

WYSOKOROZDZIELCZE OBRAZY SATELITARNE JAKO ŹRÓDŁO OPRACOWANIA DANYCH WEKTOROWYCH W STANDARDZIE TBD

VERY HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGES AS A SOURCE FOR PREPARATION OF VECTORIAL DATA IN TBD STANDARD

Zdzisław Kurczyński, Wiesław Wolniewicz

Instytut Fotogrametrii i Kartografii, Politechnika Warszawska

SŁOWA KLUCZOWE: VHRS, Ikonos, QuickBird, EROS, zasób treści obrazów, bazy danych topograficznych, TBD

STRESZCZENIE: W Polsce rozpoczęto opracowanie Bazy Danych Topograficznych (TBD) o dokładności i zasobie treści odpowiadającej tradycyjnej mapie topograficznej w skali 1:10 000. Bazę taką tworzy się w oparciu o ortofotomapę z pikselem 0.5 m wytworzoną ze zdjęć lotniczych w skali 1:26 000. Tempo opracowania tej bazy nie jest satysfakcjonujące, a koszty są duże, szczególnie dotyczy to b.d. wektorowych. Rozpatruje się możliwość opracowania b.d. wektorowych TBD o zubożonej treści na bazie obrazów satelitarnych VHRS. Sprzyja takiemu pomysłowi uruchomione Centrum Operacji Regionalnych (ROC) dla odbioru i przetwarzania danych Ikonos. We współpracy GUGiK i Politechniki Warszawskiej zrealizowany został projekt badawczy dotyczący oceny możliwości opracowania wektorowej b.d. topograficznych w oparciu o dane satelitarne. Część eksperymentalna została poprzedzona analizą potencjału kartograficznego obrazów satelitarnych, rozumianego jako suma potencjału pomiarowego i interpretacyjnego. W kontekście możliwości opracowania baz danych topograficznych krytycznym okazuje się ograniczony zasób treści obrazów satelitarnych a dopiero w drugiej kolejności ich możliwości pomiarowe. Literatura przedmiotu obfituje w liczne przykłady badania geometrii takich obrazów, zdecydowanie mniej jest doniesień o wiarygodnych badaniach zasobu ich treści. Na trzech obszarach testowych pokrytych obrazami QuickBird, Ikonos i EROS wygenerowano ortofotomapy satelitarne. Na ich bazie pozyskano dane wektorowe w strukturze TBD. Wyniki tych opracowań poddano analizie pod kątem zawartości treści i jej zgodności z TBD. Stwierdzono, że dla większości klas obiektów b.d. TBD obrazy QuickBird i Ikonos nie ustępują, lub niewiele ustępują tradycyjnym zdjęciom lotniczym w skali 1:26 000. Obrazy EROS nie są przydatne do tego celu. W rezultacie badań powstał nowy standard (TBD II), o nieco zubożonej treści, ale przy zachowaniu wymaganej dokładności lokalizacyjnej, możliwy do opracowania z obrazów VHRS. Może on znaleźć zastosowanie w obszarach mniej zurbanizowanych. Ocenia się, że pozwoli to przyspieszyć i obniżyć koszty opracowania TBD. Zaproponowany standard w formie wdrożenia został sprawdzony w warunkach produkcyjnych. Analiza techniczna i ekonomiczna zrealizowanych prac wdrożeniowych potwierdziła przydatność obrazów satelitarnych do zakładania b.d. wektorowych TBD.

1. WSTĘP

Jednym z ambitniejszych i pilniejszych zadań Służby Geodezyjnej i Kartograficznej jest opracowanie bazy danych topograficznych na poziomie dokładności i szczegółowości odpowiadającej w przybliżeniu tradycyjnej mapie topograficznej w skali 1:10 000. Kilka lat temu Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) podjął prace w tym zakresie w formie pilotażowych opracowań. W wyniku tych działań został wypracowany nowy standard ujęty w „Wytyczne techniczne Baza Danych Topograficznych (TBD)”, wydanie GUGiK, marzec 2003. Na Bazę Danych Topograficznych (TBD) składają się trzy główne komponenty:

- baza Numerycznego Modelu Terenu o dokładności wysokościowej 1 m,
- baza ortofotomap w podziale sekcyjnym z pikselem terenowym 0.5 m i dokładności sytuacyjnej 1.5 m, tj. 3 piksele,
- „ciągła” przestrzennie wektorowa baza danych topograficznych (baza TOPO) o dokładności i zakresie treści odpowiadającej tradycyjnej mapie topograficznej w skali 1:10 000.

