

Romuald Kaczyński

## MAPY CYFROWE ZE ZDJĘĆ SATELITARNYCH I LOTNICZYCH

**Zarys treści:** W referacie przedstawiono zarys metody opracowania map na podstawie zobrazowań satelitarnych na profesjonalnych systemach cyfrowej analizy obrazów VISTA firmy International Imaging Systems i stacji roboczej ImageStation 6487 firmy Intergraph. Przedstawiono również schemat opracowania ortofotomapy metodą cyfrową na podstawie skanowanych zdjęć lotniczych. Otrzymane obrazy cyfrowe są stosowane m.in. w USA do zasilania systemów informacji przestrzennej (GIS, LIS) również dla obszarów wiejskich.

### 1. Satelitarne mapy cyfrowe.

Do opracowania obrazowych map satelitarnych w skalach 1:50 000 są używane zobrazowania z systemów pozyskujących dane o terenowej zdolności rozdzielczej conajmniej 20 m, czyli takich jak SPOT XS i P, MOMS-02, KFA-1000, KFA-3000 i KVR-1000. Dane TM z satelity Landsat mogą być użyte jedynie wówczas jeżeli jednocześnie będą użyte dane panchromatyczne.

Maksymalną skalą opracowania mapy (dla  $mp = \pm 0.3$  mm w skali mapy) na podstawie połączonych zobrazowań wielospektralnych i panchromatycznych jest skala 1:25000. Prezentowana mapa satelitarna Warszawy w skali 1:25 000 została opracowana cyfrowo na stacji roboczej ImageStation 6487 firmy Intergraph w Zakładzie Fotogrametrii w IGIK. Do opracowania mapy użyto wielospektralnych danych cyfrowych z satelity SPOT oraz zdjęcie panchromatyczne wykonane z satelity czwartej generacji KOSMOS kamera KVR-1000 w skali około 1:220 000.

Błąd średni położenia punktu sytuacyjnego na obrazie cyfrowym mapy wynosi  $mp = \pm 7.8$  m, czyli  $mp = 0.3$  mm w skali opracowanej mapy. Zarys metodologii opracowania mapy zamieszczono w [1].

Tego typu mapy w postaci cyfrowej mogą być użyte jako jedna z warstw informatycznych w systemach informacji przestrzennej obszarów wiejskich. Na taką mapę można nałożyć dodatkowe warstwy informacyjne takie jak np. elementy topograficzne, granice, warstwy, dane opisowe, klasy gleb, dane o władaniu gruntami itd. Przykład takiej mapy pokazano na przeźroczu oraz zamieszczono w [1].

### 2. Ortofotomapa cyfrowa ze zdjęć lotniczych.

Głównym podkładem mapowym używanym w systemach GIS w USA są ortofotomapy cyfrowe wykonane ze skanowanych zdjęć lotniczych. Wykorzystywany jest obraz rastrowy terenu z nałożonym obrazem wektorowym zawierającym aktualne dane topograficzne i tematyczne. Wysoka jakość współczesnych kamer i filmów do

wykonywania zdjęć lotniczych oraz nowoczesne skanery (np. PSI PhotoScan ZEISS) pozwalają na wykorzystanie danych do automatycznego opracowania numerycznego modelu powierzchni terenu (DEM), lub numerycznego modelu pokrycia terenu (DTM) oraz ortofotomapy cyfrowej. Opracowania produkcyjne wykonuje się na profesjonalnych systemach cyfrowej analizy obrazów z dodatkowym oprogramowaniem fotogrametrycznym pracującym pod nadzorem systemu operacyjnego UNIX z interfejsami graficznymi pozwalającymi na prace z wieloma oknami równocześnie. Wirtualne przetwarzanie w czasie rzeczywistym pozwala na opracowanie obrazu o nielimitowanym rozmiarze. Poniżej wymieniono profesjonalne systemy używane do cyfrowych opracowań fotogrametrycznych:

- systemy Helava sprzedawane przez firmę Leica;
- stacja robocza ImageStation 6487 firmy Intergraph;
- oprogramowanie PRI<sup>2</sup>SM firmy International Imaging Systems, które może być zainstalowane na komputerach firm Sun, Silicon Graphics i Hewlett Packard [2];
- Orthomax i Imagine firmy Autometric i Erdas dla komputerów firm Sun i Silicon Graphics;
- EUDICORT oparty na systemie 600 I<sup>2</sup> S używany przez EUROSENSE
- PHODIS firmy ZEISS instalowany na komputerach serii IRIS Silicon Graphics.

Funkcje wybranych systemów do cyfrowych opracowań fotogrametrycznych zamieszczono na rys. 1.

Schemat cyfrowego opracowania ortofotomapy ze zdjęć lotniczych pokazano na rys. 2.

