

# ZAKŁAD FOTOGRAMETRII I INFORMATYKI TELEDETEKCYJNEJ

W latach 1996 - 1998 główne obszary działalności badawczej Zakładu dotyczyły metod inwentaryzacji i oceny stanu środowiska z wykorzystaniem Systemów Informacji Geograficznej (GIS), teledetekcji lotniczej i satelitarnej, oraz fotogrametrii lotniczej i naziemnej.

W okresie tym pracownicy Zakładu uczestniczyli w prowadzeniu czterech grantów. Dzięki środkom KBN i Uczelni pozyskano nowoczesny sprzęt: skaner wysokiej rozdzielczości, fotogrametryczną stację roboczą firmy Intergraph, autograf analityczny, plotter dużego formatu, kamerę metryczną Rolleiflex oraz cyfrowe aparaty fotograficzne.

W wyniku prac badawczych rozwinięto cyfrowy autograf ekranowy przeznaczony do opracowania map na podstawie obrazów CCD i zeskanowanych obrazów lotniczych i satelitarnych, który przystosowano obecnie również do szczególnych wymagań inwentaryzacji obiektów archeologicznych i architektonicznych.

Prowadzone były prace nad utworzeniem Komputerowego Atlasu Województwa Krakowskiego, który obejmuje podstawowe elementy środowiska przyrodniczego oraz sfery życia społecznego tego terenu. Atlas ma służyć administracji rządowej i samorządowej jako zintegrowana przestrzenna baza danych.

Rozwinięto metodykę klasyfikacji treści obrazów satelitarnych z uwzględnieniem parametrów opisujących teksturę obrazów, opracowano metodykę zdalnej oceny zawilgocenia gleb.

Od szeregu lat Zakład prowadzi badania dotyczące metod fotogrametrii bliskiego zasięgu, opartych również o wykorzystanie kamer semimetrycznych, niemetrycznych, zarówno analogowych jak i cyfrowych.

Metody cyfrowej fotogrametrii bliskiego zasięgu stosuje się w inwentaryzacji zabytków, między innymi Kaplicy Świętokrzyskiej na Wawelu oraz biblioteki Klasztoru Poczsterskiego w Lubiążu.

Udoskonalono metody zdalnego badania odkształceń i przemieszczeń budowli i urządzeń przemysłowych: chłodni kominowych, wież wiertniczych, masztów, elementów montażowych statków.

W 1996 roku większość pracowników Zakładu uczestniczyła w Kongresie Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) w Wiedniu, na którym zaprezentowali siedem referatów (w tym jeden „invited paper”). Tematyka Kongresu została zaprezentowana na Ogólnopolskim Sympozjum Naukowym n.t. „Pozyskiwanie informacji przestrzennych na podstawie zobrazań”, które w 1997 roku zorganizował Zakład wraz z Polskim Towarzystwem Fotogrametrii i Teledetekcji.

W 1998 roku zorganizowano również, wspólnie z PTFiT Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe n.t. „Obrazy cyfrowe w Fotogrametrii i Teledetekcji oraz GIS”, które cieszyło się wielkim zainteresowaniem.

W ramach współpracy międzynarodowej prowadzona jest stała współpraca naukowa z Politechniką w Wiedniu i Ljublanie oraz Esquela de Estudos Arabes w Grenadzie. W ramach

programu CEEPUS corocznie kilku studentów i pracowników odbywa miesięczne staże w uczelniach Europy Środkowej, skąd Zakład przyjmuje również stażystów.

W okresie 1997 - 1998 pracownicy Zakładu brali udział jako wykładowcy i instruktorzy w ogólnopolskim kursie finansowanym w ramach projektu PHARE na temat kompleksowego wykorzystania informacji ze zdjęć lotniczych i są autorami skryptu do tego kursu. Przedsięwzięcie to uzyskało bardzo wysoką ocenę zarówno uczestników kursu jak i władz geodezyjnych.

Zajęcia ze studentami są prowadzone w nowoczesnych pracowniach komputerowych, wyposażonych w najnowszy sprzęt i bogate oprogramowanie.

Prace dyplomowe prowadzone przez pracowników Zakładu uzyskują wysoką ocenę na ogólnopolskich konkursach na najlepsze prace dyplomowe w dziedzinie Geodezji i Ochrony Środowiska.

## **Skład osobowy Zakładu**

### **Kierownik**

prof.dr hab.inż.Józef Jachimski - prof.nadzwyczajny

### **Pracownicy naukowo-dydaktyczni**

prof.dr hab.inż.Zbigniew Sitek - prof.zwycz.

prof.dr hab.inż.Jerzy Bernasik - prof.AGH

dr inż.Adam Boroń - adiunkt

dr inż.Ryszard Florek-Paszkowski - adiunkt

dr inż.Regina Tokarczyk - adiunkt

dr inż.Władysław Mierzwa - adiunkt

dr inż.Stanisław Mularz - adiunkt

dr inż.Krystian Pyka - adiunkt

dr inż.Andrzej Wróbel - adiunkt

dr inż.Beata Hejmanowska - adiunkt

mgr inż.Barbara Zabrzaska-Gąsiorek- asystent

### **Pracownicy techniczni**

mgr inż.Marta Borowiec - nauk.-techn.

mgr inż.Roman Bielec - nauk.-techn.

inż.Tadeusz Rogala - nauk.-techn.

Zygmunt Starek - technik

Grażyna Binczycka - technik

### **Doktoranci**

mgr inż. Wojciech Drzewiecki - doktorant

mgr inż. Sławomir Mikrut - doktorant

mgr inż. Tomasz Pirowski - doktorant  
inż. Marcin Andrzejewski - stażysta

## **Działalność naukowa Zakładu**

### **1. Badania wilgotności gruntów z wykorzystaniem zobrażeń teledetekcyjnych i modelu inercji termalnej.**

*The ground Soil Moisture Study with the use of Remotely Sensed Images and the Thermal Inertia Model.*

Zespół: B.Hejmanowska (kierownik), S. Mularz, Z. Sitek

Finansowanie: KBN, Nr 9 S605 019 06, Nr AGH 18.150.170

Termin zakończenia: 1996

Badania prowadzone w ramach projektu badawczego dotyczą wykorzystania modelu inercji termalnej (IT) dla określania wilgotności gruntów. Numeryczne modelowanie IT polega na odpowiednim przetworzeniu zobrazenia wykonanego w paśmie widzialnym i podczerwieni termalnej po wcześniejszym wprowadzeniu danych geograficznych i atmosferycznych dla rejonu pomiaru. Dla potrzeb modelowania inercji termalnej obrazy zarejestrowane w paśmie widzialnym i podczerwieni termalnej muszą być odpowiednio wstępnie przetworzone w celu uzyskania obrazu rozkładu albedo i maksymalnych dobowych różnic temperatur. Poprawność modelowania inercji termalnej jest uwarunkowana wstępną transformacją obrazów wejściowych. Znajomość przestrzennej funkcji rozkładu promieniowania odbitego lub emitowanego (Bidirectional Reflection Distribution Function - BRDF) dla badanego obiektu jest w tym przypadku bardzo istotna ponieważ przedmiotem badania jest albedo i temperatura rzeczywista gruntu. Często różne wartości współczynnika odbicia czy temperatury otrzymane z obrazu teledetekcyjnego nie wynikają z rzeczywistych różnic tych parametrów, a są jedynie spowodowane zakłócającym efektem morfologii terenu. Na podstawie numerycznego modelu terenu i w oparciu o znaną BRDF badanego gruntu można dokonać transformacji zarejestrowanego poziomu radiacji do takiej postaci jaka byłaby gdyby teren był poziomy. Korekcja topografii jest zatem możliwa jeśli określana jest postać funkcji BRDF. Znane są z literatury badania laboratoryjne BRDF różnych obiektów prowadzone w paśmie widzialnym, natomiast literatura dotycząca badania rozkładu promieniowania emitowanego (w termalnym przedziale spektrum) jest bardzo uboga i dotyczy głównie badania metali. W związku z tym interesujące jest badanie rozkładu promieniowania emitowanego przez ośrodki porowate typu grunt.

Zgodnie z zadaniem badawczym przeprowadzono eksperyment pomiarowy dotyczący badania rozkładu promieniowania emitowanego przez grunt. Badanym typem gruntu był piasek, a dla porównania badano także wzorzec ciała doskonale czarnego i wzorzec ciała białego. Pomiar prowadzono przy pomocy kamery termalnej AGA 680 na próbach laboratoryjnych, w warunkach naturalnego nasłonecznienia, w cyklu dobowym. W trakcie pomiarów stwierdzono zależność radiacji od układu: kierunek oświetlenia - kierunek rejestracji.

Przedmiotem badań były także różne metody usuwania efektu topografii z obrazów

satelitarnych. Uzasadnienie podjęcia tego rodzaju prac stanowi fakt, że do tej pory nie została opracowana technologia usuwania efektu topografii z danych teledetekcyjnych, pomimo, że powstało kilka modeli teoretycznych opisujących różne rodzaje BRDF. W trakcie badań testowano modele przyjmujące założenie, że typ rozpraszania promieniowania elektromagnetycznego przez obiekt jest dyfuzyjny, wstecz lub w przód. Badania prowadzono na obrazach satelitarnych LANDSAT TM. Do wizualizacji obrazów, obliczania z numerycznego modelu terenu wielkości nachylenia i ekspozycji, a także innych klasycznych przetworzeń obrazów wykorzystywano pakiet IDRISI. Natomiast obraz współczynnika korekcji efektu topografii tworzono za pomocą własnego oprogramowania. W trakcie realizacji zadania badawczego sprawdzono pod względem możliwości usuwania efektu topografii dwa inne, dostępne w zakładzie pakiety GIS: GRASS i ERDAS. GRASS podobnie jak IDRISI nie daje żadnej możliwości korekcji obrazów ze względu na zakłócający wpływ topografii. Natomiast ERDAS umożliwia najprostszą korekcję, zakładając dyfuzyjny, lambertowski model rozpraszania, przez niektórych autorów wręcz w pewnych przypadkach nie zalecany.

W ramach prac badawczych prowadzonych w roku 1995 zaplanowano i wykonano dwupoziomowy eksperyment pomiarowy, w ramach którego przeprowadzono symultaniczne zobrazowania lotnicze i serie pomiarów naziemnych. Zdalne pomiary z pułapu lotniczego obejmowały dwukrotną w ciągu doby (o godzinie 2 po południu i 6 rano) rejestrację w termalnym przedziale spektralnym dla wygenerowania obrazu maksymalnych dobowych różnic temperatur. W trakcie dziennej rejestracji termalnej wykonano również rejestrację w kanale panchromatycznym. Równolegle prowadzony był naziemny pomiar temperatur gruntu i pobierane były próby dla określenia jego wilgotności.

Eksperyment został poszerzony o naziemne zobrazowania termalne. Badano między innymi zależności poziomu zarejestrowanej zdalnie temperatury od geometrii: kierunku oświetlenia - kierunku rejestracji. Naziemne pomiary termowizyjne wykazują zdecydowaną zależność zarejestrowanej temperatury od położenia kamery w stosunku do położenia Słońca.

Wykonane wsparcie naziemne umożliwiło kalibrację pomiarów teledetekcyjnych i badanie charakteru korelacji obrazu inercji termalnej z rozkładem wilgotności gruntu. Rezultaty badań potwierdzają poprawność przyjętych założeń teoretycznych, a także są zgodne z wynikami wcześniejszych badań. Eksperyment prowadzony był w bezpośrednim sąsiedztwie stacji meteorologicznej, co dało dodatkowo możliwość skorzystania z rutynowych pomiarów wykonywanych w stacji. Wyniki badań zostaną szczegółowo przedstawione w publikacji.

Eksperyment pomiarowy dostarczył wielu wartościowych danych, często unikalnych. Prowadzenie bowiem tego eksperymentu wymagało zawsze dużego skoncentrowania sił i środków, a także podjęcia licznych działań o charakterze techniczno-organizacyjnym.

## **2. Dokumentowanie zabytków w ramach systemu informacji o terenie z wykorzystaniem kamer niometrycznych i fotogrametrii cyfrowej**

*Historic monuments recording in the frames of land information systems utilizing non-metric cameras and digital photogrammetry*

Projekt badawczy KBN Nr 9 T12 E 03208,18.150.379

Numer umowy: PB1163/T12/95/08

Kierownik projektu: Prof.dr hab.inż.Józef Jachimski

Wykonawcy: Adam Boroń, Władysław Mierzwa, Regina Tokarczyk, Janusz Zieliński, Marta Borowiec

Termin zakończenia: 31.08.1998

Pierwotnie, fotogrametryczna inwentaryzacja zabytków w wersji analogowej, uprawiana mogła być jedynie w wykonaniu wyszkolonych fotogrametrów, dysponujących kosztownym i trudnym w obsłudze sprzętem terenowym i kameralnym.

Metody fotogrametrii analitycznej stały się podstawą istotnej rewolucji również w inwentaryzacji zabytków. Pozwoliły wykorzystywać dla celów pomiarowych niedrogie aparaty fotograficzne nie przystosowane fabrycznie do prac fotogrametrycznych. Odpowiednio zaawansowane programy komputerowe umożliwiły geometryczną interpretację zdjęć również osobom nie posiadającym pełnej wiedzy fotogrametrycznej. Nadal jednak opracowania dokumentacji metodami fotogrametrii analitycznej mogły być wykonywane jedynie z wykorzystaniem doskonałych, ale kosztownych autografów analitycznych i analitycznie sterowanych różniczkowych przetworników pasmowych. Sprzęt ten daje bardzo dobre i ujednolicone dokładności opracowania, jest łatwiejszy w obsłudze od sprzętu analogowego, oraz umożliwia wykonywanie opracowań specjalnych. Konstrukcja urządzeń wykorzystywanych w fotogrametrii analitycznej jest jednak kosztowna, co stanowi istotne ograniczenie w popularyzacji metody.

