowane do zbioru zmiennych diagnostycznych spełniają ważną rolę w opisie badanego zjawiska (kryterium merytoryczne).
2. Wybrane zmienne diagnostyczne winny charakteryzować się wystarczającym stopniem zmienności (kryterium statystyczne).
3. Wymaga się aby zakwalifikowane zmienne były słabo skorelowane między sobą – by nie powielać informacji niesionej przez inne zmienne – (kryterium statystyczne).
4. Zakwalifikowane zmienne diagnostyczne są na mocnych skalach (interwałowej lub ilorazowej).
5. Zmienne diagnostyczne muszą być dostępne celem spełnienia wymogu kompletności danych.

Z przedstawionych pięciu postulatów dwa pierwsze wydają się konieczne do spełnienia. Znajomość specyfiki badanego zjawiska podpowiada właściwy dobór cech opisujących, co gwarantuje prawidłową jego ocenę. Postulat (1) występuje w koniunkcji z postuletem (2),

który zaleca wybór cech diagnostycznych o dostatecznym stopniu ich zmienności. Zatem należy pamiętać o wyeliminowaniu cech, które wykazują niski stopień zmienności (wewnętrznego zróżnicowania), co powoduje, iż w tworzeniu finalnej oceny obiektów, przydaje się im prawie te same wartości. Takie sytuacje nie wpływają różnicująco na układ rankingowy obiektów. Również postulaty (4) i (5) winny być uwzględnione.

Pragnę jednocześnie nie zgodzić się z postulatem (3), w którym jest mowa o tym, że wzięte zmienne do budowy rankingu winny być słabo skorelowane między sobą. Założenie takie funkcjonuje w modelowaniu ekonometrycznym i nie podlega dyskusji. Z inną jednak sytuacją mamy do czynienia w procesie budowy rankingu obiektów w oparciu o ich oceny wielokryterialne czyli uwzględniające pewną liczbę ważnych merytorycznie cech, charakteryzujących się jednocześnie dostatecznym stopniem zmienności. Wyobraźmy sobie sytuację, w której występują dwie ważne zmienne o wysokim stopniu zmienności i są skorelowane na poziomie jeden, czyli najsilniej. Para tych zmiennych (merytorycznie ważnych), podwoi tę samą informację o badanym zjawisku. Pominięcie jednej z nich, jak zaleca postulat (3) spowoduje ubytek wartości ocen poszczególnych obiektów. Zaszłość taka zuboży finalną ocenę obiektów w postaci zmiennej syntetycznej. **Zaleca się zatem rezygnację z postulatu (3) przy wyborze zmiennych diagnostycznych, gdy ostatecznym celem jest budowa rankingu obiektów.**

## O procedurze wspomagającej wybór metody porządkowania liniowego

Spośród zbioru metod porządkowania liniowego, bazujących na zmiennej syntetycznej można wyróżnić metody wzorcowe oraz bezwzorcowe. Metody wzorcowe agregacji zmiennych polegają na ustaleniu odległości poszczególnych obiektów od pewnego wcześniej określonego obiektu wzorcowego (modelowego). Metody zaś bezwzorcowe sprowadzają się do uśrednienia wartości zmiennych unormowanych. Tu szczególną uwagę należy przypisać procesowi wyboru metody normowania. Ważnym etapem tworzenia zmiennej syntetycznej jest unormowanie cech diagnostycznych. W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele oryginalnych pomysłów w zakresie normowania zmiennych diagnostycznych: Perkal (1953), Hellwig (1968), Wesołowski (1975), Bartosiewicz (1976), Nowak (1977), Strahl (1978), Borys (1978), Grabiński (1992), Kukula (1994 i 2000), Lira, Wagner, Wysocki (2002), Pawełek (2008), Młodak (2006) i Walesiak (2014).

Wielu autorów prac empirycznych rozpoczynając swe badania, mające na celu budowę rankingu obiektów ze względu na ich oceny wielokryterialne, zmaga się z dylematem: którą z metod porządkowania liniowego przyjąć? Bardzo często obserwuje się sytuację, że stosowana jest metoda porządkowania bez uzasadniania, będąca efektem przypadkowego względnie intuicyjnego wyboru. W pracy Autorzy (2015), proponują procedurę wspomagającą wybór jednej z wielu najczęściej stosowanych metod.

