

Zmiany lesistości Borów Tucholskich w latach 1938 – 2000

Temporal change of forest area in Tuchola Pinewoods region between 1938 and 2000

Tomasz Giętkowski

Instytut Geografii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego

ul. Mińska 15, 85-428 Bydgoszcz

e-mail: tomgie@ukw.edu.pl, www.geo.ukw.edu.pl/landlab

Słowa kluczowe:

Bory Tucholskie, zmiany zalesienia, struktura krajobrazu, GIS, mapy archiwalne

Key words:

Tuchola Pinewoods, afforestation, landscape pattern, GIS, archival map

Zarys treści

Artykuł przedstawia wyniki wstępnych badań nad zmianami powierzchni leśnych w Borach Tucholskich. Wykorzystano archiwalne mapy topograficzne z trzech serii, z lat 1934-1938, 1984-86, 2000. Zastosowanie GIS do integracji szeregu warstw tematycznych, pozwoliło po raz pierwszy ocenić zarówno ilość jak i rozkład przestrzenny przemian. Przejścia pomiędzy lasami a innymi typami użytkowania objęły w sumie 20 % powierzchni regionu. Areal leśny zwiększył się z 57,2% w roku 1938 do 70,3% w roku 2000. Procesom tym towarzyszyło znaczne rozczłonkowanie obszarów nieleśnych. Badania wykazały zależności pomiędzy zmianami i utworami powierzchniowymi oraz rzeźbą terenu.

Abstract

Results of the first examination of forest area change in Tuchola Pinewoods (northern Poland) are presented in this paper. Analyses were based on the archival topographic map form three periods of time: 1934-1938, 1984-86 and 2000. Using GIS improved integration of thematic layers and enabled for the first time to estimate both, quantity and spatial distribution of change. Transition between forest and other land use classes took place on 20 % of region area. Forest area increased form 57,2% in 1938 to 70,3% in 2000. These processes were accompanied by the significant fragmentation of non-forest areas. Research also showed spatial dependency of change area on litho logy and relief.

Wprowadzenie

Badanie przemian krajobrazu jest jednym z podstawowych zadań nauk o krajobrazie. Ustalenie ich dynamiki i kierunków pozwala śledzić zarówno jego ewolucję, jaki i prognozować dalszy przebieg zmian, a co najważniejsze wykrywać i w porę reagować na niepożądane procesy zagrażające spójności jego przestrzennej struktury.

Z uwagi na szczególną rolę krajobrazotwórczą lasu, w analizach tych specjalną rolę odgrywają przemiany użytkowania związane z zalesianiem bądź deforestacją. Są jednym z najbardziej dostępnych wskaźników ułatwiających ocenę wpływu antropopresji na kształtowanie się środowiska przyrodniczego.

Celem opracowania była integracja archiwalnych i współczesnych materiałów kartograficznych, wraz z korektą ich kartometrycznych właściwości, umożliwiającą ilościową i przestrzenną charakterystykę zmian powierzchni leśnych w obrębie Borów Tucholskich.

Ogólne uwagi o zmianie lesistości na obszarze Borów Tucholskich przed 1936 rokiem

Opracowania historyczne wskazują, że na przestrzeni ostatnich 200 lat na obszarze Borów Tucholskich (BT) następowały dość znaczne zmiany w pokryciu terenu, których przebieg charakteryzował się różnym natężeniem (Broda 2000, Tworzenie... 2007). Po okresie wojen napoleońskich, stworzone w celu zniwelowania zadłużeń kontrybucyjnych ustawodawstwo pruskie, spowodowało wyrąb znacznej powierzchni lasów. W dodatku obowiązywał model zarządzania lasu, nastawiony wyłącznie na odnowienia dominujących gatunków sosny i świerku, który w połączeniu z metodą zrębów zupełnych doprowadził do wyhodowania równowiekowego na dużym obszarze i niemal monokulturowego lasu. W ten sposób w roku 1893, ponad 99% lasów na obszarze powiatu tucholskiego obsadzona była sosną (Szwankowski 2005). Zmianę zasad hodowli i zatrzymanie degradacji lasów przyniosło wzmocnienie w latach 60. XIX w. protekcyjizmu odbudowanego państwa pruskiego.

Szczególny ubytek lasów na gruntach prywatnych (w ówczesnym woj. pomorskim około 24,5% powierzchni leśnej), nastąpił w I połowie lat 20., kiedy dokonana się ostateczna parcelacja majątków ziemskich oraz zniesienie serwitutów. Jednak już w 1933 roku powierzchnia zalesień w woj. pomorskim kilkunastokrotnie przewyższała areał terenów podlegających deforestacji.

W wyniku opisanych przemian, w roku 1936 na obszarze Borów Tucholskich (ryc. 1.) zalesionych było około 57% powierzchni. Straty bezpośrednie w wyniku II W.Ś. w lasach województw gdańskiego oraz toruńskiego były w stosunku do innych obszarów niewielkie, rzędu kilku procent łącznej powierzchni drzewostanu. Od tego okresu następował trwały, jednokierunkowy trend polegający na zwiększaniu powierzchni terenów leśnych.

