

**Karol KUKUŁA**

## Budowa rankingu województw ze względu na wyposażenie techniczne rolnictwa w Polsce

---

W działalności rolniczej oprócz ziemi oraz czynnika ludzkiego poważną rolę odgrywa aktywny produkcyjnie czynnik rzeczowy utożsamiany z ciągnikami, kombajnami oraz pozostałymi maszynami rolniczymi, czyli urządzeniami bezpośrednio uczestniczącymi w produkcji rolniczej. Wstępny przegląd danych dotyczących przestrzennego stanu wyposażenia technicznego polskiego rolnictwa nasuwa skojarzenie o stosunkowo dużych różnicowaniach regionalnych w tym zakresie.

Celem artykułu jest weryfikacja hipotezy o nierównomiernym rozkładzie technicznego wyposażenia polskiego rolnictwa w układzie wojewódzkim. Dane wzięte do badania pochodzą z Powszechnego Spisu Rolnego przeprowadzonego w 2010 r. (PSR 2010) oraz z Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii. Informacje przedstawione w artykule opracowano na podstawie danych zamieszczonych w publikacjach GUS.

Stan techniczny wyposażenia rolnictwa stanowi zjawisko złożone, określone w czasie i przestrzeni. Zjawisko złożone jest abstrakcyjnym tworem obrazującym stan jakościowy bezpośrednio niemierzalny obiektów rzeczywistych, opisywany przez pewną liczbę zmiennych (większą od jeden) zwanych diagnostycznymi<sup>1</sup>. W naszym badaniu obiektami są województwa, zaś cechy diagnostyczne stanowią zmienne obrazujące stan wyposażenia technicznego rolnictwa.

Często mówi się o wysokim, względnie niskim stopniu wyposażenia technicznego rolnictwa. Badane zjawisko jest zatem w abstrakcyjny sposób wartościowane za pomocą określeń: niski, średni bądź wysoki. Należy dodać, że wszelkie czynności porównawczo-wartościujące mają rację bytu tylko wtedy, gdy istnieją co najmniej dwa obiekty. Oznacza to, że niezbędny jest co najmniej jeden punkt odniesienia do badanego obiektu. Ponadto konieczna jest kwantyfikacja oceny stanów jakościowych badanych obiektów.

Z oceną zjawiska złożonego związane są pojęcia zmiennej diagnostycznej oraz zmiennej syntetycznej. Idea wielokryterialnej oceny stanu zjawiska złożonego w danych obiektach sprowadza się do wykorzystania zmiennych diagno-

---

<sup>1</sup> Kukuła K. (2000), s. 17 i 18.

stycznych opisujących wzmiankowane obiekty po uprzednim ich przekształceniu. Owa transformacja, polegająca na pozabawieniu mian oraz ujednoczeniu rzędu wielkości cech diagnostycznych, nazywa się ich normowaniem. Aby scharakteryzować każdy obiekt cechy diagnostyczne unormowane można dodawać. Uzyskana suma stanowi podstawę do wyznaczenia zmiennej syntetycznej, która określa poziom badanego zjawiska złożonego w każdym z rozpatrywanych obiektów. Znajomość wielkości zmiennej syntetycznej pozwala zbudować ranking obiektów, czyli ich uszeregowanie w kolejności od obiektu o najwyższej do najniższej wartości omawianej zmiennej.

W badaniu prezentowanym w artykule zbudowano ranking województw ze względu na poziom zjawiska złożonego, jakim jest techniczne wyposażenie rolnictwa. Przy normowaniu zmiennych posłużono się metodą unitaryzacji zerowanej (MUZ). Wykorzystując dane liczbowe zawarte w rankingu dokonano podziału województw na 3 grupy ze względu na poziom technicznego wyposażenia rolnictwa:

- I — wysoki,
- II — średni,
- III — niski.

Artykuł zamykają konkluzje ustalone na podstawie przeprowadzonych badań.

#### *ZASTOSOWANA METODA BADAWCZA*

Wybrana metoda badawcza należy do szerokiego zestawu procedur określanych mianem „statystyczna analiza wielowymiarowa”, która jest poświęcona m.in. problematyce zjawisk złożonych (Jajuga, 1993). Główną ideą badania zjawisk złożonych jest ich rozpatrywanie porównawcze. Oznacza to, że poziom zjawiska złożonego rozpatruje się w  $r$  obiektach:  $W_1, W_2, \dots, W_r$ . Każdy z obiektów jest opisany przez  $n$  zmiennych diagnostycznych. Z uwagi na to, że badanie ma charakter statyczny zrezygnowano z oznaczenia zmiennych subskryptem  $t$ . Zgromadzone informacje o zmiennych diagnostycznych tworzą macierz dwuwymiarową o postaci:

$$\mathbf{X} = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{r1} & x_{r2} & \dots & x_{rn} \end{bmatrix} \quad \begin{pmatrix} i = 1, \dots, r \\ j = 1, \dots, n \end{pmatrix} \quad (1)$$

gdzie  $x_{ij}$  — wartość zmiennej  $X_j$  w obiekcie  $W_i$ .

