

MACIERZ WAG PRZESTRZENNYCH SĄSIEDZTWA W ALGORYTMIE GRUPOWANIA OBSZARÓW O ZEWNĘTRZNEJ SZACHOWNICY GRUNTÓW

Grzegorz Oleniacz✉

Katedra Geodezji i Geotechniki, Politechnika Rzeszowska
ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów, Polska

ABSTRAKT

Artykuł zawiera opis modyfikacji metodyki wyznaczania obszarów koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów. Zmiany dotyczą wagowania cech odnoszących się do występowania zewnętrznej szachownicy gruntów i charakteryzujących wzajemne oddziaływanie poszczególnych par wsi na rozpatrywanym obszarze. Dotychczasowe podejście, w pewnych specyficznych przypadkach, powodowało niepożądany efekt większego wagowania cech dla par wsi niebędących sąsiadami niż dla bezpośrednich sąsiadów tych samych wsi. Przedstawiono wyniki uzyskane z zastosowaniem dwóch wariantów macierzy wag przestrzennych sąsiedztwa konstruowanych w oparciu o kryterium wspólnej granicy, które usprawniają metodę zaprezentowaną pierwotnie w 2017 r.

Słowa kluczowe: rozdrobnienie gruntów, różniczanie zamiejscowi, analiza skupień, diagram Czekańskiego

WPROWADZENIE

Występowanie szachownicy gruntów jest zjawiskiem gospodarczo szkodliwym, przejawiającym się zmniejszeniem wydajności pracy ze względu na straty czasu na dojazd do działek rozproszonych na dużych przestrzeniach oraz na dojście z działki na działkę. W związku z tym rosną koszty transportu, a tym samym całej produkcji rolniczej. Zjawisko to ponadto utrudnia stosowanie prawidłowego płodozmianu i zmusza do nieracjonalnego wykorzystywania ziemi (Noga 2001). W Polsce pojęcie szachownicy gruntów do geodezji rolnej wprowadził Koncent-Zieliński, definiując ją jako obszar ziemi należący do jednej wsi, przy którym posiadłości pojedynczych właścicieli nie leżą w jednym łącznym kawale przy

domu, lecz są rozdrobnione na większą liczbę działek, przeważnie wąskich i długich, rozrzuconych na znacznej przestrzeni i poprzegradzanych działkami różnych właścicieli (Koncent-Zieliński 1907). Szachownica własnościowa gruntów dzieli się ze względu na granice administracyjne. Wyróżniono szachownicę wewnętrzną gruntów (występującą we wnętrzu wsi) i zewnętrzną, która może występować między wsiami, gminami, powiatami, województwami. Mogą być również przypadki występowania szachownicy zewnętrznej między państwami, na przykład szachownica gruntów między Polską a Słowacją, Polską a Czechami, która powstała w okresie zaborów, gdy nie było wówczas między tymi państwami granicy (Dudzińska 2012). Właściciele posiadających grunty w szachownicy Rabczuk (1967)

✉oleniacz@prz.edu.pl

zdefiniował jako różniczan, a uściślił to Noga (1977). W artykule podjęto temat różniczan zamiejscowych, których można określić jako właścicieli posiadających grunt w badanej wsi (lub innym rozpatrywanym obszarze), ale mieszkających poza jej granicami (Mika i in. 2016).

Samo zjawisko szachownicy gruntów oraz przyczyny i skutki jej występowania, a także zagadnienie różniczan opisywane jest szeroko w literaturze światowej (Vanderpol 1956, King i Burton 1982, Van Dijk 2003, Shuhao 2006, Tan i in. 2006, Hung i in. 2007). W Polsce problemem tym zajął się głównie Noga (1977, 1985, 1992, 2001), a kontynuuje to zagadnienie Leń (2017a, 2017b) oraz Mika i Leń (2017). W pracach tych wspólnym mianownikiem łączącym proponowane rozwiązania problemu szachownicy gruntów i negatywnych skutków tego zjawiska, wpływających na działalność rolniczą mieszkańców badanych obszarów, jest reorganizacja przestrzenna obszarów wiejskich, co sprowadza się właściwie do przeprowadzenia procedury scalenia i wymiany gruntów. Prace związane ze scaleniem i wymianą gruntów wiążą się z poniesieniem znacznych nakładów finansowych, które przy ograniczonych środkach budżetowych mogą być przeprowadzone na niewielu obszarach w danym okresie finansowania. Stąd też wydaje się konieczne opracowanie metodologii prowadzącej do wytypowania obszarów pod względem pilności przeprowadzenia tego typu prac w celu racjonalnego wydatkowania środków finansowych.

