

B. Kwoczyńska

Akademia Rolnicza w Krakowie

ANALIZA ORTOFOTOMAP CYFROWYCH GENEROWANYCH NA PODSTAWIE MULTITEMPORALNYCH ZDJĘĆ LOTNICZYCH

© Kwoczyńska B., 2005

Digital orthophoto application for the uniform Spatial Information System in Poland has been already visible for several years. These maps have however use also near cadastre modernization and also in project works. Underlining the part what can they perform near actualization of existing map and the use of terrains, it was generated and analysed orthophotomaps coming from the photos with different temporary periods. Terrains of neighbourhood's of water reservoir Domaniów formed in 2001 year were the object of investigations.

Wstęp. Prowadzone w ostatnich latach na terenie Polski prace zmierzają do założenia jednolitego Systemu Informacji Przestrzennej. Dotyczy to przede wszystkim zakładania Topograficznej Bazy Danych (TBD), zawierającej Numeryczny Model Terenu (NMT), ortofotomapę cyfrową oraz bazę danych wektorowych o dokładności i szczegółowości treści zbliżonej do tradycyjnej mapy topograficznej w skali 1:10000. Jest to możliwe dzięki pokryciu całej Polski zdjęciami lotniczymi w skali 1:26000. Wspomniane produkty mają stanowić referencyjne warstwy tworzonych systemów informacji przestrzennej o różnej szczegółowości i zasięgu obszarowym (Kurczyński Z., Wolniewicz W. 2005). Dzięki takim zasobom możliwe jest prowadzenie właściwej polityki dotyczącej ładu przestrzennego państwa, a w szczególności planowania zagospodarowania przestrzennego, ochrony środowiska, osłony przed klęskami żywiołowymi i tym podobne.

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej i korzystanie z jej funduszy pomocowych, a w szczególności z dopłat bezpośrednich UE dla rolnictwa wymusza stworzenie w naszym kraju Systemu Identyfikacji Działek Rolnych (LPIS), będącego integralną częścią systemu IACS.

Wytworzenie LPIS wymaga jednolitej – w skali kraju – osnowy geometrycznej, do której mają być odniesione przestrzenne mapy ewidencyjne (z częścią geometryczną i opisową). Taką osnową jest ortofotomapa sporządzona z dokładnością odpowiadającą mapie w skali 1:5000 i 1:2000 (w zależności od rejonu kraju). Istniejące obecnie dla większości obszaru Polski mapy w formie papierowej zostaną zeskanowane i skalibrowane (wpasowane geometrycznie) na ortofotomapę (Przywara J. 2003). Ma ona pełnić również inne ważne zadania na etapie budowy, a następnie funkcjonowania LPIS, a wśród nich:

- kontrola istniejących map ewidencyjnych,
- wydzielenie tzw. powierzchni funkcjonalnych (tj. takich, za które rolnik faktycznie może otrzymać dopłatę),
- pomoc przy składaniu indywidualnych wniosków o dopłaty,
- kontrola wniosków o dopłaty na różnych etapach i szczeblach organizacyjnych LPIS oraz wprowadzanie korekt do stwierdzonych nieprawidłowości.

Zapotrzebowanie na ten produkt fotogrametryczny jakim jest ortofotomapa, staje się zatem ogromne. Daje to możliwości, zwłaszcza polskim firmom fotogrametrycznym, do stworzenia nowych stanowisk pracy i rozwinięcia posiadanej już bazy sprzętowej stanowiącej fotogrametryczne stacje cyfrowe.

Wykorzystanie metod fotogrametrii cyfrowej dla potrzeb katastru nieruchomości i planowania przestrzennego. Wykorzystanie walorów informacyjnych zdjęć lotniczych z zastosowaniem technik komputerowych i metod cyfrowych ma istotne znaczenie przy pozyskiwaniu danych. Mogą one być pomocne nie tylko dla tworzenia systemu informacji przestrzennej, prac planistyczno – projektowych, ale również przy modernizacji ewidencji gruntów i budynków.

Zjawiskiem sprzyjającym wykorzystaniu metod fotogrametrycznych przy modernizacji ewidencji gruntów i budynków oraz zakładaniu katastru na terenach wiejskich jest wspomniane już wcześniej pokrycie Polski barwnymi zdjęciami w skali 1:26000, a wybranych miast zdjęciami w skali 1:5000.

