

Ryszard Preuss

INTEGRACJA FOTOGRAMETRII Z GIS/LIS

1. Wprowadzenie.

Śledząc uważnie rozwój fotogrametrii można stwierdzić, że aktualne nowinki technologiczne tej dyscypliny są ściśle związane z najważniejszymi osiągnięciami innych dyscyplin naukowych i technicznych. Wynalazek samolotu pozwolił na stworzenie działu fotogrametrii lotniczej. Ugruntowało to znaczącą rolę tej technologii w geodezji, a w szczególności w zakresie opracowywania map topograficznych i wielkoskalowych gospodarczych. Dzięki osiągnięciom w mechanice precyzyjnej i optyce istniał przez długi okres (do połowy lat 80-tych) nieustanny rozwój działu fotogrametrii analogowej. Ostatnim osiągnięciem w tym dziale była konstrukcja autografów serii Aviomap. W instrumencie tym zastosowano przesuw mostka bazowego na poduszce powietrznej co miało mu zagwarantować niezawodność i precyzję geometryczną na wiele lat. Niestety instrument ten już na etapie konstrukcyjnym był przestarzały moralnie ze względu na masowe wejście do produkcji autografów analitycznych. W okresie 1955-85 dzięki technice komputerowej i uzyskaniu przez nią odpowiedniej niezawodności rozwijana jest fotogrametria analityczna oraz numeryczna forma opracowań. W pierwszej fazie konstruktorzy skupili się na stworzeniu oprogramowania pozwalającego na kodowanie rysunku w postaci numerycznej z możliwością jego korekcji na tym samym stanowisku pracy. Pozwoliło to na wyeliminowanie pracy kreślarza, gdyż czystorys można w tej technologii sporządzać na ploterze. Dzięki powszechnemu stosowaniu autografu analitycznego w latach 80-tych nastąpiła praktyczna dominacja tej technologii, szczególnie w opracowaniach wielkoskalowych. W ostatnich latach obserwujemy rozwój systemów informacji przestrzennej.

Systemy informacji przestrzennej służą do pozyskiwania, archiwizowania, przetwarzania (analizowania) i prezentowania danych opisujących relację pomiędzy obiektami świata rzeczywistego.

Pod pojęciem GIS (Systemy Informacji Geograficznej) rozumiane są różnorodne organizacyjno-techniczne systemy służące do zarządzania gospodarką, planowania przestrzennego, ochrony środowiska itp.

W większości systemów GIS/LIS relacje przestrzenne pomiędzy obiektami są wyrażane w układzie współrzędnych płaskich XY. Tak zorganizowana baza danych (najczęściej składająca się z wielu warstw) jest fachowo określana jako baza typu 2D. W praktyce pełną bazę typu 3D tworzy się jedynie dla prac o charakterze inwentaryzacyjno - projektowym (np. dla prowadzenia budowy obiektów przemysłowych). Dla zadań wymagającego trzeciego wymiaru najczęściej wykorzystywane są bazy typu 2D + 1D.

Przy tworzeniu i aktualizacji wymienionych typów baz danych są z powodzeniem stosowane różnorodne technologie fotogrametryczne.

Współcześnie technologie fotogrametryczne bazują całkowicie na numerycznych metodach pomiaru i opracowania realizujących:

- aerotriangulację
- pomiar DTM
- stereodigitalizację
- ortofotografię cyfrową.

O zakresie zastosowań poszczególnych metod decydują głównie takie czynniki jak:
możliwość klasyfikacji obiektów przestrzennych,
efektywność i niezawodność pozyskiwania,
forma pozyskiwanych danych (wektorowa, rastrowa),
dokładność pozyskiwanych danych.

Obecny rozwój technologii fotogrametrycznych nie ogranicza się jedynie do sprostania potrzebom zasilania systemów informacyjnych lecz dąży do pełnej integracji z tymi systemami w celu osiągnięcia wyższego stopnia automatyzacji w procesach przetwarzania informacji ze zdjęć lotniczych i satelitarnych.

