

MARCIN KOZIEL

## ANALIZA STRUKTURY KRAJOBRAZU DOLINY WIEPRZA W NADWIEPRZAŃSKIM PARKU KRAJOBRAZOWYM METODAMI GIS

### WPROWADZENIE

Rozważania nad strukturą krajobrazu prowadzi się w Polsce od wielu lat w ramach badań ekologiczno-krajobrazowych. Wyróżnia się dwa główne nurty dociekań: ekologiczny (biologiczny) i geograficzny.

Odmienny sposób postrzegania krajobrazu przez ekologów (biologów) i geoekologów (geografów) sprawia, że struktura krajobrazu przedstawiana jest na kilka sposobów (Cieszewska, 2005). Najczęściej, w układzie horyzontalnym, jako tzw. model geokompleksowy – zwany także mozaikowym (Pietrzak, 1989; Richling, 2004) lub model płatów i korytarzy (Cieszewska, 2000). Publikowane są liczne prace mające na celu wykazanie wyższości jednych modeli nad drugimi (Cieszewska, 2000; Pietrzak, 2006). J. Solon (2000) jest zwolennikiem jednoczesnego stosowania wielu metod i podejść badawczych. Dopiero to, jego zdaniem, pozwala na pełną ocenę stanu i funkcjonowania środowiska.

Prócz tego strukturę krajobrazu można rozpatrywać w sensie aktualnym bądź w ujęciu czasowym (chronostruktura). J. Kondracki i A. Richling (1983) określają strukturę krajobrazu jako „zespół składników, tworzących krajobraz i wzajemne między nimi relacje”. M. Pietrzak (1998) uważa, że aby w pełni zrozumieć procesy zachodzące w krajobrazie należy go interpretować jako sumę zmieniających się w czasie komponentów środowiska przyrodniczego, struktura krajobrazu jest bowiem wynikiem działań i procesów, zarówno naturalnych jak i antropogenicznych, zachodzących na badanym obszarze w przeszłości. Przejawy tej działalności odzwierciedlają się w krajobrazie w różnych formach użytkowania terenu.

W wielu obecnie publikowanych pracach poświęconych badaniom struktury krajobrazu jedyny komponent brany pod uwagę stanowi użytkowanie bądź pokrycie terenu. Pokrycie terenu jest tym czynnikiem, który determinuje kształt, wielkość oraz częstość występowania jednostek krajobrazowych (np. Fujihara, Hara, Short, 2005; Fujihara, Kikuchi 2005).

Pojawienie się i upowszechnienie pod koniec lat 90. Systemów Informacji Geograficznej (GIS) spotkało się z wielkim zainteresowaniem ze strony osób zajmujących się badaniem struktury krajobrazu. Ogromne możliwości tej nowoczesnej technologii powodują, że dotychczas stosowane standardowe metody badań odchodzą w zapomnienie. Jednoczesna analiza danych pochodzących z wielu źródeł umożliwia wszechstronną ocenę struktury krajobrazu oraz jej przedstawienie za pomocą różnorodnych miar i wskaźników.

Krajobraz dolin rzecznych kształtowany jest przez procesy zachodzące nie tylko w korycie rzeki, ale i całej dolinie, głównie pod wpływem działalności człowieka. Obraz nieustannych przemian i różnicowania się składników środowiska dolinnego doskonale oddają szczegółowe mapy topograficzne, zdjęcia lotnicze czy ortofotomapy. Doliny rzeczne jako ostoje flory i fauny stanowią obszary cenne przyrodniczo. Z drugiej strony mogą to być tereny o dużej aktywności człowieka i intensywnych przekształceniach środowiska, a co z tym idzie – są naturalnymi

pasmami wzmoczonego przemieszczania się materii i energii w krajobrazie (splyw wód i materiału erozyjnego, ruchy mas powietrza, wędrówki wielu gatunków roślin i zwierząt).

Celem opracowania jest analiza zmian zachodzących w strukturze krajobrazu, znajdującego się w granicach Nadwieprzańskiego Parku Krajobrazowego, odcinka doliny Wieprza w ciągu niespełna 25 lat, w oparciu o szczegółowe mapy topograficzne. Zastosowana w opracowaniu metoda badań bazuje na miarach i wskaźnikach uzyskanych przy użyciu programu Patch Analyst 3.1.

## **OBSZAR BADAŃ**

Nadwieprzański Park Krajobrazowy (NPK) położony jest w centralnej części województwa lubelskiego; obejmuje niewielki fragment doliny środkowego Wieprza. Park leży na styku dwóch wielkich jednostek fizycznogeograficznych: Wyżyny Małopolskiej (Płaskowyż Świdnicki) i Niżu Zachodniorosyjskiego (Obniżenie Dorohuckie), między którymi biegnie umowna granica między Europą Wschodnią i Zachodnią (Kondracki, 2000).