Obszar badań

Mezoregion Bory Tucholskie (ryc. 1.) obejmuje 3550 km² powierzchni sandrowych Brdy i Wdy, porośniętych niemal w całości monokulturą sosnową. Przebieg części granic jest nadal dyskusyjny (Kowalewski 2002, Giętkowski *w druku*). Charakterystyczną cechą BT jest występowanie śródsandrowych wysp morenowych, zazwyczaj użytkowanych rolniczo, które szczególnie uwidoczniają się w centralnej części regionu. Powierzchnia regionu wznosi się od 37 m

na południu do 232 m n.p.m. w części północnej. Rzeźbę sandru urozmaicają doliny rzeczne Brdy, Wdy i ich dopływów, liczne rynny fluwioglacjalne, obniżenia wytopiskowe oraz wydmy.

Badania nad zmianami krajobrazu Borów Tucholskich

Do połowy XX w. Bory Tucholskie nie stanowiły atrakcyjnego obszaru dla badań przemian krajobrazu. Wpływały na to przede wszystkim, słaba dostępność materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych, czasochłonność procedur obliczeniowych oraz powszechne mniemanie o niewielkich zmianach w pokryciu terenu na tym obszarze. Do tej pory opublikowano jedynie wyniki prac prowadzonych w dużych skalach i z natury rzeczy obejmujących swym zasięgiem tereny o względnie niewielkich areałach.

Kistowski i in. (1998) przedstawili rezultaty analiz zmian użytkowania terenu w granicach Wdzydzkiego Parku Krajobrazowego w latach 1930-1980. Zaprezentowane wyniki uwiaryściły względnie duże zmiany. W sposób szczególny dotyczyły one obszarów podmokłych i torfowisk, których areał zmniejszył się w roku 1979 o kilkadziesiąt procent w stosunku do początku lat 30. XX w. Zauważają przy tym, że naturalne procesy zaniku jezior i powstawania w ten sposób terenów podmokłych nie rekompensują antropogennych ubytków, będących rezultatem odwodnień. Największy bezwzględny przyrost powierzchni dotyczył lasów, które zwiększyły swój udział o 34,2%, do 21,4 tys. ha (tamże, tab. 1., s. 127).

Nienartowicz i in. (2001, 2002), zwracali uwagę na ekologiczne skutki przemian krajobrazu na przykładzie danych z poligonu w okolicach Brus, ze szczególnym uwzględnieniem gruntów porolnych. Wskazali na konsekwencje zmian struktury krajobrazu, które ujawniły się w znacznych różnicach w produkcji biomasy, akumulacji węgla czy zróżnicowania gatunkowego, wykrytych pomiędzy obszarami o odmiennie prowadzonej gospodarce leśnej.

Kunz i in. (2003) oraz Kunz (2005), rozpatrywali przemiany krajobrazu z punktu widzenia heterogeniczności lasu. W pracy przedstawionej w 2005 r., autor prowadził szczegółowe rozpoznanie na trzech poligonach (Kruszyn, Laska, PN BT), każdy o wielkości około 25 km². Badania wykazały znaczne zmiany w pokryciu terenu oraz zróżnicowanie w natężeniu przemian. Wspólny był jednak ogólny trend zmian, powodujący niemal całkowite zalesienie poligonów. Przykładem może być tu obszar Kruszyn, na którym odsetek powierzchni leśnej wzrósł z 17,2% w 1874 r. do 92,4% w roku 1999, przy czym grunty orne stanowiły główny obszar zmian, a ich udział zmalał w tym czasie z 75,1% do 1,6% powierzchni (tamże, tab. 52, s. 254).

Kowalczyk (2005) analizowała zmiany powierzchni łąkowych oraz liczebności jezior (w tym oczek wodnych) oraz cieków na obszarze gminy Chojnice, przyczynę upatrując głównie w pracach melioracyjnych. Wyniki obserwacji wskazały między innymi na zmniejszenie ilości naturalnych cieków, które w większości zostały skanalizowane, przekształcenie niemal wszystkich bagien w podmokłe łąki. Z kolei łąki w większości przypadków zostały zastąpione przez pole

uprawne, a znakiem ich dawnej obecności pozostały niewielkie bezodpływowe zagłębienia śródpolne.

Nieco na południe od granicy BT, jednak w podobnych warunkach krajobrazowych, badania nad przeobrażeniami jezior i mokradeł w strefie oddziaływania Zbiornika Koronowskiego, prowadził Kowalewski (2003). W pracy wykazano, że przekształcenia krajobrazu tego obszaru przejawiają się głównie zmianami warunków siedliskowych oraz powstawaniem i przekształcaniem mokradeł i innych obiektów hydrograficznych. Procesy te zachodziły przede wszystkim w ciągu pierwszych lat po napełnieniu zbiornika, jednak jak zauważa autor, z powodu położenia w obrębie utworów przepuszczalnych, skala przestrzenna była znaczna, obejmując obszar dwunastokrotnie większy niż sam rezerwar.

