

ELŻBIETA BIELECKA, JACEK B. SZMAŃDA, MAŁGORZATA LUC

**PRÓBA OCENY ZRÓŻNICOWANIA POKRYCIA TERENU  
W OPARCIU O KOMPLEKSOWĄ ANALIZĘ WIELOWSKAŹNIKOWĄ  
– DOLINY WISŁY I ODRY, STUDIUM PRZYPADKU**

**WPROWADZENIE**

Analiza zróżnicowania środowiska geograficznego, w tym pokrycia terenu, ma duże znaczenie zarówno w badaniach ekonomicznych jak i przyrodniczych. Może odzwierciedlać stopień rozwoju gospodarczego, stąd stała się podstawą zapisu o wyrównywaniu różnic między regionami w *Trzecim raporcie na temat spójności gospodarczej i społecznej* (CEC 2004). Badania te ułatwiły między innymi przedakcesyjne negocjacje dotyczące zasad wyznaczania obszarów o niekorzystnych warunkach dla gospodarki rolnej podczas przyłączania Polski do Unii Europejskiej (Bielecka, 2002; Paradowski, 2003).

Zagadnienia dotyczące badań bio- czy georóżnorodności podejmowane są często również w kontekście badań geoekologicznych (Richling, 1992; Ostaszewska, 2002; Richling, Solon, 2002; Solon, 2002). Poszukuje się zarówno wzorów rozmieszczenia, jak i zależności pomiędzy płatami w mozaice krajobrazu. Istnieje jednak szereg trudności z oceną stopnia złożoności struktury krajobrazu, oceną anizotropowości przestrzeni i rozproszenia jednostek. Częściowo wiążą się one z ograniczonymi możliwościami wykorzystania miar ilościowych. Wiele prac koncentruje się więc na opracowaniu technik komputerowego generowania zespołu miar pozwalających na kompleksową analizę struktury i rozkładu jednostek (Turner, Gardner, 1991; Solon, 2002).

**CEL I PRZEDMIOT BADAŃ**

Związek pokrycia terenu z pozostałymi elementami środowiska geograficznego decydującymi o delimitacji jednostek krajobrazowych, takimi jak rzeźba terenu, litologia czy warunki hydrologiczne w dużym stopniu polega na zależnościach deterministycznych a nie stochastycznych. Na tej podstawie można postawić założenie, że analiza pokrycia terenu może odzwierciedlać zróżnicowanie krajobrazu. W związku z tym, prowadzone badania miały na celu dokonanie oceny stopnia zróżnicowania pokrycia terenu na obszarze testowym na podstawie wybranych wskaźników statystycznych struktury krajobrazu. Podjęta tematyka stanowi pierwszy etap prac prowadzonych na szerszą skalę. Ma za zadanie sprawdzenie poprawności stosowanych metod, znalezienie obiektywnej syntetycznej miary zróżnicowania pokrycia terenu po to by przeprowadzić właściwą analizę zmienności krajobrazu Polski w oparciu o dane dotyczące pokrycia terenu. Wyniki zastosowanej analizy wielowskaźnikowej miały zilustrować możliwości wprowadzenia wybranych miar krajobrazowych i ich interpretacji w badaniach zarówno zmienności w obrębie danej jednostki krajobrazowej, jak i podobieństw pomiędzy wybranymi obszarami. Ocena ta prowadzona w skali regionalnej wymagała doboru właściwego obszaru badań, tzn. takich dwóch jednostek krajobrazowych, które wykazywałyby podobieństwa w układzie cech przestrzennych, ale jednocześnie, przenikając przez różne

strefy krajobrazowe, podlegałyby wpływowi sąsiadujących z nimi jednostek, co stanowi o ich różnorodności. Najlepiej warunki te spełniają dwie największe doliny rzeczne w Polsce – Wisły i Odry. Ze względu na dobór materiałów badawczych obszar badań dolin zdefiniowany został jako typ krajobrazu dolin i obniżeń obejmujący obszar zalewowych den dolin i obszar terasów nadzalewowych (Richling, 1992).