Zakłada się, że badane zjawisko obserwowane w  $n$  obiektach ( $i=1,2,\dots,n$ ) jest opisywane przez  $m$  zmiennych diagnostycznych ( $j=1,2,\dots,m$ ) oznaczonych:  $X_1, X_2, \dots, X_m$ . Biorąc pod uwagę  $v$  metod porządkowania liniowego obiektów danego zjawiska stosujemy każdą z wymienionych procedur w tym samym zagadnieniu budowy rankingu. Kolejną czynnością jest porównanie uzyskanych układów porządkowych obiektów (rankingów) systemem każdy z każdym. Ilość tych porównań określa liczba  $a$ :

$$a = \frac{v(v-1)}{2} \quad (1)$$

Kwantytatywnym wynikiem porównań są międzyrankingowe podobieństwa wyznaczone za pomocą miary  $m_{pq}$  (Kukuła 1986):

$$m_{pq} = 1 - \frac{2 \sum_{i=1}^n |C_{ip} - C_{iq}|}{n^2 - z}, \quad (p, q = 1, 2, \dots, v) \quad (2)$$

gdzie:  $C_{ip}$ - pozycja  $i$ -tego obiektu w rankingu numer  $p$ ,  
 $C_{iq}$ - pozycja  $i$ -tego obiektu w rankingu numer  $q$ .

Ponadto:

$$z = \begin{cases} 0, & \text{gdy } n \in P \\ 1, & \text{gdy } n \notin P. \end{cases} \quad (3)$$

gdzie:  $P$ - zbiór liczb naturalnych parzystych.

Należy dodać, że

$$m_{pq} \in [0, 1] \quad (4)$$

Rezultaty  $a$  porównań międzyrankingowych można zapisać w postaci macierzy  $M$ :

$$M = [m_{pq}] = \begin{bmatrix} 1 & m_{12} & m_{13} & \dots & m_{1v} \\ m_{21} & 1 & m_{23} & \dots & m_{2v} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{v1} & m_{v2} & m_{v3} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{(vxv)} \quad (5)$$

Macierz (5) jest macierzą symetryczną o wymiarach  $(vxv)$ .

Stąd:

$$m_{pq} = 1 \quad \text{gdy } p=q \quad (6)$$

$$\text{oraz } m_{pq} = m_{qp} \quad \text{gdy } p \neq q \quad (7)$$

Zapis (6) oznacza wynik porównania rankingów tych samych (o równych sobie numerach). Zapis (7) oznacza wynik porównania różnych rankingów.

**Ideą przewodnią proponowanej metody wyboru jest wskazanie procedury dającej najbardziej zbliżone wyniki względem wszystkich procedur będących przedmiotem**

**porównań.** Celem wyznaczenia stopnia podobieństwa rankingu otrzymanego metodą  $p$  porządkowania liniowego w stosunku do pozostałych wystarczy zsumować elementy  $p$  wiersza lub kolumny macierzy (5) odejmując 1. Sumę tę oznaczono symbolem  $U_p$ :

$$U_p = \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}} m_{pq}, \quad p, q=1, 2, \dots, v \quad (8)$$

Rezultat uzyskany wzorem (8) uśredniono wg wzoru:

$$\bar{U}_p = \frac{1}{v-1} \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}} m_{pq} \quad (9)$$

Wyniki te tworzą wektor  $\bar{U}$

$$\bar{U} = \begin{bmatrix} \bar{U}_1 \\ \bar{U}_2 \\ \vdots \\ \bar{U}_v \end{bmatrix} \quad (10)$$

Zaleca się wykorzystanie tej metody porządkowania liniowego, dla której zachodzi związek:

$$\bar{U}_p = \max_p \bar{U}_p, p=1, 2, \dots, v \quad (11)$$

## Podział obiektów na grupy względem wartości zmiennej syntetycznej

W taksonomii istnieje wiele metod podziału zbioru obiektów na grupy wg kryterium maksymalnego łącznego podobieństwa wszystkich cech. Inaczej kształtuje się sytuacja, gdy zbiór obiektów został uporządkowany nierosnąco ze względu na poziom zmiennej syntetycznej tworząc ich ranking.

Gdy mamy do czynienia z rankingiem, wówczas jedynym kryterium podziału obiektów jest wartość zmiennej syntetycznej (agregatywnej), zbiorczo charakteryzującej poziom badanego zjawiska złożonego w każdym z nich.