Ten sam autor dokonał szczegółowej analizy zmian użytkowania w otoczeniu jeziora Ostrowite pomiędzy latami 1976-1992 (Kowalewski 2006). Zauważył między innymi zmniejszenie presji antropogenicznej na jezioro w wyniku redukcji sieci osadniczej i komunikacyjnej. Podkreślił także znaczenie istnienia w XVIII i XIX wieku kilku gospodarstw rolnych oraz pieca do wypalania wapna, które potencjalnie mogły przyczynić się w tym czasie do zwiększonej dostawy biogenów.

Giętkowski (2007) zaprezentował wstępne wyniki badań nad kierunkami i natężeniem przemian krajobrazu w okolicach wsi Legbąd oraz Rzepiczna w latach 1878 – 1996. Zauważono między innymi, że po roku 1954 następował znacznie szybszy niż wcześniej spadek powierzchni gruntów ornych, na rzecz łąk oraz lasów, które zwiększyły swój udział w powierzchni z 40,4% w 1878 r. do nieco ponad 65% w 1996. Przyrost powierzchni leśnej spowodował wzrost udziału największego płata (zawsze leśnego), ale także poprzez „rozrywanie” obszarów nieleśnych, zwiększenie ilości płatów w krajobrazie.

Powyższe prace, prowadzone niemal we wszystkich rodzajach krajobrazu Borów Tucholskich oraz w ich bezpośrednim sąsiedztwie, wskazują na antropogeniczne przyczyny przemian. Od intensywnych bodźców w postaci budowy dużego zbiornika wodnego, po trwające dziesiątki lat kształtowanie składu gatunkowego drzewostanu w lesie gospodarczym. Ich skutkiem są różnego rodzaju procesy, które kształtują czasowo-przestrzenną strukturę krajobrazu regionu.

Dane i metody

Analizę zmian lesistości w granicach mezoregionu Bory Tucholskie oparto o dane pochodzące z bazy danych regionalnych zlewni Brdy i Wdy, przygotowywanej w ramach badań wykonywanych przez pracowników Instytutu Geografii UKW.

Podstawą tworzonej bazy jest mapa topograficzna w skali 1:50 000 w formacie rastrowym, w układzie 1992. Do przeprowadzenia analiz wybrano następujące warstwy tematyczne:

1. pokrycia terenu z lat: 1934-38 (źródło: mapy topograficzne WIG 1:100 000), 1980 (źródło: topograficzne mapy sztabowe WP 1:100 000, 1969-1971, 1978-79, 1984-1086, do chwili

- publikacji nie udało się uzyskać pokrycia dla całego terenu z jednej serii), 2000 (Corine Landcover); przekształcone do formatu rastrowego z rozmiarem piksela 100 m; klasy: las, wody, nielas (dla danych Corine odpowiednio: 311, 312, 313, 324; 511, 512; pozostałe),
2. Numerycznego Modelu Wysokości (NMW), wygenerowanego algorytmem Najbliższego Sąsiedztwa w oparciu o punkty powstałe w wyniku wektoryzacji izohips z map topograficznych 1:50 000, o rozmiarze piksela 100m , wraz z mapą spadków (klasy: teren płaski 0° - 2° ; teren pochyły pow. 2°),
 3. wektorową mapę utworów powierzchniowych, powstałą na bazie map litologicznych serii A w skali 1:50 000, będących załącznikiem do Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000; kategorie: glacyofluwialne (piaski sandrowe), glacialne (gliny pagórów i wysoczyzn morenowych) oraz inne (w tym osady eoliczne fluwialne i organiczne), przekształconą na format rastrowy z pikselem o wielkości 100m,
 4. rastrową mapę 500m strefy odległości od wody, z pikselem o wielkości 100m, której podstawą są dane z mapy topograficznej w skali 1:50000, uzupełnione o wybrane elementy kartowane podczas badań terenowych; granicę bufora wyznaczyła ekwidystanta 500m liczona od obiektów typu: jezioro pow. 25 ha oraz ciekii II i III rzędu.

W związku z różnymi metodami pozyskania informacji o pokryciu terenu, dokonano generalizacji danych powstałych na bazie archiwalnych map topograficznych oraz danych tematycznych w celu ich zbliżenia do poziomu szczegółowości projektu Corine (który uznano za wykonany w mniejszej skali). Dokonano tego poprzez selekcję poligonów o powierzchniach poniżej 25 ha, a następnie włączenie ich w obręb tych, które sąsiadowały z nimi najdłuższą częścią granicy, bez względu na ich klasę. W ten sposób, na przykład dla danych z map „wigowskich” generalizacji uległo 2006 obiektów, o średniej powierzchni 8,8 ha, z kolei dla zbioru z map „sztabowych” odpowiednio 3970 i 4,6 ha.

