

**Robert Pietrzykowski**

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

**PRZESTRZENNA ANALIZA ZRÓŻNICOWANIA REGIONALNEGO  
WOJEWÓDZTW W POLSCE ZE WZGLĘDU NA POZIOM  
NAWOŻENIA**

*SPATIAL ANALYSIS OF REGIONAL DIFFERENCES OF POLISH  
PROVINCES CAUSED BY FERTILIZATION*

**Słowa kluczowe: nawożenie, współczynnik Morana, województwa**

*Key words: fertilization, Moran's coefficient, provinces*

**Synopsis.** W artykule analizowano zróżnicowanie województw Polski ze względu na intensywność nakładów mierzonych poziomem nawożenia mineralnego. Praca jest kontynuacją badań własnych, które dotyczyły zmian w nawożeniu w latach 1992-2009. Celem pracy było określenie, czy intensywność produkcji mierzona poziomem nawożenia mineralnego ma wpływ na zróżnicowanie regionalne na poziomie województw (NUTS 2). Ze względu na agregację danych, analizę przeprowadzono tylko dla jednego roku. Dane dotyczyły 2009 roku i pochodziły z GUS. W analizie statystycznej wykorzystano współczynnik autokorelacji Morana, globalny i lokalny. Stwierdzono zróżnicowanie regionalne ze względu na intensywność produkcji, co wykazał dodatni współczynnik autokorelacji, czyli poziom nawożenia różnicował badane regiony.

**Wstęp**

Wstąpienie Polski do Unii Europejskiej spowodowało, wzrost dochodów większości gospodarstw rolniczych, a zatem wzrost konkurencyjności na rynku europejskim. Zwiększenie popytu na polską żywność w Europie spowodowało zwiększenie zużycia środków produkcji, w tym również nawozów mineralnych. Dotacje oraz działania mające na celu zmniejszenie zróżnicowania regionalnego rolnictwa w Polsce, spowodowały wyraźne jego pogłębienie. Mimo, że zróżnicowanie regionalne rolnictwa zależy od czynników organizacyjno-ekonomicznych, glebowych, klimatycznych, socjologicznych, politycznych i historycznych, to nawożenie mineralne jest jednym z podstawowych czynników wzrostu wydajności produkcji roślinnej [Kuş i in. 2009, Wicki 2009]. Poziom nawożenia mineralnego może być traktowany jako wskaźnik oceny intensywności gospodarowania, ponieważ jest jednym z podstawowych czynników plonotwórczych. Nawożenie mineralne można zatem traktować, jako jedną z podstawowych miar opłacalności produkcji i poziomu rolnictwa [Krasowicz i in. 2009].

Ujęcie poziomu rolnictwa w jednym wskaźniku wymaga jednak przyjęcia do analizy i dokonania agregacji wielu arbitralnie przyjętych wielkości opisujących różne obszary działalności rolniczej, nie tylko ze strony nakładów i produkcji, lecz także wyników ekonomicznych i oddziaływania środowiskowego [Pietrzykowski, Wicki 2010]. Zróżnicowanie regionalne w Polsce wiąże się z uwarunkowaniami historycznymi, geograficznymi, demograficznymi, a także ma związek ze znoszeniem barier pomiędzy regionami, a w konsekwencji prowadzi do dynamicznego wzrostu regionów o wyższym poziomie konkurencyjności. Zróżnicowanie regionalne rolnictwa w Polsce związane jest nie tylko z uwarunkowaniami przyrodniczymi, ale również ma związek ze strukturą zasiewów, specjalizacją produkcji, stosowanymi technologiami i wieloma innymi czynnikami określanymi jako makroekonomiczne.

Artykuł jest kontynuacją badań własnych, w których zajmowano się analizą zmian nawożenia w dwóch podokresach badawczych w latach 1992-2009. Stwierdzono, że w analizowanym okresie nie nastąpiły istotne zmiany w zakresie różnic między regionami. Natomiast w dalszych badaniach, celem pracy było określenie, czy intensywność produkcji mierzona poziomem nawożenia mineralnego ma wpływ na zróżnicowanie regionalne na poziomie województw (NUTS 2). Ze względu na agregację danych analizę przeprowadzono tylko dla 2009 roku.