Jedną z metod porządkowania liniowego jest metoda wzorcowa wykorzystująca medianę Webera (Młodak 2006). Dysponując wartościami zmiennej agregatywnej w postaci wektora:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_n \end{bmatrix} \quad (i=1, \dots, n) \quad (12)$$

przechodzimy do najczęściej stosowanej w ujęciu pozycyjnym procedury zwanej metodą trzech median (MTM):

1. Należy wyznaczyć medianę współrzędnych wektora (12), którą oznaczono  $q$ .
2. Następuje podział obiektów na dwie grupy dla których:

$$(I) Q_i \geq q$$

oraz (13)

$$(II) Q_i < q$$

3. Definiujemy mediany pośrednie jako:

$q_1$  – kwartył pierwszy

$q_3$  – kwartył trzeci

4. W ten sposób powstają cztery grupy obiektów:

$$\text{Grupa I} - q_3 \leq Q_i \leq \max_i Q_i \quad (14)$$

$$\text{Grupa II} - q \leq Q_i < q_3 \quad (15)$$

$$\text{Grupa III} - q_1 \leq Q_i < q \quad (16)$$

$$\text{Grupa IV} - \min_i Q_i \leq Q_i < q_1 \quad (17)$$

Inną metodą podziału obiektów na grupy jest procedura zaprezentowana w pracy Zeliaś (2000), przy zastosowaniu średniej arytmetycznej zmiennej syntetycznej  $Q$  oraz jej odchylenia standardowego –  $S(Q)$ . Przy użyciu metody opisanej w wymienionej pracy, otrzymuje się cztery rozłączne grupy obiektów.

- Grupa pierwsza, reprezentująca wysoki poziom badanego zjawiska:

$$Q_i > \bar{Q} + S(Q) \quad (18)$$

- Grupa druga, reprezentująca przeciętny poziom badanego zjawiska:

$$\bar{Q} \leq Q_i \leq \bar{Q} + S(Q). \quad (19)$$

- Grupa trzecia, reprezentująca niski poziom badanego zjawiska:

$$\bar{Q} - S(Q) \leq Q_i < \bar{Q}. \quad (20)$$

- Grupa czwarta, reprezentująca bardzo niski poziom badanego zjawiska:

$$Q_i < \bar{Q} - S(Q). \quad (21)$$

Kolejną metodą podziału obiektów na grupy jest procedura przedstawiona w pracy Kukula (2017). Procedura ta dopuszcza podział obiektów na dowolną liczbę grup, co w dużej mierze zależy od liczebności zbioru obiektów występujących w rankingu oraz od preferencji badacza. W rankingu sklasyfikowano obiekty od najlepszego ( $\max_i Q_i$ ) - zajmującego pierwszą pozycję do najslabszego, zajmującego ostatnią  $n$ -tą lokatę- ( $\min_i Q_i$ ). W pierwszej kolejności należy wyliczyć rozstęp zmiennej syntetycznej, korzystając z wzoru:

$$R(Q_i) = \max_i Q_i - \min_i Q_i. \quad (22)$$

Zadaniem celem jest podział  $n$ - elementowego zbioru obiektów tworzących ranking na  $k$  grup:  $G_1, G_2, \dots, G_k$ . Numer grupy oznaczono symbolem  $l$ , gdzie:  $l=1,2,\dots,k$  oraz  $k \leq n$ . Zakładając, że empiryczny rozkład zmiennej syntetycznej jest rozkładem dowolnym, zbliżonym do rozkładu prostokątnego (jednostajnego), zaproponowano podział wszystkich uwzględnionych w rankingu obiektów na  $k$  grup, w sposób, który określa wzór:

$$G_l \text{ dla } Q_i \in \left[ \min_i Q_i + \frac{k-l}{k} R(Q_i), \min_i Q_i + \frac{k-l+1}{k} R(Q_i) \right), \quad (23)$$

przy czym pierwszy przedział (grupa  $G_1$ ) jest przedziałem obustronnie zamkniętym oraz ( $l=1,2,\dots,k; i=1,2,\dots,n$ ).

W wielu badaniach empirycznych przy stosunkowo małym licznym zbiorze obiektów [np. obiekty w rankingu województw w Polsce ( $n=16$ )], za celowe uznaje się podział na trzy grupy:  $G_1$  o wysokim,  $G_2$  o przeciętnym i  $G_3$  o niskim poziomie badanego zjawiska złożonego. Korzystając z ogólnego wzoru (23) otrzymuje się:

$$G_1 \text{ dla } Q_i \in \left[ \min_i Q_i + \frac{2}{3} R(Q_i), \min_i Q_i + R(Q_i) \right], \quad (24)$$

$$G_2 \text{ dla } Q_i \in \left[ \min_i Q_i + \frac{1}{3} R(Q_i), \min_i Q_i + \frac{2}{3} R(Q_i) \right), \quad (25)$$

$$G_3 \text{ dla } Q_i \in \left[ \min_i Q_i, \min_i Q_i + \frac{1}{3} R(Q_i) \right). \quad (26)$$

Nic nie stoi na przeszkodzie by podzielić obiekty podobnie jak w przedstawionych wyżej przykładach na 4 grupy lub dowolną ich ilość, co pozostaje jednak w pewnym związku z liczebnością obiektów ( $n$ ).

