

INTENSYWNOŚĆ GOSPODARKI LEŚNEJ A HETEROGENICZNOŚĆ KRAJOBRAZU LEŚNEGO

INTENSITY OF FOREST ECONOMY VERSUS DIVERSITY OF FOREST LANDSCAPE

Mieczysław Kunz¹, Andrzej Nienartowicz²

¹Zakład Teledetekcji i Kartografii, Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

²Pracownia Modelowania Procesów Ekologicznych, Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Słowa kluczowe: GIS, wskaźniki krajobrazu, krajobraz leśny, przetwarzanie danych, różnorodność krajobrazu

Keywords: GIS, landscape indices, forest landscape, data processing, landscape diversity

Wprowadzenie

Strukturę krajobrazu i jej zmienność w czasie i w przestrzeni można analizować na kilka sposobów wykorzystując przy tym różne metody i narzędzia badawcze. Jedną z podstawowych technik badawczych stosowanych w ekologii krajobrazu są systemy informacji geograficznej (GIS). Ta nowoczesna technologia umożliwia dokonywanie oceny struktury krajobrazu za pomocą szeregu miar i wskaźników ekologicznych, dokonywanych w oparciu o wiele różnorodnych źródeł informacji. Umożliwia ona tworzenie map i wykonywanie analiz porównawczych nie tylko w poszczególnych obszarach badanej przestrzeni, ale również z uwzględnieniem upływającego czasu. Ekologia krajobrazu z powodzeniem wykorzystuje narzędzia i procedury geoinformatyczne w połączeniu z metodami standardowymi stosowanymi od wielu lat.

Współczesny obraz wzorca przestrzennego krajobrazu jest wynikiem wszelkich działań i procesów zachodzących na analizowanym obszarze w przeszłości. Niemal każda działalność człowieka dotycząca przestrzeni znajduje odzwierciedlenie w mozaice krajobrazowej utworzonej przez różne formy użytkowania terenu. Heterogeniczność (mozaikowatość) krajobrazu oznacza jego różnorodność wynikającą z uwzględnienia kryteriów biologicznych, geograficznych czy ekologicznych.

Na obszarach leśnych strukturę przestrzenną krajobrazu silnie modyfikują zmiany użytkowania śródleśnych obszarów rolniczych, zachodzące głównie wskutek celowego zalesiania lub naturalnego procesu sukcesji lasu po zaprzestaniu uprawy rolnej. Przeprowadzone w XIX wieku z przyczyn politycznych i ekonomicznych zalesienia w północnej części Zaborzkiego Parku Krajobrazowego znacznie zmieniły wskaźniki określające strukturę krajobrazu.

Celem pracy było określenie różnic w przebiegu zmian wskaźników i miar struktury krajobrazu na trzech powierzchniach badawczych, w przeszłości w różnym stopniu odlesionych i powtórnie zalesionych. W ostatnich latach jedna z tych powierzchni stała się obszarem o wysokim statusie ochrony, zaś na pozostałych produkcja i pozyskanie drewna prowadzone jest z różną intensywnością.