Do opisu struktury krajobrazu wykorzystano podstawowe miary: ilość płatów, udział w powierzchni, wymiar fraktalny, odległość najbliższego sąsiedztwa, udział największego płata, a obliczenia wykonano w programie Fragstats (McGarigal i in. 2002).

Porównania map pokrycia terenu dokonano metodą „piksel po pikselu”, z wykorzystaniem algebry map.

Z kolei informacje o współzależności pomiędzy zmianami a pozostałymi komponentami, ustalono na podstawie losowej próby 200 pikseli, dla których analizowano stan komponentów względem zmienności użytkowania dla dwóch klas, tj. piksele które zmieniły typ użytkowania na w badanym okresie oraz piksele bez zmian.

Istotność powiązania pomiędzy wspomnianymi wyżej kategoriami zmienności użytkowania, a innymi komponentami sprawdzono testem McNemary (test χ^2 w próbach powiązanych) z funkcją

testową z (test dwustronny) przy założeniu poziomu istotności $\alpha=0,001$. Wartość krytyczna dla testu obustronnego przy 1 stopniu swobody wynosi 3,297. Wyższe wartości funkcji testowej powodują odrzucenie hipotezy zerowej, mówiącej o braku powiązań pomiędzy komponentami. Dane dla rozważanej pary cech zestawiano w czteropolowej tabeli wielodzzielczej, a funkcję testową obliczano według formuły [1] (Wołek 2006).

$$z = \frac{|c-b|}{\sqrt{c+b}} \quad [1]$$

gdzie:

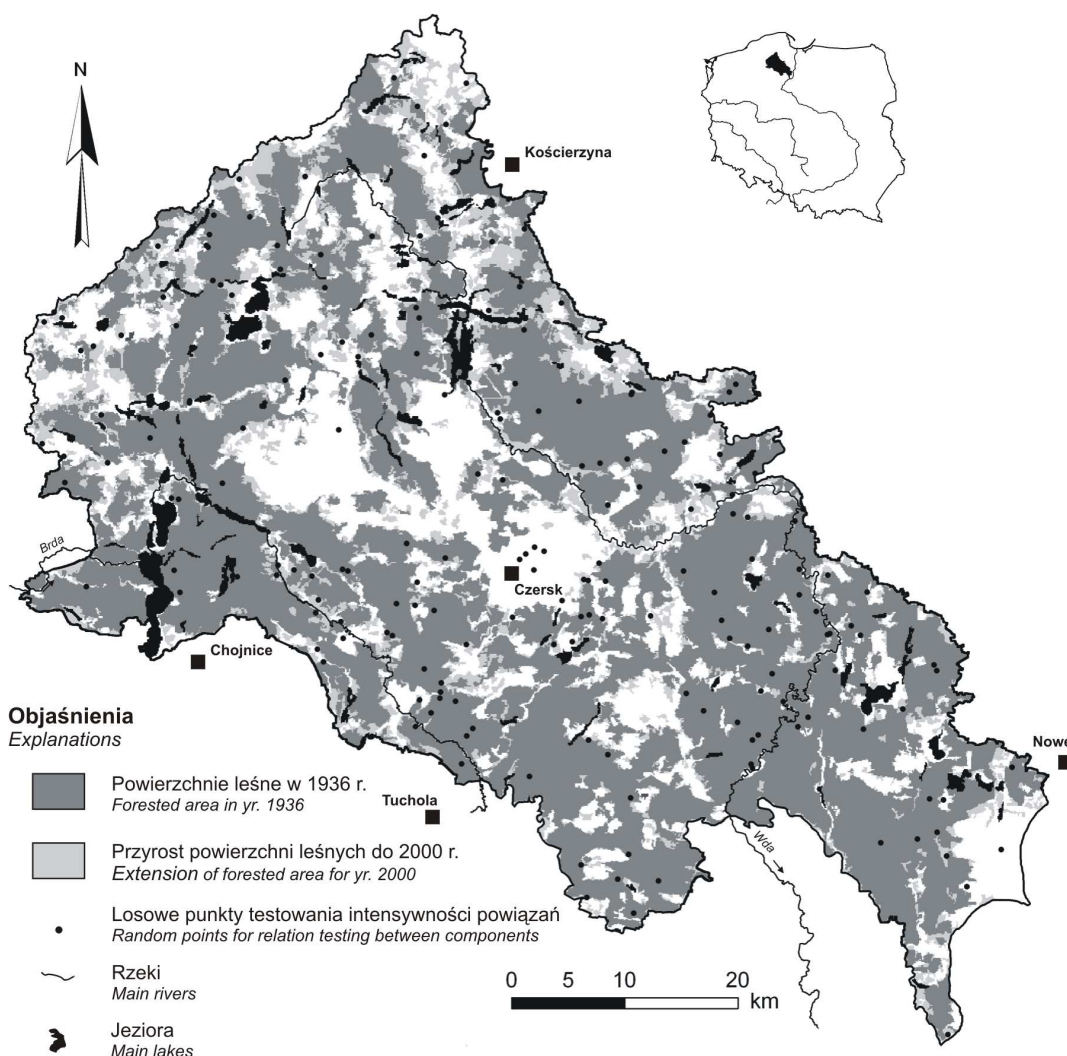
z – funkcja testowa,

b – ilość pikseli, gdzie nie występuje cecha A i występuje cecha B

c – ilość par, gdzie występuje A i nie występuje cecha B

Wyniki

Struktura krajobrazu i jej przemiany



Ryc. 1. Zmiany powierzchni obszarów leśnych Borów Tucholskich w latach 1938-2000.