Propozycje hierarchizacji wsi pod względem pilności przeprowadzenia prac scaleniowych na wybranych obszarach przedstawili m.in. w Leń i Mika (2016), Leń i in. (2016). Wykonanie scalenia i wymiany gruntów na jednym obiekcie, będącym pojedynczą wsią, poprawia wprawdzie strukturę przestrzenną obiektu, nie eliminuje jednak zjawiska zewnętrznej szachownicy gruntów i występowania różniczan zamiejscowych. W związku z tym w 2017 r. pojawiła się propozycja wyszukiwania obszarów zjawiska zewnętrznej szachownicy gruntów i grupowania ich w klastry metodą analizy skupień z wykorzystaniem diagramów Czekanowskiego (Leń i in. 2017). W wyniku realizacji analizy skupień według zapropo-

nowanej procedury otrzymuje się obszary koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów na analizowanym obszarze. Wyznaczone w ten sposób skupiska mogą zostać potraktowane jako obiekty podlegające scaleniu, dla których przeprowadzenie scalenia i wymiany gruntów przyniesie największe korzyści pod względem likwidacji zewnętrznej szachownicy gruntów. Nie jest to podejście całkiem nowe, ponieważ w przywołanych pracach Noga prezentował podobny sposób oceny rozmiarów tego zjawiska za pomocą tablic szachownicowych, jednak nową procedurę znacznie usprawniono i pozwala ona na jednoczesną analizę wielu cech struktury przestrzennej badanego obszaru. Pierwsze testy przeprowadzono w dwóch gminach powiatu opoczyńskiego, które charakteryzują się dużą zewnętrzną szachownicą gruntów (Leń i Mika 2016, Mika i Leń 2017, Leń 2017a). Dodatkową cechą tych gmin jest duża liczba wsi o małej powierzchni (gmina Paradyż – 26 wsi, gmina Sławno – 34 wsie), co predysponuje wybór obiektu do scalenia jako grupy kilku małych obrębów. W przeprowadzonych testach wykazano, że metoda jest skuteczna i w pełni możliwa do zastosowania w praktyce w Polsce. Testy te jednak nie wyczerpały całkowicie poruszonego tematu, a ze względu na występujące problemy numeryczne algorytm podlega ewaluacji (Leń 2018, Oleniacz i Leń 2018).

MACIERZ WAG PRZESTRZENNICH SĄSIEDZTWA

W zaproponowanej przez autorów metodzie (Leń i in. 2017) łączy się kilka cech charakteryzujących szachownicę gruntów na badanym obszarze, które opisane są liczbowo w kwadratowych tablicach:

A = $[a_{ij}]$ – procentowy udział różniczan wśród wszystkich właścicieli działek,

B = $[b_{ij}]$ – procentowy udział działek różniczan wśród liczby wszystkich działek w obrębie,

C = $[c_{ij}]$ – procentowy udział powierzchni działek różniczan w powierzchni całego obrębu,

D = $[d_{ij}]$ – odległości poszczególnych wsi od siebie.

Ze względu na charakter rozpatrywanego problemu wartości zawarte w tablicach od **A** do **C**

odnoszą się bezpośrednio do relacji między badanymi obiektami i wyrażają ich wzajemną zależność od siebie pod względem analizowanej cechy. Macierz **D** jest natomiast podobna do macierzy wag przestrzennych sąsiedztwa. Podstawą do stworzenia diagramu Czekanowskiego (Czekanowski 1909, 1913) jest macierz odległości cech, zastąpiona tutaj (ze względu na charakter danych) macierzą wskaźników $\mathbf{W} = [w_{ij}]$, której poszczególne komórki przyjmują postać zdefiniowaną poprzez wzór (1):

$$w_{ij} = a_{ij} \cdot b_{ij} \cdot c_{ij} \cdot \frac{1}{d_{ij}} \quad (1)$$

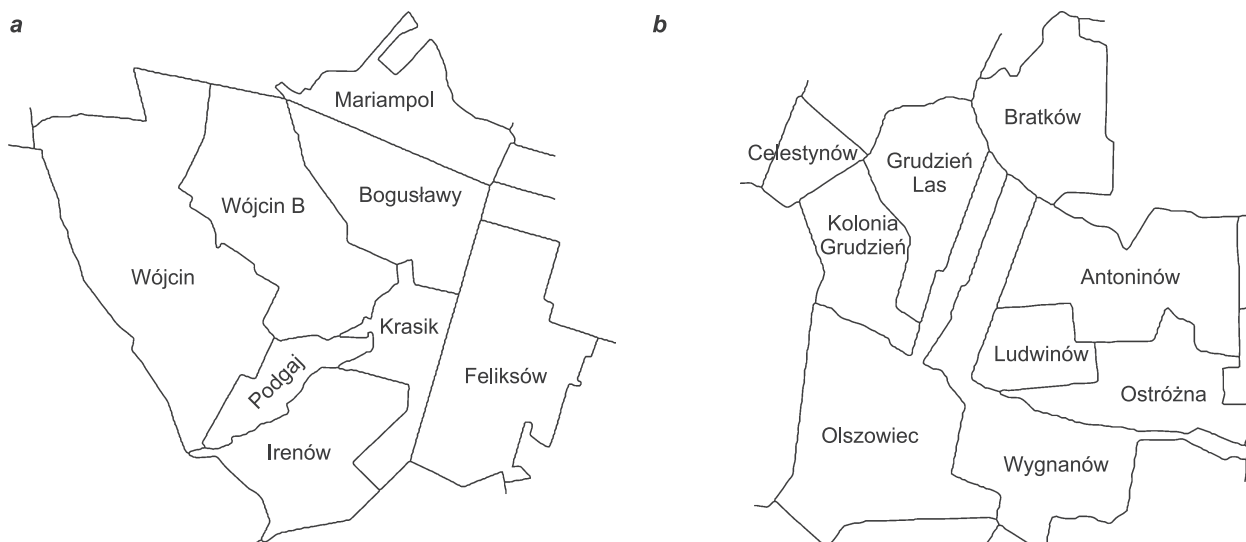
Wartości cechy zawarte w macierzy **D** można uznać za destymulanty, im dalej wsie oddalone są od siebie, tym mniej pożądane jest ich łączenie w obiekty scaleniowe, stąd odwrotność d_{ij} w obliczeniu wartości poszczególnych komórek macierzy **W**.