Podstawowym materiałem źródłowym dla wytworzenia komponentów TBD są zdjęcia lotnicze i fotogrametryczne ich opracowanie. Produkty o jakości zgodnej z „Wytycznymi technicznymi” wymagają skali zdjęć z przedziału 1:20 000÷1:30 000. W kraju wykonywane są standardowo zdjęcia w skali 1:26 000.

Dzięki budowie Systemu Identyfikacji Działek Rolnych – LPIS cały kraj został pokryty cyfrowymi ortofotomapami spełniającymi wymagania TPD. W ramach tych prac został wytworzony również NMT. Trwają prace nad tworzeniem TBD. Należy jednak zdawać sobie sprawę z ogromu przedsięwzięcia: kraj pokrywa ponad 17 tysięcy modułów TBD (moduł TBD odpowiada arkuszowi mapy topograficznej w skali 1:10 000). Powstaje produkt w najnowszych technologiach, ale tempo jego tworzenia nie jest satysfakcjonujące, a koszty są wysokie. Szczególnie kosztownym i czasochłonnym jest opracowanie wektorowej bazy TOPO. Wynika to m.in. z bardzo rozbudowanej zawartości tej bazy. Rozpatruje się możliwość tworzenia mapy wektorowej TBD o zubożonej zawartości treści. Należy podkreślić, że mowa jest o zubożonej treści mapy, ale przy zachowaniu jej dokładności lokalizacyjnej. Taki produkt mógłby być wytworzony na obszarach słabiej zurbanizowanych, a w razie potrzeby w przyszłości uzupełniany i aktualizowany.

W międzyczasie powstały i weszły w fazę operacyjną wysokorozdzielcze systemy obrazowania satelitarnego - VHRS (Very High Resolution Satellites). Jesienią 2004 r. zostało uruchomione w Polsce Centrum Operacji Regionalnych (ROC) dla odbioru i przetwarzania danych satelitarnych systemu Ikonos. Na tym tle zrodziło się naturalne pytanie o przydatność wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych dla tworzenia TBD, a w tym szczególnie b.d. wektorowych. Stanowi to tło powstania projektu celowego pt. „Opracowanie elementów wektorowych bazy danych topograficznych oraz metod i technologii dyskretnej wielospektralnej analizy zmian powierzchniowych w oparciu o wysokorozdzielcze obrazy satelitarne”, współfinansowanego przez GUGiK i Komitet Badań Naukowych - KBN, oraz realizowanego przez Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej. W zakresie zadania związanego z pozyskiwaniem danych wektorowych celem projektu jest odpowiedź na pytanie o zakres przydatności wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych dla zakładania i aktualizacji wektorowej b.d. TBD w różnych uwarunkowaniach technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych.

Zakłada się, że w wyniku Projektu zostaną również sformułowane propozycje, co do kierunku modernizacji standardu TBD, możliwego do osiągnięcia na bazie VHRS.

2. WSTĘPNA OCENA PRZYDATNOŚCI OBRAZÓW SATELITARNYCH VHRS DLA TWORZENIA PRODUKTÓW KARTOGRAFICZNYCH

Przez wiele lat komercyjne zastosowania obrazów satelitarnych były ograniczone dostępnymi obrazami z pikselem 10 m i stereoskopią „z sąsiednich” orbit (jak SPOT). Od niedawna działają operacyjnie systemy obrazowania z pikselem 1 m, a nawet nieco mniejszym. Stawia to oczywiste pytanie: czy (w jakim stopniu) obrazy te mogą być przydatne dla wytwarzania typowych produktów kartograficznych. Odpowiedź na takie pytania powinna uwzględniać kryteria zarówno techniczne jak i ekonomiczne, szczególnie w porównaniu z rozwiązaniem bazującym na tradycyjnych zdjęciach lotniczych.

