

# ZAKŁAD FOTOGRAMETRII I INFORMATYKI TELEDETEKCYJNEJ

W latach 1998 - 2000 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 (KAWK), który obejmuje podstawowe elementy środowiska przyrodniczego oraz sfery życia społecznego tego terenu. Atlas ma służyć administracji rządowej i samorządowej jako zintegrowana przestrzenna baza danych. Ponadto zainteresowanie badawcze skierowano na praktyczne aplikacje, analizy GIS w oparciu o dane KAWK. Prace te miały na celu promocję Atlasu na etapie jego wdrażania.

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 1998 roku zorganizowano, 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, Ljublanie, Esquela de Estudos Arabes w Grenadzie, Uniwersytetem Technicznym w Clausthal, Szkołą Wyższą w Essen i Uniwersytetem w Nottingham.

Zajęcia ze studentami są prowadzone w nowoczesnych pracowniach komputerowych, wyposażonych w najnowszy sprzęt i bogate oprogramowanie. Własne rozwiązania hardwerowo - softwareowe (VSD) umożliwiają udostępnienie studentom do ćwiczeń równocześnie 25 autografów cyfrowych.

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.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.

Zygmunt Starek - technik

Grażyna Binczycka - technik

### **Doktoranci i stażyści**

mgr inż. Wojciech Drzewiecki - doktorant

mgr inż. Sławomir Mikrut - doktorant

mgr inż. Tomasz Pirowski - doktorant

mgr inż. Janusz Cieślar - doktorant

mgr inż. Urszula Babiaryz - doktorant

mgr inż. Mariusz Twardowski - doktorant

inż. Marlena Ziajka - stażysta

inż. Antoni Rzonca - stażysta

# **Działalność naukowa Zakładu**

## **Projekty badawcze finansowane przez KBN**

### **Dokumentowanie zabytków w ramach systemu informacji o terenie z wykorzystaniem kamer niemetrycznych 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 niedrogo 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. Selektywny 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 Dziej 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.

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

*Digital Atlas of Cracow Province as an element of Malopolski 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 wydzielen 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.

Efektom 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 wpraw 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 wpięrow 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.

### **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.Gruszczyńska.

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

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 sprzed powodzi. W ramach realizacji zadania opracowano szczegółową koncepcję analizy danych satelitarnych i dokonano wstępnego ich przetworzenia. Obrazy z ERS-2.SAR zostały zgeometryzowane i wyrównane z zastosowaniem filtru 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.

Dla obydwu zobrazowań (1996, 1997) zostały obliczone współczynniki wstecznego rozpraszania ( $\sigma$ ) oraz opracowano na tej podstawie odpowiednie mapy ilustrujące rozkład czasowy i przestrzenny współczynnika  $\sigma$ .

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.

Dokonano wstępnego przetworzenia zobrazowania ERS-2.SAR.PRI (transformacja geometryczna) oraz przetestowano różne rodzaje filtrów cyfrowych. Do dalszej analizy zakwalifikowano filtry: madianowy i Lee-Sigma. W oparciu o wyniki badań terenowych obliczono współczynniki wstecznego rozpraszania ( $\sigma$ ) dla 36 pól testowych a następnie wygenerowano mapę ich przestrzennego rozkładu. Wyniki obliczeń wprowadzono do bazy danych.

W oparciu o analizę multitemporalnych satelitarnych zobrazowań radarowych ERS-2.SAR z lat 1996-1999 (wielkości i rozkład czasowo-przestrzenny współczynnika wstecznego rozpraszania) oraz wyników badań terenowych (pomiarów wilgotności gleb i LAI) dokonano wstępnego wydzielenia stref nadmiernie uwilgotnionych na terenach użytkowanych rolniczo, w obrębie całego obszaru testowego (100 x 100 km). Pozostałe, nierolnicze kategorie użytkowania ziemi (lasy, wody powierzchniowe, zabudowa, infrastruktura komunikacyjna) zostały wyłączone z analizy.

Następnie określono statystycznie zależność pomiędzy wielkością współczynnika wstecznego rozpraszania a poziomem wilgotności gleby, wykorzystując do tego celu wyniki bezpośrednich pomiarów terenowych. Zmienność szorstkości upraw określono na podstawie połowych pomiarów LAI (Leaf Area Index) wyrażając zmiany wilgotności w odniesieniu do trzech klas: LAI(2, LAI = (2-3), LAI>4.

W kolejnym etapie badań dokonano dygitalizacji mapy glebowo-rolniczej w skali 1: 25 000 dla wybranych pól testowych oraz skorelowano główne rodzaje i gatunki gleb z poziomem i zmianami ich wilgotności w czasie, które uzyskano odpowiednio przetworzonych zdjęć radarowych. Stwierdzono zróżnicowany stopień korelacji tych danych, jednakże ogólnie zgodny z właściwościami filtracyjnymi poszczególnych rodzajów gleb i wysokością opadów w analizowanym okresie (1997-99). Oznacza to, że dla tej samej wysokości opadów gleby mniej

przepuszczalne charakteryzowały się z reguły wyższym stopniem wilgotności, przy czym wyraźnie zaznacza się tutaj impuls powodziowy, wskaizując tendencję do nadmiernego uwilgotnienia w roku 1997.