W Polsce funkcjonuje obecnie ewidencja gruntów rozumiana jako substytut katastru nieruchomości. W ewidencji gruntów, z założenia stale aktualizowanej, zawarte są dane dotyczące powierzchni, rodzaju użytków, jakości gruntów oraz właściciela czy władającego. Dane te pozyskiwane są jak dotąd z bezpośrednich pomiarów terenowych. Obecnie dąży się do szerszego stosowania innych technologii, przede wszystkim technologii fotogrametrycznych. Cechuje je bowiem ta zaleta, że mogą zapewnić szybką aktualizację danych katastralnych, a decydującym przecież elementem jakości katastru jest jego aktualność.

Głównym problemem przy wykonaniu modernizacji jest wyznaczenie istotnych różnic przebiegu granic działek i użytków przez porównanie mapy katastralnej z obrazami cyfrowymi, utworzonymi w oparciu o zdjęcia lotnicze.

W ramach modernizacji ewidencji gruntów i założenia ewidencji budynków z wykorzystaniem technologii fotogrametrii cyfrowej wykonywane są następujące prace:

- konwersja danych opisowych ewidencji gruntów i map katastralnych do postaci numerycznej,
- usunięcie błędów grubych przebiegu granic działek,
- aktualizacja przebiegu granic użytków i w wyjątkowych wypadkach także konturów klasyfikacyjnych,
- obliczenie powierzchni użytków i konturów klasyfikacyjnych w ramach działek,
- założenie katastru budynków powiązanego z ewidencją gruntów (Gajderowicz I., Żarnowski A. 2002).

Fotogrametria pozwala sformułować nowy typ katastru, zwany katastrem wielozadaniowym, ekonomiczny, prosty i bardzo sprawny, dostarczający dane pomiarowe zaspakajając nieomal kompletnie potrzeby kraju.

Równie ważną rolę odgrywają produkty fotogrametrii cyfrowej w planowaniu przestrzennym.

Ortofotomapa, posiadając właściwości zarówno mapy, jak i zdjęcia lotniczego, może równocześnie spełniać rolę obydwu dokumentów w pracach nad planami zagospodarowania przestrzennego i służyć jako:

- bezpośrednie źródło informacji o terenie, jego ukształtowaniu i rozmieszczeniu na nim różnych elementów. Podobnie jak zdjęcie lotnicze, z którego została sporządzona, jest dostępnym źródłem aktualnych danych, a one mogą być uzupełnione wykazami administracyjnymi (zaludnienie, szkolnictwo itp.), pomiarami geodezyjnymi, dotyczącymi użycia arealów rolnych, danymi ekonomicznymi, spisami powszechnymi czy danymi o sposobie zagospodarowania terenu;
- kontrola zgodności i kompletności innych źródeł informacji i kontrola zachodzących zmian czy zgodności realizacji założeń obowiązujących planów zagospodarowania przestrzennego;
- podkład do kartograficznego przedstawiania wyników prac badawczych i projektów planów zagospodarowania przestrzennego;
- podkład do opracowania projektów technicznych i realizacyjnych planów zagospodarowania przestrzennego;
- źródło dodatkowych informacji, np. o zmianach zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

Do celów opracowania planów zagospodarowania przestrzennego szczególnie użyteczne są takie informacje, jak lokalizacja granic działek, użytkowania i zabudowy, rozmieszczenie urządzeń liniowych, dróg, tras komunikacyjnych, sieci energetycznej oraz rzek, potoków i innych zbiorników wodnych. Obraz fotograficzny ortofotomapy przekazuje większy zakres informacji niż mapa kreskowa, a z bogactwa szczegółów jakie są w nim zawarte opracowaniom planistycznym mogą służyć też informacje o stanie zadrzewienia i zakrzewienia, granic zalewowych oraz wszystkie inne informacje, które są związane z charakterem terenu.

Ortofotomapy nadają się doskonale do nanoszenia wyników studiów fizjograficznych. Mogą one ułatwić określenie granic występowania zjawisk hydrogeologicznych czy klimatycznych. Łącznie z modelem

przestrzennym mogą być wykorzystane do rekonstruowania architektonicznych układów zabytkowych, a także studiów historycznych czy do przedstawiania wyników inwentaryzacji szczegółowej.