NPK powołano w 1990 r. Ma on powierzchnię 6261 ha, zaś jego otulina – 11185 ha. Południowa część Parku objęta została dodatkowo granicami specjalnego obszaru ochrony siedlisk Dolina Środkowego Wieprza (1360 ha) w ramach sieci Natura 2000 (Ochrona Środowiska, 2006).

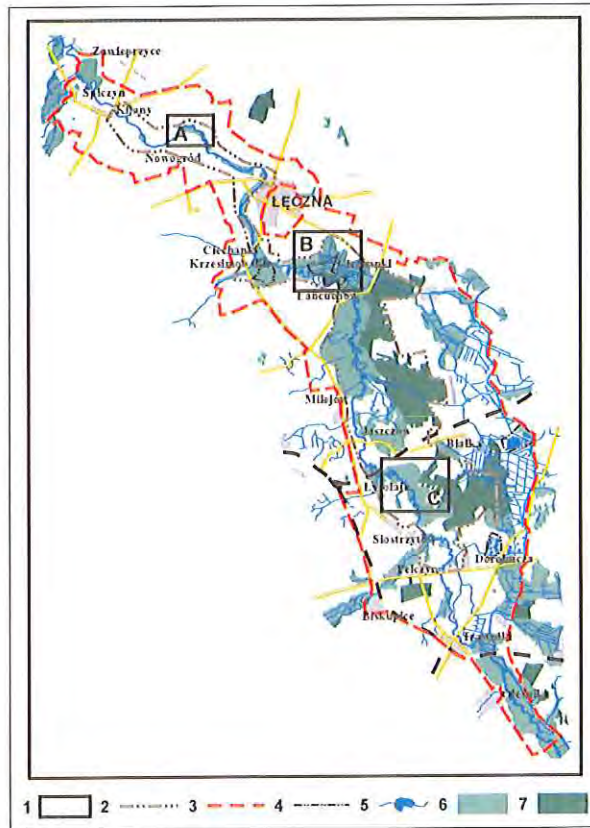
Park ma kształt silnie wydłużony i rozciąga się z południowego wschodu ku północnemu zachodowi na długości blisko 30 km. Szerokość parku jest zmienna i wynosi od zaledwie 300 m do około 2,5 km (Janiec, Rederowa, 1992). NPK, mimo że wraz z otuliną ma charakter typowo dolinny, odznacza się wyraźnym zróżnicowaniem typów krajobrazu (Chmielewski, 1998).

Przedmiotem opracowania była dolina Wieprza, która na tym odcinku od chwili powiększenia Nadwieprzańskiego Parku Krajobrazowego w całości podlega ochronie prawnej. Wyznaczono trzy poligony badawcze reprezentujące różne typy krajobrazu doliny środkowego Wieprza (ryc. 1). Ich wybór był poprzedzony szczegółowymi badaniami kameralnymi oraz terenowymi. Dolina Wieprza znajdująca się w granicach NPK dzieli się na trzy wyraźne odcinki różniące się m. in. cechami morfometrycznymi, intensywnością przebiegu procesów korytowych oraz strukturą użytkowania ziemi.

Pierwszy poligon (A – Nowogród) o powierzchni 300 ha, położony jest w przelomowej części doliny Wieprza, w pobliżu miejscowości Nowogród. Dolina rzeki ma tu charakter wąskiego, krętego jaru o stromych i wysokich (>20 m) zboczach. Wilgotne łąki pokrywające dno doliny kontrastują z wychodniami utworów kredowych i towarzyszącymi im murawami oraz zaroślami kserotermicznymi. W strukturze użytkowania ziemi dominują łąki i pastwiska.

Kolejny obiekt (B – Łańcuchów) o powierzchni 900 ha, obejmujący fragment doliny Wieprza pomiędzy miejscowościami Łańcuchów i Wolą Łańcuchowską, charakteryzuje się płaskim dnem (o szerokości do 1 km), z wyraźnie zaznaczającymi się zboczami (> 10-15 m). Dno doliny zajmują głównie łąki i pastwiska oraz pola uprawne. Wzdłuż koryta rzeki występują zbiorowiska łęgowe i olsowe. Przejawem większej intensywności przebiegu procesów korytowych są tu starorzecza oraz niewielkie oczka wodne.

Trzeci poligon (C – Łysolaje) o powierzchni 875 ha, położony jest pomiędzy Jaszczowem a Siostrzytowem. Obszar ten znajduje się w południowej części NPK charakteryzującej się monotonną rzeźbą urozmaicaną przez zespoły wydm oraz liczne starorzecza ze zbiorowiskami roślinności wodnej i szuwarowej. Szerokie dno doliny zajmują głównie pola uprawne, zaś słabo zaznaczające się zbocza doliny porastają lasy.



Ryc. 1. Położenie poligonów badawczych w Nadwiprzyńskim Parku Krajobrazowym.

Źródło: Chmielewski, 1988.