Pojęcie macierzy sąsiedztwa jest ściśle związane z zagadnieniami statystyki przestrzennej stosowanej szeroko w naukach społeczno-ekonomicznych, w szczególności w ekonometrii. Zagadnienia te znalazły również swoje zastosowanie w analizach dotyczących prac scaleniowych (Dudzińska 2017). Kulczycki i Ligas (2007) stwierdzają, że z dotychczas uważanych

za niewystarczające metod analiz liniowych poprzez aplikację odpowiednich metod wykorzystujących macierze sąsiedztwa można wyciągać wnioski porównywalne, a nawet lepsze niż te uzyskane ze skomplikowanych metod nieliniowych. Typowe macierze wag sąsiedztwa można podzielić na (Kopczewska 2006):

- macierze sąsiedztwa według kryterium wspólnej granicy,
- macierz **k** najbliższych sąsiadów,
- macierz sąsiadów w promieniu *d* km,
- macierz wag według kryterium odwrotności odległości.

Pierwotnie w algorytmie grupowania obszarów o zewnętrznej szachownicy gruntów zastosowany był ostatni z wymienionych wariantów (Leń i in. 2017). Ma on jednak pewne wady powodujące, że w specyficznych sytuacjach większa waga zostanie przypisana do pary wsi niegraniczących ze sobą, a nie do wsi sąsiadujących. Jest to zjawisko niepożądane. Na przykład w gminie Paradyż odległość między wsią Podgaj i Feliksów jest mniejsza niż między wsią Podgaj a Wójcin czy Wójcin B (rys. 1a). Z kolei w gminie Sławno ta sama sytuacja dotyczy na przykład par Ludwinów – Olszowiec i Ludwinów – Antoninów (rys. 1b).



Rys. 1. Położenie wybranych wsi względem siebie: a – w gminie Paradyż; b – w gminie Sławno

Fig. 1. Location of selected villages in relation to each other: a – Paradyż commune; b – Sławno commune

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Głowicka-Wołoszyn i in. (2017) stwierdzają za Pietrzakiem (2010), że jednym z kluczowych elementów w badaniu przestrzennych zależności cech (autokorelacji przestrzennej, identyfikacji efektów przestrzennych) jest problem doboru macierzy wag przestrzennych. Przetaczają również ogólne zasady sformułowane przez Griffitha (1996), którymi należy się kierować, wybierając macierz wag przestrzennych. Wskazują one m.in., aby wykorzystać najprostszą macierz sąsiedztwa geograficznego. W prezentowanym artykule przedstawiono wyniki obliczeń z wykorzystaniem macierzy sąsiedztwa według wspólnej granicy pierwszego rzędu oraz zmodyfikowanej macierzy sąsiedztwa rzędu wyższego. Elementy

w macierzy sąsiedztwa pierwszego rzędu przyjmują wartość 1, jeśli wsie posiadają wspólną granicę lub wartość 0, jeśli nie graniczą ze sobą (tab. 1).

W drugim wykorzystanym wariantcie macierzy sąsiedztwa elementy mają wartość 2 w przypadku posiadania wspólnej granicy oraz 1 w przypadku przeciwnym (tab. 2). Wariant pierwszy jest klasyczną wersją macierzy sąsiedztwa według wspólnej granicy pierwszego rzędu. Z kolei wariant drugi jest pewną modyfikacją macierzy sąsiedztwa wyższych rzędów, z tym że bezpośredni sąsiedzi otrzymują wagę 2, a pozostali (bez względu na stopień sąsiedztwa) – wagę 1.

Tabela 1. Fragment macierzy wag sąsiedztwa dla gminy Sławno w wariantcie 1
Table 1. Fragment of spatial weights matrix for the Sławno commune – option 1

Wyszczególnienie Specification	Antoninów	Antoniówka	Bratków	Celestynów	Dąbrowa	Dąbrówka
Antoninów	0	1	1	0	0	0
Antoniówka	1	0	0	0	0	1
Bratków	1	0	0	0	0	0
Celestynów	0	0	0	0	0	0
Dąbrowa	0	0	0	0	0	0
Dąbrówka	0	1	0	0	0	0

Źródło: opracowanie własne
Source: own study

Tabela 2. Fragment macierzy wag sąsiedztwa dla gminy Sławno w wariantcie 2
Table 2. Fragment of spatial weights matrix for the Sławno commune – option 2

