

WYKORZYSTANIE OBRAZU SATELITARNEGO JAKO PODKŁADU DO TURYSTYCZNEJ MAPY BIEBRZANSKIEGO PARKU NARODOWEGO

Streszczenie. Satelitarne mapy obrazowe stanowią cenny dokument łączący cechy tradycyjnych opracowań kartograficznych z bogatą treścią obrazów satelitarnych, zwłaszcza tych o podwyższonej rozdzielczości.

Użycie obrazu satelitarnego jako podkładu do mapy turystycznej Biebrzańskiego Parku Narodowego czyni mapę plastyczną, żywą, pobudza wyobraźnię odbiorcy i kształtuje umiejętność kompleksowego patrzenia na środowisko przyrodnicze. Taka mapa spełnia funkcję krajoznawczą, poglądową i dydaktyczną. Dodatkowo poprzez właściwe opracowanie treści kartograficznej, wyważenie odpowiedniej ilości niezbędnych informacji może służyć szerszemu gronu odbiorców (naukowcy, turyści, uczniowie itp.), a także władzom parku w celu wywierania wpływu na wzrost intensywności ruchu turystycznego.

Dotychczas w Polsce wykonano niewiele opracowań kartograficznych o tematyce turystycznej, powstałych z wykorzystaniem obrazów satelitarnych. Obecnie istnieje tendencja do opracowywania komputerowych map parków, w których jedną z warstw stanowi np. fotomapa satelitarna. Komputerowe mapy posiadają wiele zalet, ale korzystanie z zasobów informacji w nich zawartych wymaga odpowiedniego sprzętu. Turysta poruszający się po szlakach korzysta nadal z tradycyjnych analogowych opracowań. Dlatego ważne jest by również takie opracowania powstawały w oparciu o najnowsze techniki i z wykorzystaniem najnowszych danych.

Celem pracy było opracowanie metodyki wykonywania obrazowych map turystycznych z wykorzystaniem obrazu satelitarnego z Landsata 7ETM+ oraz przeanalizowanie i ocena przydatności obrazów z tego satelity do opracowań o tematyce turystycznej.

Do wykonania mapy turystycznej użyto zdjęcie z satelity Landsat 7ETM+, zarejestrowanego 16.05.2000 roku. Satelita ten został wyniesiony na orbitę heliosynchroniczną w 1999 roku. Dotychczasowe misje Landsata TM rejestrowały powierzchnię ziemi w sześciu zakresach widma widzialnego o rozdzielczości przestrzennej 30 m oraz w zakresie podczerwieni termalnej o rozdzielczości przestrzennej 120 m. Landsat 7ETM+, w odróżnieniu od poprzednich misji Landsata TM, rejestruje dodatkowo promieniowanie w zakresie 0.45-0.90 mikrometra (ósmy kanał panchromatyczny o rozdzielczości przestrzennej 15 metrowej) oraz promieniowanie

termalne o rozdzielczości przestrzennej 60 m. Skaner umieszczony na Landsacie 7ETM+ rejestruje promieniowanie w 8 kanałach, o następujących zakresach spektralnych:

Kanał 1 - niebieskie 0.45 - 0.52 mikrometrów	30 m rozdzielczość przestrzenna
Kanał 2 - zielone 0.53 - 0.60	30 m
Kanał 3 - czerwone 0.63 - 0.69	30 m
Kanał 4 - podczerwień bliska 0.76 - 0.90	30 m
Kanał 5 - podczerwień średnia 1.55 - 1.75	30 m
Kanał 6 - podczerwień termalna 10.42 – 12.50	60 m
Kanał 7 - podczerwień średnia 2.08 - 2.35	30 m
Kanał 8 - panchromatyczny 0.45 - 0.90	15 m

Obraz z tego satelity po raz pierwszy został wykorzystany jako podkład do wykonania mapy obrazowej o tematyce turystycznej dla Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Biebrzański Park Narodowy powołano w 1993 roku dla ochrony bagien biebrzańskich - jednego z największych i najbardziej zachowanych w Europie tego typu obszarów podmokłych, czyli nizinnych, bagiennych dolin rzecznych. Park ten jest największym parkiem w Polsce. Jego teren to nie tylko bezkresne przestrzenie podmokłych łąk, szuwarów i wierzbowych zarośli, ale także zróżnicowane lasy. Dzięki dużemu urozmaiceniu krajobrazu oraz znacznemu obszarowi występuje tu bardzo bogata flora i fauna. Dolina Biebrzy jest więc krainą egzotyczną, a dzięki swym walorom przyrodniczym i krajobrazowym, niepowtarzalną. Rozległe obszary bagienne z zaznaczoną szybko postępującą sukcesją zakrzaczeń pokazane w ujęciu tradycyjnej kartografii nie oddają w pełni przyrodniczego charakteru tego obszaru oraz relacji zachodzących pomiędzy komponentami środowiska przyrodniczego.