Każdy obiekt charakteryzuje wektor zmiennych diagnostycznych:

$$X_i = [x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{in}] \quad (i = 1, \dots, r) \quad (2)$$

W zbiorze zmiennych diagnostycznych  $X_1, \dots, X_n$  charakteryzujących rozpatrywane zjawisko złożone można spotkać zmienne różnie interpretowane. Chodzi o zmienne nazywane stymulantami ( $S$ ), destymulantami ( $D$ ), względnie nominantami ( $N$ ). Stymulanty to takie zmienne diagnostyczne, których wzrost kojarzyć należy ze wzrostem oceny zjawiska złożonego. Destymulanty zaś to zmienne diagnostyczne, których wzrost powoduje spadek oceny zjawiska złożonego. Znacznie rzadziej w badaniach empirycznych pojawiają się nominanty. Nominanta zaś to taka zmienna diagnostyczna, którą charakteryzuje jedna wartość, względnie przedział wartości. Są one uznane za najkorzystniej wpływające na ocenę zjawiska złożonego. Tę najkorzystniejszą wartość (względnie wartości) zmiennej diagnostycznej nazywa się wartością nominalną lub przedziałem nominalnym. Oznacza to, że zmienna będąca nominantą oceniana jest poniżej wartości nominalnej jako stymulanta, powyżej zaś tej wartości jako destymulanta. Więcej o wartościowaniu nominant można znaleźć w literaturze (Kukuła, 1996).

Po zgromadzeniu wstępnych informacji o potencjalnych zmiennych diagnostycznych należy zrealizować czynności następujące:

- 1) dokonać wyboru zmiennych diagnostycznych i utworzyć macierz (1),
- 2) zakwalifikować wybrane zmienne do jednej z trzech klas: stymulant, destymulant bądź nominant,
- 3) unormować cechy diagnostyczne za pomocą wybranej metody normującej,
- 4) przypisać wagi zmiennym unormowanym,
- 5) dokonać ich agregacji, czyli utworzyć zmienne syntetyczne, które stanowią ocenę każdego z badanych obiektów wyrażoną za pomocą jednej liczby,
- 6) zbudować ranking obiektów ze względu na poziom rozpatrywanego zjawiska złożonego,
- 7) dokonać podziału obiektów na podgrupy: o wysokim, przeciętnym oraz niskim poziomie zjawiska złożonego.

Przystępując do badań określonego zjawiska złożonego, szczególnie ważną czynnością jest dokonanie właściwego wyboru zmiennych diagnostycznych z wstępnie ustalonego potencjalnego zbioru tych zmiennych. Zagadnienie to jest poruszane w wielu publikacjach, spośród których chcemy wymienić pracę E. Nowaka na temat efektywności doboru cech diagnostycznych (Nowak, 1985). Przy wyborze zmiennych należy uwzględnić:

- 1) rzeczywisty wpływ danej zmiennej na kształtowanie się badanego zjawiska złożonego,
- 2) stopień zmienności rozpatrywanej zmiennej. Niepożądane są zmienne charakteryzujące się niskim stopniem zmienności (współczynnik zmienności  $V(X_j)$  powinien być większy od 0,1 — Sobczyk, 1983).

Warto zwrócić uwagę na konieczność stosowania dodatkowego miernika zróżnicowania — współczynnika w postaci ilorazu skrajnych wartości zmiennej  $X_j$ , który definiuje się następująco<sup>2</sup>:

---

<sup>2</sup> Kukuła K. (2000), s. 49 i 50.

$$I(X_j) = \frac{\max_i x_{ij}}{\min_i x_{ij}} \quad \begin{pmatrix} i = 1, \dots, r \\ j = 1, \dots, n \\ \min_i x_{ij} > 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Wartości tego miernika spełniają nierówność  $I(X_j) \geq 1$ .

Dla cechy o wartościach stałych  $I(X_j)$  przyjmuje się wartość 1, w pozostałych zaś sytuacjach jego wzrost oznacza rosnący dystans dzielący obiekt najlepszy od najgorszego (przypadek, gdy  $X_j \in S$ ). Miernik ten spełnia ważną rolę w procesie kwalifikowania cech do zbioru zmiennych diagnostycznych, zwłaszcza gdy celem ostatecznym jest budowa rankingu obiektów. Proponujemy przyjmować do zbioru zmiennych diagnostycznych każdą zmienną spełniającą warunek:

$$I(X_j) > 2 \quad (4)$$

niezależnie od wartości  $V(X_j)$ <sup>3</sup>.

