

**Stanisław Lewiński**

## **ZDJĘCIA LISS-III INDYJSKIEGO SATELITY IRS-1C**

### **Streszczenie**

Indyjski satelita IRS-1C (Indian Remote Sensing Satellite) rejestruje obrazy powierzchni Ziemi od stycznia 1996r. Mimo upływu ponad 3 lat, zdjęcia pochodzące z jego pokładu nie są jeszcze powszechnie znane i wykorzystywane w naszym kraju.

IRS-1C należy do serii satelitów środowiskowych. Wyposażony jest w trzy skanery rejestrujące obraz powierzchni Ziemi. Skaner panchromatyczny PAN, multispektralny LISS-III (Linear Imaging and Self Scanning Sensor) oraz skaner bliskiej podczerwieni WiFS (Wide Field Sensor).

Celem referatu jest prezentacja map satelitarnych opracowanych na podstawie zdjęć LISS III w skali 1:100 000 oraz w 1:50 000. Duży stopień szczegółowości obrazu w skali 1:50 000 uzyskano w wyniku połączenia zdjęcia multispektralnego z wysokorozdzielczym zdjęciem panchromatycznym.

### **1. Skaner LISS III**

Skaner LISS III został zaprojektowany przede wszystkim z myślą o monitoringu i kartowaniu użytkowania ziemi. Uzyskiwane zdjęcia można sklasyfikować pomiędzy zdjęciami Landsat TM oraz SPOT. Do pierwszych podobne są pod względem spektralnym, a do drugich zbliżone rozdzielczością. Zdjęcia rejestrowane są w czterech zakresach spektralnych związanych z promieniowaniem zielonym, czerwonym oraz bliską i średnią podczerwienią. Zakresy kanałów są prawie takie same jak w przypadku zdjęć Landsat TM, zastosowany został nawet identyczny sposób numeracji. Pierwszy kanał, w którym rejestrowane jest najkrótsze promieniowanie, oznaczony jest numerem 2 i odpowiada drugiemu kanałowi Landsat TM. Kolejne trzy kanały 3, 4 i 5 są odpowiednikami trzeciego, czwartego i piątego kanału skanera TM. W tabeli 1 przedstawione jest porównanie zakresów spektralnych skanerów LISS III i Landsat TM.

Terenowa zdolność rozdzielcza skanera LISS III, określona przez wielkość piksela obrazu, wynosi 25 m dla trzech pierwszych kanałów oraz 70 m dla ostatniego. Zdjęcia LISS III mogą być pozyskiwane dla tego samego obszaru co 24 dni.

Tabela 1. Porównanie zakresów spektralnych skanerów LISS III i LANDSAT TM.

Kanał	Skaner	
	LISS III [ $\mu\text{m}$ ]	LANDSAT TM [ $\mu\text{m}$ ]
1	-	0.45 - 0.52
2	0.52 - 0.59	0.52 - 0.60
3	0.62 - 0.68	0.63 - 0.69
4	0.77 - 0.86	0.76 - 0.90
5	1.55 - 1.70	1.55 - 1.75
6	-	2.08 - 2.35
7	-	10.4 - 12.4

## 2. Materiały

W prezentowanej pracy wykorzystane zostało multispektralne zdjęcie satelitarne LISS III zarejestrowane w dniu 17 września 1997 oraz dodatkowo zdjęcie panchromatyczne z dnia 24 sierpnia 1997.

Jako obszar opracowania wybrane zostały dwa, sąsiadujące ze sobą powiaty: nowodworski oraz legionowski, znajdujące się nad Wisłą i Narwią w pobliżu Warszawy.

