

ZMIANA STRUKTURY PRZESTRZENNEJ ZABUDOWY GMINY SUPRAŚL I ZABŁUDÓW W LATACH 1931-1998

Paweł PRÓCHNICKI*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

Streszczenie: Rozwój demograficzny i gospodarczy w różnorodny sposób oddziałuje na środowisko przyrodnicze. Jednym z elementów oddziaływania jest z pewnością rozwój osadnictwa zarówno miejskiego jak i wiejskiego. Celem pracy była analiza zmian w strukturze przestrzennej zabudowy w dwóch gminach wiejskich: Supraśl i Zabłudów, graniczących z miastem Białystok. Porównano zmiany struktury zabudowy w latach 1931, 1953, 1998. W pracy wykorzystano metodykę GIS i statystykę przestrzenną. Analizy wykazały silny wpływ rozwoju strefy podmiejskiej na rozwój osadnictwa na terenach wiejskich. Wpływ ten widoczny jest zarówno w aspekcie przestrzennym jak i struktury zabudowy.

Słowa kluczowe: osadnictwo, obszary wiejskie, struktura przestrzenna, statystyka przestrzenna, Moran's I, Ripley's K.

1. Wprowadzenie

W wielu rejonach świata urbanizacja silnie wpływa na środowisko naturalne i transformuje krajobraz, wywierając wpływ na strukturę, funkcję i dynamikę ekosystemów (Luck i Wu, 2002). Transformacje terenu połączone z ekspansją zabudowy znacząco wpływają na: bioróżnorodność, przepływ energii, cykle biochemiczne, klimat w skali regionalnej i lokalnej (Sukopp, 1998; McDonnell i in., 1997; Breuste i in., 1998; Baker i in., 2001). W związku z dużym nasileniem procesów urbanizacji, ważne jest analizowanie mechanizmów tego procesu. Pozwoli to na wypracowanie nowych standardów w gospodarowaniu i planowaniu przestrzennym i na zachowanie równowagi ekologicznej, minimalizując negatywne oddziaływanie na środowisko (Breuste i in., 1998, Forman, 1995).

Obserwacja procesów urbanizacji i zmian ich dynamiki przestrzennej i czasowej może być prowadzona w oparciu o analizę zdjęć lotniczych, archiwalnych i aktualnych map geograficznych i topograficznych oraz materiałów bibliograficznych (Forman, 1995). W analizie zebranych danych przestrzennych używa się metodyki GIS i statystyki przestrzennej dającej możliwość obliczenia wymiernych miar statystycznych do analiz porównawczych (Luck i Wu, 2002, Solon, 2009). W badaniach geograficznych coraz częściej wykorzystuje się tak zwaną statystykę przestrzenną (Rangel i in., 2010; Fortin i Dale, 2005). Podstawą jej stosowania jest

uwzględnianie w obliczeniach miar statystycznych, nie tylko jakościowych i ilościowych cech zmiennych, ale także ich położenia przestrzennego. W obliczeniach może być pomocne specjalistyczne oprogramowanie, wykorzystujące bezpośrednio mapy numeryczne GIS (Rosenberg i Anderson, 2011; Rangel i in., 2010). Wykorzystując informację o położeniu przestrzennym zjawisk i obiektów można przeprowadzać szereg testów (np. Ripley's K), oceniających strukturę przestrzenną danych punktowych jednej kategorii (Ripley, 1976; Haase, 1995; Dale, 1999), jak i wielu kategorii (Andersen, 1992, Barot i in., 1999; Dixon, 2002). Wiele testów i analiz (np. Moran's I, Geary's c, LISA), diagnozujących typ rozkładu przestrzennego, opartych jest na autokorelacji przestrzennej (Rangel i in., 2010; Legendre i Fortin, 1989). Inne testy korelacyjne, jak test Mantela, Pearsona, porównują rozkład przestrzenny dwóch zmiennych i są podstawą analiz zmienności przestrzenno-czasowej (Dutilleul, 1993; Dutilleul i in., 2000; Fortin i Dale, 2005).