Wyszczególnienie Specification	Antoninów	Antoniówka	Bratków	Celestynów	Dąbrowa	Dąbrówka
Antoninów	1	2	2	1	1	1
Antoniówka	2	1	1	1	1	2
Bratków	2	1	1	1	1	1
Celestynów	1	1	1	1	1	1
Dąbrowa	1	1	1	1	1	1
Dąbrówka	1	2	1	1	1	1

Źródło: opracowanie własne
Source: own study

WYNIKI BADAŃ

Zmiana cechy odzwierciedlanej poprzez macierz **D** spowodowała konieczność korekty sposobu wyznaczania wartości elementów macierzy **W**:

$$w_{ij} = a_{ij} \cdot b_{ij} \cdot c_{ij} \cdot d_{ij} \quad (2)$$

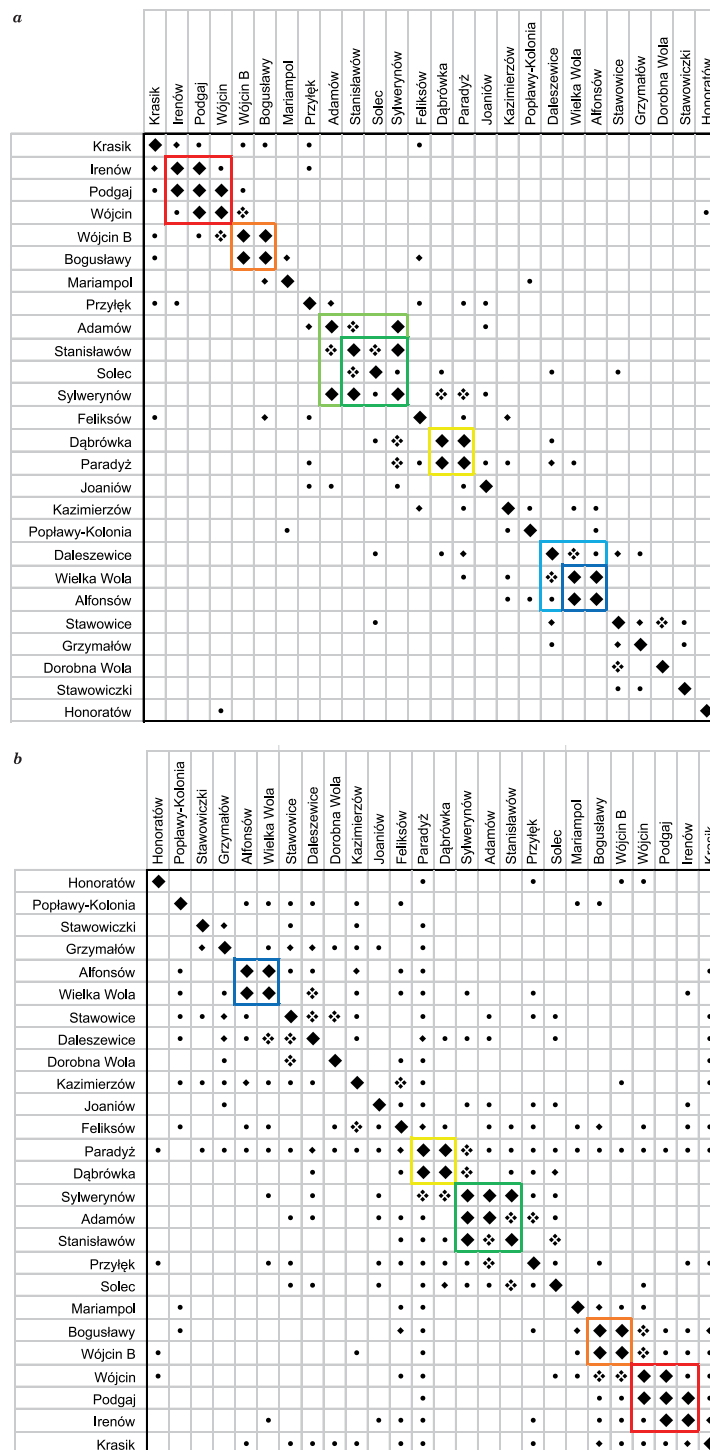
Przyjęcie macierzy **D** według pierwszego wariantu powoduje, że w dalszych obliczeniach uwzględnione zostaną jedynie pary wsi bezpośrednio sąsiadujących ze sobą, a macierz **W** zostanie rozrzedzona. W drugim wariantcie uwzględniane są wszystkie dotychczasowe zależności. Oba warianty macierzy **D**, w przeciwieństwie do wersji pierwotnej, nie powodują przeskalowania stosunku wzajemnych zależności między parami wsi, uzyskanego na podstawie cech zawartych w macierzach od **A** do **C**, co ułatwia obliczenia. Macierz **W**, po odpowiednich przekształceniach w macierz symetryczną **Z**, podlega porządkowaniu, w wyniku czego powstaje diagram Czekanowskiego (Leń i in. 2017). Uzyskane wyniki przedstawiono na rysunkach, dla gminy Paradyż odpowiednio wariant 1 i wariant 2 na rysunku 2a i 2b oraz dla gminy Sławno – wariant 1 i wariant 2 na rysunku 3a i 3b.