Poniżej wymieniono właściwości ortofotomapy cyfrowej, które są następujące:

- ortofotomapa jest obrazem rastrowym bez zniekształceń spowodowanych dystorsją obiektywu kamery, nachyleniem zdjęć, deniwelacją terenu, różnicami tonalnymi spowodowanymi różnym oświetleniem terenu;
- ortofotomapa cyfrowa może być czarno biała, w barwach naturalnych lub umownych, a dowolny jej rejon można korygować używając oprogramowania do cyfrowej analizy obrazów;
- całą mapę lub jej wycinek można powiększać lub pomniejszać do dowolnej skali. Ortofotomapa opracowana w jednej skali np. w skali 1:2500 może być pomniejszona do skali 1:5000 lub 1:1000 bez znaczącej straty informacji i -co ważne- jakiegokolwiek generalizacji kartograficznej;
- dane cyfrowe ortofotomapy podlegać mogą klasyfikacji nienadzorowanej lub nadzorowanej w wyniku czego otrzymać można również mapy tematyczne np. mapę pokrycia terenu;
- wygenerowany numeryczny model terenu pozwala na obserwację obrazu terenu z różnych punktów widzenia przy różnych warunkach oświetlenia zadanych interaktywnie;
- utworzenie cyfrowego modelu stereoskopowego pozwala nie tylko na jego obserwację na ekranie ale również na pomiary współrzędnych XYZ i opracowania stereoskopowe;
- połączenie mapy topograficznej z ortofotomapą metodą cyfrową pozwala na jej aktualizację oraz wzbogacenie treści obrazem rastrowym.

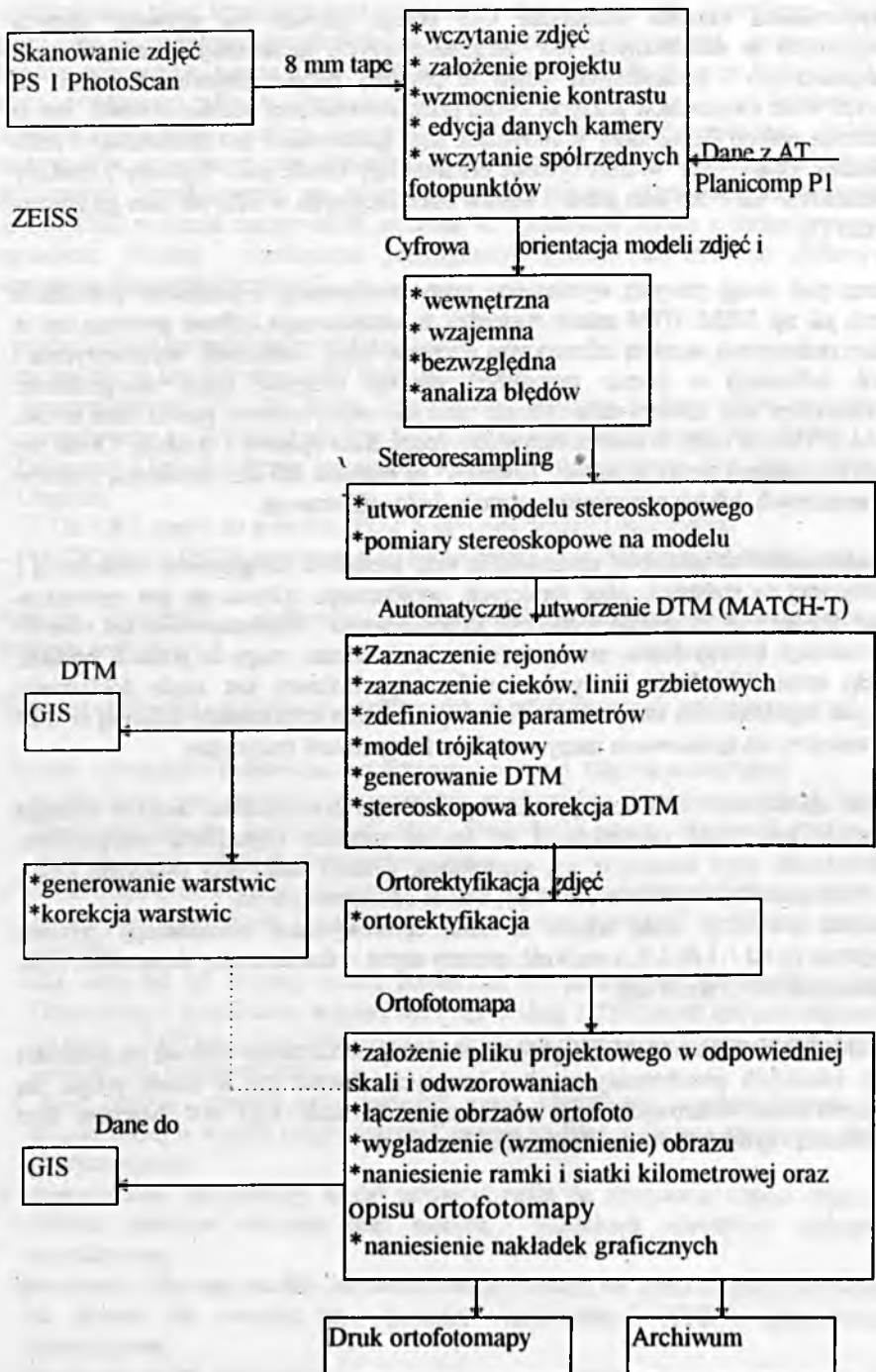
Dotychczasowa filozofia zakładania GIS polega głównie na używaniu danych otrzymanych ze skanowanych, lub zdigitalizowanych, nieaktualnych na ogół, map topograficznych i tematycznych. Mapy te powstały poprzez generalizację treści, na których wiele z elementów pokrycia terenu przedstawiono przy pomocy symboli. Jest to tworzenie pseudo GISu, który w momencie jego generowania jest nieaktualny i mało dokładny. Dlatego też w USA cyfrowe ortofotomapy (znane jako "softcopy") znalazły zastosowanie nie tylko jako jedna z warstw informacyjnych w GIS, ale jako jej główny partner [3].