W literaturze można spotkać się z różnymi opiniami na temat zakresu przydatności wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych. Niejednoznaczne są opinie o potencjale kartograficznym tych obrazów. Dla przykładu Jacobsen i Passini wyrażają pogląd, że zasób treści obrazów IKONOS odpowiada zasobowi zdjęć lotniczych w skali 1:80 000, a QuickBird w skali 1:50 000 (Jacobsen *et al.*, 2003). Ta opinia istotnie różni się od wyrażonej przez Nale, który porównuje możliwości interpretacyjne obrazów QuickBird ze zdjęciami w skali 1:20 000, a nawet większej (Nale, 2003). Można wskazać kilka prawdopodobnych powodów tych rozbieżności:

1. Brak dostatecznych wyników eksperymentalnych potwierdzających praktyczny zakres użyteczności obrazów, szczególnie w kontekście prac kartograficznych prowadzonych na szerszą skalę. Satelitarne obrazy dużej rozdzielczości są dostępne od końca 1999 roku, tj. od umieszczenia na orbicie satelity Ikonos-2 – pierwszego, komercyjnego systemu „metrowego”. Jednak dopiero po zaistnieniu systemu QuickBird i jego wejścia w fazę operacyjną (druga połowa 2002 r.), oraz w przededniu zaistnienia kolejnych, można mówić o rynku takich obrazów.
2. Autorzy wypowiadając się o potencjale kartograficznym obrazów nie zawsze rozróżniają potencjał pomiarowy od potencjału interpretacyjnego. Często za kryterium użyteczności przyjmuje się tylko dokładność pomiarową, tymczasem czynnikiem limitującym przydatność obrazów satelitarnych nie są ich wysokie możliwości pomiarowe, ale ograniczone możliwości interpretacyjne.
3. Powodem nieporozumienia może być niejednoznaczne rozumienie zdolności rozdzielczej obrazów cyfrowych.
4. Środowisko geoinformacyjne jest „zalewane” informacją typu reklamowego. Z oczywistych powodów w takich informacjach wyolbrzymia się zalety obrazów satelitarnych, lub przedstawia problem jednostronnie.
5. Opinie o potencjale obrazów satelitarnych formułowane są w oparciu o wybrane próbki tych obrazów pozyskane w bardzo dobrych warunkach atmosferycznych, o bardzo wysokiej jakości, dostarczone przez dystrybutorów tych obrazów. Tymczasem realna jakość tych obrazów może być zróżnicowana, głównie z powodu wpływu atmosfery. Należy mieć na uwadze, że atmosfera wpływa degradująco na jakość, szczególnie w takich obszarach jak Europa.

6. Autorzy wypowiadając się o przydatności obrazów satelitarnych do tworzenia produktów kartograficznych w określonej skali mają często na uwadze tworzenie ortofotomap, tymczasem należy rozróżniać wymagania w odniesieniu do tworzenia ortofotomap i numerycznych map.

W kontekście tworzenia map sytuacyjno-wysokościowych potencjał kartograficzny obrazów należy rozumieć jako:

- potencjał pomiarowy, określający dokładność sytuacyjną i wysokościową opracowania,
- potencjał interpretacyjny, określający zasób treści obrazu.

W kwestii możliwości korekcji geometrycznej wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych można stwierdzić, że stosowanie ścisłych modeli, dokładnych i jednoznacznie identyfikowalnych fotopunktów (błąd położenia około 0.5 m) i odpowiednio dokładnego NMT, pozwala uzyskać dokładność korekcji obrazów QuickBird na poziomie około 1 m, obrazów Ikonos 1÷2 m i EROS 4 m. Wyniki takie, odniesione do rozdzielczości tych obrazów, oznaczają możliwość korekcji na poziomie 1-2 piksele (Kurczyński *et al.*, 2005).

Z dwóch kryteriów potencjału kartograficznego obrazów satelitarnych drugie jest bardziej „krytyczne”. Jeżeli zadaniem jest tworzenie czy aktualizacja mapy topograficznej o dokładności sytuacyjno-wysokościowej i zasobie treści jak „tradycyjna” mapa topograficzna, to zgodnie z przeprowadzoną analizą (Kurczyński, 2004):

- dla tworzenia mapy w skali 1:10 000 konieczny jest piksel obrazu $P_{\text{teren}} \leq 0.65$ m,
- dla tworzenia mapy w skali 1:25 000 konieczny jest piksel obrazu $P_{\text{teren}} \leq 1.00$ m,
- dla tworzenia mapy w skali 1:50 000 konieczny jest piksel obrazu $P_{\text{teren}} \leq 1.75$ m.

