

ŚLAWOMIR SIOMA*, LESZEK SZYMAŃSKI**

DANE PRZESTRZENNE ORAZ ZAKRES
ICH WYKORZYSTANIA W KONTEKŚCIE POTRZEB
ZDEFINIOWANYCH PRZY OBSŁUDZE PROGRAMU
„ZALESIANIA GRUNTÓW ROLNYCH” OBJĘTEGO
PLANEM ROZWOJU OBSZARÓW WIEJSKICH 2004–2006

SPATIAL DATA AND THE SCOPE OF THEIR
USE IN THE CONTEXT OF REQUIREMENTS DEFINED
DURING THE USE OF THE AGRICULTURAL LANDS
AFFORESTATION PROGRAM COVERED THE RURAL
DEVELOPMENT PLAN 2004–2006

Streszczenie

Elementem integracji wielu danych przestrzennych jest mapa obrazowa, której treść dopasowana jest do bieżących potrzeb użytkowników. W artykule zaprezentowano potencjalne możliwości wykorzystania zintegrowanych w systemie informacji przestrzennej danych obrazowych i wektorowych dla potrzeb inwentaryzacji i oceny zalesień powstających na gruntach rolnych. Artykuł wskazuje również na możliwości szerszego wykorzystania map obrazowych w badaniach naukowych nad wzrostem i rozwojem drzewostanów, w administracyjnej obsłudze programów o krajowym zasięgu, a także wykorzystania nawigacji satelitarnej w turystyce i rekreacji na obszarach leśnych.

Słowa kluczowe: zalesianie gruntów rolnych, obrazowe mapy leśne, wysokorozdzielcze obrazy satelitarne, NMT

Abstract

The integration element of a number of spatial data is an image map, whose background is made up of remote-sensing data supplemented with any set of spatial data matching current needs of users. This work presents potentiality of using image and vector data integrated in geographic information system (GIS) for stocktaking and evaluation of the afforestation process on areas of agricultural land. Another use for image maps is the scientific research on the development and growth of forest stands, in administrative management of nationwide programs and satellite navigation services in tourism and recreation in woodlands.

Keywords: afforestation agricultural land, image forest map, very high resolution satellite images, DTM

* Mgr inż. Sławomir Sioma, Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Wydział Leśny, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

** Mgr inż. Leszek Szymański, Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Departament Kontroli na Miejscu, Warszawa.