Biorąc pod uwagę powyżej wymienione zalety ortofotomapy i produktów pośrednich takich jak np. DEM, DTM należy stwierdzić że ortofotomapa cyfrowa powinna być w Polsce podstawową warstwą informacyjną o terenie, której dokładność kartometryczna i zasób informacji o terenie przewyższa obecnie dostępne mapy topograficzne. Ortofotomapa taka zawiera dane cyfrowe takie jak: obraz rastrowy powierzchni terenu, DEM, DTM, do których można oczywiście dodać dane opisowe i symbole. Obraz ten może być zarejestrowany w postaci "hardcopy" na papierze lub folii za pomocą ploterów atramentowych, lub też wydrukowny metodą druku offsetowego.

W odróżnieniu od sposobów opracowania map metodami fotogrametrii analogowej i analitycznej na podstawie zdjęć lotniczych, ortofotomapa cyfrowa nie jest generalizowana ani też wektoryzowana w procesie jej opracowania. Wylimitowana jest również generalizacja kartograficzna oraz przedstawianie elementów mapy za pomocą symboli. Dzięki temu dokładność metryczna ortofotomapy cyfrowej jest rzędu dokładności użytych współrzędnych fotopunktów. Koszt opracowania ortofotomapy cyfrowej w USA jest mniejszy niż opracowania mapy metodami fotogrametrii tradycyjnej.

Jednak opracowanie ortofotomapy metodą cyfrowego przetwarzania obrazów wymaga uwzględnienia wielu czynników i to już w procesie sygnalizacji fotopunktów, wykonywania zdjęć lotniczych, ich skanowania, gęstości siatki przy tworzeniu DEM, wielkości piksela przy generowaniu mapy, układu odwzorowania itd. Stosunek pomiędzy skalą zdjęcia a skalą opracowywanej ortofotomapy cyfrowej przyjmuje się od 1:3 do 1:6, a wielkość apertury użytej w skanerze przy skanowaniu zdjęć w przedziale od 15 do 30  $\mu\text{m}$ .

W Zakładzie Fotogrametrii IGiK opracowane zostały ortofotomapy cyfrowe na podstawie zdjęć lotniczych panchromatycznych i barwnych. Zakład jest w stanie podjąć się opracowywania obrazowych map satelitarnych do skali 1:25 000 włącznie oraz ortofotomapy cyfrowych na podstawie zdjęć lotniczych.



Rys. 2 Schemat cyfrowego opracowania ortofotomapy ze zdjęć lotniczych

SYSTEMY I OPROGRAMOWANIE DO CYFROWYCH OPRACOWAŃ FOTOGRAMETRYCZNYCH													
FIRMA	SYSTEM	PLATFORMA	FUNKCJE								DATA		
			AT	IM	DEM	DO	AI	SPOT 1A	SPOT 1B	AM		3D	GIS
ERDAS / AUTOMETRIC	Imagine OrthoMax	SUN SG	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	XII 93
LEICA	Helava	SUN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1992
INTERGRAPH	6487	Intergraph	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	1992
R - Well	DMS	PC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1991
I2S	PRIZSM	SUN SG HP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1991
ZEISS	PHODIS	SG - IRIS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1994

AT	Aerotriangulacja	AI	Zdjęcia lotnicze
IM	Image Matching	AM	Automatyczne 3'czenie scen
DEM	Numeryczny Model Terenu	GIS	węjiecie do GIS
DO	Ortofoto cyfrowe	3D	Model perspektywiczny

Rys. 1.

**Literatura**

- [1] Kaczyński R.: Obrazowa mapa satelitarna Warszawy w skali 1:25 000. Prace IGiK, Tom XLI, z.89, 1994, s.141-146.
- [2] Kaczyński R.: Nowy sprzęt i oprogramowanie firmy I<sup>2</sup>s. Biuletyn Informacyjny IGiK, Tomi XXXVIII nr 4, 1993, s. 18- 31.
- [3] Sklar N.L.: Digital ortomagery- the map of the future. URISA Proceedings, Washington D.C., Vol.2, 1992, pp. 45- 53.

Recenzował: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Sitek