Relacje powyższe uwzględniają różnice jakości radiometrycznej zdjęć i obrazów cyfrowych. Oznacza to, że obecnie dostępne obrazy Ikonos-2 i QuickBird (z pikselem terenowym w zakresie 0.6÷1.0 m) są przydatne dla tworzenia map topograficznych w skali 1:25 000 ale nie gwarantują tworzenia map topograficznych w skali 1:10 000 w pełnym zakresie treści. Dla tworzenia map topograficznych w skali 1:50 000 przydatne i wystarczające są obrazy systemu EROS-1A z pikselem terenowym 1.8 m. Czyni to przydatnym te obrazy dla tworzenia i aktualizacji priorytetowego obecnie w kraju produktu jakim jest mapa wektorowa poziomu 2 (VMap Level 2).

Potencjał kartograficzny obrazów satelitarnych można wyrazić poprzez odniesienie do zdjęć lotniczych o podobnym potencjale. Analiza pozwala stwierdzić, że potencjał kartograficzny (pomiarowy i interpretacyjny) wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych typu Ikonos czy QuickBird z pikselem zbliżonym do 1 m odpowiada potencjałowi zdjęć lotniczych w skali 1:25 000÷1:35 000 (Kurczyński, 2004).

3. POLA TESTOWE I SCENY SATELITARNE

Mając na uwadze cele projektu wytypowano trzy obiekty testowe:

1. Obiekt testowy „Warszawa”, teren płaski, bardzo silnie zurbanizowany.
2. Obiekt testowy „Nowy Targ”, teren o bardzo dużych deniwelacjach (dochodzących do 600 m w obrębie pojedynczej sceny), bogatej rzeźbie, bogatej treści topograficznej.

3. Obiekt testowy „Włocławek”, teren płaski, odkryty, o zdecydowanej przewadze użytkowania rolniczego.

Na obszary obiektów testowych zakupiono wysokorozdzielcze obrazy satelitarne ze wszystkich dostępnych systemów: EROS A 1 (Image Sat Int.), Ikonos - 2 (Space Imaging) i Quick Bird (Digital Globe). W przypadku systemu EROS były to obrazy panchromatyczne z pikselem terenowym 1.8 m. W przypadku systemu Ikonos to obrazy panchromatyczne z pikselem terenowym 1 m oraz, dla obiektu „Włocławek” dodatkowo obraz wielospektralny z pikselem terenowym 4 m, pozyskany w zakresach: niebieskim, zielonym, czerwonym i podczerwonym. Dla QuickBird były to obrazy panchromatyczne z pikselem terenowym 0.6 m oraz, dla obiektu „Warszawa” dodatkowo obraz wielospektralny z pikselem terenowym 2.4 m, pozyskany w zakresach: niebieskim, zielonym, czerwonym i podczerwonym.

4. PRZYJĘTA METODYKA I ORGANIZACJA BADAŃ

Ocenę przydatności obrazów satelitarnych prowadzono poprzez próby niezależnego opracowania bazującego na interpretacji i wektoryzacji wytworzonych wcześniej cyfrowych ortofotomap satelitarnych. Proces technologiczny poszczególnych opracowań był maksymalnie zbliżony do obecnego procesu produkcji TBD, z tą różnicą, że materiałem źródłowym pozyskiwania danych były cyfrowe ortofotomapy satelitarne.

Tak uzyskane opracowania zostały poddane analizie ilościowej i jakościowej, która objęła poszczególne opracowania dla poszczególnych obszarów testowych. Analiza ta miała ocenić stopień możliwej ekstrakcji obiektów i ich atrybutów dla poszczególnych opracowań (różnych ortofotomap z różnych obszarów) w rozbiciu na poszczególne klasy obiektów, zgodnie z systematyką przyjętą w Warunkach technicznych TBD. Opracowania zostały porównane między sobą oraz z opracowaniami referencyjnymi, tj.:

- z istniejącymi, pełnymi opracowaniami b.d. opracowanych w obowiązującym standardzie TBD,
- z uzyskanymi na bazie wektoryzacji ortofotomap ze zdjęć lotniczych w skali 1:26 000,
- z istniejącymi mapami topograficznymi 1:10 000.

Dla uzyskania wiarygodnej odpowiedzi o zakres wektorowych danych topograficznych możliwych do pozyskania z obrazów satelitarnych i zastąpienia zdjęć lotniczych takimi obrazami, prace wektoryzacji prowadzone były przez operatorów stacji kartograficznych doświadczonych w produkcji TBD. W trakcie prac operatorzy nie korzystali z żadnych dodatkowych źródeł danych (np. papierowych map topograficznych), dla pozyskania geometrii obiektów i ich atrybutów opierali się wyłącznie na pomiarze (wektoryzacji) i interpretacji ortofotomap.

