

Stanisław Lewiński

WYKORZYSTANIE ZDJĘĆ LANDSAT MSS I TM DO TWORZENIA SATELITARNYCH MAP OBRAZOWYCH

Celem artykułu jest prezentacja satelitarnej mapy „Polska z Kosmosu” oraz serii czterech map województw. Są to ciekawe przykłady wykorzystania możliwości zdjęć satelitarnych Landsat MSS i TM.

Satelity serii Landsat tworzą od roku 1972 jeden z najbardziej znanych systemów obserwacji powierzchni Ziemi. Pierwszym urządzeniem operacyjnie rejestrującym obrazy był Skaner MSS (*MultiSpectral Scanner*), pracujący w czterech zakresach spektralnych z terenową zdolnością rozdzielczą 79 x 79 m. Dwanaście lat później, w roku 1984 obok skanera MSS pojawił się skaner TM (*Thematic Mapper*) z siedmioma zakresami spektralnymi zaprojektowany specjalnie do badań środowiskowych. Skaner TM charakteryzuje się wysoką rozdzielczość terenową 30 x 30 m.

Na podstawie zdjęć Landsat MSS i TM wykonano olbrzymią liczbę różnorodnych opracowań przyrodniczych i kartograficznych. Pierwsze mapy satelitarne były „eksperymentalne”. Obecnie, 25 lat później, zdjęcia satelitarne są uznanym i powszechnie stosowanym źródłem informacji. W Polsce, podobnie jak w innych krajach, już od wielu lat rozwijane są techniki przetwarzania i opracowywania zdjęć satelitarnych. W roku 1994 wydane zostały mapy satelitarne po raz pierwszy całkowicie opracowane metodami komputerowymi i wydrukowane techniką offsetową. Była to mapa Tatr [M1] oraz mapa Warszawy [M2]. Rok później wydana została mapa „Polska z Kosmosu” [M3] [1,2]. Omawiane w artykule satelitarne mapy województw wydrukowano jedynie w ilości kilkunastu egzemplarzy.

Na rys. 1 przedstawiona jest „Polska z Kosmosu” (Landsat MSS) na tle, której zamieszczone są cztery satelitarne mapy województw (Landsat TM).

Satelitarna mapa Polski (Landsat MSS)

Satelitarna mapa „Polska z Kosmosu” opracowana została w Instytucie Geodezji i Kartografii na podstawie zdjęć Landsat MSS. Wykorzystano do tego celu 28 scen z lat 1975 – 1981, które zostały połączone w jeden zbiór obrazowy. Połowa zdjęć zarejestrowana była w maju, pozostałe w innych miesiącach od kwietnia do października.

Podstawowa trudność wykonania mapy polegała na odpowiednim łączeniu zdjęć tak, aby powstał jednorodny obraz całego kraju. Szczególnie kłopotliwe było łączenie zdjęć z różnych okresów wegetacji, na których te same formy pokrycia terenu charakteryzują się

odmiennymi wartościami odbić spektralnych. Różnice w latach między zdjęciami nie stanowiły istotnego utrudnienia.

Satelitarna mapa Polski posiada odwzorowanie stożkowe, równopolowe Albersa, w którym można przedstawić obszar całego kraju na jednym arkuszu mapy. Wszystkie pojedyncze zdjęcia Landsat MSS były indywidualnie geometryzowane. Do tego celu wykorzystane zostały mapy topograficzne w skali 1:200 000 w układzie współrzędnych 1942. Na ich podstawie określono punkty dopasowania. Następnie współrzędne punktów przeliczane były na współrzędne w odwzorowaniu Albersa.

W pracy nad mapą wykorzystano trzy zakresy skanera Landsat MSS: kanał 4 (zieleń), 5 (czerwień) i 7 (podczerwień). Na ich podstawie utworzona została kompozycja barwna RGB (5,7,4), na której powierzchnia ziemi odwzorowuje się w barwach zbliżonych do naturalnych. Lasy iglaste są ciemnozielone, liściaste wyraźnie jaśniejsze, użytki zielone są jasnozielone, a wody ciemnoniebieskie. Kolorystyka terenów rolniczych nie jest jednorodna, zależy od sezonu wegetacyjnego oraz od stopnia pokrycia gleby roślinnością, występują barwy zielono-żółte, żółto-brązowe lub różowo-fioletowe.

