

Katarzyna PUKOWIEC-KURDA¹, Michał SOBALA²

¹Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi
Sosnowiec, Polska

e-mail: katarzyna.pukowiec@us.edu.pl

²Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG

Sosnowiec, Polska

e-mail: m-sobala@wp.pl

NOWA METODA OCENY STOPNIA ANTROPOGENICZEGO PRZEKSZTAŁCENIA KRAJOBRAZU NA PODSTAWIE METRYK KRAJOBRAZOWYCH

THE NEW METHOD OF EVALUATING THE DEGREE OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPE TRANSFORMATION BASED ON LANDSCAPE METRICS

Słowa kluczowe: metryki krajobrazowe, antropogenizacja krajobrazu, monitoring krajobrazu, standaryzacja badań krajobrazowych

Key words: *landscape metrics, landscape antropization, landscape monitoring, standardisation of landscape research*

Streszczenie

Działania z zakresu ochrony i kształtowania krajobrazu rodzą potrzebę dostarczenia odpowiednich narzędzi, pozwalających na monitorowanie jego stanu. Do ilościowego opisu stanu krajobrazu oraz oceny jego zmian służyć mogą metryki krajobrazowe. Artykuł jest odpowiedzią na tę potrzebę i przedstawia propozycję nowej metody oceny stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Metoda ta opiera się na ocenie relacji pomiędzy indeksem średniego kształtu płatu (MSI) a indeksem różnorodności Shannona (SHDI), opisanej za pomocą zaproponowanego wskaźnika antropogenicznego przekształcenia krajobrazu ALTI. Założono, że spadek tego wskaźnika oznacza wzrost antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Wykazano, że dla analizowanej próby badawczej, wartość zaproponowanego wskaźnika przyjmuje duże wartości w obszarach parków narodowych (krajobrazy przyrodnicze), maleje w gminach wiejskich (krajobrazy przyrodniczo-kulturowe), a w obszarach miast reprezentujących krajobrazy kulturowe osiąga najniższe wartości.

Abstract

In the context of the actions taken in the field of landscape protection and architecture, the need arises to implement appropriate tools for landscape monitoring. Landscape metrics can be used in order to provide a quantitative description of the landscape shape. The present paper responds to this need, hence proposing a new method of assessing the anthropogenic landscape transformation. This method is based on the correlation between the Mean Shape Index (MSI) and Shannon's Diversity Index (SHDI), described by means of the Anthropogenic Landscape Transformation Index (ALTI). It has been assumed that a drop in this index indicates an increase in the anthropogenic landscape transformation. The findings from the research sample reveal that the ALTI value is elevated in national parks (natural landscape); it drops in rural municipalities (natural and cultural landscape); and reaches the lowest level in urban municipalities (cultural landscape).

WPROWADZENIE

W związku z wysoką rangą zagadnień ochrony, kształtowania i racjonalnego użytkowania krajobrazu w skali europejskiej, również w Polsce rośnie zainteresowanie społeczne i administracyjne (prawne) kwestiami jakości przestrzeni publicznej i krajobrazu. Wzrost aktywności na tym polu bazuje na podstawowych wytycznych, zawartych w licznych ustaleniach międzynarodowych, m.in. Ogólnoeuropejskiej Strategii Różnorodności Biologicznej i Krajobrazowej z 1995 r. oraz Europejskiej Konwencji Krajobrazowej z 2000 r. (Solon, 2008; Myga-Piątek, Nita, 2015). W Polsce w ubiegłym roku weszła w życie *ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu* (Dz. U. 2015, poz. 774).

Zmiany legislacyjne w dziedzinie ochrony i kształtowania krajobrazu poprzedzone były szeregiem prac, mających na celu standaryzację metod i podejść stosowanych w badaniach krajobrazowych. Wynikały one z konieczności bardziej efektywnego wykorzystania wiedzy krajobrazowej w działaniach praktycznych. Nowe regulacje prawne wprowadziły obowiązek przeprowadzenia audytu krajobrazowego, czyli okresowego kompleksowego przeglądu i oceny stanu krajobrazów Polski. Spowodowało to potrzebę opracowania powszechnie akceptowanej metodyki delimitacji, typologii i waloryzacji aktualnych krajobrazów. Propozycję kompleksowej i wieloetapowej procedury postępowania w toku realizacji audytu krajobrazowego przedstawili J. Solon i in. (2015). Jednocześnie autorzy Ci podkreślili potrzebę rozbudowy procedury poprzez pogłębienie zakresu analiz i zastosowanie kryteriów dynamicznych, wynikających z porównania wyników kolejnych edycji audytu.

Uwagę na potrzebę monitoringu krajobrazu zwracał J. Solon (2008). Jego zdaniem opracowanie spójnego systemu monitoringu krajobrazu stanowi jedno z zadań stojących formalnie przed administracją państwową, wspieraną merytorycznie przez naukowców i praktyków, zajmujących się badaniami ekologiczno-krajobrazowymi. Na potrzeby monitoringu krajobrazu niezbędne jest opracowanie metody ilościowego opisu jego stanu. Porównanie wartości wskaźników w różnych przekrojach czasowych umożliwi ocenę zmian krajobrazu i ich dynamiki.

Celem artykułu jest przedstawienie propozycji nowej metody, która może posłużyć do oceny stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Metoda ta opiera się na wskaźniku opisującym relacje pomiędzy indeksem średniego kształtu płatu (MSI) a indeksem różnorodności Shannona (SHDI).

PRZEGLĄD METOD OCENY STOPNIA ANTROPOGENICZNEGO PRZEKSZTAŁCENIA KRAJOBRAZU

W literaturze przedmiotu znaleźć można szereg metod służących do oceny stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu, bazujących na licznych koncepcjach teoretycznych. Przedstawione przykłady nie wyczerpują zagadnienia, a dotyczą jedynie podejść bardziej znanych. Przytoczenie wszystkich metod oceny stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu wykracza poza ramy niniejszego artykułu.