Celem pracy była analiza zmian w strukturze przestrzennej zabudowy w dwóch gmin wiejskich: Supraśl i Zabłudów. Gminy te graniczą bezpośrednio z miastem Białystok. Analiza miała charakter diachroniczny. Porównano zmiany struktury zabudowy w latach 1931, 1953, 1998. Ocena wpływu miasta i rozwijającej się jego strefy podmiejskiej może mieć ważne implikacje w gospodarowaniu przestrzenią i ocenie wpływu na środowisko przyrodnicze.

* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: p.prochnicki@pb.edu.pl

2. Metodyka i materiały

W pracy wykorzystano archiwalne mapy topograficzne w skali 1:100 000 z lat: 1931, 1953 i 1998. Na ich podstawie opracowano numeryczne mapy rozmieszczenia zabudowy gmin: Supraśl i Zabłudów. Wykorzystano do tego oprogramowanie z zakresu GIS – Geomedia Professional. Rastrowe obrazy map topograficznych umieszczono we wspólnym jednorodnym układzie odniesienia. Na mapy numeryczne przeniesiono granice posesji i pojedynczych zabudowań, pomierzono ich powierzchnię i zapisano ją jako atrybut obiektu. Do obliczeń statystycznych przygotowano:

- kartogramy o wielkości pola 500x500 m; w każdym z pól zsumowano powierzchnię zabudowy;
- centroidy obiektów reprezentujących poszczególne posesje lub zwartą zabudowę; powiązano z nimi informację o powierzchni reprezentowanego obiektu na mapie.

W obliczeniach przestrzennych miar statystycznych wykorzystano oprogramowanie: Passage 2 (Rosenberg i Anderson, 2011) i SAM 4 (Rangel i in., 2010). Zgromadzone dane w postaci mapy numerycznej wykorzystano do obliczeń. Przeprowadzono trzy testy: Pearson'a, Ripley's K i Moran's I. Test Pearson'a jest testem korelacyjnym bardzo popularnym w wielu dziedzinach. Określa on poziom zależności liniowej między zmiennymi (Łomnicki, 2000). Testowanie danych przestrzennych jest możliwe dzięki wprowadzeniu procedury CRH (Clifford i in., 1989). Procedura wykorzystuje podobieństwo wariancji do korekty stopni swobody i umożliwia określenie poziomu istotności testu. Może on być wykorzystany do badania podobieństwa rozmieszczenia danych punktowych w dwóch macierzach. Jako zmienne traktowane są wówczas współrzędne geograficzne (Fortin i Dale, 2005; Dutilleul, 1993). Współczynnik korelacji r Pearsona może przyjmować wartości od -1 do $+1$ (Rangel i in., 2010). Testem tym sprawdzano korelację przestrzenną rozmieszczenia zabudowy w kolejnych latach. Test Ripley's K pozwala ocenić rozkład przestrzenny danych punktowych przez porównanie z wzorcem hipotetycznym idealnie losowym. Rozkład danych porównywany jest do rozkładu Poissona. Test analizuje zmienność współczynnika dyspersji (skupień) w funkcji odległości. Wynikiem testu jest wykres współczynnika dyspersji $L(t)$ w funkcji odległości. Wartości $L(t) < 0$ interpretowane są jako rozkład regularny, $L(t) = 0$ jako rozkład losowy, a $L(t) > 0$ jako rozkład skupiskowy (Ripley, 1976; Dale, 1999). Test Moran's I jest diagnostyczny w zakresie struktury przestrzennej danych ciągłych w polach kartogramu. Jest to test autokorelacyjny, badający zależności przestrzenne (korelacje) obiektów tej samej grupy. Współczynnik I obliczany jest jako iteracja dla kolejnych przedziałów odległości. Test jest ustandaryzowany i przyjmuje wartości od -1 do $+1$. Wynikiem testu jest korelogram prezentujący zmienności autokorelacji w funkcji odległości. Przebieg linii korelogramu, a szczególnie jego przecięcia z osią X , pozwala ocenić typ rozkładu przestrzennego: losowy, gradientowy, równomierny,

skupiskowy regularny i skupiskowy nieregularny (Rangel i in., 2006; Legendre i Fortin, 1989; Fortin i Dale, 2005).