Wszystkie badane obrazy poddano korekcji geometrycznej, a następnie wygenerowano z nich ortofotomapy cyfrowe z pikselem terenowym odpowiednio:

- dla obrazu źródłowego EROS – ortofotomapa z pikselem terenowym 1.8 m,
- dla obrazu źródłowego Ikonos – ortofotomapa z pikselem terenowym 1.0 m,
- dla obrazu źródłowego QuickBird – ortofotomapa z pikselem terenowym 0.6 m.

W ramach prac eksperymentalnych wytworzono dodatkowo barwną kompozycję „wyostrzoną” (*pan-sharpened*). Korekcję i ortorektyfikację prowadzono przy różnych scenariuszach technologicznych. Badano wpływ na proces korekcji liczby i rozmieszczenia fotopunktów, jakości NMT oraz metod korekcji geometrycznej. Tą część badań można podsumować stwierdzeniem, że z obrazów satelitarnych Ikonos i QuickBird można stosunkowo łatwo wytworzyć ortofotomapy o dokładności wyrażonej przez błąd średni w zakresie 1.0÷1.5 m, a więc pod względem dokładności sytuacyjnej spełniające wymagania stawiane ortofotomapie w standardzie TBD (Kurczyński *et al.*, 2005; Kurczyński *et al.*, 2006a).

5. ANALIZA WYNIKÓW

W wyniku prac eksperymentalnych na obszary testowe opracowano łącznie 11 b.d. wektorowych: 9 powstałych poprzez wektoryzację ortofotomap satelitarnych i 2 ze zdjęć lotniczych. Dla dwóch obszarów testowych (Warszawa i Włocławek) dysponowano dodatkowo istniejącymi już pełnymi b.d. w standardzie TBD opracowanymi w rutynowym procesie produkcyjnym, tj. na bazie zdjęć lotniczych 1:26 000.

Rysunek 1 ilustruje fragmenty baz danych geometrycznych z obszaru testowego „Warszawa”, otrzymane z wektoryzacji różnych źródłowych ortofotomap satelitarnych i ortofotomapy lotniczej. Dla porównania prezentowane są również odpowiadające im fragmenty pełnej bazy TOPO TBD, oraz papierowej mapy topograficznej w skali 1:10 000. Skala prezentacji baz wynosi około 1:8 000.

Opracowane b.d. poddano analizom pod kątem:

- stopnia kompletności obiektów możliwych do opracowania na podstawie różnych materiałów źródłowych,
- stopnia wypełnienia atrybutów tych obiektów możliwych do pozyskania poprzez interpretację materiałów źródłowych.