## METODYKA BADAŃ

### Materiały badawcze

Do opracowania wykorzystano bazę danych CORINE Land Cover 2000 (CO-ordination of INformation on Environment – Land Cover) dostępną zarówno w postaci wektorowej jak i rastrowej, o rozdzielczości przestrzennej 100 m i 250 m. Źródłem informacji o pokryciu terenu były obrazy satelitarne wykonane przez satelitę Landsat skanerem ETM+ o rozdzielczości przestrzennej 30 m. Opracowana legenda do bazy danych, jednolita dla całej Europy, poza klasami pokrycia terenu zawiera również klasy użytkowania ziemi, co uznano za uzasadnione biorąc pod uwagę często występujące trudności z oddzieleniem danych o pokryciu terenu od danych o użytkowaniu ziemi (Eurostat, 1999). Baza ta umożliwia wyróżnienie 44 klas pokrycia terenu, z czego na terenie Polski występuje 31<sup>1</sup> klas (Ciołkosz, Bielecka, 2005). O dokładności i szczegółowości bazy świadczy wielkość najmniejszej kartowanej jednostki, która wynosi 25 ha, minimalna szerokość wydzieleń (płatów) – 100 m oraz dokładność prowadzenie granic wynosząca również 100 m. Przyjęcie tych dwu założeń w wielu przypadkach znacznie uprościło obraz zjawiska i wymagało stosowania reguł generalizacyjnych (Bossard, Feranec, Otahel, 2000). Zdeterminowało również końcową przydatność danych do badań o charakterze regionalnym. Z bazy CORINE zostały wybrane informacje dotyczące dolin Wisły i Odry według granic regionów fizycznogeograficznych (Kondracki, Richling, 1994).

### Metody badawcze

#### Wskaźniki różnicowania pokrycia terenu

Dane o pokryciu terenu pozwalają na obliczenie kilkudziesięciu wskaźników ilustrujących stopień różnicowania krajobrazu (McGarigal, Marks, 1994). Wobec czego istotnym problemem staje się wybór kilku wskaźników kluczowych. Z badań Eidena, Kayadjaniana i Vidala (2000a) wynika, że złożoność krajobrazu w Europie może być scharakteryzowana przy pomocy pięciu miar: liczby klas pokrycia terenu, gęstości płatów, wskaźnika rozczłonkowania, wskaźnika Shannona oraz wskaźnika sąsiedztwa.

Dla dolin Wisły i Odry analiza różnicowania pokrycia terenu została wykonana w programie Fragstats v.3.3. Program ten nadaje wartości przestrzennemu zasięgowi oraz układowi płatów w krajobrazie. Zobowiązuje użytkownika do ustalenia silnych podstaw do

---

<sup>1</sup> Klasy pogrupowane są w pięć typów terenu: (1) tereny antropogeniczne (zabudowa zwarta, zabudowa luźna, tereny przemysłowe, handlowe, komunikacyjne, porty, lotniska, haldy, wyrobiska, budowy, tereny sportowe i wypoczynkowe), (2) tereny rolne (grunty orne, sady, łąki, grunty rolne

z rozproszonym osadnictwem, grunty rolne z roślinnością naturalną), (3) lasy i roślinność naturalna (lasy iglaste, liściaste i mieszane, murawy naturalne, zakrzaczenia, lasy w stanie zmian, piaski, skały, pogorzelska), (4) obszary podmokłe (bagna, torfowiska) i (5) wody (płynące i stojące, morza).

definiowania i skalowania krajobrazu, jak również budowania schematu, na podstawie którego platy są sklasyfikowane oraz opisane. Program umożliwia obliczenie wskaźników zróżnicowania krajobrazu w różnych polach podstawowych: w granicach administracyjnych, granicach przyrodniczych lub polach geometrycznych. Wybór pola podstawowego jest zagadnieniem niezmiernie istotnym, któremu poświęcono wiele uwagi (Hill, Smith, 2005; Openshaw, 1983; Richling, 1992; Richling, Solon, 2002; Solon 2002; Turner, Gardner, 1991). W badaniach przyrodniczych najważniejsze jest analizowanie zmienności w jednostkach naturalnych o wielkości dostosowanej do skali badań. Tak więc prowadząc badania w dolinach Wisły i Odry należałoby wybrać za pole podstawowe geokompleksy wyznaczone ze szczegółowością mapy 1:200 000. Ponieważ nie dysponowaliśmy takimi danymi, ani w postaci cyfrowej, ani analogowej, zdecydowaliśmy się wybrać pola geometryczne. Pole geometryczne w przeciwieństwie do jednostek naturalnych ma stałą powierzchnię umożliwiającą porównywanie także wartości bezwzględnych (np. liczby płatów czy klas) oraz jest niezmiennie w czasie, a zatem można analizować dane wieloczynowe.

W przeprowadzonej analizie wartości wskaźników zostały obliczone w polach geometrycznych o wymiarze 2 km metodą *moving window* („ruchomego okna”) i przypisane do oczka rastra wielkości 100 m, znajdującego się w środku okna. Oznacza to, że wartość każdego elementu rastra pokazuje stopień zróżnicowania krajobrazu w promieniu 1000 m. Zastosowanie tej metody w istotny sposób zdeterminowało dobór wskaźników, przede wszystkim nie można było zastosować wskaźnika liczby klas, a zamiast wskaźnika gęstości płatów (*Patch Density – PD*) wybrano wskaźnik liczby płatów (*Number of Patches – NP*). W rezultacie ustalono dobór następujących miar: liczba płatów, wskaźnik Shannona oraz wskaźnik sąsiedztwa. Wyniki analizy przedstawiono metodą kartogramu prostego w kwadratach o boku 5km x 5km, generalizując odpowiednio wartości wskaźników metodą uśredniania.

