

**W czerwcowym numerze GEODETY ukazał się ciekawy i ważny dla popularyzacji teledetekcji satelitarnej artykuł dr. Wiesława Wolniewicza zatytułowany „Bez korekcji ani rusz”. Autor – absolwent Moskiewskiego Uniwersytetu Geodezji i Kartografii, zatrudniony obecnie jako pracownik naukowy Politechniki Warszawskiej i pełniący jednocześnie funkcję konsultanta WODGiK w Warszawie – publikuje swój tekst we właściwym momencie. Czas bowiem najwyższy na rozpoczęcie poważnej dyskusji nad operacyjnym stosowaniem przez administrację publiczną w Polsce komercyjnych zobrazowań satelitarnych.**

W artykule tym Wiesław Wolniewicz formułuje tezę: „Niestety, wydaje się, że w Polsce zaniedbano element związany z korekcją radiometryczną tych zdjęć [IRS – red.], co **prawdopodobnie** zniechęca do ich praktycznego wykorzystania” (podkreślenia WFJ). Jako dowód zamieszcza wyjątkowo niekorzystnie zestawione fragmenty scen IRS z prowincji Alberta i z Warszawy pozbawione, niestety, informacji o pochodzeniu danych i wykonawcach przetworzeń. Nie można więc zorientować się, kto w Polsce tego zaniedbał, czy na pewno, a jeśli nawet tak się stało, to w jakich okolicznościach, dlaczego, kiedy itp. W diagnozie znalazły się, co prawda, słowa „wydaje się” i „prawdopodobnie”, ale dla niezbyt wnikliwego czytelnika zdaje się być ona jed-

W nawiązaniu do artykułu Wiesława Wolniewicza

# Bez korekcji **świata** i **prawa** ani

**WITOLD FEDOROWICZ-JACKOWSKI**

noznaczną i potwierdzoną załączonymi przykładami odpowiedzią eksperta na zadane w nadtytule czerwcowego artykułu pytanie: „Dlaczego zdjęcia IRS są w Polsce mało popularne?”.

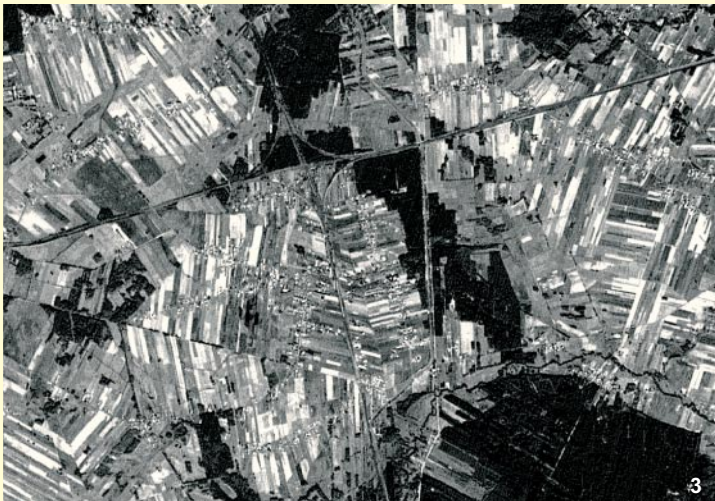
Ponieważ w latach 1999-2001 kierowana przeze mnie firma GEOSYSTEMS Polska Sp. z o.o. odgrywała w naszym kraju rolę wyłącznego dystrybutora zdjęć satelitarnych IRS i wraz ze swymi partnerami technologicznymi prowadziła szeroko zakrojone i często wieńczone sukcesami działania, uważam za stosowne przedstawić w tym miejscu kilka informacji uzupełniających. Mam nadzieję, że – podobnie jak artykuł dr. Wolniewicza – przyczyni się to do wzrostu zainteresowania krajowych użytkowników teledetekcją satelitarną, a zwłaszcza danymi IRS.

