

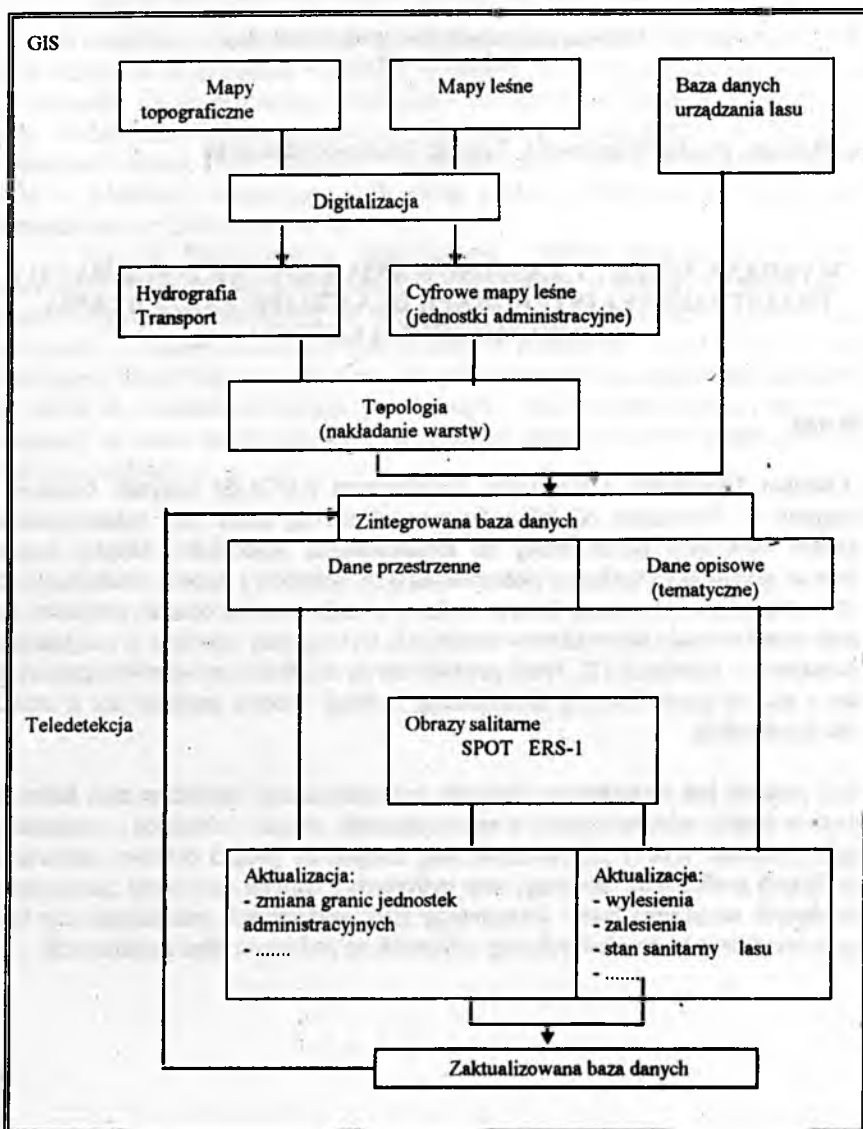
Ewa Pietrzak, Emilia Wiśniewska, Tomasz Zawila-Niedźwiecki

## WYBRANE ASPEKTY ZASTOSOWANIA SYSTEMU INFORMACJI PRZESTRZENNEJ INTERGRAPH DLA CELÓW ZARZĄDZANIA GOSPODARSTWEM LEŚNYM

### 1. Wstęp

W Ośrodku Teledetekcji i Informacji Przestrzennej (OPOLiS) Instytutu Geodezji i Kartografii w Warszawie od kilku lat prowadzone są prace nad wykorzystaniem systemów informacji przestrzennej do monitorowania środowiska. Między innymi badane są możliwości wspólnego zastosowania tych systemów i danych teledetekcyjnych do zarządzania gospodarstwem leśnym. Jednym z realizowanych obecnie projektów jest projekt monitorowania drzewostanów sosnowych, wykonywany wspólnie ze specjalistami Uniwersytetu w Gandawie [1]. Prace prowadzone są dla dwóch poligonów badawczych. Jeden z nich to tereny Puszczy Kozienskiej, a drugi - obszar pogorzelska w rejonie Kuźni Raciborskiej.

