

CYFROWA FOTOGRAMETRIA I TELEDETEKCJA W POLSCE

Wprowadzenie

Teledetekcja i fotogrametria – to dwie specjalności naukowe, stawiające sobie za zadanie zbieranie jakościowej i ilościowej informacji o powierzchni Ziemi, jej zasobach naturalnych i stanie środowiska, na podstawie obrazów terenu rejestrowanych w różnych zakresach fal elektromagnetycznych.

Zdalne, fotograficzne metody inwentaryzacji powierzchni Ziemi robiły światową karierę wraz z rozwojem lotnictwa, z początkiem bieżącego stulecia [Piasecki, 1973]. Teledetekcja wzięła swój początek w działaniach zwiadu lotniczego [Sitek i in., 1997], celem jej jest rejestracja i interpretacja treści obrazu lotniczego (lub satelitarnego), czyli odpowiedź na pytania: „co to jest?”, „czym w rzeczywistości jest obiekt zarejestrowany na zdjęciu?”. Fotogrametria natomiast ma dać odpowiedź na pytanie „jaki kształt i wymiary w naturze ma zarejestrowany obiekt?”, a także na pytanie „gdzie się ten obiekt znajduje, jakie ma współrzędne?”,- zajmuje się zatem przestrzenną strukturą i geometrią terenu.

Pomimo wielu podobieństw, te dwie gałęzie nauki o metodach odczytywania informacji z obrazów, różnić się muszą podejściem teoretycznym do rozwiązywanych zagadnień. W przypadku problemów związanych z teledetekcją i interpretacją zobrazowań niezbędne jest spojrzenie na interpretowany obraz z punktu widzenia jego treści merytorycznej, a więc z punktu widzenia przyrodnika, urbanisty, demografa, czy nawet z punktu widzenia administratora i polityka. W przypadku natomiast rozwiązywania problemów fotogrametrycznych potrzebne jest spojrzenie na treść geometryczną opracowywanego obrazu, a więc podejście techniczne i informatyczne.

Zarówno fotogrametria jak i teledetekcja zajmują się zbieraniem informacji przestrzennej o terenie, i podobnie jak szereg innych specjalności naukowych, służą wspólnie tworzonemu Systemom Informacji Przestrzennej (SIP)^{*)}. Ta służba Systemom ma miejsce na zasadach wzajemności, bowiem fotogrametria i teledetekcja wprowadza do systemów i aktualizuje informacje przestrzenne, ale równocześnie czerpie z tych systemów informacje niezbędne w procesach technologicznych, np. informacje o kształcie powierzchni topograficznej, niezbędne do właściwego korygowania geometrii obrazów, lub informacje o sposobie wcześniejszego użytkowania terenu, niezbędne do prawidłowego przeprowadzania procesów klasyfikacji aktualnych treści niesionych przez obrazy.

Skomputeryzowane systemy informacji przestrzennej, zawierać mogą (i powinny) pełny wachlarz informacji, od katastru własności – do stanu skażeń środowiska, poprzez wszelkie informacje przyrodnicze, demograficzne, urbanistyczne, gospodarcze, polityczne, administracyjne. Niezależnie od meritum, w przypadkach gdy informacja dotyczy określonego punktu lub obszaru czaso-przestrzeni, skomputeryzowane systemy SIP, LIS i GIS są niezwykle skutecznym narzędziem do jej przechowywania, porządkowania, przetwarzania i selektywnego udostępniania. Skomputeryzowany system nie tylko wyszukuje w krótkim czasie oczekiwane informacje

^{*)} W literaturze anglojęzycznej dominują określenia GIS (Geographic Information Systems) i LIS (Land Information Systems)

w olbrzymich zbiorach (bazach danych), ale dodatkowo pozwala te bazy danych zapisywać w zminiaturyzowanej, łatwej do powielania i udostępniania formie, na coraz doskonalszych nośnikach magnetycznych i optycznych. Informacja przestrzenna, dotychczas ekskluzywna, staje się dzięki temu produktem masowego użycia, łatwym do wykorzystania przez dowolnego użytkownika.

Ogrom informacji zawartych w przestrzennych bazach danych pozostaje w jawnej sprzeczności z ograniczonymi możliwościami przyswajania tej informacji przez człowieka, który jest ogniwnem najsłabszym w informatycznym ciągu technologicznym, opartym prawie w całości na bardzo sprawnych komputerach. Dzięki jednak coraz doskonalszym sposobom ekranowej wizualizacji informacji zawartych w bazach danych, jej czytelność w skondensowanej formie obrazów, map i wykresów staje się coraz lepsza, co sprzyja masowemu wykorzystywaniu systemów, nawet przez słabo do tego przygotowanych użytkowników. Jednym z najbardziej sugestywnych sposobów przedstawiania informacji przestrzennej jest pokazanie tej informacji w rzucie ukośnym, lub w rzucie perspektywicznym; powstający w ten sposób „obrazek ekranowy” nie jest sam w sobie łatwo mierzalny, ale znacząco przyspiesza percepcję prezentowanych treści. Pomiary na takim, i na innych obrazach ekranowych polegają w nowoczesnych systemach na wskazywaniu na ekranie punktów, linii lub wybranych obszarów. Zaznaczone szczegóły są interpretowane przez system, stosownie do wymagań użytkownika, z wykorzystaniem zawartych w bazie danych ich współrzędnych przestrzennych, przypisanych im atrybutów, oraz różnych rastrowych i wektorowych, warstw tematycznych. W efekcie na oczekaniu udostępniane są użytkownikowi dodatkowe informacje, nie pokazane na oglądanym rysunku ekranowym.

Tak więc systemy informacji o środowisku udostępniać mogą użytkownikom informacje w wielkiej różnorodności form, w tym w formie map tematycznych i fotomap. Mapy kreskowe mają bardzo długą i bogatą tradycję. Mapy papierowe (nazywane tak dla odróżnienia od wizualizowanych na ekranie komputera map wirtualnych) pełnią dwie funkcje. Dostarczają informacji jakościowej oraz przestrzennej. W przeciwieństwie do map wirtualnych, których wizualizacja w swobodnie dobranej kompozycji tematycznej, przygotowywana może być prawie natychmiast, mapy papierowe wytworzone są w z góry zaplanowanej kompozycji, według przyjętego standardu. Użytkownik może jedynie zaakceptować lub odrzucić istniejącą mapę. Modyfikacja istniejącej mapy oznacza na ogół wytworzenie nowej mapy, które jest czasochłonne i kosztowne.

Wprowadzenie metod fotogrametrycznych do wytwarzania map kreskowych nie tylko potaniło i przyspieszyło proces technologiczny. Fotogrametria wprowadziła też nową formę mapy: mapę fotograficzną. Mapa fotograficzna jest to obraz fotograficzny terenu, pozyskany z fotografii lotniczej (lub z obrazu satelitarnego), przedstawiony w rzucie ortogonalnym, lub w dowolnym odwzorowaniu kartograficznym. Fotograficzny obraz terenu może być poddawany redakcji kartograficznej, zwiększającej jego czytelność [Rys. 1].

Dzisiaj „Fotogrametria i Teledetekcja oraz GIS” to dziedzina wiedzy o metodach zdalnego pozyskiwania, gromadzenia, porządkowania i selektywnego udostępniania informacji o powierzchni Ziemi a także o zjawiskach i procesach na niej zachodzących i o cechach warstw podpowierzchniowych. Współcześnie pozyskuje się informacje zdalnie z pokładu samolotu lub satelity. Informacje te mają postać obrazów powierzchniowego rozkładu natężenia promieniowania ewlektromagnetycznego odbitego od powierzchni ziemi, lub promieniowania emitowanego przez przypowierzchniowe warstwy skorupy ziemskiej. Rejestrowane w coraz węższych przedziałach długości fal, przesyłane na Ziemi drogą radiową, cyfrowe obrazy wielospektralne dostarczają selektywnej informacji o szczególnych cechach gleby i roślinności, o ukształtowaniu powierzchni terenu, a także o rodzaju, wymiarach i kształcie sztucznych

obiektów wzniesionych ludzką ręką. Łatwość i szybkość gromadzenia informacji ma dwa oblicza. Z jednej strony pozwala na prowadzenie wielotematycznego, kompleksowego monitoringu środowiska, a co za tym idzie - stwarza szansę na wystarczająco szybkie podejmowanie decyzji gospodarczych, organizacyjnych i politycznych, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się zjawisk niekorzystnych dla życia ludzi i utrzymania gleby, powietrza i wody w jak najlepszym stanie. Z drugiej jednak strony, taki wielotematyczny monitoring Ziemi oznacza konieczność ciągłego przyjmowania i analizowania olbrzymich ilości informacji, tysiące wielospektralnych obrazów, które w postaci cyfrowej codziennie trafiają z pokładu satelitów do komputerów rozmieszczonych w naziemnych stacjach odbioru i przetwarzania danych. Dla prac wymagających większej rozdzielczości przestrzennej (mapy wielkoskalowe), a więc i większej dokładności, używa się obrazów rejestrowanych na wielkoformatowej taśmie filmowej z pokładu samolotu, a następnie skanowanych, w celu przejścia z analogowego zapisu informacji na postać cyfrową. Dla prac inwentaryzacyjnych wymagających bardzo wysokiej dokładności geometrycznej (np. inwentaryzacja zabytków, zastosowania przemysłowe lub medyczne), stosuje się obrazy pozyskiwane ze stanowisk naziemnych, z wykorzystaniem kamer terrofotogrametrycznych albo aparatów fotograficznych lub kamer cyfrowych, rejestrujących obrazy w barwach naturalnych lub obrazy wielospektralne, w tym także obrazy termalne badanego obiektu.

Masowe przetwarzanie informacji fotogrametrycznych i teledetekcyjnych stało się możliwe dzięki automatycznym technikom analizy obrazów cyfrowych. Autokorelacja obrazów obiektu występującego na różnych zobrazowaniach, automatyczne wykrywanie krawędzi (obiektów liniowych) na obrazach, automatyczne wykrywanie obiektów o predefiniowanych kształtach, komputerowa klasyfikacja treści obrazów wielospektralnych w celu określenia sposobu użytkowania ziemi - to techniki umożliwiające rozwój systemów zdalnego monitoringu stanu środowiska.

Fotogrametria w Polsce

Analizując stan fotogrametrii cyfrowej w Polsce nie sposób nie odnieść się do tła historycznego, w którym się rozwijała. Za początek polskiej fotogrametrii przyjmuje się umownie wczesne lata okresu międzywojennego [Gosiewski A. 1927, Piasecki M.B. 1930, 1932a, Piątkiewicz B. 1929, Wilczkiewicz E. 1925, 1930], przy czym pierwsze - teoretyczne i praktyczne - prace z zakresu fotogrametrii naziemnej miały miejsce jeszcze przed pierwszą wojną światową. Już od roku 1921 fotogrametria lotnicza znalazła zastosowanie w polskim wojsku. Wykorzystywano ją głównie do aktualizacji map topograficznych. Cywilna firma „Fotolot” , działająca w ramach przedsiębiorstwa PLL LOT, wykonywała lotnicze zdjęcia pomiarowe w latach 1930-39 i opracowywała fotomapy oraz mapy sytuacyjno-wysokościowe [Piasecki M.B., 1973].

Od najwcześniejszych lat sięgano po nowatorskie technologie [Kłopotyński W. 1938, Wilczkiewicz E. 1932, Piasecki M.B. 1935].

Fotogrametria lotnicza znajdowała zastosowanie w pracach urbanistycznych [Piasecki M.B. 1932b, Wilczkiewicz E. 1934], przy opracowaniu planów regulacji rzek [Gryglaszewski R. 1931], przy klasyfikacji gruntów dla potrzeb podatkowych [Nowak W. 1935], oraz przy pracach związanych z przebudową ustroju rolnego [Odlanicki-Poczobutt M. 1939].

Fotogrametrię naziemną stosowano w pracach badawczych na Spitzbergenie [Zawadzki A.R. 1934], przy sporządzaniu mapy Tatr [Piątkiewicz B. 1929], a także w kryminologii [Piątkiewicz B., 1933].

Powojenna fotogrametria odrodziła się już w roku 1945. Pierwsze lata powojenne zaowocowały opracowaniem licznych fotoszkiców i fotoplanów [Piasecki M.B. 1951 a,b,

Dmochowski S. 1952, Blachut T.J. 1948]. W roku 1950 powstało Państwowe Przedsiębiorstwo Fotogrametrii, które pozostając pod nadzorem Ministerstwa Obrony Narodowej, przez wiele lat jako jedyne wykonywało zdjęcia lotnicze. W konsekwencji reorganizacji przeprowadzonej na początku lat siedemdziesiątych powstało Państwowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne (PPGK) w Warszawie, które wchłonęło PPF [Linsnerbarth A. 1991].

Siłami PPGK oraz licznych przedsiębiorstw okręgowych opracowywano mapy topograficzne i gospodarcze według ujednoliconej dla całego kraju kocepcji. Ukazało się szereg prac badawczych, zmierzających do unowocześnienia technologii aerofotogrametrycznych

[Bartoszewicz S., 1955; Blachut T.J., 1973; Bohonos B.; Bujakiewicz A., 1969, 1974; Butowtt J., 1974;1964, 1965, 1967; Gaździcki J., 1973; Jachimski J., 1975, 1978, 1980; Linsnerbarth A., 1959, 1964, 1969; Majde A., 1969, 1975; Mierzwa W., 1974, 1984; Musiał E., 1979, 1986; Pawlak J., 1973; Pęczek S., 1969, 1975; Piasecki M.B., 1956 , 1960a,b, 1978, 1980; Rymarowicz A., 1959; Sitek Z., 1965a,b, 1966, 1967a,b, 1968, 1972, 1974, 1978, 1983; Świątkiewicz A., 1972].

W połowie lat siedemdziesiątych produkcja fotogrametryczna skupiała się na wykonywaniu map wielkoskalowych. W działach fotogrametrycznych kilku firm pracowało łącznie ponad tysiąc osób. Pojawiła się nowa technologia opracowywania map fotograficznych – ortofotografia. Ale pomimo osiągnięcia wysokiego poziomu produkcji i zatrudnienia i ogromnych nadziei wiązanych z ortofotomapami, pod koniec lat siedemdziesiątych rozpoczął się powolny regres. Kryzys gospodarczy i stan wojenny praktycznie zakończyły stosunkowo korzystny okres produkcji fotogrametrycznej w Polsce, a w końcu lat osiemdziesiątych nastąpiło całkowite załamanie się rynku fotogrametrycznego w zakresie opracowań lotniczych.

Nieprzerwany i bardzo dynamiczny jest rozwój metod fotogrametrii nietopograficznej, który w małym stopniu ograniczany był restrykcyjnymi przepisami o tajności zdjęć.