J. Janecki (1983) zaproponował metodę linii prostej, która opiera się na założeniu, że w warunkach naturalnych granice między geokompleksami mają przebieg krzywoliniowy lub rozmyty, natomiast proste, geometryczne formy są charakterystyczne dla krajobrazów przekształconych przez człowieka. Z kolei metoda obliczania wskaźnika antropizacji roślinności (Kostrowicki i in., 1988) zakłada, że miarą stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu jest strukturalna i funkcjonalna różnica między zbiorowiskiem rzeczywistym, a właściwym dla danego siedliska zbiorowiskiem potencjalnym. T.J. Chmielewski (2012) zaproponował 12-stopniową skalę antropogenicznego przekształcenia i stopnia zrównoważenia użytkowania krajobrazu, a także jest autorem metod opartych na ocenie udziału naturalnych, półnaturalnych i antropogenicznych form pokrycia terenu lub granic krajobrazowych. Zupełnie inne jest podejście opierające się na koncepcjach zdrowia i integralności systemu ekologicznego. Zgodnie z nim stopień przekształcenia można określić na podstawie oceny zdolności systemu ekologicznego do pełnienia określonych funkcji i jego zgodności z przyjętymi wzorcami (Patil i in., 2001).

Do ilościowej oceny danych dotyczących sposobu funkcjonowania krajobrazu można stosować metryki (wskaźniki) krajobrazowe (McAlpine, Eyre, 2002; Solon, 2002; Roo-Zielińska i in., 2007). Umożliwiają one analizę struktury przestrzennej krajobrazu na podstawie danych o pokryciu terenu. Wprawdzie pokrycie terenu w żadnym wypadku nie wyczerpuje pojęcia krajobrazu, jednak zawsze jest to jedna z kluczowych zmiennych opisujących krajobraz. Metryki krajobrazowe można podzielić na dwie grupy: wskaźniki kompozycji krajobrazu (dotyczące zróżnicowania i obfitości występowania poszczególnych typów płatów, bez uwzględniania ich lokalizacji przestrzennej) oraz wskaźniki konfiguracji krajobrazu (odzwierciedlające fizyczne rozmieszczenie płatów w przestrzeni) (McGarigal, Marks, 1995; Kozak i in., 2014). Zaletą wskaźników krajobrazowych jest to, że można je określać w odniesieniu do jednostki przestrzennej o charakterze geograficznym (np. zlewnia), biogeograficznym (np. ekoregion), polityczno-administracyjnym lub umownym (np. kwadrat na mapie). Podobnie jak inne indykatory ekologiczne, wskaźniki krajobrazowe mogą dotyczyć oceny stanu lub oddziaływania (stresu). Pod względem formalnym metryki krajobrazowe mogą bazować na pojedynczych pomiarach lub na kombinacji różnych miar (Pitchford i in., 2000). W literaturze można znaleźć kilkaset różnych mierników opisujących konfigurację i kompozycję krajobrazu. Bardzo często do oceny struktury przestrzennej krajobrazu stosuje się wskaźniki kształtu i różnorodności płatów (Chmielewski, 2012; Urbański, 2012).

METODA BADAŃ

Dla analizowanych obszarów testowych obliczono następujące wskaźniki (metryki) krajobrazowe: udział procentowy poszczególnych typów pokrycia terenu (spatial share), liczbę płatów (number of patches), indeks średniego kształtu płatu (mean shape index – MSI) i indeks różnorodności Shannona (Shannon Diversity Index – SHDI). Indeks średniego kształtu płatu (MSI) obliczany jest na podstawie stosunku obwodu płatów do ich powierzchni. Przyjmuje wartość 1 przy maksymalnie skupionym kształcie i rośnie wraz ze wzrostem złożoności geometrii płatów (McGarigal, Marks, 1995). Indeks różnorodności Shannona (SHDI) jest jednym z wielu wskaźników określających różnorodność krajobrazu. Uwzględnia on dwa czynniki: liczbę występujących w danym krajobrazie klas pokrycia terenu oraz ich wzajemne proporcje. Przyjmuje wartość 0, gdy krajobraz składa się z jednego płata i rośnie wraz ze wzrostem liczby płatów i (lub), gdy proporcje powierzchni zajętych przez różne płaty są równe.

Podczas analizy wymienionych wskaźników zauważono, że relacja pomiędzy indeksem średniego kształtu płatu (MSI) a indeksem różnorodności Shannona (SHDI) może wskazywać na stopień antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Relację tę opisano za pomocą wzoru:

$$ALTI = MSI / (SHDI + 1)$$

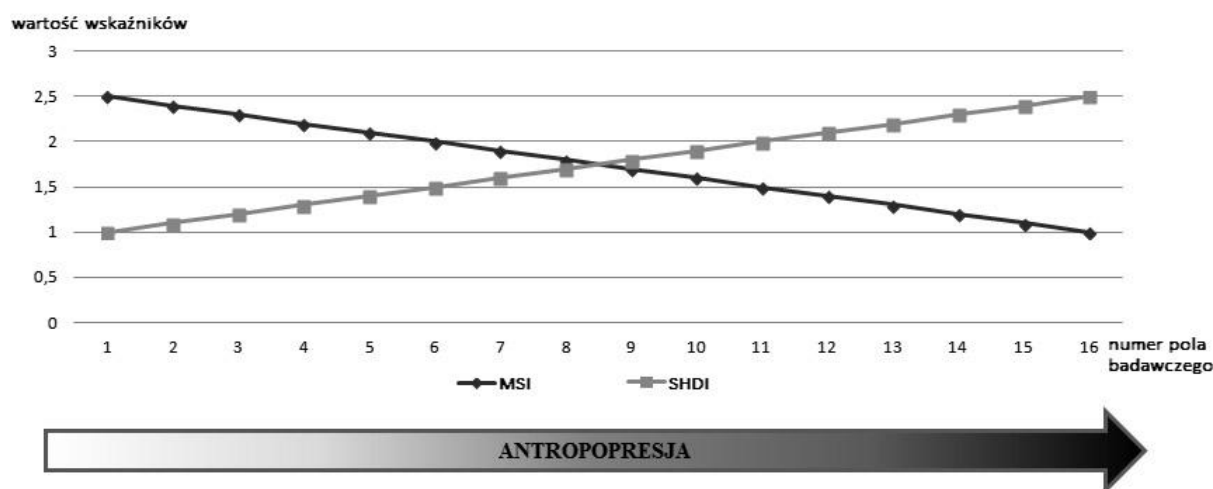
i określono jako wskaźnik antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (anthropogenic landscape transformation index – ALTI).