Fig. 1. Area change of forest in Tuchola Pinewoods between 1938-2000

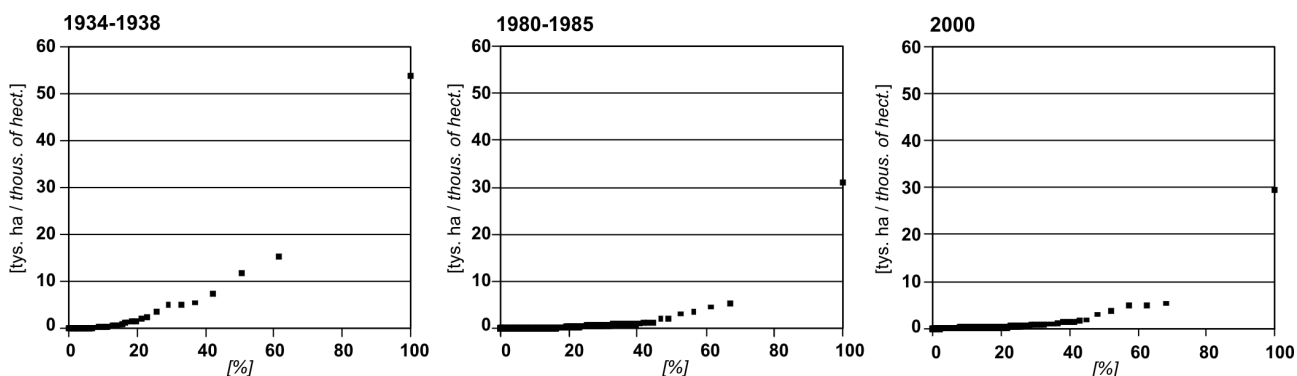
W analizowanych odstępach czasowych zmiany użytkowania związane z gospodarką leśną objęły łącznie 72815 ha, co stanowi 20,5% powierzchni regionu. W czasie ich trwania pomiędzy końcem lat trzydziestych a rokiem 2000 zaznacza się znaczny, bo około 13% wzrost powierzchni leśnych (tab.1.). Przy czym wzrost ten następował głównie do lat osiemdziesiątych XX w., osiągając już wtedy pułap około 70% (z nieco ponad 57% w 1938 r.).

Tab. 1. Wartości wskaźników struktury krajobrazu dla poszczególnych stanów czasowych.

Table. 1. Landscape metrics for certain periods.

WSKAŹNIK	1934-38			1984-1986			2000		
	Las Forest	Nielas Non-fore.	Wody Water	Las Forest	Nielas Non-fore.	Wody Water	Las Forest	Nielas Non-fore.	Wody Water
Całkowita powierzchnia klasy [ha] <i>Total Area</i>	202910	139799	12283	248666	94397	11929	249384	93532	12076
Udział w Powierzchni [%] <i>Percentage of Landscape</i>	57,2	39,4	3,5	70,0	26,6	3,4	70,3	26,3	3,4
Liczba płatów <i>Number of Patches</i>	149	498	122	73	559	109	78	506	117
Średnia Powierzchnia [ha] <i>Mean Area of Patch</i>	1361,8	280,7	100,7	3406,4	168,9	109,4	3197,2	184,8	103,2
Wymiar Fraktalny <i>Fractal Dimension</i>	1,065	1,062	1,088	1,077	1,067	1,090	1,077	1,067	1,090
Długość granic [km] Total Edge	4846	5013	839	4447	4202	785	4803	4524	838
Odległość Najbliższego Sąsiedztwa [m] <i>Nearest-Neighbor Distance</i>	283	293	1299	375	379	1448	351	427	1562
Udział Największego Płata <i>Largest Patch Index</i>	42,3	15,1	0,4	68,3	8,8	0,6	66,7	8,3	0,4

W tym samym czasie zwiększyła się ponad dwukrotnie średnia powierzchnia płata leśnego, których liczba jednocześnie obniżyła się o połowę (odpowiednio z 149 do 78). Zmianom arealów towarzyszyły także zmiany kształtu płatów. Wraz ze scalaniem się powierzchni leśnych, zwiększyła się krętość granic (jak pokazuje wzrost wartości wymiaru fraktalnego), co doprowadziło do tego, że utrzymana została zbliżona długość granic, pomiędzy płatami leśnymi a płatami innego rodzaju.