W rozwoju fotogrametrii jako techniki można wyróżnić trzy zasadnicze fazy: fotogrametrię analogową, analityczną i cyfrową. Właśnie jesteśmy świadkami prawdziwego odrodzenia fotogrametrii w Polsce, ale już w wariacie cyfrowym. Dotyczy to zarówno aspektów badawczych jak i komercyjnych. Dodatkowo renesansowi fotogrametrii sprzyja lawinowy wzrost zainteresowania systemami informacji przestrzennej GIS/LIS. W ramach programu PHARE nr PL. 9206 p.t. „Land Information System”, realizowanego w latach 1995-1998, wyodrębniono 15 zadań, w tym zadanie dotyczące wykonania kolorowych zdjęć lotniczych dla terenu całej Polski [Kurczyński Z., 1997b] oraz zadanie dotyczące ogólnopolskich szkoleń w zakresie wykorzystania informacji zawartych na zdjęciach lotniczych. Programy te zostały zrealizowane. Pozostaje uzasadniona nadzieja, że wkrótce przyniosą pozytywne skutki.

Zdjęcia lotnicze w Polsce powojennej były materiałem trudno dostępnym i dlatego stopień ich wykorzystywania dla celów gospodarczych był znikomy w stosunku do potencjalnych możliwości. Tym niemniej wykonano dziesiątki tysięcy zdjęć, z których znakomita większość znajduje się w zasobach Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, w Warszawie.

Nieustającym problemem, z którym boryka się fotogrametria i teledetekcja w Polsce jest sprawa tajności obrazowań. Przepisy o tajności są zmienne, a fluktuacje natężenia restrykcji nie wydają się mieć związku z rzeczywistymi wymaganiami obronności kraju. Niestety, każde zaostrzenie przepisów o tajności zdjęć lotniczych odbija się niekorzystnie na gospodarczym wykorzystaniu produktów przetwarzania obrazów, a w konsekwencji przynosi niepowetowane straty materialne i społeczne. Dużą nadzieję na urealnienie powszechnego dostępu do zdjęć lotniczych wiązać należy ze stale wzrastającą rozdzielczością materiałów satelitarnych.

Prywatne firmy amerykańskie zapowiadają komercyjne udostępnianie wielospektralnych obrazów powierzchni Ziemi o wymiarach piksela w terenie nie przekraczających jednego metra [Kurczyński Z., 1997a, Sitek Z., 1997]. Powszechna dostępność takich materiałów za granicami naszego kraju unaocznia zapewne decydom bezsensu restrykcji nakładanych na użytkowników materiałów fotogrametrycznych i teledetekcyjnych w Polsce.

Pojęcie FOTOGRAMETRIA oznacza dziedzinę techniki zajmującą się pozyskiwaniem wiarygodnych informacji o obiektach i ich otoczeniu na drodze rejestracji, pomiaru i interpretacji obrazów. Pierwotnie do rejestracji obrazów wykorzystywano wyłącznie technikę fotograficzną. Obecnie stosowane są także inne metody zapisu obrazów, ale fotografia -jako nośnik informacji -jest w pewnych zastosowaniach wciąż niezastąpiona. Przykładem są fotogrametryczne zdjęcia lotnicze, wykonywane dla celów pomiarowych. Natomiast samo opracowanie fotogrametryczne, czyli odczytywanie treści zdjęcia i pomiar przestrzenny - coraz częściej realizowane są w technologii cyfrowej.

Pierwszym ogniwem opracowań fotogrametrycznych jest zawsze kamera. Specyfika kamery fotogrametrycznej polega na zastosowaniu rozwiązań gwarantujących - z najwyższą możliwą dokładnością - precyzyjne zrealizowanie rzutu środkowego. Niemożliwe jest jednak całkowite wyeliminowanie zakłóceń rzutu środkowego, spowodowanych dystorsją obiektywu oraz deformacjami materiału negatywowego czy refrakcji atmosferycznej. Ich minimalizacja lub ewentualnie dokładna znajomość charakteru wpływu przyczynia się do zwiększenia dokładności opracowań fotogrametrycznych.

Ostrość zdjęć lotniczych przez kilka dziesięcioleci limitowana była błędami rozmazania obrazu wywołanymi ruchem postępowym i kołysaniem samolotu (wraz z kamerą) w trakcie naświetlania filmu. Dopiero przed kilku laty wprowadzono kamery wyposażone w tzw. kompensator rozmazania, który powodując w kamerze przesunięcie materiału fotograficznego o wektor równy drodze obrazu spowodowanej ruchem samolotu, gwarantuje ostre odwzorowanie punktowych szczegółów terenowych. Wpływ kołysania samolotu w znacznej mierze kompensują żyroskopowe stabilizatory.

W Polsce stosowane były głównie kamery lotnicze szwajcarskiej firmy Wild. Dla potrzeb wykonania zdjęć lotniczych w ramach programu PHARE stosowano kamery najnowszej generacji, wyposażone w mechanizm przeciwdziałający rozmazaniu obrazu powstającego wskutek ruchu samolotu w czasie naświetlania filmu. [Kurczyński Z., 1997a].

Próby zastąpienia emulsji fotograficznej przez system elektronicznych czujników CCD wciąż nie są w pełni zadawalające aczkolwiek obserwuje się stały postęp w zakresie kamer cyfrowych. Już dzisiaj są one przydatne w opracowaniach architektonicznych i w tzw. fotogrametrii bliskiego zasięgu [Boroń A., 1998].

Kolejnym zadaniem fotogrametrii jest określenie pozycji kamery fotogrametrycznej, odpowiadające momentowi rejestracji zdjęcia. Parametry pozwalające na umiejscowienie zrekonstruowanej wiązki w przestrzeni nazywają się elementami orientacji zewnętrznej zdjęcia. Należy się spodziewać, że już wkrótce elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia będą z wystarczającą dokładnością rejestrowane podczas nalotu fotogrametrycznego [Preuss R., 1997].. Stosuje się też automatyczną nawigację z wykorzystaniem GPS^{*)}, która umożliwia wykonywanie tzw. zdjęć celowanych, często projektowanych tak, aby jedno zdjęcie pokrywało obszar terenu odwzorowywany na jednym arkuszu mapy. Ale na dzisiaj, pomimo rozwoju techniki GPS, aktualnym zadaniem fotogrametrii jest odtworzenie elementów orientacji w procesie zwanym aerotriangulacją [Ziobro J., 1997].

*) GPS (Global Positioning System) - satelitarny system określania położenia w skali Globu

W latach siedemdziesiątych stosowano kilka krajowych rozwiązań w zakresie aerotriangulacji. Ich specyfika polegała na wykorzystaniu pomiarowego instrumentarium produkcyjnego (głównie autografów analogowych i analitycznych) oraz dostępnych wówczas komputerów. Rozwiązania te straciły na znaczeniu w momencie przełomu technologicznego, w wyniku którego fotogrametrię prawie w całości -poza samą rejestracją zdjęć- zdominowały metody cyfrowe. Obecnie wykorzystywane są programy dostarczane przez producentów „cyfrowych kombajnów fotogrametrycznych”, określanych jako fotogrametryczne stacje robocze [Kaczyński R., Ziobro J., 1998, Kaczyński R., 1999].

Przez dziesiątki lat nazywano fotogrametrię „sztuką unikania obliczeń”. Szereg niezwykle pomysłowych wynalazków umożliwił realizację analogowych technologii opracowania map kreskowych i map fotograficznych na podstawie zdjęć lotniczych. Powstały niezwykle precyzyjne autografy analogowe oparte na zasadzie podwójnej projekcji mechanicznej, które po wprowadzeniu automatycznej (komputerowej) rejestracji współrzędnych bywają do dnia dzisiejszego wykorzystywane w wielu pracowniach. Już w początkach ery komputerów zbudowano jednak autograf analityczny, w którym podstawowe zadanie fotogrametryczne, polegające na określeniu relacji przestrzennych między obrazem i terenem, rozwiązywano w komputerze na drodze obliczeniowej, a jedynie podzespół do pomiaru i obserwacji zdjęć miał rozwiązanie optyczno-mechaniczno-elektryczne. W tym czasie powstały również różniczkowe przetworniki pasmowe, w których zastosowano hybrydowe, częściowo analogowe, a częściowo analityczno-komputerowe metody umożliwiające zmianę geometrii zdjęć.

Osiągnięcia w zakresie teorii metod analitycznych i analogowo-komputerowych konstrukcji sprzętowych nie były jednak jeszcze ostatnim słowem na drodze wprzęgania komputerów do rozwiązywania zadań fotogrametrycznych. Krokiem milowym na drodze tego rozwoju stało się wprowadzenie obrazów cyfrowych. Niezwykle płodny w procedury automatyzacyjne rozwój ery obrazów cyfrowych nabrał dynamiki pod koniec lat osiemdziesiątych, kiedy to komputery o dużej szybkości obliczeniowej i dużej pamięci stawały się coraz łatwiej dostępnym osobistym wyposażeniem naukowców i laboratoriów produkcyjnych.

Kluczem do odtworzenia rzeczywistych kształtów zobrazowanych obiektów jest uzyskanie przestrzennego modelu terenu (obiektu). Pozwala na to odpowiednio zarejestrowana para zdjęć (stereogram), wykonanych z różnych punktów przestrzeni. Opracowanie zdjęć z wykorzystaniem sztucznego efektu stereoskopowego jest możliwe na autografach analogowych i analitycznych. Wśród instrumentów analogowych stosowanych w Polsce, najbardziej rozpowszechnione były autografy szwajcarskiej firmy Wild - A8, A10 oraz firmy Zeiss -Jena z serii Topocart. Autografy analogowe zostały wyparte przez analityczne, w których rekonstrukcja wiązek zdjęć i ich orientacja dokonywana jest analitycznie. Instrumenty te, ze względu na cenę, pojawiły się w kraju zaledwie w kilku egzemplarzach (w tym PS1 i P3 Zeiss [Jachimski J., 1996]). Obecnie używa się coraz częściej autografów cyfrowych, operujących obrazami cyfrowymi, powstałymi przez zeskanowanie oryginalnych zdjęć albo uzyskanymi ze skanerów lub kamer cyfrowych [Ewiak I., 1998].

Powstały autografy cyfrowe, które umożliwiają pomiar stereoskopowego modelu terenu przez rejestrowanie punktów wskazywanych przez operatora kursorem poruszającym się po ekranie na tle dwóch obrazów cyfrowych stanowiących parę stereoskopową. Pomiar polega na identyfikacji pikseli których położenie na obrazie jest określone numerem odpowiedniego wiersza i kolumny matrycy obrazowej. Tak więc czynność pomiarowa nie zawiera w sobie operacji mierzenia, a co za tym idzie – nie może być obciążona innymi błędami, niż błędy

identyfikacji pikseli. Fakt ten powoduje, że autografy cyfrowe mogą pracować z bardzo dobrym rezultatem nawet na monitorach średniej jakości, a to sprzyja popularyzacji metod fotogrametrycznych wśród szerokiego grona odbiorców.

Metody fotogrametrii cyfrowej są coraz bogatsze w procedury automatyzujące proces opracowania. Do takich procedur należy np. procedura autokorelacji, która pozwala odnaleźć obraz tego samego przedmiotu na różnych obrazach [Zieliński J.M. 1998]. Do ważnych procedur automatyzujących opracowanie należy też procedura pozwalająca na określenie z subpikselową dokładnością położenia krawędzi rozgraniczającej na obrazie dwa pola o różnej jasności [Jachimski J., Mikrut S., 1998]. Procedury te są ważnym krokiem na drodze do automatyzacji wektoryzacji treści obrazów.

Bardzo ciekawą propozycją jest względnie prosty autograf cyfrowy, wykorzystujący komputer PC i stereoskop zwierciadlany, skonstruowany w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH [Jachimski J., Zieliński J., 1992]. Wśród stacji fotogrametrycznych, pozwalających na wykonanie wszystkich etapów opracowania fotogrametrycznego, w naszym kraju dominują urządzenia firmy Intergraph. Inne firmy jak Leica/Helava, I²S, Erdas są reprezentowane w Polsce przez pojedyncze egzemplarze.

Wykorzystanie efektu stereoskopowego to jedna z charakterystycznych cech metod fotogrametrycznych. W autografach cyfrowych stereopercepcja realizowana jest poprzez wyświetlenie na jednym monitorze dwóch obrazów tworzących stereogram i taką separację obrazów, aby tylko jeden z nich docierał do lewego, a drugi do prawego oka obserwatora. Autograf VSD-AGH wyświetla na połówkach ekranu odpowiednie obrazy, które są obserwowane z wykorzystaniem stereoskopu zwierciadlanego. Inna metoda, tzw. metoda z podziałem czasu, polega na wyświetlaniu na jednym monitorze na przemian, z częstotliwością co najmniej 85 Hz, dwóch obrazów (przeplot), na które obserwator patrzy przez specjalne okulary z tzw. aktywnymi przesłonami ciekłokrystalicznymi. System taki nazywany jest „*crystal eyes*” i stosowany jest w systemie fotogrametrycznym Image Station firmy Intergraph. Firma Wild-Leica w swoim autografie cyfrowym stosuje rozwiązanie polegające na umieszczeniu przed ekranem monitora filtru polaryzacyjnego, w którym polaryzacja z poziomej na pionową zmienia się z taką samą częstotliwością z jaką na zmianę wyświetlane są obrazy lewy i prawy. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość równoczesnego oglądania modelu stereoskopowego przez kilka osób, z których każda musi być wyposażona w okulary z filtrami polaryzacyjnymi.

Szczególne miejsce wśród opracowań fotogrametrycznych zajmuje ortofotografia czyli metoda wytwarzania map fotograficznych na drodze przetwarzania małych, wręcz „różniczkowych” fragmentów zdjęcia. Pierwsze polskie ortofotomapy powstały w roku 1973, w Zakładzie Fotogrametrii AGH. O ile ortofotomapa opracowywana analogowo była, w stosunku do zdjęcia oryginalnego łatwo rozpoznawalna m.in. przez znacznie gorszą ostrość obrazu, to dzisiejsze produkty przetwarzania geometrycznego pod względem jakości nie ustępują wiele oryginałom. Pierwszy polski program do wykonywania ortofotografii na drodze różniczkowego przetwarzania obrazów cyfrowych zaprezentowano na Kongresie w Kyoto [Jachimski J., Mierzwa W., Pyka K., Boroń A., Zieliński J., 1988].

