

Anna Ojrzyńska*, Sebastian Twaróg**

BADANIE AUTOKORELACJI PRZESTRZENNEJ KRWIODAWSTWA W POLSCE

Streszczenie: W artykule prezentowane jest wstępne rozpoznanie zróżnicowania przestrzennego współczynników zgonu wybranych grup wiekowych w Polsce. Za jednostki przestrzenne, według których analizowano zróżnicowanie umieralności, obrano 16 województw. Celem pracy była weryfikacja hipotezy o istnieniu zależności przestrzennej w zakresie umieralności poszczególnych grup wiekowych. Do określenia siły i charakteru autokorelacji przestrzennej wykorzystano statystykę *I* Morana. Dodatkowo za pomocą lokalnych wskaźników zależności określono podobieństwo jednostki przestrzennej względem sąsiadów oraz istotność statystyczną tego związku. Zastosowane techniki przeglądowej analizy danych pozwoliło na wykrycie globalnych i lokalnych wzorców przestrzennej autokorelacji w zakresie współczynnika zgonu odpowiednich grup wiekowych.

1. WPROWADZENIE

Krwiodawstwo jest akcją społeczną, która ma na celu pozyskanie krwi od osób zdrowych na rzecz osób, które wymagają transfuzji krwi (np. podczas operacji, przy nagłej utracie krwi itp.) lub do produkcji preparatów krwiopochodnych. Jest to działanie wynikające z najprostszego odruchu serca, potwierdzone bardzo konkretnym działaniem – ratowanie zdrowia i życia anonimowych chorych czy ofiar wypadków¹, darując drugiemu człowiekowi cenny, jedyny w swoim rodzaju, niezastąpiony lek, który w postaci krwi i jej składników jest najczęściej stosowanym środkiem leczniczym. Zgodnie z obowiązującymi trendami klinicznymi, współczesna transfuzjologia zaleca stosowanie wybranych składników krwi, otrzymywanych drogą podziału krwi pełnej, zgodnie z indywidualnym zapotrzebowaniem chorego².

Co roku w Polsce wykonuje się około miliona donacji krwi i jej składników. W kolejnych latach ich zużycie może wykazywać tendencję wzrostową, ponieważ w porównaniu ze „starymi” krajami Unii Europejskiej jest wciąż dosyć niskie³. Polska pod względem dostarczania donacji krwi i jej składników według danych Światowej Organizacji Zdrowia (*World Health Organization*) jest krajem samowystarczalnym, co oznacza, że zapotrzebowanie szpitali na krew i jej składniki jest pokrywane w 100%. Chociaż zdarza się, że w poszczególnych regionach kraju występują niedobory. Szczególnie trudno z punktu widzenia niedoboru krwi, nie tylko w Polsce ale i na świecie, jest okres wakacyjny, kiedy to zmniejsza się liczba dawców a krew i jej składniki jako nietypowy za-

* Mgr, Akademia Ekonomiczna im. Karola Adameckiego w Katowicach.

** Mgr, Katedra Logistyki Ekonomicznej, Akademia Ekonomiczna im. Karola Adameckiego w Katowicach.

¹ Por. <http://www.oddajkrew.pl/index.php?id=2&id=40> [dostęp: 10.05.2010]

² A. Rosiek i In., [2009], *Działalność jednostek organizacyjnych służby krwi w Polsce w 2008 roku*, Journal of Transfusion Medicine, tom 2, nr 4.

³ Tamże.

sób podlega rygorystycznym warunkom składowania i stosunkowo krótkim terminem ważności, co stwarza z punktu widzenia zarządzania dodatkowy problem.

Tab. 1. Termin ważności i warunki przechowywania krwi i jej składników

Krew i jej składniki	Termin ważności	Temperatura przechowywania
krew pełna	< 35 dni	+ 4 do + 6 °c
koncentrat krwinek czerwonych (KKCZ)	35 – 42 dni	+ 4 do + 6 °c
koncentrat krwinek płytkowych (KKP) – musi być nieprzerwanie mieszany	< 72 h (pojemniki standardowe) 5 dni (pojemniki oddychające)	+ 22 do + 24 °c
koncentraty granulocytarne	kilka godzin	+ 22 do + 24 °c
świeżo mrożone osocze	< 1 rok	- 18 do - 30 °c

Źródło: opracowanie własne na podstawie T.F. Krzemiński, [2003], (praca zbiorowa), *Farmakologia farmakoterapia oraz materiały stosowane w stomatologii*, Katowice – Warszawa, s. 359.

