

AKTUALIZACJA LEŚNEJ MAPY NUMERYCZNEJ Z WYKORZYSTANIEM ARCHIWALNYCH ZDJĘĆ Z SATELITY IKONOS

UPDATING FOREST DIGITAL MAPS WITH THE USE OF ARCHIVE IKONOS SATELLITE IMAGES

Leszek Tomalski

Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych we Wrocławiu

Słowa kluczowe: obrazy satelitarne, leśna mapa numeryczna, ortofotomapa
Keywords: satellite imagery, forest digital map, orthophotomap

Wstęp

W lutym 2005 roku Dyrektor Generalny Lasów Państwowych powołał Zespół Zadaniowy ds. SIP w Lasach Państwowych, którego zadaniem było wykonanie pilotażowego projektu wykorzystania zdjęć satelitarnych, w tym zbadanie możliwości aktualizacji leśnej mapy numerycznej (LMN) za pomocą obrazów satelitarnych, a także innych ich zastosowań. Jako obszary testowe przyjęto dwa nadleśnictwa – nizinne Nadleśnictwo Pomorze i górskie Nadleśnictwo Wałbrzych. W projekcie wykorzystano wysokorozdzielcze obrazy wykonane z satelity IKONOS – w barwach naturalnych i w barwach umownych w podczerwieni – o rozdzielczości przestrzennej 1 piksela równej 1 metr. Na ich podstawie firma Techmex wykonała do celów projektu ortofotomapę ww. Nadleśnictw.

Aktualizacja LMN

Przydatność satelitarnych materiałów teledetekcyjnych do aktualizacji leśnej mapy numerycznej, która, zgodnie ze standardem LMN jest mapą wektorową, została sprawdzona doświadczalnie, poprzez dokonanie próbnej aktualizacji map w obu badanych nadleśnictwach z wykorzystaniem przekazanej ortofotomapy.

Wyniki tego doświadczenia były pozytywne – wskazane przez nadleśnictwa obiekty zostały pomyślnie zwektoryzowane.

Weryfikacja LMN

Ponieważ liczba zmian geometrii obiektów LMN wprowadzana w ramach corocznej aktualizacji jest stosunkowo niewielka, postanowiono wykorzystać ortofotomapę wykonaną z pozyskanych zdjęć satelitarnych do weryfikacji dokładności istniejących map.

Celem tego eksperymentu było uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania: czy tą drogą można poprawić dokładność leśnych map i w jakim zakresie, a także, czy obrazy satelitarne i ortofotomapa mogą stanowić podstawowy materiał źródłowy do budowy LMN.

W pierwszej kolejności na losowo wybranej próbie oddziałów zwektoryzowano obiekty pochodzące z następujących warstw:

- wydzielenia,
- powierzchnie nie stanowiące wydzieleni,
- komunikacja,
- ciek.

Przyjęto do porównań warstwy w strukturze warstw pochodnych, jako najlepiej oddające obiekty faktycznie istniejące w rzeczywistości. Wybrano warstwy ważne z punktu widzenia gospodarki leśnej.

Szybko okazało się, że wyłącznie za pomocą ortofotomapy nie jest możliwe pełne wyróżnienie wyłączeń drzewostanowych. Wyniki uzyskane tą drogą były tak różne od stanu bieżącego, że niemożliwe było jakiegokolwiek ich porównanie. Przyczyna leży prawdopodobnie w złożonym z dużej liczby kryteriów, uwzględniającym wiele aspektów, sposobie tworzenia wyłączeń. Przyjęto więc za podstawę odniesienia granice istniejących już wydzieleni, które poddano korekcie w oparciu o interpretację ortofotomapy.

Następnie, dla wymienionych wyżej warstw, porównano geometrię par przecinających się obiektów, a wyniki poddano analizie statystycznej.

Specjalnie do tego celu firma SmallGIS S.A. (www.smallgis.com, mgr Antoni Łabaj), na zlecenie DGLP, opracowała metodykę pomiaru oraz oprogramowanie – wykorzystujące komponenty ArcObjects® w środowisku ArcGIS™ firmy ESRI – służące do analizy różnic geometrii pomiędzy homologicznymi obiektami mapy numerycznej, określonymi na podstawie różnych źródeł. Porównaniom poddawane są geometrie homologiczne w parach. Zdefiniowano 10 różnych wskaźników, z których każdy wyczulony jest na inny aspekt rozbieżności geometrii (przesunięcia liniowe, rozbieżności lokalizacji, lokalne punktowe, bądź liniowe odchylenia granicy, itp.).

Istotnym zagadnieniem stało się dobranie takich wskaźników, które najlepiej to porównanie przedstawia. Za najważniejsze, z racji praktycznego wykorzystywania w gospodarce, uznano wskaźniki powierzchniowe.