1. Wstęp

W Polsce rolnictwo ma decydujący wpływ na stan środowiska przyrodniczego, strukturę krajobrazu oraz różnorodność przyrodniczą, stanowiąc główny, regionalnie urozmaicony czynnik determinujący charakter przestrzeni rolniczej. Wywierając niewielki wpływ na wskaźniki makroekonomiczne, rolnictwo odgrywa decydującą rolę dla obszarów wiejskich, obejmujących 93,2% (GUS, 2006) powierzchni kraju. Obszary wiejskie to obszary gmin wiejskich oraz części gmin wiejsko-miejskich, niekiedy poszerzane o niewielkie ośrodki miejskie, powiązane ściśle z funkcjonowaniem obszarów wiejskich. Charakteryzują się one mozaiką krajobrazów i stanowią o bogactwie gatunków roślin i zwierząt, a tym samym o atrakcyjności turystycznej i potencjalnych możliwościach rozwoju tych zakątków kraju. W skład obszarów wiejskich wchodzi również lasy, które zajmują powierzchnię ok. 9000,5 tys. ha, co daje lesistość 28,8% (GUS, 2006). Powierzchnia lasów w Polsce ciągle wzrasta, co jest wynikiem realizowanej Polityki Leśnej Kraju, której założeniem jest zwiększenie lesistości kraju do 30% w 2020 r. i do 33% po 2050 r., głównie poprzez leśne zagospodarowanie użytków rolnych o niskiej przydatności dla rolnictwa. Polityka Leśna Kraju nawiązuje również do ustaleń Polityki Ekologicznej Państwa, rozwijając jej postanowienia w odniesieniu do lasów wszystkich form własności, uzupełniając tym samym założenia w zakresie leśnictwa jako najważniejszego składnika równowagi ekologicznej oraz wszystkich innych żywych zasobów przyrody. W kilku ostatnich latach istotnym impulsem, który wznowił proces przekwalifikowania gruntów rolnych na leśne, były środki finansowe Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnej (EFOGR) wypłacane w trakcie realizacji Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich w latach 2004–2006. Obserwowany ostatnio wzrost powierzchni gruntów zalesionych dokonał się głównie na gruntach rolnych marginalnych klas, położonych na obszarach o niekorzystnej rzeźbie terenu oraz w warunkach niedoboru wody, co zgodne jest z założeniami Krajowego Programu Zwiększenia Lesistości [5]. Wyłączanie gruntów rolnych o niskiej przydatności z uprawy sprzyja wzrostowi powierzchni leśnej, utrzymaniu bądź wzmocnieniu ekologicznych funkcji lasu, wzrostowi biologicznej stabilności obszarów leśnych, zmniejszeniu fragmentacji kompleksów leśnych, regulacji granicy polno-leśnej, tworzeniu nowej i rozbudowie istniejącej sieci korytarzy ekologicznych, jak również zwiększa udział lasów w globalnym bilansie węgla. Dlatego też w latach 2004–2006 Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich wspierał głównie zalesianie gruntów rolnych o niskiej przydatności dla rolnictwa, w tym gruntów marginalnych klas oraz tych o niekorzystnych warunkach gospodarowania. Obecnie wdrażany jest Program Rozwoju Obszarów Wiejskich, który przewiduje na lata 2007–2013 wsparcie finansowe również dla gruntów innych niż rolne, w tym wsparcie dla gruntów niewykorzystywanych rolniczo lub odłogowanych, a także włączenie do powierzchni leśnej tych gruntów, na których las powstał jako wynik naturalnego odnowienia. Niniejszy artykuł daje propozycję szerszego niż dotychczas wykorzystania systemu informacji geograficznej w administracyjnej obsłudze działania oraz podstawę do oceny postępu prac zalesieniowych minionego oraz kolejnego okresu programowania. Artykuł może jednocześnie stanowić źródło informacji dla wielu innych działań realizowanych na obszarach wiejskich na podstawie danych przestrzennych. Zaprezentowano sposób wykorzystania dostępnych obecnie w Polsce danych przestrzennych. Upowszechniane, mogą stanowić znakomite uzupełnienie prac badawczych, nawigacji satelitarnej wspomaganą coraz częściej danymi obrazowymi. Turystyka oraz rekreacja popularyzowana obecnie na podstawie map obrazowych opracowywanych na bazie zdjęć lotniczych i zobrazowań satelitarnych to nowy element zarządzania lasami prywatnej własności.

2. Podstawy prawne

Plan Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) na lata 2004–2006 został przyjęty decyzją Komisji Europejskiej z dnia 6 września 2004 r. i opublikowany w obwieszczeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 15 listopada 2004 r. w sprawie Planu Rozwoju Obszarów Wiejskich (Monitor Polski nr 56, poz. 958). Program ukierunkowany został na realizację społecznych, ekonomicznych i środowiskowych (ekologicznych) aspektów tego rozwoju w sposób spójny z programami strukturalnymi. Plan realizowano na obszarze całego kraju przez wypłacanie wsparcia finansowego w ramach wielu działań określonych w PROW. Warunkiem uzyskania wsparcia finansowego z Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnej jest zapewnienie przez kraj członkowski określonych przepisami prawa odpowiednich warunków organizacyjno-technicznych gwarantujących rzetelne i zgodne z przepisami realizowanie płatności. Funkcję tę pełni Zintegrowany System Zarządzania i Kontroli IACS (*Integrated Administration and Control System*). Zapobieganie powstawaniu nieprawidłowości i nadużyć odbywa się przez zastosowanie zaawansowanych mechanizmów ewidencyjno-kontrolnych. Od 2005 r. system IACS obsługuje bazy danych, opierając się na technologii GIS (*Geographical Information System*). W odniesieniu do przepisów Rozporządzenia Rady (WE) 3508/92 oraz 1782/03 podstawowym, a zarazem najistotniejszym elementem systemu IACS jest System Identyfikacji Działek Rolnych (*Land Parcels Identification System*). W Polsce na mocy krajowych aktów prawnych państwowy zasób ewidencji gruntów i budynków ustalony został jako źródło danych do założenia i prowadzenia krajowego systemu ewidencji producentów, gospodarstw rolnych i wniosków o przyznanie płatności. „Zalesianie gruntów rolnych” zostało szczegółowo określone w Rozporządzeniu Rady (WE) 1257/1999, znajdując swoją reprezentację w następujących krajowych aktach prawnych: Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na zalesianie gruntów rolnych objętej planem rozwoju obszarów wiejskich, z dnia 1 września 2004 r. Dz. U. Nr 187, poz. 1929 z późn. zm., z dnia 29 października 2004 r. Dz. U. Nr 236, poz. 2362 oraz z dnia 11 kwietnia 2006 r. Dz. U. Nr 60, poz. 424 oraz Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 sierpnia 2004 r. Dz. U. Nr 187, poz. 1941 w sprawie wzoru wniosku o pomoc na zalesianie gruntów rolnych oraz zawartości planu do tego działania z dnia 1 września 2004 r. z późn. zm., z 30 listopada 2004 r. oraz 1 czerwca 2006 r. Dz. U. Nr 92, poz. 645.