Kolejnym, niezwykle istotnym krokiem na drodze rozwoju fotogrametrycznej inwentaryzacji zabytków jest wprowadzenie obrazów cyfrowych. Fotogrametria cyfrowa może być wykonywana z wykorzystaniem standardowego sprzętu komputerowego, a więc może być wykonywana w każdym średnio zaawansowanym laboratorium komputerowym.

W ramach niniejszego tematu badawczego przetestowano możliwości jakie dla inwentaryzacji zabytków stwarza metoda fotogrametrii cyfrowej i zaprojektowano działania zmierzające do optymalnego wykorzystania możliwości nowych technologii w praktyce. Szczególną rolę w prowadzonych pracach badawczych odegrał Video Stereo Digitizer (VSD), cyfrowy autograf opracowany w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH. Dzięki posiadaniu programu VSD w wersji źródłowej, możliwe było wprowadzenie szeregu zmian, przystosowujących do prac związanych z inwentaryzacją zabytków system zaprojektowany pierwotnie w sposób typowy dla tego rodzaju przyrządów, czyli przystosowany do opracowania map na podstawie zdjęć lotniczych.

System cyfrowego autografu VSD przystosowany został do prac związanych z inwentaryzacją zabytków w ten sposób, aby można było opracowywać na nim różnorodne przypadki stereogramów metrycznych i niemetrycznych, a także pojedyncze zdjęcia obiektów płaskich. Do systemu można wprowadzać współrzędne punktów do orientacji stereogramu, lub punktów na których opiera się przetwarzanie obrazów płaskich obiektów. Można jednak też wprowadzać surowe wyniki pomiarów związków liniowych między punktami do przetwarzania. Również orientację zewnętrzną stereogramów można oprzeć bezpośrednio o informacje o płaszczyznach i prostych obiektu, bez konieczności wprowadzania współrzędnych punktów kontrolnych; stosuje się w takim przypadku funkcję orientacji wieloetapowej. Opcja ta umożliwia też wprowadzanie i modyfikowanie w czasie pomiaru, lokalnego układu sterowania znacznikiem mierzącym. Zapis wyników wektoryzacji dokonywany jest zawsze w układzie zewnętrznym istniejącym w systemie w momencie zapisu (w trakcie pomiaru wszystkie wyniki wektoryzacji rejestrowane są we współrzędnych obrazowych, a w odpowiednim momencie przeliczane są do przedmiotowego układu zewnętrznego).

Wiele funkcji wspierających pracę operatora przy wektoryzacji czyni opracowanie łatwiejszym. „Lupa” umożliwia powiększenie otoczenia kursora. Piramida obrazów umożliwia nie tylko łatwy dobór powiększenia wektoryzowanych obrazów do szczegółowości opracowania, ale ułatwia również ocenę kompozycji wektorowej reprezentacji obiektu. Selektowny tematyczny zapis rysunku umożliwiony jest przez wprowadzenie 256 warstw tematycznych, które mogą być oceniane na ekranie razem lub oddzielnie, stosownie do potrzeb. Odpowiednie funkcje umożliwiają wczytywanie rysunków innego pochodzenia, celem uzupełnienia lub korekty. Na ekranie monitora można obserwować rysunek wektorowy na tle obrazów półtonalnych, ale można też doraźnie kasować obraz półtonalny lub półtonalne tło, dla lepszej oceny rysunku lub modelu.

Wprowadzono również możliwość wykonywania pomiarów dla potrzeb triangulacji blokowej, z równoczesnym zaznaczaniem punktów pomierzonych na obrazach cyfrowych. Pomiarów punktów mogą być wspierane funkcją autokorelacji.

Operator VSD dysponuje przyjaznym interfejsem za pośrednictwem którego może sterować pracą przyrządu, przeglądać istniejące w komputerze zbiory wektorowe i wprowadzać je do systemu.

System VSD został przetestowany na szeregu obiektów z bardzo dobrym rezultatem. Wykonano opracowania krawędzi bryły budowli, opracowania wątku muru, opracowania płaskich i reliefowych detali architektonicznych, opracowania rzeźb i opracowania malowideł płaskich. Z dobrym rezultatem wykonywano też pomiary określające kształt powierzchni niepłaskich dla potrzeb przetwarzania różniczkowego.

Testowanie systemu wykonywali zarówno wprawni operatorzy, jak i osoby wykonujące takie opracowania po raz pierwszy (studenci Wydziału Konserwacji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie – w ramach kursowych zajęć z fotogrametrycznej inwentaryzacji zabytków). Również ci ostatni operatorzy po krótkim treningu mogli swobodnie opracowywać dokumentację kreskową (wektorową), co potwierdziło spełnienie założeń przedsięwziętych prac badawczych.

W wyniku przeprowadzonych badań można z pełnym przekonaniem stwierdzić, że fotogrametria cyfrowa jest bardzo przydatna w pracach inwentaryzacyjnych, nawet prowadzonych przez nie-fotogrametrów. System VSD jest łatwo dostępnym i w pełni przydatnym narzędziem do wykonywania prac inwentaryzacyjnych z wykorzystaniem metod fotogrametrycznych.

## PUBLIKACJE

1. Boroń A. Homogeneity of geometry of images scanned using UMAX 1200 SE. Prace Komisji Geodezji i Inżynierii Środowiska PAN, Geodezja 38, Geodesy, Photogrammetry and Monitoring of Environment, Kraków, 1995.

2. Boroń A. Calibration of Digital Images Produced with the Use of UMAX 1200 SE Scanner. XVIII Kongres ISPRS. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXI, Part B1. Wiedeń 1996.

3. Jachimski J., Zieliński J. Digital Stereoplotter for Historic Monuments Recording. XVIII Kongres ISPRS. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. XXXI, Part B5. Wiedeń 1996.

4. Jachimski J. Fotogrametryczna inwentaryzacja obiektów zabytkowych, Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe nt. „Pozyskiwanie informacji przestrzennych na podstawie

zobrazowań” - Kraków, 19.06.1997. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol.7, Kraków, 1997.

5. Jachimski J., Mikrut S., „Próba subpikselowej lokalizacji linii konturowych z wykorzystaniem drugiej pochodnej obrazu cyfrowego. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum „Obrazy cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS”. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.8, Kraków 1998.

6. Jachimski j., Zieliński J.: „VSD w inwentaryzacji zabytków”. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum „Obrazy cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS”. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.8, Kraków 1998.

7. Mierzwa W., Tokarczyk R.: „Wyrównanie sieci cyfrowych zdjęć naziemnych dla zastosowań inżynierskich i architektonicznych”. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum „Obrazy cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS”. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.8, Kraków 1998.

### **3. Komputerowy Atlas Województwa Krakowskiego jako element Małopolskiego Systemu Informacji Przestrzennej**

*Digital Atlas of Cracow Province as an element of Małopolski Land Information System.*

Wykonawca: Wojewoda Krakowski

Realizator: Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie  
Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej

Finansowanie: KBN nr 9941994 C/2163, nr AGH 16.150.383

Termin zakończenia : 1998

Celem pracy było dostarczenie władzom i instytucjom publicznym, w tym administracji rządowej i samorządowej, komputerowego atlasu woj. krakowskiego w postaci zintegrowanej, przestrzennej bazy danych. Obejmuje ona podstawowe elementy środowiska przyrodniczego oraz sfery życia społeczno - ekonomicznego województwa krakowskiego. Umożliwi zarówno wizualizację konkretnych zjawisk jak też ich analizę, modelowanie zjawisk pochodnych oraz wspomaganie decyzji.

Prace badawczo-rozwojowe zaowocowały metodyką integracji danych pochodzących z różnych źródeł. Za szczególnie cenne należy uznać wykorzystanie obrazów satelitarnych do aktualizacji treści ekstrahowanej z map topograficznych. Przydatność fotomap uwydatniła się zwłaszcza w aspekcie aktualizacji zabudowy i weryfikacji wydzieleni na mapie roślinności. Opracowane w ramach prac badawczo-rozwojowych fotomapy satelitarne zostały zaproponowane jako rozwiązanie alternatywne dla klasycznej mapy podkładowej. Na tle podkładu satelitarnego znakomicie prezentują się prawie wszystkie mapy tematyczne. Z kolei szczegółowa wektoryzacja treści map topograficznych w zakresie elementów liniowych, infrastruktury i nazewnictwa pozwoliła na przygotowanie zarówno mapy podkładowej jak i kilku map tematycznych. Ta powstały m.in. dane graficzne dla mapy sieci drogowej, zawierającej nawet drogi polne i dukty leśne. Z map topograficznych pochodziły także dane do opracowania cyfrowego modelu rzeźby terenu. Opracowanie tego modelu przeprowadzono w ramach prac wdrożeniowych.

Efektorem prac badawczo-wdrożeniowych jest przetestowanie kompletnej technologii budowy hybrydowego systemu GIS z zastosowaniem specjalistycznych modułów MGE Intergraph. Udowodniona została przydatność tego oprogramowania do tworzenia GIS regionalnego w warunkach polskich bez potrzeby opracowywania specjalnych aplikacji ukierunkowanych na problemy nie przewidziane w zakresie funkcjonalnym MGE. Nie oznacza to, że system nie posiada braków czy uciążliwości. Z pewnością korzystnym dopełnieniem MGE jest program GeoMedia dojrzewający do roli uniwersalnego narzędzia dla końcowych użytkowników.

W badaniach ustosunkowano się do problemu zamiany legendy mapy na obiekty GIS w kontekście określenia optymalnej „pojemności” tych obiektów. Przeprowadzone symulacje w pierwszej kolejności na hipotetycznych, później na sukcesywnie powstających zasobach KAWK, pozwoliły opowiedzieć się za dążeniem do jak najmniejszej liczby obiektów ale wyposażonych w możliwie bogatą listę atrybutów.

Wypracowano kryteria ułatwiające wybór drogi postępowania na etapie załadowania treści przedstawionej na mapie papierowej do systemu GIS. Opisano sytuacje, w których korzystniejsze jest wprowadzanie atrybutów opisowych na etapie wektoryzacji oraz podano przykłady kiedy lepiej jest w pierwszej kolejności opracować część graficzną a następnie uzupełnić ją o atrybuty opisowe.

Podsumowując można stwierdzić, iż wykonane prace badawczo-rozwojowe jak również wdrożeniowe, stwarzają możliwości wprowadzenia do praktyki urzędu nowoczesnego narzędzia usprawniającego procesy podejmowania decyzji.

#### Publikacje:

1. Bujakowski K., Mierzwa W., Pyka K. „Komputerowy atlas województwa krakowskiego jako załączek regionalnego systemu informacji geograficznej. Materiały konferencji „GIS w zastosowaniach”, Infofestiwal Kraków, 1996.
2. Pyka K., „Integracja danych wektorowych i rastrowych na potrzeby map miejskich”. Materiały konferencji „Kartografia miejska”, Kraków 1995, strony 35-37.
3. Trafas K., Pyka K. „The future of the regional atlas: computer or GIS Atlas”. Proceedings Vol. IV<sup>th</sup> ICA/ACI International Cartographic Conference, ICC 97, Stockholm 1997.
4. Bujakowski K., Mierzwa W., Pyka K., Trafas K. „Komputerowy atlas Województwa Krakowskiego (KAWK) - stan aktualny i przyszłość. Materiały VIII Konferencji Naukowo-Technicznej: Systemy Informacji Przestrzennej. Warszawa 1998, tom 2.
5. Pyka K. „Przetwarzanie obrazów cyfrowych w pakiecie MGE Intergraph - uwagi użytkownika”. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum: Obrazy cyfrowe w Fotogrametrii, Teledetekcji oraz GIS. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol 8, Kraków 1998.
6. Jędrzychowski I., Pyka K., Sokołowski J. „Wykorzystanie danych teledetekcyjnych i kartograficznych dla potrzeb opracowania mapy użytkowania w Komputerowym Atlasie Województwa Krakowskiego”. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum: Obrazy cyfrowe w Fotogrametrii, Teledetekcji oraz GIS. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 8, Kraków 1998.

#### **4. Wyznaczanie obszarów nadmiernie uwilgotnionych na wybranym terenie dotkniętym powodzią w 1997 roku na podstawie zdjęć satelitarnych.**

*Delimitation of the overmuch moisture areas within selected terrain flooded in 1997 on the base of satellite imageries.*



Zespół: S.Mularz (kierownik), A.Ciołkosz, K.Dąbrowska-Zielińska,  
B.Hejmanowska, M.Gruszczczyńska.