Metoda ortorektyfikacji cyfrowej operuje pikselem. Przetwarzanie zdjęcia czyli ortorektyfikacja dokonuje się poprzez korekcję geometryczną (położenie) i radiometryczną (reprezentacja jasności) każdego piksela. Względnie mały wymiar piksela rzędu kilku, kilkunastu bądź kilkudziesięciu mikrometrów sprawia, że w porównaniu do wymiarów zdjęcia rzędu 23 cm a więc 230 000 mikrometrów jest to faktycznie różniczkowe przełożenie. Do różniczkowego przetworzenia zdjęcia lotniczego niezbędny jest numeryczny model powierzchni topograficznej terenu (ang. DTM - Digital Terrain Model), parametry charakteryzujące

położenie zdjęcia w stosunku do terenowego układu współrzędnych oraz parametry charakteryzujące odwzorowanie, w którym sporządzana jest ortofotomapa. Numeryczny model powierzchni topograficznej uzyskać można w sposób prawie automatyczny ze zdjęć lotniczych, a parametry charakteryzujące orientację zdjęć mogą być obliczone w procesie aerotriangulacji. Aerotriangulacja wykonywana na obrazach cyfrowych może być realizowana na cyfrowych stacjach fotogrametrycznych w pełni automatycznej procedurze. Ręczny pomiar na zdjęciach zastępowany jest odpowiednimi procedurami autokorelacji obrazów. W Polsce kilka instytucji naukowych i przedsiębiorstw opanowało technologię aerotriangulacji cyfrowej i stosuje ją na skalę produkcyjną [Kaczyński R., 1997a, Kaczyński R., 1997c, Florek R., i inni 1997].

Prawie pełne pokrycie obszaru Polski zdjęciami PHARE, oraz nowe metody ich cyfrowego przetwarzania, umożliwiły wykonanie w ostatnich latach znacznej (ale wciąż zbyt małej) ilości ortofotomap, zwłaszcza w skalach 1:5 000 i 1:10 000.

Fotogrametria cyfrowa umożliwiła również rozwój fotogrametrii bliskiego zasięgu. Do wykonywania zdjęć coraz częściej wykorzystywane są kamery niemetryczne lub semi-metryczne. Uwzględniając dorobek fotogrametrii analitycznej, sformułowano metody opracowania zdjęć niemetrycznych o dowolnych konfiguracjach z uwzględnieniem samokalibracji i metody DLT

(Direct Linear Transformation). W związku z tym samo wykonanie zdjęć obiektu w terenie powierzyć można nie-tylko fotogrametrom. Natomiast opracowanie kameralne zdjęć, wymagające specjalistycznej wiedzy, realizowane jest jednak przez fotogrametrów wykorzystujących skomplikowany aparat analityczny. Sam pomiar zdjęć, w którym istotny jest element interpretacji cech obiektu lub zjawiska powierzony jest na ogół specjalistom z odpowiednich dziedzin (np. konserwator dzieł sztuki, lekarz).

Kamery cyfrowe, coraz powszechniejsze na rynku, umożliwiają jednakże wykonanie zdjęć o jakości porównywalnej do jakości zdjęć uzyskanych techniką fotograficzną, jedynie na bliskie odległości (max. 6 -8m), [Boroń A. 1998, Gąsior D. 1998], natomiast przy fotografowaniu na większe odległości stosuje się nadal klasyczną technikę wykonywania zdjęć kamerami fotogrametrycznymi na materiałach fotograficznych (na ogół klisze światłoczułe), które następnie się skanuje i poddaje dalszej obróbce cyfrowej [Boroń A. 1994].

. Istotną zaletą kamer cyfrowych, stanowiącą przełom w zakresie dotychczasowych zastosowań, jest możliwość uzyskania zdjęcia prawie natychmiast, bez potrzeby jego obróbki laboratoryjnej jak to było dotychczas, gdy rejestrowano obraz na materiałach światłoczułych. Podstawowym przyrządem do opracowania zdjęć stał się komputer, który w wersji portatywnej (lab-top) można zabrać z sobą w teren i dzięki temu całość procesu opracowania wraz z uzyskaniem wyników końcowych zrealizować można w warunkach polowych. Sprzyja to rozwojowi fotogrametrycznych systemów eksperckich działających prawie w czasie rzeczywistym. Umożliwia to zwiększenie pól zastosowań fotogrametrii bliskiego zasięgu do takich zagadnień jak: pomiary inżynierskie, diagnostyka w medycynie, inwentaryzacja zabytków itp. [Jachimski J. 1997, Boroń A., Jachimski J. 1998, Boroń A., Wróbel A., 1998, Borowiec M., Tokarczyk R., 1998, Gołka J., Haliński J. 1997, Jachimski J., Zieliński J., 1997, Jachimski J., Mierzwa W., 1998].

Zastosowanie obrazów cyfrowych umożliwiło realizację zadań, niemożliwych do wykonania wówczas, gdy dysponowano jedynie technikami fotogrametrii analogowej czy analitycznej np. sporządzenie ortofotoplanów rozwinięć malowideł [Rys. 2], zlokalizowanych na rozwijalnych i nierozwijalnych powierzchniach sklepień w obiektach zabytkowych [Jachimski J. 1998].

Jedynie fotogrametria cyfrowa umożliwiła zastosowanie do przekształcenia obrazów transformacji typu „rubber sheet”.

Fotointerpretacja i teledetekcja

Wprowadzony 23 lipca 1972 roku na orbitę wokółziemską pierwszy amerykański satelita serii LANDSAT rozpoczął erę cywilnej teledetekcji satelitarnej. Fakt ten dał również impuls do znaczącego rozwoju teledetekcji w Polsce od połowy lat siedemdziesiątych. Już bowiem pierwsze obrazy powierzchni Ziemi, uzyskane jeszcze w tzw. fazie przedoperacyjnej tego systemu^{*}, ujawniły ich ogromny potencjał informacyjny, tak w zakresie prowadzenia wielokierunkowych, interdyscyplinarnych badań jak i aplikacji w różnych dziedzinach. Cykliczność rejestracji oraz niemal jednoczesne odwzorowanie dużych obszarów, w pasie o szerokości 185 km, stwarzały możliwość badania wielkopowierzchniowych zjawisk i procesów, zarówno przyrodniczych jak i antropogenicznych (np. śledzenie fali powodziowej, pożary kompleksów leśnych, propagacja zanieczyszczeń pyłowych w powietrzu atmosferycznym zwłaszcza w rejonach dużych aglomeracji miejsko-przemysłowych, inwentaryzacja stanu i struktury upraw itp.). Dane satelitarne oprócz cech poznawczych i atrakcyjności merytorycznej miały w owym czasie dla naukowców i praktyków w Polsce jeden niezwykle ważki walor, a mianowicie były ogólnodostępne. W odróżnieniu od zdjęć lotniczych, które z definicji podlegały rygorowi przepisów o tajności, dystrybucja i korzystanie z danych satelitarnych odbywało się wówczas bez tych ograniczeń. Również ograniczony dostęp do specjalistycznych, komputerowych systemów do przetwarzania obrazów cyfrowych nie stanowił istotnej przeszkody w upowszechnianiu danych satelitarnych w początkowym okresie. Bowiem wiele problemów badawczych jak również zagadnień o charakterze aplikacyjnym można było z powodzeniem rozwiązać w oparciu o analogową postać zobrazowań.

Oprócz zapisu cyfrowego na taśmie CCT (Computer Compatible Tape), który dzisiaj wydaje się nośnikiem niezwykle archaicznym, potencjalny użytkownik mógł zakupić wizualizację fotograficzną, skorygowanych geometrycznie obrazów bądź w postaci czarno-białych wyciągów kanałowych w skalach: 1:3 500 000 lub 1:1000000, bądź też w formie standardowej kompozycji barwnej FCC (False Color Composite) lub innej barwnej kompozycji, złożonej z 3 kanałów spektralnych; w skalach od 1:1 000.000 do 1 : 250.000.

W początkowym okresie rozwoju teledetekcji satelitarnej w Polsce, bazę stanowiła wówczas kadra specjalistów skupiona we wszystkich większych ośrodkach akademickich w kraju, instytucjach branżowych, placówkach naukowo-badawczych i badawczo-rozwojowych a także przedsiębiorstwach: fotogrametrycznych, geodezyjno-kartograficznych oraz geologicznych.

Dorobek metodyczny w zakresie, przede wszystkim topograficznej, ale także tematycznej interpretacji zdjęć lotniczych stanowił tutaj kanwę dla podejmowania badań a następnie wdrażania technologii satelitarnej do praktyki w wielu dziedzinach. Warto w tym miejscu przypomnieć, iż teledetekcja w Polsce, podobnie zresztą jak i na świecie, wyrosła na gruncie fotointerpretacji, która to dziedzina była ściśle związana z rozwojem aerofotogrametrii. Już pierwsze prace wykonywane po 1930 roku przez Wydział Aerofotogrametryczny FOTOLOT

^{*} Satelita nosił wówczas nazwę ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite), która bardziej precyzyjnie określała przeznaczenie systemu, jako technologii satelitarnej służącej do badania, szeroko rozumianych zasobów Ziemi. Nazwa LANDSAT, która pojawiła się już w fazie operacyjnej, oznaczała system satelitarne przeznaczone do badania obszarów lądowych naszego globu w nawiązaniu do planowanego już wówczas, komplementarnego systemu SEASAT, który miał służyć przede wszystkim do monitorowania akwenów morskich i oceanicznych.

cechowały elementy tematycznej interpretacji zdjęć lotniczych, głównie dla potrzeb gospodarczych takich jak urbanistyka, regulacja rzek, budownictwo wodne, planowanie przestrzenne [J.R.Olędzki, 1988]. W latach powojennych fotointerpretacja materiałów fotolotniczych dotyczyła głównie problematyki związanej z rolnictwem (klasyfikacja gruntów), leśnictwem (inventaryzacja drzewostanu, szacowanie zasobów drewna, urządzenia leśne), a także niektórych zagadnień geologicznych (kartografia geologiczna, procesy geodynamiczne). Znaczący rozwój fotointerpretacji rozpoczął się wraz z powołaniem w 1963 roku pracowni fotointerpretacyjnych na uniwersytetach w Warszawie, Wrocławiu, Lublinie i Poznaniu a w latach późniejszych także w innych ośrodkach akademickich, w tym także w uczelniach rolniczych i technicznych, m.in. w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Konsekwencją naszkicowanych powyżej tendencji rozwojowych było powołanie, decyzją rządową, krajowego centrum teledetekcji pod nazwą: Ośrodek Przetwarzania Obrazów Lotniczych i Satelitarnych (OPOLIS)*. Ośrodek rozpoczął działalność w strukturze Instytutu Geodezji i Kartografii (IGiK) od początku 1976 roku i stał się wkrótce „miejscem spotkań Wschodu i Zachodu w sprawach teledetekcji satelitarnej” [S.Kryński, Ney B., 1995]. Stał się również forum wymiany myśli naukowej i doświadczeń w organizowanych w ciągu wielu lat, krajowych sympozjach teledetekcji, w których brali również liczny udział wybitni specjaliści z zagranicy. Teledetekcja lotnicza, oprócz zdjęć panchromatycznych i dostępnych już zdjęć w podczerwieni, zyskuje w tym czasie nowy nośnik informacji w postaci barwnych zdjęć spektrostrefowych, niezwykle cenny dla potrzeb interpretacji tematycznej. Zdjęcia te, dzięki uczuleniu jednej z warstw emulsji na bliską podczerwień umożliwiły rozpoczęcie na szerszą skalę badań zjawisk przyrodniczych takich jak np. degradacja kompleksów leśnych, stan upraw rolnych i leśnych, zmiany warunków gruntowo-wodnych, ocena negatywnych skutków oddziaływania przemysłu, śledzenie postępów rekultywacji terenów pogórnich, itp. Na szczególne wyróżnienie zasługuje tutaj podjęcie badań a następnie wdrożenie do praktyki technologii opracowania map stanu sanitarnego i zdrowotnego lasów, w oparciu o metodykę interpretacji zdjęć spektrostrefowych [Bychawski W. i in., 1977, Bychawski W., 1980]. Analiza spektrostrefowych materiałów fotolotniczych umożliwia bowiem detekcję niewielkich nawet uszkodzeń aparatu asymilacyjnego (zwłaszcza drzewostanów iglastych), których wykrycie makroskopowo, nie jest jeszcze możliwe. Stwarza to szansę na wykonanie w odpowiednim czasie zabiegu sanitarnego i uratowanie przed zniszczeniem przez szkodniki badanego drzewostanu.

Do niewątpliwych osiągnięć teledetekcji należy zaliczyć prace związane z wykorzystaniem naziemnych i lotniczych zobrażeń termalnych. Termogramy rejestrowane za pomocą lotniczego skanera termalnego, a także z wykorzystaniem kamer termowizyjnych, wyposażonych w odpowiednie przystawki do zapisu poklatkowego lub ciągłego, okazały się nowym i niezwykle cennym źródłem informacji o obiektach, zjawiskach i procesach, którym towarzyszy zwiększona emisja promieniowania termalnego. Do pionierskich prac z tego zakresu należą niewątpliwie badania termalnego zanieczyszczenia rzek [Ciołkosz A., 1975] oraz będąca ich rozwinięciem technologia monitoringu termalnego cieków powierzchniowych. Opracowanie nagrodzone w 1976 r. nagrodą Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki stanowiło efekt współpracy Instytutu Geodezji i Kartografii, Wojskowej Akademii Technicznej, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz „Energoprojektu” [Kryński S., Ney B., 1995]. Kolejnym i niezwykle interesującym, z metodycznego i poznawczego punktu widzenia, zastosowaniem termalnych zobrażeń z pułapu lotniczego są badania warunków mikroklimatycznych w rejonach dużych aglomeracji miejsko-przemysłowych [Bychawski W., Ciołkosz A., 1977, Ciołkosz

* Obecna nazwa: „Ośrodek Teledetekcji i Informacji Przestrzennej (OPOLIS)”.

A., Halemba B.,1978], oraz prace o charakterze podstawowym, w tym m.in. o wpływie struktury obiektów na ich odwzorowanie termalne [Rudowski G., 1980].

Termowizja i zobrażenia termalne skanerowe są również z powodzeniem wykorzystywane do badania obiektów, urządzeń i zwałowisk przemysłowych [Rys. 3], [Gocał J.,1984, Gocał J. I in.,1985, Tokarczyk A., 1987], monitorowania zmian termiki gruntu w rejonach złóż siarki eksploatowanych otworową metodą podziemnego wytapiania [Ciołkosz A., Mularz S., 1977], detekcji zmian warunków gruntowo-wodnych skarp w kopalniach odkrywkowych [Mularz S. i inni, 1984, Mularz S., 1985] oraz w obrębie zboczy naturalnych [Mularz S., 1989].