W niniejszym artykule autor przedstawia wymagania systemów GIS/LIS, aktualne tendencje w technologiach fotogrametrycznych oraz ich rolę w pozyskiwaniu i aktualizacji baz danych.

2. Dane geometryczne w systemach informacyjnych.

Zgodnie z definicją pod pojęciem systemów GIS/LIS rozumiane są komputerowo wspomagane systemy realizujące analizy dla określonego spektrum zastosowań na bazie skonfigurowanego sprzętu, oprogramowania, organizacji i danych. Dane dla takich funkcji muszą być zorganizowane i przyporządkowane przestrzennie. Podstawowymi elementami w bazie danych są obiekty reprezentujące unikalne geometrycznie i fizycznie jednostki świata rzeczywistego.

Jednostki te są najczęściej grupowane w klasy obiektów. Geometria obiektów może być reprezentowana w bazie w formie wektorowej lub rastrowej. Lokalizacja obiektu jest dodatkowo definiowana poprzez określenie topologii. Do geometrii obiektu dopiero przyporządkowane są jego dane opisowe i atrybuty.

Geometria danych może być określana w różnych wymiarach. Od dwuwymiarowej (2D) lokalizującej jedynie obiekt na płaszczyźnie odwzorowania do przestrzennej (3D) w której obiekty są rejestrowane jako bryły przestrzenne w modelu przestrzeni trójwymiarowej. W praktyce wymiar danych typu 3D jest docelowym rozwiązaniem, ale obecnie jest stosowany jedynie w obsłudze dużych inwestycji przemysłowych. Przeważa baza danych zorganizowana w wymiarze 2D+1D gdzie ukształtowanie pionowe terenu stanowi odrębną warstwę w systemie. Forma rejestracji danych zależy głównie od stopnia szczegółowości i zakresu zastosowań systemu. Dla celów katastralnych, zaopatrzenia w energię i komunalnych stosuje się dane w formie wektorowej. Dla globalnych systemów bazy są zorganizowane w formie rastrowej. Natomiast dla celów planowania regionalnego, ochrony środowiska czy map kartograficznych stosowana jest grafika hybrydowa (wektorowa i rastrowa jednocześnie).

Należy podkreślić, że o sukcesie zastosowań każdego systemu decydują dane. Większość nakładów finansowych związanych z funkcjonowaniem systemów GiS/LiS pochłania tworzenie a następnie aktualizacja baz danych (ok:90%).

Do pozyskiwania danych geometrycznych są wykorzystywane następujące metody:

- digitalizacja istniejących map,
- pomiar terenowy instrumentami typu "total-station",
- pomiar terenowy odbiornikami GPS,
- pomiar fotogrametryczny na zdjęciach lotniczych.

Biorąc pod uwagę wspomiane wcześniej wysokie koszty organizacji bazy danych w systemie o ostatecznym wyborze metody pozyskiwania decydują następujące kryteria:

- dokładność geometryczna i tematyczna,
- poprawność i kompleksowość danych,
- aktualność informacji,
- efektywność i koszty pozyskania.

Pozyskane dane muszą podlegać weryfikacji pod kątem geometrii, topologii i zgodności wprowadzonych atrybutów. Dla danych geometrycznych są stosowane różne metody. Przykładowo informacje zdigitalizowane z istniejących map są kreślone na materiale transparentnym i poprzez nałożenie na mapę możemy łatwo wychwycić przekłamania. Podobne rozwiązanie można zastosować dla danych wektorowych, pozyskanych z pomiarów bezpośrednich lub procesu stereodigitalizacji, poprzez nałożenie ich obrazu graficznego na ortofotomapę. Numeryczne modele terenu są kontrolowane poprzez generowanie warstwic lub rysunków perspektywicznych.

Baza danych systemu GiS podlega szybkiej dezaktualizacji i dlatego musi być ciągle aktualizowana i korygowana. Proces ten w praktyce nie jest ciągły i rytm aktualizacji jest dostosowywany do charakteru systemu. Do tego rytmu są dobrane metody aktualizacji oraz sposób ich przeprowadzania.

