

**Karol Kukula, Lidia Luty**

*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

## DYNAMIKA WYPOSAŻENIA POLSKIEGO ROLNICTWA W CIĄGNIKI

### *THE DYNAMICS OF EQUIPPING OF POLISH AGRICULTURE WITH TRACTORS*

**Słowa kluczowe: ciągniki rolnicze, dynamika, współczynnik koncentracji**

*Key words: tractors, dynamics, concentration factor*

**Abstrakt.** Celem opracowania była ocena stanu i tendencji zmian wyposażenia gospodarstw rolnych w Polsce w ciągniki rolnicze w ujęciu przestrzennym. W Polsce w 2010 roku w stosunku do 2002 roku zwiększyła się zarówno liczba ciągników rolniczych (o 7%), jak i liczba ciągników na 100 ha użytków rolnych (o 17%), natomiast spadła o 15% powierzchnia użytków rolnych przypadająca na jeden ciągnik. Specyfika rolnictwa polskiego wskazuje, że wyposażenie rolnictwa w ciągniki było i jest regionalnie zróżnicowane. Do podziału województw na podzbiory, które charakteryzuje relatywnie niski stopień zróżnicowań struktury liczby ciągników w rolnictwie według grup obszarowych użytków rolnych wykorzystano metodę eliminacji wektorów. Oszacowane współczynniki koncentracji pozwolą ocenić równomierność rozkładu zjawiska w układzie rodzajowym.

### Wstęp

Postęp naukowy w rolnictwie z udziałem kapitału ludzkiego dokonuje się trzema kanałami: biologicznym, chemicznym i technicznym. Uruchomienie tych kanałów powoduje zmiany w organizacji pracy, określane mianem postępu organizacyjnego. Wyniki badań wskazują, że o wydajności ziemi decydują głównie postęp biologiczny i chemiczny, a o wydajności pracy głównie postęp techniczny [Michałek, Kuboń 2010]. Racjonalnie dobrany i użytkowany park maszynowy usprawnia realizację zabiegów produkcyjnych zgodnie z wymaganiami agrotechnicznymi i poprawia jakość wykonania zabiegów [Muzalewski 2008].

Wyposażenie polskiego rolnictwa w maszyny i urządzenia rolnicze jest przestrzennie zróżnicowane, wynika to m.in. z zaszczości historycznych [Kukula 2014]. Celem opracowania była ocena stanu i tendencji zmian wyposażenia gospodarstw rolnych w Polsce w ciągniki rolnicze w ujęciu przestrzennym. Ponadto, przedstawiono analizę struktury ciągników w rolnictwie według grup obszarowych użytków rolnych (UR) w województwach Polski oraz wskazane grupy województw o podobnej strukturze. Podejście dynamiczne pozwoliło ocenić nie tylko obecną sytuację, ale także kierunki rozwoju. Zakres analiz ograniczał się do oceny stanu ilościowego wyposażenia rolnictwa w ciągniki.

### Material i metodyka badań

Analizę prowadzono na podstawie danych zawartych w publikacjach GUS, prezentujących wyniki *Powszechnego Spisu Rolnego* z 2002 i 2010 roku [Rocznik statystyczny... 2004, 2012].

Rozważane szeregi  $(y_t)_{t=1, \dots, n}$  będą opisywać odpowiednio: liczbę ciągników rolniczych, liczbę ciągników rolniczych na 100 ha (lub 1 ha) UR, powierzchnię UR na jeden ciągnik rolniczy (w ha) w układzie przestrzennym (województw) lub w grupach obszarowych UR (do 5 ha, 5-10 ha, 10-20 ha, 20-50 ha, 50-100 ha, powyżej 100 ha). Ocenę intensywności zmian zjawisk dokonano przez zastosowanie indeksów

$\left( \frac{y_t}{y_{t-\tau}} \right)_{\tau \in N}$  oraz miary przeciętnego tempa zmian zjawiska oszacowanego zgodnie z formułą:  $\bar{i} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}$ .