Rezultaty przetwarzania i tematycznej interpretacji bogatego zestawu multitemporalnych satelitarnych obrazów radarowych systemu ERS-2.SAR.PRI oraz analiza porównawcza z wynikami bezpośrednich badań terenowych wskazują na poprawność przyjętych założeń metodycznych. Uzyskane dotychczas wyniki badań pozwalają stwierdzić, iż zdalna detekcja stref nadmiernie uwilgotnionych na terenach użytkowanych rolniczo jest możliwa z wystarczającą dla praktyki dokładnością, i to zarówno jeśli chodzi o rozpoznanie i wyznaczenie zasięgu przestrzennego tego zjawiska, jak też określenie bezwzględnego zakresu wilgotności występujących tam gleb uprawnych.

### **Automatyzacja fotogrametrycznego badania naprężeń lin odciągowych na drodze analizy obrazów cyfrowych**

Kierownik projektu: Prof. AGH, dr hab. inż. Jerzy Bernasik

Wykonawcy: Władysław Mierzwa, Adam Boroń, Regina Tokarczyk, Leszek Kolondra, Sławomir Mikrut, Janusz Cieślak

Termin rozpoczęcia: 1.01.2000r.

Termin zakończenia: 31.12.2001r.

Finansowanie: KBN

Zamierzeniem autorów projektu badawczego jest opracowanie nowej zautomatyzowanej, fotogrametrycznej metody określania naprężeń lin odciągowych masztów lub innych wysmukłych obiektów, opartej na analizie obrazów cyfrowych. Metoda ma umożliwić szybkie (w czasie prawie rzeczywistym), określanie sił naprężających liny odciągowe, umożliwiając nie tylko bieżące nadzorowanie lin odciągowych rozmaitych obiektów, ale także sterowanie pracami związanymi z korygowaniem naprężeń lin.

Zagadnienie pomiaru lin odciągowych, oraz określania na tej podstawie ich parametrów było przedmiotem licznych prac badawczych i publikacji (w tym również wykonawców niniejszego projektu). Najważniejszymi z określanych parametrów lin są ich naprężenia. Zastosowanie niewłaściwych naprężeń lin odciągowych było przyczyną wielu awarii i katastrof wież i masztów. Techniczna trudność niedynamometrycznego napinania lin jest związana z rozciągnięciem w czasie procedury korekcyjnej: na przykład w pragmatyce wiertniczej - kolejno po sobie, w odstępach czasu niezbędnych na pomiar i obliczenia, wyznacza się naprężenia, aby następnie - drogą kolejnych przybliżeń - właściwie korygować napięcia lin. W przypadku, gdy maszt posiada wiele lin usytuowanych w kilku poziomach, procedura kolejnych przybliżeń jest związana także z innym czynnikiem: każda kolejna korekcja powoduje zmiany w napięciu pozostałych lin (także tych po korekcji).

Na przestrzeni ostatnich lat, członkowie zespołu przedstawiającego niniejszy projekt badawczy opracowali kilka satysfakcjonujących rozwiązań problemu określania parametrów lin odciągowych, opartych na metodzie fotogrametrii analogowej. Rozwój metod fotogrametrii



cyfrowej, oraz zwiększona dostępność profesjonalnych kamer cyfrowych stwarzają możliwość opracowania metody eliminującej opisane powyżej wady.

Zamierzeniem projektodawców jest udoskonalenie fotogrametrycznej metody określania naprężeń lin odciągowych, przez wprowadzenie cyfrowej rejestracji obrazów i automatycznego ich pomiaru. Opracowany zostanie komputerowy system umożliwiający automatyczne określanie parametrów lin odciągowych w czasie - prawie - rzeczywistym. Będzie to wymagało adaptacji wybranej kamery cyfrowej i rozwiązania szeregu problemów związanych z jej kalibracją i orientacją zewnętrzną zdjęć cyfrowych (obiektów szczególnego rodzaju) . Optymalizacja komputerowej „obróbki” obrazu cyfrowego (filtrowanie, krawędziowanie, wektoryzacja) będzie następnym etapem prac. Oprogramowanie własne (lub częściowo adaptowane) umożliwi automatyczną korelację punktów liny, jej aproksymację katenoidą i ustalenie parametrów fizycznych, oraz geometrycznych w czasie rzeczywistym.

Posiadając w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej doświadczenia w wykorzystywaniu obrazów cyfrowych do pomiaru rozmaitych obiektów, spodziewamy się - po uzupełnieniu wyposażenia - przez wprowadzenie automatycznego pomiaru obrazów cyfrowych i przetwarzania wyników w czasie (prawie) rzeczywistym, osiągnąć znaczącą poprawę jakości i szybkości uzyskiwania wyników.

## **Badania statutowe**

### **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:**

- Inwentaryzacja zabytków sztuki z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej,
- Badanie przydatności aparatów cyfrowych do pomiarów fotogrametrycznych,
- Analiza kierunków rozwoju fotogrametrii i teledetekcji,
- Usuwanie efektu topografii z danych teledetekcyjnych dla potrzeb modelowania inercji termalnej gruntu,
- Prace geodezyjne przy “upiększaniu” chłodni,
- Kontrola i korekcja napięcia lin odciągowych,
- Doskonalenie metod przetwarzania map i obrazów cyfrowych dla potrzeb analiz

przestrzennych w Systemach Informacji Geograficznej (GIS),

- Fotogrametria i teledetekcja w informatycznym społeczeństwie XXI wieku.

## **Badanie przydatności aparatów cyfrowych do pomiarów fotogrametrycznych**

*Useability of digital cameras in photogrammetric measurements*

Skład zespołu: Adam Boroń, Regina Tokarczyk, Sławomir Mikrut

Finansowanie: Badania statutowe

Termin zakończenia: 1999

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.