Liczba płatów (*Number of Patches – NP*) jest miarą najprostszą, a jednocześnie dobrze obrazującą zróżnicowanie lub „bogactwo” krajobrazu. Jest ona czynnikiem przewodnim, można więc przyjąć założenie, że wraz ze wzrostem liczby płatów rośnie zróżnicowanie pokrycia terenu.

Miara Shannona (*Shannon's Diversity Index – SHDI*) jest wskaźnikiem zróżnicowania, entropii krajobrazu, powstałym w oparciu o teorię informacji (Shannon, Weaver, 1949). Upraszczając można powiedzieć, że jego wartość rośnie wraz ze wzrostem liczby klas oraz równomiernym udziałem procentowym poszczególnych klas w powierzchni jednostki odniesienia. Wskaźnik *SHDI* stosowany jest jako miara raczej relatywna, zarówno w porównaniu różnych typów krajobrazów, jak i tego samego, ale w różnym czasie.

Wskaźnik zróżnicowania granic (*Interspersion and Juxtaposition Index – IJI*) jest miarą zarówno rozczłonkowania jak i miarą sąsiedztwa. Jako jedyny z wymienionych wskaźników uwzględnia strukturę przestrzenną pokrycia terenu. Nie jest on bezpośrednio uzależniony od liczby, wielkości, ciągłości czy rozrzutu płatów. Krajobraz składający się z 4 różnych płatów oraz tej samej wielkości i krajobraz składający się z 100 małych jednostek, ale zawierających się w tych samych 4 typach, będą miały tę samą wartość *IJI*, jeśli jednostki są równomiernie rozmieszczone lub położone w bliskim sąsiedztwie. Jego wielkość jest więc głównie uzależniona od położenia typów płatów, a nie ich wielkość, stopnia przyległości czy rozrzutu ani od rozdzielczości rastra. Miara *IJI* uwzględnia tylko granice płatów. Wysokie wartości (zbliżające się do 100%) wskazują na to, że prawie każda klasa pokrycia terenu graniczy z pozostałymi klasami. Natomiast niskie wartości (zmierzające do 0) charakteryzują obszar, w którym poszczególne klasy pokrycia terenu graniczą tylko z nielicznymi klasami.

### Bonitacja punktowa

Pozyskane miary ilościowe poddano ocenie jakościowej metodą bonitacji punktowej. W celu normalizacji miar zastosowano metodę analizy anomalii w oparciu o wskaźniki statystyczne: średnią i odchylenie standardowe. Wartość średnią i odchylenie standardowe wyznaczono dla każdej z populacji wartości przeciętnych *NP*, *SHDI* i *IJI* (łącznie dla doliny Wisły i Odry). W ten sposób określono „poziom ufności” rozkładu danej miary, którego granicę wyznaczano w zakresie wartości „średnia  $\pm$  odchylenie standardowe”. Poziom ufności można traktować jako typowy dla rozkładu badanej miary. W bonitacji punktowej nadano im wartość 0 (zero). Miary, które wykraczały poza ten zakres traktowano jako anomalie. W przypadku wskaźników *NP* i *SHDI* anomalie te uznano za dodatnie, jeśli ich wartość przewyższała górną granicę poziomu ufności lub ujemne, jeśli ich wartość znajdowała się poniżej jego dolnej granicy. Anomaliami dodatnim nadawano wartość punktową +1 (plus jeden), a anomaliami ujemnym wartość punktową -1 (minus jeden). W przypadku miary *IJI* przyjęto inne założenie. Wartość tej miary rośnie wraz z bardziej równomiernym rozłożeniem długości granic, a maleje wraz ze wzrostem zróżnicowania długości granic pomiędzy poszczególnymi parami płatów (Solon, 2002). Z tego powodu przyjęto, że anomaliami dodatnimi będą wartości poniżej poziomu ufności (co oznacza większe niż typowe zróżnicowanie długości granic), a anomaliami ujemnymi wartości powyżej poziomu ufności (co oznacza zwiększenie jednorodności granic).

