INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/IV/2013, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 275–290
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

ANALIZA ZALEŻNOŚCI PRZESTRZENNYCH POMIĘDZY WYBRANYMI ELEMENTAMI INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ

Jakub Sikora, Mateusz Malinowski, Marek Szeląg
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

THE SPATIAL DEPENDENCY ANALYSIS BETWEEN SELECTED ELEMENTS OF TECHNICAL INFRASTRUCTURE

Streszczenie

Dynamicznie rozwijająca się cywilizacja wymaga dostatecznego dostępu do szeroko rozumianej infrastruktury. Termin ten oznacza zbiór urządzeń i instalacji użytku publicznego, niezbędnych do zapewnienia należytego funkcjonowania gospodarki narodowej i życia społeczeństwa [Krakowiak-Bal, 200]. Na przestrzeni wieków infrastruktura najlepiej rozwijała się w tych miejscach, gdzie zagęszczenie ludności było największe, a więc głównie na obszarach miejskich. Tendencja ta nadal jest widoczna, jednakże istniejące programy i fundusze Unii Europejskiej zapewniają wyrównywanie dysproporcji pomiędzy terenami wiejskimi a miastami. Główną rolę w tym procesie odgrywa Program Rozwoju Obszarów Wiejskich, który umożliwia uzyskanie dofinansowania do realizacji najbardziej potrzebnych w danym regionie inwestycji infrastrukturalnych.

Według Siemińskiego [1996] infrastrukturę w zależności od zakresu, dzielimy na trzy grupy: infrastrukturę techniczną, infrastrukturę społeczną oraz infrastrukturę ekonomiczną. Niniejsza praca dotyczy zagadnień infrastruktury technicznej. Ten rodzaj infrastruktury charakteryzuje się niezmienną lokalizacją w terenie, ogólną dostępnością, funkcjonalnością oraz otwartością. Cechuje ją linearność, długotrwałość, kapitałochłonność (duże nakłady inwestycyjne i eksploatacyjne), niepodzielność oraz złożoność techniki i technologii wykonania. Wszystkie gałęzie infrastruktury technicznej (miedzy innymi: wodociągi, kanalizacje, drogi, koleje, itp.) są ściśle powiązane ze środowiskiem w którym występują.

Celem pracy było wyznaczenie przestrzennych zależności (na podstawie statystyki I Morana) pomiędzy nasyceniem wybranymi elementami infrastruktury technicznej gmin województwa małopolskiego. Za przedmiot badań wybrano trzy gałęzie infrastruktury technicznej: sieć wodociągową, kanalizacyjną oraz gazową. Wyniki pracy odnoszą się do kwerend Głównego Urzędu Statystycznego i obejmują okres od 2004 do 2010 roku. Przyjęty okres badań miał na celu zobrazowanie rozwoju wybranych gałęzi infrastruktury technicznej w okresie przed i poakcesyjnym.

W przyjętym okresie zaobserwowano największy rozwój infrastruktury technicznej w grupie gmin o bardzo wysokim nasyceniu siecią kanalizacyjną – o ponad 100 km sieci na każde 100 km^2 powierzchni. Z analizy przestrzennej badanych wskaźników wynika, że w części centralnej województwa małopolskiego tworzą się klastry gmin o wysokich wartościach statystyki I Morana, zaś w części północnej i południowej klastry gmin cechujących się niskimi wartościami. Takie zależności przestrzenne odnoszą się do wszystkich przyjętych rodzajów infrastruktury technicznej.

Słowa kluczowe: *Autokorelacja przestrzenna, statystyka I Morana, GIS, infrastruktura techniczna*

Summary

The dynamic growth of civilisation requires sufficient access to broadly defined infrastructure. The term stands for a collection of public service devices and installations that are indispensable for providing proper operation of national economy and society's existence [Krakowiak-Bal, 2004]. For centuries, infrastructure has been best developed in the places characterised by highest population density, i.e. mainly in urban areas. This tendency is still noticeable, however, the implemented programs and European Union funds ensure reducing disproportions between rural and urban areas. The main role in this process is occupied by the Rural Development Programme, which enables receiving external funding for the realisation of infrastructure investments most crucial for the region.

According to Siemiński [1996], infrastructure, with regard to its scope, is categorised into three groups: utility infrastructure, social infrastructure and economic infrastructure. The present paper considers the issues of utility infrastructure. This type of infrastructure is characterised by unalterable location in an area, general accessibility, functionality and availability. It is considered to be linear, long-lasting, capital-intensive (requiring high investment and exploitation expenditures) indivisible, and its construction requires complex technique and technology. All branches of utility infrastructure (such as waterworks, sewage systems, roads, railroads, etc.) are closely connected with their surroundings.

The aim of the paper was to estimate spatial variation of saturation with chosen elements of utility infrastructure in the chosen communes and municipalities of the Malopolskie province, on the basis of Moran I statistics. Three branches of utility infrastructure were selected as the subject matter for analysis: water supply system, sewage system and gas system. The results of the study regard search queries in the Central Statistical Office dating from 2004 to 2010. This period of time was chosen for research purposes with the aim of illustrating the development of the chosen branches of utility infrastructure in the pre – and post-accession period.

It was observed within the selected period of time that the highest development of utility infrastructure occurred in a group of communes and municipalities with largely developed sewage systems – over 100 kilometres of network per every 100 square kilometres of the area. Spatial analysis of indicators proves that there are clusters of communes and municipalities in the central area of the Malopolskie province that manifest high values in Moran I statistics. They stand in opposition to the northern and southern parts of the region, where the clusters of communes and municipalities manifest low values. Such spatial correlations are observed within all the selected branches of utility infrastructure.