1 – poligon badawczy, 2 – granice parku, 3 – granice otuliny parku, 4 – projektowane rezerwy, 5 – wody, 6 – łąki, pastwiska, 7 – lasy.

Fig. 1. Location of sample plots in Nadwiprzyński Landscape Park.

Source: Chmielewski, 1998.

1 – sample plot, 2 – park's boundaries, 3 – boundaries of park protection zone, 4 – projected reserves, 5 – waters, 6 – meadows, pastures, 7 – forests.

## METODA BADAŃ

Podstawowym źródłem informacji o strukturze krajobrazu badanych poligonów były mapy topograficzne w skali 1:10 000 wykonane w latach 1977 i 2001. Dla każdego poligonu badawczego wykonano wersje cyfrowe map topograficznych wraz z bazą danych (oddzielnie dla obu okresów). W oparciu o uzyskane dane przeprowadzono analizę zmian sposobu użytkowania terenu.

Wykorzystane w opracowaniu mapy topograficzne wykonane są różnymi technikami kartograficznymi. Różnice polegają nie tylko na zastosowaniu odmiennych układów odniesienia, ale również niejednakowych sposobach przedstawiania treści. Mapy topograficzne pochodzące z końca lat 70. wykonywane były w układzie odniesienia 1965 jako jedno lub dwubarwne, zaś

współczesne mapy topograficzne sporządzone są w układzie odniesienia 1992 jako mapy kolorowe. Starsze mapy topograficzne zeskanowano a następnie poddano kalibracji i digitalizacji ekranowej z wykorzystaniem oprogramowania ArcView wraz z niezbędnymi rozszerzeniami. Mapy topograficzne w układzie 1992 uzyskano w formie cyfrowej. Liczba uzyskanych przez autora kategorii użytkowania terenu dla porównywanych map była różna. W przypadku map „starszych” uzyskano 16 kategorii użytkowania terenu, natomiast dla „młodszych” liczba ta wyniosła aż 29 w obrębie trzech poligonów. Przed przystąpieniem do dalszych analiz autor zestawił oraz pogrupował wydzielone kategorie użytkowania terenu w celu uzyskania jednolitej legendy dla obu map topograficznych (tab. 1). Nazwy wydzielonych kategorii zostały zaczerpnięte z instrukcji do sporządzania map topograficznych w skalach 1:10000 (Chadaj, Pęczak, 1989; Ostrowski, Balcerzak, 1994).

Tab. 1. Wspólna legenda kategorii użytkowania terenu dla map topograficznych.

Tab. 1. Equal legend of land use for topographic maps.

Lp. Num.	Kategorie użytkowania terenu* Category of land use*	Uwagi Comments
1	Tereny zabudowane	w tym: budynki oraz podwórka
2	Grunty orne	
3	Lasy	w tym: liściaste, iglaste, liściasto-iglaste
4	Zagajniki	w tym: liściaste, iglaste, liściasto-iglaste
5	Gęste krzaki	
6	Sady	
7	Roślinność trawiasta	
8	Plantacje roślin	w tym: plantacje roślin przemysłowych, plantacje roślin owocowych, ogródki działkowe
9	Tereny ogrodzone	w tym: cmentarze, place, tereny przemysłowe, parki
10	Starorzecza i zbiorniki wodne	
11	Rzeki	
12	Drogi	w tym: drogi o nawierzchni twardej, drogi o nawierzchni utwardzonej
13	Koleje	

\*) – kategorie zgodne z legendą mapy topograficznej.

Źródło: badania własne.

Source: self study.

Kolejnym krokiem było „rozpuszczanie” granic na cyfrowych mapach użytkowania terenu, czyli połączenie jednakowych kategorii użytkowania pierwotnie oddzielonych elementami liniowymi (drogi gruntowe, leśne, niewielki ciek, rowy melioracyjne), dla każdego badanego poligonu, co jest warunkiem niezbędnym przed użyciem programu Patch Analyst 3.1. Zastosowanie tego programu pozwoliło na uzyskanie szeregu miar i wskaźników opisujących strukturę krajobrazu. Program umożliwia analizę struktury krajobrazu oddzielnie dla każdej kategorii użytkowania terenu (*class level*) np. lasu bądź gruntów ornich oraz na poziomie krajobrazu (*landscape level*) – to znaczy całego badanego obszaru.

Miary i wskaźniki zastosowane do analiz struktury krajobrazu:

- miary powierzchni płatów – powierzchnia kategorii (CA), powierzchnia wszystkich badanych kategorii (TLA),

- miary gęstości i rozmiaru płatów – liczba płatów (NUMP), średnia wielkość płatu (MPS), mediana wielkości płatów (MEDPS), współczynnik wariacji wielkości płatów (PSCOV), odchylenie standardowe wielkości płatów (PSSD),
- miary krawędzi – łączna długość granic (TE), gęstość granic (ED), średnia długość granic (MPE),
- miary kształtu – średni wskaźnik kształtu (MSI), średni ważony wskaźnik kształtu (AWMSI), stosunek średniego obwodu do powierzchni płata (MPAR), średni rozmiar fraktalny płata (MPFD), średni ważony rozmiar fraktalny płata (AWMPFD), wskaźniki różnorodności – miara różnorodności płatów Shannon’a (SDI), miara rozkładu przestrzennego i liczby płatów (SEI).