Na rysunku 2 i rysunku 3 symbole w postaci dużych czarnych rombów wskazują na pary wsi o największej wzajemnej sile powiązań. Im mniejszy symbol, tym wzajemne powiązania charakteryzowane przez cechy zawarte w macierzach od **A**, **B** i **C** są mniejsze. Puste pola oznaczają brak powiązań. Właściwie bez względu na wybrany wariant macierzy **D** udaje się uzyskać te same wyniki końcowe. Na diagramach widać wyraźnie, że wariant pierwszy powoduje znaczne rozrzedzenie macierzy podlegającej porządkowaniu. W obu gminach odrzucane są w znakomitej większości wartości małe, które z pozoru nie powinny znacząco wpływać na wynik końcowy.

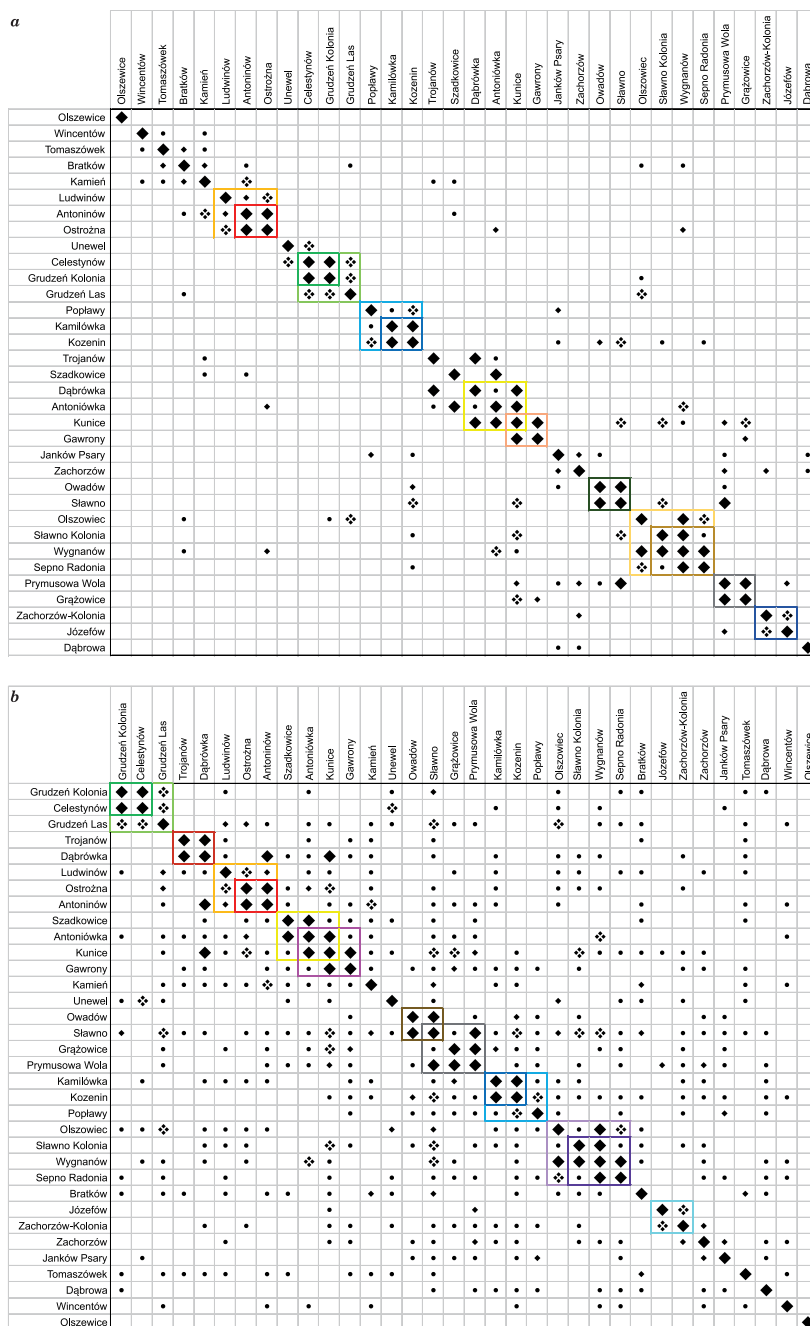
W podstawowym podziale metod analizy skupień rozrózono metody hierarchiczne (nadzorowane), na przykład metodę Warda i niehierarchiczne (nie-nadzorowane) – np. metodę *k*-średnich. W metodach hierarchicznych wyodrębnione są poziomy, na których poszczególne obiekty łączą się w grupy. Z kolei w przypadku metod niehierarchicznych nie uwzględnia się porządku tworzenia grup. Obiekty, które znalazły się w jednej grupie, niekoniecznie muszą pozostawać razem, podczas tworzenia klastrów mogą przechodzić z jednej grupy do innej. W metodach tych jednak liczba tworzonych skupień zostaje zdefiniowana niejako intuicyjnie na starcie, a samo porządkowanie może dawać różniące się wyniki w zależności od początkowego przyjęcia lokalizacji klastrów (Han i in. 2012). Metodę Czekanowskiego można zaliczyć do metod niehierarchicznych, ale ma tę przewagę, że liczba klastrów nie musi być z góry zdefiniowana. Jednak po zastosowaniu macierzy **D** w wariantcie 2 prawie przy każdym uruchomieniu porządkowania diagramu generowane są nieco inne wyniki (rys. 4). Większość z nich po przeprowadzeniu ręcznej korekty daje końcowy rezultat zbliżony z wynikiem dla wariantu 1. Problem ten nie występuje dla wariantu 1, prawdopodobnie algorytm porządkowania lepiej radzi sobie z macierzami rzadkimi.

