

Nowa perspektywa w ocenie stopnia fragmentacji struktury przestrzennej krajobrazu: krajobrazowa krzywa hipsometryczna

KATARZYNA OSTAPOWICZ¹, ELŻBIETA ZIÓŁKOWSKA¹, PETER VOGT²

¹ *Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński
ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków,
eziolkowska@gis.geo.uj.edu.pl, kostapowicz@gis.geo.uj.edu.pl*

² *European Commission-DG-Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability,
21-020 Ispra (VA), via Enrico Fermi 1, Italy, peter.vogt@jrc.ec.europa.eu*

Słowa kluczowe: struktura przestrzenna krajobrazu, fragmentacja, metryki krajobrazowe

Fragmentacja struktury przestrzennej krajobrazu jest najczęściej opisywana za pomocą zbioru metryk krajobrazowych (odnoszących się np. do liczby, wielkości, kształtu czy izolacji wyróżnionych elementów), obliczanych na podstawie dyskretnej reprezentacji krajobrazu. W praktyce, coraz częściej poszukujemy jednak jednej miary, która pozwoliłaby w złożony sposób odpowiedzieć na pytanie: „jaki jest stopień fragmentacji badanego przez nas obszaru?”. Nowe podejście oparte na analizie odległości pomiędzy płatami i w ich wnętrzu (połączenie dyskretnej i ciągłej reprezentacji krajobrazu) - krajobrazowa krzywa hipsometryczna (ang. *'landscape hypsometric curve, LHC'*) – pozwala na ocenę fragmentacji przy użyciu jednej miary.

Opisanie w prawidłowy sposób przestrzennej struktury krajobrazu stanowi podstawę właściwego zrozumienia związków pomiędzy układem przestrzennym elementów krajobrazu a procesami zachodzącymi w środowisku. Zastosowanie do opisu struktury przestrzennej krajobrazu modeli dyskretnych, w których krajobraz jest rozumiany i analizowany jako system dyskretnych jednostek przestrzennych (np. płatów w mozaice, czy płatów i korytarzy), jest powszechne w badaniach z zakresu ekologii krajobrazu (np. McGarigal i in. 2009, Dragut 2010). W oparciu o modele dyskretne zostało opracowanych wiele miar m.in. metryki krajobrazowe (np. McGarigal i in. 2002) pozwalających na ilościowy opis struktury przestrzennej krajobrazu. Jednakże zastosowana w modelach dyskretnych kategoryzacja (będąca często procesem subiektywnym) prowadzi do utraty informacji o wewnętrznej heterogeniczności wyróżnionych jednostek krajobrazowych. Zaproponowaną w literaturze przedmiotu alternatywą dla modeli dyskretnych są modele ciągłe (gradientowe), w których krajobraz jest rozumiany jako seria stopniowych przejść (gradientów) wybranych zmiennych środowiskowych (Bolliger i in. 2009). Do tej pory modele ciągłe były jednak w niewielkim stopniu stosowane w pracach z zakresu ekologii krajobrazu, przede wszystkim ze względu na trudności jakie niesie ze sobą opis „ciągłej” powierzchni za pomocą jednej (lub kilku) miar ilościowych, łatwych w obliczeniu i interpretacji (np. McGarigal i in. 2009, Hoechsttter i in. 2011, Mondal 2011). Wydaje się więc, że dopiero integracja (połączenie zalet) dwóch wymienionych powyżej podejść w jedną, spójną reprezentację i opracowanie na jej podstawie odpowiednich miar opisujących w sposób jakościowy lub ilościowy strukturę przestrzenną krajobrazu, może pomóc w zwiększeniu dokładności oceny struktury krajobrazu, m.in. jej fragmentacji. Ponadto zastosowanie zintegrowanego podejścia może również ograniczyć ilość miar (metryk) potrzebnych do całościowego opisu struktury przestrzennej krajobrazu lub jej zmian. Celem niniejszego opracowania jest więc zaprezentowanie nowego podejścia opartego na zintegrowanej reprezentacji krajobrazu (dyskretno-ciągłej), pozwalającej na opisanie przy pomocy jednej miary złożonego zjawiska fragmentacji.