Przykładem kompleksowych studiów z wykorzystaniem wielopoziomowego modelu zdalnych rejestracji są badania i prace wdrożeniowe związane z monitoringiem obszarów eksploatacji górniczej. Swoiste poligony badawcze teledetekcji stanowią tutaj Górnośląski Okręg Przemysłowy (GOP), na którym rozwijano głównie kartowanie tematyczne z wykorzystaniem zdjęć lotniczych i satelitarnych [Ciołkosz A., 1977 b, c, 1985] oraz rejony eksploatacji odkrywkowej węgla brunatnego w zagłębiach konińskim, turowskim i bełchatowskim. W tych ostatnich podejmowano szeroki wachlarz zagadnień związanych, przede wszystkim z inwentaryzacją, przeobrażeniem i degradacją poszczególnych komponentów środowiska geograficznego, w tym zwłaszcza zmianami geomorfologicznymi [Kozacki L.1969, 1984], przekształceniem stosunków wodnych oraz ich negatywnym oddziaływaniem na stan upraw rolno-leśnych [Gronet R., 1984, Iracka M., 1987].

Dla rejonu Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) „Bełchatów” wykonano dziesiątki fotointerpretacyjnych prac studialnych z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych pozyskiwanych tak z pułapu lotniczego jak i satelitarnego. Prace te dotyczyły m.in. analizy elementów geologiczno-strukturalnych [Graniczny M.,1980] przekształceń środowiska, kondycji zdrowotnej i objawów degradacji lasu i upraw rolnych w otoczeniu tego kompleksu górniczo-energetycznego [Mularz S., 1996].

Na szczególną uwagę zasługują także badania i prace wdrożeniowe związane z teledetekcyjnym monitoringiem skarp i poziomów roboczych odkrywki KWB „Bełchatów” oraz zwałowisk, zewnętrznego i wewnętrznego, z wykorzystaniem zarówno teledetekcji bliskiego zasięgu jak i metod teledetekcji lotniczej i satelitarnej. W ich wyniku opracowano i wdrożono m.in. szczegółową metodykę rejestracji oraz interpretacji tematycznej teledetekcyjnych zobrażeń kopalni dla potrzeb bieżącego kartowania geologicznego skarp, oceny warunków geologiczno-inżynierskich i geologiczno-złożowych a także inwentaryzacji stanu i prognozy skuteczności zabiegów rekultywacyjnych prowadzonych, przede wszystkim, na obszarze zwałowiska zewnętrznego [S.Mularz, 1981,1998]. Rezultaty tych badań wykazały, iż kompleksowy monitoring geologiczno-górniczy wielkoprzestrzennych kopalń odkrywkowych może być z powodzeniem prowadzony w oparciu o wspomaganą komputerowo interpretację aktualnie dostępnych obrazów satelitarnych systemów LANDSAT TM i SPOT-PAN [Rys. 4]. Szczegółową inwentaryzację postępu robót eksploatacyjnych, powstających deformacji skarp itp., powinno się prowadzić w oparciu o wieloczasowe zdjęcia lotnicze. Natomiast kartowanie geologiczne skarp i rejestracja zmian warunków gruntowo-wodnych dla bieżących potrzeb ruchu kopalni mogą być dokonywane na podstawie zdalnych rejestracji naziemnych, metodami fotograficznymi lub cyfrowo, np. kamerami CCD (Charge Coupled Device) lub aparatami cyfrowymi [Mularz S.,1987, 1992, Sitek Z., 1988, 1990].

Teledetekcja satelitarna już od pierwszych lat jej istnienia notuje na swym koncie szereg osiągnięć także na gruncie krajowym, co miało niewątpliwie związek z wyposażeniem OPOLIS-u w unikatową wówczas aparaturę do pozyskiwania i przetwarzania danych teledetekcyjnych,

m.in., w kamerę wielospektralną NAC MB 490, przeglądarkę addytywną NAC AC 90,, przetwornik analityczno-analogowy MCDS i analogowo-cyfrowy PHOTOMATION P 1700 oraz w system do przetwarzania obrazów Z PAAC z komputerem PDP II/34 i urządzeniami peryferyjnymi [Kryński S., Ney B., 1995]. Spośród wielu dziesiątków prac badawczych i wdrożeniowych wykonanych zarówno w krajowym centrum teledetekcji OPOLIS jak i w innych placówkach naukowo-badawczych, głównie w większych ośrodkach akademickich, należy odnotować m.in. :

- opracowanie metodyki monitoringu środowiska geograficznego na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych oraz kartowania wielospektralnych satelitarnych zobrazowań pozyskiwanych systemami: LANDSAT MSS, LANDSAT TM i SPOT [Bochenek Z.i in.,1974, 1987, 1997, Bochenek Z., 1976, 1982, Bochenek Z., Poławski Z.F.,1987, Bychawski W.i in., 1977, Bychawski W. 1980,Ciołkosz A.,1977a,b, 1982, Olędzki J.R., 1987, Wiśniewska E., Zawila-Niedźwiecki, 1998, Zawila-Niedźwiecki T., 1989, Zawila-Niedźwiecki T., i in., 1994];
- metodę analizy numerycznej obrazów zbiorników wodnych, pozwalającą na ustalenie zależności pomiędzy zawartością zawiesin, chlorofilu typu α oraz niektórymi substancjami chemicznymi a obrazem wody w odwzorowaniu wielospektralnym [Baranowska T., 1978, 1982, 1984];
- badanie zjawisk i procesów o znamionach tzw. „hazardu przyrodniczego” np. stany powodziowe [Ciołkosz A., 1977 a, Ciołkosz A., Gronet R., 1983, Ciołkosz A., Bielecka E.,1998], procesy geodynamiczne, w tym zwłaszcza osuwiska zboczy naturalnych [Ostaficzuk S.,1962, 1965, Ostaficzuk S., Wysokiński L.,1968 a, b,] oraz sztucznych skarp, głównie w kopalniach odkrywkowych [Mularz S.,i in., 1987],
- interakcja lądu i morza [Baraniecki L., 1967, Olędzki J. R.,1975, Tomaszewski E.,1975, Furmańczyk K., 1994];
- opracowanie teledetekcyjnej metody szacowania plonów i zbiorów pasz z trwałych użytków zielonych [Gruszczyńska M., Janowska M.,1987, Dąbrowska-Zielińska K., 1989,1993, Ciołkosz A., Dąbrowska-Zielińska K., 1989, Guszczńska M.,1994];
- opracowanie metodyki kartowania cech geologiczno-strukturalnych w oparciu o interpretację wielospektralnych obrazów satelitarnych, polegającą, przede wszystkim na wizualnym kojarzeniu i wydzielaniu z treści obrazu elementów liniowych (tzw. fotolineamentów) lub struktur kolistych [Bażyński J.,1978, Bażyński J., i in., 1980].

Do niekwestionowanych osiągnięć kartografii teledetekcyjnej należy zaliczyć wydanie szeregu map tematycznych opracowanych na podstawie interpretacji zdalnych zobrazowań, głównie satelitarnych systemów LANDSAT i SPOT. Są to m.in. mapy użytkowania ziemi w Polsce w skalach 1 : 500 000 i 1:250 000 [Ciołkosz A., Popławski Z., 1980, Ciołkosz A.,1981], mapa lasów w Polsce w skali 1:500 000, mapy stanów kompleksów leśnych Pienińskiego Parku Narodowego, Sudetów Zachodnich, Borów Tucholskich, mapy zmian środowiska wielkich miast Górnego Śląska oraz mapy szacunkowej oceny czystości wód Wielkich Jezior Mazurskich [Linsenbarth A., 1995]. Warto w tym miejscu również odnotować, opracowanie w IGiK-u numerycznej mapy użytkowania ziemi w Polsce, w ramach europejskiego programu CORINE oraz przystąpienie do programu MARS (Monitoring of Agriculture by Remote Sensing - teledetekcyjne monitorowanie rolnictwa) realizowanego w ramach Wspólnoty Europejskiej [Baranowski M., Ciołkosz A., 1994]. Te ostatnie prace mają na celu stworzenie modeli procesów przyrodniczych oraz prognozowania ich przebiegu [Linsenbarth A., 1995]. Na uwagę

zasługuje opracowanie cyfrowej fotomapy obszaru Polski, która powstała w wyniku przetworzenia i „sklejenia” 20 scen z satelity LANDSAT [Linsenbarth A., 1995], oraz „Atlas zdjęć satelitarnych Polski” [Ciołkosz A., Ostrowski A., 1995]. Atlas wydany bardzo starannie pod względem edytorskim stanowi pierwszą tego rodzaju publikację w naszym kraju. Na treść Atlasu składa się 29 obrazów satelitarnych terenu Polski, wykonanych przez satelity systemu LANDSAT w latach 1975-84. Do każdego obrazu satelitarnego dołączono krótki opis, ułatwiający odczytanie prezentowanej treści, mapkę w tej samej skali oraz ukośne zdjęcia lotnicze wybranych fragmentów danego obszaru. Atlas można rekomendować jako niezwykle cenną pomoc dydaktyczną w nauczaniu teledetekcji, zwłaszcza w odniesieniu do młodego kręgu odbiorców, zarówno młodzieży szkolnej jak i studentów. Niezwykle ważny, z punktu widzenia głównie gospodarki rolnej, problem zdalnego kartowania i monitorowania wilgotności gleb znalazł również swoje odbicie w podejmowanych badaniach i aplikacjach teledetekcji. Począwszy od badań podstawowych skupiających się na modelowaniu odpowiedzi spektralnej powierzchni gleb [Cierniewski J., 1988, 1999] poprzez poszukiwania korelacji pomiędzy wilgotnością gleby, jej termiką ewapotranspiracją gleb pokrytych roślinnością a zdalnym obrazem gleby na zdjęciach [Dąbrowska-Zielińska K., 1984, 1989, 1994, Dąbrowska-Zielińska K., i in., 1991], aż do numerycznego modelowania inercji termalnej gruntu [Mularz S., Hejmanowska B., 1990, Hejmanowska B., Mularz S., 1996].

Szczególnie obiecujące w tym względzie wydają się być wyniki badań prowadzonych w ostatnich latach w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie nad możliwością określania wilgotności odkrytych gruntów z wykorzystaniem zobrażeń satelitarnych LANDSAT TM i modeli inercji termalnej [Hejmanowska B., 1997].

Rezultaty przeprowadzonego wielopoziomowego eksperymentu teledetekcyjnego (symultaniczna rejestracja z pułapu lotniczego z tzw. wsparciem naziemnym) wykazały poprawność założeń metodycznych, umożliwiających wdrożenie numerycznego modelowania inercji termalnej jako metody kartowania wilgotności odkrytych powierzchni gleb. Aktualnie prowadzone są w Polsce intensywne badania nad wykorzystaniem zobrażeń radarowych i głównie europejskiego systemu ERS-(1,2). SAR.PRI dla detekcji poziomu i zmian wilgotności gleb [Dąbrowska-Zielińska K., 1994, Gruszczyńska M., 1998]. Ponadto obrazy radarowe są nowym i niezwykle cennym źródłem informacji o powierzchni Ziemi i co jest również ważne, ich wykonanie nie jest zależne ani od warunków atmosferycznych (chmury, mgła, aerosole) ani też od pory dnia, czy nocy, ze względu na własne, niezależne od Słońca, źródło promieniowania elektromagnetycznego (mikrofale).

Optymalne wykorzystanie tych danych w badaniach zjawisk i procesów przyrodniczych stanowi przedmiot szeroko zakrojonych prac, których celem jest opracowanie stosownych metod i technologii dla praktycznego wykorzystania metod kompleksowej rejestracji satelitarnej (systemy optyczne i radarowe, integracja danych z różnych systemów).

Zdjęcia lotnicze a zwłaszcza obrazy satelitarne stanowią również doskonały materiał do prowadzenia teledetekcyjnego monitoringu powietrza atmosferycznego. Wykorzystuje się tu przede wszystkim rejestrację w kanałach widzialnych spektrum elektromagnetycznego, gdyż dla dłuższego promieniowania (bliska i środkowa podczerwień) powietrze zanieczyszczone pyłami i różnej postaci aerozolami jest niemal przezroczyste. W związku z tym odwzorowania w kanałach podczerwonych stanowią rodzaj swobodnego tła dla wykrywania obecności pyłowych zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym.

Dymy emitowane do atmosfery, zwłaszcza przez zakłady przemysłowe są doskonale widoczne na obrazach satelitarnych. Z pułapu satelitarnego uzyskuje się niemal jednoczesną rejestrację obecności skażeń pyłowych w powietrzu atmosferycznym na dużym obszarze.

Pozwala to na określenie zasięgu, kierunku i charakteru rozprzestrzeniania się pyłów, oraz wyniesienia smug dymowych nad powierzchnią terenu [Ciołkosz A., i in., 1981, Ciołkosz A., Majcher I., 1985, Dworak T. Z., Walczewski J., 1985, Dworak T.Z., 1986, 1987, 1990, Trafas K., 1981, Walczewski J., 1976, 1980]. Można także dokonać ilościowej oceny względnego stężenia pyłów w atmosferze oraz określić geometrię i sposób rozcieńczania się smugi, w funkcji odległości od emitora. Teledetekcja satelitarna stanowi zatem obiektywne źródło danych o skażeniu pyłowym atmosfery zwłaszcza w rejonach dużych aglomeracji miejsko-przemysłowych.

Fotogrametria i teledetekcja a GIS

Fotogrametria i teledetekcja stanowią podstawowe źródło zasilania danymi systemów informacji przestrzennej. Szczególną zaletą jest aktualność pozyskiwanych tą drogą danych. Dane rejestrowane są dla dużych obszarów, prawie w jednym momencie czasu co jest szczególnie istotne dla analizy zjawisk dynamicznych (np. przebieg fali powodziowej). Dane pozyskiwane są w postaci cyfrowej (np. obrazy satelitarne) bądź też łatwo przetworzyć je na postać cyfrową wymaganą w dalszych etapach ich analizy (np. drogą skanowania zdjęć lotniczych wykonanych na filmach światłoczułych). Metody fotogrametryczne i teledetekcyjne są najtańszymi a w wielu przypadkach jedynymi metodami pozyskiwania pożądaných danych. Zapowiadane wprowadzenie do eksploatacji systemów satelitarnych nowej generacji, charakteryzujących się wysoką rozdzielczością geometryczną i radiometryczną przyczyni się do dalszego znacznego obniżenia kosztów pozyskiwania aktualnych informacji o terenie.

Obraz powierzchni ziemi (terenu) „z lotu ptaka”, z pułapu lotniczego bądź satelitarnego, stanowi w systemach GIS (por. przypis na str. 1), jedną z podstawowych warstw informacyjnych zawartych w bazie danych systemu. Z jednej strony stanowi ona podstawę do tworzenia wielu warstw tematycznych z wykorzystaniem metod fotointerpretacji i teledetekcji opartych na technikach komputerowego przetwarzania obrazów, a z drugiej stanowi tło, na którym pokazane są różne inne warstwy tematyczne w kontekście przyrodniczym, umożliwiając dostrzeżenie nowych relacji pomiędzy różnymi zjawiskami czy aspektami rzeczywistości.