## ● **Sektor publiczny w tyle**

Należy z przykrością stwierdzić, że operacyjne stosowanie przez sektor publiczny danych pochodzących nie tylko z satelitów IRS, ale również z innych satelitarnych systemów obrazujących, pozosta-

je w naszym kraju, ogólnie mówiąc, na żenująco niskim poziomie (wyjątkiem są zastosowania meteorologiczne). W chwili pisania niniejszych słów nie jest jeszcze znana decyzja dotycząca praktycznego wykorzystania wysokorozdzielczych danych satelitarnych do produkcji ortofotomapy kraju niezbędnej do wdrożenia Zintegrowanego Systemu Administracji i Kontroli (IACS). Mimo trwających od 4 lat starań nie zrobiono nic, by zdobyć krajowe doświadczenia w zakresie obligatoryjnej w krajach UE teledetekcyjnej kontroli dopłat do produkcji rolnej, a pilotażowe prace w tym zakresie realizować będą dla Polski najprawdopodobniej firmy zachodnie.

Przyjmując zatem wielkość krajowego rynku na obrazowania satelitarne za wskaźnik rozwoju cywilizacyjnego i gospodarczego, możemy mieć powody do niepokoju, a nawet wstydu. W praktyce do końca ostatniego stulecia obrazy z satelitów kupowały nadal niemal wyłącznie instytucje naukowo-badawcze, nieliczne uniwersytety oraz firmy prywatne.



„Bez korekcji ani rusz”

# domości

## rusz

Zainteresowanym bliżej tym tematem polecam lekturę opracowania sprzed 2 lat „Obrazowania geograficzne w Polsce” (www.geosystems.com.pl). W tym miejscu przytoczę jedynie trzy najważniejsze przeszkody w upowszechnianiu się zastosowań tych informacji:

- brak odpowiednich, stymulujących regulacji prawnych;
- brak powszechnej świadomości i wynikającej stąd gotowości większości decydentów do odbioru i korzystania z tego rodzaju informacji;
- brak odpowiednich narzędzi informatycznych oraz dostatecznie licznej fachowej kadry.

### ● Pierwsze koty za płoty

Na tle sprzedaży pozostałych typów danych satelitarnych (np. Landsat, SPOT, RADARSAT, ERS, TK-350, KVR-1000, IKONOS, QuickBird) największym zainteresowaniem na krajowym rynku w ciągu ostatnich 4 lat cieszyły się właśnie zobrazowania IRS. Pod koniec lat 90. zespół IGiK (w składzie Zbigniew Golja-

szewski, Stanisław Lewiński i Waldemar Rudnicki) opracowywał w ramach grantów KBN własne technologie produkcji satelitarnych map obrazowych wykorzystujących łącznie dane z satelity IRS i Landsat. Wyniki tych prac, głównie w postaci analogowej, znalazły odbiorców w kilku wydziałach geodezji urzędów marszałkowskich.

W 2000 r. w rezultacie podjętych z własnej inicjatywy i samodzielnie finansowanych działań tworzona była w GEOSYSTEMS cyfrowa baza danych zawierająca m.in. pierwszą satelitarną ortofotomapę całego kraju wykonaną na podstawie scen IRS zarejestrowanych w latach 1997-2000 i nazwaną Mapą Tysiąclecia Polski (MTP). Umożliwiło to sprzedaż na preferencyjnych warunkach dowolnych fragmentów gotowego już cyfrowego produktu oraz wszystkich jego pochodnych.

Ponieważ sceny IRS pozyskiwane były w różnych porach roku na przestrzeni czterech lat, a tym samym charakteryzowały się silnie zróżnicowaną dynamiką zakresu promieniowania elektromagnetycznego rejestrowanego w przypadku systemu IRS jedynie w 64 poziomach szarości (6 bitów), MTP nie jest materiałem w pełni jednorodnym tonalnie. Osiągnięcie takiego efektu jest jednak możliwe i należy do tego dążyć poprzez:

- odpowiednie programowanie czasu pozyskiwanych obrazowań;
- wybór archiwalnych scen zarejestrowanych w możliwie krótkich interwałach czasowych i charakteryzujących się zbliżonymi wartościami pikseli (dynamiką obrazu);
- cyfrowe przetwarzanie oryginalnych danych.