Celem projektu jest opracowanie schematu technologicznego monitorowania lasów na podstawie danych teledetekcyjnych z wykorzystaniem systemu informacji przestrzennej. Projekt obejmuje (rys.1) przetworzenie map leśnych do postaci cyfrowej, utworzenie bazy danych graficznych, integrację map cyfrowych z danymi opisowymi zawartymi w bazie danych urządzania lasów, interpretację zdjęć satelitarnych oraz aktualizację bazy danych urządzania lasów i leśnych map cyfrowych na podstawie zdjęć satelitarnych.



Rysunek 1. Schemat monitorowania lasów na podstawie danych teledetekcyjnych z wykorzystaniem systemu informacji przestrzennej

## 2. Budowa systemu informacji przestrzennej dla celów monitorowania lasów

Podczas budowy systemu informacji przestrzennej dla celów monitorowania lasów wyróżnić można fazę wstępną oraz fazę zakładania bazy danych [2]. Faza wstępna obejmuje projektowanie systemu informacji przestrzennej i opracowanie schematu technologicznego realizacji zaprojektowanego systemu z uwzględnieniem specyfiki wybranego systemu narzędziowego.

W tworzonym systemie informacji przestrzennej gromadzone są dane zdigitalizowane z map topograficznych i tematycznych (leśnych), informacje inwentaryzacyjne urządzenia lasów oraz opisowe i liczbowe informacje o środowisku.

Do realizacji projektu monitorowania lasów na podstawie materiałów teledetekcyjnych z wykorzystaniem systemu informacji przestrzennej wybrano środowisko programowe MGE (Modular GIS Environment) firmy Intergraph. Wykorzystywane są następujące moduły tego oprogramowania: Microstation 32, MGE Basic Nucleus, MGE Basic Administrator, MGE Base Mapper, MGE Analyst, MGE Projection Manager, MGE Terrain Model, MGE Grid Analyst, Image Station (ISI-2) oraz RDBMS Oracle firmy Oracle Corporation. Oprogramowanie to umożliwia wykonanie wszystkich etapów omawianego projektu, czyli wprowadzenie danych, budowę zintegrowanej bazy danych, wykonanie przetwarzania obrazów satelitarnych i analiz przestrzennych oraz aktualizację zintegrowanej bazy danych na podstawie obrazów satelitarnych.

## 2.1. Budowa bazy danych

Bazy danych są główną częścią składową systemów informacji przestrzennej. Ich utworzenie jest etapem najdroższym i wymagającym największego nakładu pracy. Czasochłonnym i żmudnym procesem jest przede wszystkim wprowadzenie do tworzonoego systemu danych graficznych czyli digitalizacja map.

Budowa bazy danych przebiegała w następujących etapach:

### 1) Utworzenie bazy danych przestrzennych:

- \* digitalizacja wybranych elementów treści map topograficznych i map leśnych.
- \* przygotowanie plików z danymi graficznymi do dalszych przetworzeń.
- \* utworzenie bazy danych graficznych.
- \* nakładanie warstw.

### 2) Wprowadzenie do systemu bazy danych opisowych:

### 3) Integracja bazy danych przestrzennych i bazy danych opisowych.

W omawianym projekcie digitalizowano wybrane elementy map topograficznych w skali 1:25 000 oraz mapy leśne w skalach 1:25 000 i 1:10 000. Utrudnienie stanowił brak w używanym systemie narzędziowym odwzorowania odpowiadającego odwzorowaniu, w jakim zostały sporządzone digitalizowane mapy leśne oraz topograficzne. Dla umiejscowienia obszaru badawczego wybrano więc odwzorowanie poprzeczne Mercatora o następujących parametrach:

- długość geograficzna początkowa:	21:00:00 d:m:s
- szerokość geograficzna początkowa:	0:00:00 d:m:s
- wartość x w początku układu:	500000.000 m
- wartość y w początku układu:	0.000 m
- współczynnik skali:	1
geodezyjny punkt początkowy	
- triangulacji:	Pułkowo
- powierzchnia odniesienia:	elipsoida Krassowskiego

Mapy digitalizowano w środowisku Microstation metodą mechaniczną (przy użyciu digimetru), przy czym dane graficzne dla każdego z obrębów leśnych, wchodzących w skład poligonu badawczego, digitalizowane były w odrębnym pliku, zgodnie z zaprojektowaną wcześniej symboliką. Digitalizacja map leśnych wykonywana była w dwóch etapach. Najpierw wprowadzano granice obrębów i oddziałów wraz z etykietami z przeglądowej mapy leśnej w skali 1:25 000, a następnie digitalizowano treść pododdziałów oraz drogi o szerokości większej niż 4 m i koleje z map leśnictw w skali 1:10 000.