### Cel i metodyka badań

Analiza danych była kontynuacją prowadzonych badań własnych [Pietrzykowski, Wicki 2010] oraz innych autorów [Krasowicz, Kopiński 2006]. Dane do analizy pochodziły z bazy danych GUS. W celu uzyskania oceny zróżnicowania przestrzennego wykorzystano statystyczne metody przestrzenne. W pracy wykorzystano współczynnik autokorelacji Morana globalny  $I_g$  i  $I_{LISA}$  lokalny [Suchecki 2010]. Wykorzystując globalny współczynnik korelacji Morana weryfikowano hipotezę o losowym rozmieszczeniu wartości badanej cechy pomiędzy poszczególnymi województwami, czyli brak zróżnicowania ze względu na badaną cechę jaką było nawożenie mineralne. Wyniki analiz przedstawiono na wykresach punktowych i przestrzennych Morana. Dokładny opis metody można znaleźć w innych pracach [Anselin 1995, Getis i in. 2004, Kopczerwaska 2007, Pietrzykowski 2010]. W analizie wykorzystano macierz wag pierwszego rzędu, standaryzowaną wierszowo. Współczynniki korelacji obliczono zgodnie z poniższymi formułami:

$$I_g = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$I_{LISA} = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{i=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

gdzie:

$w_{ij}$  – oznacza element macierzy wag (sąsiedztwa),

$N$  – oznacza wszystkie obiekty, które uwzględniamy w badaniu,

$x_i$  – oznacza wartość cechy danego obiektu w lokalizacji  $i$  – tej,

$x_j$  – oznacza wartość cechy danego obiektu w lokalizacji  $j$  – tej,

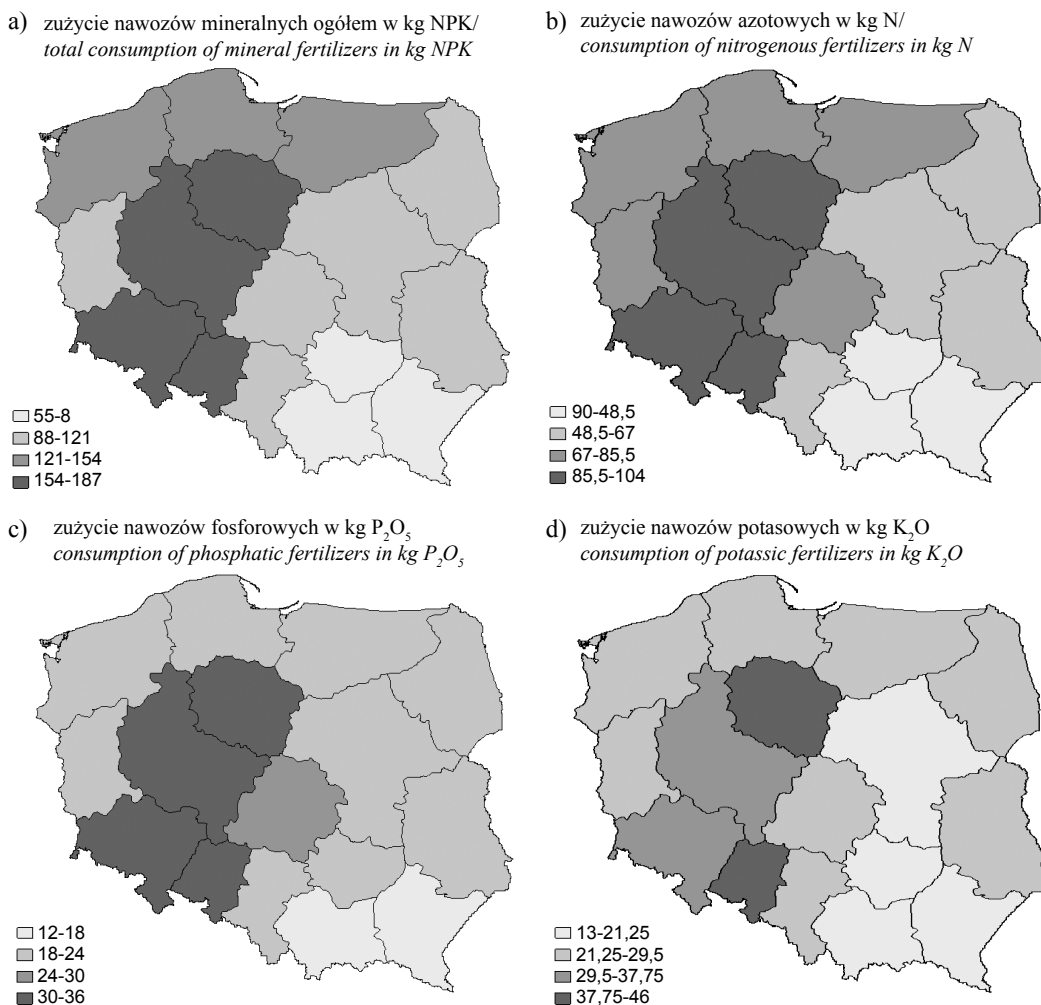
$\bar{x}$  – oznacza przeciętną wartość cechy dla wszystkich obiektów.