Key words: *Spatial autocorrelation, Moran's I statistic, GIS, technical infrastructure, communes of Małopolskie Voivodeship*

WSTĘP

Struktury przestrzenne oraz problematyka związana z ich badaniem stanowią przedmiot zainteresowania wielu dyscyplin naukowych, z których największe znaczenie posiada geografia. Początkowo nauka ta zajmowała się jedynie fizycznymi aspektami zróżnicowania Ziemi, jednak wraz z upływem czasu poszerzał się jej zakres. Jednym z kierunków badań, jaki wydzielił się wskutek badań nad problemami przestrzeni jest ekonometria przestrzenna. Zadaniem tej dyscypliny badawczej jest wprowadzenie efektów przestrzennych do modeli ekonometrycznych oraz ich estymacja, jak i prognozowanie przestrzenne [Anselin 1988].

Ekonometria przestrzenna jako dziedzina wiedzy rozwija się dynamicznie od połowy lat siedemdziesiątych XX wieku. Pierwsze wzmianki dotyczące analiz zależności przestrzennych można odnaleźć w publikacjach z lat 40-tych oraz 50-tych XX wieku, ale dopiero w latach 90-tych pojawiło się pierwsze opracowanie dotyczące modelowania procesów przestrzennych w ekonometrii wraz z oprogramowaniem [Kopczewska 2007]. W wyniku wzrostu zainteresowania

badaniami związanymi np. z lokalizacją przestrzenną, obszar zastosowań metod ekonometrii przestrzennej znacząco się poszerzył. Początkowo poruszana problematyka ekonometrii przestrzennej dotyczyła głównie rolnictwa. Ta gałąź gospodarki jest najsilniej związana z obszarem oraz rejonizacją, dlatego w literaturze poświęcono jej dużo miejsca. Tematyką tą zajmował się J. Steczkowski w swojej pracy z 1966 roku. W późniejszym okresie badania dotyczyły problemów lokalizacji obiektów przemysłu oraz ogólnej teorii regionu gospodarczego, a także planowania przestrzennego. Obecnie następuje intensywny rozwój zagadnień związanych z lokalizacją przestrzenną. Stany Zjednoczone stały się głównym ośrodkiem badań tego problemu, co związane jest z zastosowaniem go w różnych dziedzinach nauki, m.in. w geologii, ochronie środowiska, ekonomii, jak również naukach przyrodniczo-społecznych [Sikora 2009].

W przestrzeni wszystkie zjawiska powiązane są ze sobą. Każdy element oddziałuje w mniejszym, bądź większym stopniu na otaczające go inne elementy, przy czym zjawisko to jest odwrotnie proporcjonalne do odległości występującej między nimi. W ten sposób powstaje zjawisko autokorelacji, które można zdefiniować jako stan, w którym „występowanie jednego zjawiska w jednej jednostce przestrzennej powoduje zwiększanie się lub zmniejszanie prawdopodobieństwa występowania tego zjawiska w sąsiednich jednostkach" [Woźniak, Sikora 2007].

Przedmiotem ekonometrii przestrzennej jest pozyskanie informacji o przestrzennym powiązaniu regionów oraz ich wzajemnym oddziaływaniu pod względem badanych zmiennych w różnych lokalizacjach. W ten sposób można wyodrębnić klastry, czyli grupy regionów wykazujących podobieństwo do siebie, oraz wskazać obszary znacznie różniące się od sąsiednich. Należy przy tym pamiętać, że badana wartość danego obszaru nie jest zależna od wartości obszaru sąsiedniego, a wszelkie wzorce przestrzenne są równie prawdopodobne we wszystkich przypadkach. Autokorelacja przestrzenna, aby mogła być poprawnie oceniona należy określić jej różnorodność przestrzenną, stopień oraz specyfikację. Wiele zjawisk w przyrodzie kształtuje się w regularny sposób, zgodnie z regułą Toblera, jednak występują również takie, które zachowują się w sposób skrajnie nieregularny. Często wraz ze wzrostem odległości pomiędzy badanymi obiektami w przestrzeni wzrasta również nasilenie zróżnicowania cech, wpływających na ich niejednorodność.

Metody i modele zależności przestrzennych są wykorzystywane głównie w naukach ekonomicznych. Służą do przeprowadzania analiz przestrzennych zmienności różnego rodzaju procesów ekonomicznych. W pracach naukowych

bardzo często występuje problem badania lub modelowania zjawisk o charakterze przestrzennym. Do opisu tych zależności i ich zmienności w czasie i przestrzenni służą metody wypracowane przez statystykę przestrzenną. Statystyka ta stanowi zbiór metod testowania występowania procesów autokorelacji przestrzennej. Jest to efektywny sposób pomiaru polegający na analizie danych przestrzennych jak również na ich opisie i analizowaniu istniejących układów przestrzennych. Metody statystyki przestrzennej zostały także określone jako przeglądowe analizy danych przestrzennych (ESDA – Explorative Spatial Data Analysis) i pod taką nazwą można je również znaleźć w literaturze. Wykorzystanie technik ESDA, umożliwia wykrycie lokalnych, a także globalnych wzorców przestrzennej autokorelacji w zebranym zbiorze danych.

Głównym założeniem statystyki przestrzennej jest jej stacjonarność. Nie zawsze jednak struktury autokorelacji przestrzennej występują na stałym poziomie i na całym badanym obszarze. Wystarczy jeśli średnia i wariancja są stałe, a autokorelacja zależy tylko od odległości między analizowanymi obiektami. Ważnym elementem jest również kształt badanego obiektu, który wpływa na zakres oraz typ danego procesu przestrzennego, jak również na jego intensywność i istotność.