3. Dane przestrzenne oraz przyrodnicze i technologiczne uwarunkowania związane z ich wykorzystaniem

Wielofunkcyjne i zrównoważone współczesne leśnictwo, ochrona przyrody oraz turystyka poszukują wciąż nowych źródeł informacji oraz rozwiązań bazujących na informacji przestrzennej. Interesująca dla celów zarządzania w leśnictwie i ochronie przyrody jest obecnie oferta współczesnej teledetekcji satelitarnej. Dość wysoka sprawność operacyjna, terenowy wymiar piksela oraz rozdzielczość radiometryczna to główne atuty obrazowych danych satelitarnych. Z szerokiej oferty teledetekcji satelitarnej przydatnej w leśnictwie uwagę należy skupić na systemach, których terenowy wymiar piksela jest mniejszy od 5 m. Systemy te będziemy zaliczać do wysokorozdzielczych. Obrazy wielospektralne i panchromatyczne, których rozdzielczość przestrzenna jest wyższa niż 5 m, rejestrowane są obecnie

przez następujące satelity: IKONOS, QuickBird, Eros A1, OrbView 3 oraz obraz panchromatyczny SPOT5 [7, 10, 12]. Pojawienie się na rynku wysokorozdzielczych obrazów teledetekcyjnych uruchomiło wielokierunkowe badania nad ich dokładnością i potencjalnymi zastosowaniami praktycznymi. Specjalnym impulsem do badań było utworzenie programów nieodpłatnego uzyskiwania obrazów [12]. Rosnąca rozdzielczość przestrzenna rejestrowanych obrazów, szeroki zakres spektralny oraz czasowa rozdzielczość to główne czynniki stanowiące o atrakcyjności obrazów satelitarnych w zastosowaniach związanych z administracyjną obsługą działań realizowanych w ramach PROW. Dość znacznym ograniczeniem w warunkach polskich w zakresie optycznym jest często występujące zachmurzenie ograniczające ramy czasowe rejestracji obrazów [4].