W Polsce pobieraniem, przetwarzaniem, gromadzeniem, przechowywaniem i wydawaniem krwi i jej składników zakładom opieki zdrowotnej⁴ w systemie cywilnym – semizamkniętym⁵ - organizacji publicznej służby krwi⁶ zajmują się regionalne centra krwiodawstwa i krwiolecznictwa (RCKiK). W Polsce działa 21 RCKiK wraz ze 184 oddziałami terenowymi oraz mobilnymi punktami poboru krwi – Ambulansami, które w 2009 roku wyjeżdżały do potencjalnych dawców 9224 razy.

Rys. 1. Rozmieszczenie RCKiK w Polsce.



Źródło: opracowanie własne.

⁴ Więcej na temat zadań regionalnych centrów krwiodawstwa i krwiolecznictwa w Polsce - ustawa z dnia 22.08.1997r., o publicznej służbie krwi, Dz. U. z dnia 11.09.1997 – art. 27.

⁵ Zob. J. Szołtysek, S. Twaróg, [2010], *Przesłanki i zakres stosowania logistyki w gospodarowaniu zasobami krwi*, Logistyka nr 3, s. 40-44.

⁶ System cywilny organizacji służby krwi w Polsce to organy/jednostki bez MON i MSWiA. Zob. J. Szołtysek, S. Twaróg, [2009], *Gospodarowanie zasobami krwi jako nowy obszar stosowania logistyki*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka nr 7.

Celem niniejszego opracowania było podjęcie rozważań nad przydatnością analizy autokorelacji przestrzennej do identyfikacji wzorców zależności przestrzennej oraz przestrzennej heterogeniczności krwiodawstwa w Polsce na podstawie danych otrzymanych od Regionalnego Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa (RCKiK) w Katowicach, biuletynów statystycznych Ministerstwa Zdrowia wydanych przez Centrum Systemów Informacyjnych Ochrony Zdrowia czy danych statystycznych Głównego Urzędu Statystycznego.

2. METODY

Główne założenie analizy autokorelacyjnej opiera się na stwierdzeniu, że natężenie zjawisk w jednostce przestrzennej i zależy od poziomu tego zjawiska w jednostkach sąsiedzkich. Zatem „jeżeli występowanie pewnego zjawiska w jednej jednostce przestrzennej powoduje zwiększenie lub zmniejszenie prawdopodobieństwa występowania tego zjawiska w sąsiednich jednostkach, to zjawisko to pokazuje autokorelację przestrzenną”⁷. Zatem na gruncie relacji zjawisko-przestrzeń autokorelację należy rozumieć jako częstsze niż losowe podobieństwo bliskich sobie przestrzennie obserwacji. Podstawowym elementem wszystkich analiz przestrzennych jest określenie struktury sąsiedztwa za pomocą tzw. wag przestrzennych. Wagi przestrzenne można określić przy założeniu kryterium styczności bądź dystansu. W opracowaniu tym przyjęto istnienie wspólnych oddziaływań pomiędzy województwami, które mają wspólną granicę. Tworzona jest więc macierz binarna, z elementami 1, gdy województwa mają wspólną granicę, i 0 gdy nie są sąsiadami. Tak zbudowana macierz jest następnie standaryzowana wierszami do jedności, by zachować porównywalność wag⁸.

Miarami autokorelacji przestrzennej są globalne i lokalne statystyki przestrzenne. Globalna statystyka Morana I wykorzystywana jest do testowania istnienia globalnej autokorelacji przestrzennej i wyrażona jest następującym wzorem⁹:

$$I = \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_i \sum_j w_{ij}}, \quad (1)$$

gdzie x_i jest obserwacją w regionie i , \bar{x} jest średnią ze wszystkich badanych regionów, n jest liczbą regionów, a w_{ij} jest elementem przestrzennej macierzy wag.

Dodatnie i istotne wartości statystyki I oznaczają istnienie dodatniej autokorelacji przestrzennej, czyli podobieństwa badanych obiektów w określonej odległości d . Ujemne wartości statystyki I oznaczają ujemną autokorelację, czyli zróżnicowanie badanych obiektów.