Ponieważ wraz ze wzrostem intensywności użytkowania krajobrazu kształty płatów stają się bardziej regularne (prostokątne), założono, że spadek wartości indeksu kształtu (MSI) może wskazywać na wzrost stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Ponadto E. Roo-Zielińska i in. (2007) wykazali silną zależność pomiędzy poziomem synantropizacji krajobrazu a różnorodnością powierzchniową. Zgodnie z tą zależnością najwyższe wartości wskaźnika różnorodności obserwuje się przy średnich stopniach synantropizacji, to znaczy w warunkach wielofunkcyjnego charakteru obszaru i bez wyraźnej dominacji jednej funkcji przestrzennej. Natomiast obszary bardziej naturalne oraz tereny poddane bardzo silnej i jednokierunkowej presji (np. duże kompleksy przemysłowe, tereny wielkopowierzchniowej eksploatacji odkrywkowej), charakteryzuje niski poziom różnorodności. Ponieważ obszary silnie przekształcone przez człowieka nie stanowią odrębnych jednostek administracyjnych, ale część większych, założono, że wzrost wskaźnika SHDI oznacza wzrost antropogenicznego przekształcenia krajobrazu, a jego niskie wartości wskazują na niski stopień przekształcenia, charakterystyczny dla krajobrazów przyrodniczych.

W świetle powyższych stwierdzeń postawiono hipotezę, że dla obszarów naturalnych, MSI przyjmuje wartości większe od SHDI, natomiast dla obszarów znacznie przekształconych przez człowieka – MSI jest mniejsze od SHDI (ryc. 1). Dodatkowo założono, że spadek wskaźnika ALTI oznacza wzrost antropogenicznego przekształcenia krajobrazu.

Dla weryfikacji postawionej tezy obliczono wskaźniki dla 30 obszarów badawczych, reprezentujących trzy grupy krajobrazów (Chmielewski, Myga-Piątek, Solon, 2015): przyrodnicze, przyrodniczo-kulturowe i kulturowe (tab. 1). Jako krajobrazy przyrodnicze wybrano 10 największych powierzchniowo parków narodowych (Biebrzański, Kampinoski, Bieszczadzki, Słowiński, Tatrzański, Magurski, Wigierski, Drawieński, Białowieski i Poleski) (wg danych Ministerstwa Środowiska). Wśród krajobrazów kulturowych o najwyższym stopniu antropopresji wybrano miasta o największej liczbie ludności w Polsce (Warszawa, Kraków, Łódź, Wrocław, Poznań, Gdańsk, Szczecin, Bydgoszcz, Lublin i Katowice) (wg GUS, stan na 31.12.2014 r.). W celu weryfikacji poprawności wysuniętej tezy, dodatkowo wybrano obszary o średnim natężeniu antropopresji (krajobrazy przyrodniczo-kulturowe), reprezentowane przez 10 największych powierzchniowo gmin wiejskich (Lutowiska, Komańcza, Osiecznica, Gródek, Płaska, Sztabin, Wielbark, Narewka, Trzcianne i Główny) (wg BDL GUS).

Podstawowym materiałem badawczym były wektorowe warstwy pokrycia terenu, pochodzące z bazy danych Corine Land Cover 2006¹ (Instytut Geodezji i Kartografii Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska). Do obliczenia wskaźników krajobrazowych użyto metod GIS (rozszerzenie V-Late programu ArcMap 10.2.2), a uzyskane wyniki poddano interpretacji.



Ryc. 1. Ideogram zależności wartości wskaźników MSI i SHDI od stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu.

Fig. 1. Ideograph of the correlation between the MSI and SHDI indices and the level of landscape anthropogenic transformation.

¹ Jednostką odpowiedzialną za realizację projektu CLC2006 w Polsce jest Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, pełniący rolę Krajowego Punktu Kontaktowego ds. współpracy z EEA. Bezpośrednim wykonawcą prac był Instytut Geodezji i Kartografii. Środki finansowe przeznaczone na realizację projektu krajowego CLC2006 pochodziły ze źródeł Europejskiej Agencji Środowiska i Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Tab. 1. Zestawienie danych charakteryzujących wybrane pola badawcze²*Tab. 1.* Juxtaposition of data related to selected research field²

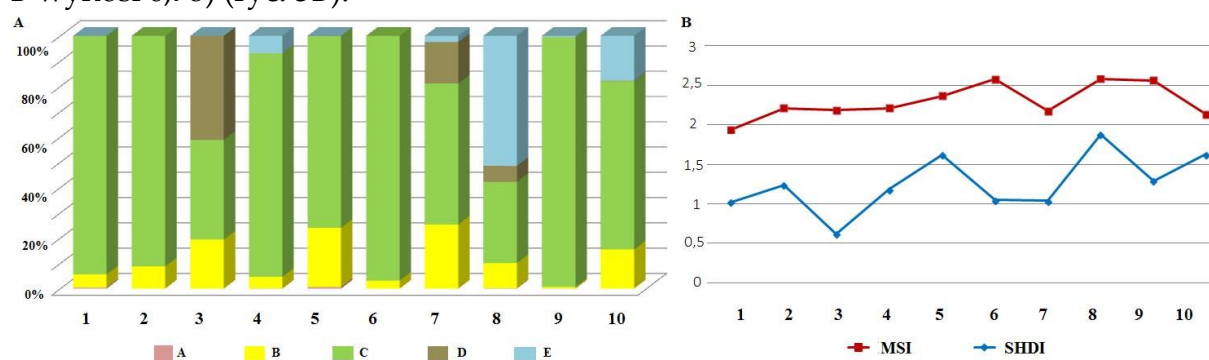
L.p.	Nazwa jednostki <i>Unity name</i>	Powierzchnia (km ²) <i>Area (km²)</i>	MSI	SHDI	ALTI
Krajobrazy przyrodnicze – grupa A					
1.	Białowiecki PN	105,2	1,938	1,020	0,959
2.	Bieszczadzki PN	291,8	2,212	1,241	0,987
3.	Biebrzański PN	592,2	2,184	0,621	1,347
4.	Drawieński PN	113,4	2,212	1,183	1,013
5.	Kampinoski PN	385,5	2,366	1,624	0,902
6.	Magurski PN	194,3	2,576	1,048	1,258
7.	Poleski PN	97,6	2,173	1,038	1,066
8.	Słowiński PN	215,7	2,581	1,876	0,897
9.	Tatrzański PN	212,0	2,562	1,291	1,118
10.	Wigierski PN	150,0	2,135	1,627	0,813
Krajobrazy przyrodniczo-kulturowe – grupa B					
1.	Główczyce	323,8	1,982	1,676	0,741
2.	Gródek	430,6	2,115	1,672	0,792
3.	Komańcza	455,2	2,118	1,782	0,761
4.	Lutowiska	475,9	2,220	1,436	0,911
5.	Narewka	339,5	1,929	1,817	0,685
6.	Osiecznica	437,1	2,169	1,750	0,789
7.	Płaska	373,2	2,017	1,241	0,900
8.	Sztabin	361,8	1,970	1,862	0,688
9.	Trzcianne	333,5	1,988	1,791	0,712
10.	Wielbark	347,9	1,995	1,426	0,822
Krajobrazy kulturowe – grupa C					
1.	Bydgoszcz	176,0	2,049	2,142	0,652
2.	Gdańsk	262,0	2,130	2,415	0,624
3.	Katowice	164,6	2,058	2,049	0,675
4.	Kraków	326,9	1,979	2,109	0,637
5.	Lublin	147,4	2,075	2,202	0,648
6.	Łódź	293,3	1,926	1,965	0,650
7.	Poznań	261,9	1,913	2,270	0,585
8.	Szczecin	300,6	2,091	2,472	0,602
9.	Warszawa	517,2	1,951	2,342	0,584
10.	Wrocław	292,8	2,000	2,217	0,622