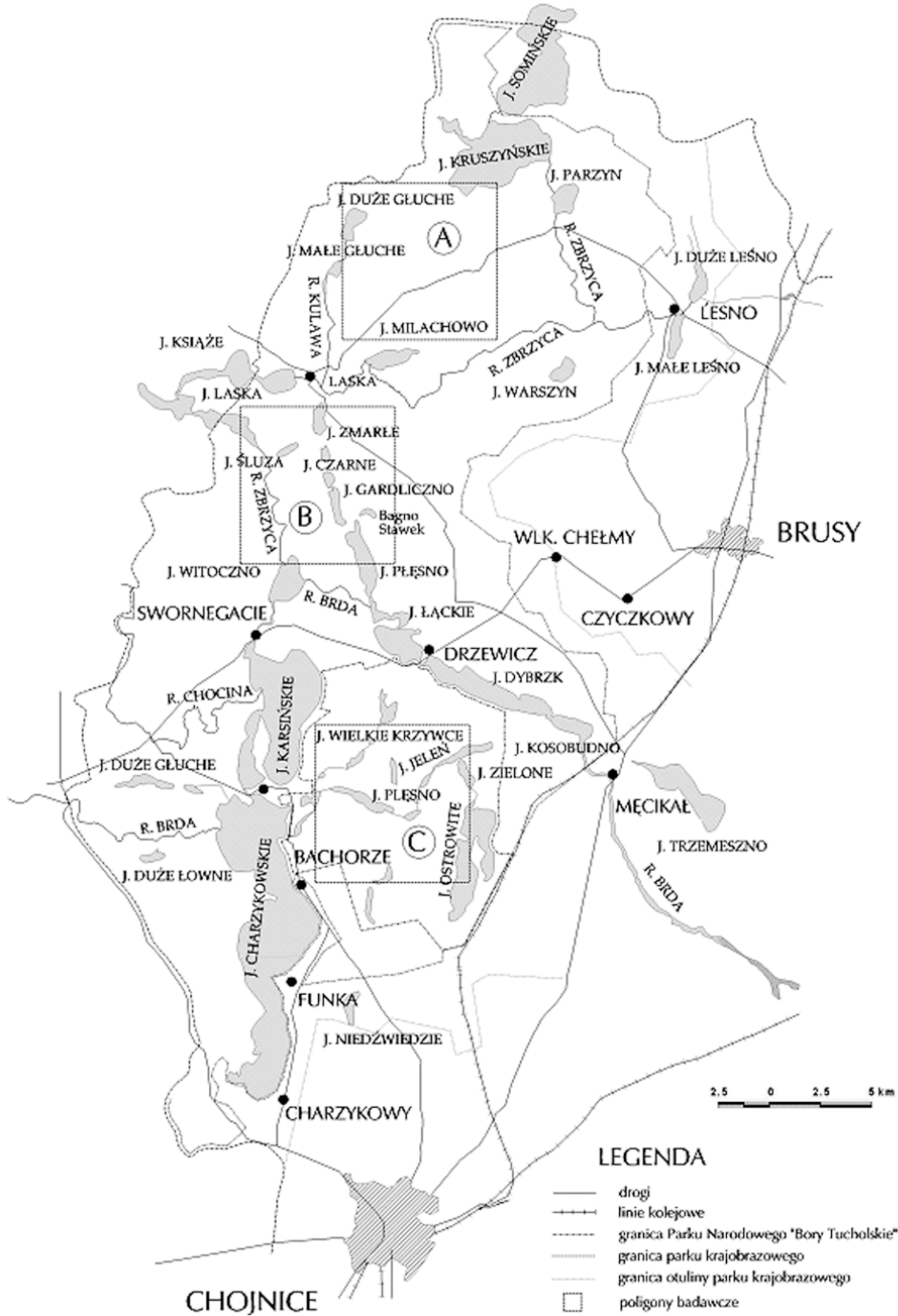
Obszar badań

Zaborski Park Krajobrazowy (ZPK) położony jest w północno-zachodniej części dzielnicy przyrodniczo-leśnej Bory Tucholskie (Trampler i in., 1990). Według podziału fizyczno-geograficznego Polski park leży na Równinie Charzykowskiej (Kondracki, 1988; Kondracki i Richling, 1993–1997), natomiast wg podziału geobotanicznego Polski dokonanego przez Matuszkiewicza (1993) należy do Działu Pomorskiego, Krainy Sandrowych Przedpoli Pojezierzy Środkowopomorskich, Podkrainy Tucholskiej, Okręgu Borów Tucholskich, podokręgu Swornigackiego. Pod względem administracyjnym leży w województwie pomorskim, na terenie powiatu i gminy Chojnice oraz gminy Brusy. Północna i zachodnia część ZPK leży w rejonie działania Nadleśnictwa Przymuszewo, zaś południowa i południowo-zachodnia część Nadleśnictwa Rytel. Oba nadleśnictwa podlegają Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Toruniu.

Na obszarze ZPK dominują dziś lasy (71%) oraz ekosystemy wodne, głównie rzeki i jeziora (13%). Teren ten został ostatecznie ukształtowany przez najmłodsze zlodowacenie bałtyckie. Dlatego też występują tutaj bardzo zróżnicowane polodowcowe formy rzeźby terenu w postaci dolin, rynien, i oczek wodnych, które w połączeniu z pagórkami wydm tworzą mocno zróżnicowany krajobraz. Na zmienność przestrzenną krajobrazu wywołaną czynnikami naturalnymi nakłada się heterogeniczność spowodowana prowadzeniem na tym terenie od ponad 130 lat intensywnej gospodarki leśnej. Mimo silnych przekształceń zbiorowisk leśnych przyroda tego obszaru odznacza się tak wysokimi walorami, że w 1996 roku w południowej części parku krajobrazowego utworzono Park Narodowy „Bory Tucholskie” o powierzchni około 48 km². Poza parkiem narodowym na terenie badań występuje sześć rezerwatów przyrody.

Przedmiotem analizy był obszar całego Zaborskiego Parku Krajobrazowego, w którego różnych częściach w przeszłości gospodarka leśna realizowana była z różną intensywnością (rys. 1). Dla określenia wpływu użytkowania lasu na zmienność przestrzenną krajobrazu wyznaczono, w gradiencie oddziaływania człowieka, trzy duże poligony badawcze:

- obszar na północ od rzeki Zbrzycy, będącej dopływem Brdy, w rejonie jeziora Kru-szyńskiego, gdzie jeszcze w końcu XIX wieku dominowały ubogie pastwiska owcze; tereny te zostały zalesione po utworzeniu pruskiego *Oberforstereich Zwangshoff* i w następnych latach był to obszar najintensywniejszej gospodarki leśnej na całym roz-ważanym terenie (poligon badawczy – Kruszyn),
- obszar na północ od linii jezior Witoczno – Łąckie-Dybrzk, gdzie według danych zawartych na dawnych mapach topograficznych nieprzerwanie występowały kom-pleksy leśne; dziś na tym terenie znaczne powierzchnie zajmują rezerваты przyrody i lasy wodochronne oraz występują najstarsze drzewostany na całym badanym terenie (poligon badawczy – Laska),



Rys. 1. Położenie obszaru badań (A – poligon badawczy Kruszyn, B – poligon badawczy Laska i C – poligon badawczy PNBT)

- obszar leżący w obrębie Parku Narodowego „Bory Tucholskie”, gdzie od 1996 roku pozyskiwanie produktów leśnych odbywa się w bardzo ograniczonym zakresie; na terenie tym występuje wiele jezior, z których Gacno Wielkie, dzięki badaniom Hjelmroos-Ericsson (1981), stanowi punkt reperowy do badań przemian roślinności w holocenie (poligon badawczy – PNBT),

Tak wyznaczone powierzchnie były podstawą do analizowania zmian pokrycia/użytkowania terenu oraz analizy wskaźników wzorca przestrzennego krajobrazu.