METODYKA BADAŃ

Do wykrycia podobieństwa pomiędzy sąsiadującymi ze sobą obszarami, a więc do zbadania występowania autokorelacji przestrzennej na danym obszarze wykorzystuje się wskaźnik Morana. Dodatkowo wskaźnik ten mierzy trafność doboru macierzy „W". Wartość statystyki Morana jest na wysokim poziomie jeśli macierz W opisuje rzeczywisty stan, a więc duża korelacja odpowiada dużej wadze.

Wyznaczając ogólne właściwości rozmieszczenia atrybutów w przestrzeni brana jest po uwagę dodatnia autokorelacja przestrzenna, w wyniku której niskie jak też i wysokie wartości atrybutów są dzielone na odpowiednie klastry. Uwzględnia się również rozmieszczenie losowe, w którym wartości sąsiednie występują niezależnie od siebie oraz rozmieszczenie rozproszone, gdzie wartości atrybutów obiektów są przestrzennie wymieszane. W statystyce przestrzennej występują dwa rodzaje miar: statystyki globalne oraz statystyki lokalne, które zostały opisane odpowiednimi zależnościami. Standaryzowanej statystyce lokalnej Morana przypisuje się wartości istotnie ujemne, kiedy obiekt i jest oto-

czony przez regiony wyrażające się przez znacznie różne wartości analizowanej zmiennej. Region taki nazywany jest outliersem. W sytuacji zaś, kiedy I przyjmuje wartości istotnie dodatnie, z czego wynika, że dany region otaczają podobne regiony sąsiedzkie, uznaje się, że występuje wówczas autokorelacja dodatnia oraz klastrowanie regionów.

W praktyce wystarczająca jest analiza p-value. Wartość tego wskaźnika poniżej 0,05 świadczy o istotnej dodatniej autokorelacji przestrzennej, natomiast wartość p-value powyżej 0,95 wskazuje istotną autokorelację ujemną. Wartość bezwzględna statystyki lokalnej Morana jest interpretowana jako stopień podobieństwa lub zróżnicowania [Kopczewska 2007]. Dzięki zastosowaniu lokalnych wskaźników autokorelacji przestrzennej możliwe jest wyjaśnienie wielu zjawisk dotyczących geografii społeczno-ekonomicznej [Janc 2006].

Celem pracy było wyznaczenie przestrzennych zależności (na podstawie statystyki I Morana) pomiędzy nasyceniem wybranymi elementami infrastruktury technicznej gmin województwa małopolskiego. Za przedmiot badań wybrano trzy gałęzie infrastruktury technicznej: sieć wodociągową, kanalizacyjną oraz gazową. Wyniki pracy odnoszą się do kwerend Głównego Urzędu Statystycznego i obejmują okres od 2004 do 2010 roku. Z powodu braku danych dotyczących sieci gazowych w roku 2010, tę gałąź infrastruktury podano analizie przestrzennej tylko w latach 2004 i 2005. Przyjęty okres badań miał na celu zobrazowanie rozwoju wybranych gałęzi infrastruktury technicznej w okresie przed i poakcesyjnym.

Aby w pełni zrealizować przyjęty cel pracy wyznaczono cele pomocnicze, które dotyczyły określenia rozkładu przestrzennego nasycenia wybranymi elementami infrastruktury technicznej województwa względem położenia geograficznego badanych obiektów. Do analizy przestrzennego zróżnicowania infrastruktury technicznej wykorzystano metody bazujące na zjawisku autokorelacji przestrzennej. W tym celu skorzystano z oprogramowaniem R-CRAN, z uwzględnieniem macierzy wag. Uzyskane wyniki zobrazowano w formie kartodiagramu za programu ArcView GIS.

Fundamentem wszystkich analiz przestrzennych są bazy danych przestrzennych. Dane odniesione do układu współrzędnych określa się terminem – dane przestrzenne. Zdaniem wielu użytkowników baza danych jest najważniejszą częścią oprogramowania GIS ze względu na koszty związane z pozyskiwaniem i aktualizacją informacji przestrzennej. Baza danych przestrzennych stanowi również źródło informacji dla wszystkich zapytań, analiz i procesów podejmowania decyzji. Bazy danych przestrzennych posiadają odpowiednią

strukturę i indeksy, aby wydobywać i realizować zapytania oraz transakcje [Longley i in. 2006].

Na potrzeby przeprowadzenia analiz wykonano przestrzenną bazę danych województwa małopolskiego w programie ArcView GIS w odwzorowaniu kartograficznym WGS84 (World Geodetic System of 1984). Ważną kwestią podczas analizy przestrzennej jest skala mapy i przeliczanie współrzędnych matematycznych na odległości. W przypadku, gdy obiekty są wpisane w odwzorowania geograficzne, a środki regionów opierają się na współrzędnych geograficznych, odległości są wyznaczane według metody Great Circle w kilometrach [Widacki 1997]. Taka baza danych składa się z trzech typów plików o rozszerzeniach *.shp, *.shx, i *.dbf. Pliki o rozszerzeniu *.shp definiują obraz, *.shx przypisują identyfikator i kojarzą sąsiedztwo, a *.dbf zawierają atrybuty jako listę zmiennych. Stworzenie tego typu bazy danych jest konieczne do analizy prowadzonej na obszarach w przestrzeni. W przypadku, gdy prowadzimy analizę na danych punktowych wystarczy stworzenie bazy danych w programach GIS grafiki wektorowej np. w Surfer 07, ten program umożliwia stworzenie tabeli ze współrzędnymi punktów. Można także wykorzystywać pliki ze współrzędnymi w analizach prowadzonych na obszarach. Wtedy współrzędne definiują środki obszarów, a sąsiedztwo określane jest przez metody triangulacji [Kopczewska 2006].