Graficzną prezentacją globalnej statystyki Morana jest jej wykres punktowy. Pozwala on na wizualizację lokalnych związków przestrzennych (klastrow), obserwacji niety-

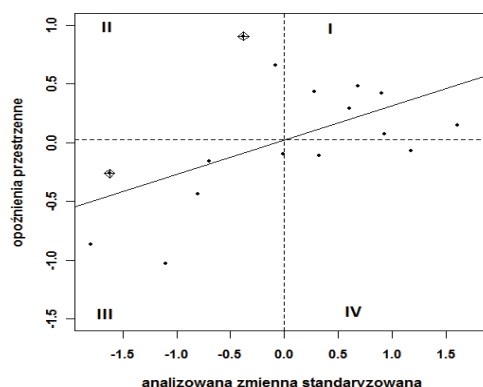
⁷ R. Bivand, [1981], *Modelowanie geograficznych układów czasoprzestrzennych*, PWN Warszawa-Poznań.

⁸ R. Bivand, [1981], *Autokorelacja przestrzenna a metoda analizy statystycznej w geografii*, [w:] Z. Chojnicki (red.), *Analiza regresji w geografii*, PWN Warszawa-Poznań.

⁹ K. Kopczevska, [2006], *Ekonometria i statystyka przestrzenna z wykorzystaniem programu R CRAN*, CeDeWu Warszawa.

powych (*outliers*), a także przestrzennej niestabilności¹⁰. Zależność między regionem i sąsiadami określa się poprzez rozkład jednostek przestrzennych na układzie współrzędnych wyznaczonych przez oś OX, na której odkłada się standaryzowaną wartość badanej zmiennej. Na osi OY odznacza się badaną standaryzowaną zmienną opóźnioną przestrzennie (*spatial lag*). Wykres dzieli się na ćwiartki względem punktu (0,0).

Rys. 2. Przykładowy wykres punktowy statystyki Morana.



Źródło: opracowanie własne.

Interpretację położenia punktów przedstawia poniższa tabela¹¹:

Tab. 2. Zależność między regionem a sąsiadami w oparciu o wykres punktowy Morana

	wartości niskie w regionie <i>i</i> (L)	wartości wysokie w regionie <i>i</i> (H)
wartości wysokie w regionach sąsiedzkich (H)	kwadrat LH ujemna autokorelacja przestrzenna	kwadrat HH dodatnia autokorelacja przestrzenna
wartości niskie w regionach sąsiedzkich (L)	kwadrat LL dodatnia autokorelacja przestrzenna	kwadrat HL ujemna autokorelacja przestrzenna

Źródło: opracowanie własne.

Wykres punktowy Morana może być narzędziem diagnostyki obserwacji nietypowych w stosunku do globalnej tendencji. Są to obserwacje w kwadratach HL i LH. Natomiast miary lokalne wyznaczane są dla poszczególnych obserwacji i mierzą relację badanych regionów i ich sąsiadów. Lokalne wskaźniki związków przestrzennych (LISA, *Local Indicators of Spatial Association*) zaproponowane zostały przez Anselina w 1995. W skład LISA wchodzi lokalna statystyka Moran I_i , Geary G_i oraz Getisa G . Pierwsza z tych statystyk pozwala na identyfikację przestrzennych efektów aglomeracyjnych, natomiast druga i trzecia statystyka pokazują podobieństwo i różnice przestrzenne. Statystyka lokalna Morana I_i mierzy czy region jest otoczony przez regiony sąsiednie o podobnych lub różnych wartościach badanej zmiennej w stosunku do losowego rozmieszczenia tych wartości w przestrzeni. Wyraża się ona wzorem¹²:

¹⁰ L. Anselin, [1995], *Local Indicators of Spatial Association-LISA*, Geographical Analysis.

¹¹ K. Kopczewska, [2006].

¹² Tamże.

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

Standaryzowana lokalna statystyka Marona przyjmuje wartości istotnie ujemne, gdy obiekt i jest otoczony przez regiony o znacząco różnych wartościach badanej zmiennej, co należy interpretować jako autokorelację ujemną. Gdy statystyka I_i przyjmuje wartości istotnie dodatnie to znaczy, że jest to region otoczony przez podobne regiony sąsiedzkie. Mówi się wtedy o autokorelacji dodatniej i klastrowaniu regionów.

Poziom rozwoju krwiodawstwa województw oceniono za pomocą syntetycznego miernika rozwoju (SMR). Miernik ten wykorzystuje się do liniowego porządkowania obiektów opisanych przez wiele zmiennych diagnostycznych¹³, które zastępowane są przez jedną zmienną syntetyczną. Etapy konstrukcji syntetycznego miernika rozwoju można przedstawić w następujący sposób:

- normalizacja wartości zmiennych diagnostycznych (x_{ij}), przedstawionych w postaci stymulant,
- utworzenie wzorca czyli obiektu, który posiada najkorzystniejsze wartości zmiennych diagnostycznych ($z_{0j} = \max_i \{z_{ij}\}$), gdzie z_{ij} – wartości znormalizowane), jakie zostały zaobserwowane w całym zbiorze danych,
- wyznaczenie odległości każdego obiektu od wzorca (d_i).