W każdym porządkowaniu liniowym prowadzącym do budowy rankingu obiektów należy podzielić zbiór zmiennych diagnostycznych  $X$  na trzy podzbiory: stymulant, destymulant oraz nominant. Podział ten spełnia warunki zupełności oraz rozłączności:

$$X = S \cup D \cup N \quad \text{oraz} \quad S \cap D = D \cap N = S \cap N = \emptyset \quad (5)$$

Podział zmiennych diagnostycznych na stymulanty i destymulanty został wprowadzony w pionierskiej pracy przez Z. Hellwiga (1968), zaś pojęcie nominanty wprowadził i zdefiniował 10 lat później T. Borys (1978).

Agregacji zmiennych diagnostycznych wytypowanych do opisu badanego zjawiska złożonego można dokonać po ich transformacji zwanej normowaniem. Przekształcenie zmiennych (normowanie) powinno spełniać następujące warunki:

- przekształcone zmienne winny być pozbawione mian,
- przekształcone zmienne winny być sprowadzone do stałego przedziału wartości, najlepiej do przedziału  $[0, 1]$ ,
- możliwe są przekształcenia oryginalnych zmiennych diagnostycznych przyjmujących wartości zarówno dodatnie, zero, jak i wartości ujemne,
- możliwe jest dodawanie cech diagnostycznych unormowanych w każdym z obiektów.

Spośród wielu metod normowania<sup>4</sup> warunki te spełnia MUZ.

<sup>3</sup> Kukula K. (2000), przykład na s. 50.

<sup>4</sup> Opis tych metod można znaleźć w m.in. Grabiński (1984).

MUZ charakteryzuje się stałym punktem odniesienia, którym jest rozstęp zmiennej normowanej:

$$R(X_j) = \max_i x_{ij} - \min_i x_{ij} \quad (6)$$

Transformacja zwana normowaniem sprowadza się do przekształcenia oryginalnych cech  $X$  w cechy unormowane  $Z$ , zatem macierz  $\mathbf{X}$  o wymiarach  $(r \times n)$  przechodzi w macierz  $\mathbf{Z}$  o tych samych wymiarach.

Normowanie cechy  $X_j \in S$  dokonuje się w sposób następujący:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (7)$$

przy czym  $z_{ij} \in [0, 1]$ . Ponadto:

$$\begin{aligned} z_{ij} = 0 &\Leftrightarrow x_{ij} = \min_i x_{ij} \\ \text{oraz} \quad z_{ij} = 1 &\Leftrightarrow x_{ij} = \max_i x_{ij} \end{aligned} \quad (8)$$

Normowanie cechy  $X_j \in D$  dokonuje się przy pomocy wzoru:

$$z_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} - x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \quad (9)$$

Również i w tym przypadku zmienne unormowane należą do przedziału  $[0, 1]$ . Ponadto:

$$\begin{aligned} z_{ij} = 0 &\Leftrightarrow x_{ij} = \max_i x_{ij} \\ \text{oraz} \quad z_{ij} = 1 &\Leftrightarrow x_{ij} = \min_i x_{ij} \end{aligned} \quad (10)$$

Warto dodać, że zmienne diagnostyczne zarówno będące stymulantami, jak i destymulantami są poddawane w MUZ przekształceniom liniowym<sup>5</sup>. Formuły normujące zmienne diagnostyczne należące do nominant pominięto ze względu na brak tej kategorii zmiennych w zbiorze zmiennych diagnostycznych przyjętych do badania. Odpowiednie wzory dla normowania nominant można znaleźć w pracy K. Kukuły (2000).

<sup>5</sup> Kukuła K. (2000), s. 153; Kukuła K. (1994).

Unormowane zmienne diagnostyczne za pomocą MUZ tworzą macierz:

$$\mathbf{Z} = [z_{ij}] = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{r1} & z_{r2} & \dots & z_{rn} \end{bmatrix}_{(r \times n)} \quad (11)$$

Każdy obiekt jest opisany wektorem unormowanych cech:

$$[\mathbf{Z}_i] = [z_{i1} \ z_{i2} + \dots \ z_{in}] \quad (12)$$

Aby przejść z wielu unormowanych cech do jednej oceny charakteryzującej obiekt należy zsumować wszystkie zmienne unormowane dla każdego obiektu, otrzymując:

$$q_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} \quad (i = 1, \dots, r) \quad (13)$$