Przedmiot i metodyka badań. W celu przedstawienia roli jaką mogą odegrać ortofotomapy cyfrowe wygenerowane w różnych okresach czasowych oraz wskazania na możliwości wykorzystania ich również na potrzeby mapy zasadniczej, wygenerowano ortofotomapy w skali 1:5000 na podstawie multitemporalnych zdjęć lotniczych. Zdjęcia wykonane były dla okolic nowopowstałego zbiornika wodnego Domaniów, z okresów przed i po jego napełnieniu. Skala zdjęć wynosiła 1:26000, a pochodziły one z nalogów z 1997 r. (zdjęcia barwne) i z 2001 r. (zdjęcia panchromatyczne).

Zdjęcia zeskanowano z rozdzielczością 1200 dpi i stanowiły one następnie podstawę do wygenerowania na fotogrametrycznej stacji cyfrowej firmy Intergraph ortofotomap cyfrowych w skali 1:5000 z pikselem terenowym 0.5 m. Pomniejszenia wymienionych ortofotomap przedstawiają ryciny 1 i 2.

Orientacja bezwzględna zdjęć została wykonana na podstawie fotopunktów naturalnych, których współrzędne zostały wyznaczone metodą GPS. Zagęszczenie osnowy uzyskano na drodze aerotriangulacji z wykorzystaniem oprogramowania Photo-T.

Jak wynika z raportów powstałych w rezultacie wyrównania w projekcie dla zdjęć barwnych otrzymano średni błąd typowego spostrzeżenia równy $\sigma_0 = 8,8\mu\text{m}$ w skali zdjęcia, co odpowiada 0,2m. Średnia wartość poprawek do współrzędnych fotopunktów wyniosła:

$$m_x = 0,30\text{m}, m_y = 0,29\text{m}, m_z = 0,40\text{m}.$$

Natomiast średnie błędy współrzędnych punktów zagęszczających były następujące:

$$m_x = 0,33\text{m}, m_y = 0,28\text{m}, m_z = 0,49\text{m}.$$

Analogicznie dla projektu zdjęć panchromatycznych otrzymano średni błąd typowego spostrzeżenia równy $\sigma_0 = 7,6\mu\text{m}$ w skali zdjęcia, co odpowiada 0,19 cm.

Średnia wartość poprawek do współrzędnych fotopunktów wyniosła:

$$m_x = 0,29\text{m}, m_y = 0,20\text{m}, m_z = 0,21\text{m},$$

a średnie błędy współrzędnych punktów zagęszczających przedstawiły się następująco:

$$m_x = 0,30\text{m}, m_y = 0,25\text{m}, m_z = 0,43\text{m} \text{ (Kwoczyńska B. 2004)}.$$