Jedną z typowych formuł zapisu zmiennej syntetycznej dla i -tego obiektu opiera się na odległości euklidesowej i jest następująca:

$$d_i = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{0j})^2}, \quad (3)$$

gdzie: $i = 1, \dots, n$ – liczba obiektów; $j = 1, \dots, m$ – liczba zmiennych; z_{ij} – znormalizowana wartość j -tej zmiennej dla i -tego obiektu, z_{0j} – wzorcowa znormalizowana wartość j -tej zmiennej.

Aby syntetyczny miernik był unormowany i jego większe wartości wskazywały na wyższy poziom badanego zjawiska odległość d_i przekształca się według następującej formuły:

$$z_i = 1 - \frac{d_i}{d_0}, \quad (4)$$

gdzie: z_i – syntetyczny miernik rozwoju dla i -tego obiektu, d_0 – norma zapewniająca przyjmowanie przez z_i wartości należące do przedziału od 0 do 1, którą można wyznaczyć np. jako wartość maksymalną d_i .

Syntetyczny miernik rozwoju przyjmuje wartości z przedziału $[0,1]$. Wyższa wartość tego wskaźnika oznacza korzystniejszą sytuację obiektu.

¹³ W. Pluta, [1986], *Wielowymiarowa analiza porównawcza w modelowaniu ekonometrycznym*, PWN, Warszawa.

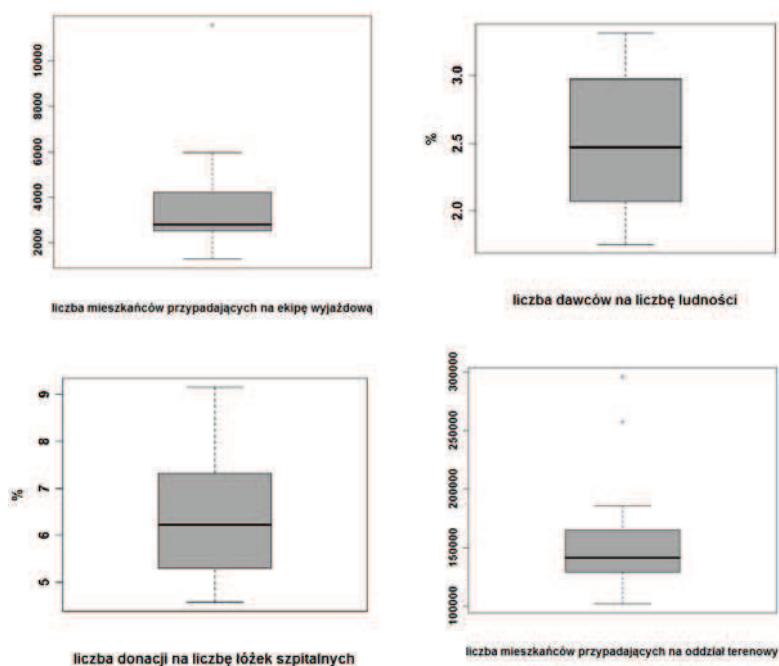
3. DANE

Materiał do niniejszego opracowania stanowiły dane (z RCKiK w Katowicach, ze stron internetowych RCKiK, z czasopisma *Journal of Transfusion Medicine*), w postaci tabelarycznej, obejmującej wszystkie RCKiK z działalności za rok 2009, dotyczyły ogólnej liczby dawców, liczby donacji, liczby ekip wyjazdowych, liczby oddziałów terenowych. Dane dotyczące liczby szpitali, liczby łóżek szpitalnych, liczby łóżek szpitalnych w poszczególnych oddziałach pochodziły z biuletynów statystycznych za rok 2009 z Ministerstwa Zdrowia wydanych przez Centrum Systemów Informatycznych Ochrony Zdrowia. Wszystkie zebrane dane odnosiły się do systemu cywilnego. Liczbę ludności w Polsce, liczbę ludności w poszczególnych województwach w Polsce czy liczbę ludności w przedziale wiekowym 15 – 65 zaczerpnięto z danych statystycznych Głównego Urzędu Statystycznego.