Pierwszy z nich to **różnica powierzchni (RP)** pomiędzy tożsamymi obiektami w stosunku do pierwotnej powierzchni wyrażona w procentach. Wskaźnik ten jest obciążony poważną wadą, mierzy wprawdzie różnice powierzchniowe, ale nie mówi nic o zgodności położenia powierzchni obiektów ani też o relacjach ich kształtów. Daje więc fałszywą informację o zgodności w przypadku obiektów o podobnej powierzchni, ale innym położeniu w przestrzeni i innym kształcie.

Tych wad jest pozbawiony drugi wskaźnik: **powierzchnia wspólnej geometrii (WP)** w stosunku do pierwotnej powierzchni wyrażona również w procentach. Mówi on, jaki procent powierzchni u obu porównywanych geometrii jest tożsamy.

Kolejny wskaźnik to **przesunięcie środka ciężkości** (centroidu) (PS) porównywanych obiektów powierzchniowych względem siebie. Wskaźnik ten daje informację o różnicy położenia obiektów, pozwala na znalezienie błędów wpasowania mapy i kalibracji na przykład błędu przesunięcia liniowego i skręcenia.

Inny ważny, szczególnie dla obiektów jednowymiarowych, wskaźnik obrazuje **procent wspólnego przebiegu granicy** (WG), w przypadku linii – wspólny przebieg linii. Obrazuje on różnice geometrii obiektów. Ponieważ w obowiązujących przepisach dotyczących wykonawstwa urzędniowego brak jednoznacznego określenia dokładności wnoszenia poszczególnych elementów na mapę - pewne wskazówki daje § 18 p.5 Instrukcji urządzenia lasu, *...należy dążyć do pełnego wykorzystania danych zaktualizowanych na mapach nadleśnictwa, baz korekty konturów wyłączeń lub innych szczegółów sytuacji wewnętrznej o zmiany nie mające istotnego znaczenia (drobne załamania, uskoki itp.)* – można tu uwzględnić ten zapis i wyznaczyć tolerancję, w zakresie której te drobne, nie mające znaczenia różnice będą pomijane, a przebieg granicy odnotowywany jako wspólny przebieg.

Wreszcie grupa wskaźników opisująca lokalne rozbieżności kształtów: **odchylenie punktowe** (OP) i **odchylenie liniowe** (OL). Ten pierwszy wskaźnik to maksymalna wielkość odchylenia od granicy obiektu, ten drugi zaś to nic innego jak średnia wartość odchylenia. Graficznym odpowiednikiem odchylenia liniowego jest wysokość prostokąta o podstawie równej długości obwodu figury będącej wynikiem przecięcia granic badanych obiektów od przecięcia do przecięcia i polu równym polu figury niewspólnej. Dla każdego typu obiektów policzono liczbę odchyleń (LOP i LOL), obliczono ich średnie i maksima (MOP i MOL).

Wyniki dla warstwy wydzielen

W Nadleśnictwie Pomorze udało się zwektoryzować na ortofotomapie aż 95% wydzielen. W przypadku Nadleśnictwa Wałbrzych wynik był znacznie gorszy – tylko 65%. Stwierdzono kilkuprocentową różnicę w powierzchni wydzielen: dla Nadleśnictwa Pomorze różnica ta wyniosła 7,61% \pm 3,13%, dla Nadleśnictwa Wałbrzych 8,77% \pm 2,45%. Przeciętnie na jedno wydzielenie przypada jeden – dwa błędy określenia przebiegu granicy. Osiąga on ok. 22 m dla Nadleśnictwa Pomorze i ok. 34 m dla Nadleśnictwa Wałbrzych. Również przeciętny błąd odchylenia liniowego jest mniejszy w Nadleśnictwie Pomorze i wynosi ok. 11 m, natomiast w nadleśnictwie Wałbrzych 18 m.

Tabela 1. Analiza porównania geometrii warstwy wydzielen

	RP [%]	PS [m]	WG [%]	LOP	MOP [m]	LOL	MOL [m]
Pomorze średnia	7,61	6,93	90,65	1,26	21,67	0,89	10,70
Wałbrzych średnia	8,77	9,82	89,04	1,59	33,77	1,13	17,98

Wyniki dla warstwy powierzchni nie stanowiących wydzielen

W przypadku obiektów z tej warstwy istotna jest powierzchnia, a lokalizacja może być podawana orientacyjnie. Na pozór wyniki te mogłyby napawać optymizmem, stwierdzono stosunkowo niewielką przeciętnie kilkunastoprocentową różnicę powierzchni i dość wysoką dokładność lokalizacji obiektów. Również przesunięcie środka powierzchni rzędu kilkunastu metrów to, w przypadku obiektów tego typu, niewiele (tab. 2). Obraz ten jest jednak w rzeczy-