Analizując wymienione wcześniej wymogi stawiane danym geometrycznym oraz niektórym opisowym możemy stwierdzić, że rozwój współczesnych technologii fotogrametrycznych jest w stanie spełnić większość postulatów co jest prezentowane w kolejnym rozdziale.

3. Aktualne tendencje w fotogrametrii.

W zakresie pozyskiwania.

Danymi źródłowymi dla opracowań fotogrametrycznych mogą być obrazy cyfrowe pozyskiwane z pułapu satelitarnego lub lotniczego (SPOT, MOMS, CCD-kamery). Ostatnio prowadzi się próby z kamerami cyfrowymi o matrycach rzędu 4000x4000 pikseli. Jednakże nawet te kamery nie są konkurencyjne do zdjęć fotograficznych. Dane źródłowe w postaci cyfrowej z systemów teledetekcyjnych z powodzeniem zasilają systemy globalne i regionalne. W szczególności są one wykorzystywane dla celów ochrony środowiska naturalnego, geologii i zasobów naturalnych oraz map kartograficznych. Do szczegółowych interpretacji i pomiarów przez okres kilku najbliższych lat będą nadal stosowane zdjęcia lotnicze wykonywane z różnych nośników (samolotów, helikopterów, motolotni (Ultra-Light Aircraft i modeli zdalnie sterowanych) [1],[8],[10],[18].

Zdjęcia lotnicze są głównie wykorzystywane dla celów pomiarowych i interpretacyjnych w dużych skalach opracowaniach ($> 1:10\ 000$). Dla takich skal przeważają wektorowe opracowania numeryczne bazujące na stereodigitalizacji modeli zrekonstruowanych z wykorzystaniem autografów analitycznych. Pojawienie się sprzętu typu Image Station umożliwia również realizację stereodigitalizacji na podstawie modeli odtworzonych z obrazów rastrowych [13]. Jednakże w tym przypadku istnieje potrzeba konwersji źródłowego zdjęcia lotniczego na postać cyfrową. Stosowane są do tego celu różnego typu skanery bazujące na linijskiej lub matrycowej precyzyjnie pozycjonowanych względem przetwarzanego zdjęcia. Podstawowym problemem w tym procesie jest dobór właściwego rozmiaru piksela w celu zachowania źródłowej informacji radiometrycznej oraz precyzji geometrycznej zdjęcia lotniczego [5],[7],[13],[16].

O precyzji bezwzględnej pomiaru fotogrametrycznego decyduje skala zdjęć lotniczych, rodzaj zastosowanego stożka kamery oraz rozdzielność drobnych szczegółów. Dla polepszenia zdolności rozdzielczej obrazu zastosowano w nowo produkowanych kamerach kompensację efektu ruchu postępowego nośnika oraz stabilizację platformy kamery lotniczej. Pozwoliło to również na przedłużenie czasów naświetlania, a dzięki temu używania materiałów o niższej światłoczułości ogólnej. Budowa nowego typu platformy dla kamery lotniczej pozwoliła również na praktyczne wykorzystanie w samolocie innego typu środków rejestracji jak: spektrometr [13] oraz profiloskop laserowy [12].

Wykorzystanie techniki GPS w fotogrametrii pozwoliło na zwiększenie precyzji nawigacji samolotu i realizację zdjęć celowanych co w efekcie ogranicza liczbę wykonywanych zdjęć oraz umożliwia wykonywanie całych sekcji ortofotomap z pojedynczych zdjęć lotniczych [2],[11]. Przetworzenie w trybie off-line wyników pomiaru trajektorii lotu oraz uwzględnienie szeregu czynników dodatkowych prowadzi do precyzyjnego wyznaczenia środków rzutów (dokładność subcentymetrowa). Są one wprowadzone jako dodatkowe obserwacje do wrównania aerotriangulacji blokowej. Takie rozwiązanie prowadzi do drastycznego ograniczenia potrzebnej osnowy polowej (do czterech punktów!) [2],[17]. Zastosowanie więc wspomagania pomiaru fotogrametrycznego techniką GPS prowadzi do dalszej poprawy ekonomiczności tych prac.