Finansowanie: KBN, Nr 9T12E 03015, Nr AGH: 18.18.150.245

Termin rozpoczęcia: 01.06.1998

Termin zakończenia: 31.05.2000

Wprowadzenie na orbitę w 1991 satelity ERS-1 obrazującego powierzchnię Ziemi w mikrofalowym zakresie promieniowania spowodowało możliwość otrzymywania zdjęć satelitarnych niezależnie od warunków atmosferycznych. Mikrofalowe zdjęcia satelitarne w istotny sposób wspierają i wzbogacają badania teledetekcyjne oparte na analizie obrazów pozyskiwanych w optycznym zakresie widma elektromagnetycznego. Jest tak między innymi dlatego, że aktywne obrazowanie powierzchni Ziemi za pomocą mikrofal o długości fali powyżej 1 cm jest możliwe niezależnie od warunków pogodowych. Fakt, że nawet silne zachmurzenie nie powoduje zauważalnego pochłaniania mikrofal podnosi ogromnie wartość tej metody obrazowania szczególnie w warunkach klimatycznych panujących w naszym kraju. Informację o obszarach zalanych wodą najlepiej byłoby uzyskać ze skanerów optycznych zainstalowanych na satelitach z serii Landsat czy SPOT, w widzialnym zakresie promieniowania oraz w podczerwieni. Przeszkodą w rejestrowaniu tego promieniowania są chmury, które niestety w okresie powodzi uniemożliwiły rejestrowanie obszarów w dolinie Odry.

Technologia tworzenia obrazów radarowych jest zupełnie inna niż obrazów tworzonych w widmie optycznym. Obrazy radarowe tworzone są poprzez analizę ciągu sygnałów wysyłanych przez radar bocznego wybierania, które docierają do obiektu naziemnego w trakcie, gdy znajduje się on w polu widzenia anteny i po rozproszeniu, sygnały te odbierane są przez antenę. Na obraz mikrofalowy wpływają inne właściwości fizyczne obiektów, niż na obraz optyczny, przede wszystkim zaś ich geometria, szorstkość i stała dielektryczna. Stopień wpływu tych czynników na dany obraz zależy od orientacji anteny nadawczo-odbiorczej względem obrazowanych obiektów. Znacznie większa długość rejestrowanej fali niż w przypadku zdjęć wykonywanych w widmie widzialnym czy podczerwieni sprawia, że promieniowanie mikrofalowe może także wnikać na pewną głębokość pod powierzchnię terenu umożliwiając badania nad wilgotnością gleby.

Nie tylko technologia tworzenia satelitarnych obrazów radarowych jest odmienna od technologii tworzenia obrazów w widmie optycznym, lecz także zupełnie inne są metody ich interpretacji.

Do badań zostały wybrane dwa obrazy ERS-2 SAR PRI. Pierwszy, (z dnia 15 lipca 1997r.), z okresu wystąpienia powodzi na Odrze - drugi, (z dnia 25 czerwca 1996r.) jako tło referencyjne dla warunków gruntowo-wodnych przed powodzi. W ramach dotychczasowej realizacji projektu opracowano szczegółową koncepcję analizy danych satelitarnych i dokonano wstępnego ich przetworzenia. Obrazy z ERS-2.SAR zostały zgeometryzowane i wyrównane z zastosowaniem filtra MEDIAN. Stwierdzono, iż integracja typu IHS różnicowego zdjęcia radarowego i obrazu systemu LANDSAT TM, (z dnia 17.07.92r.), pozwala na wyróżnienie następujących kategorii: grunty orne, grunty orne nadmiernie uwilgotnione, łąki, łąki silnie podmokłe oraz tereny zalane. Projekt realizowany jest przy współpracy z Instytutem Geodezji i Kartografii w Warszawie, który dysponuje niezbędną aparaturą i unikatowym oprogramowaniem oraz udostępnił dla potrzeb przedmiotowych badań swoje zasoby zdjęć satelitarnych.

## **5. Metody i przyrządy fotogrametrycznych, teledetekcyjnych i geoinformatycznych systemów pozyskiwania, przetwarzania i uodstępiania informacji o terenie i środowisku.**

*Methods and Instruments of Photogrammetric, Remote Sensing and Geoinformation Systems for Acquisition Processing and Rendering Information about Terrain and Environment*

Finansowanie: Badania statutowe Nr 11.150.43

Zadania badawcze:

1. Doskonalenie fotogrametrycznych metod określania parametrów warunkujących bezpieczną eksploatację budowli i urządzeń przemysłowych.
2. Analityczno-cyfrowy interfejs dla Stecometru
3. Wstępna analiza możliwości wykorzystania obrazów fotograficznych i cyfrowych do precyzyjnego wymiarowania wielkogabarytowych prefabrykowanych elementów.
4. Analiza zakresu tematycznego informacji o rozwoju teorii i zastosowań fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS jaką można by było pozyskać kanałami Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji.
5. Cyfrowy Termometr Matrycowy (CTM-1) do pomiaru temperatury powierzchni ośrodka gruntowego.
6. Integracja programu SCOP i wybranych systemów GIS.
7. Inwentaryzacja zabytków sztuki z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej.
8. Opracowaniem map lotnisk z wykorzystaniem fotogrametrii
9. Badanie przydatności aparatów cyfrowych do pomiarów fotogrametrycznych
10. Analiza kierunków rozwoju fotogrametrii i teledetekcji
11. Usuwanie efektu topografii z danych teledetekcyjnych dla potrzeb modelowania inercji termalnej gruntu.
12. Prace geodezyjne przy „upiększaniu” chłodni
13. Kontrola i korekcja napięcia lin odciągowych.
14. Doskonalenie metod przetwarzania map i obrazów cyfrowych dla potrzeb analiz przestrzennych w Systemach Informacji Geograficznej (GIS).
15. Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej dla modelowania podatności środowiska na degradację.

### ad.5.1. Doskonalenie fotogrametrycznych metod określania parametrów warunkujących bezpieczną eksploatację budowli i urządzeń przemysłowych.

*Improvement in photogrammetric methods of determination of geometric parameters of constructions and industrial installations being a requisites for safe use.*

Zespół: Jerzy Bernasik, Władysław Mierzwa

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1997r

W okresie sprawozdawczym wykonano prace badawcze związane z zagadnieniami:

1. Fotogrametryczne badanie konstrukcji wież i wieżomasztów wiertniczych wraz z określaniem napięć lin odciągowych.
2. Fotogrametryczne pomiary kształtu, oraz deformacji chłodni kominowych.

### 3. Wykorzystanie fotogrametrii w diagnozowaniu wysokich kominów żelbetowych.

Kontynuując badania z lat poprzednich, wykonano szereg prac, których efektem były publikacje. Prace badawcze przeprowadzono trójtorowo, zajmując się pozyskiwaniem informacji pomiarowych, niezbędnych dla podejmowania właściwych działań zabezpieczających bezawaryjną eksploatację:

- chłodni kominowych,
- wież i wieżomasztów wiertniczych,
- wysokich kominów żelbetowych.

ad.1. Fotogrametryczne badania konstrukcji wież i wieżomasztów wiertniczych wraz z określaniem napięć lin odciążowych.

Fotogrametryczne metody badania konstrukcji wież wiertniczych obejmują:

- badania przemieszczeń węzłów konstrukcyjnych pod wpływem obciążenia (naturalnego - przewodem wiertniczym, lub sztucznego - wytworzonego przez siłownik),
- określanie odchyłeń od pionowości zmontowanej wieży (czy wieżomasztu),
- wyznaczanie napięć lin odciążowych.

Prace badawcze prowadzone wraz ze specjalistami wiertniczymi, wymodelowały program obserwacji i obliczeń towarzyszących atestowaniu wież wiertniczych. Efektem badań dokończonych lub przeprowadzonych w roku 1995, było w szczególności:

- a) opracowanie metodyki natychmiastowego określania sił napięcia lin odciążowych ,
- b) opracowanie i wypróbowanie w praktyce fotogrametrycznego sposobu dokumentowania miejsc katastrof wiertniczych ,
- c) zastosowanie fotogrametrii do określania odkształceń konstrukcji wieży, spowodowanych awarią ,
- d) uzyskanie postępu w dziedzinie automatyzacji procesu pomiarowego i digitalizacji danych - w systemie quasi on-line i komputerowych opracowań graficznych .

ad. 2. Fotogrametryczny pomiar kształtu i deformacji chłodni kominowych

Kontynuowano okresowe pomiary chłodni kominowych metodą terrofotogrametryczną, mające na celu określenie ich aktualnego kształtu w odniesieniu do kształtu projektowanego (hiperboloida obrotowa) oraz określenie deformacji jakim podlegały pomiędzy poszczególnymi seriami obserwacyjnymi.

W celu porównania dokładności i efektywności metody geodezyjnej i fotogrametrycznej, wykonano pomiary jednej chłodni (dla innego obiektu) obiema metodami. Do pomiarów geodezyjnych wykorzystano precyzyjny teodolit elektroniczny. Ocenia się, że dokładność określenia współrzędnych przestrzennych sygnalizowanych punktów na chłodni wynosiła od 5 mm na dole do 10 mm na górze. W trakcie opracowania są wyniki pomiarów fotogrametrycznych.

ad. 3. Wykorzystanie fotogrametrii w diagnozowaniu wysokich kominów żelbetowych.

Fotogrametryczne wyznaczanie odchyłeń osi kominów od pionu, stanowi przedmiot licznych publikacji (w tym autorstwa J.Bernasika). Nowum zawarte w materiale przygotowanym w publikacji stanowi element uczestniczenia fotogrametrii w budowaniu przez rzeczoznawców budowlanych - ekspertyz. Możliwość taką stwarza okoliczność, że obiektem pomiaru nie jest budowla w terenie, ale fotogramy w laboratorium. Dzięki temu pojawiające się w trakcie opracowania ekspertyzy budowlanej pytania, mogą uzyskiwać pomiarowe odpowiedzi, gdyż uzupełniający pomiar fotogrametryczny nie jest pracochłonny ani kłopotliwy. Przeprowadzone badania pozwoliły wypracować nowe rozwiązania, rozszerzające gamę informacji pomiarowych oraz sposób dochodzenia do optymalnej - z

punktu widzenia eksperta budowlanego formy ich prezentacji. Wykonując prace fotogrametryczne mające za cel określenie odchyleń od pionowości, można niejako „przy okazji” określać (w razie potrzeb opracowującego ekspertyzę): średnice, owalizacje przekroi, zbieżność trzonu, załamania osi itp.

Nowością opracowania są: rozszerzenie dokumentacji o zdjęcia „fotointerpretacyjne”, niestandardowy przebieg opracowania (pomiar wyjściowy, a następnie kolejne pomiary dodatkowe fotogramów w zależności od potrzeb ekspertyzy), wyznaczanie i prezentacje rozmaitych anomalii komina.

Programy SURFER-a: GRID, GRAFIT, PLOT jako kontynuacja obliczeń programem KOMIN (A.Tokarczyka), stwarzają szerokie możliwości automatyzowania opracowań i prezentacji graficznych ilustrujących liczbowe zestawienia wyników.

W publikacji opisano i zilustrowano konkretny przypadek budowania ekspertyzy budowlanej - krok po kroku - przy udziale fotogrametry dostarczającego (w razie potrzeby) odpowiedzi na pojawiające się pytania pomiarowe. Taką możliwość stwarza jedynie metoda fotogrametryczna. Wiedzę o tym należało przybliżyć inżynierom budownictwa. Dlatego też - opracowanie awizowane w sprawozdaniu za rok 1995 (jako „przygotowane do opublikowania”) zostało rozszerzone w ten sposób, aby mogło być upowszechnione wśród ekspertów budowlanych.

Według założeń Autora i doświadczeń zdobytych w trakcie badań, możliwe jest budowanie ekspertyzy budowlanej „krok po kroku” przy udziale fotogrametry.

Publikacje:

1. Bernasik J.: Fotogrametryczne określanie odchyleń od prostoliniowości ukośnych elementów konstrukcyjnych. Zeszyty Naukowe AGH, nr 3, Kraków 1997.

2. Bernasik J.: Fotogrametria narzędziem w diagnostyce żelbetowych kominów przemysłowych. Inżynieria i Budownictwo, nr 12, 1996.

3. Bernasik J., Sołtysik A., Skorupa A.: Ocena stanu technicznego i wytrzymałości stalowych czwórników do wierceń za wodą. VII Międzynarodowa Konferencja naukowo-techniczna n.t. „Nowe tendencje w geologii naftowej, wiertnictwie, eksploatacji otworowej i gazownictwie.” Kraków 1996.

#### ad.5.2. Analityczno-cyfrowy interface dla stecometru.

*Analytical-digital interface for stecometer*

Wykonawcy: Adam Boroń (kierownik podtematu), Józef Jachimski, Mariusz Kopeć, Jerzy Stawowiak

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1997

Podstawowym przyrządem w laboratorium fotogrametrii analitycznej jest stereokomparator lub autograf analityczny.

Dawniejsze modele stereokomparatorów precyzyjnych, do których należy Stecometr D Zeissa (będący na wyposażeniu laboratorium Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej), charakteryzuje się poprawną konstrukcją mechaniczną i znacznie

przestarzałymi rozwiązaniami elektronicznymi rejestratorów współrzędnych tłowych. Przeniesienie obrotów śrub pomiarowych przy pomocy łączy selsynowych do oddzielnego urządzenia zawierającego przetworniki analogowo-cyfrowe zwiększa ryzyko błędu odczytu.

W roku 1995 podjęto prace badawczo-konstrukcyjne w wyniku których nowoczesne liczniki impulsów zamocowane zostały na śrubach pomiarowych Stecometru, a odpowiednio adaptowana karta zawierająca układy elektroniczne zainstalowana została w komputerze PC-286. Zainstalowano również nową dodatkową klawiaturę numeryczną umieszczoną poręcznie na obudowie Stecometru.. Przygotowano w przyrządzie miejsce na zainstalowanie silnika krokowego na osi „y”, aby w przyszłości przystosować Stecometr do pracy na modelach wolnych od paralaksy poprzecznej.