Ponadto dostępne dla tego obszaru mapy są nieaktualne. Bagna biebrzańskie cechują się bardzo silną dynamiką zmian struktury krajobrazu, przez co opracowania kartograficzne wymagają częstej aktualizacji. Zastosowanie obrazów satelitarnych jako podkładu do mapy turystycznej czyni mapę plastyczną, żywą, pobudza wyobraźnię odbiorcy i kształtuje umiejętności kompleksowego patrzenia na środowisko przyrodnicze. Taka mapa spełnia funkcje krajoznawcze, poglądowe i dydaktyczne, a przede wszystkim posiada aktualne informacje o terenie.

Bagna biebrzańskie ze względu na swój unikalny charakter oraz szerokie zainteresowanie wśród naukowców i turystów, zasługują na wykonanie obrazowej mapy turystycznej.

Przetwarzanie obrazu satelitarnego

Podwyższenie jakości, czytelności i szczegółowości obrazów można uzyskać poprzez łączenia obrazów o różnej rozdzielczości przestrzennej oraz spektralnej. Istnieje wiele opracowanych algorytmów i metod łączenia obrazów (Pohl C. i inni, 1997).

Wybór techniki przetworzenia zależy od:

- posiadanych danych;
- celu jakiemu ma służyć dane przetworzenie - wybór odpowiedniej techniki ma podkreślać te elementy, które są tematem przewodnim opracowania: geologia, szata roślinna, użytkowanie ziemi, monitorowanie powodzi, sukcesji zakrzaczeń, itp.;
- doświadczeń użytkownika;
- programu, jakim dysponuje użytkownik.

Końcowy efekt łączenia obrazów o różnych rozdzielczościach zależy w dużym stopniu od przygotowania danych wejściowych. Rysunek 1 przedstawia schemat opracowywania mapy turystycznej z wykorzystaniem obrazu satelitarnego. Do przetworzenia zdjęć użyto programu Erdas Imagine 8.5.