W analizie rozważano zbiory, powierzchnię pól oraz wysokość nawożenia mineralnego w 2009 roku. Zakres analizy był wyznaczony dostępnością danych i stopniem ich agregacji. Zastosowano współczynniki przeliczeniowe pól roślin na jednostki zbożowe, według zasad obowiązujących w ekonomice rolnictwa [Harasim 2006].

### Wyniki badań

Z wcześniejszych badań wynika, że przeciętny poziom nawożenia mineralnego wzrastał i był zróżnicowany ze względu na województwa. Jednak zakres zmian w badanym okresie był podobny. Badania dotyczyły okresu 1992 do 2009. Najniższy średni roczny przyrost nawożenia obserwowano w tych województwach, w których obserwowano wysokie poziomy nawożenia NPK. Można zatem stwierdzić, że w tych regionach, w których występowała niska intensywność produkcji, zmiany w sytuacji ekonomicznej kraju i w opłacalności produkcji rolniczej nie przyczyniły się do zwiększenia nakładów na produkcję. Niskie przyrosty względne w województwach o wysokim początkowym nawożeniu mineralnym, wynikały zatem z wysokiej bazy, a z drugiej strony można zaryzykować stwierdzenie, że istniejące tam gospodarstwa produkują z wykorzystaniem relatywnie stałej technologii realizując dochody, które zależą od wahań cen rynkowych, środków do produkcji i produktów [Pietrzykowski, Wicki 2010]. Podjęto także próbę oceny czy nawożenie mineralne, które potraktowano jako wskaźnik intensywności produkcji wpływa na zróżnicowanie regionalne. Na rysunku 1 przedstawiono jak kształtowało się zużycie nawozów mineralnych w Polsce w 2009 roku. Poziom nawożenie mineralnego ze względu na poszczególne nawozy jest podobny i można powiedzieć, że określa intensywność produkcji w poszczególnych województwach. Największe wykorzystanie nawozów mineralnych wystąpiło w województwach: śląskim, opolskim, wielkopolskim i kujawsko-pomorskim, a najmniejsze w województwach: podkarpackim, małopolskim i świętokrzyskim.

Obliczono globalny współczynnik korelacji Morana dla zużycia nawozów mineralnych (NPK w kg/ha) w poszczególnych województwach, w celu określenia autokorelacji przestrzennej. Wartość współczynnika była istotna (p-value: 0,0001) i wynosiła 0,5154. Oznacza to, że tylko około 26,56% intensywności produkcji (zużycia nawozów mineralnych) w danym województwie wynika z wartości zużycia nawozów mineralnych w sąsiednich województwach. Na rysunku punktowym Morana (rys. 2a) widać, że standaryzowane wartości cechy (oś pozioma) w stosunku do standaryzowanej zmiennej opóźnionej (oś pionowa) znajdują się w dolnej lewej ćwiartce i prawej górnej. Obserwujemy autokorelacje dodatnią czyli zgrupowanie niskich i wysokich wartości nawożenia mineralnego w województwach. Wartości cechy nie są mocno zróżnicowane i mieszczą się w zakresie jednego odchylenia standardowego. Obliczono również, lokalne współczynniki korelacji przestrzennej Morana w celu określenia zależności lokalnych. Dla województw śląskiego, opolskiego i wielkopolskiego uzyskano dodatnie