Działalność naukowo-badawcza w zakresie GIS koncentruje się na wyższych uczelniach i w branżowych instytutach naukowo-badawczych. Wyniki badań i wdrożeń przedstawiane są głównie na konferencjach czy sympozjach organizowanych cyklicznie przez Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji (założone w roku 1930), Klub Teledetekcji Środowiska działający w ramach Polskiego Towarzystwa Geograficznego od połowy lat 60 i Towarzystwo Informacji Przestrzennej (działające od 1991 roku).

W Polsce metody pozyskiwania, przetwarzania, analiz i udostępniania danych nie odbiegają od stosowanych w świecie. Związane jest to z zakupem w ostatnich latach przez wiele instytucji profesjonalnego oprogramowania komputerowego umożliwiającego zarządzanie dużymi bazami danych przestrzenno-opisowych oraz wykonywaniem skomplikowanych analiz typu GIS-owskiego. Wkład polskiej nauki i praktyki zaobserwować można natomiast w tworzeniu oprogramowania i systemów dotyczących ewidencji gruntów i budynków oraz zarządzania sieciami technicznego uzbrojenia terenu.

Wykonanie w latach 1995-1998 kolorowych zdjęć lotniczych, pokrywających prawie cały obszar Polski w skali 1:26 000, oraz wybranych 20 większych miast w skali 1:5 000 stanowi doskonałą podstawę do tworzenia systemów informacji przestrzennej. Oprócz Krajowego Systemu Informacji o Terenie, tworzonego z inspiracji Głównego Geodety Kraju, obejmującego głównie dane tematyczne, przedstawiane na wielkoskalowych mapach

zasadniczych (podstawowych) dotyczące ewidencji gruntów i budynków, katastru czy sieci technicznego uzbrojenia terenu, rozwijane są regionalne systemy [Bielecka E. 1998, Bujakowski K. i inni 1996] jak np. Kociewski czy Małopolski System Informacji Przestrzennej (MSIP). Istotnym składnikiem MSIP jest zbudowany w latach 1995-98 w ramach grantu celowego KBN^{*)} komputerowy atlas województwa krakowskiego [Bujakowski K. i inni 1998, Trafas K., Pyka K. 1997]. Zakres tematyczny atlasu oprócz głównych komponentów środowiska geograficznego obejmuje również wybrane zjawiska społeczno-gospodarcze. Atlas utworzony został w postaci zintegrowanej bazy danych przestrzenno-opisowych. Ze względu na duży stopień nieaktualności map topograficznych istotna część danych do atlasu pozyskana została z aktualnych obrazów satelitarnych i zdjęć lotniczych [Rys. 5].

Szczególną rolę w systemach GIS odgrywa Numeryczny Model Rzeźby Terenu (NMRT), który oprócz opisu kształtu powierzchni terenu, umożliwia opracowanie wielu map pochodnych stanowiących podstawę do przeprowadzenia złożonych analiz (np. erozji wodnej gleb). Nowoczesne techniki fotogrametryczne wykorzystujące odpowiednie procedury korelacji obrazów (dopasowywanie obrazów, rozpoznawanie obiektów na obrazach) pozwalają na pozyskanie danych do NMRT ze stereoskopowych zdjęć lotniczych lub stereoskopowych zobrazowań satelitarnych w procesie, który jest już w wysokim stopniu zautomatyzowany.

Literatura:

^{*)} Projekt celowy nr 9941994C/2163

- Baraniecki L., 1967 - Morfologia i dynamika podwodnych osadów piaszczystych polskiego wybrzeża Bałtyku na podstawie analizy zdjęć lotniczych. Fotointerpr. W Geogr. Nr 4.
- Baranowska T., 1978 - Wyznaczenie stref zróżnicowanej przezroczystości wód Zalewu Szczecińskiego na podstawie wielospektalnych obrazów skanerowych Landsat-1. Prace IGIK, T.XXV, z. 2 (59).
- Baranowska T., 1982 - Metoda numerycznego przetwarzania zdjęć lotniczych i satelitarnych dla potrzeb badań środowiska wodnego. Biul. Inf. IGIK, T.27, nr 6, s.18-26.
- Baranowska T., 1984 - Kartowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wodach jezior i strefie przybrzeżnej Bałtyku. Biul. Inf. IGIK. Materiały V Krajowego Sympozjum Teledetekcji T.29, nr 2-3, s.56-61.
- Baranowski M., Ciołkosz A., 1994 - Mapa pokrycia terenu w Polsce opracowana w ramach programu CORINE, Fotointerpretacja w Geografii, Problemy Telegeoinformacji nr 24.
- Bartoszewicz S., 1955 - Aerotriangulacja przestrzenna na stereokomparatorze. Przegl. Geod. nr2.
- Bażyński J., 1978 - Satelitarna Mapa Fotolineamentów Polski 1 : 500 000. Arch IG (niepubl.).
- Bażyński J., Daniel-Danielska B., Graniczny M., Wilczyński M., 1980 - Przykłady geologicznej interpretacji obrazów satelitarnych dla celów praktycznych. [w:] Zastosowanie teledetekcji w badaniach Środowiska geograficznego, PWN Warszawa - Łódź.
- Bielecka E., 1998 - Wykorzystanie fotogrametrii i teledetekcji do zasilania Kocińskiego Systemu Informacji Przestrzennej.
- Blachut T., 1948 - Aerotriangulacja na autografie Wild A6. Przegl. Geod. nr 11-12.
- Blachut T.J., Sitek Z., 1973 - Stereo-Orto-fotogrametria. Oprzhegl. Geodez., nr 7.
- Bochenek Z., Bychawski W., Ciołkosz A., 1974 - Wykorzystanie długofalowego promieniowania podczerwonego do zdalnego badania środowiska geograficznego. Prz.Geod., R.46, nr 1, s.47-48.
- Bochenek Z., 1976 - Zastosowanie techniki zdjęć wielospektralnych w badaniach szaty roślinnej. Przegl. Geod. R.48, nr 3, s.127-128.
- Bochenek Z., 1982 - The use of digital image processing system for forest mapping. Wykorzystanie systemu numerycznego przetwarzania obrazów satelitarnych do sporządzania map obszarów leśnych. Prace IGIK, T.29, nr 2, s.19-27.
- Bochenek Z., Poławski Z.F., 1987 - Zastosowanie zdjęć satelitarnych Landsat Thematic Mapper do klasyfikacji terenów miejskich. Pr. IGIK, 1987, t.34, nr 2, s.33-39.
- Bochenek Z., Poławski Z.F., Zawila-Niedźwiecki T., 1987 - Wykorzystanie zdjęć Landsat Thematic Mapper do badania zdegradowanych obszarów leśnych na przykładzie Sudetów Zachodnich. Pr. IGIK, 1987, T.34, nr 2, s.59-68.
- Bochenek Z., Ciołkosz A., Iracka M., 1997 - Zmiany stanu lasów w Sudetach Zachodnich na podstawie analizy zdjęć satelitarnych. Prace IGIK T.XLIV, z.95.

- Bohonos B., 1964 - Opracowanie stereoskopowych zdjęć lotniczych przy zmienionej odległości obrazu na autografie. Geod. i Kartogr., t.XIII, z.2.
- Bohonos B., 1965 - Nowa metoda przetwarzania nadiowego zdjęć lotniczych. Biuletyn WAT, nr 12/160.
- Bohonos B., 1967 - O prawidłowym sposobie afinicznego przekształcenia modelu przy opracowaniu nadszerokątnych zdjęć na autografie. Kwartalnik PAN, Geodezja i Kartografia, nr 1.
- Boroń A., 1994 - Wpływ skanowania na geometrię obrazów cyfrowych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 1, Kraków 1994.
- Boroń A., 1998 - Przydatność aparatu cyfrowego Minolta RD 175 w fotogrametrycznych opracowaniach cyfrowych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Boroń A., Jachimski J., 1998 - Inwentaryzacja Kaplicy Świętokrzyskiej na Wawelu z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Boroń A., Wróbel A., 1998 - Opracowanie fotoplanu malowidła ze sklepienia kościoła o.o. Pijarów w Krakowie z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej.
- Borowiec M., Tokarczyk R., 1998 - Komputerowa prezentacja wyników inwentaryzacji architektonicznej. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Bujakiewicz A., 1969 - Zagęszczenie osnowy fotogrametrycznej metodą Hallerta. Prace Nauk. Pol.Warszaws., Geodezja nr 4.
- Bujakiewicz A., 1974 - Wyznaczenie cech geometrycznych elementów prefabrykowanych nowoczesną metodą fotogrametrii analitycznej. Geodezja i Kartografia nr 4.
- Bujakowski K., Mierzwa W., Pyka K., 1996 - Komputerowy atlas województwa krakowskiego jako załączek regionalnego systemu informacji geograficznej. Materiały Konferencji „GIS w zastosowaniach”, InfoFestiwal Kraków 1996.
- Bujakowski K., Mierzwa W., Pyka K., Trafas K., 1998 - Komputerowy Atlas Województwa Krakowskiego (KAWK) - stan aktualny i przyszłość. Materiały VIII Konferencji Naukowo - Technicznej „Systemy Informacji Przestrzennej”. Tom 2. Warszawa 1998.
- Butowtt J., 1974 - Zastosowanie fotogrametrii do opracowania map wielkoskalowych dla celów specjalnych. Informator IGIK, nr 6, T.XIX.
- Bychawski W., Ciołkosz A., 1977 - Termowizyjna metoda wykrywania obszarów występowania inwersji termicznych i mgieł radiacyjnych. Fotointerpr. w Geogr., z.10, s.51-58.
- Bychawski W., Iracka M., Mozgawa J., 1977 - Wykorzystanie lotniczych zdjęć spektrostrefowych do badań uszkodzeń drzewostanów sosnowych. Prace IGIK, T.24, z 1(55), s.31-46.
- Bychawski W., 1980 - Zastosowanie lotniczych zdjęć spektrostrefowych dla określania stref przemysłowego zagrożenia drzewostanów sosnowych. Prace IGIK, T.27, z.3 (66), s.27-83, Biul. Inform. IGIK, T.26, nr 5, s.11-16.

- Cierniewski J., 1988 - Wpływ wilgotności i zbrylenia powierzchni gleby na jej odpowiedź spektralną w zakresie widma widzialnego i bliskiej podczerwieni oraz modelowanie matematyczne tej zależności. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy nauk z.18.
- Cierniewski J., 1999 - Geometrical modeling of soil bidirectional reflectance in the optical domain, Bogucki Scientific Publishers, Poznań
- Ciołkosz A., 1975, - Zastosowanie długofalowego promieniowania podczerwonego w badaniach termalnego zanieczyszczenia rzek. Prace IGiK, t.XXII, z. 28 (51).
- Ciołkosz A., 1977 a - Określenie zasięgu fali powodziowej w Polsce południowo-zachodniej za pomocą zdjęć lotniczych. Prz.Geod. R.49, nr 12, s.432-433.
- Ciołkosz A., 1977 b - Zastosowanie lotniczych zdjęć spektrostrefowych i obrazów termalnych w kartowaniu tematycznym. Pol. Prz.Kart., T.9, nr 4, s.158-166.
- Ciołkosz A., 1977 c - Teledetekcja i jej zastosowania w kartografii tematycznej. Biul. Inform. IGiK, T.22, nr 6, s.107-114
- Ciołkosz A., Mularz S., 1977, - Badanie powierzchniowych zmian termiki gruntu rejonu złoża siarki w Grzybowie metodą termowizyjną. Prace IGiK, t. XXIV z. 1 (55).
- Ciołkosz A. Halemba B., 1978 - Wykorzystanie lotniczych obrazów termalnych w opracowaniu termicznych warunków podłoża południowej Warszawy. Prace IGiK T.XXV, z. 2 (59).
- Ciołkosz A., Popławski Z., 1980 - Mapa użytkowania ziemi w skali 1:250 000 sporządzona za pomocą wizualnej klasyfikacji treści obrazów satelitarnych. [w:] Zastosowanie teledetekcji w badaniach środowiska geograficznego. Mat. III Symp. Teledetekcji, PWN Warszawa-Łódź.
- Ciołkosz A., 1981 - Przeglądowa mapa użytkowania ziemi w Polsce opracowana na podstawie zdjęć satelitarnych, Polski Przegląd Kartograf, T.13, Nr 1.
- Ciołkosz A., Majcher I., Sujkowska W., 1981 - Wyznaczanie zasięgu rozprzestrzeniania się dymów przemysłowych na podstawie zdjęć satelitarnych. Prace IGiK T. XXVII z. 1 (67).
- Ciołkosz A., 1982 - Remote Sensing as the information source for thematic cartography (Teledetekcja jako źródło informacji dla kartografii tematycznej). Prace IGiK. T.29, nr 2, s.51-60.
- Ciołkosz A, Gronet R., 1983 - Rozwój sytuacji powodziowej w dolinie Bugu i Narwi wiosną 1979 roku zarejestrowany na landsatowskich obrazach satelitarnych. Fotointer. w Geogr. T. 6, nr 16, s.9-21.
- Ciołkosz A., Majcher I., 1985 - Wyznaczanie zasięgów rozprzestrzeniania się dymów przemysłowych na podstawie zdjęć satelitarnych. Prace Naukowe Uniw. Śląskiego w Katowicach, nr 735. Fotointerpret. w Geogr, VIII, s.9-23.
- Ciołkosz A., Dąbrowska-Zielińska K., 1989 - Wykorzystanie teledetekcji dla opracowania systemu dynamicznego określania wilgotności gleb użytków zielonych w celu prognozowania plonów. Pr. IGiK, T.36, nr 1-2, s.41-51.
- Ciołkosz A., Ostrowski A., 1995, - Atlas zdjęć satelitarnych Polski.