Metody badań

Głównym źródłem informacji o czasowych i przestrzennych zmianach struktury krajobrazu były mapy topograficzne z lat 1796–1999 oraz mapy przeglądowe drzewostanów wykonane w latach 1911–1999 (tab. 1). Ponadto jako materiały uzupełniające do określenia pokrycia terenu wykorzystano zdjęcia lotnicze wykonane w latach 1951–1997. Obróbkę materiałów

Tabela. 1. Wykaz wprowadzonych do systemu GIS i wykorzystanych map topograficznych oraz materiałów fotolotniczych

Lp.	Rodzaj materiału źródłowego	Skala	Rok wydania	Liczba arkuszy/zdjęć
Mapy topograficzne				
1.	Mapy topograficzne w układzie 1965	1: 25 000	1985	8
2.	Mapy topograficzne w układzie 1942	1: 25 000	1954	6
3.	Mapy topograficzne WIG	1: 25 000	1936	6
4.	Pruskie mapy topograficzne – Messtischblätter	1: 25 000	1874	6
5.	Mapy Schröttera-Engelhardta	1: 50 000	1796-1802	2
Leśne mapy przeglądowe drzewostanów wraz z operatami				
6.	Mapy przeglądowe	1: 20 000	1999–2001	6
7.	Mapy przeglądowe	1: 25 000	1987–1988	4
8.	Mapy przeglądowe	1: 20 000	1976	4
9.	Mapy przeglądowe	1: 20 000	1966	4
10.	Mapy przeglądowe	1: 20 000	1952–1954	4
11.	Mapy przeglądowe	1: 20 000	1945	3
12.	Mapy przeglądowe	1: 20 000	1911–1926	4
Zdjęcia lotnicze				
13.	Barwne	1 : 26 000	1997	17
14.	Panchromatyczne	1 : 12 000	1986	23
15.	Panchromatyczne	1 : 16 500	1975	45
16.	Panchromatyczne	1 : 13 000	1964	44
17.	Panchromatyczne	1 : 25 000	1951	41

kartograficznych i zdjęć lotniczych oraz wykonanie map przeprowadzono w technologii GIS z wykorzystaniem posiadanych licencjonowanych programów MicroStation z konfiguracjami oraz ArcView z rozszerzeniami niezbędnymi do przeprowadzenia analizy struktury krajobrazu.

W opracowaniu zwracano uwagę na dokładność kartograficzną materiałów źródłowych oraz na standaryzację danych pochodzących z różnych źródeł i wykonanych różną techniką kartograficzną i fotograficzną. Dzięki temu wypracowano algorytm postępowania w przypadku korzystania z serii wieloczasowych danych źródłowych.

Zmienność przestrzenną struktury krajobrazu badano w oparciu o kwadratowe poligony badawcze (o boku 5040 m). Przy dokładnym określaniu położenia poligonów badawczych zastosowano posiadane urządzenie GPS wraz z odbiornikiem poprawek różnicowych. Sposób wykorzystania takiego lokalizatora w powiązaniu z bazą danych przedstawił m.in. Rutchev i Vilcheck (1994).

Dla scharakteryzowania zmian struktury krajobrazu na obszarze Zaborskiego Parku Krajobrazowego pod wpływem oddziaływania gospodarki leśnej zastosowano wybrane miary wydzielen, tj. płatów wyodrębnionych na seriach map topograficznych i mapach przeglądowych drzewostanów. Obliczenia wykonano głównie o oparciu o wektorową bazę danych. Dynamikę zmian pokrycia/użytkowania terenu obliczono z wykorzystaniem niejednorodnych łańcuchów Markowa (Childress i in., 1998; Weiner, 1999).

W pracy zastosowano następujące miary wzorca przestrzennego krajobrazu:

- miary powierzchni płatów – powierzchnia kategorii (CA), największy powierzchniowo płat (LPA),
- miary gęstości i rozmiaru płatów – liczba płatów (NUMP), średnia wielkość płatu (MPS),
- miary krawędzi – łączna długość granic (TE), gęstość granic (ED), średnia długość granic (MPE),
- miary kształtu – średni wskaźnik kształtu (MSI), wymiar fraktalny (FD), liczba punktów charakteryzujących kształt płata (NSCP), wg Mosera i in. (2002),
- miary różnorodności – wskaźnik różnorodności Shannon'a (SDI).

Ponadto, zgodnie z koncepcją krajobrazu jako systemu płatów-korytarzy zaproponowaną przez Formana i Godrona (1986), obliczono na wszystkich stanach map topograficznych długość barier i korytarzy ekologicznych (drogi lokalne i wiejskie oraz ciek).