Współczesne leśnictwo i ochrona przyrody podejmują próby coraz szerszego wykorzystania przedstawionych powyżej zalet wysokorozdzielczych obrazów, mając przede wszystkim na uwadze charakterystyki spektralne koron drzew w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni oraz jedyną w swoim rodzaju zmienność tych charakterystyk, uzależnioną dla poszczególnych gatunków drzew od rytmu fenologicznego. Zmienia się również podejście w planowaniu prac zalesieniowych na etapie, na którym ściśle uwzględnia się zmienność siedliskową, tworząc docelowo bardziej zróżnicowany gatunkowo charakter powstających zalesień. Tworzy się tym samym bardziej zróżnicowany układ struktur wewnątrz poszczególnych drzewostanów. Zmiany te są rezultatem realizacji powszechnie akceptowanej w polskim leśnictwie zasady półnaturalnej hodowli lasu. O zmienności tej decydują naturalne procesy zachodzące w wewnętrznej strukturze drzewostanów, wynikające zarówno ze zmian ilościowych, jak i warunków oświetlenia fragmentów koron. Powyższe uwarunkowania znajdują wyraz w geometrii odwzorowania fragmentów lasu w obraz teledetekcyjny i utrudniają jednoznaczny analizę stanu lasu oraz zachodzących w nim zmian wyłącznie na podstawie technik cyfrowego przetwarzania obrazów, pozostawiając do spełnienia ważną rolę w zastosowaniach praktycznych opierających się na fotointerpretacji obrazów oraz wiedzy eksperckiej. Interesującym polem zastosowań wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych w leśnictwie, ochronie przyrody oraz w turystyce wydaje się być specjalny wariant kartografii leśnej, bazujący na mapach obrazowych [7, 8], obecnie coraz częściej używanych w leśnictwie, administracji państwowej i promocji turystycznej regionów. Wysokorozdzielcze dane obrazowe to również potencjalne narzędzie do inwentaryzacji lasów odnawiających się na gruntach rolnych w sposób naturalny. W artykule zawarta jest propozycja szerszego niż dotychczas wykorzystania zestawu danych przestrzennych dla celów przestrzennego, powierzchniowego oraz przyrodniczego monitoringu powstających zalesień. Dane przestrzenne wykorzystane w artykule to przede wszystkim wysokorozdzielcze dane obrazowe, wektorowe dane ewidencyjne, dane pozyskane z zastosowaniem odbiorników GPS oraz numeryczny model terenu. Powyższy zestaw posłużył jako narzędzie do bieżącego, jak i długookresowego monitorowania postępu i efektów działania „Zalesianie gruntów rolnych” w kontekście zmian przyrodniczych związanych z powiększaniem się powierzchni leśnej kraju na gruntach rolnych, a także do bieżącej obsługi płatności. Wykorzystując system informacji przestrzennej, rozpoznano m.in. powierzchniowy i przestrzenny rozmiar zrealizowanych dotychczas zalesień oraz dokonano oceny przydatności wielokanałowych danych satelitarnych w obsłudze administracyjnej. Niniejszy artykuł stanowi kolejny rozdział poszukiwań nad bardziej efektywnymi, a zarazem bardziej wiarygodnymi rozwiązaniami, które mogą być na stałe zaimplementowane m.in. w obsłudze działania „Zalesianie gruntów rolnych oraz innych niż rolne”.

4. Dane przestrzenne wykorzystywane obecnie w trakcie administracyjnej obsługi zalesień

W niniejszym artykule wykorzystano obrazy satelitarne satelitów QuickBird oraz IKONOS, wykonane w pełni sezonu wegetacyjnego, wektorowe warstwy działek ewidencyjnych oraz warstwy powstałe w trakcie pomiaru granic zalesienia odbiornikiem GPS.

Satelita QuickBird rejestruje obrazy od października 2001 r. w trybie panchromatycznym oraz multispektralnym [3], uzyskując jedną z najwyższych dostępnych obecnie rozdzielczości terenowych oferowanych dla celów cywilnych. Nominalna szerokość obrazowania w nadirze wynosi $16,5 \text{ km} \times 16,5 \text{ km}$ zaś minimalny pas $16,5 \text{ km} \times 165 \text{ km}$. W trybie panchromatycznym (czarno-biały obraz) rejestruje promieniowanie z zakresu 445 do 900 nanometrów jako pojedynczy kanał, uzyskując w nadirze rozdzielczość 61 cm GSD (terenowy wymiar piksela). W trybie multispektralnym uzyskuje rozdzielczość 244 cm GSD w nadirze, rejestrując poszczególne zakresy promieniowania widzialnego i bliskiej podczerwieni. Obrazy satelitarne satelity IKONOS rejestrowane są z okołobiegunowej orbity zsynchronizowanej ze słońcem z wysokości 681 km od 1999 r. Rozdzielczość przestrzenna rejestrowanych obrazów w paśmie wielospektralnym wynosi ok. 4 m, zaś w paśmie panchromatycznym ok. 1 m. Wykorzystane w artykule dane obrazowe charakteryzowały się kątem wychylenia od nadiru nie większym niż 15 stopni. Korekcja radiometryczna wykonana została metodą resamplingu „Cubic Convolution”, rozdzielczość radiometryczna 16 lub 11 bitów, format danych – GeoTiff.

W obsłudze administracyjnej zalesień wykorzystywane są obecnie zarówno dane obrazowe, jak i dane wektorowe z pomiarów GPS oraz granice działek ewidencyjnych. Od 2005 r. na potrzeby obsługi administracyjnej wniosków wykonywane są corocznie ortofotomapy. Dla wytypowanych na podstawie analizy ryzyka obszarów wykonuje się ortofotomapy na bazie zdjęć satelitarnych. Ortofotomapy przygotowuje się w barwach naturalnych o rozdzielczości przestrzennej odpowiadającej obrazom panchromatycznym. Ponadto dokonuje się ortorektyfikacji wielospektralnych i panchromatycznych obrazów satelitarnych na potrzeby tworzenia kompozycji barwnych w podczerwieni.