Konstrukcję macierzy  $[p_{ik}]_{(i, k=1, \dots, n)}$  stanowiącej punkt wyjścia do grupowania województw pod względem podobieństwa w rozkładzie liczby ciągników w rolnictwie według grup obszarowych UR prowadzono zgodnie z procedurą eliminacji wektorów [Chomętowski, Sokołowski 1978] w następujących etapach:

- 1) zbudowano macierz struktury liczby ciągników w rolnictwie według grup obszarowych użytków rolnych w województwach Polski:

$$[a_{ij}]_{\substack{i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m}} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{1m} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix}, \quad 0 \leq a_{ij} \leq 1 \quad \text{oraz} \quad \sum_{j=1}^m a_{ij} = 1$$

gdzie:  $a_{ij}$  opisuje udział liczby ciągników rolniczych z  $j$ -tej grupy obszarowej w liczbie wszystkich ciągników w  $i$ -tym województwie;

- 2) dla każdej pary województw wyznaczono miarę zróżnicowania według wzoru [Kukuła 1989]:

$$d_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^m |\alpha_{ij} - \alpha_{kj}|}{2},$$

- 3) utworzono z elementów  $d_{ik}$  symetryczną macierz  $[d_{ik}]_{(i, k=1, \dots, n)}$ ,

- 4) oszacowano wartości krytyczną odległości między obiektami w oparciu o formułę:

$$d^* = \frac{2 \sum_{i=1}^n \sum_{k>i}^n d_{ik}}{n(n-1)},$$

- 5) przekształcono macierz  $[d_{ik}]_{(i, k=1, \dots, n)}$  w binarną macierz podobieństw  $[p_{ik}]_{(i, k=1, \dots, n)}$ , której

$$\text{elementy } p_{ik} \text{ zostały zdefiniowane następująco: } p_{ik} = \begin{cases} 0, & \text{gdy } d_{ik} < d^* \\ 1, & \text{gdy } d_{ik} \geq d^* \end{cases}.$$

Ponadto, dla wyznaczonych struktur oszacowano współczynniki koncentracji zgodnie z for-

$$\text{mułą Kukuły [1989]: } K_j = \frac{(m + \sqrt{m}) \cdot \left( \sum_{i=1}^m \alpha_{ij}^2 \right)^{\frac{1}{2}} - \sqrt{m} - 1}{m - 1}.$$

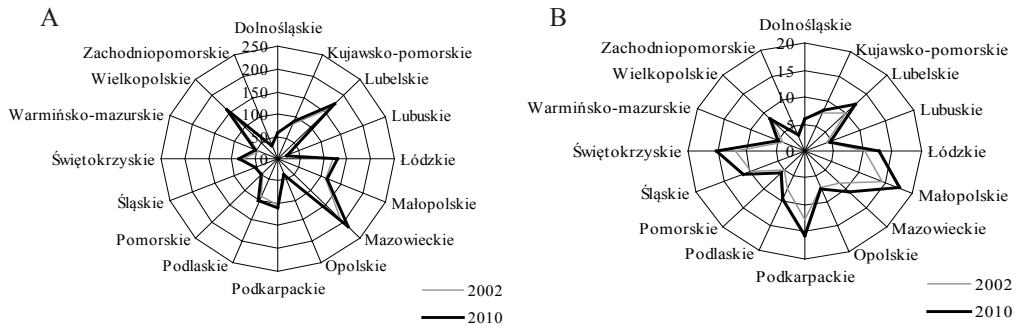
rozkładu zjawiska w układzie rodzajowym. Miernik  $K_j$  przyjmuje również wartości z przedziału  $[0, 1]$ , przy równomiernym rozkładzie zjawiska, niezależnie od liczby składowych jego wartość wynosi zero.

## Wyniki badań

Wyposażenie rolnictwa polskiego w ciągniki było i jest regionalnie zróżnicowane. W latach 2002 i 2010 najwięcej ciągników było w województwie mazowieckim (rys. 1), a najmniej w województwie lubelskim. Wynika to z regionalnych różnic w strukturach agrarnych tych województw. Z kolei największa liczba ciągników na 100 ha UR była w województwie małopolskim, a najmniejsza w województwie zachodniopomorskim.