- Ciołkosz A., Bielecka E., 1998 - Powódź w dolinie Odry w 1997r w świetle interpretacji zdjęć satelitarnych. Prace IGiK, T.XLV z.97.
- Dąbrowska-Zielińska K., 1989 - Określenie ewapotranspiracji i wilgotności gleb w strefie korzeniowej roślin metodami teledetekcyjnymi. Pr. IGiK, T.36, nr 1-2, s.5-39.
- Dąbrowska-Zielińska K., 1993 - Prognozowanie plonów pasz zielonych na podstawie danych satelitarnych i meteorologicznych. Zesz. Nauk. AGH, Geodezja Z.117.
- Dąbrowska-Zielińska K., 1994 - Określenie wilgotności gleby z danych rejestrowanych przez satelity NOAA i ERS-1. Fotointerpretacja w Geografii. Problemy Telegeoinformacji, Nr 24.
- Dąbrowska-Zielińska K., Ciołkosz A., Lewiński S., 1991 - From evapotranspiration to soil moisture investigation based on NOAA thermal infrared data, case study - Poland. Proc. Of 5th Int. Colloq. - Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing, Courchevel, France, Vol.2.
- Dmochowski S., 1952 - Nowe koncepcje w metodzie triangulacji radialnej. Przegl. Geod. nr 5.
- Dworak T.Z., Walczewski J., 1985 - Zastosowanie teledetekcji kosmicznej do określania zanieczyszczenia atmosfery (na przykładzie Krakowa). Application of Space-Borne Remote Sensing in Determination of Atmospheric Pollution (with Cracow as an Example). Przegląd Geofizyczny, R.XXX, z.1, s.31-44. Summary.
- Dworak T.Z., Walczewski J., 1985 - Zastosowanie teledetekcji kosmicznej do określania zanieczyszczenia atmosfery (na przykładzie Krakowa). Przegl. Geofizyczny R.XXX, z.1, 1985, s.31-44.
- Dworak T.Z., 1986 - Optical Remote Sensing Methods for the Investigation of Aerosols in the Atmosphere. (Optyczne teledetekcyjne metody badania Aerozolu w atmosferze - na przykładzie aglomeracji krakowskiej. Zeszyty Naukowe AGH nr 1046, Fizyka z.3, s.182. On the Example of the Cracow Agglomeration.
- Dworak T.Z., 1987 - Określenie parametrów propagacji dymów przemysłowych widocznych na obrazach satelitarnych Ziemi. Zeszyty Naukowe AGH, nr 1100, seria Geodezja, z.94, s.161-165.
- Dworak T.Z., 1990 - Metodyka teledetekcyjnych badań zapylenia atmosfery. Zeszyty Naukowe AGH, nr 1339, Seria Sozologia i Sozotechnika, z.29, s.130.
- Ewiak I., 1998 - Niektóre aspekty skanowania zdjęć lotniczych za pomocą skanera PS1-Zeiss. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Florek-Paszkowski R., Węgrzyn Z., Homa G., 1997 - Ortofotografia cyfrowa - wybrane aspekty wytwarzania i zastosowań w Polsce. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 6, Kraków 1997.
- Furmańczyk K., 1994 - Współczesny rozwój strefy brzegowej morza bezpływowego w świetle badań teledetekcyjnych południowych wybrzeży Bałtyku. Wyd. Nauk. Uniw. Szczecińskiego, Szczecin.
- Gądzicki J., 1973 - Opracowanie numeryczne aerotriangulacji przestrzennej metodą AEROBLOK. Prace IGiK, nr 1/46.
- Gąsior D., 1998 - Rolleimetric CDW - cyfrowy system fotogrametrii bliskiego zasięgu. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.

- Gocał J., 1984 - Warunki i perspektywy stosowania termowizji w geodezyjnych pomiarach inżynierskich. Z.Nauk. AGH, Geodezja, z.84, s.25-33.
- Gocał J., Ney B., Rudowski G., Wróbel A., 1985 - Application of termovision technique to investigation of deformation of industrial objects. Materiały IV Międzynar. Symp. FIG, Kom.6 nt. „Geodezyjne pomiary odkształceń, Katowice.
- Gołka J., Haliński J., 1998 - Wykorzystanie możliwości fotogrametrii cyfrowej w opracowaniach architektonicznych na przykładzie elewacji frontowej Ratusza w Zamościu. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Gosiewski A., 1927 - Fotogrametria i aerofotografia. Liga Ochrony Powietrznej Państwa, Warszawa, t.XVI.
- Graniczny M., 1980 - Kompleksowa analiza fotogeologiczna na przykładzie Bełchatowa. Zastosowanie teledetekcji w badaniach środowiska geograficznego. Mat. III Symp. Teledetekcji, Warszawa, 19-20.04.1979, PWN Warszawa-Łódź, 1980, s.311-323.
- Gronet R., 1984 - Ocena zmian środowiska naturalnego pod wpływem wielkich inwestycji przemysłowych w świetle analizy wieloterminowych zdjęć lotniczych. Biul. Inform. IGIK, Materiały V Krajowego Sympozjum Teledetekcji, T.29, nr 2-3, s.94-104.
- Gruszczyńska M., Janowska M., 1987 - Zastosowanie metod teledetekcji do kartowania trwałych użytków zielonych. Biul.Inf. IGIK, nr 6, s.23-40.
- Gruszczyńska M., 1994 - Zastosowanie zdjęć satelitarnych ERS-1.SAR w badaniach rolniczych. Fotointerpretacja w Geografii. Problemy Telegeoinformacji Nr 24.
- Gruszczyńska M., 1998 - Zastosowanie zdjęć mikrofalowych z satelitów ERS-1 i ERS-2 do określania wilgotności gleb pod zbożami. Prace IGIK. T.XLV, z.97
- Gryglaszewski R., 1931 - Zdjęcia sytuacyjne rzek Polesia metodą aerofotogrametryczną. Biuro Melioracji Polesia, Brześć nad Bugiem.
- Hejmanowska B., Mularz S., 1996 - Thermal Inertia Modelling for Soil Moisture Assessment Based on Remotely Sensed Data. Int. Arch. Of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXI,Part B7.
- Hejmanowska B., 1997 - Numeryczne modelowanie inercji termalnej gruntu dla teledetekcyjnego określania jego wilgotności. Rozpr. Dokt.(niepubl.).
- Iracka M., 1987 - Ocena procesu degradacji lasów w okolicach Bełchatowa na podstawie spektrostrefowych zdjęć satelitarnych. Pr. IGIK. T.34, z.2.
- Jachimski J., 1975a - Autograf analityczny w procesie opracowania mapy. Mat. III Sescji Nauk.-Techn. nt. „Mapa zasadnicza Kraju”, Wyd. SGP, Warszawa.
- Jachimski J., 1975b - Historic Monuments. Photogrammetria (3-6).
- Jachimski J., 1978a - Problem stereoskopii w ortofotografii. Z.Nauk. AGH, Geodezja z.54.
- Jachimski J., 1978b - Sztuczne paralaksy i relief szczytkowy stereoortofotomap. Prace Kom. Górn.Geod., Geodezja nr 25.
- Jachimski J., 1980 - The homogeneity of geometry on a stereoorthophotogram. Prace XIV Kongresu Międzynar.Tow. Fotogrametrycznego, Komisja IV, Hamburg.
- Jachimski J., Mierzwa W., Pyka K., Boroń A., Zieliński J., 1988 - Digital Image Rectification on Microcomputers for Orthophoto Production. International Archives of

Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.27, Part B-9, p.II/136-II/144, Kyoto, Japan.

- Jachimski J., 1991 - Historyczny przegląd programów nauczania fotogrametrii i teledetekcji w technicznych, rolniczych i artystycznych wyższych uczelniach w Polsce.. Materiały Sympozjum Naukowego 60-lecie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, Warszawa 22-24 maja 1991r.
- Jachimski J., Zieliński J., 1992 - Digital Stereoplotting Using the PC-SVGA Monitor. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol.XXIX, Part B-2, p.127-131.
- Jachimski J., Boroń A., Zieliński J., 1994 - Video Stereo Digitizer i wstępna ocena dokładności pomiaru wielkoskalowych zdjęć lotniczych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 1, Kraków 1994.
- Jachimski J., Kaczyński R., Bonarowska D., Borowiec M.,1996 - Polish Society for Photogrammetry and Remote Sensing - National Report 1992-96. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXI, Part B6, ISPRS Congress 1996 Vienna, Austria.
- Jachimski J., 1997 - Fotogrametryczna inwentaryzacja obiektów zabytkowych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 7, Kraków 1997.
- Jachimski J., Zieliński J.M., 1998 - VSD w inwentaryzacji zabytków. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Jachimski J. Mierzwa W., 1998 - Metodyka sporządzanie cyfrowego fotoplanu rozwinięcia sklepienia na przykładzie malowideł biblioteki opactwa Cystersów w Lubiążu. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Jachimski J., Mikrut S., 1998 - Próba subpikselowej lokalizacji konturowych z wykorzystaniem drugiej pochodnej obrazu cyfrowego. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Jarząbek J., Żarkowski A., 1997 - Orotofotomapa wykonywana w systemie Leica-Helawa. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 6, Kraków 1997.
- Jędryczka R., 1995 - Cyfrowa metoda budowy numerycznego modelu terenu. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 3, Kraków 1995.
- Jędryczka R., 1997 - Aktualizacja NMT dla potrzeb tworzenia cyfrowej ortofotografii. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 6, Kraków 1997.
- Kaczyński R. ,1995 - Mapy cyfrowe ze zdjęć satelitarnych i lotniczych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 3, Kraków 1995.
- Kaczyński R. 1997a. Opracowanie ortofotomapy metodą fotogrametrii cyfrowej na różnych systemach. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii. Warszawa 1997 t.XLIV, z.95.
- Kaczyński R., 1997b - Wysokorozdzielcze rosyjskie zdjęcia satelitarne dla opracowania map terenów miejskich. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii. Warszawa 1997 t.XLIV, z.95.
- Kaczyński R., 1997c - Badania testowe wytwarzania ortofotografii różnymi systemami fotogrametrii cyfrowej. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 6, Kraków 1997.

- Kaczyński R. Ziobro J., 1998 - Aerotriangulacja cyfrowa. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 8, Kraków 1998.
- Kaczyński R., 1999 - Cyfrowo szybciej. *Geodeta* nr 1 (44) 1999.
- Kłopociński W., 1938 - Graficzne wyrównanie aerotriangulacji. *Przegl. Fotogram.*, z.3-4.
- Kossakowski J., 1998 - Obrazy zdjęć lotniczych w postaci cyfrowej jako warstwa informacyjna w GIS wspierającym gospodarkę przestrzenną w gminie. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 8, Kraków 1998.
- Kozacki L., 1969 - Zastosowanie zdjęć lotniczych dla określenia zmian niektórych elementów środowiska geograficznego na przykładzie Zagłębia Konińskiego. *Fotoint. w Geogr.* z.7.
- Kozacki L., 1984 - Monitoring środowiska obszarów górniczych na przykładzie eksploatacji węgla brunatnego i kruszyw mineralnych. *Biul. Inform. IGiK, materiały V Krajowego Sympozjum Teledetekcji*, T.29, nr 2-3, s.87-93.
- Kryński S., Ney B., 1995 - Instytut Geodezji i Kartografii w minionym dziesięcioleciu. *Prace Instytutu Geodezji i Kartografii*. Warszawa 1995 t.XLII, z.92.
- Kurczyński Z., 1997a - Zdjęcia lotnicze i zobrazowania satelitarne - stan obecny i perspektywy. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol.7 1997.
- Kurczyński Z., 1997b - Zdjęcia lotnicze dla obszaru Polski realizowane w ramach programu modernizacji krajowego systemu informacji o terenie. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 6, Kraków 1997.
- Krzyworzeka M., Urban A., Wrona T., 1997 - Próba określenia dokładności położenia różnych szczegółów na ortofotomapie cyfrowej. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 6, Kraków 1997.
- Linsenbarth A., 1959 - Analiza wyników pracy doświadczalnej mającej na celu ustalenie dokładności i przydatności podkładu fotomapowego dla celów klasyfikacji gruntów. *Biul. Inform.PPF*, nr 1-4.
- Linsenbarth A., 1964 - Autografy analityczne. *Przegl. Geod.* nr 9.
- Linsenbarth A., 1969 - Numeryczny model terenu. *Przegl. Geod.* nr 9.
- Linsenbarth A., 1991. Działalność instytucji i komórek fotogrametrycznych w Polsce (1921-1990). *Materiały Sympozjum Naukowego 60-lecie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego*, Warszawa 22-24 maja 1991r.
- Linsenbarth A., 1995 - Aktualne zadania i działalność Instytutu Geodezji i Kartografii. *Prace Instytutu Geodezji i Kartografii*. Warszawa 1995 t.XLII, z.92.
- Linsenbarth A., 1996 - A remote sensing approach to geomorphological investigations of sand desert areas. *Prace Instytutu Geodezji i Kartografii*. Warszawa 1996 t.XLIII, z.93.
- Majde A., 1969 - Wyznaczenie elementów orientacji zewnętrznej pojedynczego zdjęcia lotniczego. *Geodezja i Kart.*, t.XVIII.
- Majde A., 1975 - Uogólnienie zastosowania geometrii rzutowej w fotogrametrii. *Prace Nauk. Pol. Warszawskiej, Geodezja* nr 16.
- Mierzwa W., 1974 - Możliwości zastosowania aerotriangulacji do wyznaczania deformacji powierzchni terenu. *Z.Nauk. AGH*, nr 433, *Geodezja* 28.