Wyniki

Użytkowanie terenu uzyskane w oparciu o interpretację map topograficznych z lat 1796, 1874 i 1999 pokazane jest na rysunku 2. Zmiany pokrycia/użytkowania terenu na podstawie interpretacji wieloczasowych map topograficznych z lat 1796–1999 zawarte zostały na rysunku 3. Zilustrowane tam przemiany zostały przeprowadzone na podstawie danych standaryzowanych (agregacja kategorii legendy sprowadzona do jednego roku odniesienia). Otrzymane zmiany jakościowe (prawdopodobieństwo wystąpienia danej kategorii) otrzymane na podstawie analizy niejednorodnych łańcuchów Markowa prezentują inne opracowania (Kunz, 2005). Najistotniejsze zmiany w pokryciu/użytkowaniu badanego obszaru wystąpiły w latach 1796–1937 (rys. 3). Nastąpiło wtedy przekształcenie krajobrazu z nieleśnego w krajobraz leśny. Po tym okresie obserwuje się tylko nieznaczne zwiększenie udziału lasów w krajobrazie, głównie przez zalesianie śródleśnych łąk i pastwisk.

W latach 1796–1999 na wszystkich poligonach badawczych wzrastała liczba płątów krajobrazowych interpretowana na podstawie map topograficznych (rys. 4a). W ostatnim analizowanym okresie XX wieku (lata 1985–1999) liczba płątów zmniejszyła się lub utrzymała na niemal stałym poziomie. Tylko w przypadku poligonu badawczego zlokalizowanego na terenie parku narodowego liczba wydzielonych płątów zmalała po ustanowieniu tej formy ochrony prawnej. Przejawia się to wyraźnym spadkiem liczby wydzieleni w 1999 roku w stosunku do stanu z 1985 roku, tj. z okresu przed utworzeniem parku narodowego. Ogółem na wszystkich poligonach badawczych na podstawie map topograficznych wydzielono 1615 płątów, z czego najwięcej, bo aż 897, na poligonie Kruszyn. Na poligonie badawczym Laska zanotowano 833 płąty. Na poligonie PNBT było ich najmniej, tylko 635. Podobne tendencje otrzymano na podstawie interpretacji leśnych map gospodarczych.

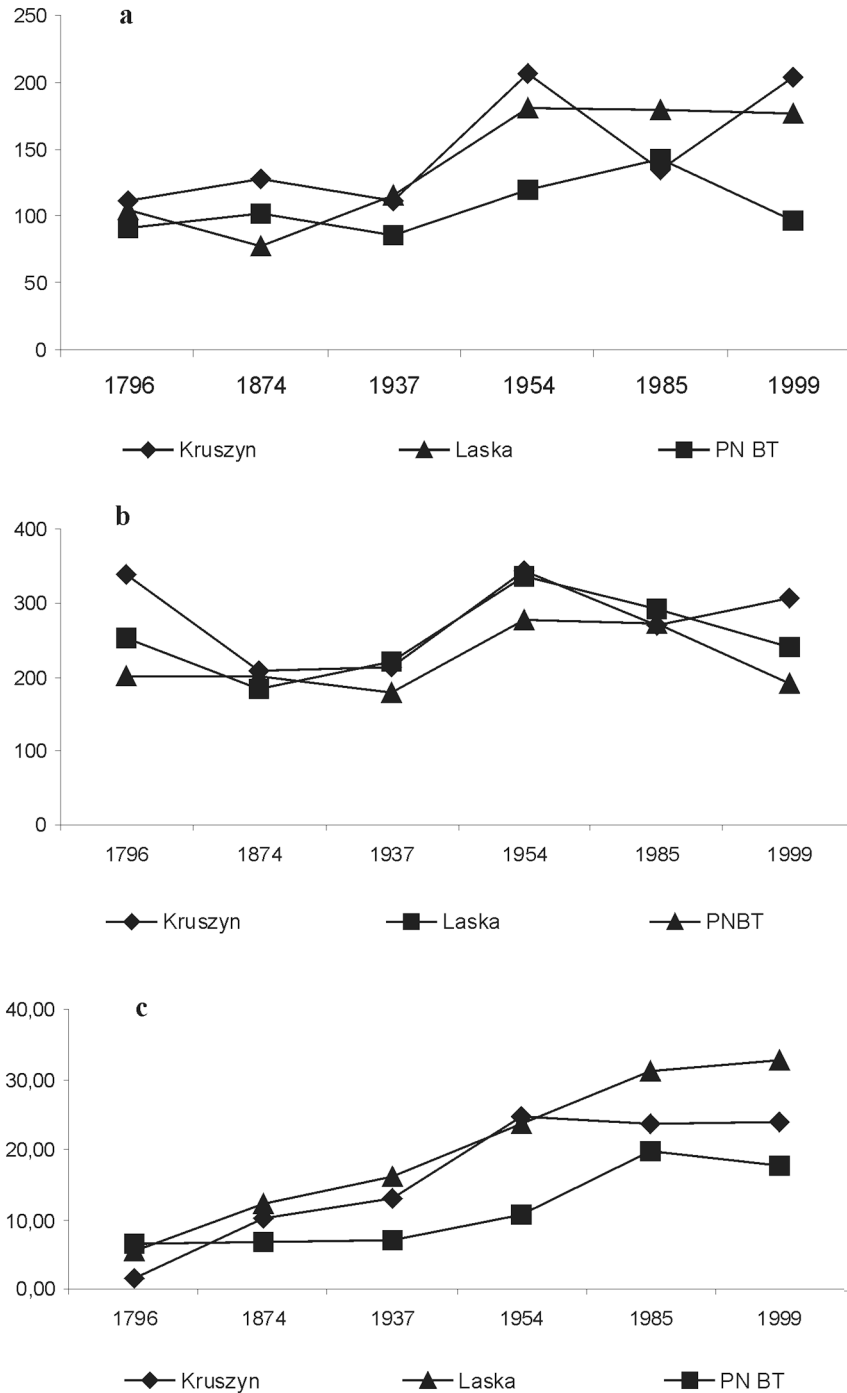
Analizując łączną długość granic można zauważyć, że we wszystkich trzech przypadkach maksimum wartości tego wskaźnika przypada na lata 60. ubiegłego wieku (ryc. 4b). Ponadto w ostatnim analizowanym okresie najniższe wartości tego parametru uzyskuje poligon badawczy PNBT. Miary krawędzi dla poligonu badawczego Kruszyn i Laska pozostają wysokie, ponieważ prowadzi się tam nadal intensywne pozyskanie drewna.