ANALIZA WYNIKÓW

Autokorelacja umożliwia poznanie przestrzennej struktury zależności pomiędzy obiektami (gminami) przyjętego zbioru odnoszącego się do zasięgu terytorium, w przypadku przeprowadzonych analiz – województwa małopolskiego, a także oddziaływania pomiędzy wyposażeniem infrastruktury technicznej w obiektach przestrzennych w różnych lokalizacjach. Statystyka I Morana umożliwia wyznaczenie podobieństw i różnic między obiektami przestrzennymi w ujęciu ogólnym.

Prowadząc analizę przestrzenną zamodelowano powiązania sąsiedzkie. Najbardziej powszechnym sposobem w naukach ekonometrycznych na określanie bliskości obiektów przestrzennych jest podejście wykorzystujące kryterium wspólnej granicy. Sporządzenie macierzy wag dla obiektów według kryterium wspólnej granicy wymaga ustalenia listy sąsiadów pierwszego rzędu. Listę taką sporządzono w programie komputerowym R CRAN. Program ten generuje listę

sąsiadów dla jednostek znajdujących się w bazie danych w pliku z rozszerzeniem *.shx. Pliki tego typu powstają w programach GIS podczas digitalizacji podkładu analogowego badanej przestrzeni.

W tabeli 1 przedstawiono podsumowanie macierzy wag sąsiedztwa pierwszego rzędu typu „B" binarna według kryterium wspólnej granicy. W tabeli zestawiono informacje dotyczące liczby obiektów o podobnej liczbie sąsiadów. Podstawowa charakterystyka macierzy dla zbioru gmin województwa małopolskiego przedstawia się następująco:

1. liczba regionów: 182;
2. liczba niezerowych powiązań: 982;
3. odsetek niezerowych powiązań: 2,9;
4. średnia liczba powiązań: 5,4;
5. liczba obiektów, które posiadają tylko 2 sąsiadów: 10;
6. liczba obiektów, które posiadają więcej niż 10 sąsiadów: 4.

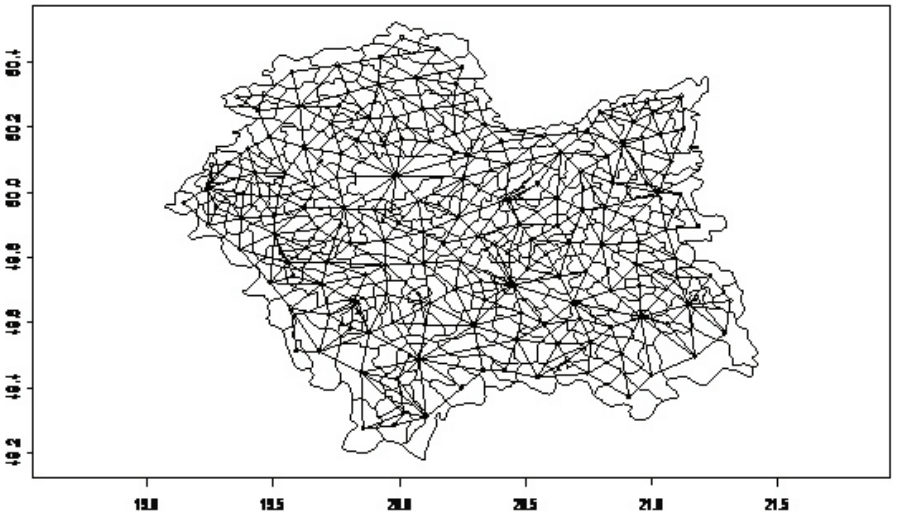
Tabela 1. Liczba powiązań obiektów przestrzennych dla kryterium styczności województwa małopolskiego

Table 1. Number of spatial objects links for the contact criterion in Małopolska

Liczba sąsiadów	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13
Liczba obiektów	10	17	29	50	33	20	11	8	2	1	1

Źródło: Opracowanie własne, 2013

Przedstawiony na rysunku 1 graf obrazuje powiązania obiektów w oparciu o kryterium wspólnej granicy. Zagęszczenie siatki powiązań jest równomiernie rozłożone na całym obszarze województwa, co wskazuje na ład przestrzenny. Wartości dodatnie statystyki *I* Morana zamieszczone w tabeli 2 oznaczają, że w zbiorze obiektów województwa małopolskiego występują podobne wartości w bliskich lokalizacjach badanych zmiennych w przyjętym okresie czasu. Oznacza to, że występują wyspy (grupy) obiektów o podobnych wysokich wartościach badanych zmiennych.



Rysunek 1. Graf powiązań macierzy wag sąsiedztwa według kryterium wspólnej granicy gmin woj. małopolskiego
Figure 1. Graf weight matrix neighborhood relations according to the criterion of the common border communities Małopolska

Wzrost wartości wskaźnika autokorelacji przestrzennej I pomiędzy 2004 a 2010 rokiem informuje o zachodzącym procesie konwergencji, a więc wzmocnieniu oddziaływania przestrzennego. W stosunkowo krótkim odstępie czasu (6 lat), nastąpiło znaczące zwiększenie się zależności przestrzennej, co świadczy o dynamicznym rozwoju infrastruktury technicznej w gminach województwa małopolskiego. Jest to spowodowane większą aktywnością społeczeństwa i władz gminnych w pozyskiwaniu funduszy UE i zwiększaniem się promienia odległości pozyskiwania informacji (dyfuzja innowacji) [Cupiał 2006].