Przetworniki selsynowe zastąpiono miniaturowymi optoelektronicznymi przetwornikami firmy Megatron o rozdzielczości 1500 impulsów na obrót. Przetworniki montowane bezpośrednio na śrubach pociągowych o skoku 1 mm zapewniają rozdzielczość 1/1500 tj. 0.7 µm. Każdy z czterech przetworników wyposażony jest w interfejs zapewniający blokadę jednego z kanałów (A lub B) w zależności od kierunku obrotów, współpracujący z dwoma 16 bitowymi licznikami karty PCL830 firmy ADVANTECH. Każdy z liczników zlicza impulsy odpowiadające przemieszczeniu w jednym kierunku, różnica stanu liczników jest szukaną współrzędną tłową zdjęcia. Specjalizowane układy liczników Am9513A firmy AMD zapewniają odczyt „w locie” przez przepisanie stanu liczników do bufora komunikacyjnego.

Karta PCL830 posiada 10 16-to bitowych liczników co pozwala obsługiwać do 5 przetworników CPP. Karta posiada dodatkowo 16-to bitowy port wejściowy i wyjściowy co pozwoliło na współpracę z nową klawiaturą STECOMETRU. Pulpit powstał z części numerycznej uszkodzonej klawiatury IBM-a. Układ elektroniki zaprojektowany dla pulpitu pozwala na obsługę 32 klawiszy, podaje 5-cio bitowy kod klawisza, oraz dwie linie sterujące.

Wybranie dowolnego przycisku pulpitu blokuje generator przeszukujący klawiaturę, ustawia linię ANY na L sygnalizując do IBM-a gotowość kodu przycisku do pobrania. Pobranie kodu przez komputer potwierdzone przez sekwencję L-H-L na linii EMPTY startuje generator. Taka organizacja współpracy pulpitu z komputerem zapobiega wielokrotnemu wprowadzaniu tego samego kodu klawisza. Ponowne wprowadzenie kodu tego samego przycisku wymaga jego zwolnienia i ponownego jego wybrania. Pulpit współpracuje również z nożnym przyciskiem STECOMETRU do rejestracji współrzędnych.

W trakcie prac pomiarowych operator komunikuje się z przyrządem z wykorzystaniem specjalnie opracowanego programu komputerowego.

Wyniki pomiaru zapisywane są do pliku dyskowego w postaci zbiorów ASCII samoczynnie co 200 pomiarów lub na żądanie operatora w opcji Save.

Wstępne testowanie urządzenia dało dobre wyniki. W nadchodzącym okresie przewidujemy wykonanie dokładnego testowania systemu i ewentualnego określenia funkcji korygujących błędy systematyczne przyrządu.

#### ad.5.3. Wstępna analiza możliwości wykorzystania obrazów fotograficznych i cyfrowych do precyzyjnego wymiarowania wielkogabarytowych prefabrykowanych elementów.

*Preliminary analysis of use's possibility of photographic and digital images to precise measurements of large prefabricated elements.*

Wykonawcy: Józef Jachimski (kierownik tematu), Władysław Mierzwa, Adam Boroń, Regina Tokarczyk, Andrzej Wróbel.

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1996

Pomiary inwentaryzacyjne obiektów przemysłowych metodą klasycznej fotogrametrii cechuje stosunkowo duża szybkość wykonania prac terenowych i zadowalająca dokładność uzyskanych wyników, niestety są one czasochłonne w zakresie prac kameralnych. W przemyśle stoczniowym istnieje zapotrzebowanie na wysokodokładną technologię pomiarową, która również będzie satysfakcjonująca z punktu widzenia łatwości i szybkości przeprowadzenia prac terenowych i kameralnych. Dużą nadzieję stwarza tutaj fotogrametria cyfrowa. Umożliwia ona ominięcie czasochłonnego procesu fotochemicznego oraz automatyzację identyfikacji i pomiaru punktów na zdjęciach.

Zespół Politechniki w Zurichu przeprowadził badania w rzeczywistych warunkach stoczni wykorzystując aparat cyfrowy Kodak DCS 200 i aparat małoobrazkowy Leica R5. Zespół Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH przeprowadził w Stoczni Szczecińskiej badania jednej sekcji statku za pomocą semi-metrycznej kamery Rolleiflex 6006 i kamery UMK10/1318.

Na bazie analizowanych eksperymentów stwierdzono iż szybki rozwój aparatów fotograficznych z macierzą sensorów CCD umożliwi uzyskiwanie wysokich dokładności w typowych warunkach panujących w stoczniach. Wydaje się, że jest realne stworzenie w pełni automatycznego systemu cyfrowej fotogrametrii bliskiego zasięgu

Publikacje:

1. Jachimski J., Mierzwa W., Boroń A., Tokarczyk R., Wróbel A. Możliwości wykorzystania obrazów fotograficznych i cyfrowych w przemysłowej metrologii Zeszyty Naukowe AGH, Geodezja, styczeń 1997.

Ad.5.4. Analiza zakresu tematycznego informacji o rozwoju teorii i zastosowań fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS, jaką można by było pozyskać kanałami Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji.

*Analysis of thematical range of information of theory and applications evaluation in the field of photogrammetry, remote sensing and GIS.*

Wykonawcy: Józef Jachimski, Peter Waldhäusl

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1996

W ramach współpracy międzynarodowej z Politechniką w Wiedniu na zaproszenie Komisji VI International Society for Photogrammetry & Remote Sensing przeprowadzono obszerne studium podziału tematycznego informacji o rozwoju dziedziny Fotogrametrii, Teledetekcji oraz Geograficznych Systemów Informacyjnych. Uwzględniono różne poziomy istotności informacji i zaproponowano jakościowe i ilościowe wskaźniki obrazujące trendy rozwojowe.

Opracowany materiał był przedmiotem dyskusji na forum Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji, gdzie wywołał duże zainteresowanie.

Publikacje:

1. Jachimski J., Waldhausl P. Objectives and Guidelines for „ISPRS Member Reports” XVIII Kongres ISPRS. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.XXXI, Part B5. Wiedeń, 1996.

2.Jachimski J. Struktura organizacyjna i władze Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji po XVIII Kongresie ISPRS w Wiedniu. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe nt.” Pozyskiwanie informacji przestrzennych na podstawie zobrażeń” - Kraków, 19.06.1997. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol.7, Kraków, 1997.

#### Ad.5.5. Cyfrowy Termometr Matrycowy (CTM-1) do pomiaru temperatury powierzchni ośrodka gruntowego.

*Digital Matrix Thermometer (CTM-1) for soil surface temperature measurements.*

Wykonawcy: Stanisław Mularz, Beata Hejmanowska

Finansowanie: Badania statutowe

Termin wykonania: 1996

Pomiary temperatury kinetycznej powierzchni różnych obiektów naturalnych i antropogenicznych są niezbędne m.in. do kalibracji zobrażeń termalnych pozyskiwanych za pomocą kamer i skanerów termalnych. Urządzenia te rejestrują bowiem poziom tzw. temperatury radiacyjnej, która jest funkcją temperatury kinetycznej i właściwości emisyjnych badanego obiektu. Bezpośredni pomiar temperatury kinetycznej powierzchni gruntowych przy tradycyjnym pomiarze jest mało dokładny, żmudny i nastrocza sporo kłopotów natury technicznej i organizacyjnej. Ponadto wyniki tego rodzaju pomiarów są mało przydatne dla kalibracji danych teledetekcyjnych, gdyż przy zwykłym pomiarze punktowym niezwykle trudno jest uwzględnić wpływ tzw. samozacienienia powierzchni gruntu. Stąd powstała konieczność zaprojektowania i skonstruowania Cyfrowego Termometru Matrycowego, który umożliwi automatyczny pomiar temperatury powierzchni gruntu z uwzględnieniem mikro- i mezoreliefu tej powierzchni. Przyrząd zbudowano we współpracy z Zakładem Metrologii, Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki AGH w Krakowie.

W świetle przeprowadzonych wstępnych badań testowych (w laboratorium oraz in situ) termometr matrycowy okazał się urządzeniem w pełni przydatnym do pomiarów temperatury gruntu, zwłaszcza tam, gdzie występuje urozmaicony mikrorelief. Świadczy to o trafności zarówno przyjętej koncepcji jak i rozwiązań konstrukcyjnych.. Koncepcja oraz niektóre elementy rozwiązania konstrukcyjnego są przedmiotem postępowania patentowego.

#### Ad.5.6. Integracja programu SCOP i wybranych systemów GIS

*Integration of SCOP package with choosen GIS systems.*

Wykonawcy: Krystian Pyka, Marta Borowiec

Finansowanie: Badania statutowe

Termin wykonania: 1996

W 1993 roku, dzięki wsparciu finansowemu rządu austriackiego, Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej otrzymał program SCOP. Jest to profesjonalne narzędzie do opracowywania Numerycznego Modelu Terenu. Program, będący owocem kilkudziesięcioletnich doświadczeń, jest uważany za czołowy produkt w zakresie NMT. Wraz z rozwojem systemów informacji geograficznej i informacji o terenie wzrasta zainteresowanie wykorzystaniem NMT. Programy z zakresu GIS posiadają pewne możliwości generowania NMT, jednakże w większości przypadków są to rozwiązania uproszczone. Stąd pomysł zasilania systemów GIS przez specjalistyczny program SCOP.

W ramach badań statutowych opracowano metodykę postępowania, pozwalającą wykorzystywać NMT opracowany przez SCOP w następujących programach GIS: IDRISI, GRASS, MGE Intergraph. Ponadto wdrożono współdziałanie programu MicroStation dla potrzeb pozyskiwania danych dla programu SCOP.

#### 1. Współpraca SCOP i MicroStation dla potrzeb pozyskiwania danych i detekcji błędów

Program MicroStation pozwala na sprawne pozyskiwanie informacji wysokościowych z istniejących podkładów kartograficznych. Przy współpracy z I/GeoVec możliwa jest m.in. półautomatyczna wektoryzacja warstw. Dane w formacie MicroStation wymagają konwersji na format SCOP. W tym celu zlecono opracowanie aplikacji dokonującej eksportu danych, funkcjonującej w środowisku MicroStation. Dane są przygotowywane według odpowiedniej struktury, program konwersujący tworzy odpowiednio obiekty przestrzenne akceptowane przez SCOP.

W wyniku obliczeń realizowanych przez SCOP uzyskiwany jest wykaz odchyłek pomiędzy matematycznym modelem powierzchni a danymi rzeczywistymi. Diagnoza odchyłek przekraczających zadane kryterium jest problemem dość złożonym. Pomocna jest znajomość lokalizacji odchyłek i możliwość wizualnej konfrontacji z danymi źródłowymi. W tym celu liczba odchyłek jest „zwracana” do Mikro Station, tam analizowana i, po usunięciu przyczyny dane są ponownie eksportowane do formatu SCOP.

#### 2. Przesyłanie NMT do systemów GIS.

NMT opracowany przez SCOP jest przekształcany do postaci dyskretnej, regularnej siatki, której struktura pozwala na określenie współrzędnych XYZ w każdym węźle. Taka postać jest następnie modyfikowana w zależności od adresata danych. Modyfikacja ma charakter albo odpowiedniego grupowania informacji, albo zmiany kolejności informacji (wiersz, kolumna), a skutkuje uzyskaniem danych ASCII przyjmowanych przez programy IDRISI, GRASS, MGE Intergraph.

Dalsze wykorzystanie NMT odbywa się już wewnątrz systemów GIS. Systemy te zapewniają użytkownikowi większy komfort pracy, szersze spektrum analiz z wykorzystaniem NMT.

#### 3. Dokumentacja efektów badań.

Praktycznym efektem badań są:

a) zestaw programów komputerowych, z których najważniejsze to:

- TOWAR, aplikacja MDL w środowisku MicroStation, realizująca eksport danych do programu SCOP

- aplikacje DOS-owe do transmisji danych SCOP-GIS

b) linia technologiczna obejmująca:

- pozyskiwanie danych - MicroStation

- opracowanie NMT - SCOP

- przetwarzanie, analizy GIS - MGE Intergraph

c) publikacja w materiałach XVIII Kongresu ISPRS

Publikacje:

1. Pyka K., Borowiec M. SCOP as an All-Purpose Tool for Elaboration of Digital Terrain Model-the User's Commends. XVIII Kongres ISPRS. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.XXXI, Part B4. Wiedeń, 1996.

Ad.5.7. Inwentaryzacja zabytków sztuki z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej



## *Documentation of historical monuments using digital photogrammetry*

Wykonawcy: Józef Jachimski (kierownik), Adam Boroń, Władysław Mierzwa, Andrzej Wróbel, Marta Borowiec, Diana Lusina, Artur Misterek.

Finansowanie: Badania statutowe

Termin wykonania: 1999

W ramach tematu wykonano testowanie technologii cyfrowej metody opracowania rozwinięć malowideł na 2 przykładach:

1. Malowidła znajdujące się na powierzchni o dużej krzywiznie (biblioteka o.o. Cystersów w Lubiążu).

2. Malowidła na sklepieniu kolebkowym (kościół oo. Pijarów w Krakowie).

Fotoplany w obu przypadkach kompilowane były z szeregu rozwiniętych różniczkowo fotoplanów wykonanych w oparciu o kolorowe obrazy cyfrowe.