**Rysunek 1. Zużycie nawozów mineralnych (w przeliczeniu na czysty składnik) na 1 ha użytków rolnych w województwach według grup nawozów w roku gospodarczym 2008/2009**  
**Figure 1. Use of fertilizers (in terms of pure ingredient) per 1 ha of agricultural land by provinces in 2008/2009 farming year**

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS  
Source: own study base on GUS

współczynniki korelacji oznacza to, że województwa sąsiednie różnią się ze względu na poziom nawożenia mineralnego. Podobna sytuacja jest dla województw: podkarpackiego, małopolskiego i świętokrzyskiego.

Następnie w celu bardziej komplementarnej analizy danych współczynnik autokorelacji Morana obliczono dla poziomu nawożenia na jednostki zbożowe. Takie ujęcie pozwala określić stopień intensywności produkcji dla województw. Uzyskano istotny (p-value: 0,0065) globalny współczynnik korelacji wynoszący 0,3223 (dla NPK). Obliczono również współczynniki korelacji Morana dla nawozów: azotowych (N), fosforowych ( $P_2O_5$ ) i potasowych ( $K_2O$ ) w stosunku do jednostek zbożowych (tab. 1).

Istotne współczynniki korelacji Morana uzyskano jedynie dla nawożenia azotem i NPK ogółem. Natomiast dla nawożenia fosforem i potasem nie udało się stwierdzić zależności przestrzennych. Również w tym przypadku dla nawożenia azotowego i NPK ogółem obserwowano grupowanie wysokich i niskich wartości cechy (autokorelacja dodatnia). Jednak można zaryzykować stwierdzenie, że intensywność produkcji jest większa w regionach południowo-wschodnich, tzn. w województwach: lubelskim, świętokrzyskim, małopolskim i podkarpackim. Natomiast niska intensywność produkcji występuje w województwach: dolnośląskim, łódzkim, kujawsko-pomorskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim, mazowieckim i podlaskim. Te województwa oprócz niskich wartości badanej cechy otoczone są również przez województwa o niskim poziomie badanej cechy (rys. 3).

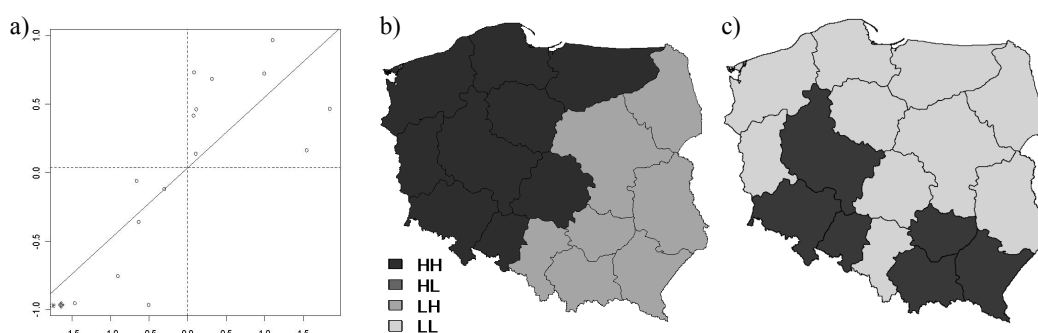
Tabela 1. Współczynniki korelacji Morana Ig dla stosunku jednostek zbożowych do nawożenia mineralnego  
 Table 1. The Moran's correlation coefficients (Ig) for the ratio of grain units for mineral fertilization