² zestawienie alfabetyczne (alphabetic list).

ANALIZA WSKAŹNIKA ANTROPOGENICZEGO PRZEKSZTAŁCENIA KRAJOBRAZU

W strukturze pokrycia terenu analizowanych parków narodowych dominują elementy przyrodnicze – lasy i ekosystemy seminaturalne, obszary podmokłe i obszary wodne z niewielkim udziałem terenów rolnych. Tereny antropogeniczne zajmują najwyżej kilka procent (ryc. 2A). Indeks kształtu MSI przyjmuje wartości od 1,94 (Białowieski PN) do 2,58 (Słowiński PN). Wartość miernika różnorodności Shannona jest niska i wynosi od 0,62 (Biebrzański PN) do 1,87 (Słowiński PN), przy średniej wynoszącej 1,26. W przypadku Słowińskiego PN struktura pokrycia terenu oraz indeks MSI są zaburzone włączeniem przybrzeżnego obszaru wodnego o prostoliniowym przebiegu granicy w teren parku. Wskaźnik antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (ALTI) jest wysoki i wynosi od 0,81 (Wigierski PN) do 1,35 (Biebrzański PN), przy średniej wartości dla obszarów parków narodowych, wynoszącej 1,04 (ryc. 2B).

W strukturze pokrycia terenu gmin wiejskich widoczny jest wzrost udziału powierzchni terenów rolnych, w stosunku do parków narodowych oraz nieznaczny wzrost terenów antropogenicznych. Jednocześnie udział obszarów leśnych i ekosystemów seminaturalnych maleje (ryc. 3A). Wartości wskaźnika MSI są wysokie i kształtują się na zbliżonym poziomie (średnio 2,05), przy równoczesnym wzroście wartości indeksu różnorodności Shannona. Wartość wskaźnika antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (ALTI) jest niższa niż w obszarach parków narodowych i wynosi od 0,91 (gmina Lutowiska) do 0,68 (Narewka) (średnia dla jednostek grupy B wynosi 0,78) (ryc. 3B).

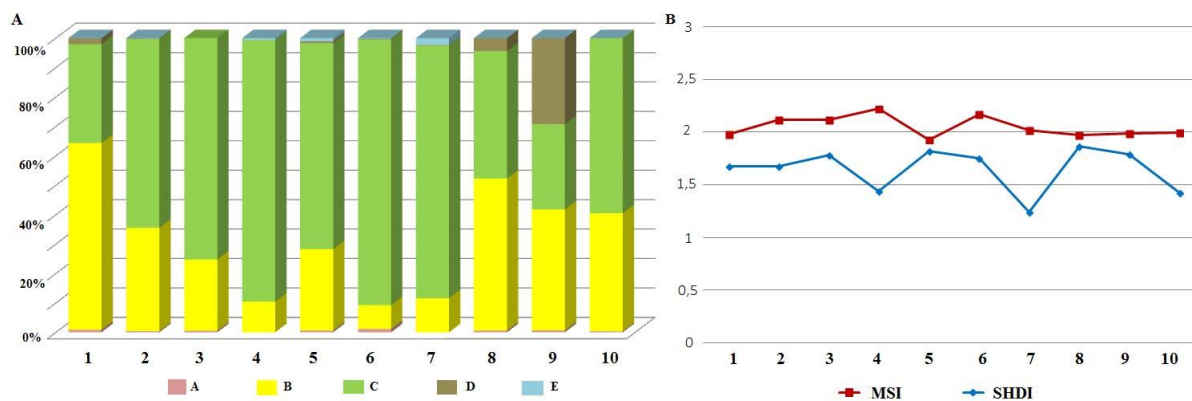


Ryc. 2. Struktura pokrycia terenu (A) oraz wartości wskaźników MSI i SHDI (B) w obrębie 10 wybranych parków narodowych w Polsce. Numery jednostek wg tabeli 1. w grupie A – krajobrazów przyrodniczych

Fig. 2. The structure of land cover (A) and the value of MSI and SHDI(B) for 10 selected national parks in Poland. The numbers of given units according to the Table 1, section A: natural landscape

Objaśnienia ryc. 2, 3, 4: A – tereny antropogeniczne; B – tereny rolne; C – lasy i ekosystemy seminaturalne; D – obszary podmokłe; E – obszary wodne.