## WYNIKI

Zmiany użytkowania/pokrycia terenu trzech badanych poligonów uzyskane na podstawie interpretacji map topograficznych z lat 1977 i 2001 zawarte są w tabeli 2. W ciągu 25 lat na wszystkich trzech badanych poligonach odnotowano spadek powierzchni gruntów ornych, przy jednoczesnym wzroście powierzchni zajmowanej przez las oraz roślinność trawiastą. Zjawisko to jest szczególnie wyraźne na poligonie Lysolaje gdzie spadek powierzchni gruntów ornych wyniósł blisko 120 ha. Wzrost powierzchni lasów i roślinności trawiastej to odpowiednio 58,46 ha i 58,73 ha. W okresie 1977-2001 nastąpił spadek powierzchni sadów, przy jednoczesnym wzroście powierzchni plantacji roślin.

**Tab. 2.** Użytkowanie terenu dla poligonów badawczych w latach 1977 i 2001.

**Tab. 2.** Land use in sample plots in 1977 and 2001.

Lp. Num.	Kategorie użytkowania terenu Category of land use	Powierzchnia [ha] Area [ha]					
		Nowogród Nowogrod		Łańcuchów Lancuchow		Lysolaje Lysolaje	
		1977	2001	1977	2001	1977	2001
1	Tereny zabudowane	7,07	7,77	20,21	22,07	8,57	8,74
2	Grunty orne	205,79	198,61	457,11	447,36	460,61	341,30
3	Lasy	16,57	24,17	71,43	77,14	85,44	143,90
4	Zagajniki	—	—	0,49	—	14,87	13,53
5	Gęste krzaki	3,15	—	—	0,61	1,21	2,33
6	Sady	18,14	13,66	14,14	8,31	4,71	3,36
7	Roślinność trawiasta	34,37	36,43	303,47	307,09	280,20	338,93
8	Plantacje roślin	6,60	7,82	3,38	7,42	0,16	0,54
9	Tereny ogrodzone	—	0,12	7,36	4,55	—	—
10	Starorzecza i zbiorniki wodne	0,08	—	1,36	1,14	2,82	5,61
11	Rzeki	8,23	8,74	18,63	18,11	14,98	13,70
12	Drogi	—	2,75	2,42	6,20	1,43	1,63
13	Koleje	—	—	—	—	—	1,43
	SUMA	300	300	900	900	875	875

— brak kategorii w analizowanym roku.

Źródło: badania własne. Source: self study.

W latach 1997-2001 nastąpił wzrost liczby płatów krajobrazowych wydzielonych na podstawie map topograficznych. Po „rozpuszczeniu” granic liczba uzyskanych płatów na 6 mapach użytkowania terenu (po dwie dla każdego poligonu) wyniosła 1512. Najmniej płatów uzyskano w poligonie Nowogród, najwięcej zaś w poligonie Lysolaże (tab. 3).

**Tab. 3.** Zmiana liczby płatów krajobrazowych w okresie 1977-2001.

**Tab. 3.** Change of landscape's patches number in 1977-2001.

Nazwa poligonu Name of sample plot	Liczba płatów (NUMP) w 1977 r. Number of patches (NUMP) in 1977	Liczba płatów (NUMP) w 2001 r. Number of patches (NUMP) in 2001
Nowogród	159	192
Łańcuchów	238	272
Lysolaże	320	331

*Źródło: badania własne.*

*Source: self study.*

W tabeli 4 zestawiono zbiorcze wyniki wybranych miar dla poligonu Lysolaże. Porównanie ich wielkości pozwala na ilościową i jakościową analizę zmian krajobrazowych, jakie zaszły w tym poligonie w latach 1977-2001. Spadek powierzchni gruntów ornym w ciągu 25 lat spowodował, że w 2001 roku odnotowano mniejszą liczbę płatów krajobrazowych reprezentujących tę kategorię użytkowania terenu (102 płaty w 1977 i 79 płatów w 2001 roku). Przyrost powierzchni lasów i roślinności trawiastej pociągnął za sobą wzrost liczby płatów tych kategorii użytkowania terenu. Dla wymienionych trzech kategorii użytkowania wartości średnich wielkości płatów (MPS) są największe. Zmiany w strukturze użytkowania terenu są także widoczne we wynikach miar długości (TE) oraz gęstości (ED) granic. Na poligonie badawczym Lysolaże miary średniego wskaźnika kształtu trzech największych form użytkowania terenu zmalały w porównywanym okresie.