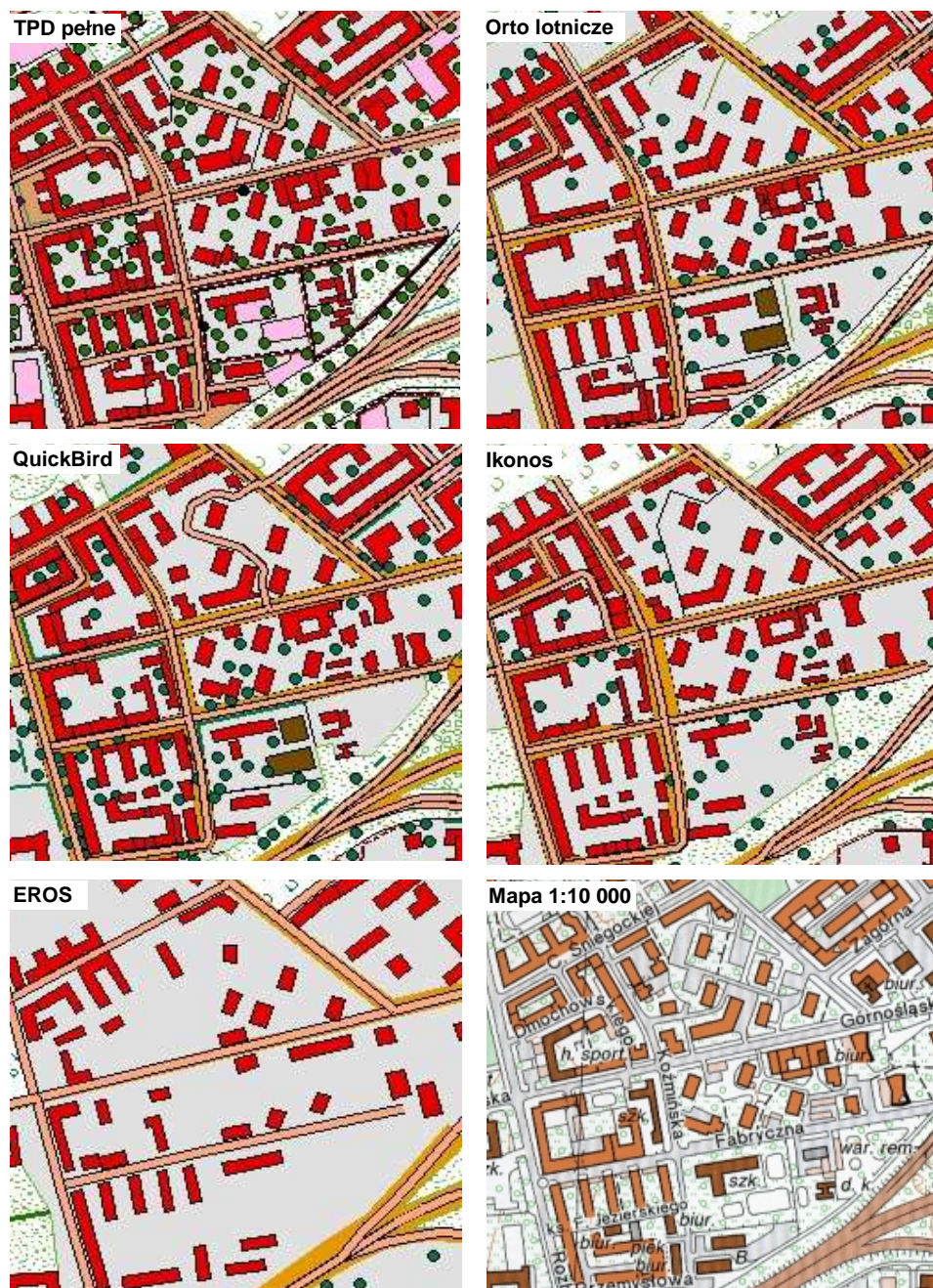
Opracowania porównywano między sobą, oraz z opracowaniami wzorcowymi (referencyjnymi), które stanowiły opracowania danych wektorowych na bazie zdjęć lotniczych (tj. podstawowego źródła danych TBD), oraz dostępne pełne b.d. TBD.

W opracowaniach satelitarnych występuje ponad 60 klas obiektów topograficznych, tj. tyle klas obiektów (wchodzących w zakres TBD na Poziomie III uogólnienia) udało się wykryć, pomierzyć (zwektoryzować) i nadać im wybrane atrybuty. Analizy prowadzono oddzielnie dla każdego opracowania i dla każdej klasy obiektów.

W analizie i wnioskach rozróżniano:

- stopień możliwych do opracowania obiektów na bazie poszczególnych opracowań satelitarnych w porównaniu z opracowaniami zdjęć lotniczych,
- stopień możliwych do opracowania obiektów na bazie zdjęć lotniczych w porównaniu z pełnym zakresem b.d. TBD.

Analizowano liczebność występujących obiektów oraz ich atrybuty w poszczególnych opracowaniach. Brano pod uwagę i porównywano nie tylko liczebność obiektów w poszczególnych klasach, ale również sumaryczną powierzchnię obiektów lub ich długość.



Rys. 1. Fragmenty baz danych geometrycznych (obszar „Warszawa”): pełne TBD, orto lotnicze, QuickBird, Ikonos, EROS, mapa 1:10 000 (skala wizualizacji ok. 1:8 000)

Uogólniając przeprowadzone analizy można stwierdzić, że wysokorozdzielcze obrazy satelitarne typu QuickBird i Ikonos mogą stanowić źródło danych dla tworzenia b.d. wektorowych TBD. Pod względem zakresu możliwej do opracowania treści obrazy te dla większości klas nie ustępują, lub nieznacznie ustępują tradycyjnym zdjęciom lotniczym w skali 1:26 000. Z tych dwóch źródeł pewną przewagę wykazuje QuickBird, zwłaszcza tam, gdzie chodzi o opracowanie obiektów małych. Zdecydowanie gorzej wypada EROS, ze znacznie mniejszym zakresem możliwości wykrycia i opracowania obiektów. Obrazy z tego systemu nie są wystarczające dla tworzenia b.d. wektorowych w standardzie TBD.