Do przygotowania plików projektowych do dalszych przetworzeń oraz połączenia poszczególnych elementów graficznych z wcześniej utworzonym schematem bazy danych wykorzystano funkcje modułu MGE Base Mapper.

Następne procesy, czyli budowa plików topologicznych, topologiczne utworzenie plików zawierających dane dotyczące poszczególnych warstw dla terenu całego obszaru badawczego oraz nakładanie warstw wykonane było za pomocą funkcji modułu MGE Analyst. Moduł ten umożliwia również formułowanie zapytań do bazy danych, wyświetlanie rezultatów zapytań, generowanie raportów oraz integrację baz danych. W danym przypadku baza danych przestrzennych łączona jest z bazą danych opisowych, zawierającą informacje inwentaryzacyjne oraz dotyczące podziału administracyjnego lasów. Ogniwem łączącym obie bazy danych jest numer i litera pododdziału, najmniejszej jednostki administracyjnej lasów.

## 2.2. Dokładność digitalizacji

Jednym z elementów wpływających na dokładność tworzonego systemu informacji przestrzennej jest dokładność digitalizacji. Przy określeniu dokładności digitalizacji należy uwzględnić dokładność digimetru i obserwatora, dokładność graficzną wykorzystanych map oraz dokładność wpasowania map (dokładność transformacji).

Dokładność digitalizacji można wyznaczyć różnymi sposobami:

- poprzez porównanie powierzchni określonych przez system na podstawie zdigitalizowanych danych z powierzchniami zawartymi w opisowej bazie danych urządzania lasu;
- poprzez porównanie zdigitalizowanej mapy leśnej z leśną mapą gospodarczą w skali 1:5000;
- poprzez analizę dokładności wykorzystującą zasady teorii błędów.

W ostatniej z wymienionych metod określenia dokładności podstawowymi wielkościami są:

- dokładność digimetru i obserwatora podane łącznie jako średni błąd pomiaru wyliczony z błędów pozornych przy wielokrotnym pomiarze  $s$  wielkości (30 punktów siatki kwadratów) wzajemnie niezależnych:

$$m_{pom} = \pm \sqrt{m_{x_{pom}}^2 + m_{y_{pom}}^2} \quad (1)$$

przy czym

$$m_{x_{pom}} = \pm \sqrt{\frac{[v_{x_1}^2] + [v_{x_2}^2] + \dots + [v_{x_s}^2]}{s \times (p-1)}} = \pm \sqrt{\frac{[v_x v_x]}{n_n}} \quad (2)$$

$$m_{y_{pom}} = \pm \sqrt{\frac{[v_{y_1}^2] + [v_{y_2}^2] + \dots + [v_{y_s}^2]}{s \times (p-1)}} = \pm \sqrt{\frac{[v_y v_y]}{n_n}} \quad (3)$$

gdzie

$$v_{x_i}^k = X_i - x_i^k, \quad X_i = \frac{[x_i]}{p}, \quad v_{y_i}^k = Y_i - y_i^k, \quad Y_i = \frac{[y_i]}{p} \quad (4)$$

$p$  - liczba serii pomiarowych,

$s$  - liczba mierzonych punktów,

$n_n$  - liczba obserwacji nadliczbowych;

- dokładność transformacji przy wpasowaniu map:

$$m_i = \pm \frac{m\% \times l}{\sqrt{2 \times 100\%}} \quad (5)$$

gdzie

$m\%$  - błąd procentowy transformacji podawany po wpasowaniu mapy przez system.

$l$  - największa odległość między punktami na mapie;

- dokładność graficzna map.

$$m_{digit} = \pm \sqrt{m_{t_1}^2 + m_{t_2}^2 + m_{t_3}^2 + m_{r_1}^2 + m_{r_2}^2 + m_{r_3}^2 + 3 \times m_{pom}^2} \quad (6)$$

Po uwzględnieniu powyższych zależności ostateczny błąd digitalizacji można wyrazić następującym wzorem:

gdzie

$m_{t_1}$  - dokładność transformacji przy wpasowaniu mapy topograficznej,

$m_{t_2}$  - dokładność transformacji przy wpasowaniu mapy lepszej w skali 1:25000,

$m_{t_3}$  - dokładność transformacji przy wpasowaniu mapy lepszej w skali 1:10000,

$m_r$  - dokładność graficzna mapy topograficznej.

$m_{r1}$  - dokładność graficzna mapy leśnej w skali 1:25000.

$m_{r2}$  - dokładność graficzna mapy leśnej w skali 1:10000.