Analizując wskaźnik NSCP, zależny od liczby boków wszystkich wydzieleni badanego krajobrazu, a więc także od kształtu poszczególnych płątów, stwierdzono, że najwyższe wartości na początku rozpatrywanego horyzontu czasowego wystąpiły na poligonie badawczym Kruszyn, na którym w owym czasie dominowały grunty orne i pastwiska (tab. 2). Najniższe wartości wskaźnika, zaproponowanego dla analizy krajobrazu przez Moser'a i in. (2002), w analizowanym okresie uzyskała powierzchnia PNBT. W kolejnych okresach wartości te zmieniały się dość znacznie, ale poligon badawczy PNBT osiągał przeważnie niższe wartości niż pozostałe powierzchnie.

Wskaźnik różnorodności najwyższy jest dla poligonu badawczego Kruszyn, a najniższy dla poligonu badawczego PNBT. Na poligonie badawczym Laska, gdzie istnieją rezerwy przyrody, takie jak jezioro Nawionek, Bagno Stawek i jeziora Piecki, a więc struktury przestrzenne o kształtach nieregularnych, ale stosowanie zrębów nie jest wyeliminowane, wskaźnik różnorodności osiąga wartości wyższe od poligonu badawczego PNBT.

Rozwój sieci komunikacyjnej wpłynął znacząco na strukturę przestrzenną krajobrazu powodując jej mozaikowość. Największe zmiany zaszły w latach 1937–1985 (rys. 4c). Na obszarze chronionym zaznacza się spadek łącznej długości elementów liniowych, które mogą stanowić bariery ekologiczne w krajobrazie. Spadek długości dróg na obszarze parku narodowego związany jest ze znaczącym ograniczeniem wyębów. W związku z tym brak tu powierzchni zrębowych, a także nie występuje tu konieczność tworzenia szlaków zrywkowych, miejsc składowania surowca drzewnego i tworzenia dróg dla jego wywozu.

Wartość wskaźnika kształtu zmienia się nieznacznie w całym analizowanym okresie 1796–1999 (tab. 2) i oscyluje w okolicach wartości 1,60. Najmniejsze różnice pomiędzy poligonami zanotowano dla 1954 roku, a największe dla okresu 1796–1874. W latach 1796, 1874 i 1937 wyższe wartości występowały naprzemiennie na każdym z trzech analizowanych poligonów badawczych. Począwszy od roku 1954 wartościami wyższymi odznacza się tylko jeden poligon badawczy, a mianowicie PNBT. Najniższe wartości wskaźnika kształtu uzyskuje w tym okresie poligon badawczy Kruszyn. Jedynie w ostatnim rozważanym roku indeks kształtu poligonu Kruszyn był wyższy od wartości, którą uzyskał poligon badawczy PNBT.



Rys. 4. Zmiana wskaźników wzorca przestrzennego krajobrazu w latach 1796–1999: a – liczba płatów (NUMP), b – łączna długość granic (TE), c – łączna długość barier ekologicznych; długości wyrażone w km

Tabela 2. Zmiany wybranych wskaźników wzorca przestrzennego krajobrazu w latach 1796-1999