W celu stworzenia możliwości stosowania metod fotogrametrycznych również dla małych obszarów prowadzone są próby oraz coraz liczniejsze praktyczne prace z zastosowaniem do wykonywania rejestracji (fotografowania) z wykorzystaniem motolotni oraz modeli zdalnie sterowanych [1],[8],[10],[18].

Biorąc potrzebę zwiększenia zakresu interpretacji treści zawartej na zdjęciach w celu określania wymaganych atrybutów obiektów w systemach GiS/LiS stosowane są coraz częściej materiały barwne w kolorach naturalnych lub spektrostrefowych. Głównym czynnikiem kształującym wynikową rozdzielczość fotograficzną obrazu jest w tradycyjnych kamerach lotniczych rozmycie obrazu wywołane ruchem postępowym oraz rotacją samolotu w czasie rejestracji. Dotychczas w warunkach krajowych dopuszcza się dla tego czynnika wartość 0.02 mm w skali zdjęcia. Daje to w efekcie „pomimo zdolności rozdzielczej obiektywu i materiału negatywowego powyżej 100 l/mm, rozdzielczość obrazu w granicach 20:40 l/mm. Dla ograniczenia wpływu rozmycia w kamerach nowej generacji

zastosowano urządzenie do kompensacji wpływu ruchu postępowego nośnika oraz dodatkowo w niektórych z nich (np: RMK-TOP) stabilizację osi kamery. Dzięki takim rozwiązaniom można w praktyce wpływ rozmazania ograniczyć do 5 mm w skali zdjęcia i uzyskać zdjęcia o rozdzielczości ok. 60 l/mm [14]. Dla kamer z kompensacją rozmazania obrazu winno się stosować materiały negatywowe typu UHR (Ultra High Resolution) charakteryzujące się rozmiarami halogenków srebra rzędu 0.3 mm. Takie materiały w badaniach testowych pozwoliły na uzyskiwanie wynikowej rozdzielczości zdjęcia sporządzanego małoformatową kamerą CONTAX RTS III rzędu 160 l/mm [10].

Firma Agfa-Gevaert wprowadziła do sprzedaży nową generację panchromatycznych filmów lotniczych z serii AVIPHOT [3].

Zakres uczulenia tego materiału został przesunięty w kierunku podczerwieni (dzięki wprowadzeniu do emulsji dodatkowych sensybilizatorów uczulonych na podczerwień) z 700 do 760 nm.

Rejestracja w zakresie bliskiej podczerwieni powoduje znaczne zwiększenie zróżnicowania tonalnego dla obszarów pokrytych uprawami i lasami przyczyniając się (dzięki zwiększeniu kontrastu) do zdecydowanego polepszenia możliwości interpretacji.

W zakresie opracowań.

Wyróżniamy współcześnie cztery całkowicie numeryczne metody pomiaru i opracowania realizujące:

- aerotriangulację
- pomiar DTM
- stereodigitalizację
- ortofotografię cyfrową.

a) Aerotriangulacja.

Proces aerotriangulacji jest etapem opracowania odtwarzającym relacje geometryczne dla bloku zdjęć lotniczych gwarantujące jednorodność pozyskiwanych danych z poszczególnych stereogramów.

Składa się on z obserwacji poszczególnych stereogramów oraz łącznego wyrównania obserwacji w bloku. W procesie obserwacji jest realizowana powszechnie aerotriangulacja on-line w wersji analitycznej dla całego bloku zdjęć lotniczych. Celem jej wykonania jest wykrywanie i eliminacja błędów odstających w rejestrowanych zbiorach obserwacyjnych oraz wyznaczanie parametrów inicjalnych dla równoczesnego wyrównania aerotriangulacji metodą niezależnych zdjęć lub modeli. Powszechnie uznaje się, że metoda niezależnych wiązek jest dokładniejsza i dzięki temu może znaleźć również zastosowanie do określania granic działek dla katastru.

b) Numeryczny Model Terenu (DTM).