W wyniku podzielenia wartości  $q_i$  przez  $n$  tj. przez liczbę zmiennych diagnostycznych uzyskujemy uśrednioną ocenę zmiennych unormowanych w  $i$ -tym obiekcie, którą nazywać będziemy zmienną syntetyczną  $Q_i$ :

$$Q_i = \frac{1}{n} q_i \quad (i = 1, \dots, r) \quad (14)$$

Zmienna syntetyczna otrzymana za pomocą wzoru (14) przyjmuje wartości z przedziału  $[0, 1]$ , przy czym:

$$\begin{aligned} Q_i = 1 &\Leftrightarrow z_{i1} = z_{i2} = \dots = z_{in} = 1 \\ \text{oraz} \quad Q_i = 0 &\Leftrightarrow z_{i1} = z_{i2} = \dots = z_{in} = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Wartości 0 i 1 są osiągnięte przez zmienną syntetyczną tylko w skrajnych sytuacjach. Wartość  $Q_i = 1$  może mieć miejsce tylko wtedy, gdy obiekt  $i$ -ty jest najlepszy według wszystkich zmiennych diagnostycznych. Natomiast  $Q_i = 0$  tylko wtedy, gdy  $i$ -ty obiekt jest najgorszy w zakresie wszystkich wziętych do badania zmiennych.

Znajomość wszystkich wartości  $Q_i$  pozwala zbudować ranking obiektów, czyli stworzenie takiego ich układu porządkowego, w którym pierwsze miejsce zajmuje obiekt o najwyższej wartości  $Q_i$ , zaś ostatnie miejsce zajmuje obiekt o najniższej wartości  $Q_i$ . Mając uporządkowane obiekty według wartości  $Q_i$  można je podzielić na dowolnie obraną liczbę grup (mniejszą lub równą  $r$ ). W naszym przypadku przy badanej liczbie obiektów ( $r = 16$ ) sensownym wydaje się podzielić na 3 grupy. W tym celu wyznaczyć należy rozstęp zmiennej  $Q_i$ :

$$R(Q_i) = \max_i Q_i - \min_i Q_i \quad (i = 1, \dots, r) \quad (16)$$

W kolejności wylicza się wartość parametru podziału  $k$ :

$$k = \frac{R(Q_i)}{3} \quad (17)$$

Parametr  $k$  wykorzystuje się do podziału całego zbioru obiektów na grupy według poziomu zjawiska złożonego:

- I — najwyższy:  $Q_i \in (\max_i Q_i - k, \max_i Q_i]$ ,
- II — przeciętny:  $Q_i \in (\max_i Q_i - 2k, \max_i Q_i - k]$ ,
- III — niski:  $Q_i \in [\max_i Q_i - 3k, \max_i Q_i - 2k]$ .

Zauważmy, że w grupie III dolna granica przedziału zmiennej  $Q_i$  to:

$$\max_i Q_i - 3k = \min_i Q_i \quad (18)$$

Podział obiektów badanych na grupy kończy opis stosowanej w dalszej części procedury.

#### *WYBRANE ZMIENNE DIAGNOSTYCZNE*

Wybór zmiennych diagnostycznych do badań nad stanem wyposażenia technicznego rolnictwa polskiego dokonano z uwzględnieniem dwóch kryteriów:

- 1) dostępności informacji w opublikowanych przez GUS danych z PSR 2010,
- 2) spełnienia wymogu minimalnego stopnia zmienności w postaci nierówności (4).

Zebrane dane o środkach technicznych rolnictwa należy zrelatywizować w zależności od ich rodzaju w stosunku do powierzchni gruntów lub odwrotnie.

Punktami odniesienia są:

$U_1$  — powierzchnia gruntów ornych,

$U_2$  — powierzchnia użytków rolnych pomniejszona o grunty rolne zabudowane oraz o grunty pod stawami i rowami (UR),

$U_3$  — powierzchnia gruntów zajmowanych przez sady.

Lista zmiennych opisujących w sposób ilościowy stan wyposażenia rolnictwa składa się z dziewięciu pozycji określających liczbę:

$Y_1$  — ciągników,

$Y_2$  — samochodów ciężarowych wykorzystywanych w rolnictwie,

$Y_3$  — kombajnów zbożowych,

$Y_4$  — kombajnów buraczanych,

$Y_5$  — kombajnów ziemniaczanych,

$Y_6$  — opryskiwaczy sadowych,

$Y_7$  — rozsiewaczy nawozów i wapna,  
 $Y_8$  — siloso-kombajnów,  
 $Y_9$  — opryskiwaczy polowych.

Zmienne te ze względu na różną powierzchnię gruntów w poszczególnych województwach należy zrelatywizować. Punktami odniesienia w zależności od rodzaju maszyn i urządzeń rolniczych są zmienne:  $U_1$ ,  $U_2$  i  $U_3$  (tabl. 1).