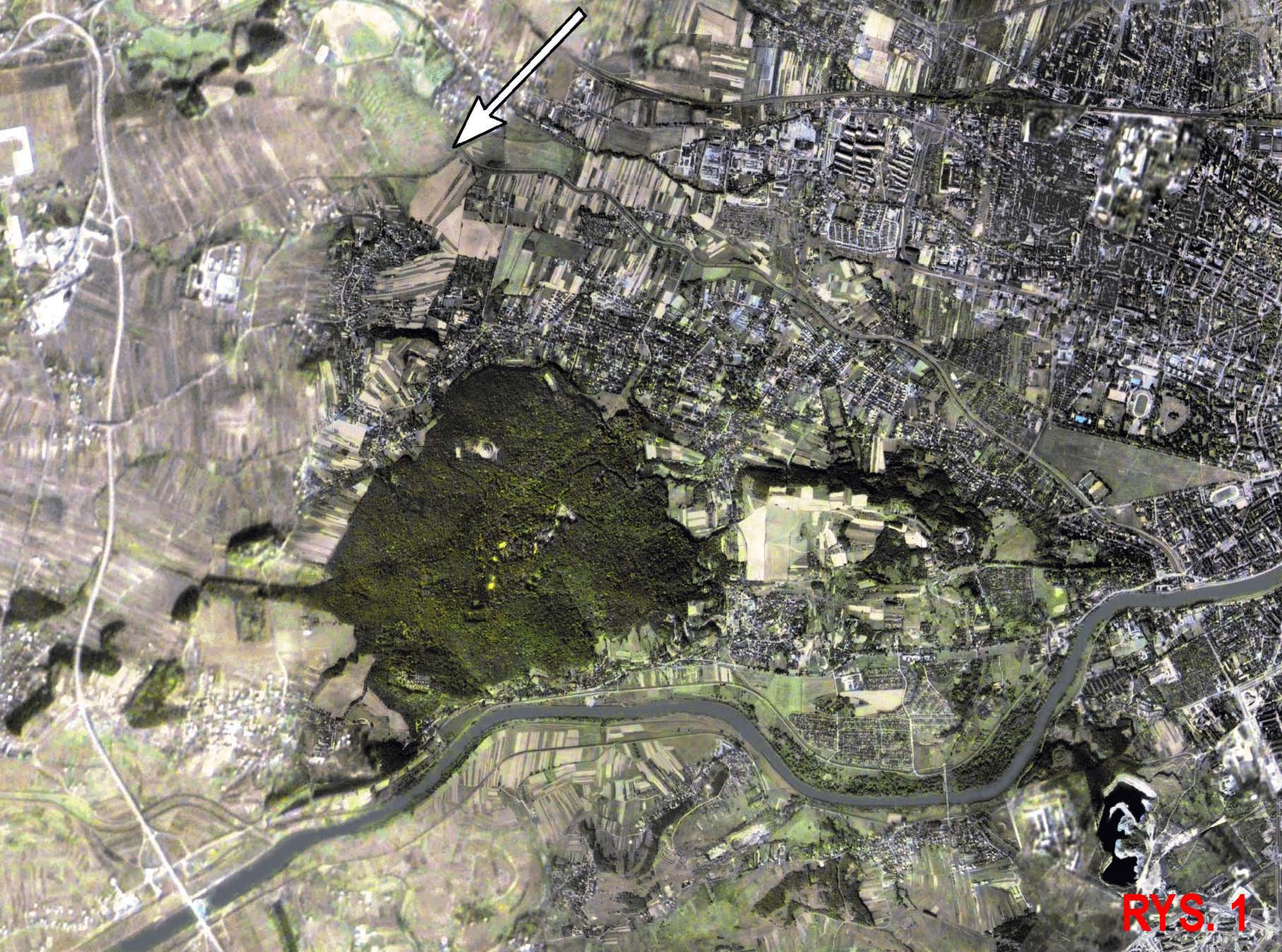
- Mierzwa W., Pyka K., 1984 - Przekształcenie obrazów cyfrowych na obrazy półtonowe z zastosowaniem drukarki wierszowej. *Przegl. Geod.* nr 7.
- Mierzwa W., Tokarczyk R. 1998 - Wyrównanie sieci cyfrowych zdjęć naziemnych dla zastosowań inżynierskich i architektonicznych. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 8, Kraków 1998.
- Mularz S., 1981 - Geologiczne kartowanie skarp kopalni odkrywkowej na podstawie zdjęć fotogrametrycznych. *Przegl. Geod.*, nr 4 (336).
- Mularz s. Tokarczyk A., Tokarczyk R., 1984 - Termowizyjne badania dużej kopalni odkrywkowej węgla brunatnego. *Zeszyty. Nauk. AGH, Geodezja* z. 84.
- Mularz S. 1985, - Termowizyjne obserwacje skarp w kopalni odkrywkowej. *Fotointerpretacja w Geografii*, T. VII (18), Katowice.
- Mularz S., 1987 - Badania termowizyjne gruntów zwałowych. *Ochrona Terenów Górniczych*, Nr 80/2, 36-44.
- Mularz S., Pyka K., Sitek Z., 1987 - Propozycje dokumentowania deformacji skarp kopalni odkrywkowej na podstawie zdjęć fotogrametrycznych, *Zeszyty Nauk. AGH, Geodezja* z.94.
- Mularz S., 1989, - Thermal monitoring of a slope for geotechnical purposes. 6-tf Conf. on Thermogrammetry and thermal engineering. Budapest, Abstracts, t.1.
- Mularz S., 1996, - Monitoring and Mapping the Belchtow Mining Complex in Poland. [in] *Raster Imagery in Geographic Information Systems. Environmental and Mineral Exploration*. ONWORD Press. Santa Fe, USA.
- Mularz S., 1998 - Satellite and airborne remote sensing data for monitoring of an open-cast mine. *Int. Arch. of Phtogram. And Rem. Sens.Comm.IV,S*.
- Mularz S., Hejmanowska B., 1990 - Numeryczne modelowanie inercji termalnej dla zdalnego określenia wilgotności gleb. AR Wrocław, 1990, IPiUTW, RPBR Nr 21, „Urządzenie rolniczej przestrzeni produkcyjnej”, z.5. *Metody transformacji obrazów satelitarnych i fotogrametrycznych dla potrzeb gospodarki rolnej i wodnej*, s.73-98.
- Mularz S., 1992 - Remote Sensing Monitoring of open-cast mine. *Int. Arch. of Photogram. And Remote Sensing*, Vol.XXIX, Part B5, 311-317.
- Musiał E., 1979 - Technologia numerycznego opracowania aerotriangulacji AERONET. *Prace IGiK*, T.26, z. 3 (63).
- Musiał E., 1986 - Komputerowy system wspomagania obserwacji i wyrównania aerotriangulacji na mikrokomputerze IBM PC. *Materiały VI narady nt Informatyki w Geodezji i Kartografii*. Poznań.
- Nowak W., 1935 - Próba zastosowania aerofotogrametrii przy klasyfikacji gruntów dla celów podatkowych. *Przegl. Fotogram.*, z.3-4.
- Odlanicki-Poczobutt M., 1939 - Projekt zastosowania zdjęć fotolotniczych przy pracach związanych z przebudową ustroju rolnego na terenach górskich województw południowych. Warszawa.
- Ołędzki J.R., 1975 - Wykorzystanie zdjęć satelitarnych w badaniach wybrzeży morskich. *Fotointerpr. w Geogr.*, z.9, s.15-21.

- Oleđzki J.R., 1987 - Regionalizacja fotomorficzna Polski. Prace Naukowe UŚ. w Katowicach: Fotointerpretacja w Geografii, tom IX (19), nr 861, s.129-147.
- Oleđzki J. R.,(red.), 1988 - Polska na zdjęciach lotniczych i satelitarnych. PWN, Warszawa.
- Ostaficzuk S., 1962 - Fotogrametryczne opracowanie zsuwu w Tresnej. Biuletyn Geol. t..2. Wyd UW, Warszawa.
- Ostaficzuk S., 1965 - Fotogrametryczne metody badania osuwisk. Mat. XXXII Konf. Nauk.-Techn. SGP „Pomiary odkształceń obiektów przemysłowych, Katowice.
- Ostaficzuk S., Wysokiński L., 1968 a, - Stacjonarne badania dynamiki zboczy metodami fotogrametrycznymi. Przegl. Geol. Nr 2.
- Ostaficzuk S., Wysokiński L., 1968 b, - Badania fotogrametryczne w Płocku, Przegl. Geol. Nr 2.
- Ostrowski M., Preuss R., Kurczyński Z., 1994 - Tworzenie cyfrowej ortofotomapy w barwach rzeczywistych na podstawie zdjęć wykonywanych kamerami niometrycznymi. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 1, Kraków 1994.
- Paszotta Z., 1995 - Podstawy cyfrowej budowy ortofotografii. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 3, Kraków 1995.
- Paszotta Z., 1997 - Propozycja inwentaryzacji urbanistycznej z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 6, Kraków 1997.
- Pawlak J., Mierzwa W., 1973 - Program obliczania współrzędnych tłowych z eliminacją czynników systematycznych na maszynie UMC-1. Z.Nauk nr 368, Geodezja 22.
- Pęczek L., 1969 - Zagęszczenie płaskiej osnowy geodezyjnej metodą aerotriangulacji analitycznej. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Geodezja nr 4.
- Pęczek S. 1975 - Nowa metoda analityczna rozwiązania podstawowego problemu fotogrametrii. Prace Nauk., Geodezja nr 15.
- Piasecki M.B., 1930 - Współczesne metody i przyrządy fotogrametryczne, Warszawa.
- Piasecki M.B., 1932a - Wyniki prób zwiększenia dokładności fotoplanów. Przegląd Fotogram., z.3-4.
- Piasecki M.B., 1932b - Zdjęcia aerofotogrametryczne przy studiach urbanistycznych. Przegl. Miern. nr 7-8.
- Piasecki M.B., 1935 - Prace fotogrametryczne w dużych skalach wykonane w Polsce do roku 1935. Przegl.Fotogram, z.3-4.
- Piasecki M., 1951a - Metody bezpośredniego wyznaczania elementów orientacji zewnętrznej zdjęć lotniczych. Przegl. Geod. nr 9.
- Piasecki B., 1951b - Metody opracowania planów sytuacyjnych w terenach falistych drogą przetwarzania zdjęć lotniczych. Przegl. Geod. nr 4.
- Piasecki M.B., 1956 - Opracowanie zdjęć stereoskopowych przy zmienionej odległości obrazu. Geodezja i Kartografia, tom 5.
- Piasecki M.B., 1960a - Fotogrametryczne metody sporządzania map sytuacyjno-wysokościowych w skalach 1:1 000 i 1 : 2 000. Zbiór referatów pt. „Fotogrametria w górnictwie”, Katowice, Instytut Górnictwa.

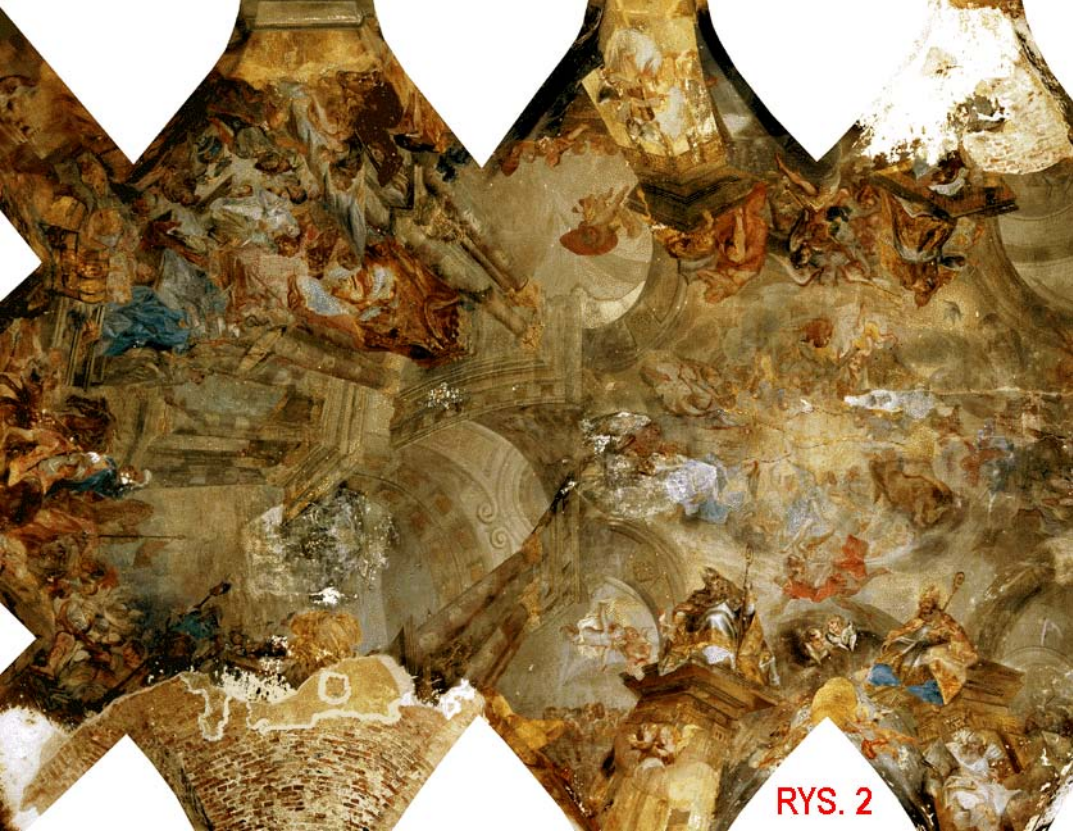
- Piasecki M.B., 1960b - Korzyści stosowania fotogrametrii przy budowie autostrad. Przgl. Geod., Nr 11.
- Piasecki M.B., 1978 - Analiza dokładności opracowań fotogrametrycznych terenów zabudowanych. Przgl. Geod., R.50, nr 3.
- Piasecki M.B., 1980 - Francuski autograf analityczny: Traster 77". Przgl. Geod., R.52, nr 2.
- Piątkiewicz B., 1929 - Zdjęcia fotogeodezyjne parku narodowego w Tatrach, wykonane przez Ministerstwo Robót Publicznych. Przgl. Miern, R.6, nr 4.
- Piątkiewicz B., 1933 - Zastosowanie fotogrametrii w kryminologii. Przgl.Fotogram., z.3-4.
- Preuss R., 1994 - Integracja fotogrametrii z GIS/LIS. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 1, Kraków 1994.
- Preuss R., 1997 - Sposoby odtwarzania orientacji zdjęć we współczesnych technologiach fotogrametrycznych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 7, Kraków 1997.
- Pyka K., 1998 - Przetwarzanie obrazów cyfrowych w pakiecie MGE Intergraph - uwagi użytkownika. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Pyka K., Waluś L., 1998 - Doświadczenia firmy COMPASS S.A. w zakresie fotogrametrii cyfrowej. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Rączka U., 1998 - Metody filtracji obrazów radarowych. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii. Warszawa 1998, t.XLV, z.97.
- Rudowski G., 1980 - Wpływ struktury obiektów i konstrukcji urządzeń pomiarowych na odwzorowanie termne. Prace IGIK T.XXVII, z. 2 (65).
- Rymarowicz A., 1959 - Wpływ skurczu firmlu fotograficznego na opracowanie pojedynczego stereogramu na autografie. Biul. Inform. PPF, nr 1-4.
- Sawicki P., 1997 - Techniki bliskiego zasięgu i widzenie maszynowe. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 7, Kraków 1997.
- Sawicki P., Więcek B. 1998 - Cyfrowy system video termalny dla aplikacji w bliskim zasięgu. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 8, Kraków 1998.
- Sitek Z., 1965a - Anaysis of the Use of Reseau Photographs. Z.Nauk. Wydz. Fizyki Stosowanej National Research Co Council, Ottawa Ap-PR-32, Dec.1965, 1-68.
- Sitek Z., 1965b - Aerotriangulacja analityczna. Przgl. Geod. nr 8-9.
- Sitek Z. 1966 - Analiza nowoczesnych zdjęć reseau i ich zastosowanie w aerotriangulacji przestrzennej. Z.Nauk. AGH, Rozprawa nr 71, Kraków.
- Sitek Z., 1967a - Analityczne wyrównanie aerotriangulacji za pomocą wielomianów. Przgl. Geod. nr 9.
- Sitek Z., 1967b - Możliwość podniesienia dokładności opracowań fotogrametrycznych. Przgl. Geod. nr 5.
- Sitek Z., 1968 - Kierunki rozwojowe nowoczesnej fotogrametrii. Przgl. techn. AGH, nr 23, Seria G, Z.9, Kraków.