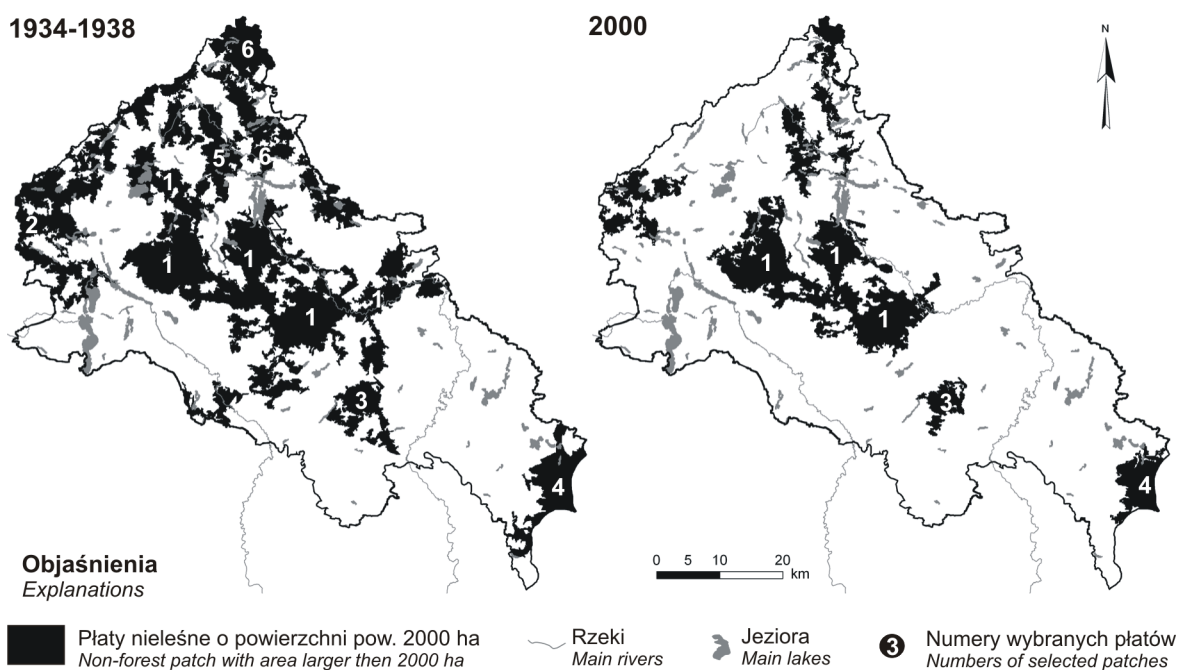


Ryc. 2. Krzywe kumulacyjne powierzchni obszarów nieleśnych.

Fig. 2. Cumulative distribution of non-forest patch area.

Pomiędzy latami 1938 a 1986 zmienił się całkowicie charakter rozkładu wielkości powierzchni dla obszarów nieleśnych (ryc. 2.). W okresie wcześniejszym wyraźnie zaznacza się większe zróżnicowanie powierzchni płatów tej klasy. Przede wszystkim kilka z nich przekracza powierzchnię 2000 ha (ryc. 3.), są to:

1. wyspa brusko-wielewsko-czerska, ciągnąca się od Jez. Somińskiego po Jez. Borzechowksie przy wschodnich granicach regionu,
2. zachodni ekoton regionu w rejonie zlewni rzeki Osusznicy,
3. wyspa śliwicka,
4. zatoka warlubska,
5. wyspa tuszkowsko-lipusko-kaliska,
6. wyspa wdzydzko-gostomińska



Ryc. 3. Zmniejszenie się liczby płatów nieleśnych o powierzchni pow. 2000 ha, pomiędzy latami 1934-1936 a rokiem 2000. (Objaśnienia dla numerów płatów w tekście).

Fig. 3. Decreasing number of non-forest patches with area larger than 2000 ha, between 1934-1936 and 2000. (Explanation for number of patch in text).

W roku 2000 spójność zachowała jedynie wyspa brusko-wielewsko-czerska, zmniejszając jednak swą powierzchnię o nieco ponad 1000 ha. Pozostałe obszary (za wyjątkiem zatoki warlubskiej) znacznie zmniejszyły swoje rozmiary. Wraz ze redukcją powierzchni i ilości płatów nieleśnych, o ponad ¼ wzrosła średnia odległość pomiędzy płatami tej klasy. Jednocześnie obniżył się udział największego płata nieleśnego w powierzchni regionu, z 15,1 % w roku 1934(36) do 8,3% w roku 2000.

Zmiany lesistości nie były przestrzennie homogeniczne. Znacznie większe zaszły w części

północnej regionu. Szczególnie widoczne są w obrębie północno-zachodniego ekotonu regionu oraz wysp tuszkowsko-lipusko-kaliskiej i wdzydzko-gostomińskiej.