W województwie zachodniopomorskim (rys. 2) powierzchnia UR na jeden ciągnik zarówno w 2010 roku, jak i w 2002 roku była największa. Jedną z mniejszych powierzchni UR przypadającą na jeden ciągnik charakteryzowały się województwa południowej Polski (małopolskie, podkarpackie).

W latach 2002-2010 z roku na rok liczba ciągników wzrastała średnio o 1% (tab. 1).



Rysunek 1. Liczba ciągników (A) oraz liczba ciągników na 100ha użytków rolnych (B)  
 Figure 1. The number of tractors (A) and the number of tractors per 100ha of agricultural land (B)

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Rysunek 2. Powierzchnia [ha] użytków rolnych na jeden ciągnik

Figure 2. Area [ha] of agricultural land per one tractor

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

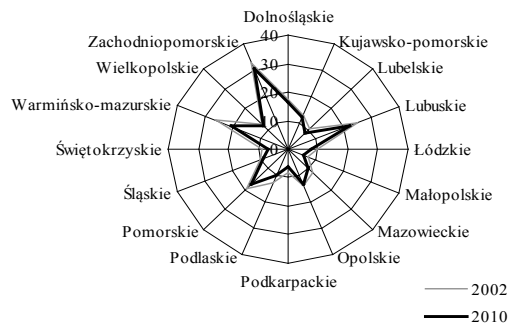


Tabela 1. Indeksy oraz średnie tempa zmian analizowanych zjawisk  
 Table 1. Indexes and average rate of change of analysed phenomena

Województwo/ Province	Liczba ciągników/ The number of tractors				Powierzchnia UR na jeden ciągnik/Area of AL per one tractor [ha]	
	tys. szt./thous.		na 100 ha UR/per 100 ha AL			
	$i_{2010/2002}$	$\bar{i}$	$i_{2010/2002}$	$\bar{i}$	$i_{2010/2002}$	$\bar{i}$
Dolnośląskie	0,96	0,99	1,02	1,00	0,96	0,99
Kujawsko-pomorskie	1,07	1,01	1,08	1,01	0,94	0,99
Lubelskie	1,11	1,01	1,23	1,03	0,81	0,97
Lubuskie	1,02	1,00	1,10	1,01	0,89	0,99
Łódzkie	1,07	1,01	1,22	1,03	0,81	0,97
Małopolskie	1,05	1,01	1,24	1,03	0,81	0,97
Mazowieckie	1,12	1,01	1,25	1,03	0,84	0,98
Opolskie	0,94	0,99	1,01	1,00	0,98	1,00
Podkarpackie	1,07	1,01	1,25	1,03	0,79	0,97
Podlaskie	1,16	1,02	1,25	1,03	0,81	0,97
Pomorskie	1,07	1,01	1,14	1,02	0,88	0,98
Śląskie	0,96	0,99	1,14	1,02	0,92	0,99
Świętokrzyskie	1,12	1,01	1,28	1,03	0,75	0,96
Warmińsko-mazurskie	1,12	1,01	1,20	1,02	0,78	0,97
Wielkopolskie	1,07	1,01	1,09	1,01	0,94	0,99
Zachodniopomorskie	0,99	1,00	1,03	1,00	0,92	0,99
Polska/Poland	1,07	1,01	1,17	1,02	0,85	0,98

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS

Source: own study based on CSO data

Wzrastała także liczba ciągników na 100 ha UR (średnio o 2%), a spadała powierzchnia UR przypadająca na jeden ciągnik – średnio o 2% na rok (tab. 1). W roku 2010 w stosunku do 2002 roku spadła liczba ciągników w województwach dolnośląskim, opolskim, świętokrzyskim i zachodniopomorskim. Największy procentowy przyrost ciągników w badanym okresie odnotowano w województwie podlaskim. Najmniejszy (procentowy) spadek powierzchni UR na jeden ciągnik osiągnęło województwo opolskie.