Największy wzrost wskaźnika nasycenia siecią wodociągową odnotowano w gminie Chełmiec. Gmina ta w 2005 roku charakteryzowała się bardzo niską wartością wskaźnika rozwoju infrastruktury technicznej, natomiast w roku 2010 znalazła się ona w najwyższej grupie rozwoju. Podobnie jak w poprzednich okresach badawczych najwyższy wskaźnik nasycenia siecią wodociągową odnotowano w gminie Wieliczka (430,8 km·100km^{-2}). Dla danych z 2010 roku, aż

11 gmin znalazło się w grupie obszarowej o bardzo wysokim wskaźniku rozwoju infrastruktury. Do grupy tej oprócz gminy Chełmiec w porównaniu z rokiem 2005 dołączyła również gmina Żegocina. Gminy te stanowią piątą, najwyższą grupę rozwoju.

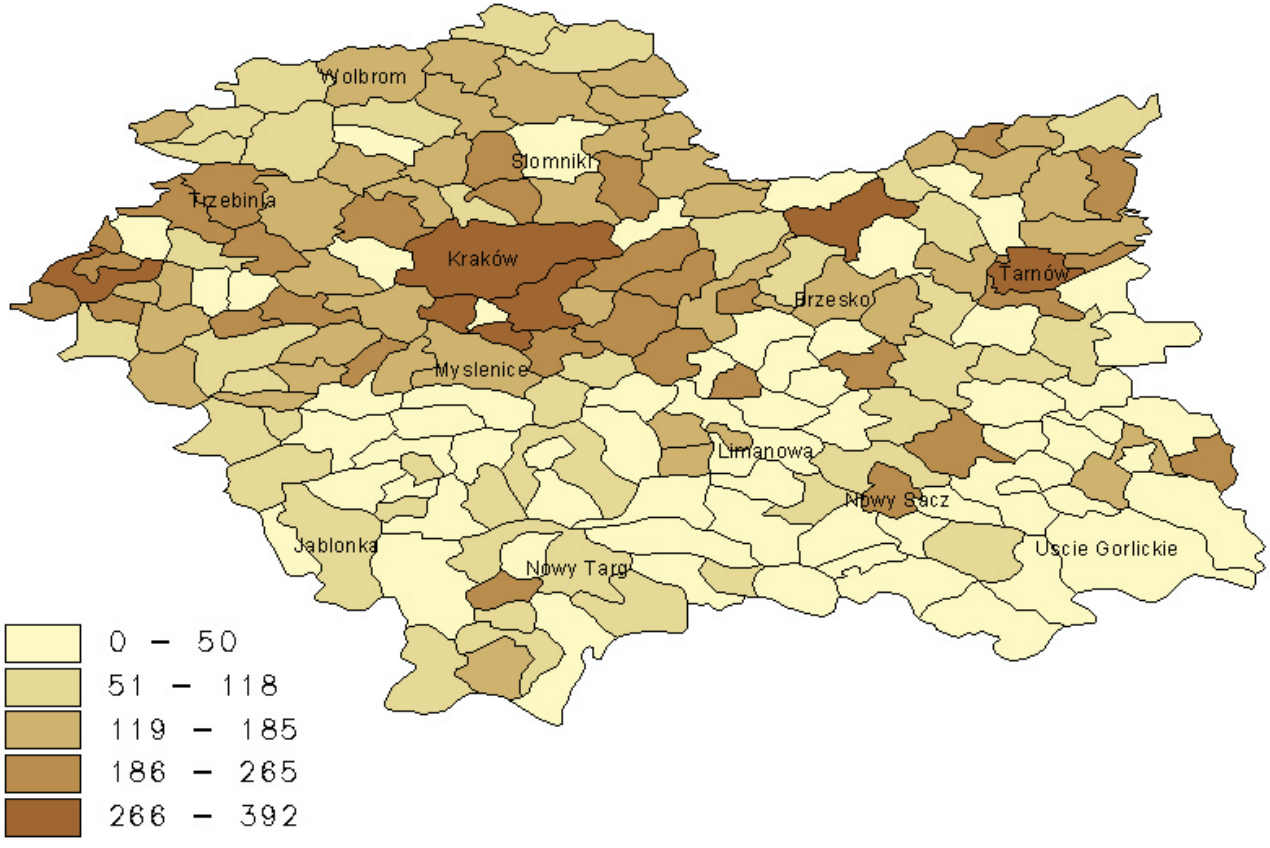
Tabela 2. Analiza przestrzenna dla zmiennych diagnostycznych opisujących nasycenie gmin wybranymi elementami infrastruktury technicznej na podstawie statystyki globalnej *I* Morana zbioru obiektów przestrzennych województwa małopolskiego

Table 2. Spatial analysis of diagnostic variables describing the saturation of selected elements of the technical infrastructure