4. REZULTATY, Dyskusja

Pierwszym etapem badania były eksploracje danych. Do tego celu wykorzystano wykresy pudełkowe, które ilustrują wzajemne położenie pięciu wskaźników sumarycznych (mediana, kwartył pierwszy, kwartył trzeci, minimum, maximum).

Rys. 3. Wykresy ramka-wąsy dla zmiennych objętych badaniem



Źródło: opracowanie własne.

Analizując powyższe wykresy pudełkowe, można stwierdzić, że przyjęte do badań cechy różnicują badany obszar pod względem poziomu rozwoju krwiodawstwa w Polsce.

Poniższe mapy obrazują rozmieszczenie województw o korzystnej i mniej korzystnej sytuacji krwiodawstwa w Polsce ze względu na następujące zmienne: liczbę mieszkańców na ekipę wyjazdową, liczbę dawców na liczbę ludności, liczbę donacji na liczbę łóżek szpitalnych, liczbę mieszkańców przypadających na oddział terenowy.

Rys. 4. Rozmieszczenie województw o korzystnej i mniej korzystnej sytuacji krwiodawstwa w Polsce

Liczba dawców na liczbę ludności
w układzie regionalnym



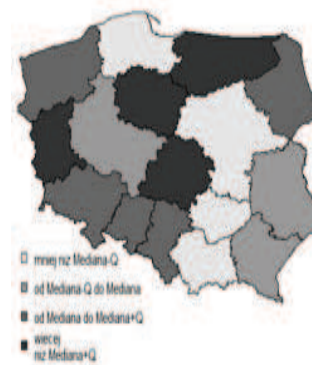
Liczba donacji na liczbę łóżek szpitalnych
w układzie regionalnym



Liczba mieszkańców na oddział terenowy
w układzie regionalnym



Liczba mieszkańców na ekipę wyjazdową
w układzie regionalnym



Źródło: opracowanie własne.

Badania zależności przestrzennej województw w Polsce przeprowadzone zostały przy założeniu wag stycznych. Obliczone wartości globalnej statystyki Morana I wskazują, iż w przyjętym okresie badawczym zaobserwować można istnienie umiarkowanej autokorelacji przestrzennej w przypadku drugiej zmiennej. Ma ona charakter dodatni,

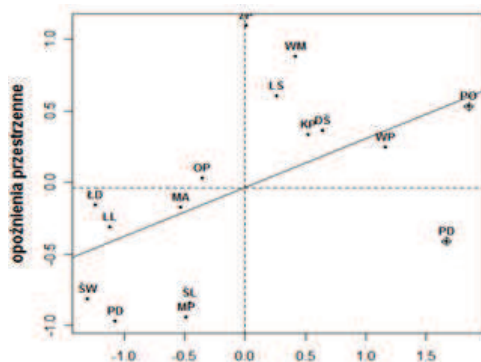
czyli występuje tendencja do skupiania się jednostek o podobnej wartości ogólnej liczby donacji przypadających na łóżko szpitalne. Brak istotności statystyki dla zmiennej liczba dawców na liczbę ludności oznacza, iż każda obserwowana wartość tej zmiennej może pojawić się w dowolnej lokalizacji z równym prawdopodobieństwem.

Tabela 3. Autokorelacja przestrzenna na podstawie statystyki globalnej Morana I

Zmienna	Wartości statystyki Morana I	p -value
liczba dawców na liczbę ludności	0,018	0,290
liczba donacji na łóżko szpitalne	0,341	0,004

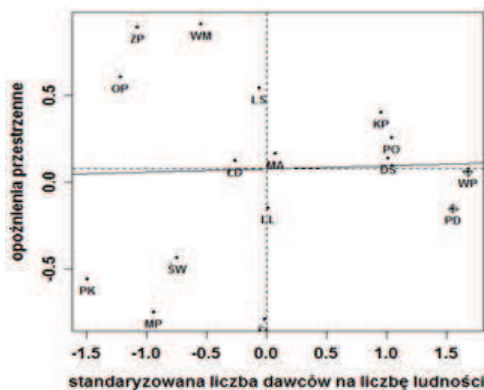
Źródło: opracowanie własne.

Rys. 5. Wykres punktowy globalnej statystyki Morana liczby donacji przypadających na łóżko szpitalne w województwie¹⁴



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 6. Wykres punktowy globalnej statystyki Morana liczby dawców przypadających na liczbę ludności w wieku 15-64 lat



Źródło: opracowanie własne.