Łączna długość granic (TE) rozpatrywana na poziomie krajobrazu w przypadku poligonów: Nowogród i Łańcuchów wzrosła, zaś w poligonie Lysolaże zmalała. Podobnie rzecz się ma z miarą gęstości granic (ED). Miara średniej długości granic (MPE) we wszystkich trzech analizowanych poligonach spadła w ciągu 25 lat (tab. 5).

Wartość średniego wskaźnika kształtu (MSI) powinna zawierać się w zakresie od 1 do 2. W przypadku poligonów o kształcie idealnie okrągłym lub zbliżonym do kwadratu (dla danych rastrowych) wartość wskaźnika zbliżona jest do 1. Najmniejszą wartość wskaźnika kształtu uzyskano dla poligonu Łańcuchów w 1977 roku, największą dla tego samego obszaru 25 lat później. Wartości wskaźnika kształtu zawierają się w zakresie 1,55-1,75 co wskazuje na złożoność kształtu wydzielonych płatów krajobrazowych.

Wartości wskaźników różnorodności dla badanych poligonów uległy zmianie w czasie. Największy wzrost wartości wskaźników odnotowano w poligonie Lysolaże, w którym w ciągu 25 lat zaszły największe zmiany (tab. 5). W poligonie Łańcuchów wartość wskaźników różnorodności spadła, a w przypadku poligonu Nowogród wzrosła nieznacznie, co świadczy o względnej stabilności badanych krajobrazów.

**Tab. 4.** Porównanie wybranych miar na poziomie kategorii użytkowania terenu dla poligonu Lysolaje w latach 1977 i 2001.

**Tab. 4.** Comparison of selected landscape indices at class level for Lysolaje sample plot in 1977 and 2001.

Lp.	Kategorie użytkowania terenu	CA [ha]	NUMP	MPS [ha]	TE [km]	ED [m/ha]	MPE [km/plot]	MSI	AWMSI	AWMPFD
Num.	Category of land use	CA [ha]	NUMP	MPS [ha]	TE [km]	ED [m/ha]	MPE [km/patch]	MSI	AWMSI	AWMPFD
Poligon badawczy: Lysolaje — 1977 rok Lysolaje sample plot – 1977										
1	Tereny zabudowane	8,57	80	0,11	10,22	11,68	0,13	1,25	1,32	1,41
2	Grunty orne	460,61	102	4,52	107,09	122,37	1,05	1,78	3,05	1,37
3	Lasy	85,44	17	5,03	31,37	35,86	1,84	2,16	4,78	1,45
4	Zagajniki	14,87	20	0,74	10,90	12,45	0,54	1,86	2,17	1,42
5	Gęste krzaki	1,21	5	0,24	1,38	1,58	0,28	1,59	1,62	1,44
6	Sady	4,71	30	0,16	5,16	5,89	0,17	1,30	1,36	1,41
7	Roślinność trawiasta	280,20	20	14,01	83,27	95,17	4,16	2,58	7,86	1,48
8	Plantacje roślin	0,16	1	0,16	0,16	0,18	0,16	1,12	1,12	1,37
9	Tereny ogrodzone	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Starorzecza i zbiorniki wodne	2,82	42	0,07	5,67	6,48	0,14	1,45	1,87	1,53
11	Rzeki	14,98	1	14,98	14,35	16,40	14,38	10,46	10,46	1,61
12	Drogi	1,43	2	0,72	3,17	3,63	1,59	5,05	6,00	1,67
13	Koleje	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poligon badawczy: Lysolaje — 2001 rok Lysolaje sample plot – 2001										
1	Tereny zabudowane	8,74	99	0,09	11,55	13,20	0,12	1,26	1,38	1,43
2	Grunty orne	341,30	79	4,32	76,08	86,94	0,96	1,63	2,80	1,36
3	Lasy	143,90	25	5,76	23,18	26,50	0,93	1,46	4,06	1,38
4	Zagajniki	13,53	19	0,71	9,54	10,90	0,50	1,71	1,89	1,41
5	Gęste krzaki	2,33	4	0,58	1,72	1,96	0,43	1,57	1,72	1,41
6	Sady	3,36	26	0,13	4,37	4,99	0,17	1,34	1,36	1,44
7	Roślinność trawiasta	338,93	26	13,04	85,59	97,82	3,29	2,44	6,07	1,44
8	Plantacje roślin	0,54	1	0,54	0,44	0,50	0,44	1,69	1,69	1,42
9	Tereny ogrodzone	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	Starorzecza i zbiorniki wodne	5,61	46	0,12	8,10	9,25	0,18	1,44	1,81	1,48
11	Rzeki	13,70	2	6,85	14,12	16,14	7,06	7,17	8,76	1,60
12	Drogi	1,63	3	0,54	3,38	3,86	1,13	3,87	5,64	1,65
13	Koleje	1,43	1	1,43	3,61	4,13	3,61	8,51	8,51	1,71

Źródło: badania własne.