We wszystkich województwach odnotowano w 2010 roku w stosunku do 2002 roku przyrost liczby ciągników w gospodarstwach o powierzchni od 20 do 100 ha (tab. 2). W szczególności w województwie podkarpackim – w tej grupie obszarowej liczba ciągników zwiększyła się o ponad 100%. Przyczyną tych zmian może być akcesja Polski do UE. W rozpatrywanym okresie największe procentowe spadki liczby ciągników zaobserwowano w gospodarstwach o powierzchni do 5 ha w województwach zachodniopomorskim, opolskim, lubuskim.

Odnotowano znaczne różnice w strukturze liczby ciągników w grupach obszarowych UR w poszczególnych województwach (rys. 1). W latach 2002 i 2010, przyjmując progową wartość zróżnicowania ( $d^*$ ) na poziomie odpowiednio: 0,307 oraz 0,303 wyodrębniono 3 grupy podobnych województw (rys. 3). Grupę I, najliczniejszą zarówno w 2002 roku, jak i w 2010 roku obejmowały województwa: dolnośląskie, kujawsko-pomorskie, lubuskie, opolskie, podlaskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie, wielkopolskie oraz zachodniopomorskie. W województwach z tej grupy największy udział liczby ciągników w rolnictwie miały gospodarstwa o powierzchni UR w grupach obszarowych 10-20 ha oraz 20-50 ha (tab. 3).

Grupę II w pierwszym roku analizy reprezentowały województwa: lubelskie, łódzkie i mazowieckie, a w 2010 roku dołączyły do nich województwa śląskie i świętokrzyskie. Udział liczby ciągników w rolnictwie w tych województwach były największy w gospodarstwach z grup obszarowych do 20 ha. Województwa małopolskie i podkarpackie w roku 2010 tworzyły grupę III. Dominowały w nich gospodarstwa o powierzchni do 5 ha. Tym samym udział liczby ciągników w rolnictwie w tych województwach w tej grupie obszarowej był na poziomie 70%.

Tabela 2. Indeksy ( $i_{2010/2002}$ ) liczby ciągników według grup obszarowych użytków rolnych  
Table 2. Indexes ( $i_{2010/2002}$ ) of number of tractors according to area groups of agricultural lands

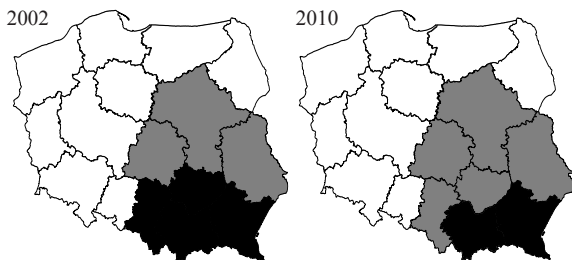
Województwo/ Province	Indeksy liczby ciągników według grup obszarowych [ha]/ Indices of number of tractors by area groups [ha]					
	do/up to 5	5-10	10-20	20-50	50-100	powyżej/above 100
Dolnośląskie	0,90	0,91	0,92	1,06	1,23	1,07
Kujawsko-pomorskie	1,01	1,03	1,00	1,16	1,46	1,05
Lubelskie	1,19	1,01	1,02	1,36	2,11	1,25
Lubuskie	0,85	1,06	0,97	1,13	1,36	1,15
Łódzkie	1,15	1,00	1,01	1,32	1,78	0,99
Małopolskie	1,04	0,99	1,21	1,95	2,37	1,01
Mazowieckie	1,19	1,04	1,06	1,30	1,70	1,13
Opolskie	0,78	0,88	0,91	1,07	1,41	1,09
Podkarpackie	1,09	0,87	1,30	2,02	2,39	1,29
Podlaskie	1,15	1,11	1,06	1,29	1,85	1,49
Pomorskie	0,98	1,14	1,02	1,10	1,24	1,06
Śląskie	0,87	0,93	1,07	1,33	1,62	1,04
Świętokrzyskie	1,18	0,99	1,17	1,62	2,13	0,98
Warmińsko-mazurskie	0,89	1,20	1,03	1,16	1,49	1,16
Wielkopolskie	1,06	1,06	1,01	1,17	1,52	0,95
Zachodniopomorskie	0,73	1,04	0,89	1,04	1,30	1,19
Polska/Poland	1,07	1,01	1,03	1,22	1,51	1,09