3. Obszar badań

Do badań wybrano dwie położone w województwie podlaskim gminy: Supraśl i Zabłudów (rys. 1). Obie gminy położone są w bezpośrednim sąsiedztwie miasta Białystok. Powierzchnia gminy Supraśl wynosi 187,96 km², a gminy Zabłudów – 339,76 km². Gminę Supraśl zamieszkuje 12 909 mieszkańców, a gminę Zabłudów – 8 448 mieszkańców, czyli odpowiednio 68,7 i 25 osób/km². Obydwie gminy mają charakter rolniczy. W gminie Supraśl 23% powierzchni to użytki rolne i 68% użytki leśne, a w gminie Zabłudów – 62% użytki rolne i 31% użytki leśne. Użytki leśne w gminie Supraśl w dużej mierze stanowi Puszcza Knyszyńska, objęta ochroną w ramach parku krajobrazowego. Dane dla gminy Supraśl są aktualne na rok 2004, gminy Zabłudów na rok 2006.



Rys. 1. Położenie obiektów badań: gmin Supraśl i Zabłudów

4. Wyniki i dyskusja

Powierzchnia zabudowy w gminie Supraśl w roku 1931 wynosiła 0,55 km², w roku 1953 – 1,12 km², a w roku 1998 wzrosła do 2,6 km². W badanym okresie zanotowano wzrost powierzchni zabudowy o około 400%. Wzrost ten wynika z rozwoju powierzchni rozwijających się przestrzennie miasteczek i wsi, jak również zabudowy

rozproszonej w północnej części gminy, blisko granicy z miastem Białystok (rys. 2). Powierzchnia zabudowy w gminie Zabłudów w roku 1931 wynosiła 1,8 km², w roku 1953 – 3,68 km², a w roku 1998 wzrosła do 3,98 km². W badanym okresie zanotowano wzrost powierzchni zabudowy o około 100%. W tej gminie rozwój zabudowy był najintensywniejszy w okresie powojennym do roku 1953 i zdeterminowany był głównie przez przestrzenny rozwój wsi. W kolejnych latach do roku 1998 był wyraźnie słabszy i związany był z rozwojem rozproszonej zabudowy w południowej i centralnej części gminy (rys. 3). Rozmieszczenie przestrzenne zabudowań (na bazie mapy centroid poszczególnych posesji) w kolejnych parach czasowych

analizowano testem Pearson'a. Współczynnik korelacji Pearsona r w gminie Supraśl dla pary czasowej 1931-1953 wyniósł 0,90, a dla kolejnej pary czasowej 1953-1998 wyniósł 0,75. Wysokie podobieństwo dla pierwszej pary czasowej jest charakterystyczne dla rozwoju obszarów wiejskich: zabudowa rozwija się wokół stałych punktów (wsi), warunkowana jest historycznymi założeniami, nie powstają dodatkowe punkty osiedleńcze. Znaczący spadek podobieństwa (o około 0,15) w kolejnej parze czasowej to wynik rozwoju osadnictwa rozproszonego przy granicy z miastem Białystok. Wokół miast tworzą się zazwyczaj strefy podmiejskie, w postaci koncentrycznych pasów, wkraczające na tereny wiejskie i modyfikujące jej strukturę i funkcję.