Source: self study.

**Tab.5.** Porównanie miar i wskaźników na poziomie krajobrazu dla badanych poligonów w latach 1977 i 2001.

**Tab. 5.** Comparison of measures and indices at landscape level for investigated sample plots in 1977-2001.

Nazwa poligonu rok	TLA [ha]	NUMP —	MPS [ha]	TE [km]	ED [m/ha]	MPE [km/plot]	MSI —	AWMSI —	AWMPFD —	SDI —	SEI —
Name of sample plot year	TLA [ha]	NUMP —	MPS [ha]	TE [km]	ED [m/ha]	MPE [km/patch]	MSI —	AWMSI —	AWMPFD —	SDI —	SEI —
Nowogród 1977	300	159	1,89	93,97	313,23	0,59	1,58	3,63	1,40	1,79	0,82
Nowogród 2001	300	192	1,56	105,21	350,67	0,58	1,58	3,39	1,40	1,82	0,83
Łańcuchów 1977	900	238	3,79	159,15	176,69	0,67	1,55	2,97	1,34	1,98	0,82
Łańcuchów 2001	900	284	3,17	170,02	188,91	0,60	1,75	2,64	1,33	1,96	0,82
Łysołaje 1977	875	320	2,73	272,74	311,70	0,85	1,68	4,84	1,42	1,62	0,68
Łysołaje 2001	875	331	2,64	241,68	276,21	0,731	1,60	4,37	1,40	1,75	0,71

*Źródło: badania własne.*

*Source: self study.*

## DYSKUSJA

Mapy topograficzne stanowią dobry materiał źródłowy i są w dalszym ciągu z powodzeniem wykorzystywane do badań struktury krajobrazu (Bender, Boehmer, Jens, 2005; Fujihara, Kikuchi, 2005). Analiza porównawcza map topograficznych pozwala na ocenę zmian struktury użytkowania badanego obszaru i może dotyczyć wszystkich kategorii użytkowania terenu bądź tylko jednej np. lasu (Kunz, Nienartowicz, 2006). Analizowane archiwalne i współczesne mapy topograficzne wykonane są zazwyczaj w skalach od 1:25 000 do 1:100 000. Większość opracowań, których przedmiotem jest krajobraz, opiera się obecnie na systemie GIS. Zmiana układu odniesienia mapy przy zastosowaniu technik GIS nie stanowi żadnego problemu. Niezwykle ważne jest by będące podstawą opracowania mapy topograficzne prezentowały treść w ten sam lub podobny sposób. Mapy topograficzne wykonywane w różnych okresach w odmienny sposób przedstawiają użytkowanie terenu. Przed przystąpieniem do analiz porównawczych należy ujednoczyć kategorie użytkowania terenu (agregacja danych) na wszystkich mapach bez względu na datę wydania (Kunz, 2006). Dane uzyskane z map topograficznych obciążone są błędem. Dopuszczalna wartość średniego błędu kwadratowego (RMS) dla map topograficznych w skali 1:10 000 nie powinna przekraczać 5 metrów. Dobór analizowanych map powinien być poprzedzony oceną ich przydatności, niektóre z nich mogą bowiem zawierać błędy popełnione w czasie redakcji.

Cennym źródłem informacji o środowisku są też archiwalne i aktualne zdjęcia lotnicze, ortofotomapy oraz zdjęcia satelitarne. Analiza materiałów teledetekcyjnych staje się jedną z głównych metod stosowanych w badaniach ekologiczno-krajobrazowych. Aby sprawdzić, na ile porównywalne są różne metody badań przeprowadzono analizę struktury krajobrazu tego samego obszaru na dwa sposoby: metodą fotomorficzną na podstawie zdjęć lotniczych i metodą geokompleksów. Z przeprowadzonych badań wynika, że metoda



fotomorficzna jest mniej pracochłonna, ale w efekcie uzyskuje się mniej zróżnicowany obraz (Hernik, 1998).

Obecnie na świecie istnieje szereg programów komputerowych pozwalających na szybkie uzyskanie wielu różnorodnych miar i wskaźników krajobrazowych. Programy te mogą pracować zarówno na danych wektorowych jak i rastrowych. Powszechne stają się modele krajobrazowe, które pozwalają na kompleksowe analizy krajobrazu z wykorzystaniem danych o rzeźbie, geologii, glebach i klimacie.