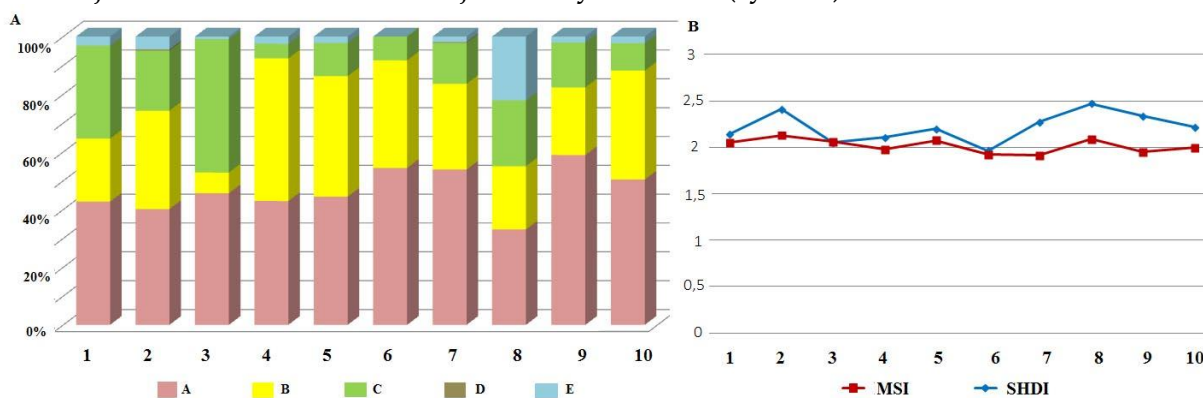
Explanations fig. 2, 3, 4: A – anthropogenic areas; B – agricultural areas; C – forests and semi-natural ecosystems; D – wetlands; E – water areas.



Ryc. 3. Struktura pokrycia terenu (A) oraz wartości wskaźników MSI i SHDI (B) w obrębie 10 wybranych gmin wiejskich w Polsce. Numery jednostek wg tabeli 1. w grupie B – krajobrazów przyrodniczo-kulturowych.

Fig. 3. The structure of land cover (A) and the value of MSI and SHDI (B) for 10 selected rural municipalities in Poland. The numbers of given units according to the Table 1, section B: natural and cultural landscape.

Na obszarze miast udział terenów antropogenicznych jest zdecydowanie większy i zajmuje do 58,9% (Warszawa) powierzchni, przy średnim udziale wynoszącym 46,7% (ryc. 4A). W większości miast udział terenów rolnych jest znaczny, przy jednoczesnym spadku powierzchni leśnych i ekosystemów seminaturalnych (wyjątkiem są Katowice, w których lasy pokrywają prawie połowę powierzchni miasta, co jest ewenementem na skalę województwa śląskiego a nawet kraju). Wartości wskaźnika antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (ALTI) dla gmin miejskich są najniższe ze wszystkich jednostek objętych badaniem i wynoszą od 0,67 w Katowicach do 0,58 w Warszawie. Średnia wartość wskaźnika antropogenicznego przekształcenia krajobrazu dla obszarów miejskich wynosi 0,63 (ryc. 4B).

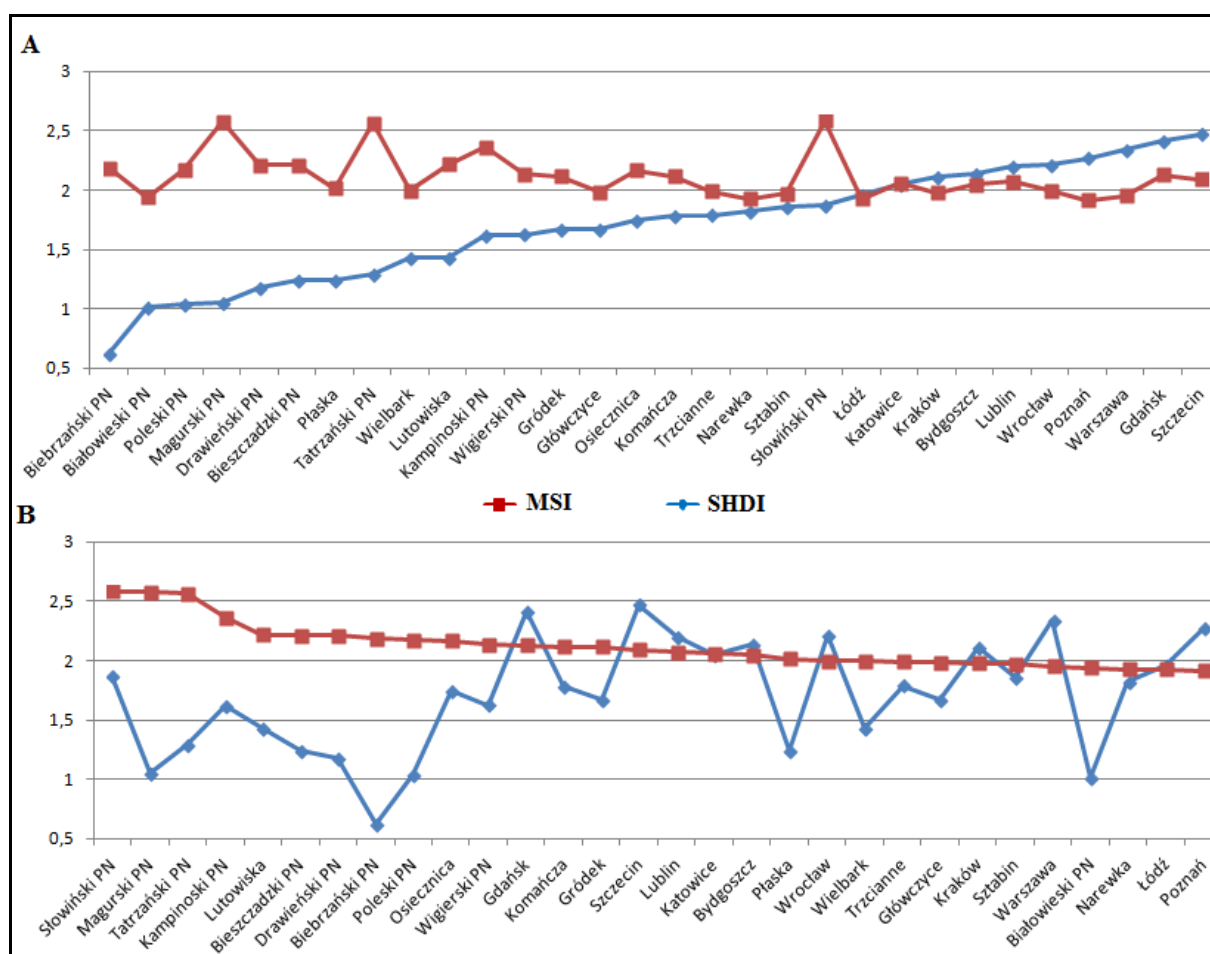


Ryc. 4. Struktura pokrycia terenu (A) oraz wartości wskaźników MSI i SHDI (B) w 10 wybranych miastach w Polsce. Numery jednostek wg tabeli 1. w grupie C – krajobrazów kulturowych.