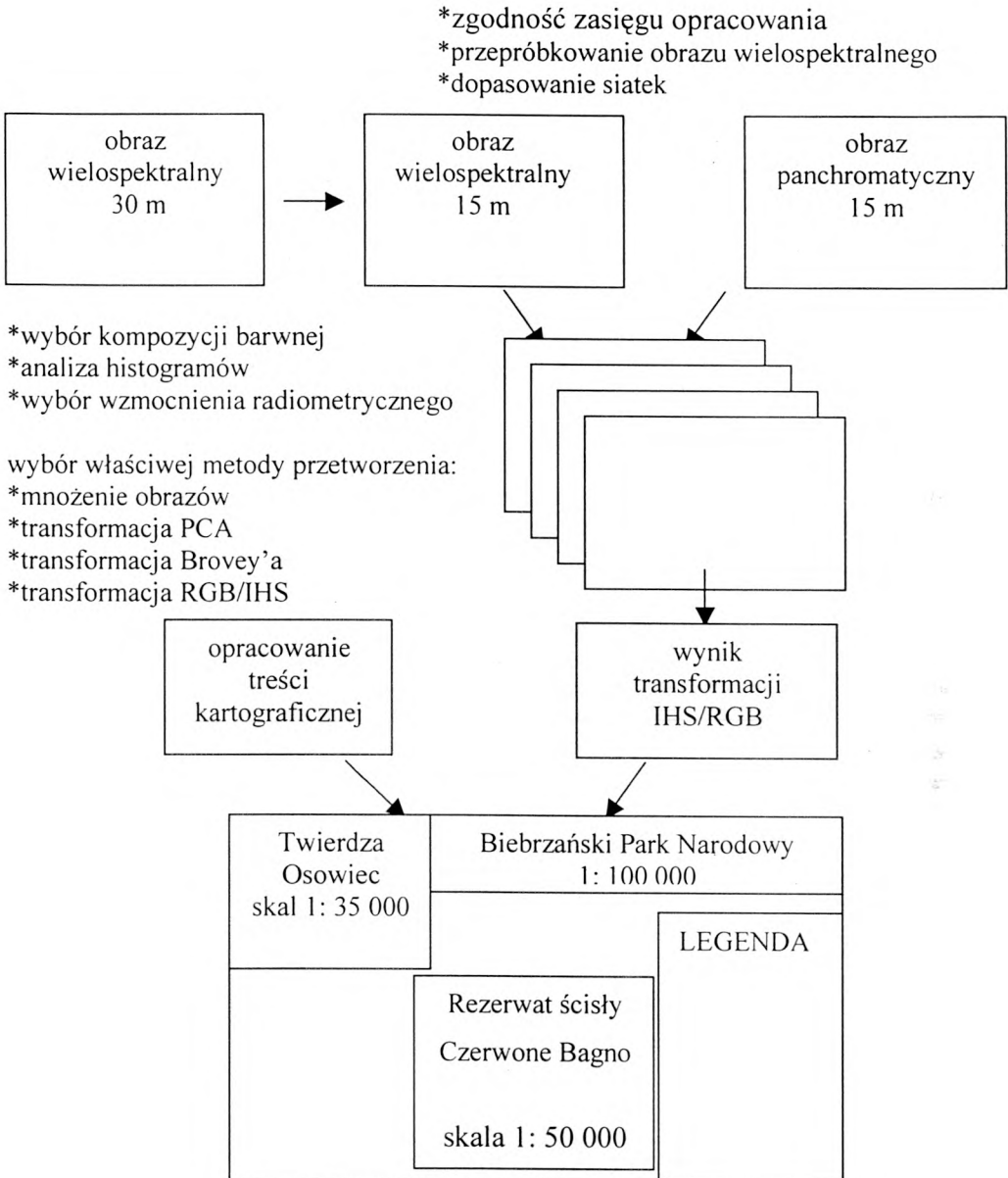
W pierwszym etapie należało oba obrazy doprowadzić do spójności geometrycznej, tj do wspólnego układu odniesienia (układu współrzędnych 1942), do jednakowej wielkości piksela oraz do dokładnego dopasowania siatek pikseli obu obrazów.

W ten sposób ujednoczone zbiory danych stanowią podstawę do poprawnego łączenia informacji spektralnych.

W kolejnym etapie poszukiwano właściwej kompozycji barwnej, która byłaby najodpowiedniejsza jako podkład do mapy turystycznej. Pojęcie „najodpowiedniejsza” jest pojęciem względnym i zależy w znacznej mierze od percepcji odbiorcy. Przed rozpoczęciem pracy należało odpowiedzieć na pytanie: do uzyskania jakich barw powinno się dążyć, zbliżonych do naturalnych czy pseudonaturalnych? Początkowo skłaniano się w kierunku barw pseudonaturalnych stosując do przetworzeń kompozycję z kanałów 4,5,7. Użycie tej kompozycji pozwala na uzyskanie efektu o wyraźnie wyróżniających się formach pokrycia terenu. Jednakże odbiorca mógłby mieć problemy z przyzwyczajeniem się do granatowo-niebieskich gruntów ornych czy żółto-pomarańczowych użytków zielonych. Oczywiście należałoby nauczyć odbiorcę odpowiedniego odczytywania danych barw, ale byłoby to wbrew jego naturalnemu postrzeganiu rzeczywistości.

Ostatecznie zdecydowano się na dążenie do uzyskania końcowego efektu w barwach zbliżonych do naturalnych. Na podjęcie takiej decyzji miał fakt, iż głównymi adresatami map turystycznych są osoby niezwiązane z branżą teledetekcyjną. Oko ludzkie przyzwyczajone jest do barw otaczającej nas rzeczywistości. Korzystanie z obrazowych map wykonanych w naturalnych barwach nie wymaga od odbiorcy zmiany naturalnej percepcji postrzegania rzeczywistości.

Po przeanalizowaniu możliwych kompozycji barwnych zdecydowano się na zastosowanie do dalszych przetworzeń kompozycji z kanałów 3,2,1.