## WNIOSKI

Analiza map topograficznych w skali 1:10 000 pochodzących z lat 1977 i 2001 w systemie GIS wykazała, że zmiany w strukturze krajobrazu badanych obszarów dotyczą zarówno doliny, jak i terenów bezpośrednio z nią sąsiadujących. O przemianach krajobrazu decydują zarówno procesy naturalne związane z rzeką, jak i procesy antropogeniczne. W przypadku dwóch poligonów badawczych: Nowogród i Łańcuchów badania wykazały, że zmiany w strukturze użytkowania terenu są niewielkie. W poligonie Lysolaje w ciągu niespełna 25 lat struktura użytkowania terenu uległa poważnym zmianom. Tu, w okresie 1977-2001 koryto Wieprza najbardziej znacząco zmieniło swój bieg, powstało też szereg nowych – „świeżych” starorzeczy i oczek wodnych, co z pewnością dodatkowo wpłynęło na mozaikowość krajobrazu.

Wszystkie badane poligony są użytkowane rolniczo. Na poligonach Nowogród i Łańcuchów przeważają łąki i pastwiska, grunty orne zajmują niewielką powierzchnię gdyż ich użytkowanie utrudniają warunki naturalne. Na poligonie Lysolaje szerokie dno doliny oraz położenie pól względem rzeki (mniejsze ryzyko wystąpienia powodzi) sprzyjają rolnictwu. Niegdyś teren ten był miejscem intensywnej działalności rolniczej. Od paru lat obserwuje się zmniejszenie powierzchni zasiewów oraz porzucanie gruntów orných przy jednoczesnym wzroście powierzchni zalesionych oraz pastwisk i łąk.

Miary i wskaźniki krajobrazowe zastosowane w prowadzonych badaniach pozwalają na dokładne poznanie struktury krajobrazu. Wzrostowi liczby wydzielonych płatów krajobrazowych (NUMP) we wszystkich poligonach towarzyszy spadek średniej wielkości płata (MPS) rozpatrywanej na poziomie krajobrazu. Wzrost miar krawędzi (łączonej długości granic TE i gęstości granic ED) na poligonach Nowogród i Łańcuchów pociągnął za sobą wzrost miary średniego wskaźnika kształtu (MSI). W poligonie Lysolaje odnotowano spadek zarówno miar krawędzi jak i kształtu.

Wskaźniki różnorodności badanych poligonów uległy zróżnicowanym zmianom w czasie. Największe miały miejsce w poligonie Lysolaje; dwa pozostałe (Nowogród i Łańcuchów) są względnie stabilne – w nich tempo przemian krajobrazu jest niewielkie.

Niektóre osiągnięte rezultaty nie spełniają kryteriów zakładanych przez autorów oprogramowania. Największe nieprawidłowości dotyczą miary średniego wskaźnika kształtu (MSI) rozpatrywanej na poziomie kategorii użytkowania terenu. Odstępstwa od reguły dotyczą głównie płatów krajobrazowych mających charakter linowy: rzek, dróg i kolei.

Niezbędne dla porównania map ujednoczenie legend, sprowadzające się w istocie do ograniczenia liczby wydzielonych kategorii użytkowania terenu, nie pozwoliło w pełni wykorzystać możliwości systemu GIS. Większa liczba kategorii pozwoliłaby na dokładniejsze poznanie struktury krajobrazu badanych poligonów oraz różnic pomiędzy nimi.