Fig. 4. The structure of land cover (A) and the value of MSI and SHDI (B) for 10 selected urban municipalities in Poland. The numbers of given units according to the Table 1 in the section C: cultural landscape (source: own work based on CLC vector layers).

Analiza wartości wskaźników SHDI i MSI dla badanej próby pozwoliła na:

- pozytywną weryfikację założenia o rosnącej wartości wskaźnika SHDI wraz ze zwiększającym się stopniem antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (ryc. 5A). Wyjątek stanowią gminy wiejskie: Płaska, Wielbark i Lutowiska (niższa wartość SHDI niż w Kampinoskim i Wigierskim Parku Narodowym) oraz Słowiński Park Narodowy (wysoka wartość wskaźnika SHDI, ze względu na włączenie strefy brzegowej w granice parku).
- negatywną weryfikację założenia o spadku wartości indeksu kształtu (MSI) wraz ze wzrostem stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (ryc. 5B).



Ryc. 5. Wartości wskaźników MSI, SHDI i ALTI dla analizowanych prób badawczych:

A – próby uporządkowane według rosnącej wartości SHDI,

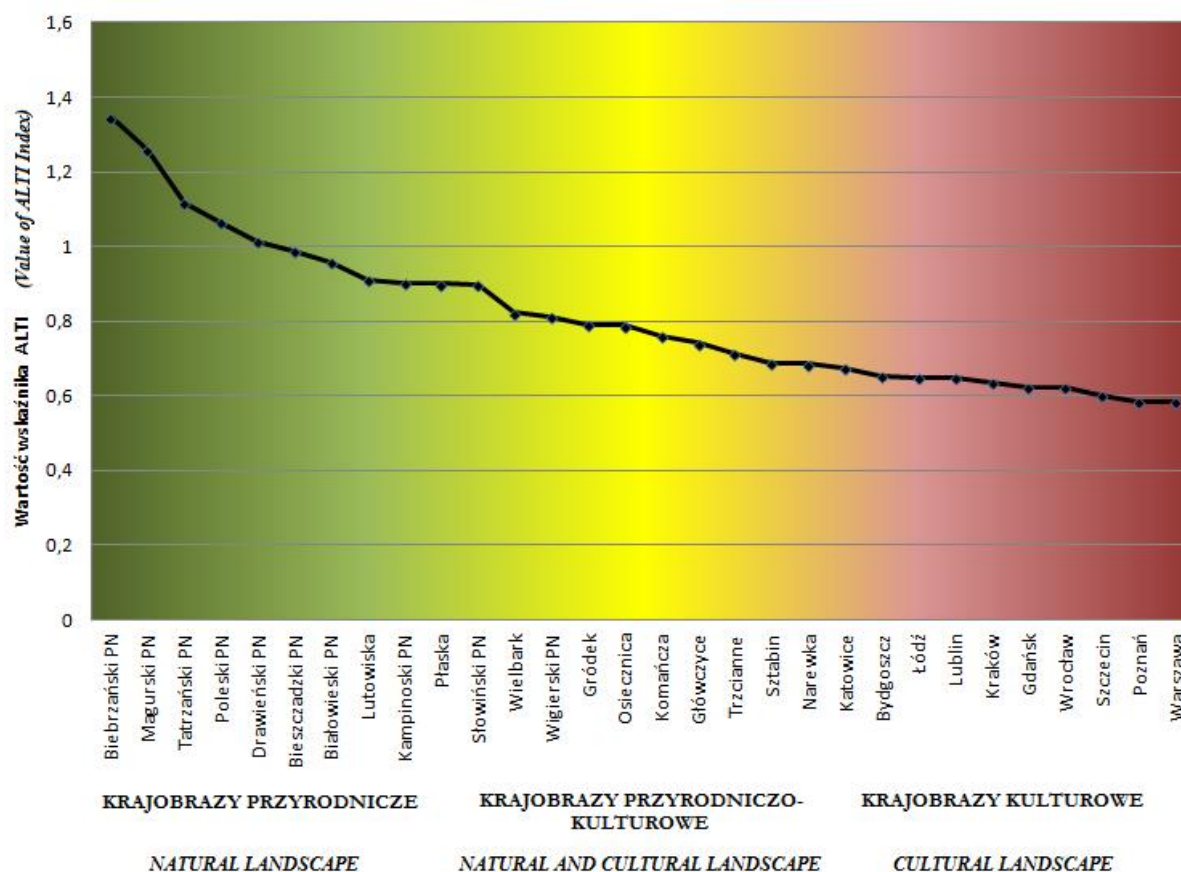
B – próby uporządkowane według malejącej wartości MSI.

Fig. 5. The MSI, SHDI and ALTI values for the research samples:

A – samples ordered by increasing SHDI value;

B – samples ordered by decreasing MSI value.

Jednocześnie zauważono, że dla analizowanych obszarów badawczych, relacja pomiędzy wartością wskaźników SHDI i MSI (opisana za pomocą wskaźnika ALTI) odzwierciedla stopień antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (ryc. 5C). Wskaźnik ten przyjmuje wysokie wartości w obszarach parków narodowych (krajobrazy przyrodnicze grupy A), maleje w gminach wiejskich (krajobrazy przyrodniczo-kulturowe grupy B), a w obszarach miast reprezentujących krajobrazy kulturowe (grupy C) osiąga najniższe wartości.



Ryc. 5. Wartości wskaźników MSI, SHDI i ALTI dla analizowanych prób badawczych: C – wartości wskaźnika antropogenicznego przekształcenia krajobrazu (ALTI) dla badanych obszarów.

Fig. 5. The MSI, SHDI and ALTI values for the research samples: C – the Anthropogenic Landscape Transformation Index (ALTI) values for the areas studied.