## 3. Mapa satelitarna w skali 1:100 000 opracowana na podstawie zdjęć LISS III

Pierwszym opracowaniem wykonanym na podstawie zdjęć LISS III była mapa powiatów nowodworskiego i legionowskiego w skali 1:100 000, powstała w oparciu o kompozycję barwną RGB z czwartego, piątego i trzeciego kanału spektralnego. Kompozycja (4, 5, 3) jest standardową kompozycją barwną bardzo często wykorzystywaną w przypadku zdjęć Landsat TM. Powierzchnia Ziemi odwzorowana jest w tzw. barwach nienaturalnych; dominują odcienie brązu oraz koloru pomarańczowego, występuje duża rozróżnialność form pokrycia terenu. Taki rodzaj kompozycji został wykorzystany w serii map w skali 1:100 000 województwa poznańskiego, legnickiego, wałbrzyskiego i warszawskiego (wg starego podziału administracyjnego) (Lewiński, Goljaszewski 1998, Lewiński 1999).

Zdjęcia satelitarne zostały zgeometryzowane do mapy topograficznej w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych 1942. W procesie zmiany geometrii zdjęcia nowe wartości pikseli obrazu obliczono stosując algorytm Cubic Convolution.

Ze względu na małą rozdzielczość terenową 5-go kanału spektralnego (70 m) szczegółowość obrazu utworzonego na podstawie kompozycji barwnej RGB (4, 5, 3) została wzmocniona przez wykorzystanie kompozycji z kanałów o rozdzielczości 25 m oraz przez filtrację wysokich częstotliwości. Zastosowano filtr o wymiarach 3 x 3, którego zadaniem było uwypuklenie krawędzi obiektów liniowych i powierzchniowych.

Przetworzony obraz satelitarny w skali 1:100 000 został wzbogacony o wybrane elementy liniowe oraz opisowe. Opracowano sieć dróg, linie kolejowe, granice podziału administracyjnego, zaznaczono nazwy miejscowości i rzek oraz siatkę geograficzną. Drogi podzielono na trzy kategorie: główne dwujezdniowe, główne

jednojezdniowe oraz drugorzędne. Na mapie widoczne są nazwy miast powiatowych oraz siedzib gmin. Granice administracyjne związane są z powiatem nowodworskim i legionowskim oraz ich gminami. Zaznaczono również granice miast w gminach miejsko-wiejskich. Mapa została uzupełniona siatką geograficzną. Linie południków i równoleżników poprowadzono co 5'.

Legenda mapy przedstawia podstawowe formy pokrycia terenu: grunty orne, lasy iglaste, lasy liściaste, lasy mieszane, zabudowę, tereny przemysłowe, łąki i pastwiska oraz wody. Są one przedstawione w postaci małych fragmentów obrazu tworzących klucz interpretacyjny mapy obrazowej.

#### **4. Zdjęcie LISS III w barwach zbliżonych do naturalnych**

Powierzchnia ziemi na zdjęciach satelitarnych przedstawiona jest najczęściej w tak zwanych barwach nienaturalnych. Teoretycznie uzyskanie barw uznanych przez nas za naturalne jest zadaniem prostym. Należy dysponować trzema zakresami spektralnymi, związanymi z zakresem promieniowania czerwonego (R), zielonego (G) i niebieskiego (B). Następnie tworzona jest kompozycja barwna RGB. W praktyce jednak jest to zadanie o wiele bardziej skomplikowane, ponieważ nie dysponujemy zakresem promieniowania niebieskiego. Nie jest ono rejestrowane przez skanery satelitów, gdyż promieniowanie o tej długości fali jest prawie całkowicie rozpraszane i pochłaniane przez atmosferę. Barwy naturalne można osiągnąć jedynie na drodze sztucznego generowania zakresu niebieskiego lub też odpowiednio przetwarzając multispektralny obraz satelitarny.

Na podstawie zdjęć LISS III opracowano metodę łączenia dwóch kompozycji barwnych w taki sposób, aby uzyskać obraz w barwach zbliżonych do naturalnych. Charakterystyczną cechą utworzonego obrazu jest dominacja barwy zielonej lasów oraz łąk i pastwisk. Pozostałe formy użytkowania ziemi związane są z odcieniami brązów i szarości. Jedynie tereny zabudowy przemysłowej oraz pola z odśloniętą glebą posiadają lekko niebieskie zabarwienie. Na szczególną uwagę zasługuje wyjątkowo dobra rozróżnialność drzewostanów.

Metoda generowania obrazu w barwach zbliżonych do naturalnych została wykorzystana do opracowania mapy w skali w 1:100 000, a następnie w skali 1:50 000.