Po zastosowaniu analizy skupień z wykorzystaniem obu wariantów macierzy wag sąsiedztwa i diagramu Czekanowskiego na terenie obu gmin z łatwością można wydzielić obszary koncentracji zjawiska zewnętrznej szachownicy gruntów, które graficznie przedstawiono na rysunku 5.

Uzyskane rezultaty pozwalają wyodrębnić takie skupiska wsi, dla których efekty przeprowadzenia prac dotyczących scalenia i wymiany gruntów mogą być najlepsze pod względem likwidacji zjawiska zewnętrznej szachownicy gruntów.



Rys. 2. Diagram zewnętrznej szachownicy gruntów we wsiach gminy Paradyż: *a* – wariant 1; *b* – wariant 2
 Fig. 2. Matrix of the outer patchwork of farmland in the villages of the commune of Paradyż: *a* – option 1; *b* – option 2
 Źródło: opracowanie własne
 Source: own study

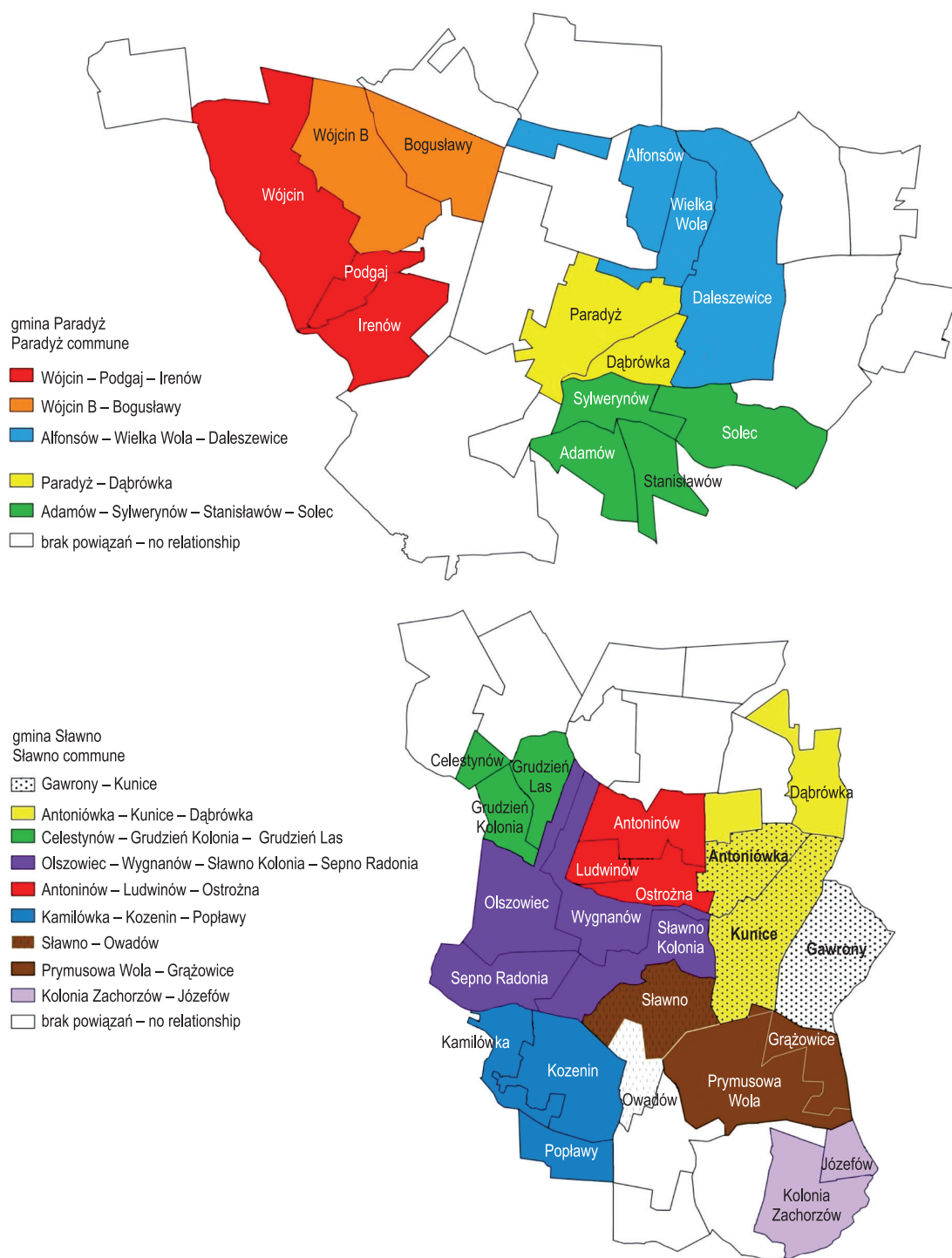


Rys. 3. Diagram zewnętrznej szachownicy gruntów we wsiach gminy Sławno: *a* – wariant 1; *b* – wariant 2