Ukształtowanie pionowe terenu (DTM) przy zastosowaniu fotogrametrycznych technik numerycznych może być określane poprzez:

- bezpośredni pomiar warstwy,
- dynamiczną rejestrację przekrojów,
- pomiar wysokości w regularnej siatce sytuacyjnej.

Dwa ostatnie sposoby pozyskiwania są preferowane w przypadkach dalszego komputerowego wykorzystania danych (np: dla sterowania przetwarzaniem różnicz-

kowym zdjęć lotniczych w procesie wytwarzania ortofotografii). Oprogramowanie do pozyskiwania DTM na autografie analitycznym pozwala na stosowanie wszystkich wyżej wymienionych technik jednak głównie obserwacje są wykonywane statycznie w regularnej siatce co daje prawie dwukrotnie dokładniejsze rezultaty od pozostałych sposobów. Dodatkowo takie oprogramowanie posiada algorytmy pozwalające na bieżące dostosowywania rozmiaru rastra do krzywizny powierzchni na danym obszarze (metoda " Progressive Sampling"). Prezentacja rzeźby w tych sposobach pomiaru przy pomocy warstwic jest uzyskiwana wtórnie z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania jak HIFI lub SCOP.

Zastosowanie tradycyjnego sposobu bezpośredniej obserwacji warstwic wymaga wykonania orientacji bezwzględnej modelu, jednak pozwala na bezpośrednią korektę każdej rejestrowanej warstwic.

Jest to bardzo istotne kiedy chcemy poprawnie geomorfologicznie oddać charakter opracowywanego terenu. W niektórych autografach analitycznych (np DSR-15 firmy Kern - obecnie Leica) dla wyznaczania punktów DTM oraz wykonywania orientacji wzajemnej modelu wykorzystywane są obrazy cyfrowe fragmentów zdjęć lotniczych rejestrowane standardowymi kamerami CCD. Do wspomnianych operacji wykorzystuje się algorytmy bazujące na korelacji obrazów.

Ostatnio firmy oferujące autografy cyfrowe (np. Intergraph Image Station) w pakiecie oprogramowania dołączają programy do automatycznego generowania wysokościowego modelu terenu oparte na korelacji obrazów (MATCH-T). Proces ten jest oparty na zasadzie "piramidy" - stopniowej zmiany wymiarów pikseli w procesie korelacji i może przebiegać w sposób całkowicie automatyczny.

Uzyskany w tym rozwiązaniu model terenu charakteryzuje się wysoką dokładnością dzięki dużemu zagęszczeniu punktów wyznaczanych. W skład takiego pakietu oprogramowania wchodzi procedura "filtrująca" eliminująca punkty nie przynależne do powierzchni topograficznej. Czas generowania numerycznego modelu przy pomocy wspomnianego oprogramowania na komputerach wyposażone w procesory typu RISC nie przekracza 1 godziny przyczyniając się do znacznego przyspieszenia całego cyklu opracowania numerycznego na takim autografie.

DTM w systemach GIS/LIS stanowi najczęściej oddzielną warstwę, która jest wykorzystywana do analiz i prezentacji graficznych poprzez tworzenie:

- a) rysunku warstwicowego
- b) profili wysokościowych
- c) rysunków aksonometrycznych i perspektywicznych
- d) mapy spadków, pochyłości i ekspozycji

c) Stereodigitalizacja.