Opracowana metoda składa się z trzech etapów:

1. Określenie kształtu (modelu numerycznego) powierzchni, na której znajduje się malowidło

2. Określenie funkcji, według której przenosi się punkty z przestrzennej powierzchni malowidła na płaszczyznę fotoplanu malowidła w rozwinięciu.

3. Przeniesienie obrazu malowidła ze zdjęć w rzucie środkowym na fotoplan malowidła w rozwinięciu.

Nieregularności kształtu sklepień kolebkowych, zdeformowanych na przestrzeni lat sprawiają, że trudno jest określić idealne warunki rozwinięcia i trzeba się liczyć ze zniekształceniami. W ramach niniejszych badań podjęto próbę minimalizacji tych zniekształceń poprzez dokonywanie rozwinięcia walca o przekroju dostosowywanym sukcesywnie do kształtu obiektu rozwijanego. Obraz przenoszono na fotoplan w rozwinięciu z zastosowaniem obrazów elementarnych w kształcie trójkątów.

W ramach tego tematu opracowano dwie magisterskie prace dyplomowe

- Lusina Diana, Artur Misterek: „Opracowanie barwnego cyfrowego fotoplanu rozwinięcia sklepienia kolebkowego na przykładzie Opactwa Cystersów w Lubiążu”.

Praca została wyróżniona nagrodą na „Miedzynarodowym konkursie im. Prof.

Zachwatowicza” prowadzonym przez Polski Komitet Narodowy ICOMOS w 1997r. Pracę przygotowano pod opieką dr inż. Władysława Mierzwę.

- Janusz Cieślak: „Opracowanie fotoplanu malowideł fasety sali biblioteki Opactwa Cystersów w Lubiążu na podstawie kolorowych zdjęć”.

Praca została wyróżniona I nagrodą Dyrektora OPGK w Krakowie za najlepszą pracę

dyplomową opracowaną na Wydziale Geodezji Gorniczej i Inżynierii Środowiska w 1998 r. Pracę przygotowano pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Józefa Jachimskiego.

Publikacje:

1. Jachimski J., Mierzwa W., „Metodyka sporządzania cyfrowego fotoplanu rozwinięcia sklepienia na przykładzie malowideł biblioteki opactwa Cystersów w Lubiążu”. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum „Obrazy cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS”.

Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.8, Kraków 1998.

2. Boroń A., Wróbel A. „Opracowanie fotoplanu malowidła ze sklepienia Kościoła OO Pijarów w Krakowie z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej”. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum „Obrazy cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS”.

Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.8, Kraków 1998.

3. Cieślak J. „Opracowanie fotoplanu malowideł fasety Klasztoru Cystersów w Lubiążu na podstawie kolorowych zdjęć niometrycznych”. Oddano do druku w Z.Naukowych AGH, „Geodezja”, Kraków .

#### ad.5.8. Opracowanie map lotnisk z wykorzystaniem fotogrametrii.

*Airport mapping using photogrammetric method*

Wykonawcy: Ryszard Florek-Paszkowski, Wojciech Zaborski

Finansowanie: Badania statutowe

Termin wykonania: 1997 r.

W ramach tematu „*Opracowanie map lotnisk z wykorzystaniem fotogrametrii*” dokonano analizy obecnie stosowanej technologii wytwarzania map lotnisk oraz zaproponowano sposoby jej modernizacji, uwzględniając nowoczesne technologie fotogrametryczne i technikę pomiarów GPS.

Dotychczasowa technologia wytwarzania map lotnisk, stosowana przez Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne w Krakowie, zakłada wykonywanie wszystkich pomiarów terenu lotniska, jego infrastruktury i otoczenia, metodą pomiarów bezpośrednich. Dokonano także usystematyzowania pojęć i parametrów występujących na mapach lotnisk zgodnie z wymaganiami międzynarodowej organizacji lotniczej ICAO.

W pomiarach dla lotniska Aeroklubu Leszno zastosowano technikę GPS, która okazała się bardzo przydatna zarówno pod względem spełnienia wymagań dokładnościowych jak i opłacalności ekonomicznej.

Rozważono możliwość zastosowania fotogrametrii przy wykonywaniu map lotnisk jak i przy zakładaniu systemu geoinformacyjnego lotniska.

Odnosnie wykonywania map lotnisk, zaproponowano wykonywanie ortofotomapy lotniska jako bazowej warstwy lokalizacyjnej terenu i infrastruktury lotniska.

Dzięki wirtualności cyfrowej ortofotomapy, komputerowy system informacji o lotnisku może docelowo być konfigurowany w Geoinformacyjny System Wspomagania Decyzji Lotniska.

W konkluzji badań sformułowano wnioski, które mogą być wykorzystane przez Agencję Ruchu Lotniczego w Warszawie przy zakładaniu geoinformacyjnego systemu lotniska.

#### ad.5.9. Badanie przydatności aparatów cyfrowych do pomiarów fotogrametrycznych

*Useability of digital cameras in photogrammetric measurements*

Skład zespołu: Adam Boroń, Regina Tokarczyk

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1998

Tradycyjny sposób pozyskiwania obrazów w fotogrametrii - fotografia wraz z nieodzownym procesem negatywowym opóźnia otrzymanie wyniku pomiaru i eliminuje zastosowanie tego rodzaju zobrazowań do pomiarów w czasie rzeczywistym.

Aktualnie zauważa się coraz większe zastosowanie fotogrametrii cyfrowej, wykorzystującej obrazy otrzymywane przez zeskanowanie zdjęć fotograficznych lub też pozyskane za pomocą skanerów elektro-optycznych lub kamer cyfrowych. Te ostatnie są urządzeniami bardzo kosztownymi, wobec tego zaistniała potrzeba przebadania dokładności pomiarów z użyciem

obrazów uzyskanych za pomocą cyfrowych aparatów fotograficznych.

Badaniom poddano dwa typy aparatów: lustrzaną jednoobiektywową MINOLTA RD 175 i aparat typu *compact* - Kodak DC 260.

Zakres badań obejmował: ocenę stabilności obrazów cyfrowych dla tych samych wielokrotnie nastawianych parametrów ogniskowania, kalibrację aparatów, pomiar obiektu na podstawie stereogramów obrazów cyfrowych i ocenę dokładności pomiaru.

Badania przeprowadzono na polu testowym mieszczącym się w laboratorium Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej. Dokładność względna uzyskana na podstawie pomiaru stereogramów wykonanych skalibrowanymi aparatami wyniosła 1/1400 - 1/1500, umożliwia ona na zastosowanie tego rodzaju sprzętu do pomiarów fotogrametrycznych stosowanych w wielu dziedzinach.

Jako przykład praktycznego zastosowania, wykorzystano obrazy cyfrowe z MINOLTY do zagęszczenia osnowy fotogrametrycznej przy pomiarze inwentaryzacyjnym Biblioteki w Opactwie OO. Cystersów w Lubiążu.

Publikacje:

1. Boroń A., Tokarczyk R., „Ocena dokładności rekonstrukcji obiektu z wykorzystaniem aparatu cyfrowego Kodak DC 260”. Oddano do druku w Zeszytach Naukowych AGH, Geodezja.

#### ad.5.10. Analiza kierunków rozwoju fotogrametrii i teledetekcji

*Analyse of trends of development of photogrammetry and remote sensing*

Wykonawca: Józef Jachimski

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 2000

Analiza kierunków rozwoju fotogrametrii i teledetekcji w Polsce i w innych krajach jest podstawą oceny przemian technologicznych, jakie zachodzą współcześnie, lub zachodziły w przeszłości. Opracowania związane z tą tematyką powstają na ogół okazjonalnie, w związku z wystąpieniami publicznymi na zebraniach naukowo technicznych, konferencjach i naradach.

Prezentowane opracowanie p.t. „Fotogrametria w Polsce” przygotowano w związku z zaproszeniem jakie uzyskał Autor od organizatorów jubileuszowej konferencji naukowo technicznej p.t. „100 years of photogrammetry in Croatia”, która odbyła się w Zagrzebiu w maju 1998r pod auspicjami Chorwackiej Akademii Nauk.

Jubileuszowy charakter konferencji określił tematyczne ramy opracowania, które obejmuje retrospektywny przegląd fotogrametrycznych technologii stosowanych w Polsce, a także omówienie aktualnego stanu nauki i wykonawstwa.

Publikacja

Jachimski J.1998, „Fotogrametria w Polsce”, Materiały Konferencyjne: „100-lecie Fotogrametrii w Chorwacji”, maj 1998, Zagrzeb.

#### ad. 5.11. Usuwanie efektu topografii z danych teledetekcyjnych dla potrzeb modelowania inercji termalnej gruntu.

*Removal of topographical effect from remote sensing data for thermal inertia modelling*

Wykonawca: Beata Hejmanowska

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1998

Wpływ ukształtowanie terenu, czyli tzw. efekt topografii był analizowany w kontekście zdalnego określania wilgotności gruntów odkrytych. Wilgotność gruntu była szacowana w oparciu o model inercji termalnej. Model inercji termalnej wymaga jako danych wejściowych: obrazu zarejestrowanego w widzialnym zakresie widma elektromagnetycznego oraz obrazu termalnego. Do modelowania inercji termalnej wykorzystano własny program: *modi*.

W celu zbadania znaczenia korekcji obrazów za względu na zakłócający efekt ukształtowania terenu został przeprowadzony test teoretyczny. Okazało się, że wykorzystując do szacowania wilgotności gruntu modelowaną wartość jego inercji termalnej ważniejsza jest korekcja obrazu termalnego w porównaniu z korekcją obrazu zarejestrowanego w przedziale widzialnym . 27.10.1996 przeprowadzono teledetekcyjny eksperyment pomiarowy na obszarze o wielkości 4 x 4 km . Zobrazowania lotnicze (rejestracja obrazów w zakresie widzialnym i podczerwieni termalnej) oraz bezpośrednie pomiary temperatury i wilgotności gruntów przeprowadzone zostały symultanicznie z przelotem satelity Landsat.

Analiza obrazów lotniczych i satelitarnych potwierdziła, że efekt topografii może w znaczącym stopniu zniekształcić dane teledetekcyjne, tak, że różnice w obrazie nie są spowodowane różnicami w charakterystykach spektralnych obiektów, spowodowanych np. różną wilgotnością, a są wynikiem nachylenia i ekspozycji stoku, na którym leżą.

W ramach badań testowano różne metody korekcji obrazów teledetekcyjnych ze względu na ukształtowanie terenu. Wykorzystano do tego celu własny program: *topo*. W niektórych standardowych pakietach GIS (Geographical Information Systems) znajdują się opcje do korekcji efektu topografii ale bazujące na najprostszych (czasami dających fałszywe wyniki) metodach: Lamberta i Minnaerta. Metody te są czasem stosowane do korekcji obrazów zarejestrowanych w widzialnych kanałach. Nie ma natomiast metod służących do korekcji obrazów termalnych. Problem korekcji obrazów teledetekcyjnych ze względu na efekt topografii jest również na świecie w stadium badawczym.

W trakcie korekcji obrazów pozyskanych w ramach eksperymentu pomiarowego uzyskano zmniejszenie korelacji pomiędzy wartościami obrazu (tzw. *Digital Numbers - DN*) z 0.50 do 0.04 co świadczy o usunięciu, w znacznym stopniu zakłócającego wpływu topografii.

W artykule znajduje się opis testu teoretycznego, eksperymentu teledetekcyjnego, prezentacja graficzna wyników wraz z ich dyskusją.

Publikacje:

1. Hejmanowska B., „Removal of topographical effect from remote sensing data for thermal inertia modelling”, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing , Comm.VI, Stuttgart, 7-10. Sept., 1998 Germany

#### 5.12. Prace geodezyjne przy „upiększaniu” chłodni *Surveying approach to decoration of cooling tower*

Wykonawca: Adam Boroń, Władysław Mierzwa, Tadeusz Szczutko, Andrzej Wróbel

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1998

Chłodnie kominowe są nieodzownymi urządzeniami niektórych zakładów np.

elektrowni czy elektrociepłowni. Ze względu na swoje wymiary często dominują w krajobrazie. W związku z tym pojawiają się próby upiększania tych technicznych elementów krajobrazu przez pokrywanie ich powierzchni specjalnymi wymalowaniami. Czasami ich treść jest tak zaprojektowana, że wymaga umieszczenia poszczególnych elementów dekoracyjnych w określonych miejscach na powierzchni chłodni. W takiej sytuacji z reguły konieczna staje się pomoc geodety.

Zespół w składzie: dr inż. Adam Boroń, dr inż. Władysław Mierzwa, dr inż. Tadeusz Szczutko, dr inż. Andrzej Wróbel uczestniczył w tyczeniu wymalowań na chłodni kominowej w Elektrowni Bełchatów wykonywanych przez firmę „Compact”. Realizację tą potraktowano jako sprawdzian przygotowywanej technologii tyczenia wymalowań na powierzchniach krzywoliniowych.

Autorzy po raz pierwszy zetknęli się z pracami geodezyjnymi przy tyczeniu takich wymalowań. Połączenie spojrzenia „fotogrametrycznego” i „geodezyjnego” na to zagadnienie umożliwiło opracowanie technologii umożliwiającej szybkie i dokładne wykonanie tyczenia.

Publikacje:

1. Mierzwa W., Wróbel A., „Prace geodezyjne przy wytyczaniu elementów graficznych na chłodniach kominowych”. Oddano do druku w Zeszytach Naukowych AGH, Geodezja, Kraków.