Fig. 3. Matrix of the outer patchwork of farmland in the villages of the commune of Sławno: *a* – option 1; *b* – option 2

Źródło: opracowanie własne

Source: own study



Rys. 5. Obszary koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów w analizowanych gminach

Fig. 5. Clusters of the external patchwork of agricultural land in the analyzed communes

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

PODSUMOWANIE

W obu wariantach uzyskano taki sam ostateczny efekt końcowy, niemniej jednak w wariancie drugim konieczne były niewielkie ręczne korekty diagramu. We wszystkich analizowanych przypadkach uporządkowania diagramu dla wariantu 2 większość uzyskanych skupień pokrywała się z wynikami dla wariantu 1. Wyzerowanie elementów macierzy **W** dla par wsi niebędących sąsiadami nie wpłynęło na liczbę i kształt klastrow. Można stwierdzić, że wariant 1 doboru macierzy wag przestrzennych sąsiedztwa jest bardziej optymalny ze względu na powtarzalność wyników. Biorąc pod uwagę proste przekształcenie macierzy **D** z wariantu 1 do macierzy w wariancie 2, obliczenia dla wariantu drugiego można potraktować jako kontrolne.

Zaproponowane modyfikacje eliminują niepożądany efekt przypisywania większej wagi dla wsi niebędących bezpośrednimi sąsiadami i usprawniają działanie metody identyfikacji obszarów występowania zewnętrznej szachownicy gruntów.

PIŚMIENNICTWO

- Czekanowski, J. (1909). Zur Differentialdiagnose der Neandertalgruppe, *Korrespondenz-Blatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie*, 40.
- Czekanowski, J. (1913). Zarys metod statystycznych w zastosowaniach do antropologii (An outline of statistical methods in anthropology applications). *Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego*, nr 5.
- Dudzińska, M. (2012). Szachownica gruntów rolnych jako czynnik kształtujący przestrzeń wiejską (Patchwork of fields as a factor which affects rural space). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2(3), 45–56.
- Dudzińska, M. (2017). The study of spatial autocorrelation of the land consolidation in Lubelskie Voivodeship. “Environmental Engineering” 10th International Conference, Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania, 27–28 April 2017, DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.187>.
- Getis, A., Aldstadt, J. (2004). Constructing the spatial weight matrix using a local statistics. *Geographical Analysis* 36, 90–104.
- Głowicka-Wołoszyn, R., Kozera, A., Wysocki, F. (2017). Problem doboru macierzy wag przestrzennych w identyfikacji efektów przestrzennych samodzielności finansowej gmin (Problem of spatial weights matrix selection in the identification of spatial effects in evaluation of communes financial self-sufficiency). *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* nr 468. *Taksonomia* 28, 88–98, DOI 10.15611/pn.2017.468.09.
- Griffith, D.A. (1996). Some guidelines for specifying the geographic weights matrix contained in spatial statistical models, in: *Practical handbook of spatial statistics*. Ed. S.L., Arlinghaus. CRC, Boca Raton.
- Hung, P.V., MacAulay, G., Marsh, S.P. (2007). The economics of land fragmentation in the north of Vietnam. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 51, 195–211.
- Han, J. Kamber, M. Pei, J. (2012). *Data mining concepts and techniques*, third edition. Morgan Kaufmann, Waltham, USA.
- Kulczycki, M., Ligas, M. (2007) Zastosowanie analizy przestrzennej do modelowania danych pochodzących z rynku nieruchomości (Spatial analysis and real estate markets’ modelling). *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości* 15(3–4), 145–154.
- King, R., Burton, S. (1982). Land fragmentation. Notes on a fundamental rural spatial problem. *Progress in Human Geography* 6(4), 475–494.
- Koncent-Zieliński, W. (1907). Jak usuwać szachownicę i przeprowadzać kolonizację gruntów (How to eliminate a patchwork of plots and colonize land), Warszawa.
- Kopczewska, K. (2006). *Ekonometria i statystyka przestrzenna z wykorzystaniem programu R CRAN* (Econometrics and spatial statistics using R CRAN software). Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa.
- Leń, P., Mika, M. (2016). Determination of the urgency of undertaking land consolidation works in the villages of the Sławno municipality. *Journal of Ecological Engineering* 17(4), 163–169.
- Leń, P., Oleniacz, G., Skrzypczak, I., Mika, M. (2016). The Hellwig’s and zero unitarisation methods in creating a ranking of the urgency of land consolidation and land exchange work. 16th International Multi-disciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, www.sgem.org, SGEM2016 Conference Proceedings, June 28–July 6, 2(2), 617–624.