„Polska z Kosmosu” została wydana w skali 1:1 500 000 w Atlasie Rzeczypospolitej Polskiej jako jedna z map ogólnych. Dla celów prezentacji, satelitarny obraz Polski został wmontowany w niskorozdzielcze zdjęcie satelity meteorologicznego NOAA. W ten sposób powstał obraz, na którym terytorium kraju reprezentowane jest przez mozaikę z Landsata MSS, a tereny poza granicami przez zdjęcie AVHRR/NOAA. Dla mapy opracowana została legenda składająca się z 9 klas pokrycia terenu, które można rozpoznać bez trudu na obrazie satelitarnym. Są to: grunty orne, łąki i pastwiska, lasy iglaste, lasy liściaste, lasy mieszane, obszary zabudowane, kopalnie odkrywkowe, rzeki oraz jeziora. Każda z klas została przedstawiona w formie małego fragmentu obrazu. Dodatkowo umieszczona została również klasa „chmury”. Na arkuszu mapy umieszczono dwa powiększenia w skali 1:500 000 przedstawiające Zatokę Gdańską oraz Warszawę.

Druk mapy w Atlasie RP nie był zakończeniem prac związanych z satelitarną mapą Polski. W celu wymiany fragmentu obrazu z widocznym zachmurzeniem (na zachód od Bydgoszczy), w mozaikę zostało wmontowane dodatkowe zdjęcie Landsat MSS. Powstała nowa i chyba już ostateczna wersja satelitarnego obrazu Polski składająca się w sumie z 29 zdjęć Landsat MSS. W roku 1997 satelitarny obraz Polski w formie cyfrowej został wydany na płycie CD przez firmę Intergraph.

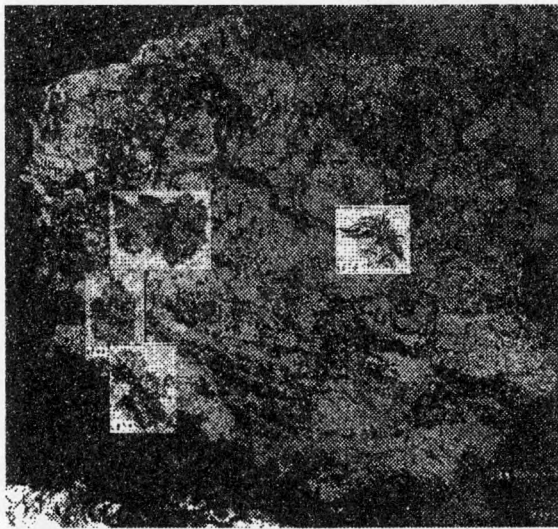
Satelitarne mapy województw (Landsat TM)

Następcami zdjęć Landsat MSS są wysokorozdzielcze zdjęcia Landsat TM. Na ich podstawie w IGIK opracowane zostały cztery mapy województw w skali 1:100 000. Jako pierwsza powstała mapa województwa poznańskiego [M4], następnie województwa legnickiego [M5], wałbrzyskiego [M6] oraz warszawskiego [M7] [3]. Nie są to mapy jednakowe, powstały na podstawie zdjęć z różnych terminów. Posiadają jednak bardzo wiele wspólnych cech gdyż opracowane zostały na podstawie jednakowych założeń. W miarę zdobywania doświadczeń udoskonalany był sposób przetwarzania zdjęć i prezentacji kartograficznej.

Mapa woj. poznańskiego jest mozaiką 4 zdjęć Landsat TM, dwóch z września 1991 oraz dwóch z lipca 1990 i 1992. Zdjęcia zostały połączone w taki sposób aby uzyskać

jednorodny obraz całego województwa. Linie połączeń zdjęć są całkowicie niewidoczne. Pod względem kartograficznym mapa nie jest produktem całkowicie dopracowanym. Jako pierwsza mapa, posłużyła do zdobycia doświadczeń, które w pełni wykorzystano przy kolejnych opracowaniach. Następną była mapa woj. legnickiego opracowana na podstawie jednego zdjęcia satelitarnego z lipca 1992 oraz mapa woj. wałbrzyskiego, do której wykorzystano również jedno zdjęcie z października 1990. Województwo warszawskie jest ostatnie z prezentowanej serii czterech map województw. Teoretycznie obszar całego województwa warszawskiego obejmują dwie sceny Landsat TM. Mimo to, do produkcji mapy użyto nie dwóch a czterech zdjęć. Dostępne, optymalne pod względem lokalizacji pochodziły z sierpnia 1993 i czerwca 1990 i utworzenie na ich podstawie jednorodnego obrazu okazało się niemożliwe. Wykorzystano więc dodatkowe zdjęcia z sąsiednich orbit zarejestrowane we wrześniu 1989 i 1991.