**TABL. 1. POWIERZCHNIA GEODEZYJNA WEDŁUG PODSTAWOWYCH KIERUNKÓW WYKORZYSTANIA W 2010 R.**

Wyszczególnienie	Grunty orne w tys. ha $U_1$	Użytki rolne <sup>a</sup> w tys. ha $U_2$	Powierzchnia sądów w tys. ha $U_3$
<b>P o l s k a</b> .....	<b>13969,108</b>	<b>18192,576</b>	<b>292,376</b>
Dolnośląskie .....	875,481	1143,814	7,051
Kujawsko-pomorskie .....	995,940	1144,731	15,848
Lubelskie .....	1334,648	1699,369	32,264
Lubuskie .....	406,426	546,945	2,826
Łódzkie .....	1010,593	1245,985	31,231
Małopolskie .....	667,136	890,484	31,094
Mazowieckie .....	1731,356	2344,848	83,513
Opolskie .....	491,484	581,997	3,503
Podkarpackie .....	626,476	911,628	11,733
Podlaskie .....	772,680	1178,167	5,533
Pomorskie .....	707,083	896,456	5,008
Śląskie .....	463,371	615,790	8,535
Świętokrzyskie .....	552,475	720,846	28,986
Warmińsko-mazurskie .....	891,380	1289,947	2,663
Wielkopolskie .....	1576,289	1882,616	17,436
Zachodniopomorskie .....	866,291	1098,953	5,149

<sup>a</sup> Powierzchnia użytków rolnych pomniejszona o grunty zabudowane oraz o grunty pod stawami i rowami.  
 Ź r ó d ł o: Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2011, GUS.

A oto postaci zmiennych diagnostycznych opisujących badane zjawisko złożone:

$$X_1 = \frac{U_2}{Y_1} \text{ — powierzchnia UR przypadająca na 1 ciągnik,}$$

$$X_2 = \frac{U_2}{Y_2} \text{ — powierzchnia UR przypadająca na 1 samochód ciężarowy wykorzystywany w rolnictwie,}$$

$$X_3 = \frac{Y_3}{U_1} \text{ — liczba kombajnów zbożowych przypadająca na 1000 ha gruntów ornych,}$$

$$X_4 = \frac{Y_4}{U_1} \text{ — liczba kombajnów buraczanych przypadająca na 1000 ha gruntów ornych,}$$

$X_5 = \frac{Y_5}{U_1}$  — liczba kombajnów ziemniaczanych przypadająca na 1000 ha gruntów ornych,

$X_6 = \frac{Y_6}{U_3}$  — liczba opryskiwaczy sadowych przypadająca na 1000 ha powierzchni sadów,

$X_7 = \frac{Y_7}{U_2}$  — liczba rozsiewanych nawozów i wapna przypadająca na 1000 ha UR,

$X_8 = \frac{Y_8}{U_2}$  — liczba silosokombajnów przypadająca na 1000 ha UR,

$X_9 = \frac{Y_9}{U_2}$  — liczba opryskiwaczy polowych przypadająca na 1000 ha UR.

Wartości w ten sposób utworzonych zmiennych diagnostycznych przedstawia tabl. 2.

**TABL. 2. WARTOŚCI ZMIENNYCH DIAGNOSTYCZNYCH OBLICZONYCH NA PODSTAWIE DANYCH PSR 2010**

Wyszczególnienie	$X_1 \in D$	$X_2 \in D$	$X_3 \in S$	$X_4 \in S$	$X_5 \in S$	$X_6 \in S$	$X_7 \in S$	$X_8 \in S$	$X_9 \in S$
<b>P o l s k a</b> .....	<b>12,60</b>	<b>263,66</b>	<b>10,89</b>	<b>1,99</b>	<b>5,72</b>	<b>177,17</b>	<b>31,63</b>	<b>0,65</b>	<b>27,25</b>
Dolnośląskie .....	20,50	394,42	9,25	1,94	3,66	113,46	22,64	0,26	18,18
Kujawsko-pomorskie .....	13,11	440,28	12,85	5,72	4,72	88,34	35,90	1,22	29,88
Lubelskie .....	9,85	320,63	14,84	4,57	6,52	278,95	44,31	0,71	46,31
Lubuskie .....	27,96	420,73	6,64	0,25	1,48	70,77	13,35	0,37	9,51
Łódzkie .....	9,88	143,22	10,19	1,29	13,06	188,91	49,28	0,72	40,53
Małopolskie .....	7,65	121,98	11,39	0,45	8,24	80,40	24,26	0,56	27,40
Mazowieckie .....	11,05	156,32	9,93	0,81	7,57	214,34	38,89	0,68	31,52
Opolskie .....	15,95	646,66	14,04	4,07	5,49	85,64	28,69	0,69	22,85
Podkarpackie .....	8,40	350,63	8,46	0,96	3,83	102,28	20,51	0,22	27,53
Podlaskie .....	11,57	654,54	13,85	0,78	4,92	108,44	38,28	1,44	28,18
Pomorskie .....	19,79	527,33	10,47	0,99	2,55	99,84	22,64	0,45	15,51
Śląskie .....	12,11	236,84	11,01	0,86	6,91	46,87	28,74	0,81	19,65
Świętokrzyskie .....	8,70	128,72	12,31	2,35	6,52	265,65	42,45	0,55	46,89
Warmińsko-mazurskie .....	25,75	644,97	7,74	0,12	1,12	112,65	16,51	0,39	11,09
Wielkopolskie .....	12,73	265,16	11,99	3,43	6,28	154,85	36,39	0,85	28,26
Zachodniopomorskie .....	37,15	610,53	6,46	0,46	2,54	58,26	11,65	0,18	8,28
$I(X_j) = \frac{\max x_{ij}}{\min x_{ij}}$ .....	4,86	5,37	2,30	62,25	11,66	5,95	4,23	8,00	5,66

Ź r ó d ł o: obliczenia własne na podstawie danych GUS zawartych w *Roczniku Statystycznym Rolnictwa 2012*.