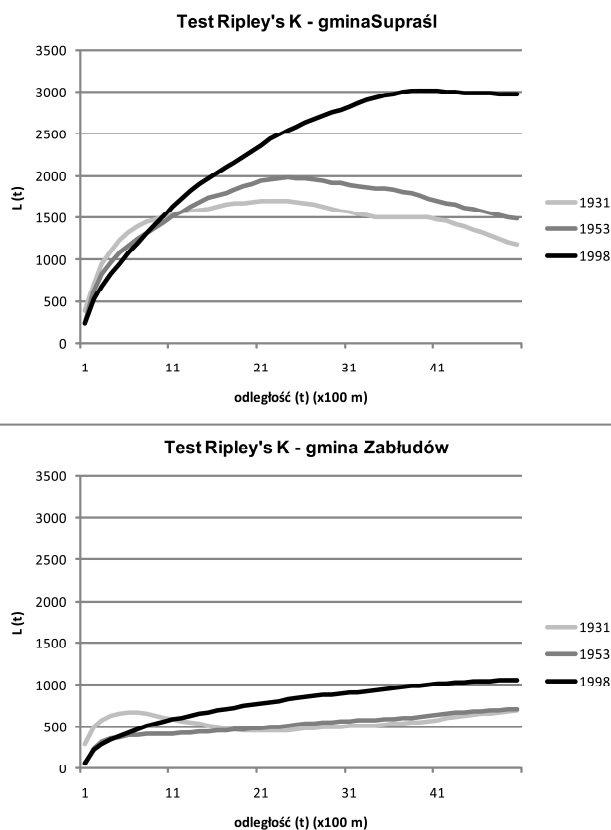


Rys. 2. Rozmieszczenie zabudowy na terenie gminy Supraśl

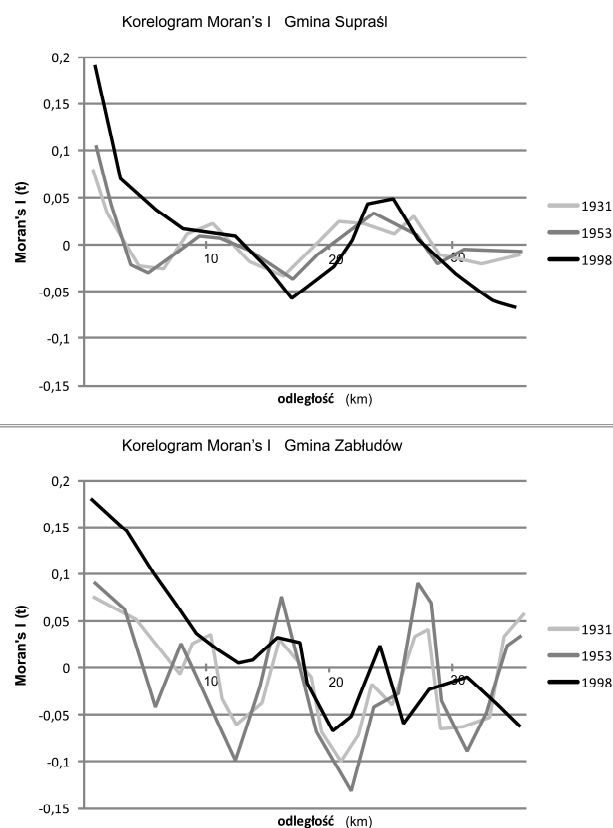


Rys. 3. Rozmieszczenie zabudowy na terenie gminy Zabłudów

Współczynnik korelacji Pearsona r w gminie Zabłudów dla pary czasowej 1931-1953 wyniósł 0,92, a dla kolejnej pary czasowej 1953-1998 wyniósł 0,83. Podobnie jak w gminie Supraśl, wysoka korelacja dla pierwszej pary czasowej to wynik rozwoju wsi i miasteczek. Spadek korelacji jest mniejszy niż w gminie Supraśl (o około 0,09), ale również świadczy o rozwoju strefy podmiejskiej miasta w postaci rozproszonej zabudowy. Kolejnym wykonanym testem był test Ripleya K przeprowadzonym na mapie centroid (rys. 4). W obydwu gminach wartości korelacji przestrzennej $L(t)$ są większe od 0, czyli osadnictwo ma charakter skupiskowy. W gminie Zabłudów siła skupień jest jednak zdecydowanie mniejsza (gdzie $L(t)$ osiąga maksymalnie wartość około 1000) niż w gminie Supraśl (gdzie $L(t)$ osiąga maksymalnie wartość około 3000) (rys. 4). W obu gminach skupienia zabudowy w roku 1931 i 1953 mają podobnych charakter. Dopiero w roku 1998 widać wyraźną zmianę trendu – najsilniej skupiska zaznaczają się: w gminie Zabłudów na 3,5 km, a w gminie Supraśl na 4 km. Obliczenia te potwierdzają ogólny trend do ekspansji zabudowy wokół już istniejących wsi i miejscowości. Tendencję tę widać również przy wizualnej ocenie map źródłowych (rys. 2 i 3). Mniejsza siła skupień w gminie Zabłudów – to przestrzenny efekt rozwoju strefy podmiejskiej w postaci rozproszonych pojedynczych zabudowań w północnej i centralnej części gminy. Strukturę zabudowy analizowano także testem na autokorelację przestrzenną Moran's I (rys. 5). Interpretacji korelogramów dokonano zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Fortin i Dale (2005). Linia korelogramu w roku 1931 i 1953 dla obu gmin ma bardzo podobny charakter: kilkakrotnie przecina zerową oś X, a wychylenia w stronę wartości dodatnich i ujemnych są dość regularne i osiągają podobny poziom. Pozwala to opisać strukturę przestrzenną zabudowy w gminach Supraśl i Zabłudów jako skupiska