Rysunek 1. Schemat przedstawiający sposób opracowywania mapy turystycznej z wykorzystaniem obrazu satelitarnego.

Przed przystąpieniem do łączenia obrazów dokonano wnikliwych analiz rozkładu histogramów poszczególnych kanałów. Następnie metodą kolejnych prób wybrano właściwe wzmocnienia radiometryczne obrazów. Wzmocnienie należało wykonywać niezależnie dla każdego pasma, gdyż modyfikacja jednego pasma może okazać się niewłaściwa dla innych. Ostatecznie zastosowano cząstkowe rozciągnięcia histogramów na punktach przęgięcia, dodanych do histogramu. Użycie takiego sposobu rozciągnięcia histogramów umożliwiło zmiany kontrastu w obrębie lasów iglastych oraz gruntów ornych (rozjaśnienie).

Obraz panchromatyczny również poddano wstępnym obróbkom: wykonano nieliniowe rozciągnięcie kontrastu oraz cząstkowe rozciągnięcie histogramu na punktach przęgięcia.

Analizując wyniki przetworzeń wykonanych różnymi metodami (mnożenie obrazów, transformacja PCA, transformacja Brovey'a, transformacja RGB/IHS) (rys. 1) stwierdzono, iż najbardziej odpowiednią metodą, z punktu widzenia wykorzystania rezultatu jako podkładu do mapy turystycznej jest transformacja RGB/IHS. Zaletą tej metody jest fakt, iż dane wyjściowe są zbliżone do wejściowych. W ten sposób odpowiednio przygotowana, wzmocniona radiometrycznie kompozycja w barwach zbliżonych do naturalnych pozwoli na otrzymanie obrazu wyjściowego w podobnej tonacji, ale o podwyższonej rozdzielczości. Ponadto Instytut Geodezji i Kartografii posiada bogate doświadczenie w przetwarzaniu obrazów satelitarnych z zastosowaniem metody RGB/IHS (Kaczyński R., 1994, Lewiński St., 2001, Lewiński St. i inni, 2000).

Opracowanie treści kartograficznej

Topograficzne dane wektorowe przygotowano w oparciu o mapy topograficzne w skali 1: 25 000 (lata sześćdziesiąte XX wieku). Wykonując digitalizację na digitajzerze. Następnie warstwę wektorową nałożono na przetworzony obraz rastrowy o podwyższonej rozdzielczości. Jednak ze względu na brak aktualnych danych referencyjnych konieczne było przeprowadzenie weryfikacji przebiegu dróg z aktualniejszymi mapami 1: 50 000, 1: 100 000 oraz z obrazem satelitarnym o podwyższonej rozdzielczości. Brakujące odcinki dróg wniesiono poprzez digitalizację manualną na ekranie, na podkładzie obrazu satelitarnego. W przypadku redagowanej mapy 1: 100 000 konieczne było również dokonanie generalizacji przebiegu niektórych dróg. Rangę poszczególnym drogom nadano na podstawie map topograficznych w skali 1: 100 000, wydzielając: drogi główne, drogi drugorzędne, drogi utwardzone oraz drogi inne.

Turystyczne dane wektorowe wprowadzono poprzez digitalizację manualną na ekranie, na podkładzie obrazu satelitarnego. Dane te pozyskano z następujących źródeł:

- mapy przyrodniczo-turystycznej w skali 1: 120 000;
- mapy turystycznej Basenu Górnego i Środkowego w skali 1: 70 000;
- mapy turystycznej Basenu Dolnego w skali 1: 70 000;

- z informacji uzyskanych od Dyrekcji oraz pracowników BPN;
- z danych umieszczanych na stronach internetowych.

Turystyczne elementy liniowe to: znakowane szlaki turystyczne (czerwone, zielone, niebieskie, czarne), szlaki rowerowe (żółte i zielone), granica BPN, granica otuliny BPN, granica rezerwatu ścisłego.

Do prezentacji elementów liniowych użyto zmienne graficzne, takie jak wielkość (pod pojęciem wielkości rozumie się szerokość obiektu), barwa (każdy element cechuje inna barwa). Jednocześnie starano się zachować relację podobieństwa, porządku (np.: w prezentacji dróg zachowana jest hierarchia ważności) oraz równości (wszystkie szlaki turystyczne są równoważne).