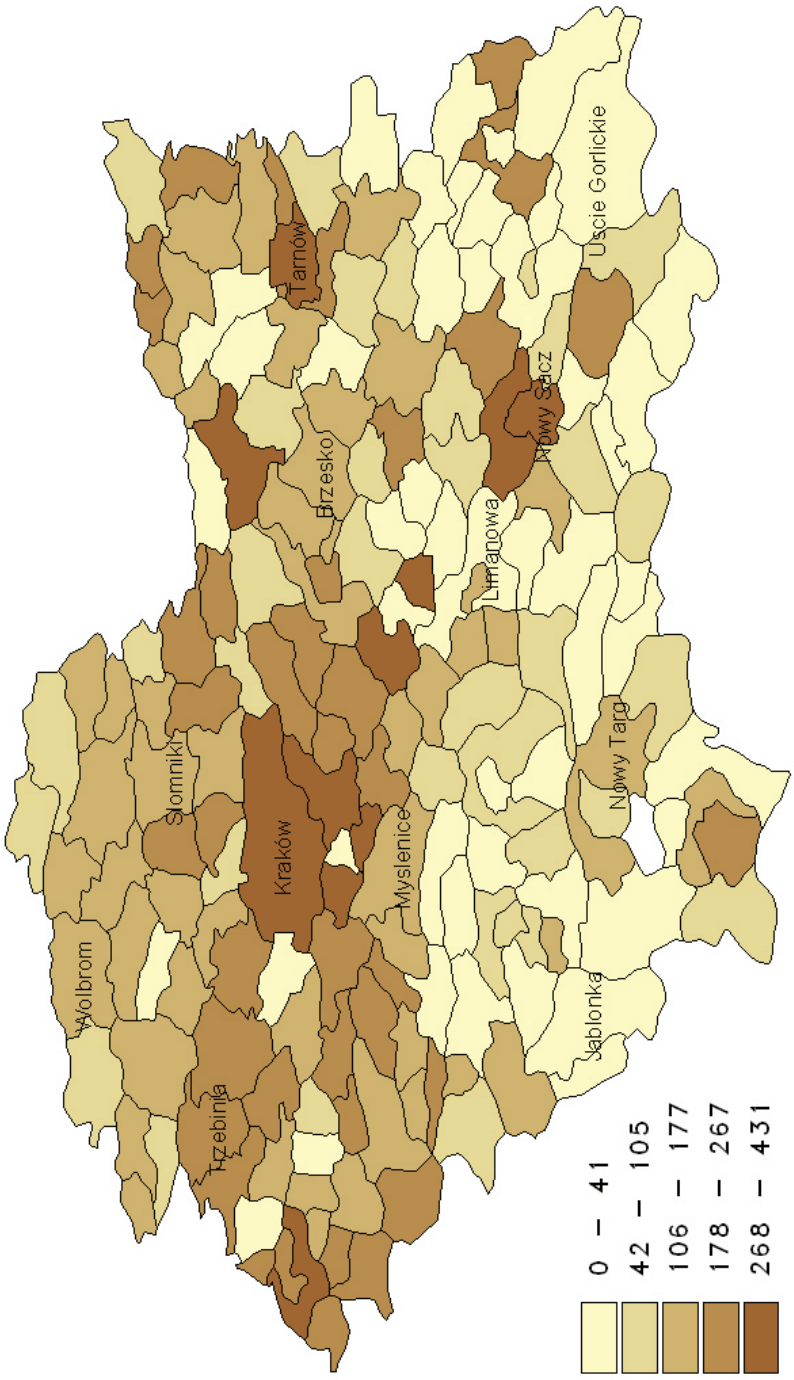
Okres badań	Zmienne diagnostyczne	Wagi sąsiedztwa według kryterium wspólnej granicy typu B	
		I	poziom istotności
2004	sieć wodociągowa	0,589	$p < 0,05$
	sieć kanalizacyjna	0,576	$p < 0,05$
	sieć gazowa	0,686	$p < 0,05$
2005	sieć wodociągowa	0,608	$p < 0,05$
	sieć kanalizacyjna	0,615	$p < 0,05$
	sieć gazowa	0,697	$p < 0,05$
2010	sieć wodociągowa	0,686	$p < 0,05$
	sieć kanalizacyjna	0,697	$p < 0,05$