Administracyjna obsługa wniosków to m.in. weryfikacja kwoty wsparcia finansowego w odniesieniu do powierzchni gruntu, do którego realizowana jest płatność. Dla celów jednoznacznej identyfikacji gruntów zgłoszonych w deklaracji wykorzystywane są granice działek ewidencyjnych. Przewidziana w prawie możliwość zalesiania gruntów rolnych zgodnie z przebiegiem granic użytków rolnych powoduje, że nie zawsze cała działka ewidencyjna podlega zalesieniu. Istnieje zatem potrzeba sprawdzenia położenia działki leśnej na działce ewidencyjnej oraz powierzchni zalesienia w odniesieniu do powierzchni zadeklarowanej również w przypadkach, kiedy działkę leśną stanowi kilka działek ewidencyjnych. Sprawdzenie tego warunku następuje przez porównanie położenia działek leśnych pozyskanych z ortofotomapy i działek ewidencyjnych. W przypadku bardzo młodych nasadzeń, gdzie zastosowanie obrazów satelitarnych staje się niewystarczające ze względu na rozdzielczość przestrzenną, powyższe porównanie dokonywane jest na podstawie wyników pomiaru metodą GPS. Oprócz warstw numerycznych w trakcie wykonywania pomiarów terenowych wykorzystywano również mapy obrazowe. Nieprawidłowości dotyczące powierzchni lub przebiegu granic zalesienia, potwierdzone dokumentacją fotograficzną oraz zaznaczone w odpowiedni sposób na mapie obrazowej, posłużą w kolejnych etapach do aktualizacji warstwy wektorowej gruntów zalesionych. Wykorzystywane obec-

nie w kontroli odbiorniki GPS stanowią standardowe wyposażenie zespołów kontrolujących, zaś ich parametry techniczne określone zostały na podstawie wymagań wypracowanych przez Katedrę Geodezji Satelitarnej i Nawigacji Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie [9]. W administracyjnej obsłudze wniosków obejmujących zalesianie gruntów rolnych kontroli podlega również stopień nachylenia gruntów zalesionych. Pomiar nachylenia w początkowych etapach realizowany był z zastosowaniem pracochłonnych i zarazem mało wydajnych metod pomiaru w terenie. Zmieniające się wraz z rozwojem drzewostanów warunki realizacji pomiaru skłoniły do poszukiwań bardziej wydajnych, a zarazem wiarygodnych metod pomiaru stopnia nachylenia. Spadek czy też nachylenie terenu możemy definiować jako nachylenie podane w procentach bądź w stopniach. Zgodnie z obowiązującym prawem wyższa płatność przysługuje do gruntów o nachyleniu powyżej 12 stopni. Obecnie możliwe jest wykorzystanie w tym zakresie numerycznego modelu terenu (NMT), który dostępny jest dla obszaru całego kraju. Większość używanych modeli bazuje na rastrowym modelu danych, który umożliwia dość sprawne przetwarzanie nawet dużych zbiorów danych, przy jednocześnie wysokiej rozdzielczości modelu. Wadą rastrowego modelu danych wysokościowych jest prezentacja rzeczywistych danych za pomocą regularnych pól siatki modelu wysokościowego. Rozdzielczość NMT wyrażona wielkością pojedynczego piksela, użytego w artykule, wynosiła 10 m.