### 3. Interpretacja zdjęć satelitarnych z wykorzystaniem danych zawartych w zintegrowanej bazie danych

Obrazy satelitarne od wielu lat wykorzystywane są do monitorowania lasów, ale o pełnej ich użyteczności może być mowa dopiero wtedy, gdy analizuje się je w powiązaniu z innymi informacjami zgromadzonymi w bazach danych przestrzennych i opisowych. Wyniki interpretacji obrazów satelitarnych w połączeniu z danymi inwentaryzacyjnymi, zgromadzonymi w bazie danych systemu informacji przestrzennej dają nowe jakościowo narzędzie monitorowania lasów na dużych obszarach. Wieloterminowe zdjęcia satelitarne pozwalają prognozować zasięg i trendy zmian stanu lasu na konkretnym obszarze.

Pożar, który zniszczył latem 1992 r. ponad 8000 ha lasów na Górnym Śląsku w rejonie Kuźni Raciborskiej, był tak duży, że nawet na zdjęciach NOAA-AVHRR widoczny był powiększający się obraz pogorzeliska oraz dym, który można było obserwować na przestrzeni ponad 100 km. Zdjęcia SPOT XP i XS z września 1992 r. i maja 1993 r. oraz obrazy ERS-1 z lipca 1993 r. doskonale uwidoczniają zasięg pożaru i umożliwiły określenie pogorzeliska z wysoką dokładnością. Na zdjęciach z 1993 r. wyróżnić już można obszary, na których podjęto prace rekultywacyjne.

Przygotowanie zdjęć satelitarnych do interpretacji treści leśnej powinno obejmować geometryzację zdjęcia oraz korekcie radiometryczne, przy czym przy wszelkich operacjach na zdjęciach satelitarnych należy stosować takie przetworzenia, które nie zniekształcają faktycznej wartości spektralnej określonych obiektów na powierzchni Ziemi [3]. Do interpretacji treści leśnej szczególnie polecana jest klasyfikacja nadzorowana, traktowana jako proces iteracyjny oraz weryfikowanie kolejnych wyników na podstawie statystyk spektralnych i powierzchniowych wydzielonych klas oraz danych inwentaryzacyjnych.

Zarówno wykonanie wstępnych korekci, jak i klasyfikacji obrazów satelitarnych umożliwia moduł ISI systemu Intergraph. Jednoczesne wykorzystanie informacji zawartych w zintegrowanej bazie danych zwiększa wiarygodność przeprowadzanych analiz stanu lasu.

W chwili obecnej badania nad wykorzystaniem zdjęć satelitarnych dla celów monitorowania stanu lasu oraz aktualizacji map leśnych są w fazie początkowej, jednak wykonane wcześniej prace badawcze dla lasów świerkowych na obszarze Sudetów [3,4] pozwalają przypuszczać, że odpowiednio dobrane i przetworzone zdjęcia satelitarne, powiązane z bazami danych systemu informacji przestrzennej, umożliwią poprawną ocenę lasów na badanym obszarze i będą pomocne w zarządzaniu gospodarstwem leśnym.

## LITERATURA

- [1] De Mulder S., Pietrzak E., Goossens R.E.A., Ciołkosz A., 1994: Joint Polish Belgian pilot study on the establishment of a Polish pine forest database for monitoring purposes. Proceedings EGIS/MARI 94, 29 March - 1 April 1994, Paris, France, pp 1682-1691
- [2] Pietrzak E., Zawila-Niedźwiecki T., Wiśniewska E., 1994: Zastosowanie systemu Intergraph do budowy danych kompleksowego monitorowania lasu. IV Konferencja Naukowo-Techniczna "Systemy Informacji Przestrzennej". Warszawa, 18-19 października 1994, pp 1.127-1.132
- [3] Zawila-Niedźwiecki T., 1994: Ocena stanu lasu w ekosystemach zagrożonych z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych i systemu informacji przestrzennej. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, tom XLI, zeszyt 90
- [4] Zawila-Niedźwiecki T., Pietrzak E., Wiśniewska E., 1994: The use of GIS and remote sensing for monitoring of forest decline in Poland. GIS in Ecological Studies & Environmental Management, Warsaw, 26-28 September 1994

Recenzował: Dr inż. Krystian Pyka

The undersigned, being duly sworn, depose and say that the within and foregoing is a true and correct copy of the original as the same appears from the records of the Court of Sessions of the County of ... State of ...

Witness my hand and seal of office this ... day of ... 1917.

Attest my hand and seal of office this ... day of ... 1917.

Notary Public for the State of ...