Na obrazach QuickBird i Ikonos dobrze są rozpoznawalne m.in.: sieci cieków, sieci dróg i kolei, budynki, obiekty przyrodnicze, linie energetyczne na słupach (tylko na QuickBird). Słabo są rozpoznawalne m.in.: ogrodzenia, umocnienia wodne, pomniki, fontanny, itp. obiekty „punktowe”.

6. STANDARD TBD II

Wynikiem badań eksperymentalnych zawartości treści obrazów satelitarnych było zdefiniowanie nowego standardu bazy TOPO TPD – Baza Danych Topograficznych na drugim poziomie uogólnienia treści - TBD II.

W porównaniu z pełnym zakresem treści (TBD I) zakres treści TBD II charakteryzuje:

- brak klasy „Budynki” BBBB,
- brak klasy „Ogrodzenia” BBOG 01,
- brak grupy klas „Obiekty inne” OI (np. drzewa, głązy, przystanki, fontanny, słupy kilometrowe, kapliczki itp. obiekty „punktowe”).

Możliwość opracowania Bazy Danych Topograficznych w standardzie TBD II przetestowano w warunkach produkcyjnych w formie wdrożenia. Opracowaniem objęto obszar 4 sekcji mapy topograficznej w skali 1:10 000, położony w województwie kujawsko-pomorskim. Obszar opracowania to w przeważającej większości tereny rolnicze (ponad 90 % obszaru). Obszar ten jest pokryty ortofotomapą z pikselem 0.6 m wytworzoną z obrazów QuickBird. Jest również dostępna pełna b.d. TBD, bazująca na zdjęciach lotniczych. Oznacza to, że można było porównać opracowaną b.d. TBD II z istniejącym pełnym opracowaniem, traktowanym jako opracowanie referencyjne. Wdrożenie zrealizowano w Warszawskim Przedsiębiorstwie Geodezyjnym S.A.

7. KOMENTARZ I WNIOSKI KOŃCOWE

1. Wdrożenie potwierdziło, że wysokorozdzielcze obrazy satelitarne typu QuickBird czy Ikonos, o przestrzennej zdolności rozdzielczej (pikselu) poniżej 1 m, mogą stanowić dobry materiał źródłowy dla tworzenia bazy danych wektorowych Bazy Danych Topograficznych (TBD) w standardzie TBD II.

2. Obrazy takie nie ustępują zdjęciom lotniczym w skali 1:26 000, stosowanym tradycyjnie dla tego celu. Biorąc pod uwagę, że w przypadku obrazów satelitarnych mamy do dyspozycji kompozycje barwne, w tym również barwne w podczerwieni, dla ekstrakcji

niektórych klas obiektów obrazy takie wykazują nawet przewagę nad czarno-białymi zdjęciami lotniczymi.

3. Zaproponowany standard TBD II przewiduje tylko b.d. topograficznych TOPO. Nie zawiera bazy NMT i ORTO. Takie sformułowanie standardu odpowiada obecnej sytuacji i potrzebom krajowym. Cały kraj jest pokryty zdjęciami lotniczymi, bazą NMT i ORTO spełniającymi wymagania „pełnego” TBD. Brak jest natomiast pokrycia komponentem TOPO, który jest najbardziej czasochłonny i kosztowny, a którego brak coraz bardziej odczuwamy.

4. Zaproponowany standard TBD II, tj. o zubożonej treści, pozwala opracować Bazę Danych Topograficznych szybciej i taniej. Standard ten może być oparty zarówno na wysokorozdzielczych zobrazowaniach satelitarnych, jak i zdjęciach lotniczych w skali 1:26 000, jako danych źródłowych. Standard TBD II może przełamać dotychczasową trudność, tj. małe tempo pokrywania kraju takim produktem. GUGiK postrzega ten standard również szerzej, jako standard który będzie mógł być sprzęgnięty z pracami nad aktualizacją bazy VMap Level 2, oraz z bazami katastralnymi.

5. Analizy kosztów wskazują, że baza TOPO jest najbardziej kosztownym komponentem „pełnego” TBD. Koszt tego produktu stanowi 50-60 % kosztów pełnego TBD. Analiza kosztów opracowania bazy TOPO wskazuje, że najkosztowniejszy jest etap pozyskania danych wektorowych, który stanowi ponad 40% kosztów komponentu TOPO.