Poziom analizy	Wskaźnik	Poligon badawczy Kruszyń							Poligon badawczy Łaska							Poligon badawczy PNBt						
		1796	1874	1937	1954	1985	1999	1796	1874	1937	1954	1985	1999	1796	1874	1937	1954	1985	1999			
Poziom kategorii – las	CA [ha]	1105,9	437,7	2192,4	2280,1	2313,5	2346,7	1433,6	1580,0	2067,7	2136,1	2174,4	2181,5	1707,8	2004,7	2169,0	2215,9	2236,7	2218,8			
Miary powięrzchni																						
Poziom krajobrazu	NUMP	112	128	111	207	135	204	104	77	115	181	176	180	91	102	85	119	142	96			
	MPS	22,68	19,85	22,89	12,29	18,82	12,45	24,42	32,99	22,09	14,03	14,11	14,45	27,91	24,90	29,88	21,35	17,89	26,46			
Poziom kategorii – las	NUMP	34	62	29	133	85	123	20	5	32	121	99	89	10	13	23	75	88	48			
	MPS	32,53	7,06	75,60	17,14	27,22	19,08	71,68	316,0	64,62	17,65	24,51	21,96	170,8	154,2	94,3	29,5	25,4	46,2			
Miary gęstości i rozmiaru																						
Miary krawędzi																						
Poziom krajobrazu	TE [km]	338,5	207,9	214,4	344,6	270,3	307,1	252,4	184,7	221,2	335,4	291,6	241,5	200,6	201,9	178,8	277,8	273,0	191,1			
	ED [ha]	133,3	81,6	84,4	135,4	106,4	120,9	99,4	72,2	87,1	132,0	114,6	94,9	78,9	79,4	70,4	109,3	107,5	75,2			
	MPE [km]	3,02	1,62	1,93	1,67	2,00	1,50	2,43	2,39	1,92	1,85	1,62	1,37	2,20	1,98	2,10	2,33	1,92	1,99			
Poziom kategorii – las	TE [km]	153,3	61,9	123,4	277,4	220,2	253,1	105,9	59,3	128,3	260,4	209,2	163,1	85,7	94,4	109,4	223,9	217,7	136,0			
	ED [ha]	60,4	24,4	48,5	109,0	86,7	99,7	41,7	23,3	50,5	102,5	82,3	64,1	33,7	37,2	43,1	88,1	85,7	53,6			
	MPE [km]	4,51	0,99	4,25	2,09	2,59	2,06	5,29	11,85	4,01	2,15	2,11	1,83	8,56	7,26	4,76	2,99	2,47	2,83			
Miary kształtu																						
Poziom krajobrazu	MSI	1,73	1,49	1,68	1,6	1,8	1,67	1,64	1,61	1,61	1,62	1,68	1,54	1,59	1,63	1,58	1,66	1,72	1,64			
	FD	1,34	1,20	1,35	1,31	1,33	1,28	1,33	1,32	1,35	1,34	1,36	1,30	1,32	1,32	1,33	1,34	1,35	1,35			
	NSCP	28,4	11,8	14,5	13,4	13,5	13,2	19,9	17,3	16,1	12,9	15,1	13,4	19,3	16,4	14,8	14,6	15,1	15,6			
Poziom kategorii – las	MSI	2,06	1,40	1,71	1,65	1,66	1,69	1,71	1,95	1,71	1,65	1,67	1,54	2,26	1,84	1,64	1,75	1,82	1,65			
	FD	1,35	1,04	1,32	1,30	1,32	1,48	1,33	1,28	1,33	1,34	1,35	1,25	1,34	1,19	1,30	1,34	1,35	1,34			
	NSCP	43,9	7,3	20,1	13,8	14,4	15,2	33,1	53,8	20,0	11,9	14,8	12,8	56,0	33,2	21,2	14,6	15,3	17,4			
Miary różnorodności																						
Poziom krajobrazu	SDI	1,05	1,25	1,46	1,30	1,21	1,42	1,29	1,63	1,56	1,44	1,33	1,50	1,33	1,65	1,45	1,18	1,19	1,32			

Wnioski

Analizy porównawcze poligonów badawczych przeprowadzone w oparciu o archiwalne i współczesne mapy topograficzne, mapy przeglądowe drzewostanów oraz zdjęcia lotnicze wykazały, że różnice w strukturze przestrzennej krajobrazu tych obszarów są wyraźne. Wybrane do analiz poligony badawcze, mimo, iż dzisiaj prawie w całości pokryte są przez drzewostany, przeważnie sosnowe, i reprezentują jeden dominujący typ krajobrazu – krajobraz leśny, w przeszłości reprezentowały różne typy fitocenozy z dominacją odmiennych kategorii pokrycia/użytkowania terenu. Na różnice wynikające ze sposobu użytkowania i zagospodarowania terenu w przeszłości, nakłada się współczesna odmienność wynikająca z faktu, że niektóre z nich w całości lub częściowo objęte są różnymi formami ochrony przyrody. Różnice te są dziś najistotniejszym czynnikiem determinującym intensywność prowadzenia gospodarki leśnej na poszczególnych obszarach.

Różnice strukturalne pomiędzy wybranymi poligonami badawczymi zostały uwidocznione przy zastosowaniu szerokiej gamy miar wskaźników mozaikowości krajobrazu, w tym miar gęstości i rozmiarów płątów, długości krawędzi, kształtu, fragmentacji i różnorodności, ocenionych w świetle interpretacji materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych. Reasumując wyniki przeprowadzonych analiz jako wniosek końcowy można podać, że przyczyną najsilniejszych przeobrażeń struktury krajobrazu, jakie dokonały się na terenie badań w XIX wieku były zmiany w sposobie użytkowania terenu związane z wprowadzeniem gospodarki leśnej. Szczególnie na dwóch poligonach badawczych zlokalizowanych w północnej części Zaborskiego Parku Krajobrazowego zaznaczyło się przejście od krajobrazu nieleśnego w leśny, które dokonało się w ostatniej dekadzie XIX wieku. W późniejszych latach powierzchnia leśna wzrastała, ale zakres i tempo jej przyrostu były znacznie mniejsze.