nieregularnej wielkości i nieregularnie rozmieszczone. Taki typ struktury jest typowy dla obszarów wiejskich. Zmiana w charakterze korelogramów widoczna jest dla stanu z roku 1998. W obu analizowanych gminach, początek linii korelogramu znacząco się podnosi (do wartości I około 0,2) i łagodnie opada, w gminie Supraśl przecina oś X na 13 km, a w gminie Zabłudów na 19 km. Taki obraz korelogramu świadczy o wykształcaniu się struktury gradientowej, przy czym w gminie Zabłudów ma ona silniejszy charakter. Powstawanie takiej struktury to efekt jednostronnego wkraczania strefy podmiejskiej. Tereny wiejskie przyległe do miasta stanowią ciekawe tereny inwestycyjne pod zabudowę mieszkaniową i usługową. Przekształcanie użytków rolnych i wykorzystanie ich pod zabudowę stopniowo sięga coraz dalej od miast i sprzyja wykształcaniu się struktury gradientowej (Forman, 1995). Rozwój struktury gradientowej na terenie gminy Supraśl jest mniej zaznaczony (w porównaniu do gminy Zabłudów). Wkraczanie strefy podmiejskiej jest ograniczone przez Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej.



Rys. 4. Test Ripley's K prezentujące zmienność stopnia dyspersji przestrzennej (skupień) w funkcji odległości dla gmin Supraśl i Zabłudów w latach 1931, 1953 i 1998



Rys. 5. Korelogramy Moran's I prezentujące zmienność autokorelacji przestrzennej w funkcji odległości dla gmin Supraśl i Zabłudów w latach 1931, 1953 i 1998

5. Podsumowane i wnioski

W świetle analiz materiału kartograficznego i analiz przestrzennych na terenie gmin Supraśl i Zabłudów widoczne są zmiany w strukturze zabudowy. Analizowane gminy są pod silną presją procesów urbanizacyjnych mających swe źródło w rozwoju strefy podmiejskiej Białegostoku. Do roku 1953 osadnictwo w tych gminach rozwijało się w sposób typowy dla terenów wiejskich, tworząc układy skupiskowe. Po roku 1953 widocznych jest wyraźny trend przemiany tej struktury w układ gradientowy. Nasilenie rozwoju zabudowy najsilniejsze jest blisko granic z miastem. Na terenie gminy Supraśl procesy urbanizacji ograniczane są dzięki prawnej ochronie dużego kompleksu leśnego Puszczy Knyszyńskiej.