W ramach kontynuacji powyższego tematu w 1999 roku wykonano badanie przydatności dwu aparatów cyfrowych Kodak DC200 jako elementów systemu służącego do pomiarów ciała ludzkiego dla celów rehabilitacji leczniczej.

System składa się z dwu kamer cyfrowych do pozyskiwania obrazów, lustro (odbicie tylnych partii ciała pacjenta jest rejestrowane równocześnie z przodem ciała nie odbitego w lustrze), oprogramowania pozwalającego na wyznaczenie przestrzennych współrzędnych wybranych punktów i zwizualizowanie punktów na ekranie komputera.

Wybór aparatów Kodak DC200 do badań podyktowany był kilkoma czynnikami:

- obiektyw typu *free focus* zapewnia stabilność elementów orientacji wewnętrznej,
- niezła rozdzielczość,
- stosunkowo niska cena,
- dostępność egzemplarzy do testowania (dzięki uprzejmości krakowskiego dystrybutora firmy Kodak).

Wadą tych aparatów jest wolny transfer obrazów do komputera przez łącze RS 232 przez jeden z portów oraz mało dokładna synchronizacja wyzwalania migawek - około 1 s. Poniżej przedstawiono dane techniczne aparatów:

Typ aparatu **Aparat cyfrowy z wbudowanym fleszem, i funkcją autoekspozycji** Tryby ogniskowania **Free focus** Obiektyw **Ogniskowa 39 mm** Finalna ilość pikseli obrazu **1.0 milion pikseli** Finalna zdolność rozdzielcza **1152(h) x 864(v) pikseli** **Komunikacja z komputerem** Port seryjny **RS-232** Metoda kompresji obrazu **Jpeg, Flashpix** Pamięć obrazów **4 MB karta pamięci Kodaka** **Max. Ilość obrazów. 14 o najwyższej jakości i rozdzielczości na kartę 4 MB** Rozdzielczość optyczna (CCD) **1160(h) x 872(v) pikseli** Ilość pikseli optycznych (CCD) **1.0 miliona pikseli** Kompensacja bieli **Automatyczna (światło dzienne), świetlówka, żarówka wolframowa, wyłączone** Zapis koloru **24 bity (8/R, 8/G, 8/B)** Czułość **ISO 140** Zakres migawki **1/2 - 1/362 s.** Obiektywy wymienne **Brak** Zakres przysłony **F/4 do f/13.5** Waga **0,4 kg**

Testowanie aparatów odbywało się analogicznie do procedury opisanej w sprawozdaniu z badań za 1998 rok z wyjątkiem sprawdzenia stabilności elementów orientacji wewnętrznej tych aparatów. Obiektyw *free focus* oznacza bowiem, że nie ma możliwości dostosowywania odległości obrazowej do odległości fotografowania, ostrość obrazu musi zapewnić głębia ostrości. Brak elementów ruchomych w obiektywie zapewnia stabilność orientacji wewnętrznej aparatu. Zatem badania testowe ograniczyły się do kalibracji aparatów oraz do sprawdzenia dokładności pomiaru fotogrametrycznego z ich użyciem.

Czynności te przeprowadzono na laboratoryjnym polu testowym opisanym w ubiegłorocznym sprawozdaniu. Do kalibracji wykonano po kilka zdjęć zbieżnych każdym z aparatów. Współrzędne pikselowe odniesione do środka obrazu pomierzono za pomocą autografu ekranowego VSD, a obliczenie parametrów kalibracji każdego z aparatów dokonano metodą samokalibracji przy użyciu programu ORIENT (TU Wiedeń).

Parametry kalibracji zawierają: położenie punktu głównego obrazu w odniesieniu do środka formatu, odległość obrazową oraz cztery współczynniki wielomianu aparoksymującego dystorsję obiektywu.

Skalibrowane aparaty zostały użyte do pomiaru mającego wykazać, jakich dokładności wyznaczenia punktów można się spodziewać. Z dwu stanowisk wykonano aparatami dwa zdjęcia zbieżne pola testowego znajdującego się w takiej odległości od aparatów, jaka jest spodziewana przy pomiarze badanych pacjentów.

Do obliczeń wykorzystano oprogramowanie będące częścią składową systemu.

Dokładności na punktach kontrolowanych uzyskano rzędu ( 2,5 mm, co jest dokładnością satysfakcjonującą dla tego typu pomiarów.

Dokładniejszy opis procedury kalibracyjnej i badań testowych jest opisany w publikacji autorstwa Reginy Tokarczyk i Sławomira Mikruta: " Fotogrametryczny system cyfrowy bliskiego zasięgu do pomiarów ciała ludzkiego dla potrzeb rehabilitacji leczniczej", Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol.9, 1999 r.

Materiały te były prezentowane na Ogólnopolskim Sympozjum Naukowym nt. Opracowania cyfrowe w fotogrametrii, teledetekcji oraz GIS" w Olsztynie-Mierkach we wrześniu 1999 roku.

## **Inwentaryzacja zabytków sztuki z wykorzystaniem metod fotogrametrii cyfrowej**

*Documentation of historical monuments using digital photogrammetry*

Wykonawcy: Józef Jachimski (kierownik), Adam Boroń, Władysław Mierzwa, Regina Tokarczyk, Andrzej Wróbel, Marta Borowiec, Diana Lusina, Artur Misterek, Janusz Cieślak, Marcin Gul.