W dalszej kolejności zostały odpowiednio dodane wartości punktów uzyskane dla poszczególnych miar. Ponieważ każda z zastosowanych miar w różnym stopniu wpływa na ocenę zróżnicowania pokrycia terenu, w celu wykazania stopnia tego wpływu w sumowaniu punktów zastosowano współczynniki wagowe: dla *SHDI* - 0,1 a dla *IJI* - 0,01. Wartości wagowe umożliwiły przede wszystkim uwzględnienie w klasyfikacji zróżnicowania pokrycia terenu wszystkich badanych anomalii wskaźników. Przy sumowaniu wartości anomalii bez uwzględnienia wspomnianych wag w kilkunastu przypadkach wartości anomalii równoważyły się co uniemożliwiałoby uwzględnienie wszystkich odstępstw od przyjętych norm. W efekcie uzyskano wskaźnik kompleksowej oceny zróżnicowania pokrycia terenu (*KOZPT*). Im jest on wyższy, tym zróżnicowanie pokrycia terenu jest większe. Następnie utworzono klasyfikację otrzymanych wartości *KOZPT* i wyznaczono 19 klas zróżnicowania pokrycia terenu (tabela 1). Wartości ujemne otrzymały klasy o wskaźniku *KOZPT* mniejszym niż zero. Wartość zero to klasa typowa dla dolin Wisły i Odry określająca przeciętne zróżnicowanie pokrycia terenu, w której nie występuje żadna anomalia miar *NP*, *SHDI* i *IJI*. Wartości dodatnie otrzymały klasy o podwyższonym wskaźniku *KOZPT*.

### OCENA ZRÓŻNICOWANIA POKRYCIA TERENU W DOLINIE WISŁY I ODRY

Jak już wspomniano, podstawę do oceny zróżnicowania pokrycia terenu dolin Wisły i Odry stanowiła bonitacja punktowa anomalii miar *NP*, *SHDI* i *IJI* względem poziomu ufności opartego na wartości średniej i odchyleniu standardowym przeciętnych wartości użytych parametrów dla obu dolin rzecznych. Wykonano ją łącznie w polach siatki kwadratów o powierzchni 25 km<sup>2</sup> (tabela 2). Tym sposobem określono wartości miar zróżnicowania pokrycia terenu, które uznano za typowe dla badanych dolin. Należy podkreślić, że zakres wartości typowych wyznaczony dla każdej z dolin z osobna nie różni się istotnie od wyznaczonego dla obu dolin razem (tabela 2). Dlatego też należy uznać, że zastosowanie zakresu wartości typowych wyznaczonego dla obu dolin łącznie z jednej strony pozwala na porównanie ich względem siebie przy użyciu tych samych kryteriów, a z drugiej umożliwia uwzględnienie specyfiki zróżnicowania pokrycia terenu dla każdej z nich z osobna.

Tab. 1. Klasy zróżnicowania pokrycia terenu dla doliny Wisły i Odry.

Tab. 1. Land cover differential classes for the Vistula and Odra river valleys.

Klasy zróżnicowania pokrycia terenu Classes of land cover differential	Wartości punktowe anomalii miar Point values of anomaly parameters			Wartości wskaźnika <i>KOZPT</i> Value of parameter
	<i>NP</i>	<i>SHDI</i>	<i>IJI</i>	
8	1	1	0	1,1
7	1	1	-1	1,09
6	1	0	1	1,01
5	1	0	0	1
4	1	0	-1	0,99
3	0	1	0	0,1
2	0	1	-1	0,09
1	0	0	1	0,01
0	0	0	0	0
-1	0	0	-1	-0,01
-2	0	-1	1	-0,09
-3	0	-1	0	-0,1
-4	0	-1	-1	-0,11
-5	-1	0	1	-0,99
-6	-1	0	0	-1
-7	-1	0	-1	-1,01
-8	-1	-1	1	-1,09
-9	-1	-1	0	-1,1
-10	-1	-1	-1	-1,11

Źródło: opracowanie własne. Source: by author.

Tab. 2. Statystyczne wartości charakterystyczne miar zastosowanych w analizie anomalii.

Tab. 2. Characteristic statistic values of parameters used in an anomaly analysis.

Obszar Area	Miar zróżnicowania pokrycia terenu Land cover differential parameters		
	<i>NP</i>	<i>SHDI</i>	<i>IJI</i>
	Średnia/Mean		
Dolina Wisły	8,3	1,1	60,8%
Dolina Odry	7,3	1,0	59,5%
Dolina Wisły i Odry	7,7	1,0	60,7%
	Odchylenie standardowe/Standard deviation		
Dolina Wisły	2,6	0,3	11,4%
Dolina Odry	2,5	0,4	13,0%
Dolina Wisły i Odry	2,6	0,4	10,4%
	Przedział ufności/Confidence interval		
Dolina Wisły	5,1-10,3	0,6-1,4	50,3%-71,1%
Dolina Odry	4,8-9,9	0,6-1,3	46,5%-72,5%
Dolina Wisły i Odry	5,6-10,9	0,7-1,4	49,4%-72,1%

Źródło: opracowanie własne. Source: by author.