## Podsumowanie

1. Budowa rankingu ze względu na poziom określonego zjawiska złożonego, przy wykorzystaniu aparatu badawczego wielowymiarowej analizy porównawczej wymaga spełnienia określonych warunków. Warunki te dotyczą zwłaszcza wyboru: zmiennych diagnostycznych, metody porządkowania liniowego oraz metody podziału obiektów na grupy.

2. Zmienne typowane do opisu zjawiska złożonego winny posiadać walor ważności merytorycznej. Tu należy polegać na wiedzy analityka o mechanizmie zmian zjawiska złożonego. Zmienne zakwalifikowane do zbioru zmiennych diagnostycznych winny ponadto spełniać warunek dostatecznej zmienności [ $V(X) > 0,1$  i  $I(X) > 2$ ].  $I(X)$  to iloraz wartości skrajnych danej cechy.

3. W procesie budowy rankingu, na etapie kwalifikacji potencjalnych zmiennych do zbioru cech diagnostycznych nie jest konieczna analiza ich powiązań korelacyjnych. Nawet silnie skorelowane między sobą zmienne, jeśli są merytorycznie ważne oraz spełniają warunek dostatecznej zmienności powinny się znaleźć w zbiorze zmiennych diagnostycznych stanowiących podstawę budowy rankingu.

4. W kwestii wyboru metody porządkowania liniowego proponuje się zastosowanie procedury szeroko omówionej i przedstawionej w pracy Autorzy (2015) a tu zaprezentowanej skrótowo.

5. W artykule przedstawiono trzy metody podziału na grupy obiektów tworzących ranking. Pierwsza, w skrócie MTM (metoda trzech median), druga oparta na średniej oraz odchyleniu standardowym zmiennej syntetycznej oraz trzecia bazująca na równomiernym podziale rozstępu tejże zmiennej.

6. Ze względu na powinowactwo z wykorzystywaną metodą porządkowania liniowego proponuje się:

- procedurę pierwszą (MTM) stosować gdy przy porządkowaniu liniowym korzysta się z metody wzorcowej z medianą Webera,
- procedurę drugą stosować gdy przy porządkowaniu wykorzystuje się metody wzorcowe Hellwiga oraz TOPSIS a także metodę bezwzorcową opartą na średniej oraz odchyleniu standardowym cech w procesie normowania,
- procedurę trzecią opartą na równomiernym podziale rozstępu zmiennej syntetycznej zaleca się stosować zwłaszcza przy metodzie unitaryzacji zerowanej (MUZ), w której punktem odniesienia jest również rozstęp cechy diagnostycznej. Można także korzystać z tej



metody podziału w innych przypadkach, gdy stwierdza się podobieństwo rozkładu zmiennej syntetycznej do rozkładu prostokątnego (jednostajnego).