Finansowanie: Badania statutowe

Termin wykonania: 1997-99

Od lat dziewięćdziesiątych zarysowuje się tendencja do prezentacji wyników inwentaryzacji architektonicznej w postaci komputerowej trójwymiarowej rekonstrukcji obiektu inwentaryzacji. Jest ona najbardziej kompletnym źródłem informacji o geometrii obiektu, można z niej uzyskać dowolnie definiowane rzuty i przekroje, otrzymywać zbliżenia detali, a pokrycie modelu obiektu przetworzonymi zdjęciami pozwala na dodatkowy efekt fotorealizmu.

Inwentaryzacji dokonuje się głównie metodami fotogrametrii bliskiego zasięgu używając do rejestracji obrazów kamer fotogrametrycznych i coraz częściej – aparatów fotograficznych klasycznych i cyfrowych. Stereogramy wektoryzowane są na fotogrametrycznych stacjach cyfrowych lub o wiele tańszych i przez to bardziej dostępnych cyfrowych autografach ekranowych opartych na komputerach PC.

Do obróbki efektów pomiaru fotogrametrycznego wykorzystuje się programy typu CAD, a opracowanie nie musi być wydrukiem, może być plikiem używanym przez taki program.

W ramach pracy dyplomowej Marcina Gula pt.: “Trójwymiarowa rekonstrukcja obiektu inwentaryzacji architektonicznej” pisanej pod moim kierunkiem wykonano kompletną inwentaryzację architektoniczną zabytkowego nagrobka znajdującego się na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie.

Zdjęcia do wektoryzacji obiektu wykonano kamerą semimetryczną Rolleiflex 6006, zaś do renderingu (pokrycia) – aparatem cyfrowym Minolta RD 175. Stereogramy zeskanowanych zdjęć z Rolleiflexa opracowano na autografie ekranowym VSD, tu efektem opracowania były pliki typu .dxf. Z kolei były one wejściem do przestrzennego połączenia zwektoryzowanych stereogramów w programie MicroStation 95. Wykorzystując różne możliwości tego programu skompletowano trójwymiarowy model obiektu w postaci tzw. *wire frame i surface model*.

Uzupełniono go pokrywając skompletowane i zdefiniowane powierzchnie obiektu materiałem z dostępnej w oprogramowaniu palety oraz przetworzonymi obrazami cyfrowymi z Minolty.

W efekcie otrzymano realistyczny i w pełni zwymiarowany model obiektu. Połączenie go z danymi opisowymi i ortofotomapą fragmentu Cmentarza Rakowickiego gdzie się znajduje daje przykład pełnej informacji o obiekcie.

Wynikiem pracy dyplomowej jest płyta CD zawierająca wszystkie pliki pozwalające na odczytanie powyższych informacji.

Praca została przedstawiona w materiałach Archiwum Fotogrametrii i Teledetekcji, Vol.9, 1999 r.

Metody inwentaryzacji malowideł ściennych są przedmiotem szeregu prac doświadczalnych ramach tematu wykonano testowanie technologii cyfrowej metody opracowania rozwinięć malowideł na 2 przykładach:

- Malowidła znajdujące się na powierzchni o dużej krzywiznie (biblioteka o.o. Cystersów w Lubiążu).
- Malowidła na sklepieniu kolebkowym (kościół oo. Pijarów w Krakowie).

Fotoplany w obu przypadkach skompletowane były z szeregu rozwiniętych różniczkowo

fotoplanów wykonanych w oparciu o kolorowe obrazy cyfrowe.

Opracowana metoda składa się z trzech etapów:

- Określenie kształtu (modelu numerycznego) powierzchni, na której znajduje się malowidło
- Określenie funkcji, według której przenosi się punkty z przestrzennej powierzchni malowidła na płaszczyznę fotoplanu malowidła w rozwinięciu.
- 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 "Międzynarodowym konkursie im. Prof. Zachwatowicza" prowadzonym przez Polski Komitet Narodowy ICOMOS w 1997r. Pracę przygotowano pod opieką dr inż. Władysława Mierzwy.

- 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.

Wykonano analizę technologii opracowania barwnych rozwinięć malowideł na sklepieniach przestrzennych. Wyniki były prezentowane w czasie obrad plenarnych sympozjum Międzynarodowego Komitetu Fotogrametrii Architektonicznej w Brazylii (Recife, 03-06.10.1999, prezentacja w załączeniu).

Opracowane i stosowane w Polsce metody inwentaryzacji obiektów zabytkowych były przedmiotem szczegółowej analizy, której wyniki przedstawiono w Wiedniu na Międzynarodowej Sesji zorganizowanej przez Instytut Fotogrametrii i Teledetekcji (27-28.09.1999)

Przegląd stosowanych w świecie metod inwentaryzacji zabytków jest tematem oddzielnej publikacji.

### **Analiza kierunków rozwoju fotogrametrii i teledetekcji**

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

Wykonawca: Józef Jachimski, Stanisław Mularz, Władysław Mierzwa, Krystian Pyka

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.

Opracowanie p.t. "Fotogrametria w Polsce" przygotowane zostało przez Józefa Jachimskiego 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.

W ramach działalności powołanej w 1999r Komisji Geoinformatyki Polskiej Akademii Umiejętności, w pracach której uczestniczy pięciu pracowników Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH, przedstawiono na jednym z posiedzeń referat autorstwa: J.Jachimski, W.Mierzwa, St. Mularz, K.Pyka pt. "Cyfrowa fotogrametria i teledetekcja w Polsce". W referacie tym w sposób syntetyczny przedstawiono na tle historii rozwoju fotogrametrii i teledetekcji w Polsce aktualny stan stosowania technik cyfrowych oraz ich rolę w tworzeniu systemów informacji przestrzennej. Referat ten, po rozszerzeniu o zagadnienia podjęte podczas dyskusji i opracowaniu redakcyjnym, został złożony do druku w nowo utworzonym periodyku naukowym Komisji Geoinformatyki PAU o nazwie "Geoinformatica Polonica".