Porównując ilorazy skrajnych wartości poszczególnych zmiennych łatwo zauważyć, że wszystkie zmienne spełniają postulat wyrażony nierównością:

$I(X_j) > 2$ , ( $j = 1, \dots, 9$ ). Największe zróżnicowanie przestrzenne wykazuje zmienna  $X_4$  — liczba kombajnów buraczanych przypadająca na 1000 ha gruntów ornych. W tym przypadku iloraz skrajnych wartości przekracza 62. Sytuację tę wyjaśnia bardzo zróżnicowana wielkość powierzchni upraw buraka cukrowego w województwach, co jest również związane z jakością gleb. W pozostałych przypadkach miernik ten utrzymuje się w przedziale (2, 12). Stosunkowo najniższe zróżnicowanie odnotowano dla zmiennej  $X_3$ , tj. liczby kombajnów zbożowych przypadających na 1000 ha gruntów ornych [ $I(X_3) = 2,30$ ]. Przypadek ten podkreśla specyfikę naszego rolnictwa, charakteryzującą się zbożową dominantą upraw.

### WYNIKI BADAŃ — RANKING WOJEWÓDZTW

Wyselekcjonowane zmienne diagnostyczne  $\{X_1, \dots, X_9\}$  poddano, jak już wspomniano normowaniu z wykorzystaniem MUZ. Zmienne  $\{X_1, X_2\} \in D$  unormowano stosując wzór (9), zaś zmienne  $\{X_3, \dots, X_9\} \in S$  transformowano przy pomocy formuły (7). Wyniki normowania przedstawiono w tabl. 3.

TABL. 3. WARTOŚCI UNORMOWANYCH ZMIENNYCH DIAGNOSTYCZNYCH

Województwa	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_4$	$Z_5$	$Z_6$	$Z_7$	$Z_8$	$Z_9$
Dolnośląskie .....	0,564	0,488	0,333	0,325	0,213	0,287	0,292	0,063	0,256
Kujawsko-pomorskie	0,815	0,402	0,763	1,000	0,302	0,179	0,644	0,825	0,559
Lubelskie .....	0,925	0,627	1,000	0,795	0,452	1,000	0,868	0,421	0,985
Lubuskie .....	0,312	0,439	0,021	0,023	0,030	0,103	0,045	0,151	0,032
Łódzkie .....	0,924	0,960	0,445	0,202	1,000	0,612	1,000	0,429	0,835
Małopolskie .....	1,000	1,000	0,588	0,059	0,596	0,144	0,335	0,302	0,495
Mazowieckie .....	0,885	0,936	0,414	0,123	0,540	0,722	0,724	0,397	0,602
Opolskie .....	0,719	0,015	0,905	0,705	0,366	0,167	0,453	0,405	0,429
Podkarpackie .....	0,975	0,571	0,239	0,150	0,227	0,239	0,235	0,032	0,499
Podlaskie .....	0,867	0,000	0,882	0,564	0,318	0,265	0,708	1,000	0,515
Pomorskie .....	0,588	0,239	0,479	0,155	0,120	0,228	0,292	0,214	0,187
Śląskie .....	0,849	0,784	0,543	0,132	0,485	0,000	0,454	0,500	0,294
Świętokrzyskie .....	0,964	0,987	0,698	0,398	0,452	0,943	0,818	0,293	1,000
Warmińsko-mazurskie	0,386	0,018	0,153	0,000	0,000	0,283	0,129	0,167	0,073
Wielkopolskie .....	0,828	0,731	0,660	0,591	0,432	0,465	0,659	0,532	0,517
Zachodniopomorskie	0,000	0,083	0,000	0,061	0,119	0,049	0,000	0,000	0,000

Ź r ó d ł o: obliczenia własne na podstawie danych zawartych w tabl. 2.

Kolejno dokonano agregacji unormowanych zmiennych, przyjmując jednakowe wagi (równe jedności) dla wszystkich cech diagnostycznych. Postępowanie takie jest uzasadnione w sytuacji braku informacji pozwalających ustalić wagi dla poszczególnych cech diagnostycznych. Do agregacji wykorzystano formułę (13). Zmienne syntetyczne ( $Q_i$ ) oraz sumy zmiennych unormowanych dla każdego województwa ( $q_i$ ) przedstawiono w tabl. 4.