Literatura

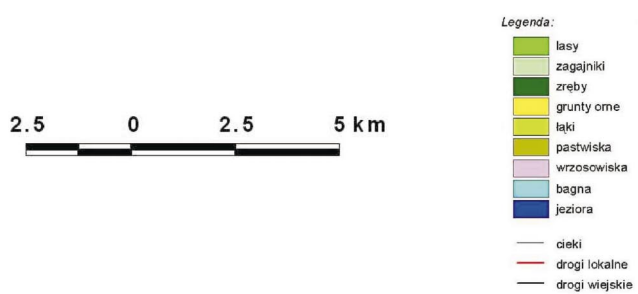
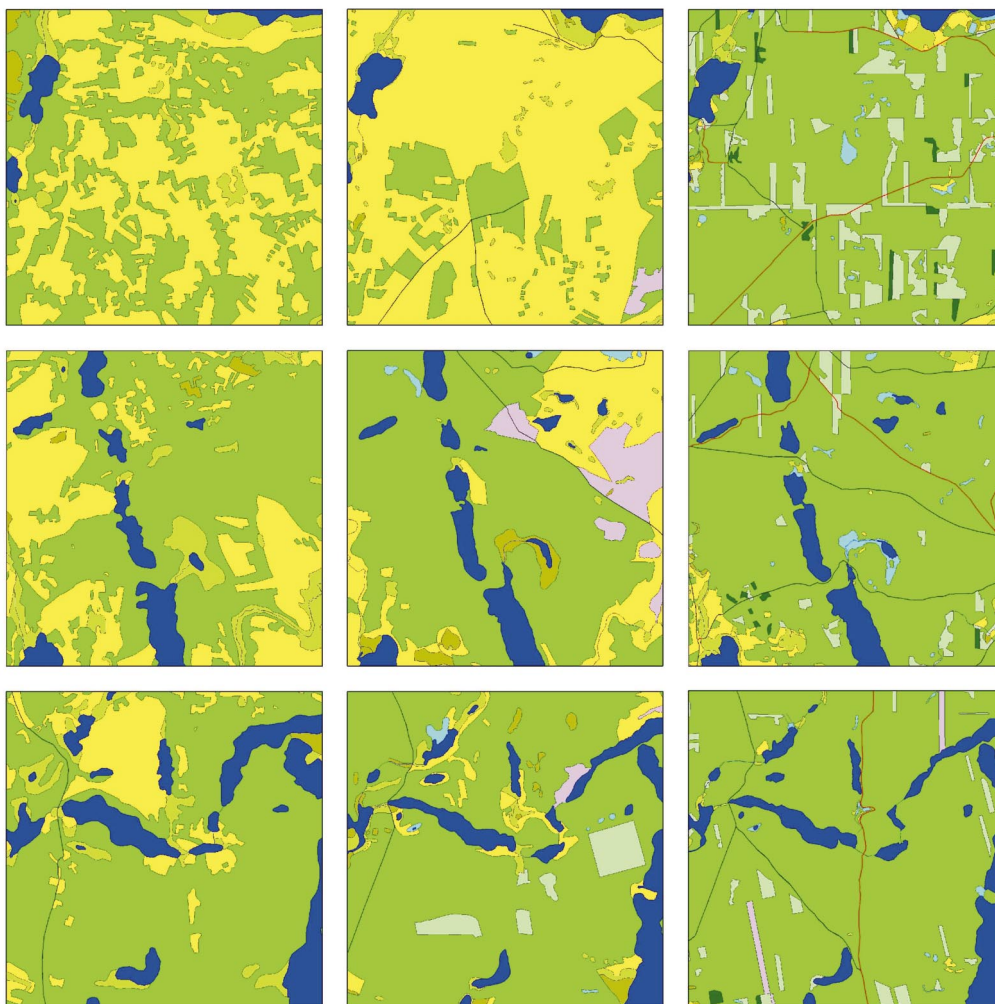
- Childress W.M., Crisafulli C.M., Rykiel E. J., 1998: Comparison of Markovian matrix models of primary successional plant community. *Ecological Modelling* 107: 93-102.
- Forman R.T.T., Godron M., 1986: Landscape Ecology. J. Wiley and Sons, New York.
- Hjelmroos-Ericsson M., 1981: Holocene development of Lake Wielkie Gacno area, Northwestern Poland. *Thesis* 19: 1-101. Lund University, Lund.
- Kondracki J., 1988: Geografia fizyczna Polski. Wyd. IV. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Kondracki J., Richling A., 1993–1997: Regiony fizycznogeograficzne. [W:] Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, mapa 53.3. Główny Geodeta Kraju, Warszawa.
- Kunz M., 2005: Wpływ zmian sposobu użytkowania terenu i zasad hodowli lasu na heterogeniczność krajobrazu leśnego (ocena w technologii Systemów Informacji Geograficznej). Praca doktorska. UMK, Wydział BiNoZ, Toruń.
- Matuszkiewicz J.M., 1993: Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski. Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, *Prace Geograficzne* nr 158. Wyd. PAN, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, Warszawa, Kraków.
- Moser D., Zechmeister H.G., Plutzer Ch., Sauberer N., Wrška T., Grabherr G., 2002: Landscape patch shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes. *Landscape Ecology* 17: 657-669.
- Rutchev K., Vilcheck L., 1994: Development of an Everglades vegetation map using a SPOT image and the Global Positioning System. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 60: 767-775.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A., 1990: Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.
- Weiner J., 1999: Życie i ewolucja biosfery. PWN, Warszawa.