Do elementów punktowych należą informacje turystyczne, mówiące o lokalizacji np.: hoteli, gospodarstw agroturystycznych, szpitali, miejsc biwakowych, wypożyczalni sprzętu turystycznego, itp. Dane o istnieniu i lokalizacji tych elementów pozyskano przede wszystkim z map turystycznych, informacji zebranych podczas wizji terenowych. Do prezentacji obiektów o charakterze punktowym użyto zmiennych graficznych takich jak: barwa, kształt, zachowując relacje podobieństwa oraz równoważności (wszystkie elementy są tej samej rangi).

Kartograficzna redakcja mapy

Biebrzański Park Narodowy wraz z otuliną oraz otaczającymi obszarami przedstawiono w skali 1: 100 000. Odpowiednio do skali dobrano sposób prezentacji treści kartograficznej, wykonując szereg wydruków próbnych. "Sierpowaty" kształt Parku umożliwił wykorzystanie wolnej przestrzeni dodatkowymi informacjami wzbogacającymi treść mapy. W lewym narożniku mapy umieszczono mapę Twierdzy "Osowiec" w skali 1: 35 000, zaś w prawym dolnym rogu mapę rezerwatu ścisłego "Czerwone Bagno" w skali 1: 50 000 (rys. 1.). Redakcja tych dwóch dodatkowych map miała charakter nie tylko estetyczny, ale również badawczy, pozwoliła na wizualną ocenę przydatności obrazu z Landsata 7ETM+ do różnoskalowych opracowań map turystycznych.

Legenda mapy zawiera następujące wydzielenia:

miasta powyżej 10 000 mieszkańców,	granica państwa
pozostałe miasta	granica rezerwatu
wsie powyżej 1 000 mieszkańców	znakowane szlaki turystyczne
wsie od 100 do 1000 mieszkańców	szlaki rowerowe
granice BPN	informacja turystyczna
granice otuliny BPN	zakaz wjazdu
drogi główne	parking
drogi drugorzędne	stacja obsługi pojazdów
pozostałe drogi utwardzone	stacja benzynowa
drogi inne	poczta
koleje	hotel

ośrodek wypoczynkowy
 gospodarstwo agroturystyczne
 schronisko
 leśniczówka
 pole biwakowe
 kościół, kaplica
 obiekt zabytkowy
 restauracja
 szpital
 ośrodek zdrowia
 apteka
 wypożyczalnia sprzętu turystycznego
 stacja wodna
 pole bitwy, miejsce martyrologii

wieża widokowa
 punkt widokowy
 treść satelitarna:
 grunty orne
 użytki zielone
 zakrzaczenia
 lasy liściaste
 lasy igłaste
 bagna i podmokłości
 zabudowa zwarta
 sieć hydrograficzna
 zbiorniki wodne

Kartograficzną redakcję mapy przeprowadzono w programie Erdas Imagine, Adobe Illustrator oraz Photoshop.

Literatura:

- Chavez P.S., Sides S.C., Anderson J.A., 1991. Comparison of three different methods to merge multiresolution and multispectral data: TM and SPOT. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57, 295-303.
- Crippen R.E., 1987. The regression intersection method of adjusting image data for band rationing. *International Journal of Remote Sensing*, 8(2), 137-155.
- Erdas Field Guide, 1998. Przewodnik geoinformatyczny.
- Kaczyński R., 1994. Mapa satelitarna Warszawy w skali 1: 25 000, *Fotointerpretacja w Geografii*, t. 24, 41-46.
- Lewiński St., 2001. Zastosowanie transformacji RGB/IHS w przetwarzaniach zdjęć satelitarnych, *Teledetekcja Środowiska*, t. 32, 138-142.
- Lewiński St., Goljaszewski Z., Skocki K., 2000. Mapy satelitarne województwa opolskiego i dolnośląskiego. *Archiwum Fotointerpretacji, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 10, 51-61.
- Pohl C., Van Genderen J.L., 1998. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. *International Journal of Remote Sensing*, 19(5), 823-854.
- Wald L., Ranchin T., Mangolini M., 1997. Fusion of Satellite Images of Different Spatial Resolutions: Assessing the Quality of Resulting Images. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63(6), 691-699.

Recenzowała: prof. dr hab. Aleksandra Bujakiewicz