Dokładność odwzorowania ukształtowania rzeźby terenu to bardzo istotny czynnik determinujący dalsze wykorzystanie cyfrowych danych wysokościowych i jest tematem wielu opracowań w tym zakresie. Autorzy [1] dokonują porównania wielkości i charakteru błędów na NMT tego samego fragmentu terenu o rozdzielczości 1, 5, 10, 25, 50 i 100 m. Zdaniem autorów w analizach wymagających obliczania spadków terenu powinno się stosować możliwie największą rozdzielczość, najlepiej 1 m, jednak nie mniejszą niż 10 m, niezależnie od metody pozyskiwania cyfrowego modelu terenu. W niniejszym artykule sprawdzenie położenia na stoku o nachyleniu 12 stopni zrealizowano przez wygenerowanie na podstawie NMT mapy spadków oraz przez jej klasyfikację na dwie klasy: do 12 stopni i powyżej. Założono równocześnie, że identyfikacja fragmentów terenu o nachyleniu do 12 stopni nastąpi z większą dokładnością niż wydzielenie fragmentów o spadku powyżej 12 stopni. Ze względu na przysługującą wyższą płatność do gruntów położonych na stokach o nachyleniu powyżej 12 stopni i ryzyko wypłacania nienależnych płatności kontrola tego warunku znalazła się w zakresie szczegółowych opracowań i prac nad poszukiwaniem prostej, a zarazem wiarygodnej metody weryfikacji tego warunku. Ponieważ w chwili obecnej, wspomagając się NMT, możliwe jest wygenerowanie mapy spadków dla wybranej działki ewidencyjnej, wydaje się zasadne wypracowanie szczegółowej metodologii wykorzystania NMT oraz ocena wiarygodności uzyskanych wyników. Mapy obrazowe uzupełnione granicami działki ewidencyjnej i granicami poligonów obejmujących fragmenty o nachyleniu powyżej 12 stopni wydają się prostym i wydajnym rozwiązaniem przy weryfikacji tego warunku.

5. System informacji przestrzennej w analizie rozmiaru wykonanych zalesień

Zgodnie ze stanem na 1999 r. powierzchnia leśna kraju stanowiła nieco ponad 28% i ok. 29,4% lądowej powierzchni kraju, przy najniższym wskaźniku lesistości w województwie łódzkim 20,4% i najwyższym, wynoszącym 48,1% w województwie lubuskim.

Aktualny przyrost ogólnej powierzchni lasów prywatnych oraz powierzchni ogólnej zaprezentowano w tab. 1 zgodnie ze stanem na dzień 29 kwietnia 2008 r. Przyrost powierzchni leśnej prywatnej własności ustalony został na podstawie analizy bazy danych przestrzennych. Analiza bazy danych pozwoliła również na ustalenie przestrzennej i powierzchniowej identyfikacji zalesionych w latach 2004–2006 gruntów. Ustaloną powierzchnię odniesiono do istniejących obecnie jednostek podziału administracyjnego kraju.

Tabela 1

Przyrost powierzchni lasów uzyskany w ramach realizacji założeń PROW 2004–2006 w odniesieniu do stanu z dnia 31 XII 1999 r. wg GUS

Województwo	Pow. gruntów leśnych wg GUS. Stan na 31 XII 1999 r. [tys. ha]		Zalesienia PROW 2004–2006 Pow. w [tys. ha]	Powierzchnia lasów [tys. ha] z uwzględnieniem PROW 2004–2006	
	ogólnie	laso prywatne		laso prywatne	ogólnie
Dolnośląskie	578,8	12,4	2,51	14,91	581,3
Kujawsko-pomorskie	412,6	40,6	2,10	42,70	414,7
Lubelskie	559,5	208,1	2,51	210,61	562,0
Lubuskie	690,6	7,7	2,62	10,32	693,2
Łódzkie	378,5	117,7	1,67	119,37	380,2
Małopolskie	433,9	185,9	0,24	186,14	434,1
Mazowieckie	791	323,4	3,09	326,49	794,1
Opolskie	252,6	10,5	0,40	10,90	253,0
Podkarpackie	660,6	93,6	3,16	96,76	663,8
Podlaskie	603,5	184,3	2,63	186,93	606,1
Pomorskie	664,3	66,4	2,63	69,03	666,9
Śląskie	398,8	76,8	0,24	77,04	399,0
Świętokrzyskie	319,7	79	1,92	80,92	321,6
Warmińsko-mazurskie	730,2	31,9	10,98	42,88	741,2
Wielkopolskie	769	72,5	2,22	74,72	771,2
Zachodniopomorskie	805,8	8,3	3,57	11,87	809,4
Łącznie [tys.]	9 049,4	1 519,1	42,49	1 561,59	9 091,8