W przypadku MTP programowanie czasu pozyskania obrazów nie było możliwe. Dokonano jedynie przeglądu istnie-

Obraz z satelity IRS:

1. bez korekcji
2. po korekcji radiometrycznej
3. po wzmocnieniu krawędzi
4. po połączeniu z obrazem wielospektralnym z satelity Landsat TM

jących już w archiwach scen pokrywających obszar całego kraju i wybrano optymalny zestaw składający się z ok. 140 bezchmurnych scen, ale zarejestrowanych niestety pod różnymi kątami wychylenia sensorów zarówno przez satelitę IRS 1C, jak i IRS 1D.

### ● Korekcje były, są i będą

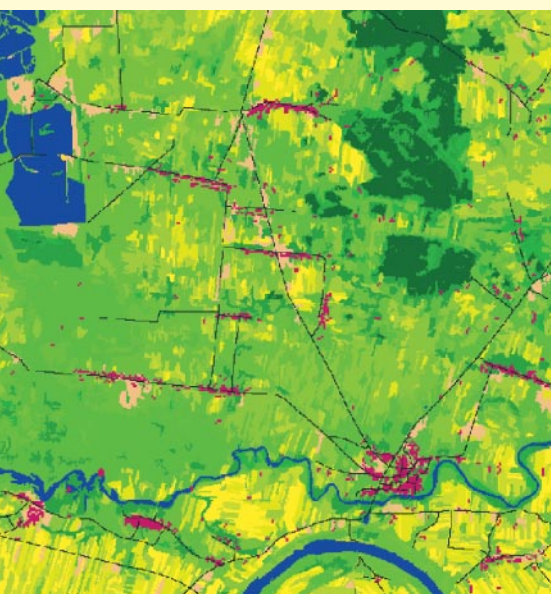
Wstępne korekcje geometryczne i radiometryczne wszystkich typów obrazowań satelitarnych przeprowadzane są już w naziemnej stacji odbioru tych danych. Mają one na celu usunięcie zniekształceń spowodowanych wpływem krzywizny i ruchu obrotowego Ziemi, zmianami pozycji satelity w czasie rejestracji scen, zakłóceniami samego procesu rejestracji itp. Dalsze niezbędne korekcje, a także specjalne procedury podnoszące jakość pozyskanych scen – wbrew twierdzeniom dr. W. Wolniewicza – były, są i będą wykonywane nie tylko w Kanadzie i USA, ale również w Polsce, i to przez wszystkie krajowe, choć niezbyt jeszcze liczne podmioty zajmujące się przetwarzaniem obrazowań satelitarnych.

W przypadku Mapy Tysiąclecia Polski polegały one na bardzo rygorystycznie przeprowadzanej korekcji geometrycznej oraz zastosowaniu zaawansowanych procedur radiometrycznych i przestrzennych mających na celu wzmocnienie wartości informacyjnej obrazu. Właściwa korekcja radiometryczna, a więc zmiana i redystrybucja wartości poszczególnych pikseli wszystkich scen użytych do produkcji Ma-





5. Barwna wersja Mapy Tysiąclecia Polski – elektrownia Kozienice (rozdzielczość 6 m)



6. Mapa pokrycia i użytkowania terenu (rozdzielczość 6 m)

py Tysiąclecia Polski, była realizowana metodami rozciągania kontrastu, wyrównywania i dopasowywania histogramów. W nielicznych sytuacjach zastosowano filtrację wyostrzającą i adaptacyjną zaliczaną do tzw. wzmocnień przestrzennych obrazów wykorzystujących różnice w wartościach sąsiadujących pikseli (fot. 1-4). Wszystkie operacje realizowano za pomocą profesjonalnego systemu przetwarzania obrazów, jakim jest ERDAS Imagine. Fotogrametryczny moduł tego systemu – zwany OrthoBase Pro – wyposażony jest w model sensorów satelitów: IRS, SPOT, IKONOS i QuickBird oraz kamer lotniczych zarówno metrycznych, jak i niemetrycznych (np. wideo i 35 mm). OrthoBase Pro zapewnia półautomatyczną orientację elementów zewnętrznych na podstawie informacji odczytywanych z nagłówków plików obrazowych. Umożliwia w pełni automatyczny pomiar punktów wiążących, triangulację obrazów metodą samokalibrującego wyrównania wiązek oraz automatyczną weryfikację wyników (analiza dokładności).