¹⁴ Skróty nazw województw: DŚ - dolnośląskie, KP - kujawsko-pomorskie, LL - lubelskie, LS - lubuskie, ŁD - łódzkie, MP - małopolskie, MA - mazowieckie, OP - opolskie, PK - podkarpackie, PD - podlaskie, PO - pomorskie, ŚL - śląskie, ŚW - świętokrzyskie, WM - warmińsko-mazurskie, WP - wielkopolskie, ZP - zachodniopomorskie.

Na rysunku 4. i 5. przedstawiony został wykres punktowy wartości statystyki globalnej Morana wraz z wyróżnionymi odstającymi od wartości średniej obserwacjami¹⁵. W przypadku liczby donacji przypadających na łóżko szpitalne, położenie większości punktów w kwadratach LL i HH świadczy o występowaniu dodatniej autokorelacji przestrzennej. Rozmieszczenie punktów dla liczby dawców przypadających na mieszkańca jest potwierdzeniem hipotezy o braku autokorelacji przestrzennej.

Kolejnym krokiem badania było dokonanie rozpoznania struktury przestrzennej, co umożliwiła analiza LISA. Do tego celu wykorzystana została lokalna statystyka Morana I_i . Obliczone wartości statystyki I_i przedstawione zostały w tabelach 4 i 5 odpowiednio dla liczby donacji przypadających na łóżko szpitalne i liczby dawców na 1 mieszkańca.

Tab. 4. Lokalne wartości statystyki Morana liczby donacji przypadających na 1 łóżko szpitalne

Lokalna statystyka Morana	p-value	
DOLNOŚLĄSKIE	0,247	0,272
KUJAWSKO-POMORSKIE	0,188	0,245
LUBELSKIE	0,370	0,155
LUBUSKIE	0,172	0,322
ŁÓDZKIE	0,210	0,195
MAŁOPOLSKIE	0,487	0,142
MAZOWIECKIE	0,099	0,303
OPOLSKIE	-0,011	0,449
PODKARPACKIE	1,109	0,011
PODLASKIE	-0,730	0,901
POMORSKIE	1,051	0,005
ŚLĄSKIE	0,413	0,133
ŚWIĘTOKRZYSKIE	1,135	0,000
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	0,395	0,141
WIELKOPOLSKIE	0,304	0,094
ZACHODNIOPOMORSKIE	0,014	0,438

Źródło: opracowanie własne.

Tab. 5. Lokalne wartości statystyki Morana liczby dawców przypadających na 1 mieszkańca

Lokalna statystyka Morana	p-value	
DOLNOŚLĄSKIE	0,147	0,340
KUJAWSKO-POMORSKIE	0,408	0,100
LUBELSKIE	-0,002	0,441
LUBUSKIE	-0,032	0,474
ŁÓDZKIE	-0,033	0,459
MAŁOPOLSKIE	0,754	0,057
MAZOWIECKIE	0,013	0,403
OPOLSKIE	-0,789	0,953
PODKARPACKIE	0,888	0,033
PODLASKIE	-0,255	0,641
POMORSKIE	0,284	0,209
ŚLĄSKIE	0,013	0,427
ŚWIĘTOKRZYSKIE	0,348	0,099
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	-0,530	0,858
WIELKOPOLSKIE	0,107	0,270
ZACHODNIOPOMORSKIE	-1,025	0,967

Źródło: opracowanie własne.

¹⁵ Na wykresie punktowym Morana obserwacje odstające oznaczone są gwiazdką.

Dla pierwszej zmiennej można przyjąć, że w województwach pomorskim, podkarpackim i świętokrzyskim statystyka ta przyjmuje wartości istotnie pozytywne, co oznacza, że te obiekty są otoczone przez obiekty o podobnych wartościach, są to więc klastry. Jeśli chodzi o zmienną określającą liczbę dawców przypadających na jednego mieszkańca istotnie mniejsza od 0 wartość statystyki lokalnej dla województwa zachodniopomorskiego świadczy, że jest to województwo otoczone przez regiony o znacząco różnych wartościach tej zmiennej.

Wykorzystanie globalnej oraz lokalnych statystyk Morana dla analizowanych dwóch zmiennych nie pozwoliło jednoznacznie ustalić czy istnieją wzorce zależności przestrzennej krwiodawstwa w Polsce. Dlatego następnym etapem badania było utworzenie syntetycznego miernika rozwoju województw, na podstawie syntetycznej miary rozwoju Hellwiga. Przyjęto, iż wyznaczona miara rozwoju będzie obrazować ogólną sytuację krwiodawstwa w danym województwie.