Fotogrametria i teledetekcja stała się obecnie jedną z podstawowych metod dostarczenia aktualnych i wiarygodnych danych do tworzonych na świecie i w Polsce systemów informacji przestrzennej. Na międzynarodowej Konferencji pt. "Zarządzanie informacją przestrzenną w nowym tysiącleciu", która odbyła się w dniach 15-17.11.99 w AGH zaprezentowano referat pt. "Pozyskiwanie danych do systemów GIS metodami fotogrametrii i teledetekcji". Referat ten został opublikowany w materiałach konferencyjnych. W ramach seminarium Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji, które odbyło się w maju 1999r w Rzeszowie przedstawiono (W.Mierzwa, K.Pyka) referat pt. "Komputerowy atlas województwa krakowskiego - stan aktualny i przyszłość". W referacie tym przedstawiono: koncepcję atlasu, zakres tematyczny źródła danych, sposób ich wykorzystania, rolę zdjęć lotniczych i obrazów satelitarnych, przykłady wykorzystania do analiz oraz zamierzenia związane z jego rozszerzeniem i wdrożeniem. W załączeniu kopia prezentacji w POWER POINT.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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, Beata Hejmanowska, Wojciech Drzewiecki i Tomasz Pirowski

Finansowanie: badania statutowe

Termin zakończenia: 1999

Obrazy teledetekcyjne pozyskiwane z pułapu lotniczego oraz satelitarne 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.

W roku 1999 prace prowadzono generalnie w trzech kierunkach:

- Badanie możliwości wykorzystania najnowszych technik z zakresu analiz GIS na przykładzie Komputerowego Atlasu Województwa Krakowskiego (KAWK),
- Badanie wpływu błędności Cyfrowego Modelu Rzeźny Terenu (CMRT) na analizy GIS,
- Analiza możliwości wykorzystania ortofotomapy w systemach GIS.

Klasyczne analizy GIS prowadzone są za pomocą tzw. "twardych" algorytmów decyzyjnych, w których np. wybór lokalizacji dokonuje się po analizie czynników zgodnie z zasadą, że dany obszar spełnia lub nie spełnia żądanego kryterium. W metodach zaawansowanych tzw. "miękkich" brany jest pod uwagę stopień przydatności i związane z nim prawdopodobieństwo, że dany teren spełnia żądane kryterium. W wyniku analizy metodą "twardą" uzyskuje się mapę przydatności, na której obszar może być przydatny lub nie dla danej lokalizacji. W wyniku analizy metodą "miękką" uzyskuje się natomiast mapę prawdopodobieństwa, że dany obszar spełnia żądane kryterium przydatności.

W ramach badań przeprowadzono 3 rodzaje analiz GIS:

- Symulację powodzi na podstawie CMRT obciążonego błędem (w metodzie "twardej" nie uwzględnia się błędności modelu)

- Wariantowy wybór lokalizacji obszaru pod zabudowę
- Wybór najkorzystniejszej drogi (analiza dla południowej części Krakowa).

Prowadzono również szczegółowe badania na temat wpływu błędności CMRT na analizy GIS. Jest to kontynuacja badań prowadzonych w roku 1998. Wyniki badań wskazują na znaczny wpływ błędności CMRT na prowadzone analizy GIS. Wnioski te wydają się być istotne z dwóch powodów. Po pierwsze dlatego, że w klasycznych metodach, najczęściej stosowanych, nie jest ona uwzględniana, a po drugie ze względu na to, że obecnie w wielu rejonach kraju są tworzone systemy typu GIS i zbliża się czas ich wdrażania i wykorzystywania, czyli również prowadzenia analiz GIS.

W ramach badań przeprowadzono analizę możliwości wykorzystania ortofotomapy w systemach GIS. W załączonej publikacji znajdują się wnioski autorów na temat technologii wykonywania ortofotomapy, uzyskiwanych dokładnościach, możliwości wykorzystania oraz perspektywy jej rozwoju.

## **Cyfrowe systemy obrazowej rejestracji, przetwarzania i udostępniania informacji o terenie i środowisku**

*Digital systems of the image registration, image processing and web publishing of the spatial and environmental information*

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

Finansowanie : badania statutowe nr 11.11.150.459

Termin zakończenia: 2002r.

### **Podtematy:**

#### **1. Fotogrametryczna inwentaryzacja zabytków**

Wykonawcy: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski, dr inż. Władysław Mierzwa , dr inż. Andrzej Wróbel

#### **2. Modele numeryczne i ortofotomapa**

Wykonawcy: Dr inż. Stanisław Mularz, dr inż. Beata Hejmanowska, mgr inż. Wojciech Drzewiecki, mgr inż. Tomasz Pirowski, mgr inż. Urszula Babiarz

#### **3. Fotogrametria w Społeczeństwie Informacyjnym XXI wieku.**

Wykonawca: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski, dr inż. Stanisław Mularz, dr inż. Władysław Mierzwa

#### **1. Fotogrametryczna inwentaryzacja zabytków.**

Wykonawcy: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski, dr inż. Andrzej Wróbel,  
dr inż. Władysław Mierzwa,

W ramach podtematu 1 badane były metody opracowania rozwinięć historycznych fresków. Zebrane zostały dokonania Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej w ostatnich latach związane z dokumentowaniem malowideł ściennych usytuowanych na rozwijalnych, niepłaskich powierzchniach, z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych i materiałów źródłowych w postaci zdjęć wykonanych aparatami amatorskimi, semi-metrycznymi i kamerami fotogrametrycznymi stosując metody komputerowego przetwarzania obrazów.