6. Podsumowanie

Dane przestrzenne w postaci wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych oraz NMT uzupełnione o dane ewidencyjne poszerzają w dość szerokim zakresie możliwości administracyjnej obsługi zalesień. Szczególnie istotne wydaje się wykorzystanie wielokanałowych, wysokorozdzielczych danych satelitarnych przetworzonych do postaci metrycznej oraz cyfrowej ortofotomapy wykonanej w barwach naturalnych w ustaleniu powierzchni gruntów rolnych zalesionych. Możliwość tworzenia kompozycji barwnych znakomicie uzupełnia możliwości fotointerpretacji danych obrazowych w stosunku do ortofotomapy ze

zdjęć lotniczych wykonanych w zakresie widzialnym promieniowania. Warunkiem właściwej interpretacji szczegółów odwzorowanych na danych obrazowych jest znajomość struktur wewnątrzdrzewostanowych oraz charakterystyk spektralnych formacji roślinnych. Ograniczeniem w wykorzystaniu danych obrazowych jest wiek założonej uprawy, który powoduje, że pełne możliwości fotointerpretacji pojawiają się dopiero w trzecim, niekiedy nawet w czwartym roku od założenia uprawy leśnej. Brak możliwości przeprowadzania wiarygodnej fotointerpretacji na danych obrazowych powoduje konieczność przeprowadzania wizytacji terenowych w przypadku najmłodszych upraw. W uprawach powyżej 4 roku zastosowanie wysokorozdzielczych danych satelitarnych wydaje się wystarczające do bieżącego ustalenia ich powierzchni. Wielospektralne dane obrazowe pozwalają również na różnicowanie gatunkowe zalesień. Kompozycje barwne wykorzystujące zakres bliskiej podczerwieni pozwalają na ustalenie przebiegu granicy zalesienia i gruntu stale użytkowanego rolniczo. Możliwości integrowania w systemach informacji przestrzennej szerokiego zestawu danych przestrzennych, w tym danych obrazowych, danych wektorowych z pomiarów GPS oraz poligonów o danej klasie nachylenia znakomicie uzupełniają treść mapy obrazowej stosowanej obecnie jako technologiczne wsparcie w administracyjnej obsłudze zalesień. Dość długi okres trwania kontroli administracyjnej, sięgający 15 lat od momentu założenia uprawy, skłania do włączenia wieloczasowych analiz w zakres przyrodniczego i powierzchniowego monitoringu zalesionych gruntów rolnych. Szczególnej uwadze należy poddać lasy, które pełnią funkcje ochronne, zwłaszcza glebo- i wodochronne, których obecność związana jest z tworzeniem małej retencji, przeciwdziałaniem postępującej erozji czy też z ochroną wód powierzchniowych. Wydaje się również istotne włączenie przestrzennych baz danych obejmujących zalesienia w proces monitorowania stanu lasów prywatnej własności. Przestrzenny charakter baz danych umożliwia ich wielokierunkowe wykorzystanie zarówno w badaniach naukowych, jak i w wielu praktycznych zastosowaniach związanych z gospodarowaniem w lasach prywatnej własności oraz ich ochroną zwłaszcza w kontekście utrzymania ich trwałości i wielofunkcyjnej roli ze względu na podwyższoną podatność na czynniki biotyczne i abiotyczne.

Na podstawie dokonanych analiz ustalono, że zalesione w latach 2004–2006 grunty rolne powiększyły leśną powierzchnię kraju o ok. 43,5 tys. ha, co stanowi ponad 6% przewidzianej w KPZL do 2020 r. powierzchni do zalesienia. Największy przyrost powierzchni leśnej nastąpił w województwach warmińsko-mazurskim (10 982,44 ha), zachodniopomorskim (3570,15 ha), podkarpackim (3164,90 ha) i mazowieckim (3090,75 ha). Wskazane województwa skupiają na swoich terytoriach 49% zalesionych w latach 2004–2006 gruntów. Najmniejsza powierzchnia zalesionych w tym czasie gruntów rolnych skupia się w województwach śląskim i opolskim, w których łączna powierzchnia zalesionych gruntów rolnych stanowiła jedynie 1,93%. Udział lasów prywatnej własności wzrósł z poziomu 1,52 do 1,56 mln ha, zaś powierzchni leśnej kraju z poziomu 9,05 mln ha (GUS, 1999) do poziomu 9,09 mln ha, zwiększając tym samym powierzchnię leśną kraju o 0,14%, zaś lasów prywatnej własności o 2,63%. W ogólnej powierzchni zalesionych gruntów rolnych lasy iglaste stanowią ok. 22 439 ha, zaś liściaste ok. 20 022 ha, co stanowi, odpowiednio, 52,81 i 47,12% łącznej powierzchni zalesionych gruntów rolnych. Zalesienia położone na stokach o nachyleniu powyżej 12 stopni stanowiły łącznie blisko 5,5 tys. ha, z największym udziałem w województwach małopolskim, podkarpackim i warmińsko-mazurskim. Najwięcej producentów rolnych zalesiających grunty rolne zarejestrowano w województwach mazowieckim (1090) i podkarpackim (1154), zaś najmniej w województwach opolskim (114),