#### ad. 5.13. Kontrola i korekcja napięcia lin odciągowych.

*Method of stay ropes tensity controlling and correction.*

Wykonawca: Jerzy Bernasik

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1998

Prawidłowe napięcie lin odciągowych masztów, wież wiertniczych i stalowych kominów jest warunkiem ich bezawaryjnej eksploatacji. Dynamometryczny pomiar napięć lin często stwarza poważne trudności techniczne. Fizyczne i geometryczne parametry lin odciągowych można określić na podstawie pomiarów geodezyjnych lub fotogrametrycznych. W pracy opisano metodykę fotogrametrycznego określania parametrów lin odciągowych, ze szczególnym uwzględnieniem kontroli sił ich napięcia. W razie stwierdzenia nieprawidłowości, korekcję napięć lin można nadzorować uproszczoną metodą geodezyjną, której algorytm podano w publikacji powstałej na podstawie badań (Bernasik J. 1998, Method of stay ropes tensity controlling and correction, Materiały Konferencyjne: „100-lecie Fotogrametrii w Chorwacji”, maj 1998, Zagrzeb). Obliczenie sił napięcia lin odciągowych - po każdej korekcie sił napięcia - można wykonać w ciągu kilku minut na prostym kalkulatorze programowanym.

Publikacje

Bernasik J. 1998, „Method of stay ropes tensity controlling and correction”, Materiały Konferencyjne: „100-lecie Fotogrametrii w Chorwacji”, maj 1998, Zagrzeb.

#### ad.5.14. Doskonalenie metod przetwarzania map i obrazów cyfrowych dla potrzeb analiz przestrzennych w Systemach Informacji Geograficznej (GIS).

*Methods of digital maps and imageries improvement for spatial analysis within Geographical Information Systems (GIS).*

Wykonawcy: Stanisław Mularz (kierownik), Wojciech Drzewiecki i Tomasz Pirowski (doktoranci)

Finansowanie: badania statutowe

Termin zakończenia: 1999

Obrazy teledetekcyjne pozyskiwane z pułapu lotniczego oraz satelitarnego stanowią niezwykle ważne źródło obiektywnych i aktualnych informacji o danym terenie.

Dane teledetekcyjne bowiem, a zwłaszcza multitemporalne obrazy satelitarne są szczególnie przydatne dla potrzeb monitoringu środowiska oraz modelowania zjawisk i procesów przyrodniczych. Aktualnie dostępne zobrazowania satelitarne [LANDSAT TM, SPOT, JRS(1,2), IRS (1,2) ERS (1,2) RADARSAT] charakteryzują się zarówno wysoką rozdzielczością przestrzenną i radiometryczną jak również szerokim zakresem spektralnym obejmującym widmo widzialne, pasma bliskiej, środkowej i dalekiej podczerwieni oraz region mikrofal. Ten ostatni wykorzystywany jest m.in. w aktywnych systemach radarowych, które pozwalają na rejestrację powierzchni Ziemi, niezależnie od warunków atmosferycznych, zarówno w dzień i w nocy.

Wykorzystanie cyfrowych obrazów teledetekcyjnych dla potrzeb interpretacji, zwłaszcza przyrodniczej oraz dla zasilania i aktualizacji wielowarstwowej bazy danych w systemach informacji geograficznej (GIS) wymaga odpowiedniego ich przetworzenia. Stąd też wszechstronne i kompleksowe wykorzystanie danych teledetekcyjnych wymaga doskonalenia metod przetwarzania obrazu, w tym przede wszystkim opracowania procedur umożliwiających wydobycie, pożądaną dla interpretatora, tematycznej treści zdalnych zobrazowań. Problematyka ta nabiera szczególnego znaczenia ze względu na fakt, iż w najbliższym czasie wejdą do eksploatacji satelitarne systemy nowej generacji (hiper- i ultraspektralne) charakteryzujące się rozdzielczością przestrzenną od 1 do 5 m oraz rozdzielczością spektralną od kilkunastu do kilkuset kanałów.

Syntezę pierwszego etapu prac podjętych w zakresie powyższej problematyki badań stanowi artykuł pt. „Generowanie map spadków i ekspozycji pod nadzorem różnych systemów GIS.” Przedstawiono w nim ocenę procedur służących do generowania map spadków i ekspozycji powierzchni terenu proponowanych przez znane i powszechnie dostępne systemy GIS (ARC/INFO GRID, ERDAS IMAGINE, IDRISI, MGE TERRAIN MGE TERRAIN GRID, PC RASTER oraz SURFER).

Głównym celem badań było sprawdzenie według jakich algorytmów obliczane są parametry nachylenia i ekspozycji powierzchni w oparciu o Cyfrowy Model Rzeźby Terenu (CMRT) oraz jak sprawdzą się one w odniesieniu do specyficznych warunków symulowanych pól testowych o zróżnicowanej geometrii. Uzyskane wyniki badań wskazują na znaczne różnice działania poszczególnych algorytmów, zwłaszcza co do sposobu odwzorowania elementów krawędziowych. W pewnych przypadkach następowała również w niektórych systemach błędna interpretacja ekspozycji w obrębie fragmentów zbocza o skomplikowanym ukształtowaniu. Wynikają stąd istotne ograniczenia w stosowaniu poszczególnych procedur obliczeniowych w zakresie analizy powierzchni terenu zwłaszcza o urozmaiconej morfologii. Interpretator powinien mieć świadomość co do sposobu działania tego rodzaju algorytmów oraz ograniczeń stosowania poszczególnych systemów GIS.

Publikacje:

1. Mularz S., Drzewiecki W., Pirowski T., „Generowanie map spadków i ekspozycji pod nadzorem różnych systemów GIS.” Oddano do druku w Zeszytach Naukowych AGH, Geodezja, Kraków.

#### 5.15. Zastosowanie Systemów Informacji Geograficznej dla modelowania podatności środowiska na degradację.

*Application of Geographical Information Systems for modelling of environmental degradation susceptibility*

Zespół: Stanisław Mularz (opiekun naukowy), Tomasz Pirowski, Mariusz Wojtyła

Finansowanie: badania statutowe

Termin zakończenia: 1997 r

Modelowanie procesów (naturalnych i antropogenicznych) zachodzących w sferze przyrodniczej należy do najbardziej złożonych aplikacji Systemów Informacji Geograficznej (GIS). Stąd też, z dużym uznaniem należy się odnieść do przedstawionej w pracy próby kompleksowej oceny podatności środowiska glebowego na degradację, z uwzględnieniem zarówno roli czynników niszczących jak i chroniących glebę. Dla obszaru testowego, obejmującego około 1500 km<sup>2</sup> wokół aglomeracji krakowskiej Autorzy zgromadzili imponującą ilość danych dotyczących emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych, parametrów meteorologicznych oraz danych charakteryzujących środowisko glebowe. Dane te, po dokonaniu wnikliwej selekcji i weryfikacji poddano interpretacji, uzyskując w efekcie wielowarstwową, przestrzenną bazę danych GIS, niezbędną do dalszego modelowania. Na szczególne wyróżnienie zasługuje twórcze rozwinięcie ogólnego modelu podatności gleb na degradację, co stanowi interesujący i oryginalny wkład Autorów do przedmiotowej problematyki. Uzyskane wyniki wskazują na poprawność przyjętych założeń metodycznych o czym świadczy zaskakująco wysoki, jak dla tego rodzaju badań, stopień korelacji danych przestrzennych z badaniami „in situ”.

Praca została wyróżniona pierwszą nagrodą w Ogólnopolskim konkursie na najlepszą pracę dyplomową w dziedzinie geodezji i inżynierii środowiska, w roku akademickim 1996/97.

#### **6. Analiza wiarygodności metrycznej dokumentacji wypadków drogowych z wykorzystaniem zdjęć amatorskich**

*Analysis of metric reliability of documentation of the road accidents using non-professional pictures*

Wykonawca: Regina Tokarczyk

Finansowanie: Badania własne nr 10.150.356

Termin zakończenia: 1996

Tematyka pracy badawczej wyniknęła w związku z weryfikacją ekspertyzy powypadkowej dotyczącej przebiegu i długości śladów hamowania samochodu. Weryfikacja taka mogła być wykonana tylko drogą fotogrametryczną na podstawie amatorskich zdjęć, wykonanych przez policję drogową.

Zdjęcia takie są zrobione najczęściej niezgodnie z zasadami ich wykonywania dla opracowań fotogrametrycznych, nie da się na ich podstawie zbudować sieci fotogrametrycznej będącej podstawą wyznaczenia współrzędnych punktów mierzonego obiektu (tu punktów na śladach hamowania). Zdjęciami mogą być nie negatywy, ale powiększenia, co utrudnia późniejsze opracowanie ze względu na małą rozdzielczość materiału i duże jego deformacje. Dodatkowo należy stwierdzić, że identyfikacja istotnych z punktu widzenia fotogrametrycznego obiektów może być utrudniona przez słabą jakość

fotograficzną zdjęć, np. źle dobraną głębię ostrości.

Metoda wyznaczania przebiegu śladów hamowania samochodu musi więc uwzględniać powyższe ograniczenia i trudności, winna być ponadto taka, aby wyniki mogły być uzyskane w krótkim terminie.

Zasada wyznaczania punktów na śladach opiera się na przecięciu powierzchni drogi przez wiązki promieni rzutujących, odtworzone na podstawie zdjęć. Elementy orientacji zdjęć wyznaczone zostają na podstawie znajomości współrzędnych punktów pomierzonych w terenie, zidentyfikowanych i pomierzonych na zdjęciach, Model powierzchni drogi uzyskany jest przez pomiar siatki punktów rozmieszczonych na drodze.

Pomiar składa się więc z prac terenowych (siatka punktów na drodze, punkty kontrolne) oraz z prac kameralnych - pomiar zdjęć, obliczenia i wyrównanie obserwacji.

Do obliczeń wykorzystano fotogrametryczny system analityczny ORIENT powstały w Uniwersytecie Technicznym w Wiedniu. Dokonano równoczesnego wyrównania czterech zdjęć śladów oraz powierzchni drogi. Na podstawie wyznaczonych współrzędnych punktów, w systemie AUTOCAD sporządzono plany miejsca wypadku. Niestety, z uwagi na fakt, że zdjęcia wykonane zostały tylko od strony końca śladów, początkowe punkty śladów wyznaczone zostały ze stosunkowo niewielką dokładnością (ok. 1 m).

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń z tego typu zagadnieniem można sporządzić wykaz zaleceń, których przestrzeganie pozwoli na uzyskanie lepszych wyników. Zalecenia te są skierowane do osób wykonujących zdjęcia powypadkowe, a więc do policji drogowej.

Publikacje:

1. Tokarczyk R., "Fotogrametryczne badanie przebiegu śladów hamowania samochodu". Przegląd Geodezyjny Nr 3, 1997.

## **7. Teledetekcyjny monitoring skarp kopalń odkrywkowych**

*Slopes Remote Sensing Monitoring of Open-Cast Mine*

Wykonawca: Stanisław Mularz

Finansowanie: Badania własne nr 10.150.352

Termin zakończenia: 1999

Głównym celem badań było opracowanie szczegółowej metodyki pozyskiwania oraz interpretacji tematycznej teledetekcyjnych obrazów skarp, dla potrzeb bieżącego dokumentowania oraz oceny warunków geologiczno-inżynierskich i geologiczno-złożowych, w trakcie prowadzonej eksploatacji odkrywkowej.

Rezultaty wykonanych badań wykazały, iż monitoring geologiczno-górnicy wielkoprzestrzennych kopalń odkrywkowych może być z powodzeniem prowadzony w oparciu o wspomaganą komputerowo interpretację obrazów satelitarnych systemu SPOT. Dotyczy to zwłaszcza problemów związanych z rekultywacją zwałowiska (zewnątrznego i wewnętrznego) oraz dokumentowania głównych elementów budowy geologicznej w obrębie nadkładu i serii złożowej.

Wysokorozdzielcze obrazy SPOT'a PAN połączone z odwzorowaniem multispektralnym SPOT XS (*ang.merging*) pozwalają na detekcję obiektów o relatywnie małych rozmiarach (10 x 10m) przy zachowaniu walorów interpretacyjnych zdjęcia wynikających z charakterystyki spektralnej tych obiektów.

Dokumentowanie budowy geologicznej i warunków gruntowo-wodnych dla bieżących



potrzeb ruchu kopalni powinno być w dokonywane na podstawie zdalnych rejestracji naziemnych. W toku dotychczas wykonanych badań stwierdzono, iż efektywność teledetekcyjnego monitoringu skarp kopalń odkrywkowych może być wydatnie zwiększona poprzez zastosowania video kamery lub kamery CCD wraz z metodyką interpretacji tematycznej opartą na cyfrowym przetwarzaniu danych obrazowych.

Praktyczny aspekt realizacji tematu dotyczy możliwości wdrożenia opracowanej metodyki teledetekcyjnego monitoringu skarp kopalń odkrywkowych oraz sposobów interpretacji i opracowania różnej postaci zobrazowań, dla potrzeb górniczo-geologicznej obsługi ruchu kopalni.

Głównym celem drugiego etapu badań była ocena przydatności wielospektralnych zobrazowań satelitarnych dla potrzeb interpretacji warunków geologiczno-złożowych oraz dokumentowania stanu prac rekultywacyjnych, w oparciu o wyniki numerycznego modelowania rozkładu inercji termalnej.