- Sitek Z., Mierzwa W., 1972 - Analityczna aerotriangulacja przestrzenna z niezależnych modeli na UMC-1. Prace Kom. Górn.-Geodez. PAN w Krakowie, Geodezja 13, Geodezja i Fotogrametria.
- Sitek Z., 1974 - Uwagi o sporządzaniu map na podstawie ortofotografii. Z.Nauk AGH, nr 463, Geodezja 32.
- Sitek Z., 1978 - Analiza fotograficznych i geometrycznych właściwości ortofotomap. Prace kom. Górn.Geod., Geodezja nr 25.
- Sitek Z., 1983 - Wykorzystanie modelowanej funkcji przenoszenia (MTF) do oceny jakości zdjęć fotogrametrycznych. Przegl. Geod., R.55, nr 6.
- Sitek Z., 1988 - Monitoring in open Cast Mines Using Close Range Remote Sensing Method. Proceedings of the Indo-British Workshop on Remote Sensing of Environmental in Mining Field, Nov. 1988, Indian School of Mines Dhanbad - 826 004, s.99-112.
- Sitek Z., 1990 - Role of Photogrammetry and Remote Sensing in Slope Monitoring in Opencast Mines. MINMAG, Vol XX, Dec.1990, Dep. of Mining Eng. Inst.of Technol. Banaras Hindu, University, Varanasi 221005.
- Sitek Z., 1991. Polskie Towarzystwo Fotogrametryczne. Materiały Sympozjum Naukowego 60-lecie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, Warszawa 22-24 maja 1991r.
- Sitek Z., 1991. Fotogrametrii ogólna i inżynierska. Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych. Warszawa -Wrocław 1991.
- Sitek Z., 1997. Komercyjne obrazy satelitarne Ziemi i GIS w fotogrametrii cyfrowej. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, nr 6, Kraków 1997.
- Sitek Z., Blachut T., Bychawski W., Jachimski J., Kaczyński R., Linsenbarth A., Majde A., 1997. Fotogrametria i teledetekcja - tendencje i prognozy rozwojowe na przełomie XX i XXI wieku. Międzynarodowa Konferencja „Geodezja i Kartografia u progu XXI wieku”, Wyd. Instytutu Geodezji i Kartografii oraz Komitetu Geodezji PAN, Warszawa 1997.
- Świątkiewicz A., 1972 - Sporządzenie fotomap w skalach 1: 2 000 i 1 : 1 000 z powiększeniem obrazu zdjęć lotniczych 6-12 krotnym. Przegl. Geod. nr 9.
- Tokarczyk A., 1987 - Opracowanie map izotermicznych zwałowisk kopalnianych na podstawie zobrazowań kamery termowizyjnej. Z.Nauk.AGH nr 1100, Geodezja z.94, s.167-173.
- Tomaszewski E., 1975 - Wielospektralna analiza wód morskich i strefy przybrzeżnej. Fotointerpr. w Geografii, z.9, s.9-13.
- Trafas K., 1981- Teledetekcyjne badania zasięgów dymów przemysłowych w rejonie Krakowa. Folia Geogr., series Geogr. -Phys., XIV, 121.
- Trafas k., Pyka K., 1997 - The future of the Regional Atlas: Computer or GIS Atlas. Proceedings vol. IV 18th ICA/ACI International Cartographic Conference, ICC 97, Stockholm 1997.
- Walczewski J., 1976 - Some Characteristics of Industrial Smoke Propagation in the Silesian Region, Poland. Artif. Satel. 11, No 3.
- Walczewski J., 1980 - O możliwościach kontrolowania środowiska za pomocą zdjęć lotniczych i satelitarnych. Fotointerpr. w Geografii, T.4, nr 14, s.100-111.

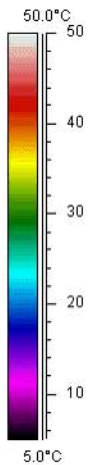
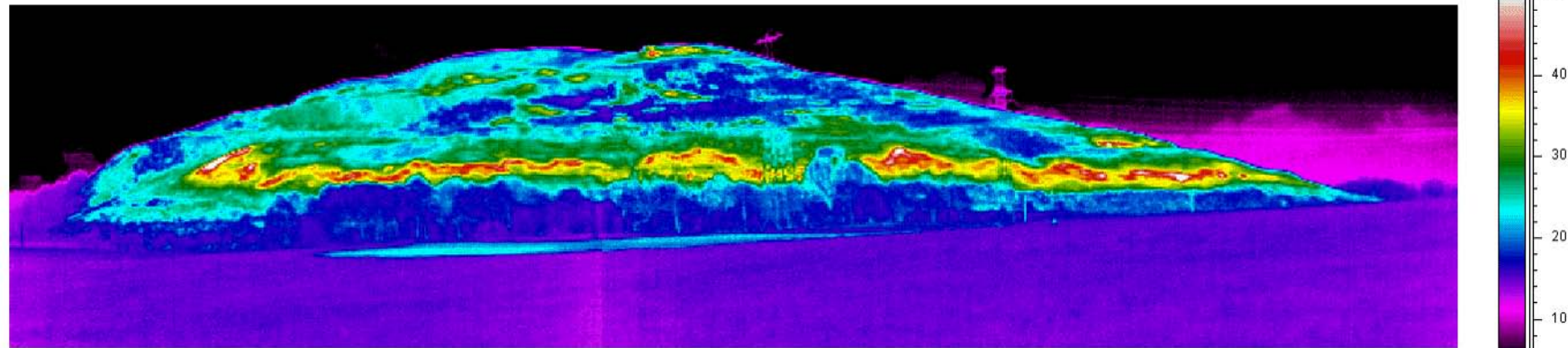
- Węgrzyn Z., 1995 - Uwagi o zastosowaniu ortofotografii cyfrowej w urządzaniu obszarów wiejskich. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 3, Kraków 1995.
- Węgrzyn Z., 1994 - Pozyskiwanie bazy danych wektorowej SIT z ortofotografii cyfrowej przy użyciu Video Stereo Digitizera. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 1, Kraków 1994.
- Wężyk P., Mansberger R., 1998 - Techniki fotogrametrii cyfrowej i GIS w ocenie degradacji drzewostanów świerkowych w masywie Kudłonia w Gorcach. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 8, Kraków 1998.
- Wężyk P., 1998 - Techniki fotogrametrii cyfrowej, GIS i GPS w badaniach nad przestrzenną depozycją pyłów wybranych metali ciężkich na obszarze Lasku Wolskiego w Krakowie. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 8, Kraków 1998.
- Wilczkiewicz E., 1925 - Zdjęcia fotogrametryczne dla celów katastralnych. *Czasopismo techniczne dla spraw pomiarowych*. R.1, nr 1.
- Wilczkiewicz E., 1932 - Wpływ zakrzywienia Ziemi i refrakcji na przeprowadzenie triangulacji fotogrametrycznej. *Przeł.Fotogram.*, z.1-2.
- Wilczkiewicz E., 1934 - Fotogrametria w zastosowaniu do pomiarów miejskich. *Życie Techniczne*, nr 5.
- Wiśniewska E., Zawła-Niedźwiecki T., 1998 - Klasyfikacja treści leśnej zdjęć satelitarnych. *Prace IGiK T.XLV*, z. 97.
- Wrona T., Węgrzyn Z., 1994 - Wpływ rozdzielczości skanowania zdjęć lotniczych na dokładność odwzorowania szczegółów. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 1, Kraków 1994.
- Wróbel A., 1994 - Cyfrowa rejestracja w kamerze termowizyjnej AGA 780 i możliwości jej wykorzystania. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 1, Kraków 1994.
- Zawadzki A.R., 1934 - Zdjęcia fotogrametryczne wykonane przez ekspedycję polską na Spitzbergenie w okresie 21.VI-29.VIII.1934. *Przeł.Fotogram.*, z.3.
- Zawła-Niedźwiecki T., 1989 - Metoda opracowania map stanu lasu na podstawie zdjęć satelitarnych Landsat - Thematic Mapper IGiK, (praca doktorska).
- Zawła-Niedźwiecki T., 1990 - Wykorzystanie zdjęć przez satelity Landsat TM i SPOT w badaniach lasu. *Prace IGiK*, 1990, T.37, nr 1-2, s.63-73.
- Zawła-Niedźwiecki T., Bochenek Z., Strzelecki P., 1994 - Wykorzystanie zdjęć satelitarnych ERS-1 w inwentaryzacji szkód leśnych. *Prace IGiK T. 41*, z. 90.
- Zieliński J.M. 1998 - Strategia automatyzacji pomiarów na stereogramach cyfrowych z zastosowaniem metod autokorelacji. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, nr 8, Kraków 1998.
- Ziobro J. 1997 - Analiza parametrów orientacji przy cyfrowym opracowaniu zdjęć lotniczych. *Prace Instytutu Geodezji i Kartografii*. Warszawa 1997, t.XLIV, z.95.
- Ziobro J., Kaczyński R., 1998 - Analiza wpływu stopnia kompresji obrazu cyfrowego oraz apertury skanowania na późniejszy automatyczny pomiar. *Prace Instytutu Geodezji i Kartografii*. Warszawa 1998, t.XLV, z.97.



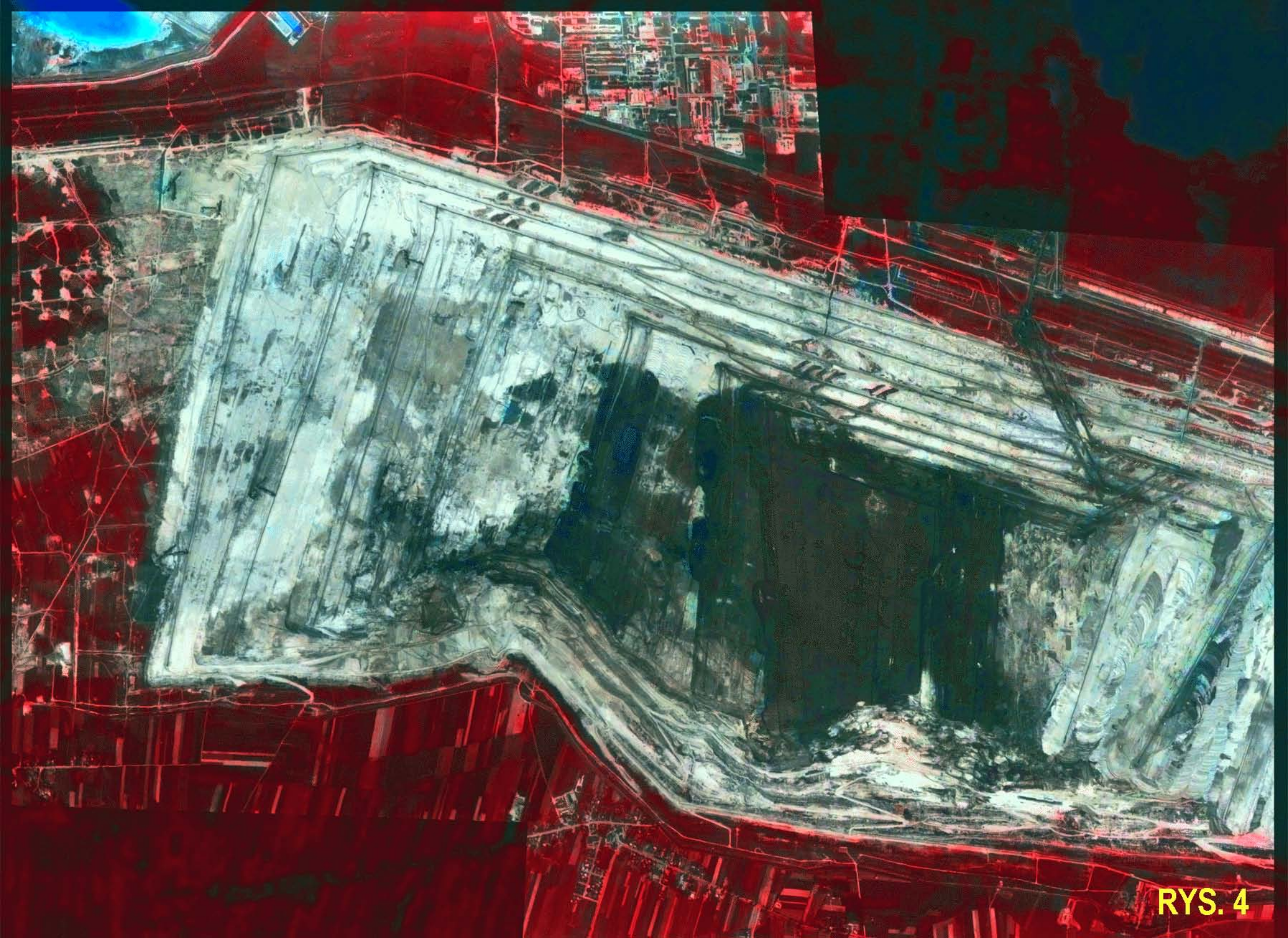
RYS. 1



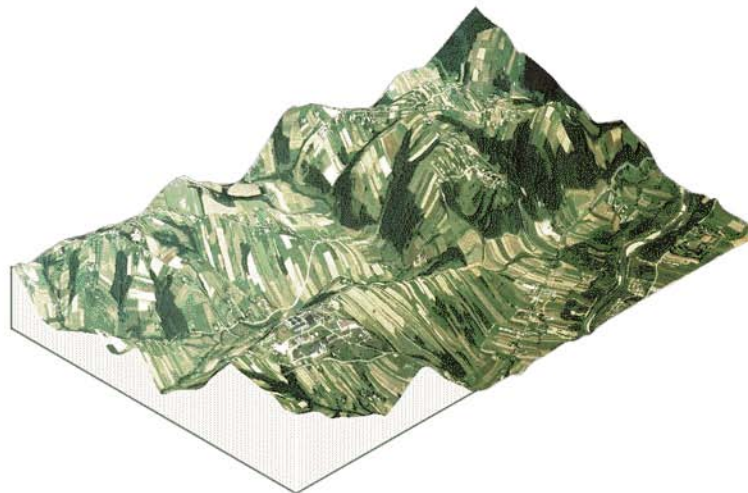
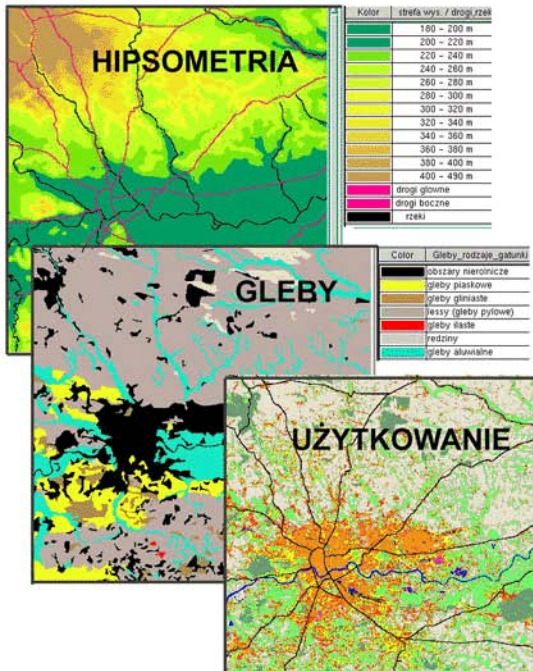
RYS. 2



RYS. 3



RYS. 4



RYS. 5