- Leń, P. (2017a). The size of the external patchwork of fields as an indicator of the need for land consolidation and exchange in the villages of the commune of Drzewica. *Journal of Water And Land Development* 33(IV–VI), 99–106.
- Leń, P. (2017b). The ranking destination areas for land consolidation works, due to the size checkerboard land on the example of Białaczów. *Environmental Engineering” 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University Article. Lithuania, 27–28 April 2017.*
- Leń, P., Oleniacz, G., Skrzypczak, I., Mika. M. (2017). Methodology for assessing the size and liquidation of the outer patchwork of land. *World Multidisciplinary Earth Symposium – WMESS, 11–15 September 2017 r., Prague, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 95(2017) 032020. DOI:10.1088/1755-1315/95/3/032020.
- Leń, P. (2018). Metodyka oceny i likwidacji zewnętrznej szachownicy gruntów rolnych na potrzeby zwiększenia efektywności procesu scalenia i wymiany (Methodology for the evaluation and elimination of the external patchwork of agricultural land for the purpose of increasing the effectiveness of consolidation and exchange process). *Acta Sci. Pol. Administratio Locorum* 17(1), 315–324.
- Mika, M., Janus, J., Taszakowski, J., Leń, P. (2016). The use of cadastral databases in planning of land consolidation works. *Geographic Information Systems Conference and Exhibition “GIS ODYSSEY 2016” : Conference proceedings, 5th to 9th of September 2016, Perugia, Italy – Zagreb: Croatian Information Technology Society – GIS Forum.*
- Mika, M., Leń, P. (2017). Rozmiary gruntów różniczan i możliwości ich likwidacji na przykładzie wsi gminy Sławno, powiat opoczyński, województwo łódzkie (The size of land by non-residents and the possibility of liquidation on the example of the village municipality Sławno, Opoczno county, state Łódź). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* I(1), 171–182.
- Noga, K. (1977). Analiza międzywioskowej szachownicy gruntów na przykładzie wsi położonych w górnym dorzeczu Soły (Analysis of a village between the patchwork of plots on the example of villages located in the upper basin of the Soła). *ZN AR w Krakowie* nr 133, Sesja Naukowa 7.
- Noga, K. (1985). Problematyka likwidacji międzywioskowej szachownicy gruntów, w: *Nowe tendencje scalania gruntów indywidualnych w terenach wyżynnych, górzystych i górskich* (The issue of liquidation of a village between the patchwork of plots, in: *New trends of consolidation of individual lands in upland, mountainous and mountainous areas*), IUNG, Puławy, t. I, 143–166.
- Noga, K. (1992). Metoda analizy, oceny i likwidacji wadliwej szachownicy gruntów gospodarstw indywidualnych (Method of analyzing, evaluating and eliminating faulty checkers for individual farms). *Biul. Reg. ZDR AR w Krakowie* 304, 110–114.
- Noga, K. (2001). Metodyka programowania i realizacji prac scalenia i wymiany gruntów w ujęciu kompleksowym (Methodology of programming and implementation of works consolidation and exchange of land in terms of complex). *AR, Kraków.*
- Oleniacz, G. Leń, P. (2018). Modification of the algorithm of assessing an external patchwork of the land for the purpose of improving the efficiency of land consolidation works. *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018, www.sgem.org, Review article, accepted for printing.*
- Pietrzak, M.B. (2010). Dwuetapowa procedura budowy przestrzennej macierzy wag z uwzględnieniem odległości ekonomicznej (Two-stage procedure of building a spatial weight matrix with the consideration of economic distance). *Oeconomia Copernicana* 1, 65–78.
- Rabczuk, I. (1967). Problem różniczan w pow. proszowickim, woj. krakowskie. Aktualne zagadnienia geodezji urządzeniowo rolnej (The problem of and out-of-village non-residents in the area of Proszowice province in Krakow and voivodship. Current issues of rural areas geodesy). *SGP, Warszawa.*
- Shuhao, T. (2006). Land fragmentation and rice production. A case study of small farms in Jiangxi Province, P. R. China. Ph.D. Thesis. Wageningen University (2005).
- Tan, S., Heerink, N., Qu, F. (2006). Land fragmentation and its driving forces in China. *Land Use Policy* 23(3), 272–285.
- Vanderpol, P.R. (1956). Reallocations of land in the Netherlands, in: *Land tenure*. Eds. K.H., Parsons, J.J. Penn, P.M. Raup. Madison, University of Wisconsin Press.
- Van Dijk, T. (2003) Scenarios of Central European land fragmentation. *Land Use Policy*, 20(2), 149–158.

SPATIAL WEIGHTS MATRIX IN CLUSTERING OF THE EXTERNAL PATCHWORK OF AGRICULTURAL LAND

ABSTRACT

This publication contains a description of the modification of the methodology for determining the areas of concentration of the external patchwork of agricultural land. The changes relate to the weighting of features regarding the occurrence of the external patchwork of land and characterizing the interaction of individual village pairs in the considered area. The previous approach, in some specific cases, caused the undesirable effect of the higher weighting of features for non-neighbors' couples than for the direct neighbors of the same villages. The results obtained using two variants of the spatial weights matrix constructed on the basis of the common boundary criterion, which improve the method originally presented in 2017, are presented.

Key words: land fragmentation, non-resident owners, cluster analysis, Czekanowski's diagram