W dalszym toku analizy określono procentowe zróżnicowanie wartości anomalii każdej z miar w badanych dolinach (tabela 3). Na uwagę zasługuje fakt, że udział anomalii miary *NP* jest wyższy niż pozostałych. Świadczy to o większym zróżnicowaniu pokrycia terenu pod względem liczby płatów niż pod względem ich rozproszenia i zróżnicowania

długości granic. Wyniki te wskazują także na wyraźną hierarchię zmienności potwierdzającą zasadność przyjętych wag w wyliczaniu wskaźnika *KOZPT* dla miar *SHDI* i *IJI*, uwzględnionych następnie w ocenie bonitacyjnej pokrycia terenu.

Ponadto, analiza korelacji pomiędzy wartościami punktowymi anomalii dla par *NP* i *IJI* oraz *SHDI* i *IJI* wskazuje na ujemne zależności pomiędzy tymi miarami (*NP* do *IJI*: Wisła  $r=-0,24$ , Odra  $r=-0,35$ ; *SHDI* do *IJI*: Wisła  $r=-0,23$ , Odra  $r=-0,39$ ). Oznacza to, że wraz ze wzrostem liczby płatów (*NP*) i wzrostem ich dyspersji (*SHDI*) następuje spadek ich uporządkowania w przestrzeni (*IJI*), rozumiany jako wzrost zróżnicowania długości granic pomiędzy wydzielonymi parami klas. Zależność ta jest także dobrze widoczna w udziale procentowym klas zróżnicowania pokrycia terenu (ryc. 1). W klasach, w których występują przeciwnne anomalie miar *NP* do *IJI* (klasa -5 i 4) lub *SHDI* do *IJI* (klasa -2 i 2) czy *NP* i *SHDI* do *IJI* (klasa -8 i 7) stwierdzono większy udział procentowy niż w klasach, w których występują zgodne anomalie *NP* do *IJI* (klasa -7 i 6) lub *SHDI* do *IJI* (klasa -4, brak klasy ze zgodnymi anomaliami dodatnimi) czy *NP* i *SHDI* do *IJI* (klasa -10, brak klasy ze zgodnymi anomaliami dodatnimi). Łączny udział pól o przeciwnych anomaliami *NP* i/lub *SHDI* w stosunku do *IJI* w dolinie Wisły wynosi 12,8%, a Odry – 7,5%. Natomiast łączny udział pól, w których występują klasy o zgodnych anomaliami w obu dolinach wynosi tylko 0,7%.

**Tab. 3.** Udział procentowy wartości punktowych anomalii dodatnich i ujemnych miar zróżnicowania pokrycia terenu.

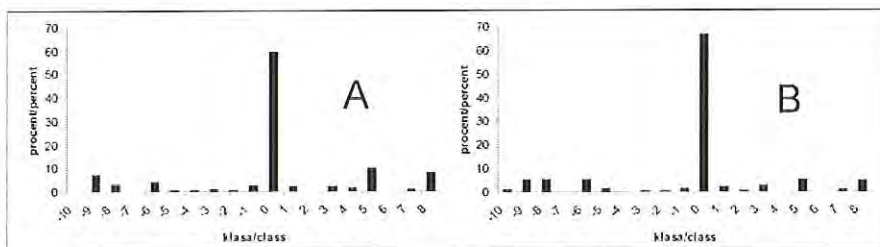
**Tab. 3.** Point values percentage of positive and negative anomalies in land cover differential indexes.

Miary zróżnicowania Diversity parameters	Dolina Wisły Vistula river valley		Dolina Odry Odra river valley	
	Udział procentowy anomalii Percentage of anomalies			
	Dodatniej Positive	Ujemnej Negative	Dodatniej Positive	Ujemnej Negative
<i>NP</i> .	19,2	14,2	10,3	16,8
<i>SHDI</i>	10,5	11,3	7,8	11,7
<i>IJI</i>	5,2	4,7	8,3	2,9

Źródło: opracowanie własne. Source: by author.