**TABL. 4. RANKING WOJEWÓDZTW ZE WZGLĘDU NA STOPIEŃ WYPOSAŻENIA  
TECHNICZNEGO ROLNICTWA ORAZ ICH PODZIAŁ NA GRUPY W 2010 R.**

Pozycja w rankingu	Wyszczególnienie	Suma zmiennych unormowanych $q_i$	Zmienna syntetyczna $Q_i$	Przynależność do grupy
1	Lubelskie .....	7,073	0,786	grupa I (7 województw) $Q_i \in (0,536; 0,786]$ $\bar{Q}_I = 0,657$
2	Świętokrzyskie .....	6,553	0,728	
3	Łódzkie .....	6,407	0,712	
4	Kujawsko-pomorskie .....	5,489	0,610	
5	Wielkopolskie .....	5,415	0,602	
6	Mazowieckie .....	5,343	0,594	
7	Podlaskie .....	5,119	0,569	
8	Małopolskie .....	4,519	0,502	grupa II (5 województw) $Q_i \in (0,285; 0,536]$ $\bar{Q}_{II} = 0,416$
9	Opolskie .....	4,164	0,463	
10	Śląskie .....	4,041	0,449	
11	Podkarpackie .....	3,167	0,352	
12	Dolnośląskie .....	2,821	0,313	
13	Pomorskie .....	2,502	0,278	grupa III (4 województwa) $Q_i \in [0,035; 0,285]$ $\bar{Q}_{III} = 0,144$
14	Warmińsko-mazurskie .....	1,209	0,134	
15	Lubuskie .....	1,156	0,128	
16	Zachodniopomorskie .....	0,312	0,035	
x	<b>P o l s k a</b> $I(Q_i) = \frac{\max_i Q_i}{\min_i Q_i}$		22,457	

Ź r ó d ł o: opracowanie własne.

Ranking zbudowano na podstawie wyznaczonych wartości zmiennej syntetycznej charakteryzującej każde województwo (tabl. 4). Podział województw na grupy przeprowadzono przy pomocy procedury opisanej wzorami (16) i (17). Uzyskano 3 grupy: I — o wysokim, II — o przeciętnym i III — o niskim stopniu umaszynowienia rolnictwa. Do grupy I należy 7 województw: lubelskie (pierwsza lokata w rankingu), świętokrzyskie, łódzkie, kujawsko-pomorskie, wielkopolskie, mazowieckie i podlaskie. Do grupy II zaliczono 5 województw: małopolskie, opolskie, śląskie, podkarpackie i dolnośląskie. Najślabszą grupę III tworzyły 4 województwa: pomorskie, warmińsko-mazurskie, lubuskie i zachodniopomorskie.

Usytuowanie przestrzenne stopnia umaszynowienia rolnictwa obrazuje wykres.

Z wykresu wynika, że najlepiej wyposażone w maszyny i urządzenia rolnicze są województwa zajmujące pas środkowy Polski. Przeciętnie wyposażone w środki techniczne województwa zajmują obszary położone w południowo-zachodniej, południowej i południowo-wschodniej części kraju, natomiast najślabiej technicznie uzbrojone rolnictwo charakteryzowało województwa zachodniej, północ-

no-zachodniej, północnej i północno-wschodniej Polski. Obszary najslabiej wyposażone w maszyny i urządzenia rolnicze należą do województw, gdzie po II wojnie światowej ogromną rolę odgrywało rolnictwo kolektywne.

Rzut oka na wykres pozwala zauważyć, że wszystkie 3 grupy województw zachowują ciągłość terytorialną. Grupa I, najliczniejsza (7 obiektów), charakteryzująca się najlepiej wyposażonym rolnictwem w kraju, obejmuje województwa położone w centralnej części kraju i w większości są to ziemie należące do Polski również w okresie międzywojennym. W grupie II jest 5 województw Polski Południowej. Obiekty tej grupy stanowią częściowo obszary rozdrobnionego rolnictwa (większość gospodarstw do 5 ha) o słabych glebach oraz województwa o dobrych glebach, ale objęte do niedawna kolektywnym systemem gospodarowania. Niedostatki te są rekompensowane posiadaniem bardziej liczniejszego i urozmaiconego sprzętu maszynowego. Najślabsza, ale najmniej liczna grupa III to województwa Ziemi Odzyskanych. Od II wojny światowej aż do lat 90. ub. wieku dominowały tam państwowe gospodarstwa rolne. Ich likwidacja oraz słaba aktywność ludności wpłynęły niekorzystnie na stan wyposażenia technicznego rolnictwa. Najślabszym ogniwem w tej grupie jest woj. zachodniopomorskie.