Po wykonaniu triangulacji możliwe jest rozpoczęcie procesu właściwej ortorektifikacji sceny lub bloku scen (zdjęć). Jej celem jest korekcja zniekształceń obrazu spowodowanych rzeźbą terenu. Do tego zadania wykorzystano stanowiący własność GEOSYSTEMS precyzyjny DTM w siatce punktów 50x50 m. W wyniku przeprowadzonych przetworzeń powstał tzw. ortoobraz, który może zostać przedstawiony w dowolnie wybranym odwzorowaniu kartograficznym. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że poprawne pod względem kartograficznym satelitarne mapy obrazowe – zwłaszcza terenów nizinnych – można tworzyć, pomijając całkowicie proces ortorektifikacji, przy wykorzystaniu wyłącznie metody transformacji wielomianowej. Ostateczny wybór sposobu postępowania zależy zawsze od celu opracowania i stawianych przez użytkownika wymagań, a także geograficznego charakteru przedstawianego w ten sposób obszaru.

### ● Zaawansowane produkty

Spektralne wzmocnianie obrazów jest pojęciem odnoszącym się do przetwarzania informacji rejestrowanych w różnych zakresach promieniowania elektromagnetycznego. Nie mogło być więc stosowane do przetwarzania panchromatycznych danych IRS. Niemniej jednak, w trakcie prowadzonych prac powstała również barwna wersja Mapy Tysiąclecia Polski utworzona na podstawie połączonych (*merging*)

scen IRS oraz scen wielospektralnych zarejestrowanych przez satelitę Landsat TM. Opracowany produkt charakteryzuje się 6-metrową rozdzielczością przestrzenną i ciekawą kolorystyką, która może być dowolnie modyfikowana. Nieznacznym mankamentem jest rozbieżność niektórych szczegółów terenowych wynikająca z faktu rejestracji danych w różnych latach i sezonach wegetacyjnych (fot. 5).

Największym jednak osiągnięciem jest produkt (fot. 6), który został opracowany na podstawie wszystkich posiadanych danych – zarówno panchromatycznych scen IRS, jak i wielospektralnych scen z Landsata. Jest nim aktualna cyfrowa mapa pokrycia i użytkowania terenu o rozdzielczości terenowej ok. 6 m powstała w ciągu kilku miesięcy, bez pomocy finansowej KBN, Unii Europejskiej, ONZ, Banku Światowego...

### ● W administracji coś drgnęło

Wśród zainteresowanych korzystaniem z ww. opracowania (cyfrowej bazy danych) – obok głównych odbiorców danych satelitarnych reprezentujących w Polsce przede wszystkim sektor prywatny – znaleźli się również przedstawiciele administracji rządowej i samorządowej. W efekcie kilka urzędów centralnych (ministerstw), trzy marszałkowskie i kilka powiatowych zaczęło operacyjnie korzystać z różnych opracowań powstałych na bazie obrazowań z satelity IRS. Licencje na użytkowanie oferowanego produktu zamawiały również państwowe placówki naukowo-badawcze i edukacyjne.

Pamiętać należy, że w większości przypadków przedmiotem transakcji z administracją publiczną było dostarczenie gotowego produktu chronionego międzynarodowym prawem autorskim, wykonane na podstawie licencjonowanych przez właściciela scen satelitarnych o konkretnych właściwościach i pozyskanych w konkretnych terminach. Właściciel reprezentowany był przez krajowego dystrybutora, którego główną misją jest dostarczenie na rynek użytkownika surowych danych, a nie – jak sugeruje dr Wolniewicz – ich korekcja.

Dystrybutor starał się jednocześnie zabezpieczyć interes krajowego wykonawcy produktu. Przykładem współpracy dystrybutora z wykonawcą prac były projekty zamawiane przez urzędy marszałkowskie w Szczecinie i Krakowie, w ramach których Bałtyckie Centrum SIP opracowało na podstawie scen IRS satelitarną ortofotomapę województwa zachodniopo-