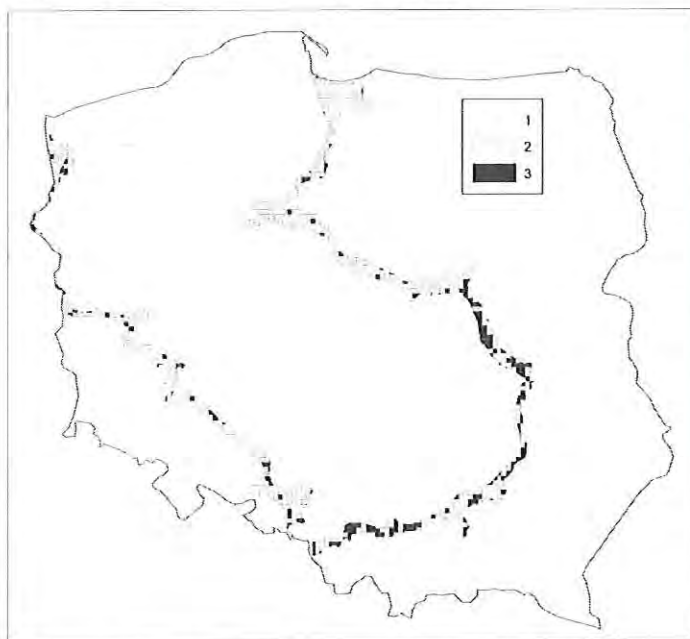
Porównując stopień zróżnicowania pokrycia terenu w obu dolinach można stwierdzić, że zróżnicowanie pokrycia terenu w dolinie Wisły jest większe niż w dolinie Odry. Wskazuje na to m.in.:

- większa przeciętna liczba płatów *NP* w dolinie Wisły niż w dolinie Odry (tabela 2),
- większy udział klas o typowym zróżnicowaniu pokrycia terenu w dolinie Odry niż w dolinie Wisły,
- większy udział klas o podwyższonej wartości wskaźnika *KOZPT* w dolinie Wisły (23,1%) niż w dolinie Odry (14,5%),
- większy udział klas o obniżonej wartości wskaźnika *KOZPT* w dolinie Odry (18,7) niż w dolinie Wisły (17,8%).



Ryc. 1. Udział klas pokrycia terenu w dolinie Wisły (A) i dolinie Odry (B).  
 Fig. 1. Land cover classes percentage in Vistula river (A) and Odra river (B) valleys.  
 Źródło: opracowanie własne. Source: by author.

Ponieważ analiza rozmieszczenia przestrzennego oceny zróżnicowania pokrycia terenu wykonana w siatce 5x5 km z podziałem na 19 klas jest trudna do prezentacji, postanowiono pogrupować klasy o zróżnicowaniu podwyższonym (klasy o dodatnim współczynniku KOZPT) i zróżnicowaniu obniżonym (klasy o ujemnym współczynniku KOZPT). W ten sposób uzyskano tylko trzy wydzielenia - obszary o typowym, podwyższonym i obniżonym zróżnicowaniu pokrycia terenu. Porównania przestrzennego rozkładu otrzymanych wydzieleni w dolinach Wisły i Odry dokonano na kartogramie (ryc. 2).



Ryc. 2. Rozkład klas zróżnicowania pokrycia terenu w dolinie Wisły i Odry.  
 1 - klasy o obniżonym stopniu zróżnicowania pokrycia terenu, 2 - klasy o typowym stopniu zróżnicowania pokrycia terenu, 3 - klasy o podwyższonym stopniu zróżnicowania pokrycia terenu.  
 Fig. 2. Land cover classes distribution in the Vistula and Odra river valleys.  
 1 - Classes of a lower level of land cover differential, 2 - Classes of a normal level of land cover differential, 3 - Classes of a higher level of land cover differential.  
 Źródło: opracowanie własne. Source: by author.

Na tej podstawie można stwierdzić, że w dolinie Wisły zaznacza się tendencja spadkowa zróżnicowania w dół rzeki. Na odcinku odpowiadającym górnemu i środkowemu biegowi Wisły stwierdza się większe zróżnicowane pokrycie terenu niż w dolnym jej biegu. Przy czym duże zgrupowania obszarów o ujemnych wartościach wskaźnika *KOZPT* występuje na obszarach rolniczych Żuław Wiślanych i zalesionych, zwymionionych terasach w Kotlinie Toruńskiej. Zgrupowania terenów o dodatnich wartościach wskaźnika *KOZPT* zanotowano natomiast na zurbanizowanych i użytkowanych rolniczo obszarach Doliny Środkowej Wisły (np. w okolicy Warszawy), Kotliny Oświęcimskiej, Bramy Krakowskiej i północnej części Niziny Nadwiślańskiej w Kotlinie Sandomierskiej u ujścia Sanu.