Źródło: obliczenia własne  
Source: own study

Rysunek 3. Grupy województw podobnych pod względem struktury liczby ciągników w grupach obszarowych UR

Figure 3. The group of provinces similar in terms of structure of the number of tractors in the area groups of agricultural lands

Źródło: opracowanie własne  
Source: own study



legenda/legend: grupy/groups: I – biały/white, II – szary/ grey, III – czarny, black

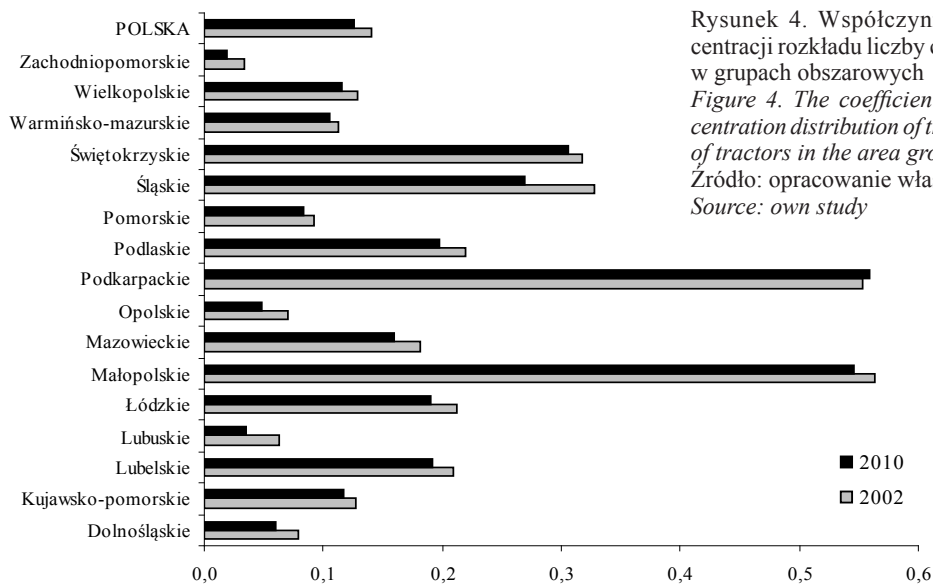
Tabela. 3 Udział liczby ciągników w wyznaczonych grupach województw

Table. 3 The number of tractors in designated groups of provinces

Rok Year	Grupa/ Group	Grupa obszarowa/Area group					
		do/up to 5	5-10	10-20	20-50	50-100	powyżej/above 100
2002	I	0,10-0,28	0,10-0,22	0,22-0,42	0,15-0,32	0,02-0,09	0,01-0,14
	II	0,20-0,31	0,33-0,37	0,24-0,32	0,08-0,13	0,01-0,01	0,01-0,01
	III	0,44-0,71	0,22-0,37	0,06-0,15	0,01-0,06	0,00-0,01	0,00-0,00
2010	I	0,10-0,26	0,11-0,21	0,21-0,38	0,16-0,33	0,03-0,12	0,01-0,16
	II	0,22-0,49	0,23-0,34	0,15-0,30	0,05-0,15	0,01-0,02	0,00-0,01
	III	0,70-0,71	0,19-0,20	0,06-0,07	0,02-0,03	0,01-0,01	0,01-0,01

Źródło: opracowanie własne  
Source: own study

Wyznaczone współczynniki koncentracji w układzie rodzajowym (rys. 4) prawie we wszystkich województwach (z wyjątkiem podkarpackiego) w roku 2010 w stosunku do roku 2002 nieznacznie spadły, co oznacza, że tylko nieznacznie zmieniły się udziały ciągników w badanych grupach obszarowych. Ich wartości wskazywały, że stosunkowo najbardziej równomiernie rozłożona była liczba ciągników między poszczególnymi grupami obszarowymi w województwach zachodniopomorskim, lubuskim i opolskim. Województwami o najwyższym skoncentrowaniu ciągników były małopolskie i podkarpackie.