Rodzaj nawożenia/ Type of fertilization	Współczynnik Morana Ig/ Moran's Ig	Odchylenie standardowe Ig/ Moran's Ig SD	Poziom krytyczny/ p-value	Istotność/ Signification
NPK ogółem/Total NPK	0,3223	2,7165	0,0066	***
Azotowe (N)/Nitrogenous	0,4817	3,7993	0,0001	***
Fosforowe (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )/Phosphatic	0,1249	1,3749	0,1692	
Potasowe (K <sub>2</sub> O)/Potassic	0,0982	1,1522	0,2492	

Istotność na poziomie:/Significantly on the level: \*\*\* 0,01, \*\* 0,05, \* 0,1

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

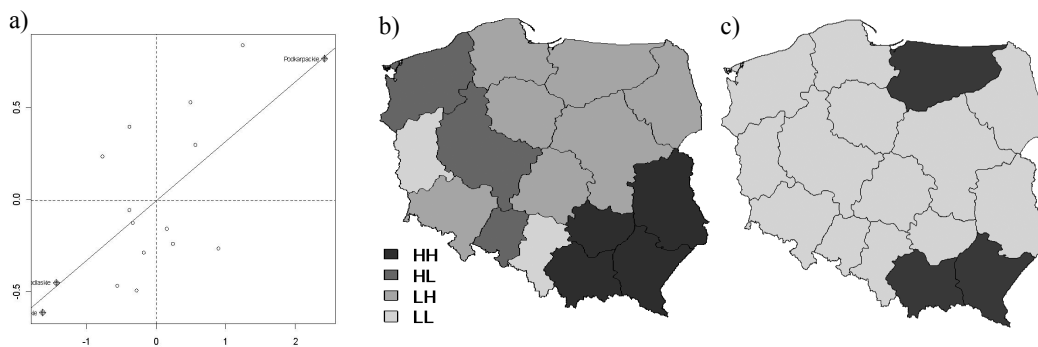


Rysunek 2. Nawożenie mineralne NPK (w przeliczeniu na czysty składnik) w kg na 1 ha użytków rolnych:  
 a) wykres punktowy Morana, b) wykres przynależności województw do ćwiartek z wykresu punktowego Morana, c) wykres istotnych statystyk lokalnych Morana (H – wysokie, L – niskie)

Figure 2. Consumption of mineral fertilizers NPK (in terms of pure ingredient) per 1 ha of agricultural land in kg:  
 a) global Moran's Ig scatterplot, b) spatial distribution of the provinces by Moran scatterplot quadrant, c) local Moran's  $I_{LISA}$  values of provinces (H – high, L – low)

Źródło: opracowanie własne

Source: own study



Rysunek 3. Nawożenie mineralne NPK (stosunek jednostek zbożowych do nawożenia mineralnego): a) wykres punktowy Morana, b) wykres przynależności województw do ćwiartek z wykresu punktowego Morana, c) wykres istotnych statystyk lokalnych Morana (H – wysokie, L – niskie)

Figure 3. Consumption of mineral fertilizers NPK (ratio of grain units for mineral fertilization): a) global Moran's Ig scatterplot, b) spatial distribution of the provinces by Moran scatterplot quadrant, c) local Moran's  $I_{LISA}$  values of provinces (H – high, L – low)