Opracowanie rozwinięcia powierzchni wymaga trzech rodzajów danych: opisujących kształt powierzchni na której usytuowane jest malowidło, obrazu (obrazów) malowidła oraz danych kontrolnych.

Kształt powierzchni opisywany jest zazwyczaj w postaci dyskretnej jako zbiór punktów regularnie (siatka) lub nieregularnie rozmieszczonych na powierzchni. Dla obiektów architektonicznych należy się jednak liczyć z tym, że kąt nachylenia powierzchni może się zmieniać w granicach  $0^{\circ}$  do  $90^{\circ}$  co zmusza do operowania kilkoma, nachylenymi względem siebie układami współrzędnych oraz w związku z tym uniemożliwia bezpośrednie wykorzystanie programów DTM. Kształt powierzchni, w realizowanych projektach, określano metodami fotogrametrycznymi na podstawie zdjęć wykonanych kamerami metrycznymi (Lubiąż), semi-metrycznymi lub nie-metrycznymi (Pijarzy, Kaplica Świetokrzyska) wykorzystując zależności ściśle lub bezpośrednią transformację liniową (DLT). Malowidła fotografowane były aparatami amatorskimi na filmach barwnych (6x6 cm, 24x36mm) oraz kamerą cyfrową (1500x1000 pikseli). Dane kontrolne niezbędne są do określenia orientacji przestrzennej wykonanych zdjęć oraz powiązania ich z przyjętym układem współrzędnych. Najczęściej są to punkty zasygnalizowane specjalnymi znaczkami, których współrzędne określone są na podstawie pomiarów geodezyjnych lub naturalne szczegóły jednoznacznie identyfikowalne na zdjęciach i na obiekcie. Współrzędne ich były określane metodami geodezyjnymi lub fotogrametrycznymi.

Dokumentacja malowidła powinna posiadać wszystkie cechy mapy. W przeszłości dominował sposób kreskowy prezentacji co umożliwiało przedstawienie tylko głównych wątków malowidła. Opracowanie wykonywano na analogowych autografach co uniemożliwiało sporządzenie rozwinięć, w przypadku gdy malowidło znajdowało się na niepłaskiej powierzchni. Alternatywą a czasami uzupełnieniem takiej formy były fotomapy opracowywane metodą przetwarzania fotomechanicznego, które jednak też posiadały ograniczenia w zastosowaniu do prawie płaskich powierzchni. Technika ortofotografii oparta na przetwarzaniu różniczkowym rozszerzyła możliwości opracowania dokumentacji malowideł usytuowanych na bardziej złożonych powierzchniach. Przetwarzanie cyfrowe w praktyce nie posiada żadnych ograniczeń. Najmniejszą przetwarzaną jednostką może być pojedynczy piksel obrazu cyfrowego. Wynikiem opracowania dla malowideł usytuowanych na płaskich i rozwijalnych powierzchniach jest rozwinięcie a w przypadku powierzchni nierozwijalnych mapa (plan) sporządzona w przyjętym odwzorowaniu.

Opracowaną w Zakładzie metodę sporządzania rozwinięć malowideł usytuowanych na niepłaskich powierzchniach zastosowano do opracowania dokumentacji malowideł usytuowanych na sklepieniu biblioteki Opactwa Cystersów w Lubiążu oraz na sklepieniach Kościoła O.O.Pijarów w Krakowie i w Kaplicy Świetokrzyskiej na Wawelu. Stanowiły one materiał dla dalszych prac konserwatorów zabytków.

W podtemacie 1 przeprowadzono także termograficzne badanie budynków mieszkalnych i obiektów przemysłowych.

Od wielu już lat produkuje się sprzęt termograficzny cechujący się wysoką dokładnością

pomiaru temperatury (0.1 – 0.2°C). Najnowsze kamery cechują się stosunkowo wysoką rozdzielczością obrazu. Wszystko to umożliwia wykonywanie opracowań termograficznych o wysokiej jakości.

Jakość opracowań nie zależy jednak wyłącznie od sprzętu z którego się korzysta. Zarejestrowany nawet bardzo dokładnie obraz rozkładu temperatury nie zawsze dobrze opisuje badane zjawisko.

Należy jeszcze uwzględnić wpływ czynników zewnętrznych np. promieniowania otoczenia, promieniowania słonecznego, ruchu powietrza (przeciąg, wiatr), kształt obiektu. Wszystko to wpływa zarówno na temperaturę obserwowanej powierzchni jak też może zniekształcać strumień promieniowania podczerwonego docierający do kamery.

Aby na podstawie pomiarów termograficznych dobrze ocenić przebieg analizowanego zjawiska, należy poznać jego opis fizyczny. Nieznajomość przebiegu procesu, może bowiem, doprowadzić do wyciągania błędnych wniosków. Podsumowując można stwierdzić, że aby osiągnąć wysoką jakość opracowania, należy: dokładnie zapoznać się z fizyczną stroną badanego zjawiska, starannie i w odpowiednich warunkach wykonać obserwacje termograficzne i starannie (z uwzględnieniem możliwych zniekształceń rejestrowanego przez kamerę sygnału) dokonać interpretacji wyników pomiarów terenowych. Na jakość opracowania ma również wpływ dopracowanie jego strony wizualnej (np. łączenie wielu termogramów w jeden obraz, nakładanie na obraz termograficzny rysunku kreskowego ułatwiającego interpretację itp.).