Źródło: Opracowanie własne, 2013

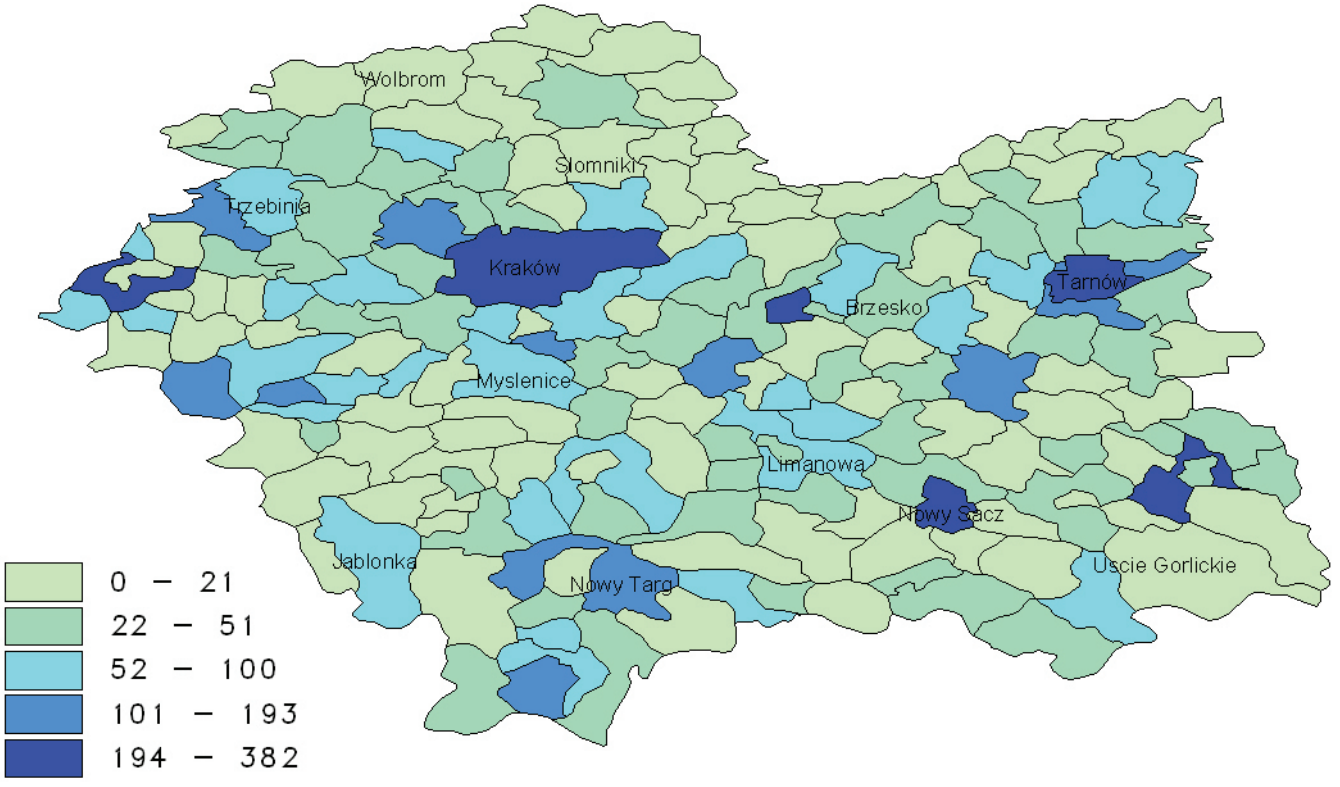
Czwarta grupa rozwoju w swoim obrębie skupia 11 gmin, o dwie mniej niż w roku 2005. Najwyższy wskaźnik nasycenia w tej grupie odnotowano w gminie Tarnów (251,44 km·100km^{-2}), natomiast najniższy w gminie Zakopane (176,52 km·100km^{-2}). Średnia wartość wskaźnika wynosiła 205,37 km·100km^{-2}. Wielka Wieś jest gminą, która odnotowała wzrost wartości wskaźnika o 168,75 km·100km^{-2} i z gminy o niskim wskaźniku rozwoju infrastruktury znalazła się w grupie obszarów o wysokim wskaźniku rozwoju. Tak samo jak w poprzednim okresie badawczym w czwartej grupie znalazła się gmina Tarnów, ale jej wskaźnik nasycenia kanalizacji wzrósł o 129,52 km·100km^{-2}.



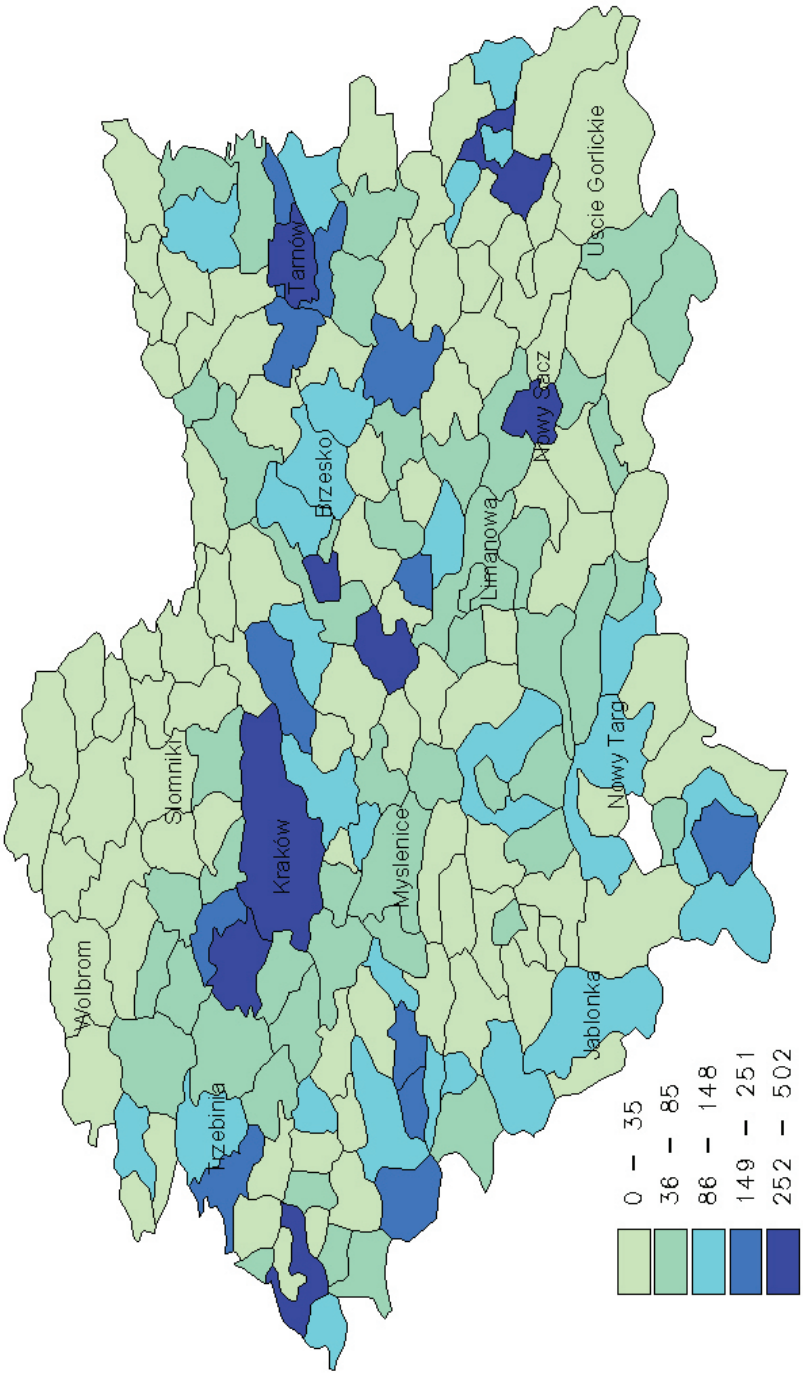
Rysunek 2. Rozkład przestrzenny wskaźników nasycenia siecią wodociągową w roku 2004 gmin województwa małopolskiego
Figure 2. The spatial distribution of the water supply network saturation index in 2004 in Małopolska