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

## Podsumowanie

Celem pracy było stwierdzenie występowania zróżnicowania regionalnego ze względu na intensywność nakładów mierzoną poziomem nawożenia. Badając ogólny poziom nawożenia mineralnego w poszczególnych województwach stwierdzono jego zróżnicowanie przestrzenne. Następnie obliczono autokorelacje przestrzenne dla stopnia intensywności produkcji, ujętego jako stosunek poziomu nawożenia do jednostek zbożowych. Takie ujęcie intensywności produkcji również wykazało istnienie zróżnicowania przestrzennego. Można stwierdzić zróżnicowanie regionalne ze względu na intensywność produkcji, co wykazał dodatni współczynnik autokorelacji. Udało się więc potwierdzić, że poziom intensywności produkcji jest nielosowo rozmieszczony w poszczególnych województwach, czyli inaczej mówiąc intensywność nawożenia różnicuje poszczególne regiony. Można również stwierdzić słaby wzajemny wpływ województw sąsiednich (około 25%), ze względu na poziom nawożenia. W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono również, że brak jest wyrównania poziomu rolnictwa między regionami. Nadal utrzymuje się zróżnicowanie pomiędzy regionami zachodnimi i północno-zachodnimi, a wschodnimi i południowo-wschodnimi. Wynika to oczywiście z wielu czynników jakimi są: jakość gleb, powierzchnia upraw, rozdrobnienie agrarne gospodarstw, zmiany demograficzne na terenach wiejskich [Kuś i in. 2009], niski potencjał produkcyjny gleb w wybranych województwach, niska efektywność produkcji w gospodarstwach o małej powierzchni [Gołębiewska 2003]. We wcześniejszych badaniach własnych wykazano, że w ujęciu regionalnym w rolnictwie występuje bardzo słaba reakcja na warunki ekonomiczne gospodarowania, co stwierdzali również inni autorzy [Gołębiewska 2007]. Widać również, że wyrównywanie różnic poprzez dopłaty oraz programy rolno-środowiskowe, powodują pogłębianie różnic regionalnych zamiast je znosić.

## Literatura

- Anselin L. 1995: Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, 27(2).
- Getis A., Mur J., Zoller H. (red.). 2004: Spatial Econometrics and Spatial Statistics. Palgrave Macmillan, New York.
- Gołębiewska B. 2003: Regionalne zróżnicowanie efektywności wykorzystania nakładów i zasobów w rolnictwie. [W:] Regionalne uwarunkowania rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich. Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów. t. 1, 13-21.
- Gołębiewska B. 2007: Organizacja i zasoby gospodarstw rolniczych o zróżnicowanym poziomie nakładów wewnętrznych. *Rocz. Nauk. SERiA*, t. IX, z. 1, 126-130.
- Harasim A. 2006: Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie. IUNG-PIB Puławy.
- Kopczewska K. 2007: Ekonometria i statystyka przestrzenna. CEDEWU.PL, Warszawa.
- Krasowicz S., Kopiński J. 2006: Wpływ warunków przyrodniczych i organizacyjno-ekonomicznych na regionalne zróżnicowanie rolnictwa w Polsce. *Raporty PIB, IUNG-PIB Puławy*, 3, 81-99.
- Kuś J., Krasowicz S., Igras J. 2009: Perspektywiczne kierunki zmian produkcji rolniczej w Polsce. *Studia i Raporty. IUNG-PIB*, z. 17, 74-92.
- Pietrzykowski R. 2010: Przestrzenne ujęcie rynku nieruchomości mieszkaniowych w latach 2007-2010. *Zesz. Nauk. Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse. Rynki Finansowe. Ubezpieczenia*, 616 (29), 97-107.
- Pietrzykowski R., Wicki L. 2010: Dynamika zmian dysproporcji regionalnych rolnictwa mierzona poziomem nawożenia. *Rocz. Nauk. SERiA*, t. XII, z. 3, 317-323.
- Suchecki B. (red.). 2010: Ekonometria przestrzenna. Metody i modele analizy danych przestrzennych, C.H. Beck, Warszawa.
- Wicki L. 2009: Zmiany w zużyciu nasion kwalifikowanych w Polsce. *Rocz. Nauk. Rol.*, seria G, t. 96, z. 4, 226-237.

## Summary

*In the paper analyzed the differentiation of Polish provinces, reason for the intensity of production measured by fertilization level. The work is a continuation of their studies, which focused on changes in fertilization in the years 1992 to 2009. The data come from Central Statistical Office of Poland. In the research spatial analysis: autocorrelation Moran's coefficient were used. Regional differences were found due to the intensity of production as shown by the autocorrelation coefficient is positive, which differentiates the intensity of fertilization investigated regions.*

### Adres do korespondencji:

dr inż. Robert Pietrzykowski  
 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
 Katedra Ekonomiki Rolnictwa i Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych, Zakład Metod Ilościowych  
 ul. Nowoursynowska 166  
 02-787 Warszawa  
 tel. (22) 593 41 03  
 e-mail: robert\_pietrzykowski@sggw.pl