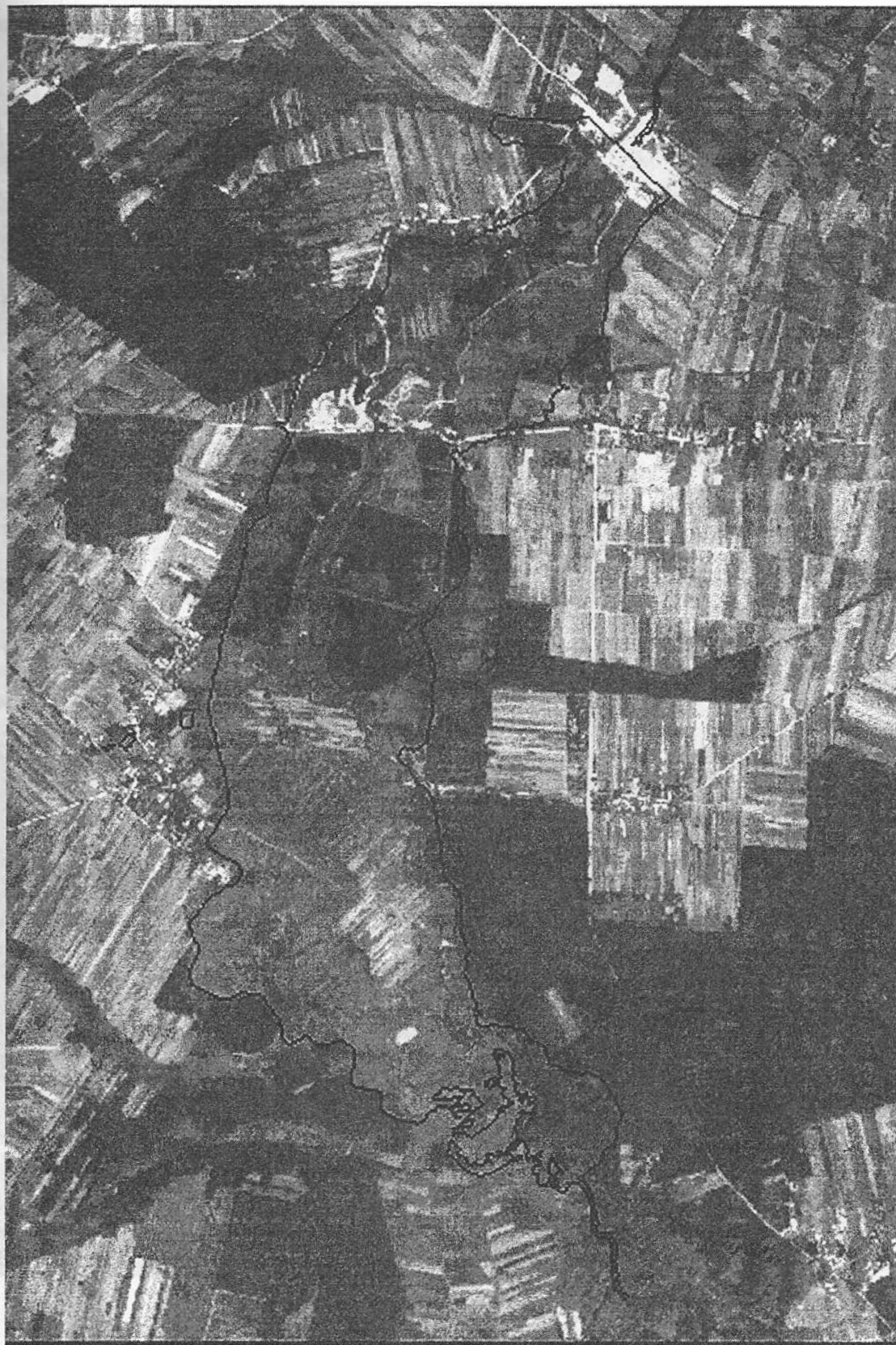
Dla każdego z projektów uzyskano po 4 modele stereoskopowe, na których pomierzono ręcznie linie nieciągłości terenu oraz linie wyłączeń. Automatycznie wygenerowano NMT, a weryfikację punktów odstających przeprowadzono przy stereoskopowej obserwacji modeli z zastosowaniem ISSD. Gęstość oczka siatki NMT wynosiła 30m. Generowanie ortofotografii odbywało się z wykorzystaniem ISBR z zastosowaniem interpolacji biliniowej, a mozaikowanie przeprowadzono w programie I/RAS C.

Tak powstałe ortofotomapy poddano analizie i oceniono zmiany jakie nastąpiły w sposobie zagospodarowania oraz użytkowania terenów przyległych do zbiornika Domaniów. Zwrócona została szczególna uwaga na nowe formy krajobrazu jakie pojawiły się w wyniku zalania zbiornika wodnego, a które niewątpliwie można zaobserwować na ortofotomapie.