Dla tak rozumianej zmiennej obliczone zostały ponownie statystyka globalna oraz statystyki lokalne Morana. Globalna statystyka Morana jest istotna statystycznie i wykazuje umiarkowaną dodatnią autokorelację przestrzenną, co oznacza występowanie klastrów wartości podobnych.

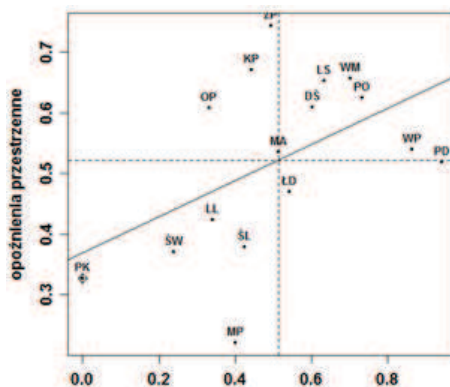
Tab. 6. Autokorelacja przestrzenna na podstawie statystyki globalnej Morana I

Globalna statystyka Morana I	P-value
0,296	0,006

Źródło: opracowanie własne.

W celu wizualizacji lokalnych związków przestrzennych oraz obserwacji nietypowych wykorzystano wykres punktowy statystyki Morana. Punkty położone na wykresie w dolnej lewej ćwiartce (LL) wskazują na klastrowanie się województw o podobnych niskich wartościach, natomiast punkty znajdujące się w górnej prawej ćwiartce wskazują na klastrowanie się województw o podobnych wysokich wartościach.

Rys. 7. Wykres punktowy globalnej statystyki Morana miernika rozwoju krwiodawstwa

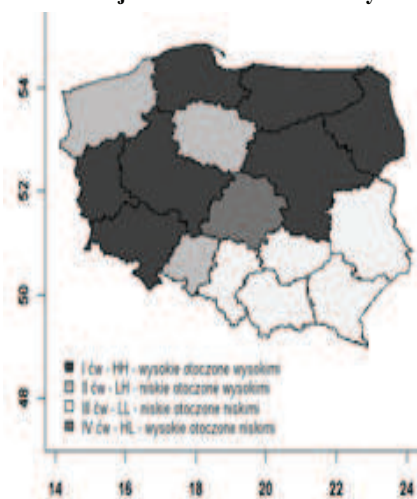


Źródło: opracowanie własne.

W celu zidentyfikowania reżimów przestrzennych na mapie przedstawiono podział regionów według przynależności do ćwiartek wykresu punkowego Morana dla miernika rozwoju krwiodawstwa. Najciemniejszym kolorem zaznaczone są województwa

z sytuacją najbardziej korzystną ze względu na aspekt krwiodawstwa, tworzące klastry wysokich wartości. Najjaśniejszym kolorem zostały przedstawione województwa o niskich wartościach, zgrupowane wśród podobnych im obszarów.

Rys. 8. Wykres przynależności województw do ćwiartek wykresu punktowego Morana



Źródło: opracowanie własne.

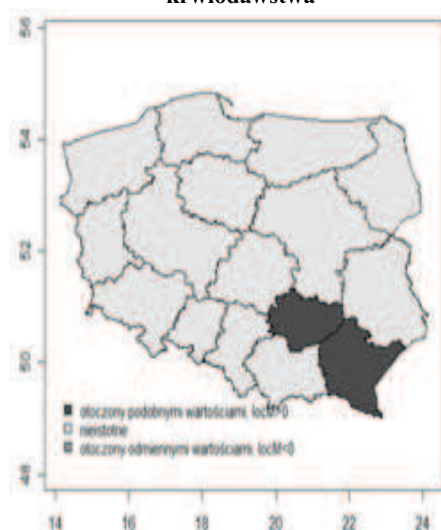
Ostatnim etapem badania było wyznaczenie wartości lokalnych statystyk Morana I_i oraz przedstawienie na mapie tych, które są istotne statystycznie (przy poziomie istotności 0,05).

Tab. 7. Lokalne statystyki Morana miernika rozwoju krwiodawstwa

Lokalna statystyka Morana		P-value
Dolnośląskie	0,167	0,321
Kujawsko-pomorskie	-0,209	0,652
Lubelskie	0,292	0,197
Lubuskie	0,323	0,220
Łódzkie	-0,025	0,448
Małopolskie	0,626	0,085
Mazowieckie	0,000	0,417
Opolskie	-0,331	0,735
Podkarpackie	1,815	0,000
Podlaskie	0,046	0,411
Pomorskie	0,473	0,100
Śląskie	0,227	0,243
Świętokrzyskie	0,742	0,005
Warmińsko-mazurskie	0,520	0,082
Wielkopolskie	0,183	0,187
Zachodniopomorskie	-0,087	0,516

Źródło: opracowanie własne.