Współzależności pomiędzy komponentami

Wartości funkcji testowych testu McNemary (tab. 2.) wskazują na dwie silne zależności. Przede wszystkim zmiany zachodziły głównie na obszarach sandrowych, co z uwagi na ich równinny charakter, implikuje także powiązanie przemian z terenami płaskimi. Jednocześnie test potwierdził, że procesy przemian nie dotyczyły obszarów wysoczyznowych oraz dolin rzecznych i den rynien glacialnych. Z kolei, nie potwierdziły się przypuszczenia o szczególnym występowaniu zmian w obrębie bufora obiektów hydrograficznych, który ograniczała ekwidystanta o wartości 500 m.

Tab. 2. Intensywność powiązań pomiędzy zmianami użytkowania i analizowanymi komponentami wyrażona wartością funkcji testu McNemary (objaśnienia w tekście).

Table 2. Dependence intensity of landcover change and other components, using McNemara test.

	<i>utwory fluwioglacialne fluvioglacial deposits</i>	<i>utwory glacialne glacial deposits</i>	<i>teren płaski plane surface</i>	<i>teren pochylony inclined surface</i>	<i>bufor do 500 m od wody 500m buffer around water</i>
obszary zmian użytkowania land change area	8,0	2,9	10,7	3,5	2,4

Poziom istotności $\alpha=0,001$, wartość krytyczna $z=3,297$.
Significance level $\alpha=0,001$, critical value $z=3,297$.

Dyskusja i wnioski

Bory Tucholskie należały do tych obszarów, gdzie zmiany powierzchni leśnych w ostatnim stuleciu nie przybrały charakteru wielkoobszarowego. Przyczyniło się do tego z pewnością położenie kompleksu leśnego z dala od ciężkiego przemysłu. Choć podkreślić trzeba, że głównie pod koniec XIX w. spławna Brda była podstawową drogą transportu drewna w okolice Bydgoszczy, „gdzie w 1913 r. działało 20 tartaków parowych, przerabiając rocznie ok. 500 tys. m³ grubizny” (Szwankowski 2005, s. 159). W historii regionu, poza inwazją sówki choinówki w latach międzywojennych na obszarze około 200 km² (Szwankowski 1991, s. 75) nie odnotowano także występujących na wielkich arealach klęsk pożarowych, czy innych naturalnych katastrof.

W związku z tym, należy przypuszczać, że rozpoznany bilans zmian, obejmujący 20% powierzchni regionu, wywołany był głównie celowym działaniem człowieka. Potwierdza to powiązanie zmian z utworami fluwioglacialnymi, a co za tym idzie obszarami o słabych glebach, które zostały zalesione w pierwszej kolejności.

Jak zauważono powyżej, w rozkładzie przestrzennym przemian wyróżnia się północna część regionu, gdzie zalesienia przybrały najobszerniejsze formy. Wbrew wcześniejszym podejrzeniom,

podobna sytuacja nie wystąpiła na największych wyspach morenowych, co może świadczyć o względnie odpowiednim przebiegu granicy leśnej względem litologicznej (sandr/wysoczyzna).

Podstawowymi problemami dotyczącymi obszarów zalesionych są najczęściej: zaburzenia naturalnej sekwencji poziomów w profilach glebowych, zanik fitocenoz segetalnych, a wraz z tym wykształcenie się zbiorowisk, które nie dają się identyfikować z żadnym ze znanych naturalnych zespołów leśnych, a mogą być klasyfikowane wyłącznie jako tzw. leśne zbiorowiska zastępcze (Kujawa-Pawalczyk, Pawalczyk 1997). Analiza NDVI lasów na gruntach porolnych prowadzona przez Kunza (2005), potwierdza znaczne różnice w stanie roślinności na tych obszarach. Ten sam autor podkreśla jednakże fakt, zmniejszania się różnorodności krajobrazu leśnego po zaprzestaniu działalności gospodarczej.

W analizowanym okresie znacznie pogłębił się wyspowy charakter obszarów nieleśnych. Jak wykazano, wiele z nich zostało rozerwanych, wskutek czego znacznie zwiększyła się średnia odległość pomiędzy nimi. Zalesianie następowało przede wszystkim na parcelach położonych u skraju obszarów nieleśnych. Wpłynęło to pozytywnie na kształt granic, powodując zwiększenie ich krętości.

Wraz ze zmianami granic wspomnianych obszarów, następowały przemiany krajobrazu wewnątrz wysp. Choć ich analiza w skali regionu jest dopiero przygotowywana, podkreślić można występowanie na dużą skalę śródpolnych nieużytków oraz odłogów w różnym stadium naturalnej sukcesji. Następuje także prowadzenie śródwyspowych zadrzewień o znacznych arealach, co dostrzec można na ryc.1.

W przedsięwziętych badaniach, z uwagi na ich wstępny charakter nie oceniono błędu wynikającego z kartometryczności map archiwalnych czy procedur rektyfikacji. Dla najstarszych danych, czyli map WIG z lat 1934-38, średni kwadratowy błąd (RMS) wpasowania wynosił od 18,31 m dla arkusza Tuchola (na 58 pkt.) do 31,29 dla arkusza Kartuzy (na 38 pkt.), co przekładając na wartości w skali mapy należy uznać za wynik możliwy do przyjęcia.