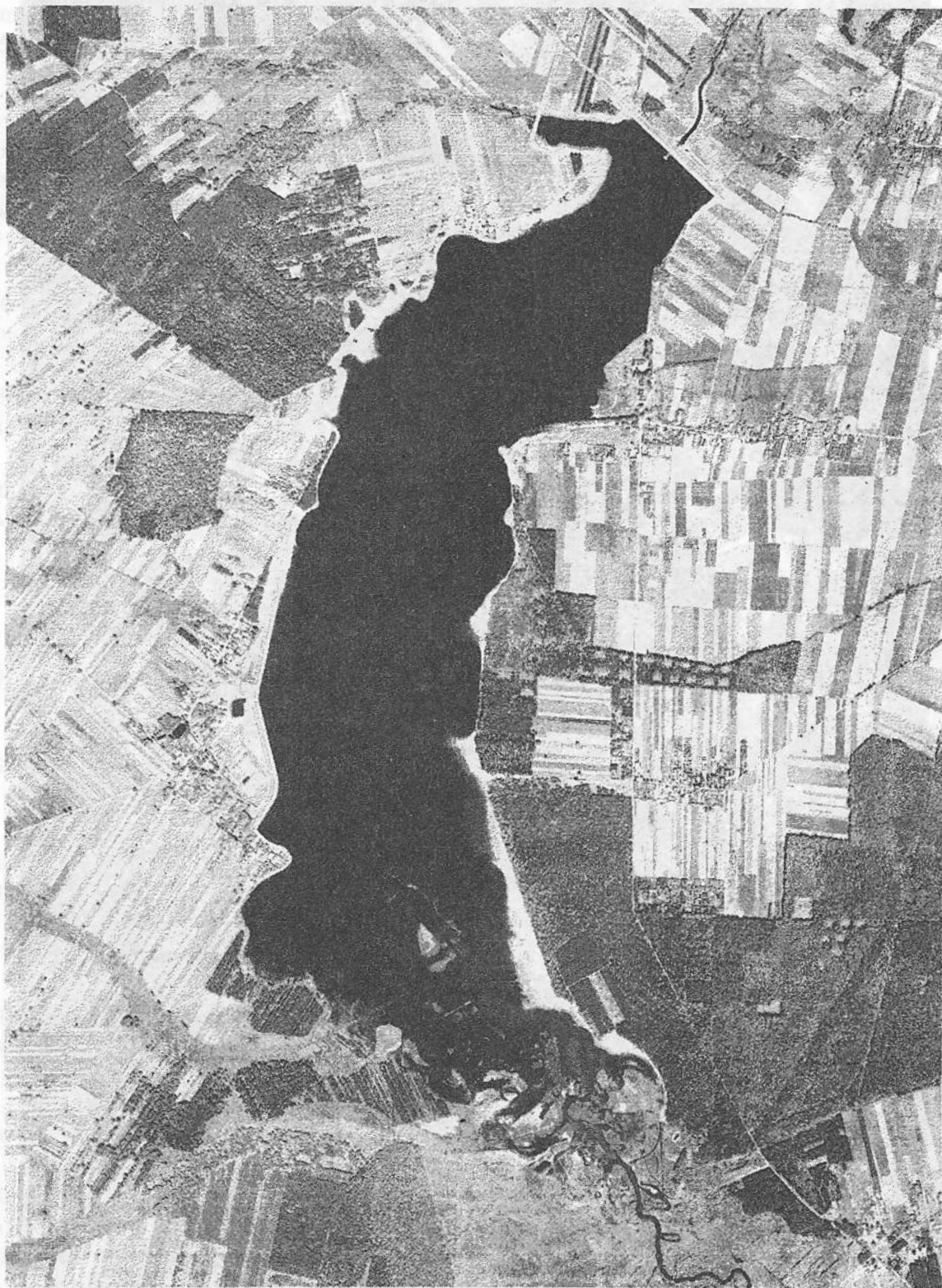
Dodatkowo wybrane elementy ortofotomap porównano z numeryczną mapą zasadniczą powstałą w sposób pośredni tj. poprzez skanowanie i digitalizację istniejącej mapy kreskowej.

Skanowanie kopii mapy zasadniczej wykonane zostało na skanerze stołowym OCE o formacie A0 z rozdzielczością 300dpi, co dało rozmiar piksela około 0,15m. Kalibrację uzyskanych obrazów rastrowych dokonano poprzez transformację afiniczną w oparciu o minimum 10 punktów dostosowania. Średni błąd kalibracji nie przekraczał 30-40 cm. Digitalizacji elementów mapy zasadniczej dokonano w programie MicroStation V8.

Analizie poddane zostały tereny położone po zachodniej stronie zbiornika wodnego, a należące do gminy Przytyk. Porównano tylko te elementy mapy zasadniczej, które mogły być jednoznacznie określone na ortofotomapach – determinowała je rozdzielczość terenowa piksela ortofotomap. Zestawienie wyników przedstawia tabela.