Rysunek 3. Rozkład przestrzenny wskaźników nasycenia siecią wodociągową w roku 2010 gmin województwa małopolskiego
Figure 3. The spatial distribution of the water supply network saturation index in 2010 in Małopolska



Rysunek 4. Rozkład przestrzenny wskaźników nasycenia siecią kanalizacyjną w roku 2004 gmin województwa małopolskiego
Figure 4. The spatial distribution of the sewage system network saturation index in 2004 in Małopolska



Rysunek 5. Rozkład przestrzenny wskaźników nasycenia siecią kanalizacyjną w roku 2010 gmin województwa małopolskiego
Figure 5. The spatial distribution of the sewage system network saturation index in 2004 in Małopolska

Podobnie jak w 2004 i 2005 roku, w 2010 roku najwyższy wskaźnik nasycenia siecią kanalizacyjną cechowała się gmina Bochnia (502 km·100km^{-2}). Najniższy wskaźnik w piątej, najwyższej grupie wartości posiada gmina Oświęcim (328 km·100km^{-2}). Średnia wartość wskaźnika nasycenia w tym zakresie danych wyniósł 389,34 km·100km^{-2}. Gminy Łapanów oraz Zabierzów odnotowały awans o jedną grupę. W gminach tych nastąpił znaczący wzrost wartości wskaźnika o 136,31 km·100km^{-2} oraz 155,91 km·100km^{-2}.

WNIOSKI

Gminy o wysokim nasyceniu infrastrukturą techniczną otoczone są gminami o podobnym nasyceniu, co świadczy o budowaniu w układzie przestrzennym klastrów wysokiej wartości. Obrazuje to rozkłady przestrzenne nasycenia siecią wodociągową oraz kanalizacyjną. Klastry wysokich wartości tworzą się przede wszystkim w obrębie gmin miejskich (Tarnów, Kraków, Brzesko, Nowy Sącz). Biorąc pod uwagę przestrzenny rozkład sieci kanalizacyjnych w roku 2004 można zaobserwować kilka wzorców przestrzennych gmin miejskich natomiast nie tworzą one wokół siebie wysp wysokich wartości obiektów sąsiednich. Taki rozkład wiąże się z rozwojem dużych aglomeracji przeciwieństwie do gmin wiejskich gdzie występuje mniejsze przeznaczanie środków na infrastrukturę techniczną. Analizując rozkład przestrzenny w przyjętym do badań wieloleciu można stwierdzić intensywny rozwój sieci kanalizacyjnej. Największy rozwój przypada na lata 2004–2005. W roku 2005 można zaobserwować powstawanie nowych wysp wysokich wartości. W porównaniu z rokiem 2010 wyspy te rozmywaną się na wszystkie gminy i tworzą wyspę obiektów wysokich wartości. Największy rozwój infrastruktury technicznej zanotowano dla wyposażenia w sieć kanalizacyjną. Maksymalna wartość z roku 2004 wynosząca 362 km·100km^{-2} wzrosła do 502 km·100km^{-2} w roku 2010.

BIBLIOGRAFIA

Anselin L. (1995). Local Indicators of spatial association-LISA. Geographical Analysis, 27 s. 96–110

Cupiał M. (2006) System wspomagania decyzji dla gospodarstw rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, Nr 9 (84)

Janc K. (2006). Zjawisko autokorelacji przestrzennej na przykładzie statystyki I Morana oraz lokalnych wskaźników zależności przestrzennej (LISA) – wybrane zagadnienia metodyczne. *Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego.*

Kopczewska K. (2006). Ekonometria i statystyka przestrzenna z wykorzystaniem programu R CRAN *CEDEWU*, Warszawa, s. 13,15; 56, 119

Kopczewska K. (2007). Ekonometria i statystyka przestrzenna z wykorzystaniem programu R CRAN. *CEDEWU*, Warszawa

Krakowiak-Bal A. (2005). Wykorzystanie wybranych miar syntetycznych do budowy miary rozwoju infrastruktury technicznej. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*. Nr 2005/3. Kraków

Longley P., Goodchild M., Maguire D., Rhind D. (2006). GIS Teoria i praktyka. *PWN*, Warszawa

J.L. (1993). Zróżnicowanie infrastruktury obszarów wiejskich. *PWN, IRWiR,* Warszawa

Sikora J. 2009. Określenie siły i charakteru autokorelacji przestrzennej na podstawie globalnej statystyki *I* Morana infrastruktury rolniczej Polski południowej i południowo – wschodniej. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, Nr 2009/ 09. Kraków

Widacki W. (1997). Wprowadzenie do Systemów Informacji Geograficznej. *Uniwersytet Jagielloński,* Kraków

Woźnia A. Sikora J. (2007). Autokorelacja przestrzenna wskaźników infrastruktury wodno-ściekowej woj. małopolskiego. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich,* Nr 2007/ 4 (2). Kraków

Jakub Sikora
Mateusz Malinowski
Marek Szeląg
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Ul.Balicka 116b
30-149 Kraków
Tel: +48 (12) 662 46 60
e-mail: Jakub.Sikora@ur.krakow.pl
e-mail: mateuszmalinowski1985@o2.pl
e-mail: Marek.Szelag@ur.krakow.pl