Dla wykonywania stereodigitalizacji wykonuje się rekonstrukcję modelu przestrzennego terenu na podstawie pary zdjęć na autografie analogowym, analitycznym lub cyfrowym, a następnie poprzez interpretację i pomiar określa się lokalizację wybranych obiektów w zewnętrznym układzie odniesienia. Stosowane oprogramowanie pozwala w procesie pomiaru nadawać automatycznie poszczególnym obiektom oryginalnych kodów gwarantując w ten sposób niezbędną niezawodność pomiaru, a następnie efektywne tworzenie lub aktualizację baz danych systemu GIS. Proces aktualizacji jest szczególnie efektywny w systemach wyposażonych w "superimpozycję" czyli projekcję obrazu wektorowego tworzonej mapy w układ optyczny instrumentu. Takie rozwiązanie sprzętowe stwarza warunki do prawidłowego prowadzenia procesu aktualizacji istniejących map numerycznych lub kontroli geometrycznej bazy systemów.

d) Cyfrowa ortofotografia.

Technika cyfrowej ortofotografii pozwala przetworzyć obraz utworzony w dowolnej projekcji (przykładowo zdjęcia lotnicze wykonane w rzucie środkowym) na obraz wynikowy w odwzorowaniu ortogonalnym. Do procesu korekcji geometrycznej wpływu orientacji zewnętrznej urządzenia rejestrującego oraz deniwelacji terenu określane są wcześniej parametry orientacji zewnętrznej oraz Numeryczny Model Terenu. Samo przetwarzanie ze względu na ilość danych (pikseli) podlegających obróbce wykonywane jest na specjalizowanych stacjach roboczych. Obrazy ortofotograficzne w formie cyfrowej stanowią często jedną z warstw w bazie danych. Wysoki stopień automatyzacji tej technologii pozwala na szybkie dostarczanie danych dla celów aktualizacji map topograficznych oraz planowania.

4. Zakres integracji.

Z przedstawionej charakterystyki współczesnych technologii fotogrametrycznych wynika, że są one w stanie zabezpieczyć pełne spektrum tworzenia geometrycznych baz od szczegółowych (kataster) do globalnych. Niewątpliwą zaletą pomiaru fotogrametrycznego jest w pełni przestrzenna inwentaryzacja obiektów. Dla szybkiego utworzenia systemu informacji geograficznej w skali regionalnej możemy w zakresie bazy geometrycznej wykorzystać jedynie produkty opracowań fotogrametrycznych. Mogą ją stanowić cyfrowa ortofotografia i numeryczny model terenu (DTM) zapisane w dwóch oddzielnych warstwach systemu. Zalety fotogrametrii są jeszcze wyraźniejsze jeżeli przeanalizujemy zagadnienie aktualizacji baz danych systemów informacyjnych. Zdjęcia lotnicze stanowią jedyną drogę do weryfikacji i aktualizacji. Superpozycja aktualnej treści prezentowanej na zdjęciach z zawartością bazy pozwala na szybkie i kompleksowe przeprowadzenie tego procesu. Można to zrealizować z wykorzystaniem specjalistycznego sprzętu fotogrametrycznego lub poprzez wykorzystanie generowanych cyfrowych ortofotomap. Dla podniesienia efektywności opracowań szczególnie cyfrowych obserwujemy bezpośrednie wykorzystywanie danych zawartych w bazach systemów GiS/LiS. Dotyczy to głównie punktów osnowy do odtwarzania orientacji bezwzględnej modelu lub orientacji zewnętrznej zdjęć.

Proces ten został w pełni zautomatyzowany w procesie tworzenia cyfrowej ortofotografii [4], a prowadzone są prace nad automatycznym odtwarzaniem orientacji bezwzględnej w autografach cyfrowych. Już obecnie mając jedynie mapę numeryczną możemy z powodzeniem zrealizować to zadanie na identyfikowanych szczegółach nawet dla zdjęć wielkoskalowych. Drugim powszechnie wykorzystywanym produktem systemów GiS jest DTM. Upraszcza to i skraca przygotowanie danych do przetwarzania zdjęcia na obraz ortofotomapy. Jest on ostatnio wykorzystywany w technice "monoplotingu" do określania współrzędnej Z punktów zlokalizowanych na ortofotografii. Informacje zawarte w bazach danych są również wykorzystywane w procesie opracowania i interpretacji obrazów satelitarnych poprzez uwzględnianie wzorcowych pól treningowych.