*Ryc. 1. Ortofotomapa cyfrowa okolic zbiornika Domaniów wykonana na podstawie zdjęć
lotniczych z 1997 r. z wniesionym obecnie zasięgiem zbiornika
Materiał źródłowy CODGiK*



*Ryc. 2 Ortofotomapa cyfrowa okolic zbiornika wodnego
Domaniów wykonana na podstawie zdjęć lotniczych z 2001 r.
Materiał źródłowy CODGiK*

**Zestawienie różnic w położeniu punktów
na numerycznej mapie zasadniczej i badanych ortofotomapach cyfrowych.**

Grupy szczegółów	Ortofotomapa w skali 1:5000 z pikselem 0,5m w terenie					
	barwna			panchromatyczna		
	m_x	m_y	m_p	m_x	m_y	m_p
Granice własności	0,46	0,65	0,80	1,13	0,81	1,39
granice dróg	0,72	0,60	0,94	0,67	0,49	0,83
granice rowów melioracyjnych	0,45	0,33	0,56	0,95	0,67	1,16
przyziemia budynków	0,43	0,72	0,84	1,23	0,70	1,42
kontury skarp	*	*	*	0,37	0,65	0,75

* Brak wielkości wynika z faktu pojawienia się tych elementów dopiero po zalaniu zbiornika wodnego.

Jak wynika z załączonej tabeli błędy jakie osiągnięto dla barwnej ortofotomapy są mniejsze od tych samych, jakie można zaobserwować dla ortofotomapy panchromatycznej. Zarówno jedne, jak i drugie spełniają jednak wymogi stawiane mapom w skali 1:5000, a mianowicie błąd położenia punktu nie przekracza 0.3 mm w skali mapy.

Przeprowadzona analiza dowiodła, że ortofotomapy cyfrowe generowane z pikselem terenowym 0,5m mogą być z powodzeniem stosowane zarówno do aktualizacji katastru, jak i map zasadniczych w skali zbliżonej do skal ortofotomap.

Wnioski. Podsumowując analizę ortofotomap generowanych na podstawie zdjęć lotniczych pochodzących z różnych okresów czasowych należy stwierdzić, że zmiany w sposobie zagospodarowania oraz użytkowania, jakie nastąpiły po napełnieniu zbiornika wodnego, widoczne są tylko na terenach bezpośrednio sąsiadujących ze zbiornikiem. Część terenów rolnych została zastąpiona terenami zielonymi, a dotyczy to również terenów zadrzewionych. W południowej części zbiornika znaczny obszar terenów leśnych obecnie stanowi teren zalewowy, a w części środkowo-zachodniej obok stawów pojawiła się również sieć rowów. Wybudowanie zapory na rzece Radomce spowodowało zmiany w infrastrukturze sieci dróg i mostów tam występujących, a które to doskonale są widoczne na ortofotomapach.

Wszystko to jest możliwe do zaobserwowania, dzięki szczególnym walorom jakie posiada ortofotomapa, a których to pozbawione są mapy kreskowe. Kartometryczność ortofotomap przemawia za stosowaniem ich nie tylko do celów porównawczych, ale również za wykorzystaniem ich do celów aktualizacji istniejących podkładów mapowych.

1. Gajderowicz I., Żarnowski A. *Modernizacja ewidencji gruntów i założenie ewidencji budynków na podstawie metod i technologii fotogrametrii cyfrowej // Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe "Fotogrametria i teledetekcja w społeczeństwie informacyjnym", AFKiT vol. 12, Białobrzegi k. – Warszawa, 2002.* 2. Kurczynski Z., Wolniewicz W. *Ocena przydatności obrazów satelitarnych o bardzo dużej rozdzielczości (VHRS) do tworzenia bazy danych topograficznych. Przegląd Geodezyjny. – 2005. – Nr 5.* 3. Kwoczyńska B. *Zmiany elementów krajobrazu wokół zbiornika wodnego Dominiów zarejestrowane na podstawie ortofotomap cyfrowych. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich. Seria monografie. – 2004. – T. 4.* 4. Przywara J. *Zabawa w LPIS. Geodeta. – 2003. – Nr 2.*

Recenzował: Prof. Dr hab. inż. Oleksandr Dorozhynskyy, AR Kraków.