Summary

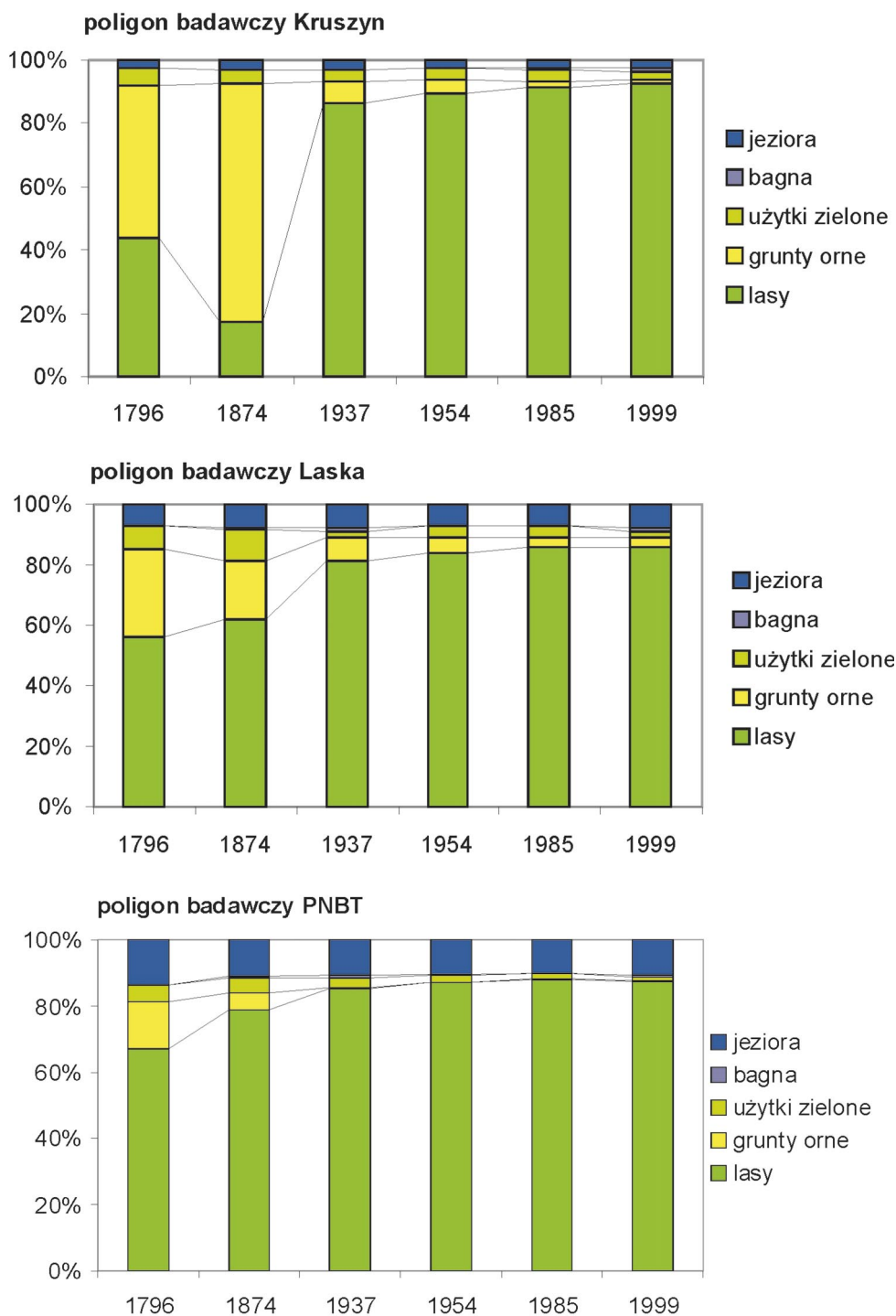
Spatial and temporal changes of the relationship landuse/landcover were analyzed on three sample plots of Zabory Landscape Park. For past 210 years, the forest economy was conducted with different intensity on each of these sample plots, at present belonging to the Przymuszewo Forest Inspectorate Bory Tucholskie. The structure of landuse/landcover changes being a result of technological changes were analyzed on the basis of cartographical, topographical maps, and remote sensing data from 1796–1999. To characterize changes in the landscape structure selected indices of landscape spatial patterns were calculated. The calculations were made on the level of landscape as well as separate categories of land-use. Most of research goals were realized with the use of Geographical Information Systems technology.

dr Mieczysław Kunz
met@uni.torun.pl
tel. (056) 611 46 98

dr hab. Andrzej Nienartowicz, prof. n. UMK
nienart@biol.uni.torun.pl
tel. (056) 611 45 98



Rys. 2. Użytkowanie terenu w roku 1796, 1874 i 1999: poligon badawczy Kruszyn – góra, poligon badawczy Laska – środek i poligon badawczy PNB – dół



Rys. 3. Zmiana użytkowania terenu na poligonach badawczych w latach 1796–1999