Zróżnicowanie przestrzenne w zakresie wyposażenia technicznego rolnictwa, jak pamiętamy, charakteryzuje miernik  $I(Q_i)$ . Jego wyznaczona wartość określająca stopień rozpiętości wyposażenia technicznego rolnictwa między województwem najwyższym w rankingu (lubelskie) a województwem najślabszym (zachodniopomorskie) oznacza, że woj. lubelskie ponad 22-krotnie przewyższa woj. zachodniopomorskie w zakresie badanego zjawiska.

Znaczne dywersyfikacje między wyłonionymi grupami potwierdzają stosunkowo duże różnice średnich grupowych zmiennej syntetycznej  $Q_i$ . I tak  $\bar{Q}_I = 0,657$ ,  $\bar{Q}_{II} = 0,416$  oraz  $\bar{Q}_{III} = 0,144$ .

## Konkluzje

Przeprowadzone badanie upoważnia do kilku wniosków natury ogólnej:

- opisane i wykorzystane metody stanowią pożyteczne instrumentarium w budowie rankingu zjawisk złożonych, w tym również badanego tu poziomu wyposażenia technicznego rolnictwa w Polsce;
- wyposażenie polskiego rolnictwa w maszyny i urządzenia rolnicze nie jest równomiernie rozłożone w województwach;
- istnieją ogromne różnice między województwami zajmującymi czołowe lokaty w rankingu a województwem usytuowanym na jego końcu ( $I(Q_i) = 22,457$ );
- grupa najślabsza pod względem poziomu umaszynowania rolnictwa wyraźnie odstaje od pozostałych i można przyjąć, że działania w kierunku zmniejszenia tej luki stanowią rezerwę w zakresie poprawy produktywności i towarowości naszego rolnictwa;
- istniejący stan zróżnicowania badanego zjawiska spowodowany jest zaszłościami historycznymi;

- w pracy nie uwzględniono jakości wziętych do oceny maszyn i urządzeń technicznych z powodu braku odpowiednich danych. Czynniki ten może jednak mieć wpływ na ostateczną ocenę zjawiska złożonego, a więc również na kolejność województw w rankingu.

---

**prof. dr hab. Karol Kukuła** — *Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

## LITERATURA

- Borys T. (1978), *Metody unormowania cech w statystycznych badaniach porównawczych*, „Przegląd Statystyczny”, z. 2
- Grabiński T. (1984), *Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach dynamiki zjawisk ekonomicznych*, Zeszyty Naukowe, seria specjalna, Monografie, AE Kraków 1984, nr 61
- Hellwig Z. (1968), *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny”, z. 4
- Jajuga K. (1993), *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Kukuła K. (1994), *O pewnej metodzie relatywizacji cech diagnostycznych z preferowaniem wartości ponadprzeciętnych*, „Przegląd Statystyczny”, z. 2
- Kukuła K. (1996), *Problem wykorzystania nominant w wielowymiarowej analizie porównawczej*, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie, Seria „Ekonomika”, nr 25, Kraków
- Kukuła K. (2000), *Metoda unitaryzacji zerowanej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Nowak E. (1985), *Kryteria oceny efektywności metod doboru cech diagnostycznych*, „Folia Oeconomica Cracoviensia”, nr 28
- Sobczyk M. (1983), *Analiza porównawcza produkcji rolniczej w województwie lubelskim*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 12

## SUMMARY

*The aim of the paper is to present the level of technical equipment of Polish agriculture in voivodship arrangement. The research was based on the data collected in Agricultural Census 2010. Multicriterial estimate of technical equipment of farms in particular voivodships was used. The normalization of diagnostic features was carried out by the zero unitarization method. Then values of synthetic variable were calculated for each voivodship. Finally, ranking of voivodships with respect to the level of the phenomenon under investigation was constructed. Voivodships were divided into three groups: of high, moderate and low level of technical equipment of farms. The group of high level of farm equipment included 7 voivodships, the group of moderate level contained 5 voivodships and the last group — of low level of farm equipment consisted of only 4 voivodships.*

## РЕЗЮМЕ

*В статье представлен анализ состояния технического оснащения польского сельского хозяйства в воеводском разрезе, на основе данных Всеобщей сельскохозяйственной переписи проведенной в 2010 г. и данных Центрального управления геодезии и картографии. В анализе была использована многокритерийная оценка состояния технического оснащения воеводств. При нормализации диагностических переменных был использован метод нулевой унитаризации, а дальше были определены значения синтетической переменной для каждого воеводства, которые были разделены на три группы в соответствии с уровнем оснащения сельского хозяйства техникой. В группу с высоким уровнем технического оснащения сельского хозяйства вошло 7 воеводств, во второй группе — со средним уровнем оснащения — нашлось 5 воеводств, а только 4 воеводства вошли в группу с низким уровнем обследуемого явления.*