## **2. Modele numeryczne i ortofotomapa**

Wykonawcy: Dr inż. Stanisław Mularz, dr inż. Beata Hejmanowska, mgr inż. Wojciech

Drzewiecki, mgr inż. Tomasz Pirowski, mgr Urszula Babiarz

W roku 2000 w ramach podtematu 2 dokonano szerokiego przeglądu literatury na temat przedmiotowych badań oraz przeprowadzono prace w następujących kierunkach:

- Badanie możliwości wykorzystania wysokorozdzielczych spektralnie danych teledetekcyjnych,
- Analiza wpływu błędności Cyfrowego Modelu Rzeźny Terenu (CMRT) na błąd nachyleń i azymutów,
- Modelowanie przestrzennych interakcji zachowań konsumentów z wykorzystaniem GIS,
- Analiza dokładności numerycznego modelu powierzchni topograficznej generowanego z wykorzystaniem fotogrametrycznych stacji cyfrowych.

Teledetekcja rozwija się w kierunku zwiększania możliwości zdalnego rozpoznawania obiektów i procesów. W obecnych czasach dotyczy to zwiększania rozdzielczości obrazów satelitarnych do pojedynczych metrów, a także znacznego zwiększania ich rozdzielczości radiometrycznej. Duże znaczenie ma zwiększanie czasu rewizyt satelity nad danym obszarem, a także tendencja obniżania ceny zobrazowań. Zdalne rozpoznanie obiektów jest możliwe w oparciu o znajomość jego właściwości spektralnych. Wykorzystanie różnych przedziałów spektralnych znacznie zwiększa możliwość wydzielenia obiektów. Pełne wykorzystanie informacji zawartej w satelitarnych danych teledetekcyjnych jest możliwe przy znajomości właściwości spektralnych badanych obiektów w przedziałach spektralnych, w których

dokonywana jest rejestracja satelitarna.

Badania odpowiedzi spektralnej obiektów w przedziale widzialnym i bliskiej podczerwieni są prowadzone już od szeregu lat. Właśnie dzięki nim pojawiła się możliwość wydzielenia różnych obiektów na obrazach teledetekcyjnych. O ile stosunkowo dobrze poznano ten zakres długości fal o tyle właściwości spektralne obiektów w przedziale podczerwieni termalnej i w zakresie fal dłuższych są w niewielkim stopniu zbadane. W roku 2000 w ramach badań statutowych rozpoczęto badania właściwości spektralnych wybranych obiektów. Z uwagi na pilotażowy charakter prac oraz dobre wsparcie laboratoryjne na wydziale zdecydowano się na pomiar gleb „wzorcowych”. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze i są zachęcające dlatego też zaplanowano w dalszych latach intensywne badania w tej dziedzinie w połączeniu z badaniem adekwatnych danych satelitarnych. Podjęto wstępne działania zmierzające do włączenia się w międzynarodowy program (ASTER).

Drugi kierunek badań prowadzonych w tym podtemacie był kontynuacją badań prowadzonych w roku 1999 i dotyczył wpływu błędu CMRT na wartości spadków i nachyleń. Cyfrowy Model Rzeźby Terenu (CMRT) wykorzystywany jest powszechnie w Systemach Informacji Geograficznej, między innymi w celu obliczenia spadków i ekspozycji terenu. Mogą one być dalej wykorzystywane do analiz typu np.: wybór optymalnej lokalizacji obiektu lub określenie najkrótszej drogi. CMRT może być także bezpośrednio wykorzystywany do analiz np. zagrożeń powodziowych. Od poprawności, wiarygodności modelu zależy wynik przeprowadzonej analizy, co wykazały badania prowadzone w ramach badań statutowych w roku 1999. W roku 2000 został przetestowany został wpływ niedokładności modelu na błąd nachyleń i azymutów, a nie wpływu różnych algorytmów na poprawność określenia spadków i azymutów. Zostały przeanalizowane wzory obliczeniowe, na podstawie których obliczane są wartości nachyleń i azymutów. Wyniki przeprowadzonej analizy pozwalają na wyciągnięcie ciekawych wniosków, między innymi:

- błąd nachyleń i azymutów zależy oczywiście głównie od błędu CMRT, oczka siatki i kąta nachylenia powierzchni. Ciekawy natomiast jest fakt, że dla terenów nie górzystych, o kącie nachylenia  $< 10^0$  błąd nachyleń jest prawie stały
- błędność CMRT w większym stopniu wpływa na błąd azymutu niż na błąd nachylenia (szczególnie w terenach o niewielkich deniwelacjach, gdzie możliwa jest diametralna zmiana ekspozycji, jest to niebezpieczne podczas analiz przestrzennych, w których uwzględnia się tylko specyficzne azymuty).

Innym kierunkiem badań były analizy dotyczące wykorzystania GIS-u dla wspierania działalności komercyjnej. Uwzględnienie zależności przestrzennych otwiera duże możliwości pozyskiwania dodatkowej informacji o rynku oraz modelowania zachowań konsumentów, co wykorzystane może zostać np. w celu oszacowania rentowności planowanej inwestycji bądź oceny działalności już istniejącej (osiąganej efektywności, skuteczności reklamy, itp.).

Uzyskiwane wyniki mogą być również przydatne dla planistów i decydentów, wspierając np. proces oceny lokalizacji dużych obiektów handlowych.