zachodniopomorskim (159) i śląskim (155). W programie zgłoszono do zalesienia ok. 17 tys. działek ewidencyjnych, z czego zalesiono w całości ok. 5,5 tys.

Stopniowe pomnażanie zasobów leśnych oraz prawidłowa gospodarka leśna z pewnością przyczynią się do uzyskania oczekiwanych efektów w postaci zbiorowisk leśnych pełniących wielorakie funkcje. W planowaniu i realizacji prac zalesieniowych znaczenia nabierają aspekty środowiskowe ukierunkowane na zachowanie i pomnażanie różnorodności biologicznej. Rosną oczekiwania społeczne co do możliwości kształtowania przestrzeni przyrodniczej w najbliższym otoczeniu, tym samym krajobrazu. Przejawia się to w coraz większym zainteresowaniu stanem nasadzeń, doбором właściwych zabiegów hodowlanych oraz korzystaniem ze specjalistycznej wiedzy i technologii. Należy również sądzić, że w niedalekiej przyszłości wykorzystanie danych przestrzennych oraz opracowań w postaci map numerycznych stanie się standardowym narzędziem w zarządzaniu lasami prywatnej własności, podobnie jak dzieje się to w lasach zarządzanych przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe. Dostęp do specjalistycznej wiedzy za pośrednictwem organizowanego obecnie w Polsce systemu doradztwa rolniczego (*farm advisory system*) z pewnością przyczyni się do sprawnego zarządzania lasami prywatnej własności oraz podniesie ich przyrodniczą oraz ekonomiczną wartość.

Literatura

- [1] Burdziej J., Kunz M., *Ocena wpływu rozdzielczości i metody pozyskiwania danych wysokościowych na dokładność numerycznych modeli terenu oraz modeli spadków i ekspozycji*, Archiwum Fotogrametrii i Teledetekcji, Vol. 16, 2006, Zakład Teledetekcji i Kartografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 2006.
- [2] Gorzelak A. i in., *Gospodarowanie w lasach drobnej własności*, Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa 2001.
- [3] <http://www.digitalglobe.com>.
- [4] Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, *Analiza danych wieloletnich dotyczących stopnia zachmurzenia w poszczególnych regionach Polski w latach 1999–2003*, Materiały służby hydrologiczno-meteorologicznej IMGW, Warszawa 2003.
- [5] *Krajowy Program Zwiększania Lesistości*, Warszawa 2003.
- [6] Kwiecień R. i in., *Praktyczne aspekty realizacji Krajowego Programu Zwiększenia Lesistości*, Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa 1999.
- [7] Mozgawa J., Sioma S., *Wysokorozdzielcze systemy satelitarne jako źródło informacji dla obrazowej mapy modułowej obszarów leśnych*, Warszawa 2005.
- [8] Olenderek T., *Ocena leśnych map obrazowych*, rozprawa doktorska, Wydział Leśny SGGW, 2001, maszynopis.
- [9] Oszczak S. i in., *Wykonanie analiz i opracowanie kryteriów wyboru metod oraz urządzeń pomiarowych GPS w celu zapewnienia wymaganej dokładności i wiarygodności kontroli obszarowych w systemie IACS*, Olsztyn 2004.
- [10] Petrie G., *High-resolution imaging from space*, Part I. GEOinformatics, January/February 2004, 22-27.
- [11] Wilkowski W., Gedymin W., Wasilewska B., *Wielokolorowa mapa numeryczna w układzie modularnym*, Materiały sympozjum „Metody numeryczne w leśnictwie”, Warszawa, 7 maja 1992.

- [12] Zanoni V.M., Goward S.N., *A new direction in Earth observations from space*, IKONOS. Remote Sensing of Environment 88 (2003), 1-2 Special Issue (IKONOS fine spatial resolution land observation).