Tabela 2. Analiza porównania geometrii warstwy powierzchni nie stanowiących wydzieleń

	RP [%]	PS [m]
Pomorze średnia	24,84	14,15
Wałbrzych średnia	33,95	11,47

wistości zupełnie inny – wielu obiektów występujących na mapie nadleśnictw na ortofotomapie po prostu nie odnaleziono! Zwektoryzowano za to dzięki obrazom z satelity znaczną ich liczbę, głównie luk, o których istnieniu do tej pory nie posiadano informacji. W obu tych przypadkach, granice nie były porównywane, stąd małe wielkości błędów w wynikach obliczeń (tab. 2).

Wyniki dla warstwy komunikacji

Wspólną granicę dla obiektów z tej warstwy stwierdzono odpowiednio na 78% w Nadleśnictwie Pomorze i na 52% w Nadleśnictwie Wałbrzych. Zwraca uwagę duża liczba obiektów, których na ortofotomapie nie znaleziono: było ich 24% w Nadleśnictwie Pomorze i aż 69% w Nadleśnictwie Wałbrzych.

Wyniki dla warstwy cieków

Generalnie wyniki te były gorsze niż w przypadku komunikacji, liczba obiektów zidentyfikowanych na obu źródłach była mniejsza, a błąd lokalizacji większy. Z uwagi na niewielką liczbę obiektów, wyników tych nie można uznać za wiarygodne statystycznie. Wyniki badań zostały przedstawione w formie syntetycznej (tab. 3) przez ich pogrupowanie w klasach według wielkości różnic geometrii między obiektami. W osobnych klasach umieszczono obiekty, które zidentyfikowano tylko na jednym z dwóch źródeł.

Tabela 3. Procentowy udział obiektów w klasach różnic

Klasy	Nadleśnictwo Pomorze	Wydzienienia [%]	PNSW [%]	komunikacja [%]	cieki [%]
0	brak różnic	44,85	14,29	31,85	60,00
1	różnice małe	40,72	15,58	14,81	0,00
2	różnice duże	9,28	18,18	16,30	20,00
3	brak określenia na ortofotomapie	5,15	27,27	20,00	20,00
4	brak określenia na LMN	0,00	24,68	17,04	0,00
Klasy	Nadleśnictwo Wałbrzych	Wydzienienia [%]	PNSW [%]	komunikacja [%]	cieki [%]
0	brak różnic	16,93	0,00	5,59	0,00
1	różnice małe	40,94	17,39	6,83	0,00
2	różnice duże	7,09	4,35	18,01	0,00
3	brak określenia na ortofotomapie	35,04	35,87	68,94	75,00
4	brak określenia na LMN	0,00	42,39	0,62	25,00

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych prac można sformułować następujące wnioski:

1. Ortofotomapa wykonana na podstawie wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych z satelity IKONOS może być podstawą do wykonania aktualizacji leśnych map numerycznych. Nie zawsze będzie to jednak materiał wystarczający.
2. Zastosowanie obrazów satelitarnych do budowy mapy numerycznej nadleśnictwa zgodnej ze standardem LMN, może się przyczynić do zwiększenia jej wiarygodności i dokładności. Pewna liczba obiektów, które powinny się znaleźć na leśnych mapach nie została poprawnie zinterpretowana na podstawie ortofotomapy, nie jest więc możliwe oparcie się wyłącznie na tym materiale.
3. W leśnictwie bardziej przydatne są obrazy satelitarne w barwach umownych wykonane w bliskiej podczerwieni.

Summary

In February 2006 the Director General of the State Forests appointed a task team for a test project to examine the use of satellite imagery. The commissioned task was to test the possibility of updating forest digital maps with the use of satellite images as well as to test the use of those images for other purposes. In the project, high resolution satellite images were used made by IKONOS satellite and the ortophotomap produced of those images. The test positively verified the possibility to use the ortophotomap for updating forest digital maps. In the next step it was decided to test, whether the ortophotomap could be the source data to verify the accuracy of the existing vector maps and to make new ones. To do that forest compartments of two forest districts picked by chance were digitalized and then the geometric shapes of objects created in this way were compared with the same objects on the existing maps. In conclusion of the test it was ascertained that the use of the ortophoto map made of high resolution satellite imagery from IKONOS satellite could improve accuracy but the imagery itself is not sufficient data source to produce all elements of the forest digital map.

mgr inż. Leszek Tomalski
leszek.tomalski@wroclaw.lasy.gov.pl