Zakres podjętych prac badawczych obejmował dwa zasadnicze segmenty:

1. Przetwarzanie komputerowe cyfrowych obrazów satelitarnych systemu LANDSAT TM dla potrzeb monitoringu kopalni odkrywkowej oraz oceny górniczo-geologicznych i rekultywacyjnych aspektów eksploatacji.
2. Testowanie procedur pozwalających na integrację danych satelitarnych o różnej rozdzielczości przestrzennej i spektralnej w celu wydobycia tematycznej treści wielospektralnych zobrazowań i jednocześnie znaczącej poprawy ich walorów interpretacyjnych.
3. Wykonanie wielowariantowego modelowania rozkładu inercji termalnej w rejonie KWB „Bełchatów”, pod kątem detekcji cech geologiczno-złożowych i warunków gruntowo-wodnych w odkrywce, dokumentowania stanu obudowy roślinnej na zwałowisku zewnętrznym, jak również możliwości identyfikacji wybranych elementów topograficznych znajdujących się w otoczeniu kopalni

Kontekst merytoryczny dla powyższego programu stanowiły wyniki wcześniejszych badań, które obejmowały m.in.:

- ocenę przydatności istniejących metod klasyfikacji obrazów numerycznych dla potrzeb geologiczno-inżynierskiej i geologiczno-złożowej interpretacji zdalnych zobrazowań skarp kopalń odkrywkowych,
- ocenę przydatności wysokorozdzielczych, wielospektralnych zobrazowań satelitarnych dla potrzeb interpretacji warunków geologiczno-złożowych oraz dokumentowania stanu prac rekultywacyjnych, w trakcie prowadzonej eksploatacji odkrywkowej.
- analizę możliwości wykorzystania systemów typu GIS (Geo-Information Systems) dla numerycznego modelu kopalni odkrywkowej,
- pomiary charakterystyk spektralnych oraz matematyczne modelowanie odpowiedzi spektralnej wybranych serii utworów nadkładowych i serii złożowej w Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”,
- wykonanie testowych rejestracji skarp w kopalni odkrywkowej KWB „Bełchatów”, przy zastosowaniu różnych technik fotograficznych oraz kamer video i CCD (Charge Coupled Device),
- opracowanie metodyki wykonywania i interpretacji zobrazowań termalnych skarp kopalni odkrywkowej oraz cyfrowe modelowanie inercji termalnej gruntu na podstawie termowizyjnych obserwacji naziemnych,
- terenową weryfikację wyników przetwarzania i tematycznej interpretacji zdalnych zobrazowań naziemnych, jak również danych teledetekcyjnych pozyskiwanych z

pułapu lotniczego i satelitarnego

Rezultaty wykonanych badań potwierdziły, iż kompleksowy monitoring geologiczno-górnictwo wielkoprzestrzennych kopalń odkrywkowych może być z powodzeniem prowadzony w oparciu o wspomaganą komputerowo interpretację obrazów satelitarnych systemu LANDSAT TM. Dotyczy to zwłaszcza możliwości kompleksowego dokumentowania głównych elementów litologiczno-strukturalnych w obrębie nadkładu i serii złożowej. Odmienny i niezwykle interesujący zakres zastosowań zobrazowań satelitarnych stanowi problematyka rekultywacji zwałowisk zewnętrznego i wewnętrznego. Stwierdzono tutaj możliwość szczegółowej inwentaryzacji obudowy roślinnej zwałowiska, a także oceny stanu i stopnia zaawansowania prac rekultywacyjnych.

Dokumentowanie szczegółowej budowy geologicznej i warunków gruntowo-wodnych dla bieżących potrzeb ruchu kopalni powinno być w dalszym ciągu dokonywane na podstawie zdalnych rejestracji naziemnych. W toku dotychczas wykonanych badań stwierdzono, iż efektywność teledetekcyjnego monitoringu skarp kopalń odkrywkowych może być wydatnie zwiększona poprzez zastosowania video kamery lub kamery CCD wraz z metodyką interpretacji tematycznej opartą na cyfrowym przetwarzaniu danych obrazowych.

Szczególny aspekt prowadzonych badań dotyczył obiektywnej i wymiernej oceny możliwości prowadzenia automatycznej klasyfikacji multitemporalnych danych obrazowych, dla detekcji zmian o charakterze przestrzennym. Przetestowano szereg procedur przetwarzania wielospektralnych zobrazowań cyfrowych, a to: cech geometrycznych i radiometrycznych, wzmacniania treści tematycznej, klasyfikacje nadzorowaną i nienadzorowaną, integrację zobrazowań o różnej rozdzielczości przestrzennej (SPOT PAN + LANDSAT TM) oraz wykorzystanie różnych technik filtracyjnych. Przetwarzane obrazy były następnie analizowane w środowisku Systemów Informacji Geograficznej (GIS) jako elementy składowe wielowarstwowej bazy danych.

Rezultaty przeprowadzonych badań wskazują na przydatność danych satelitarnych systemów LANDSAT TM i SPOT dla potrzeb inwentaryzacji dużych kopalń odkrywkowych, monitorowania zachodzących zmian w krajobrazie, kategoryzacji pokrycia i użytkowania terenu, oceny degradacji kompleksów leśnych w otoczeniu elektrowni oraz dokumentowania i śledzenia postępu prac rekultywacyjnych, głównie na zwałowisku zewnętrznym kopalni.

Praktyczny aspekt realizacji całości tematu dotyczy możliwości wdrożenia opracowanej metodyki teledetekcyjnego monitoringu kopalń odkrywkowych oraz sposobów interpretacji i opracowania różnej postaci zobrazowań, dla potrzeb górniczo-geologicznej obsługi ruchu kopalni.

Publikacje:

1. Mularz S., „Satellite and airborne remote sensing data for monitoring of an open-cast mine”

International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Comm.IV, Stuttgart, Sept.7-10, 1998, Germany

## **8. Ortofotomapa cyfrowa jako mapa podkładowa z wykorzystaniem do aktualizacji, planowania i GSWD (Geoinformacyjnego Systemu Wspomagania Decyzji).**

*Digital Orthophoto as a base for actualisation, planning and GSWD .*

Wykonawca : Ryszard Florek-Paszkowski

Finansowanie: Badania własne, nr 10.150.472

Termin zakończenia: 1997

W pierwszej kolejności przeprowadzono studium stanu i możliwości wykorzystania ortofotomapy cyfrowej w Polsce w świetle dostępności lotniczych zdjęć fotogrametrycznych w skali 1:26k i 1:5k wykonywanych w latach 1995-1997. Przeprowadzono testowanie i porównanie technologii wytwarzania ortofotomapy cyfrowej w systemach Leica-Helava i Intergraph (współpraca z Okręgowym Przedsiębiorstwem Geodezyjno-Kartograficznym sp. z o.o. w Krakowie, Zarządem Topograficznym Sztabu Generalnego Wojska Polskiego i Ośrodkiem Fotogrametrii Głównego Geodety Kraju).

Zbadano krajowe uwarunkowania zastosowania ortofotomapy cyfrowej dla potrzeb zarządzania i planowania w miastach i gminach Małopolski. Odpowiednie propozycje w tej dziedzinie przedstawiono na spotkaniach z przedstawicielami zainteresowanych wydziałów w Urzędach Wojewódzkich w Krakowie i Nowym Sączu a także na spotkaniu z Wojewodą i Wójtami gmin województwa krakowskiego (współpraca Pijanowski Z., Rajda W., Węgrzyn Z. [AR], Mierzwa W., Pyka K. [AGH]).

Przygotowywanie i podejmowanie decyzji na wszystkich szczeblach wymaga dysponowania niezbędną informacją o przedmiocie zarządzania i planowania w skali miasta i regionu, przy czym potrzebna informacja powinna nie tylko występować na nośniku danych ale informacja ta powinna być wystarczająco aktualna, dostęp do tej informacji powinien być interaktywny lub wystarczająco szybki, umożliwiając także analizę danych, modelowanie i symulację wariantową. Forma danych wynikowych powinna być przyjazna i przejrzysta dla użytkownika zaś jakość i dokładność geoinformacji powinna wystarczać do modelowania stanów i zjawisk oraz ich lokalizowania, dla planowania i zarządzania w skali miasta i regionu (średni poziom skalowy 1:10k). Zarządzanie i planowanie w skali makro-jednostek wymagają opracowań o charakterze syntezy, analizy i symulacji, wykonanych w krótkim czasie lub w interaktywnie. Uzgadniająco-decyzyjne zebrania decydentów i ekspertów potrzebują przygotowanej informacji o przedmiocie w postaci geodanych, ich analiz i symulacji wariantowych, zaś w trakcie zebrania potrzebują wizualizacji obrazowo-opisowych oraz dodatkowych geoinformacji o przedmiocie zarządzania i planowania.

Ortofotomapa cyfrowa jako kartometryczny produkt przetwarzania zdjęć lotniczych i satelitarnych jest nośnikiem aktualnej geoinformacji (informacji i jej lokalizacji) o terenie i infrastrukturze, w przejrzystej i łatwo zrozumiałej formie, zbliżonej do obrazu ziemi z lotu ptaka.

Fotogrametryczne zdjęcia lotnicze miasta Krakowa i regionu krakowskiego, niezbędne do wytworzenia ortofotomap, będą wykonane w ramach programu PHARE i będą dostępne po kosztach reprodukcji. Koszt jednego arkusza ortofotomapy 1:10k (wydrukowanej i na nośniku komputerowym) szacujemy obecnie na 7 kPLN. Dla gmin województwa krakowskiego potrzebnych jest około 110 arkuszy ortofotomapy dla pełnego pokrycia województwa.

Ortofotomapa cyfrowa stanowi podstawową, rastrową warstwę geoinformacyjną o terenie i uzupełniona o dodatkowe tematyczne warstwy informacyjne, może być skonfigurowana w Geoinformacyjny System Wspomagania Decyzji (GSWD) dla potrzeb zarządzania i planowania.

Posiadamy w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH(Jachimski J, Zieliński J, Boroń A) możliwości wytwórcze fotogrametrycznej stacji cyfrowej (VSD), która może być wykorzystywana jako przeglądarka, edytor i stereorestytutor do ortofotografii i zdjęć lotniczych i satelitarnych.

W założeniach koncepcji uwzględniono uzupełniające współdziałanie Geoinformacyjnego Systemu Wspomagania Decyzji wraz Małopolskim Systemem Informacji Przestrzennej (i jego elementem składowym - Komputerowym Atlasem Województwa Krakowskiego) co powinno zaowocować efektem synergicznym w efektywności funkcjonowania tych systemów geoinformacyjnych (konsultanci Mierzwa W, Pyka K, Chrobak T).

Zaproponowano wstępny zakres tematyczny GSWD w postaci nakładkowych warstw, uzupełniających bazową ortofotomapę cyfrową 1:10k (1:5k).

Przewiduje się, przy współpracy z OPGK sp. z o.o. w Krakowie, wykonanie opracowania pilotażowo-szkoleniowego na wybranym obszarze Krakowa, celem sprawdzenia poprawności założeń koncepcyjnych i optymalizacji docelowej technologii systemu.

Wykonano ortofotomapy cyfrowe w skali 1:10k i 1:5k ze zdjęć lotniczych w skali 1:26k wykonanych w latach 1995-1997. Przeprowadzono testowanie i adaptację technologii wytwarzania ortofotomapy cyfrowej w systemie Intergraph przy współpracy z Okręgowym Przedsiębiorstwem Geodezyjno-Kartograficznym sp. z o.o. w Krakowie i Zarządem Topograficznym Sztabu Generalnego Wojska Polskiego.

Przedstawiono kierunki zastosowania ortofotomapy cyfrowej dla potrzeb zarządzania i planowania w miastach i gminach Małopolski i innych regionów kraju. Odpowiednie propozycje w tej dziedzinie przedstawiono między innymi na spotkaniach z przedstawicielami zainteresowanych urzędów gminnych i miejskich (Krzeszowice, Sieradz).

Ortofotomapa cyfrowa jako kartometryczny produkt przetwarzania zdjęć lotniczych i satelitarnych jest nośnikiem aktualnej geoinformacji o terenie i infrastrukturze, w przejrzystej i łatwo zrozumiałej formie, zbliżonej do obrazu ziemi z lotu ptaka i może stanowić warstwę lokalizacyjną systemów geoinformacyjnych dla potrzeb zarządzania i planowania. W rozwiniętej formie system geoinformacyjny może być konfigurowany w system wspomaganie decyzji GSWD.

Prowadzone są prace testowo-technologiczne nad zastosowaniem stacji fotogrametrycznej VSD, wytwarzanej w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH (Jachimski J, Zieliński J, Boroń A) do aktualizacji map topograficznych w wersji cywilnej i wojskowej.

Rozpoczęto prace studialne i pilotażowe nad wykorzystaniem ortofotomapy dla aktualizacji ewidencji gruntów na wybranym fragmencie miasta Krakowa.

Publikacje:

Florek-Paszkowski R, Głogowski Z., „Ortofotomapa dla każdej gminy”. Magazyn samorządowy, 1996, 2 (50).

### **9.Optymalizacja pomiaru fotogrametrycznego obiektów architektonicznych z wykorzystaniem Video Stereo Digitizera**

*Optimalisation of photogrammetric measruement of achitectural objects with VSD*

Wykonawca: Marta Borowiec

Finansowanie: badania własne , nr AGH 10.150.470

Termin zakończenia: 1997

Celem badań objętych tematem „Optymalizacja pomiaru fotogrametrycznego...” jest próba wykorzystania opracowań uzyskanych przy użyciu Video Stereo Digitizera do

trójwymiarowego modelowania obiektów architektonicznych.