Literatura

- Andersen M. (1992). Spatial analysis of two species interactions. *Oecologia*, Vol. 91, 134-140.
- Baker L.A., Hope D., Xu Y., Edmonds J., Lauver L. (2001). Nitrogen Balance for the Central Arizona-Phoenix (CAP) Ecosystem. *Ecosystems*, Vol. 4, 582-602.
- Barot S., Gignoux J., Menaut J. C. (1999). Demography of savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analysis. *Ecology*, Vol. 80, 1987-2005.
- Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O. (1998). *Urban Ecology*. Springer, Berlin.
- Clifford P., Richardson S., Hémon D. (1989). Assessing the significance of the correlation between two spatial processes. *Biometrics*, Vol. 45, 123-134.
- Dale M. R. T. (1999). *Spatial pattern analysis in plant ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Dixon P. M. (2002). Nearest-neighbor contingency table analysis of spatial segregation for several species. *Ecoscience*, Vol. 9, 142-142.
- Dutilleul P. (1993). Modifying the t test for assessing the correlation between two spatial processes. *Biometrics*, Vol. 49, 305-314.
- Dutilleul P., Stockwell J. D., Frigon D., Legendre P. (2000). The Mantel test versus Pearson's correlation analysis: Assessment of the differences for biological and environmental studies. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, Vol. 5, 131-150.
- Forman R. (1995). *Land mosaics, the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fortin M.-J., Dale M. R. T. (2005). *Spatial analysis: a guide for ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Haase P. (1995). Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-function: introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science*, Vol. 6, 575-582.
- Legendre P., Fortin M.-J. (1989). Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio*, Vol. 80, 107-138.
- Łomnicki A. (2000). *Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników*. PWN, Warszawa.
- McDonnell M.J., Pickett S., Groffman P., Bohlen P. (1997). Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. *Urban Ecosys*, Vol. 1, 21-36.
- Luck M., Wu J. (2002). A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecology*, Vol. 17, 327-339.
- Rangel T. F., Diniz-Filho J. A. F., Bini L. M. (2010). SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. (Version 4). *Ecography*, Vol. 33, 46-50.
- Ripley B. D. (1976). The second-order analysis of stationary point processes. *Journal of Applied Probability*, Vol. 13, 255-266.
- Rosenberg M. S., Anderson C. D. (2011). PASSaGE: Pattern analysis, spatial statistics and geographic exegesis. Version 2. *Methods in Ecology and Evolution*, Vol. 2, 229-232.
- Solon J. (2009). Spatial context of urbanization: Landscape pattern and changes between 1950 and 1990 in the Warsaw metropolitan area, Poland. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 93, 250-261.
- Sukopp H. (1998). *Urban ecology – scientific and practical aspects*. W: *Urban Ecology*. Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O. (eds.). Springer, Berlin, 3-16.

CHANGES OF SPATIAL STRUCTURE OF SETTLEMENT IN SUPRAŚL AND ZABŁUDÓW COMMUNES WITHIN 1931-1998

Abstract: The economic and demographic development has a various impact on the nature environment. One of its impact element is urban and rural settlement expansion. The aim of work was to analyze changes in spatial structure of settlement within Supraśl and Zabłudów communes, which are located in the Białystok vicinity. The changes of structure in 1931, 1953 and 1998 were conducted. A GIS methods and spatial analysis were used in the study. The analysis reveals that development of suburban area has a significant influence on the development of settlement in a rural area. The impact is noticeable both in spatial aspect and structure aspect.

Badania przeprowadzono w ramach projektu nr S/WBiIS/1/2011, realizowanego w Katedrze Ochrony i Kształtowania Środowiska Politechniki Białostockiej. Autor dziękuje swoim dyplomantom: Annie Kuczko i Cezaremu Rytelowi za pomoc w przygotowaniu danych źródłowych.