W badaniach nad zmiennością krajobrazu Borów Tucholskich prowadzone są przez autora wysiłki zmierzające do rozszerzenia spektrum czasowego o dwie serie map tj. Karte des Deutschen Reichs, serie A z przełomu lat 70. i 80. XIX wieku oraz mapę Schröttera z początków XIX w., a także rozpoczęcie digitalizacji pozostałych form użytkowania. Dopiero tak przygotowane dane mogą posłużyć do kompleksowej oceny i budowy modelu przemian krajobrazu.

Literatura

Broda J., 2000, Historia leśnictwa w Polsce, Wyd. AR w Poznaniu.

Giętkowski T., w druku, Problemy wyznaczania granicy regionu na przykładzie Borów Tucholskich, Problemy Ekologii Krajobrazu, dostępne na: www.geo.ukw.edu.pl/landlab

Giętkowski T., 2007, Landscape change of non-forest areas of Tuchola Pinewoods (Northern

Poland), poster, [w:] Proceedings of the 7th IALE World Congress part 2, (red.) Bounce R., Jongman R., Hojas L., Weel S., Wageninegen, s. 874.

dostępne na: www.geo.ukw.edu.pl/landlab

Kistowski M., Foryś I., Laskowska E., 1998, Zastosowanie GIS w analizie zmian użytkowania terenu i sieci hydrograficznej na obszarze Wdzydzkiego Parku Krajobrazowego w latach 1930-1980, [w:] Systemy Informacji Geograficznej w badaniach środowiska przyrodniczego, Problemy Ekologii Krajobrazu, t. 4, s. 121-132.

Kowalczyk A., 2005, Przekształcenia środowiska przyrodniczego w gminie Chojnice wskutek melioracji, [w:] Perspektywy rozwoju regionu w świetle badań krajobrazowych, Problemy ekologii Krajobrazu, t. XII, 85-91; dostępne na: www.paek.ukw.edu.pl

Kowalewski G., 2002, Granice Borów Tucholskich, [w:] Banaszak J., Tobolski K (red.), Park Narodowy Bory Tucholskie, Charzykowy, s. 121-138.

Kowalewski G., 2003, Przeobrażenia jezior i mokradeł w strefie oddziaływania Zbiornika Koronowskiego, Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań.

Kowalewski G., 2006, Obraz okolic jeziora Ostrowite (Park Narodowy „Bory Tucholskie”) w mapach topograficznych z lat 1796-1992, [w:] Park Narodowy "Bory Tucholskie" u progu nowej dekady, (red.) Banaszak J. , Tobolski K., Wyd. UKW., Bydgoszcz.

Kunz M., 2005, Wpływ zmian sposobu użytkowania terenu i zasad hodowli lasu na heterogeniczność krajobrazu leśnego (ocena w technologii Systemów Informacji Geograficznej), praca dokt., WBiNOZ, UMK, Toruń.

Kunz M., Nienartowicz A., Filbrandt-Czaja A., 2003, Spatial pattern changes in Bory Tucholskie forest landscape, [w:] Geoinformation for European-wide Integration, (red.) T. Benes, Praga, s. 447-453.

Mapa Geologiczna Polski w skali 1:200 000, arkusze Słupsk, Gdańsk, Chojnice, Grudziądz, Nakło, Toruń, Państwowy Instytut Geologiczny.

McGarigal, K., Cushman S. A. , Neel M. C. , Ene E., 2002, FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps, Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Dostępny na stronie:
www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

Nienartowicz A., Kunz M., Domin D., 2001, Porównanie struktury krajobrazu na obszarach intensywnej i ekologicznie zrównoważonej gospodarki leśnej, [w:] GIS i teledetekcja w badaniach struktury i funkcjonowania krajobrazu, (red.) A. Nienartowicz, M. Kunz, Toruń, s. 165-179.

Nienartowicz A., Kunz M., Deptuła M., Domin D., 2002, Ecological consequences of changes in landscape structure in the neighbourhood of Brusy in 19th and 20th century, Ecological Questions 1/2001, s. 117-135.

- Kujawa-Pawlaczyk J., Pawlaczyk P., 1997, Zmiany użytkowania ziemi w środkowej części Puszczy Drawskiej w ciągu ostatniego stulecia i ich geobotaniczne konsekwencje, *Przegląd przyrodniczy* 8, 1/2, 47-62.
- Szwankowski J., 1991, Powiat tucholski w okresie II Rzeczypospolitej, Tuchola.
- Szwankowski J., 2005, Powiat tucholski w latach 1875-1920, administracja, ludność, gospodarka, kultura. Tuchola.
- Tworzenie gospodarstwa leśnego w powiecie chojnickim, 2007, opracowanie na podstawie notatek Mariana Jutrzenki, Zastępcy Nadleśniczego Nadleśnictwa Przymuszewo, dostępne na: <http://przymuszewo.torun.lasy.gov.pl/>.
- Wołek J., 2006, Wprowadzenie do statystyki dla biologów, Wyd. Naukowe AP Kraków.