DYSKUSJA WYNIKÓW

W obliczu konieczności opracowania spójnego systemu monitoringu krajobrazu (Solon, 2008), jednym z istotnych i niezbędnych zadań jest opracowanie metody ilościowego opisu jego stanu. J. Solon (2002) proponuje w tym celu badanie relacji pomiędzy wartościami różnych metryk krajobrazowych. Służyć temu może zaproponowany wskaźnik antropogenicznego przekształcenia krajobrazu ALTI, określający

relację pomiędzy indeksem średniego kształtu płatu (MSI), a indeksem różnorodności Shannona (SHDI). Tym samym odnosi się zarówno do kompozycji krajobrazu (wskaźnik SHDI), jak i jego konfiguracji (wskaźnik MSI), co jest istotne z punktu widzenia oceny antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Ze względu na nieskomplikowany charakter zaproponowanego wskaźnika, daje on możliwość zastosowania w środowisku pozanaukowym, co czyni go alternatywą dla złożonych algorytmów, opisujących strukturę krajobrazu.

Niemniej jednak należy zwrócić uwagę na ograniczenia w stosowaniu metryk krajobrazowych, wynikające z ich czułości na jakość opracowań kartograficznych (Kot, Leśniak, 2006; Zwierzchowska i in. 2010; Kupfer 2012; Kozak i in., 2014). Wartość indeksu SHDI zależy od poziomu generalizacji tematycznej mapy, tj. liczby wydzielonych typów pokrycia terenu (Huang i in., 2006; Wickham i in., 1997). Z kolei na wartość indeksu MSI wpływ ma poziom generalizacji przestrzennej (upraszczanie kształtów poszczególnych płatów) (Dungan i in., 2002; Lausch, Herzog, 2002; Moody, Woodcock, 1995; Turner i in. 1989; Wu i in., 2002; Wu, 2004). Problematyka ta wymaga dalszych badań w wykorzystaniu różnych materiałów kartograficznych.

Dla stosowania wskaźnika antropogenicznego przekształcenia krajobrazu, przede wszystkim na cele monitoringu, konieczne są cyklicznie ukazujące się, zaktualizowane dane. W chwili obecnej warunek taki spełnia baza danych o klasach pokrycia terenu Corine Land Cover, co stanowi jej zasadniczą zaletę. Ponadto baza ta cechuje się bezpłatnym dostępem i hierarchicznością wyróżnionych klas pokrycia terenu. Niemniej jednak posiada ona kilka wad i ograniczeń wykorzystania: minimalna wydzielana powierzchnia wynosi 25 ha lub 100 m szerokości, zastosowana metoda kartowania jest wiarygodna na poziomie 80-90%, a generalizacja jakościowa zakłada wydzielenie mieszanych typów pokrycia terenu (Śleszyński, 2015; Zagajewski, 2013). Ograniczenia te warunkują wielkość powierzchni obszaru badań. W celu zminimalizowania wpływu wymienionych ograniczeń, wybrano jednostki o stosunkowo dużej powierzchni (tab. 1). Dostępne są wprawdzie opracowania o większej skali (np. VMapL2, BDOT10k), jednak także one posiadają szereg wad (często nie jest podany zakres czasowy materiału, na bazie którego opracowano mapę, a daty wydania lub opracowania danych podstawowych podawane są w zbyt dużym interwale czasowym). Problemy te wskazują na potrzebę poprawy jakości dostępnych materiałów kartograficznych (Nita J., Nita M., 2015).

Zaproponowana przez T.J. Chmielewskiego i in. (2015) typologia aktualnych krajobrazów Polski rodzi potrzebę opracowania wskaźnika, umożliwiającego zaklasyfikowanie jednostek krajobrazowych do poszczególnych typów krajobrazów. Badania przeprowadzone na wybranej próbie danych, pozwalają stwierdzić, że zaproponowany wskaźnik może być przydatny do tego celu. Jednakże zastosowana próba badawcza jest zbyt mała, aby można było określić zakresy wartości odpowiadające poszczególnym typom krajobrazu. Ponadto przyjęta skala opracowania nie pozwala na ocenę stopnia antropogenicznego przekształcenia w obrębie krajobrazów tej samej grupy.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania stanowią próbę testowania propozycji nowej metody oceny stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Metoda ta opiera się na analizie relacji pomiędzy indeksem MSI a SHDI, która została opisana za pomocą wskaźnika ALTI. Wykazano, że dla analizowanej próby badawczej, wartość zaproponowanego wskaźnika przyjmuje duże wartości w obszarach parków narodowych (krajobrazy przyrodnicze), maleje w gminach wiejskich (krajobrazy przyrodniczo-kulturowe), a w obszarach miast reprezentujących krajobrazy kulturowe osiąga najniższe wartości. Opracowanie stanowi jedynie pierwszą z serii zaplanowanych prób testowania zaproponowanej koncepcji. Ocena przydatności wskaźnika dla oceny stopnia antropogenicznego przekształcenia krajobrazu wymaga dalszych badań na większej próbie i z wykorzystaniem innych dostępnych materiałów kartograficznych. Pozwoli to na ocenę wpływu stopnia generalizacji materiałów kartograficznych na uzyskane wyniki.

Należy podkreślić, że przeprowadzone badania stanowią jedynie próbę doboru wskaźników, których relacja może wskazywać na stopień antropogenicznego przekształcenia krajobrazu. Nie analizowano szczegółowo przyczyn zróżnicowania krajobrazu w obrębie badanych obszarów.