#### **5. Mapa satelitarna w skali 1:50 000 opracowana na podstawie zdjęć LISS III połączonych z obrazem panchromatycznym PAN**

Rozdzielczość terenowa zdjęć LISS III jest zbyt mała dla szczegółowych opracowań w skali 1:50 000. Obraz powiększony do tej skali traci ostrość i uwydatnia się jego rastrowa struktura. Do opracowania mapy w skali 1:50 000 razem ze zdjęciami LISS III wykorzystano wysokorozdzielcze zdjęcie panchromatyczne.

Skaner panchromatyczny PAN rejestruje zakres promieniowania widzialnego 0.50 - 0.75  $\mu\text{m}$  z rozdzielczością aż 5 m. Uznawany jest obecnie za jeden z najlepszych skanerów w swojej klasie; dostarczane są one komercyjnie i rejestrowane w regularnych odstępach czasu.

Zdjęcie panchromatyczne zostało wykorzystane do wzbogacenia szczegółowości kompozycji barwnych utworzonych na podstawie zdjęcia LISS III.

Najpierw połączono je z kompozycją RGB (4, 5, 3), a następnie z kompozycją wygenerowaną w barwach zbliżonych do naturalnych. W obu przypadkach uzyskano obrazy o wysokim stopniu szczegółowości i dużej rozróżnialności form pokrycia terenu. Opracowanie kartograficzne map w skali 1:50 000 zostało wykonane podobnie jak w przypadku skali 1:100 000. Zaznaczona została sieć dróg z podziałem na trzy kategorie, linie kolejowe oraz nazwy miejscowości. W legendzie przedstawiono, w formie małych fragmentów obrazu, osiem podstawowych klas pokrycia terenu.

## 6. Podsumowanie

Zdjęcia rejestrowane z pokładu indyjskiego satelity IRS-1C stanowią cenne uzupełnienie działających obecnie systemów monitoringu powierzchni Ziemi.

Zdjęcia LISS III pod względem spektralnym są prawie takie same jak cztery pierwsze kanały zdjęć Landsat TM. Podobieństwo spektralne pozwala na wspólne opracowywanie danych satelitarnych oraz na wiarygodne porównywanie uzyskiwanych wyników.

Stosunkowo wysoka rozdzielczość terenowa zdjęć LISS III umożliwia wykonywanie map satelitarnych w skali 1:100 000, a nawet 1:75 000. Przy dużych powiększeniach zaczyna być wyraźnie widoczna rastrowa struktura obrazu. Do opracowania mapy w skali 1:50 000 razem ze zdjęciem LISS-III wykorzystane zostało indyjskie zdjęcie panchromatyczne PAN. Na podstawie połączonych danych multispektralnych i panchromatycznych uzyskano barwny obraz o bardzo wysokim stopniu szczegółowości.

Zasygnalizowana metoda otrzymywania obrazów w barwach zbliżonych do naturalnych będzie udoskonalana w trakcie wykonywania kolejnych opracowań. Wszystko wskazuje na to, że podobne efekty można uzyskać na podstawie dostępnych od wielu lat zdjęć Landsat TM.

Prezentowana praca została wykonana w ramach projektu badawczego 9T12E01814 „Metoda opracowania satelitarnych map obrazowych jednostek pierwszego i drugiego rzędu podziału terytorialnego kraju” finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

## Literatura

1. Lewiński St., Gołjaszewski Z., 1998, Mapa satelitarna województwa warszawskiego, Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej, VIII konferencja naukowo-techniczna, Warszawa 19-21 maja 1998.
2. Lewiński St., 1999, Satelitarnie mapy województw w skali 1:100 000, Polski Przegląd Kartograficzny, tom 31, nr 1.

Autor

dr inż. Stanisław Lewiński

Instytut Geodezji i Kartografii

00-950 Warszawa, ul. Jasna 2/4

tel. (0-22) 828 02 69 w. 123

fax (0-22) 827 03 28

e-mail: stan@igik.edu.pl

Recenzował prof. dr hab. Andrzej Majde