## LITERATURA:

- Bender O., Boehmer H. J., Jens D., Schumacher K. P., 2005: Usig GIS to analyse long-term cultural landscape changes in Southern Germany. *Landscape and Urban Planning*, 70: 111-125.
- Chadaj S., Pęczak T., 1989: Wzory i objaśnienia znaków umownych i napisów stosowanych na mapach topograficznych w skalach 1:5000 i 1:10000. Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa. Departament Geodezji, Kartografii i Gospodarki Gruntami. Warszawa: 1-119.
- Chmielewski T. J., 1998: Nadwieprzański Park krajobrazowy. Informator. Zarząd Zespołu Lubelskich Parków, WFOŚiGW, Kazimierz Dolny – Lublin, 1-12.
- Cieszewska A., 2005: Relacje pomiędzy modelami struktury krajobrazu na przykładzie Przedborskiego Parku Krajobrazowego. *Prace i Studia Geograficzne*, 36. Warszawa: 13-26.
- Cieszewska A., 2000: Model płat-korytarz-matryca, model geokomplesu – konfrontacja granic. [w:] M. Pietrzak (red.) *Granice krajobrazowe – podstawy teoretyczne i znaczenie praktyczne. Problemy Ekologii Krajobrazu*, 7. Wyd. Nauk. Bogucki, Poznań: 77-90.
- Fujihara M., Hara K., Short K. M., 2005: Changes in landscape structure of "yatsu" valleys: a typical Japanese urban fringe landscape. *Landscape and Urban Planning*, 70: 261-270.
- Fujihara M., Kikuchi T., 2005: Changes in the landscape structure of the Nagara River Basin, central Japan. *Landscape and Urban Planning*, 70: 271-281.
- Hernik A., 1998: Badania porównawcze struktury krajobrazu. *Fotointerpretacja w Geografii. Problemy Telegeoinformacji*, 28: 29- 51.
- Janiec B., Rederowa E., 1992: Nadwieprzański Park Krajobrazowy [w:] *System obszarów chronionych województwa lubelskiego* (red.): T. Wilgat, Wyd. TWWP, Lublin, 164-202.
- Kondracki J., 2000: *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa, 1-440.
- Kondracki J., Richling A., 1983: Próba uporządkowania terminologii w zakresie geografii fizycznej kompleksowej. *Przegląd Geograficzny* 4, 1: 201-217.
- Kunz M., 2006: Rektyfikacja i standaryzacja historycznych i współczesnych danych kartograficznych do analiz zmian pokrycia/użytkowania terenu [w:] *Problemy Ekologii Krajobrazu* (red.): W. Wołoszyn, 18. Zakład Ochrony Środowiska UMCS. Lublin: 97-108.
- Kunz M., Nienartowicz A., 2006: zmiany pokrycia/użytkowania terenu Zaborskiego Parku Krajobrazowego w latach 1796-2000 na obszarach o różnym stopniu antroposjii [w:] *Problemy Ekologii Krajobrazu* (red.): W. Wołoszyn, 18. Zakład Ochrony Środowiska UMCS. Lublin: 283-292.
- Ochrona Środowiska 2006, GUS. Warszawa: 1-552.
- Ostrowski W., Balcerzak J., 1994: *Zasady redakcji mapy topograficznej w skali 1: 10 000. Wzory znaków*. Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa. Główny Geodeta Kraju. Warszawa:1-129.
- Patch Analyst, <http://flash.lakeheadu.ca/~rrempel/patch/>
- Pietrzak M. 2006: Struktura krajobrazu środkowej Wielkopolski - eksperyment kartograficzny II. [w:] *Problemy Ekologii Krajobrazu* (red.): A. Richling, 16, 1. WGSR. Warszawa.
- Pietrzak M., 1989: *Problemy i metody badania struktury geokompleksu (na przykładzie powierzchni modelowej Biskupice)*. UAM. Seria Geografia, 45. Poznań: 1-125.
- Pietrzak M., 1998: *Syntezy krajobrazowe – założenia, problemy, zastosowania*. Wyd. Nauk. Bogucki, Poznań:1-168.
- Richling A., 2004: Systemy przyrodniczego podziału przestrzeni [w:] *Płaty i korytarze – jako elementy struktury krajobrazu – możliwości i ograniczenia*. *Problemy Ekologii Krajobrazu* (red.): A. Cieszewska, 14. SGGW, Warszawa: 17-22.
- Solon J., 2000: Krajobraz bez granic, czyli o wpływie koncepcji teoretycznych na sposoby wyróżniania i charakterystykę jednostek krajobrazowych. [w:] *Granice krajobrazowe – podstawy teoretyczne i znaczenie praktyczne*. *Problemy Ekologii Krajobrazu* (red.): M. Pietrzak, 7. Wyd. Nauk. Bogucki, Poznań: 139-152.

## SUMMARY

### LANDSCAPE STRUCTURE ANALYSIS IN NADWIEPRZANSKI LANDSCAPE PARK BY GIS METHODS

Geographical Information Systems (GIS) appeared in the end of 90's and interested scientists researching landscape structure. Nowadays it is one of the basic investigating techniques which are used in landscape ecology. Enormous possibilities that come from this modern technology causes disappearing of previously used conventional methods of landscape structure researches.

River valleys landscape is created by processes not only occurring in river channel but also in the whole valley mainly due to human activity. Detailed topographical maps, aerial photographs and ortophotomaps present the picture of ceaseless changes and diversities in components of valley environment.

This study focuses on changes and their analysis in landscape structure of River Wieprz valley in Nadwieprzanski Landscape Park almost a 25-year period. The analysis is based on detailed topographical maps. The research method of changes in landscape structure used in the study derives from measures and indices obtained from Patch Analyst 3.1 program. Ecological measures and indices make it possible to examine quantitative and qualitative features of landscape structure taking into consideration its time and spatial variation.

The analysis of topographical maps in GIS established that changes in landscape structure of study area are connected both with valley and neighbouring areas. In two research sample plots Nowogrod and Lancuchow the investigation pointed out slight changes in land use patterns. The rate of landscape changes in Lysolaje sample plot is significant.

Detailed topographical maps are good source materials for researching landscape structure. Topographical maps compared in this study are made by another cartographical technique. The differences concern the usage of various reference systems and the way of proposing map's content. It is necessary to generalize selected categories in landscape use before further analyses. Standardizing map legend would influence the results. The higher number of categories would allow to analyze more precisely landscape structure of the sample plots and differences between them.

---

**mgr Marcin Koziel**  
Zakład Ochrony Środowiska  
Instytut Nauk o Ziemi  
Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie  
Al. Kraśnicka 2 CD  
20-718 Lublin  
e-mail: [marcinkoziel@o2.pl](mailto:marcinkoziel@o2.pl)