W dolinie Odry nie występuje tendencja do spadku zróżnicowania pokrycia terenu z biegiem rzeki, którą stwierdzono w dolinie Wisły. Nie można wyróżnić także większych skupisk ani o ujemnej ani o dodatniej wartości wskaźnika *KOZPT*. Jedyne niewielkie zgrupowania obszarów o niższym stopniu pokrycia terenu występują w Kotlinie Raciborskiej (na rolniczych terenach w zachodniej jej części i części wschodniej w Puszczy Raciborskiej) oraz w Dolinie Dolnej Odry w obrębie i wzdłuż wschodniego brzegu Jeziora Dąbie na granicy z Borami Goleniowskimi.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Podjęta próba kompleksowej analizy wielowskaźnikowej zróżnicowania pokrycia terenu w dolinach Wisły i Odry jest przykładem badań nad różnorodnością środowiska geograficznego. Zarówno dobór obszaru badań jak i skala opracowania wraz z przyjętą metodyką analizy pozwoliły na ocenę zróżnicowania pokrycia terenu na poziomie regionalnym. Spośród wyliczonych wskaźników wybrano te, które zdaniem wielu autorów najlepiej opisują różnorodność krajobrazu. Zastosowana zaś w bonitacji punktowej metoda analizy anomalii umożliwiła zarówno normalizację użytych miar, jak i wyznaczenie zakresu wartości, które uznano za typowe dla badanych dolin. Ocena i klasyfikacja zróżnicowania pokrycia terenu została oparta na wskaźniku *KOZPT*, który stanowił sumę wyznaczonych wartości anomalii miar ważonych przez współczynniki determinowane stopniem dyspersji tych miar.

Na podstawie analizy odchylenia standardowego uzyskanych wartości przyjęto, że w ocenie zróżnicowania pokrycia terenu największe znaczenie ma liczba płatów, następnie entropia, a najmniejsze miara zróżnicowania granic. Stwierdzono, że pomiędzy wartościami anomalii liczny płatów i wartościami anomalii ich entropii istnieje zależność wprost proporcjonalna. Oznacza to, że wraz ze wzrostem liczby płatów rośnie także ich dyspersja. Natomiast pomiędzy wartościami anomalii tych dwóch miar i anomalii miary długości granic istnieją zależności odwrotnie proporcjonalne. Wskazuje to na wzrost zróżnicowania długości granic pomiędzy wydzielonymi jednostkami pokrycia terenu w przestrzeni wraz ze spadkiem ich liczby i dyspersji.

Porównując zróżnicowanie pokrycia terenu w dolinie Wisły i Odry stwierdzono, że jest ono nieznacznie większe w pierwszej z nich. Ponadto w rozkładzie przestrzennym pokrycia terenu w dolinie Wisły zanotowano większe skupiska terenów o większym lub mniejszym od typowego stopniu jego zróżnicowania niż w dolinie Odry. Jednocześnie w dolinie Wisły zaznacza się wyraźna tendencja do spadku zróżnicowania pokrycia terenu z biegiem rzeki, której nie zanotowano w dolinie Odry.

Ponieważ brak jest opublikowanych opracowań dotyczących zróżnicowania krajobrazu dla całej Polski, ustalenie korelacji pomiędzy analizą zróżnicowania pokrycia terenu a zmiennością krajobrazu nie zostało wykonane. Porównanie z mapą oceny



atrakcyjności globalnej Polski dla krajobrazu i mapą oceny atrakcyjności terytorium Polski dla rekreacji (Bartkowski, 1986) nie wykazało związków ze zróżnicowaniem pokrycia terenu.

Na zakończenie należy podkreślić, że przeprowadzone badania zróżnicowania pokrycia terenu są jedynie próbą jego oceny oraz próbą doboru zespołu wskaźników składających się na syntetyczną miarę umożliwiającą prowadzenie analiz różnorodności krajobrazowej. Nie miały one za zadanie wyjaśnienia przyczyn rozkładu zróżnicowania poszczególnych typów pokrycia terenu, ani pełnej charakterystyki pokrycia terenu obu badanych jednostek krajobrazowych.