Rysunek 4. Współczynniki koncentracji rozkładu liczby ciągników w grupach obszarowych

Figure 4. The coefficients of concentration distribution of the number of tractors in the area groups

Źródło: opracowanie własne  
Source: own study

## Wnioski

Przeprowadzone analizy potwierdzają zróżnicowanie regionalne rolnictwa pod względem wyposażenia w ciągniki. Najwięcej ciągników w obu badanych latach było w województwie mazowieckim, a najmniej w lubelskim. Z kolei województwo małopolskie charakteryzowało się największą, a województwo zachodniopomorskie najmniejszą liczbą ciągników przypadającą na 100 ha UR. Tym samym w województwie zachodniopomorskim powierzchnia przypadająca na 1 ciągnik była największa. W większości województw w 2010 roku w stosunku do 2002 roku wzrosła liczba ciągników rolniczych, a we wszystkich znacznie spadła powierzchnia UR na jeden ciągnik.

Regionalnie zróżnicowane zaobserwowano także w rozkładzie liczby ciągników w gospodarstwach rolnych według grup obszarowych UR. Województwo zachodniopomorskie miało najbardziej równomiernie rozłożoną liczbę ciągników między poszczególne grupy obszarowe. Jednostkami o najwyższym skoncentrowaniu liczby ciągników (głównie w grupie obszarowej do 5 ha) były województwa małopolskie i podkarpackie. W grupach obszarowych od 20 do 100 ha we wszystkich województwach odnotowano wzrost liczby ciągników rolniczych.

Zakres analiz ograniczał się do oceny stanu ilościowego wyposażenia rolnictwa w ciągniki rolnicze, gdyż jak pisał Pawlak [2007], w Polsce, a także na świecie obserwuje się brak danych o stanach użytkowanych w rolnictwie środków mechanizacji.

## Literatura

- Chomątowski S., Sokołowski A. 1978: *Taksonomia struktur*, Przeg. Stat., z. 2, 217-226.
- Michalek R., Kuboń M. 2010: *Ekologiczne i społeczne konsekwencje postępu naukowo-technicznego w rolnictwie*, Inż. Rol., nr 7, 145-151.
- Muzalewski A. 2008: *Zasady doboru maszyn rolniczych*, IBMER, Warszawa, 7.
- Kukuła K. 1989: *Statystyczna analiza strukturalna i jej zastosowanie w sferze usług produkcyjnych dla rolnictwa*, Zesz. Nauk. Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Seria specjalna, Monografie, 89, Kraków, 47.
- Kukuła K. 2014: *Budowa rankingu województw ze względu na wyposażenie techniczne rolnictwa w Polsce*, Wiadomości Statystyczne, nr 7, 62-75.
- Pawlak J. 2007: *Wyposażenie rolnictwa polskiego w środki mechanizacji na tle wybranych krajów Unii Europejskiej*, Inż. Rol., nr 3(91), 151.
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich*. 2004, 2012: GUS, Warszawa.

## Summary

*In Poland, in the year 2010 compared to 2002 increased both the number of tractors (about 7%), and the number of tractors per 100 hectares of agricultural land (about 17%), but decreased about 15% of the agricultural area per one tractor. The specificity of the Polish agriculture indicates, that equipping agriculture with tractors was and is regionally diverse. The aim of the study was to assess the status and trends of changes in equipping farms in Poland with tractors in spatial terms. There was used method of vectors' elimination to divide provinces into subsets, that are characterized by a relatively low degree of differentiation of structure of the number of tractors in agriculture by area groups of agricultural land. The estimated coefficients of concentration allowed to assess uniformity of distribution of phenomenon by type.*

Adres do korespondencji  
 prof. dr hab. Karol Kukuła, dr Lidia Luty  
 Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
 Katedra Statystyki Matematycznej  
 Al. Mickiewicza 21, pl. 31-120 Kraków  
 e-mail: rrдутka@cyf-kr.edu.pl