Rys. 1. Satelitarne mapy województw na tle „Polski z Kosmosu”



Wszystkie mapy województw opracowano w oparciu o kompozycje barwne RGB, utworzone z 4, 5 i 3 kanału spektralnego skanera TM. Taki rodzaj kompozycji pozwala na uzyskanie dużej rozróżnialności form pokrycia terenu. Każdy z obrazów był przetwarzany w celu uzyskania możliwie dużego stopnia szczegółowości. W tym celu użyto odpowiedniej metody resamplingu w czasie geometryzacji oraz dodatkowo obraz poddano filtracji.

Na mapach zastosowano oryginalną koncepcję prezentacji obszarów znajdujących się w obrębie i poza granicą województwa. Tereny poza granicą zostały rozjaśnione oraz zmieniono kontrastowość ich obrazu. Dzięki zmianie barwy otoczenia linia granicy administracyjnej jest wyraźnie widoczna i nie zachodzi potrzeba nanoszenia na obraz satelitarny granicy w postaci linii wektorowej.

Dla każdej z map opracowana została legenda składająca się z podstawowych form pokrycia terenu: grunty orne, łąki i pastwiska, lasy iglaste, lasy liściaste, lasy mieszane, obszary zabudowane, rzeki, jeziora. Uwzględniono również zjawiska charakterystyczne: zbiorniki poflotacyjne (woj. legnickie), poligony wojskowe, lotniska, zakłady przemysłowe

i tereny komunikacyjne. Elementy legendy przedstawiono w postaci małych fragmentów obrazu tworzących klucz interpretacyjny zdjęcia satelitarnego.

Mapy województw zostały wydrukowane w IGIK, w nakładzie pojedynczych egzemplarzy, na ploterze IRIS 3047. Obecnie nie planuje się prac nad nowymi opracowaniami, nastąpi to jednak z pewnością w chwili ostatecznego ustalenia nowych granic województw w ramach reformy administracyjnej państwa.

Mapa woj. legnickiego otrzymała honorowe wyróżnienie w corocznym konkursie „1998 Golden Mouse Awards Computer Art Competition” organizowanym przez firmę Intergraph.

Literatura:

1. St. Lewiński, *Polska z kosmosu – satelitarna mapa Polski*, Polski przegląd kartograficzny, tom 27, 1995;
2. St. Lewiński, *Satelitarna mapa Polski*, Fotointerpretacja w geografii, z.24, Warszawa 1994;
3. St. Lewiński, Z. Goljaszewski, *Mapa satelitarna województwa warszawskiego*, Polskie Towarzystwo Informacji Przeszprzennej, VIII Konferencja Naukowo – Techniczna, Warszawa 19-21 maja 1998.

Mapy satelitarne:

- M1. *Tatry*, Skala 1:75 000, W. Fedorowicz-Jackowski, G. Głazek, Neokart-GIS, Warszawa 1994;
- M2. *Warszawa*, Skala 1:25 000, R. Kaczyński, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa 1994;
- M3. *Polska z kosmosu*, Skala 1:1 500 000, St. Lewiński, A. Ciołkosz, Instytut Geodezji i Kartografii, W: Atlas Rzeczypospolitej Polskiej, Mapy ogólne 11.4, Warszawa 1995, Główny Geodeta Kraju;
- M4. *Województwo poznańskie*, Skala 1:100 000, St. Lewiński, W. Rudnicki, Z. Goljaszewski, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa 1996;
- M5. *Województwo legnickie*, Skala 1:100 000. St. Lewiński, Z. Goljaszewski, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa 1997;
- M6. *Województwo wałbrzyskie*, Skala 1:100 000, St. Lewiński, Z. Goljaszewski, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa 1997;
- M7. *Województwo warszawskie*, Skala 1:100 000, St. Lewiński, Z. Goljaszewski, Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa 1997.

Recenzował: dr inż. Władysław Mierzwa