## Literatura

- Bartosiewicz, S. (1976). Propozycja metody tworzenia zmiennych syntetycznych (The proposal method to create synthetic variables). *Zeszyty Naukowe AE we Wrocławiu*, 84, 5-7.
- Binderman, A. (2005). Klasyfikacja polskich województw według poziomu rozwoju rolnictwa (Classification of Polish voivodships according to the level of agricultural development). *Roczniki Nauk Rolniczych seria G*, 92(1), 42-53.
- Borys, T. (1978). Metody normowania cech w statystycznych badaniach porównawczych (Methods of feature normalization in comparative statistical studies). *Przegląd Statystyczny*, 2, 227-239.
- Grabiński, T. (1984). Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach dynamiki zjawisk ekonomicznych (A multidimensional comparative analysis in the study of the dynamics of economic phenomena). *Zeszyty Naukowe AE w Krakowie, Seria specjalna: Monografie*, 61, Kraków.
- Hellwig, Z. (1968). Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr (Application of the taxonomic method to the typological division of countries according to the level of their development as well as the resources and structure of qualified personnel). *Przegląd Statystyczny*, 4, 307-327.
- Hwang, C.L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer Verlag.
- Jajuga, K. (1993). *Statystyczna analiza wielowymiarowa (Statistical multivariate analysis)*. PWN, Warszawa
- Kisielińska, J. (2016). Ranking państw UE ze względu na potencjalne możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na produkty rolnicze z wykorzystaniem metod porządkowania liniowego (Ranking the EU countries because of the potential to meet the demand for agricultural products using the methods of linear ordering). *Problemy Rolnictwa Światowego*, 16(3), 142-152.
- Kukuła, K. (1986). Propozycja miary zgodności układów porządkowych (Proposed measure of the compliance of ordinal systems). *Zeszyty Naukowe AE w Krakowie*, 222, 81-104.
- Kukuła, K. (1994). O pewnej metodzie relatywizacji cech diagnostycznych w preferowaniu wartości ponadprzeciętnych (On a certain method of relativization of diagnostic characteristics with preference of value deviating from the average value). *Przegląd Statystyczny*, 41(2), 155-164.
- Kukuła, K. (2000). *Metoda unitaryzacji zerowanej (The method of zero-standardization)*. PWN, Warszawa.
- Kukuła, K. (2014). Budowa rankingu województw ze względu na wyposażenie techniczne rolnictwa w Polsce (Ranking construction of the Polish voivodships due to the technical equipment of agriculture). *Wiadomości Statystyczne*, 7, 62-76.
- Kukuła, K., Luty, L. (2015). Propozycja procedury wspomagającej wybór metody porządkowania liniowego (The proposal for the procedure supporting selection of a linear ordering method). *Przegląd Statystyczny*, 62(2), 219-231.
- Kukuła, K. (2017). Zanieczyszczenie środowiska a działalność proekologiczna w Polsce w 2015 roku w świetle wielowymiarowej analizy porównawczej (Environmental pollution and pro-ecological activity in Poland in 2015 in the aspect of multidimensional comparative analysis). *Problemy Rolnictwa Światowego*, 17(3), 226-238.
- Kukuła, K. (2019). Stopień zanieczyszczenia środowiska w Polsce - ranking województw w 2016 roku (Degree of environmental pollution in Poland - ranking of the provinces in 2016). *Studia Ekonomiczne i Regionalne (Economic and Regional Studies)*, 12, 23-32.
- Lira, J., Wagner, W., Wysocki F. (2002). Mediana w zagadnieniach porządkowania obiektów wielocechowych (Median in problems of ordering multi-feature objects). W: Paradysz J. (red). *Statystyka regionalna w służbie samorządu lokalnego i biznesu*, Internetowa Oficyna Wydawnicza Centrum Statystyki Regionalnej, AE, Poznań, 87-99.
- Młodak, A. (2006). *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej (Taxonomic analysis in regional statistics)*. Difin, Warszawa.
- Nowak, E. (1977). Syntetyczne mierniki plonów w krajach europejskich (Synthetic yield measures in European countries). *Wiadomości Statystyczne*, 10, 19-22.
- Panek, T. (2015). Analiza porównawcza subiektywnego dobrostanu w Europie (Comparative analysis of subjective well-being in Europe). *Wiadomości Statystyczne*, 2, 1-26.

- Pawełek, B. (2008). Metody normalizacji zmiennych w badaniach porównawczych złożonych zjawisk ekonomicznych (Normalisation of variables methods in comparative research on complex economic phenomena). Zeszyty Naukowe UE, Seria specjalna: Monografie, 187, Kraków.
- Perkal, J. (1953). Taksonomia wrocławska (Wrocław taxonomy). *Przegląd Antropologiczny*, 19, 209-221.
- Salamaga, M. (2012). Analiza porównawcza rozwoju regionalnego krajów Grupy Wyszehradzkiej (A comparative analysis of regional development of the Visegrad Group Countries). *Wiadomości Statystyczne*, 12, 90-101.
- Strahl, D. (1978). Propozycja konstrukcji miary syntetycznej (Proposition of synthetic measure construction). *Przegląd Statystyczny*, 2, 205-215.
- Walesiak, M. (2014). Przegląd formuł normalizacji wartości zmiennych oraz ich własności w statystycznej analizie wielowymiarowej (Data normalization in multivariate data analysis. An overview and properties). *Przegląd Statystyczny*, 4, 363-372.
- Wesołowski, W.J.(1975). Programowanie nowej techniki (Programming a new technique). PWN, Warszawa.
- Zeliaś, A. (red.). (2000) Taksonomiczna analiza przestrzennego zróżnicowania poziomu życia w Polsce w ujęciu dynamicznym (Dynamic taxonomic analysis of spatial differentiation of living standards in Poland). Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.

Do cytowania / For citation:

Kukuła K. (2020). O pewnych dylematach związanych z budową rankingu obiektów ze względu na poziom zjawiska złożonego. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 20(2), 12–21;  
DOI: 10.22630/PRS.2020.20.2.9

Kukuła K. (2020). Some Dilemmas Concerning the Construction of Ranking Arrangements of Objects with Respect to their Levels of Complexity (in Polish). *Problems of World Agriculture*, 20(2), 12–21; DOI: 10.22630/PRS.2020.20.2.9