5. Podsumowanie.

Obserwowany rozwój w zakresie automatyzacji technologii fotogrametrycznych gwarantuje tej metodzie znaczącą rolę w zakresie zasilania baz danych systemów GiS/LiS. Jednocześnie zakres automatyzacji jest funkcją integracji fotogrametrii z systemami informacyjnymi. Jest to dobitnie widoczne na przykładzie cyfrowej ortofotografii. Podobny trend występuje w procedurach stosowanych na autografach cyfrowych. Wynikiem opracowania z tego instrumentu mogą być dane zarówno w postaci wektorowej jak i rastrowej. Powoduje to, że instrument tego typu zdominuje w najbliższym czasie pracownie fotogrametryczne. Wykorzystywana w instrumentach fotogrametrycznych "superimpozycja" stanowi podstawowe narzędzie do weryfikacji i aktualizacji baz danych geometrycznych systemów.

Bibliografia

- [1] V.G.Afremov, *Microflight Aircraft for Large-Scale Aerial Surveying*. Materiały komisji I ISPRS, Washington 1992
- [2] J.Andreasson, *Experiences from the Use of Computer Aided Aerial Photography with GPS at the National Land Survey of Sweden*, Materiały komisji I ISPRS, Washington 1992
- [3] W.Bahnmtler, *Aviphot B & W Films Sensitization and MTF*. Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992
- [4] E.P.Baltsavias, *Integration of ortho-images in GiS*. Materiały z "Tygodnia Fotogrametrycznego", Stuttgart 1993
- [5] H.P.Bahr, *Appropriate Pixel Size for Orthophotography*. Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992
- [6] A.E.Boberg, *Subjective vs. Objective Image Quality*. Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992
- [7] H.Diehl, *Optimal Digitization Steps for Usual Film Material*, Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992
- [8] L.Gherardi, *The Trial of Alternative Methods in Large Scale, Low Altitude Aerial Photography for Field Monitoring in Forestry*. Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992
- [9] J.Hakkarainen, *Symmetry of the MTF Aerial Cameras*, Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992
- [10] F.J.Heimes, *Hochauflösende Photographie mit der Contax RTS III - Messkammer mit Filmansaugung* Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992
- [11] P.Herms, *Einsatz von CCNS/GPS und RMK TOP. Neue Erfahrungen und Überlegungen zur Bildflignavigation*. Materiały z "Tygodnia fotogrametrycznego", Stuttgart 1991
- [12] T.Jacobs, *Systemintegration of Internal Navigation, Satellite Navigation and laser for Airborne Positioning*. Materiały z "Tygodnia fotogrametrycznego", Stuttgart 1991
- [13] K.Jacobsen, *Accuracy Requirements*. Materiały Digital Photogrammetry Seminar, Hoofddorp 1992
- [14] M.C.Mueksch, *A Real Time 3 Axis Compensation Platform and GPS-Based Navigation System for High Resolution Airborne Spectrometers*. Materiały komisji I ISPRS, Washington, D.C. 1992

- [15] S.Nekhin, Evaluation of Aerial Photographs Taken by Forward Motion Compensation Cameras. Materiały komisji I ISPRS, Washington,D.C.1992
- [16] M.Schroeder, Spatial Resolution of Digital CCD-Camera. Materiały komisji I ISPRS, Washington,D.C. 1992
- [17] Ch.Schwartz,Limits of KDGPS-Supported Aerial Triangulation for High Precision Point Determination. Materiały komisji I ISPRS, Washington,D.C. 1992
- [18] Z.Xin, Ultra-light Aircraft Low Altitude Aerophotography, Materiały komisji I ISPRS, Washington,D.C. 1992

Recenzował: prof.dr hab.inż. Józef Jachimski

dr inż. Ryszard Preuss
Instytut Fotogrametrii i Kartografii
Politechnika Warszawska
Warszawa, Plac Politechniki 1