LITERATURA

- Chmielewski T.J., 2012: Systemy krajobrazowe. Struktura, funkcjonowanie, planowanie, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, ss. 408.
- Chmielewski T.J., Myga-Piątek U., Solon J., 2015: Typologia aktualnych krajobrazów Polski. *Przegląd Geograficzny*, 87, 3: 377-408
- Dungan J. L., Perry J. N., Dale M. R. T., Legendre P., Citron-Pousty S., Fortin M.J., Jakomulska A., Miriti M., Rosenberg M.S., 2002: A balanced view of scale in spatial statistical analysis, *Ecography*, 25: 626-640.
- Europejska Konwencja Krajobrazowa (Dz. U. 2006 nr 14 poz. 98).
- Huang C., Geiger E., Kupfer J.A., 2006: Sensitivity of landscape metrics to classification scheme, *International Journal of Remote Sensing*, 27:2927-2948
- Janecki J., 1983: Człowiek a roślinność synantropijna miasta na przykładzie Warszawy. Wyd. SGGW – AR.
- Kostrowicki A.S., Plit J., Solon J., 1988: Przekształcenie środowiska geograficznego. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 147: 108-115.
- Kot R., Leśniak K., 2006: Ocena georóżnorodności za pomocą miar krajobrazowych – podstawowe trudności metodyczne, *Przegląd Geograficzny*, 78, 1: 25-45.
- Kozak J., Luc M., Ostapowicz K., Ziółkowska E., 2014: Pozyskiwanie i analiza danych o pokryciu terenu a badania struktury przestrzennej krajobrazu [w:] *Struktura środowiska przyrodniczego a fizjonomia krajobrazu* (red.): W. Ziaja, M. Jodłowski, IGiPZ UJ, Kraków: 63-84.

- Kupfer J.A., 2012: Landscape ecology and biogeography: rethinking landscape metrics in a post-FRAGSTATS landscape, *Progress in Physical Geography*, 36: 400-420.
- Lausch A., Herzog F., 2002: Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability, *Ecological Indicators*, 2: 3-15.
- McGarigal K., Marks B., 1995, FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure, General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.
- McAlpine C.A., Eyre T.J., 2002: Testing landscape metrics as indicators of habitat loss and fragmentation in continuous eucalypt forests (Queensland, Australia), *Landscape Ecology*, 17: 711-728.
- Moody A., Woodcock C.E., 1995, The influence of scale and the spatial characteristics of landscapes on landcover mapping using remote sensing, *Landscape Ecology*, 10: 363-379.
- Myga-Piątek U., Nita J., 2015: Polityka krajobrazowa Polski – u progu wdrożeń. *Przegląd Geograficzny*, 87, 1: 5-25.
- Nita J., Nita M., 2015: Aktualność, generalizacja oraz interpretacja informacji na współczesnych mapach województwa śląskiego. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, nr 28: 9-25.
- Ogólnoeuropejska Strategia Różnorodności Biologicznej i Krajobrazowej z 1995 r.
- Patil G.P., Brooks R.P., Myer W.L., Rapport D.J., Taillie C., 2001: Ecosystem Health and Its Measurement at Landscape Scale: Towards the Next Generation of Quantitative Assessment, *Ecosystem Health* 7.4: 307-316.
- Pitchford A.M., Denver J.M., Olsen A.R., Ator S.W., Cormier S., Nash M.S., Mehaffey M.H., 2000: Testing Landscape Indicators for Stream Condition Related to Pesticides and Nutrients: Landscape Indicators for Pesticides Study for Mid-Atlantic Coastal Streams (LIPS-MACS), US EPA, materiały niepublikowane.
- Roo-Zielińska E., Solon J., Degórski M., 2007: Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych (podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań). PAN IGiPZ im. S. Leszczyckiego. *Monografie*, 9, Warszawa, ss. 317
- Solon J., 2002: Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności, *Prace Geograficzne, IGiPZ PAN*, 185.
- Solon J., 2008: Kierunki standaryzacji metod badań krajobrazu do celów praktycznych. *Przegląd Geograficzny*, t. 80, z. 1: 39-54.
- Solon J., Chmielewski T.J., Myga-Piątek U., Kistowski M., 2015: Identyfikacja i ocena krajobrazów Polski – etapy i metody postępowania w toku audytu krajobrazowego w województwach, *Problemy Ekologii Krajobrazu XL*: 55-77.
- Śleszyński P., 2015: Mapa krajobrazu kulturowego Polski w Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG* 27: 45-61.
- Turner M.G., O'Neill R.V., Gardner R.H., Milne B.T., 1989: Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern, *Landscape Ecology*, 3: 153-162.

- Urbański J., 2012: GIS w badaniach przyrodniczych. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, ss. 252
- Ustawa z dnia 24 kwietnia 2015 r. o zmianie niektórych ustaw w związku ze wzmocnieniem narzędzi ochrony krajobrazu (Dz. U. 2015, poz. 774).
- Wickham J. D., O'Neill R.V., Ritters K.H., Wade T.G., Jones K. B., 1997: Sensitivity of selected landscape pattern metrics to land-cover misclassification and difference in land cover composition, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 63: 397-402.
- Wu J., 2004: Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations, *Landscape Ecology*, 19: 125-138.
- Wu J., Shen W., Sun W., Tueller P.T., 2002: Empirical patterns of effects of changing scale on landscape metrics, *Landscape Ecology*, 17: 761-782.
- Zagajewski B., 2013: Zastosowanie teledetekcji do oceny stanu zagospodarowania przestrzennego w Polsce [w:] P. Śleszyński (red.) *Wskaźniki oceny i zagospodarowania przestrzennego w gminach*, Biuletyn KPZK PAN, 252, Warszawa: 8-27.
- Zwierzchowska I., Stępniewska M., Łowicki D., 2010: Możliwości wykorzystania programu FRAGSTATS w badaniach środowiska przyrodniczego, *Przegląd Geograficzny*, 82, 1: 85-102.

ŹRÓDŁA ELEKTRONICZNE

- Bank Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego [<http://bdl.stat.gov.pl>].
Główny Urząd Statystyczny. Miasta największe pod względem liczby ludności. Rankingi statystyczne. Statystyka regionalna [<http://stat.gov.pl>].
Mapa pokrycia Corine Land Cover 2006, Instytut Geodezji i Kartografii Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska [<http://clc.gios.gov.pl>].
Ministerstwo Środowiska, Departament Ochrony Przyrody: Parki Narodowe w Polsce. Działalność organizacyjna i finansowanie w 2009 r. [<http://mos.gov.pl>].

Ryc.1, 5, Tab. 1: opracowanie własne K. Pukowiec-Kurda, M. Sobala.

Fig. 1, 5, Tab. 1: *own work by*K. Pukowiec-Kurda, M. Sobala.

Ryc. 2, 3, 4: opracowanie własne na podstawie warstw wektorowych CLC.

Fig. 2, 3, 4: *own work based on CLC vector layers*.