Rys. 9. Wykres istotnych wartości statystyk lokalnych Morana dla miernika rozwoju krwiodawstwa



Źródło: opracowanie własne.

Województwa oznaczone ciemnym szarym kolorem (województwo podkarpackie i świętokrzyskie) to klastry, gdyż są otoczone województwami o znacząco podobnych wartościach badanej zmiennej. Dla pozostałych województw statystyka lokalna Morana była statystycznie nieistotna.

5. WNIOSKI

Wykorzystanie metod statystyki przestrzennej w układzie terytorialnym pozwoliło na zobrazowanie obecnej sytuacji krwiodawstwa w Polsce.

W badanym okresie można dostrzec umiarkowaną, dodatnią zależność przestrzenną. Możemy zaobserwować skupianie się jednostek o podobnym poziomie krwiodawstwa. Z punktu widzenia zarządzania (logistycznego) ułatwi to proces doboru funkcjonujących obecnie systemów krwiodawstwa do zagregowanych systemów, które będą podmiotem wspólnego zarządzania. Województwa o niższym stopniu rozwoju krwiodawstwa, (ćwiartka południowowschodniej Polski) powinna stanowić odrębny obszar zarządzania logistycznego, wsparty intensywnymi pracami o charakterze edukacyjno-organizacyjnym. Województwa: zachodniopomorskie, kujawsko – pomorskie, łódzkie i opolskie, otoczone województwami o lepszej sytuacji w krwiodawstwie w pierwszym etapie agregowania dla potrzeb zarządzania powinny być zarządzane oddzielnie z założeniem wyrównywania poziomu (np. stosując technikę benchmarkingu), a następnie powinny być włączone do uprzednio zagregowanych systemów krwiodawstwa.

Powyższe wnioski mogą być przesłanką modyfikacji krajowej polityki krwiodawstwa i krwiolecznictwa w Polsce.

LITERATURA

- Anselin L., [1995], *Local Indicators of Spatial Association-LISA*, Geographical Analysis.
- Bivand R., [1981], *Modelowanie geograficznych układów czasoprzestrzennych*, PWN Warszawa-Poznań.
- Bivand R., [1981], *Autokorelacja przestrzenna a metoda analizy statystycznej w geografii*, [w:] Chojnicki Z. (red.), *Analiza regresji w geografii*, PWN Warszawa-Poznań.
- Kopczewska K., [2006], *Ekonometria i statystyka przestrzenna z wykorzystaniem programu R CRAN*, CeDeWu Warszawa.
- Krzemiński T.F., [2003] (praca zbiorowa), *Farmakologia farmakoterapia oraz materiały stosowane w stomatologii*, Katowice – Warszawa.
- Pluta W., [1986], *Wielowymiarowa analiza porównawcza w modelowaniu ekonometrycznym*, PWN, Warszawa.
- Rosiek A. i in., [2009], *Działalność jednostek organizacyjnych służby krwi w Polsce w 2008 roku*, Journal of Transfusion Medicine, tom 2, nr 4.
- Szołtysek J., Twaróg S., [2009], *Gospodarowanie zasobami krwi jako nowy obszar stosowania logistyki*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka nr 7.
- Szołtysek J., Twaróg S., [2010], *Przestanki i zakres stosowania logistyki w gospodarowaniu zasobami krwi*, Logistyka nr 3, s. 40-44.
- Ustawa z dnia 22.08.1997 r., O publicznej służbie krwi, Dz.U. z dnia 11.09.1997
- <http://www.oddajkrew.pl/index.php?idd=2&id=40>

**THE STUDY OF SPATIAL AUTOCORRELATION OF THE BLOOD DONATION
IN POLAND**

Aim of this study is to investigate the presence of spatial dependence in the level of development of the blood donation. Analysis of spatial data will identify the similarities and differences between provinces. Using the tools of spatial statistics will be revised hypothesis of the presence of spatial autocorrelation. Using local statistics there will be highlighted the major development centers of the blood donation in the country.

The possibility of using measures of spatial autocorrelation will be shown by the example of analysis of diversity of the population per one blood donor, per one blood unit for particular provinces or diversity in the number of hospital beds per one blood unit for provinces. Then there will be formed the synthetic development measure of provinces on the basis of Hellwig's synthetic development measure. Assumed that determined development measure will illustrate overall situation of blood donation in particular province.