6. Biorąc pod uwagę obecne potrzeby krajowe oraz analizę kosztów, zastosowanie wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych dla tworzenia komponentu TOPO w standardzie TBD II może mieć ekonomicznie uzasadnione. Komponent taki, w porównaniu ze zdjęciami lotniczymi, może być wytwarzany z ograniczeniem kosztów na osnowę polową i aerotriangulację. Również pozyskanie aktualnych obrazów satelitarnych dla obszarów o ograniczonej powierzchni może być w indywidualnych przypadkach łatwiejsze i szybsze.

8. LITERATURA

Jacobsen K., Passini R. 2003. Accuracy Of Digital Orthophotos From High Resolution Space Imagery. Proceedings. of the Workshop High Resolution Mapping from Space, Hanover.

Kurczyński Z. 2004. Współdziałanie wieloźródłowych systemów obrazowania powierzchni Ziemi. *Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Geodezja, Zeszyt 39*, Oficyna Wydawnicza PW.

Kurczyński Z., Wolniewicz W. 2005. Ocena przydatności obrazów satelitarnych o bardzo dużej rozdzielczości (VHRS) do tworzenia bazy danych topograficznych. *Przegląd Geodezyjny*, 2005 Nr 05, s. 3-10.

Kurczyński Z., Wolniewicz W. 2006a. Assessment of the VHRS Images for Elaboration of the Topographic Data Base 1: 10 000 in Poland. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVI-1/W41.

Kurczyński Z., Wolniewicz W. 2006b. Eksperymentalne opracowanie komponentu danych wektorowych TOPO Bazy Danych Topograficznych (TBD) na podstawie wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych. *Przegląd Geodezyjny* (w druku).

Nale D. K. 2002. QuickBird - Aerial Product Comparison Report (prepared by EMAP International for DigitalGlobe), <http://www.digitalglobe.com>.

VERY HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGES AS A SOURCE FOR PREPARATION OF VECTORIAL DATA IN TBD STANDARD

KEY WORDS: VHRS, Ikonos, QuickBird, EROS, image content, topographic data base, TBD

Summary

In Poland, a Topographic Data Base (TBD) has been constructed with the accuracy and contents equivalent to a traditional 1:10 000 scale topographic map. Such a database was based on an orthophotomap with 0.5 m pixels prepared from aerial photographs on a scale of 1:26 000. The pace of development of this database is insufficient and the costs are substantial. This is especially true in the case of vectorial data bases. An option to create vectorial data bases TBD of reduced contents based upon VHRS satellite images is under consideration. The Regional Operations Center (ROC) opened for receipt and processing of Ikonos data is in favor of this option. In collaboration with GUGiK and Warsaw Technical University, a research project regarding evaluation of an opportunity to prepare a vectorial topographic database based on satellite data has been undertaken. Its experimental part was preceded by analysis of the cartographic potential of satellite images understood as the sum of the measurement and interpretational potential. In the context of the opportunity to create topographic databases, limited contents of satellite images is absolutely critical, and only then can their measurement potential be assessed. Professional literature offers numerous examples of studies of the geometry of such images, but it says much less about reliable research of their contents.

In three testing areas covered by satellite images from QuickBird, Ikonos and EROS, satellite orthophotomaps were generated. Based on these maps, vectorial data in TBD structure was produced. The data were analyzed in terms of their content and conformity with TBD. It was found that in the majority of object classes of the TBD database, QuickBird and Ikonos images are almost equivalent to, or just slightly worse than, traditional 1:26 000 scale aerial photographs. EROS images are not useful for this particular purpose.

As a result of these investigations, a new standard (TBD II) was established, which is of slightly poorer contents but which satisfies the required location accuracy, thus enabling it for VHRS images. It may also be applied to less urbanized areas. One estimates that this standard will facilitate elaboration of the TBD by making it much faster and less expensive. At the implementation stage, the suggested standard was tested in a production environment. Technical and economic analyses of the executed implementation works showed that the satellite images are very useful for establishment of TBD vectorial data bases.

Dr hab. inż. Zdzisław Kurczyński
e-mail: kurczynski@wp.pl
tel. +22 2347690

Dr inż. Wiesław Wolniewicz
e-mail: W.Wolniewicz@gik.pw.edu.pl
tel. +22 2347358