## LITERATURA:

- Bartkowski, T., 1986: Zastosowanie geografii fizycznej, PWN, Warszawa.
- Bielecka, E., 2002: Metoda wyznaczania obszarów o niekorzystnych warunkach dla gospodarki rolnej z wykorzystaniem systemu informacji przestrzennej, Seria Monograficzna IGIK, Warszawa.
- Bossard, M., Feranec, J., Otahel, J., 2000: CORINE Land Cover technical guide – Addendum 2000. Technical report No 40, EEA, Copenhagen.
- CEC, 2004: Third Report on Economic and Social Cohesion: "A new Partnership for cohesion". CEC Regional Policy, Feb.2004 [http://europa.eu.int/comm/regional\\_policy](http://europa.eu.int/comm/regional_policy).
- Ciołkosz, A., Bielecka, E., 2005, Pokrycie terenu w Polsce. Bazy danych CORINE Land Cover. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Eiden, G., Kayadjanian, M., Vidal, C., 2000a: Capturing landscape structure: Tools, (w:) From Land Cover To Landscape Diversity In The European Union.
- Eiden, G., Kayadjanian, M., Vidal, C., 2000b: Quantifying Landscape Structure: spatial and temporal dimension, (w:) From Land Cover To Landscape Diversity In The European Union. [http://land\\_cover\\_diversity/europa.eu.int/comm./agriculture/public/landscape/index.htm](http://land_cover_diversity/europa.eu.int/comm./agriculture/public/landscape/index.htm)
- EUROSTAT, 1999: Land cover and land use information systems for European Union policy needs. Proceedings of seminar, Luxembourg.
- Hill, R.,A, Smith, G.,M., 2005: Land cover heterogeneity in Great Britain as identified in Land Cover Map 2000: [w:] International Journal of Remote Sensing, Vol. 26, No. 24, 5467-5473.
- Kondracki, J., Richling, A., 1994: Regiony Fizycznogeograficzne 1:1500000, Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, IGIK PAN, PPWK, Warszawa.
- McGarigal, K., Marks, B.J., 1994: Fragstats Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis.
- Ostaszewska, K., 2002: Geografia krajobrazu, PWN, Warszawa.
- Openshaw, S., 1983: The modifiable areal unit problem [w:] Concepts and Techniques in Modern Geography vol. 38. Norwich: Geobooks.
- Paradowski, M., 2003: Wykorzystanie bazy CORINE Land Cover do wyznaczania obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania, Referat wygłoszony na seminarium „Realizacja projektu CORINE Land Cover 2000 i wykorzystanie bazy danych CORINE Land Cover w Polsce” organizowanym przez GIOŚ i IGIK, 19 maja 2003, Warszawa.
- Richling, A., 1992: Kompleksowa geografia fizyczna, PWN, Warszawa.
- Richling, A., Solon, J., 2002: Ekologia krajobrazu, PWN, Warszawa.
- Shannon, C., Weaver, W., 1949: The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Solon, J., 2002: Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności, Prace geograficzne, IGIK PAN, 185.
- Turner, M.G., Gardner, R.H. 1991: Quantitative Methods in Landscape Ecology, Springer, New York.

## SUMMARY

### ATTEMPT TO ASSESS A LAND COVER DIFFERENTIAL BASED ON A COMPLEX, MULTIVARIATE ANALYSIS – CASE STUDY OF THE Odra AND VISTULA RIVER VALLEYS

Analysis of a land cover differential might become a basis for macroeconomic and environmental research. In geoecological studies landscape elements separations are fundamental in the natural amenities analysis. As the land cover much depends on the relief, lithology and water conditions, their differential might be compared with the landscape variability. In the research of geographic environmental variety, a complex of indices is used. The article is a trial of a compound study on a multivariate differential of the land cover in the Vistula and Odra river valleys. Analyses are based on a number of patches metric *NP*, entropy *SHDI* and interspersion and juxtaposition *IJI* indexes. The analysis began from the point classification, which further on turned into an analysis of anomalies to normalize indices. Such a concept let a creation of the values range, which were typical for the valleys. Valorization and classification finalized in the complex estimation of the land cover differentiation. This index is a sum of the metrics anomalies, multiplied by parameters determined by dispersion level of the chosen metrics.

The standard deviation analysis of the obtained values present the highest significance of the *NP* metric, then *SHDI* and the lowest of *IJI* metrics. Among the anomalies of the *NP* and anomaly values of their entropy the directly proportional dependencies are stated. It means that dispersion increases along with the increase of the number of patches. Between the anomalies of the previous two metrics and anomalies of the juxtaposition index the inversely dependencies are noticed. An increase of the arrangement between the separated land cover units and the decrease of the patch number and dispersion are related. A comparison between the land cover in both valleys reveals a higher differentiation in the Vistula one. Moreover, there are observed bigger clusters of lands of higher or lower than typical level of differentiation in the Vistula river valley then in the Odra in the spatial distribution of the land cover. Also a noticeable tendency of the land cover variety decrease along the Vistula river course is clearly observed.

---

**dr hab. Elżbieta Bielecka**

Instytut Geodezji i Kartografii  
ul. Modzelewskiego 27, 02-679 Warszawa  
e-mail: [elzbieta.bielecka@igik.edu.pl](mailto:elzbieta.bielecka@igik.edu.pl)

**dr Jacek B. Szymańda**

Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
Instytut Geografii  
Zakład Geomorfologii i Paleogeografii Czwartorzędu  
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń  
e-mail: [szmanda@geo.uni.torun.pl](mailto:szmanda@geo.uni.torun.pl)

**dr Małgorzata Luc**

Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
Instytut Geografii  
Zakład Teledetekcji i Kartografii  
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń  
e-mail: [mluc@uni.torun.pl](mailto:mluc@uni.torun.pl)