Tradycyjna prezentacja inwentaryzowanego obiektu architektonicznego (rysunki elewacji w odwzorowaniu na płaszczyzny do nich równoległe, uzupełnione rzutami i przekrojami w wybranych miejscach) zostaje obecnie wypierana przez przestrzenny komputerowy model obiektu.

Metryczna prezentacja obiektu przełożona na przestrzenny model komputerowy jest dla odbiorcy bardzo atrakcyjna - model taki można używać do testowania różnych rozwiązań, np. symulacji rekonstrukcji, rozbudowy, itp. Na tej drodze można studiować wizualne efekty planowanych prac, można też uzupełniać model informacyjną bazą danych.

Model przestrzenny obiektu jest także bardzo użyteczny do produkcji ortofotomap, które również są poszukiwaną formą prezentacji zabytkowych obiektów architektonicznych.

W pierwszym etapie badań wykonano przy użyciu VSD opracowanie kreskowe fragmentu budynku zabytkowego. Wykonano też próbę modelowania fragmentu rzeźby.

W drugim etapie badań wykonano model 3D z otrzymanych wyników opracowania, co w efekcie doprowadziło do wniosków dotyczących sposobu pozyskiwania danych w systemie VSD dla celów trójwymiarowego modelowania obiektów architektonicznych.

Publikacje:

1. Borowiec M., Tokarczyk R., „Komputerowa prezentacja wyników inwentaryzacji architektonicznej. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum „Obrazy cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS”. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol.8, Kraków 1998.

## **10. Wykonanie pomiarów fotogrametrycznych chłodni kominowych nr 1-6 Elektrowni Bełchatów.**

*Photogrammetric measurement performance of cooling tower No 1-6 Bełchatów electric power station*

Zespół: Władysław Mierzwa (kierownik), Jerzy Bernasik, Regina Tokarczyk, Andrzej Wróbel, Tadeusz Rogala, Marta Borowiec.

Finansowanie : Elektrownia "Bełchatów", 5.150.307

Termin zakończenia : 1996 - 1998r (praca cykliczna)

Pomiary deformacji 6 chłodni kominowych elektrowni "Bełchatów" prowadzone były cyklicznie (2 razy w roku) już od 3 lat. Zastosowana metoda fotogrametrycznego pomiaru polega na opracowaniu zdjęć wykonanych kamerami metrycznymi o znanych środkach rzutów, a elementach kątowych orientacji obliczonych na podstawie elementów kontrolnych. Zdjęcia służą do obliczenia współrzędnych punktów na chłodniach. Zastosowano różnorodną wizualizację wyników pomiarów, pozwalającą na wygodną interpretację wyników.

## **11. Cyfrowe przetwarzanie zobrażeń dla potrzeb ochrony zabytków sztuki malarskiej** *Processing of Digital Images for the Needs of Historic Wall paintings Recording.*

Zespół: Józef Jachimski - kierownik, Adam Boroń, Regina Tokarczyk, Andrzej Wróbel,

Marta Borowiec, Władysław Mierzwa, Andrzej Kmiecinski, Tadeusz Rogala, Roman Bielec

Finansowanie: Wojewódzkie Urzędy Ochrony Zabytków

Termin zakończenia: 1998

W ramach prac doświadczalnych prowadzonych na obiektach: Kaplica Świętokrzyska na Wawelu, Kościół OO Pijarów w Krakowie i Biblioteka Klasztoru OO Cystersów w Lubiążu - opracowano założenia technologii dokumentowania malowideł ściennych przy wykorzystaniu technik cyfrowych.

Stosowane są techniki analitycznego opracowania bloku zdjęć (z wykorzystaniem programu ORIENT) celem zagęszczenia osnowy, stereoskopowego pomiaru z wykorzystaniem zeskanowanych obrazów (z użyciem VSD) i cyfrowego przetwarzania obrazu (VSD).

## **12. Fotogrametryczne badanie deformacji 80-cio metrowej kopalnianej wieży wyciągowej na KWK „Sośnica”**

*Photogrammetric investigation of deformation 80-metric mining tower in KWK „Sośnica”*

Zespół: Jerzy Bernasik, Stanisław Barycz, Aleksander Wodyński

Finansowanie: Fundacja „Nauka i Technika Górnicza

Termin zakończenia: 1998

Badanie to przeprowadzono w ramach ekspertyzy budowlanej (dr S. Barycz, dr hab.A.Wodyński), wykonywanej na zlecenie „Fundacji: Nauka i Technika Górnicza”. „Zabytkowa” wieża wyciągowa typu maszynowego stanowiła trudny problem pomiarowy, ze względu na gęstą, bliską zabudowę. Wyniki pomiaru fotogrametrycznego uzupełniły fragmentaryczne wyniki pomiaru geodezyjnego i dostarczyły informacji nieprzewidzianych: interpretacja fotogramów wskazała elementy nieuwzględnione - zła jakość wykonawstwa.

## **13. Badanie geometrii masztu wierniczego SKY TOP Brewster N-75**

*Investigation of geometry of boring tower SKY TOP Brewster N-75*

Zespół: Jerzy Bernasik, Jan Artymiuk (kierownik)

Finansowanie: Zakład Poszukiwania Nafty i Gazu w Krakowie, Sp.z o.o., zlec nr 5.5.190.142

Termin zakończenia: 1998

Wykonane badania metodą fotogrametryczną w trakcie próbnych obciążeń wieży (zlec.5.5.190.142) stanowiły podstawę analiz mających wskazać przyczyny wychyleń i odkształceń masztu. Przed demontażem i następną instalacją w nowym miejscu, zespół kierowany przez dr inż. J. Artymiuka opracował - na bazie wyników fotogrametrycznych pomiarów - ekspertyzę specjalistyczną.

## **Informacje uzupełniające**

## **Uczestnictwo w konferencjach i sympozjach naukowych**

1. XVIII Kongres ISPRS, Wiedeń 1996. Referaty opublikowane: A. Boroń, B. Hejmanowska i S. Mularz, K. Pyka i M. Borowiec, J. Jachimski, Z. Sitek, referat nieopublikowany W. Mierzwa i R. Tokarczyk „Photogrammetric Set for Architectonic Evaluation on Video Stereo Digitizer”. Przewodniczenie obradom sesji plenarnych: J. Jachimski, Z. Sitek.
2. VII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna n.t. „Nowe tendencje w geologii naftowej, wiertnictwie, eksploatacji otworowej i gazownictwie.” Kraków 1996. Referat: J. Bernasik
3. Trzecia Ogólnopolska Konferencja Termografii i Termometrii w Podczerwieni. Warszawa 1996. Referat A. Wróbel
4. Międzynarodowa Konferencja Użytkowników INTERGRAPH (IGUG - International Graphics User Group), Huntsville, USA, 5.05. - 8.05.1997. J. Jachimski.
5. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe n.t. „Informacja przestrzenna pozyskiwana na podstawie zobrazowań” Kraków, 19 czerwca 1997 - AGH. Referaty: A. Boroń, J. Jachimski, B. Hejmanowska, R. Florek, S. Mularz, W. Mierzwa, Z. Sitek,
6. CIPA International Symposium: Photogrammetry in Architecture, Archeology and Urban Conservation, October 1-3, 1997, Goeteborg, Sweden. Referat: J. Jachimski i W. Mierzwa, „Representation of Historical Frescos Using Digital Photogrammetry.”
7. Ogólnopolskie Sympozjum n.t. „Nowoczesna ortofotografia w GIS dla potrzeb gospodarki terenami”. Kraków, 18 czerwca 1977 r. Referat: Z. Sitek.
8. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe nt. „Obrazy cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS”, 17.06.1998, Kraków. Referaty: J. Jachimski, A. Boroń, W. Mierzwa, A. Wróbel, R. Tokarczyk, K. Pyka, M. Borowiec.
9. Konferencja Naukowa „100 lat Fotogrametrii w Chorwacji”, 20-22.05.1998, Zagrzeb, Chorwacja. Referaty: J. Bernasik, J. Jachimski.
10. Sympozjum Kom. IV ISPRS, „GIS - Between Visions and Applications”, 7-10.10.1998, Stuttgart, Niemcy. Referaty: B. Hejmanowska, S. Mularz.
11. VIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Informacji Przestrzennej”. Warszawa, maj 1998.
12. VIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Informacji Przestrzennej”, Warszawa, maj 1998. Referaty: W. Mierzwa, K. Pyka.

## **Działalność organizacyjna pracowników Zakładu**

### **Zbigniew SITEK**

#### **Udział w organizacji sympozjów**

- Prowadzenie obrad: zob. Wykaz Konferencji poz. 1

### **Funkcje w organizacjach naukowych**

- Komitet Geodezji PAN - wiceprzewodniczący
- Komisja Geodezji i Inżynierii Środowiska Oddz.Pan w Krakowie
- Sekcja Fotogrametrii i Teledetekcji Komitetu Geodezji PAN - przewodniczący
- Członek założyciel Komisji Geoinformatyki Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie
- ICAP Międzynarodowy Komitet Fotogrametrii Architektonicznej (członek korespondent)
- Członek Rady redakcyjnej oficjalnego czasopisma MTFiT "Photogrammetry & Remote Sensing"
- Współprzewodniczący Grupy Studiów w MTFiT
- Przewodniczący Zespołu kwalifikacyjnego Specjalizacji Zawod.SGP w Krakowie od 1993r
- Przewodniczący polskiej grupy językowej w Grupie Studiów ISPRS Multilingual Dictionary
- Egzaminator z zakresu teledetekcji na studium doktorskim Indian School of Mines, Dhanbad, 826004, Indie.

**Recenzja doktoratu h.c.** Prof.Gerrit Ligterink z Holandii dla ART-Olsztyn

### **Józef JACHIMSKI**

#### **Udział w organizacji sympozjów**

- Prowadzenie obrad: zob.Wykaz Konferencji, poz.1,
- Prowadzenie obrad: zob.Wykaz Konferencji, poz.5,
- Prowadzenie obrad: zob.Wykaz Konferencji, poz.6,
- Prowadzenie obrad: zob.Wykaz Konferencji, poz.8.

### **Funkcje w organizacjach naukowych**

- Przewodniczący Grupy Roboczej WG VI/1 International Society for Photogrammetry and Remote Sensing: "Education, Training and Educational Standards for Photogrammetry, Remote Sensing and GIS/LIS"
- Członek i koordynator prac Rady Programowej wydawnictwa seryjnego "Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji" wydawanego wspólnie przez Sekcję Fotogrametrii i Teledetekcji Komitetu Geodezji PAN, Klub Teledetekcji Polskiego Towarzystwa Geograficznego, Sekcję Kartografii Komitetu Geodezji PAN, Sekcję Kartograficzną SGP oraz Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji od 19 maja 1994r.
- Przewodniczący Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji - Sekcji Naukowej Stowarzyszenia Geodetów Polskich (od 1989r, wybrany ponownie na kadencję 1995-97).
- Członek Sekcji V: "Nauk Matematycznych, Fizycznych, Chemicznych i Nauk o Ziemi" Centralnej Komisji d/s Tytułu Naukowego i Stopni Naukowych wybrany na kadencję 1994-1996
- Przewodniczący Rektorskiej Komisji d/s Analizy Systemów Kształcenia w AGH (do 1996r.) powołany przez Rektora AGH
- Przewodniczący Kolegium Elektorów Akademii Górniczo-Hutniczej w kadencji 1993-1996



- Członek Komisji Geodezji i Inżynierii Środowiska PAN o/Kraków i Redaktor serii "Geodezja" prac Komisji
- Członek Komitetu Geodezji PAN wybrany na kolejną kadencję 1993-1995
- Członek Komisji Teledetekcji Ziemi i Atmosfery Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN wybrany na kolejną kadencję 1994-1995
- Członek Prezydium International Committee for Architectural Photogrammetry (ISPRS - ICOMOS) od 1992 r.
- Członek założyciel i v-przewodniczący Komisji Geoinformatyki Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie

#### **Udział w międzynarodowych tematach badawczych**

- W ramach Central European Initiative (CEI) udział w temacie "Engineering Photogrammetry". Instytucja wiodąca: Institute for Photogrammetry and Remote Sensing, TU Vienna, z udziałem politechnik w Zagrzebiu, Budapeszcie, Sofii, Bratysławie, Brnie, Pradze, Lublanie, Bukareszcie, Warszawskiej, SGGW i AGH -Kraków. Realizacja badań od 1991r.
- Członek Polskiej Grupy Studiów współdziałającej z Grupą Studiów WG VI/3 "Terminology and ISPRS Multilingual Dictionary" Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji opracowującej Słownik Wielojęzyczny

#### **Recenzje**

- recenzja pracy doktorskiej B.Hejmanowskiej n.t." Numeryczne modelowanie inercji termalnej gruntu dla teledetekcyjnego określania jego wilgotności"

#### **Stanisław MULARZ**

##### **Funkcje w Komitetach Organizacyjnych**

Członek Zarządu PTFiT, członek Senatu AGH, Członek Senackiej Komisji d.s Kształcenia.

#### **Adam BORON**

##### **Funkcje:**

Sekretarz Naukowy Komisji Geodezji i Inżynierii Środowiska Krakowskiego Oddziału PAN