Punktem wyjścia w zaproponowanym podejściu jest dyskretny model struktury krajobrazu - mapa binarna przedstawiająca wyróżnione w krajobrazie elementy oraz tło, np. płaty lasu

otoczone przez powierzchnię nieleśną. Bazując na tej reprezentacji, w kolejnym kroku tworzona jest mapa odległości od krawędzi płątów na zewnątrz (wartości ujemne) i do wnętrza (wartości dodatnie). W ten sposób powstaje ciągły obraz struktury przestrzennej krajobrazu, który może być interpretowany podobnie do mapy wysokości, wartości dodanie odległości można rozumieć jako wysokości nad poziomem morza natomiast wartości ujemne odległości jako wysokości poniżej poziomu morza. W proponowanym podejściu założono, że charakterystyka rozkładu ukształtowania odległości ("wysokości") pozwala ocenić stopień fragmentacji struktury przestrzennej krajobrazu. Do opisu tego rozkładu zastosowano krzywą hipsometryczną, nazywając ją krajobrazową krzywą hipsometryczną (ang. *'landscape hypsometric curve, LHC'*). Następnie założono, że kształt krzywej mówi o stopniu fragmentacji badanej struktury krajobrazu charakteryzowanym m.in. przez liczbę płątów, ich wielkość i kształt oraz izolację. Wykorzystując metody stosowane w analizie matematycznej do opisu przebiegu funkcji opracowana została miara (stosunek położenia minimum i maksimum) umożliwiająca syntetyczny, ilościowy opis fragmentacji. W odróżnieniu od innych podejść zaproponowana procedura w prosty sposób, przy użyciu jednej miary, pozwala ocenić stan a także zmiany fragmentacji struktury przestrzennej krajobrazu uwzględniając jej wielowymiarowe aspekty (np. liczbę płątów, ich wielkość i kształt oraz izolację), do czego do tej pory konieczne było wykorzystaniem np. kilku metryk krajobrazowych. Ponadto w podejściu zastosowano integrację dwóch istniejących reprezentacji przestrzennej struktury krajobrazu: dyskretną (model płyty-tło) oraz ciągłą (model odległości) w ten sposób rozwijając możliwości ich wykorzystania.

W dzisiejszym, coraz bardziej i gwałtowniej zmieniającym się pod wpływem działalności człowieka krajobrazie, dokładna ocena stopnia fragmentacji m.in. obszarów siedliskowych (np. obszarów leśnych) jest niezbędnym elementem efektywnej ochrony bioróżnorodności. Krajobrazowa krzywa hipsometryczna jest narzędziem łatwym w zastosowaniu oraz interpretacji, a jednocześnie pozwala na opis złożonego zjawiska za pomocą jednej miary. Niesie więc za sobą duży potencjał praktycznego zastosowania, np. w różnego typu raportach oceny stanu środowiska, czy jako zmienna objaśniająca w bardziej złożonych modelach siedliskowych czy populacyjnych.

Badania finansowane są ze środków Narodowego Centrum Nauki, programu SONATA, projektu: „Połączenie podejść dyskretnego i ciągłego w modelowaniu fragmentacji i powiązalności krajobrazu z wykorzystaniem teorii i technologii informacji geograficznej” (numer projektu: 2011/03/D/ST10/05568).

Literatura

Bolliger J, Wagner H H, Turner M G (2009) Identifying and quantifying landscape patterns in space and time. [w:] Kienast F, Wildi O, Ghosh S (Ed.), A Changing World. Challenges for Landscape Research. Springer Science + Business Media B.V., 177–194

Drąguł L, Walz U, Blaschke T (2010) The Third and Fourth Dimensions of Landscape: towards Conceptual Models of Topographically Complex Landscapes. Landscape Online 22: 1-10

Hoechstetter S, Walz U, Thinh N X (2011) Adapting lacunarity techniques for gradient-based analyses of landscape surfaces, Ecological Complexity 8: 229-238

McGarigal K, Cushman SA, Neel MC, Ene E (2002) FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the

University of Massachusetts, Amherst. Available from
<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

McGarigal K, Tagil, S, Cushman S (2009) Surface metrics: an alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure. *Landscape Ecology* 24: 433-450

Mondal P (2011) Quantifying surface gradients with a 2-band Enhanced Vegetation Index (EVI2). *Ecological Indicators* 11: 918-924