Do przeprowadzenia pełnej symulacji konieczne jest posiadanie, pozwalającej na dokonanie dywersyfikacji rynku, informacji o rozmieszczeniu konsumentów, ich preferencjach, zamożności, strukturze wiekowej, itp.. Tego rodzaju dane - dotychczas dostępne jedynie w postaci opisowej bazy danych (np. GUS) - coraz częściej przetwarzane są przez komercyjne firmy i sprzedawane w postaci baz danych przestrzennych. Jest to wynikiem dynamicznie rozwijającego się rynku informacji mikromarketingowej, w której systemy GIS zaczynają odgrywać coraz większą rolę.

Należy oczekiwać, że wzrost dostępnej informacji przekładać się będzie na zwiększone zainteresowanie zaawansowanymi analizami przestrzennymi prowadzonymi przez podmioty gospodarcze nie używające dotąd w swej działalności systemów informacji geograficznej, dla których systemy te staną się z czasem niezbędnym narzędziem. Wydaje się, że cennych danych (np. o rozmieszczeniu ludności, natężeniu ruchu i in.) mogłyby dostarczyć im również fotogrametria i teledetekcja. Ich wykorzystanie limitowane jest poprzez koszt ich pozyskania. Należy jednak pamiętać, że decydująca o ich cenie wysoka dokładność, niezbędna w innych zastosowaniach, dla tego rodzaju analiz często nie jest konieczna.

W ramach czwartego kierunku badań przeprowadzono studium dokładności numerycznych modeli powierzchni topograficznej, uzyskanych przy wykorzystaniu fotogrametrycznych stacji cyfrowych. Dokładność i wiarygodność końcowej estymacji dokładności Numerycznego Modelu Powierzchni Terenu (NMPT) zależy od rozmiaru próbki punktów kontrolnych użytych w doświadczeniu. Rozmiar próbki punktów kontrolnych został zoptymalizowany z wykorzystaniem teorii statystycznej. Ocena dokładności NMPT została przeprowadzona przez porównanie wartości wysokości punktów kontrolnych z wysokościami punktów wyinterpolowanych w siatce 10 m. W wyniku analizy stwierdzono, że stacje ImageStation i VSD cechuje zbliżona precyzja pomiaru. Dokładność numerycznego modelu terenu jest uzależniona od ukształtowania powierzchni topograficznej. Dla fragmentu terenu o większym spadku uzyskano prawie dwukrotnie większe błędy.

Dane pomiarowe wyznaczone automatycznie przez korelację obrazów nie są tak wiarygodne jak pomiar manualny. Z drugiej strony różnice są nieznaczne. Powinny być prowadzone dalsze badania w celu poprawy jakości NMPT wytwarzanego automatycznie.

### **3. Fotogrametria w społeczeństwie informacyjnym XXI wieku**

Wykonawcy: Prof. Dr hab. Józef Jachimski, dr inż. Stanisław Mularz dr inż. Władysław Mierzwa

Materiały fotogrametryczne i teledetekcyjne – obrazy lotnicze i wielospektralne zobrazenia satelitarne są już stosowane w codziennej praktyce gospodarczej i administracyjnej w krajach rozwiniętych na świecie. Stosują te materiały osoby nie będące specjalistami w dziedzinie fotogrametrii, teledetekcji lub GIS. Materiały te również w Polsce zjednują sobie użytkowników. Dzieje się to jednak z oporami typu administracyjnego, a także spowalniane jest słabą informacją na temat korzyści jakie można osiągać wykorzystując zobrazenia lotnicze i satelitarne.

Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji wystąpiło już przed dwoma laty z inicjatywą wzmożenia, w dobie budowy społeczeństwa informacyjnego, działań popularyzujących w całym społeczeństwie możliwości fotogrametrii i teledetekcji, aby poprzez oddolne zwiększenie zapotrzebowania wymusić przyspieszenie odpowiednich prac legislacyjnych i organizacyjnych na wysokich szczeblach.

Dotychczasowe doświadczenia dotyczące kształcenia pracowników administracji w zakresie wykorzystywania obrazów w ich pracy pozwoliły nam uzmysłwić sobie trudności z jakimi należy się liczyć przy kształceniu ludzi dorosłych ( w latach 1997-98 prowadziliśmy kursy z obrazowej geoinformatyki w ramach europejskiego programu PHARE). Dlatego zdecydowaliśmy się rozpocząć działalność w środowisku najłatwiej przyjmującym nowinki

techniczne, a mianowicie w środowisku młodzieży szkolnej.

Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH podjął w roku 2000 prace nad zorganizowaniem doświadczalnych kursów szkoleniowych w jednym z krakowskich gimnazjów, celem przebadania uwarunkowań percepcji treści obrazów lotniczych i satelitarnych przez uczniów, oraz celem określenia najbardziej efektywnych metod kształcenia na tym poziomie. Spodziewamy się zweryfikować w czasie kilku lat założenie, że przekazywanie podstawowej wiedzy o wykorzystaniu obrazów lotniczych i satelitarnych na poziomie szkolnym jest skuteczniejsze niż prowadzenie kursów dla dorosłych. Czyli, że z punktu widzenia społecznych kosztów, korzystnie jest prowadzić edukację w zakresie biernego użytkowania informatyki obrazowej już dla młodzieży szkolnej.

Z zadowoleniem stwierdzamy, że w nasze ślady poszedł Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej, który przygotowuje się właśnie do rozpoczęcia analogicznych kursów w jednym z warszawskich gimnazjów.

Badania nad optymalnym systemem wdrażania społeczeństwa do stosowania „na co dzień” informacji zawartych w obrazach lotniczych i satelitarnych wspierane są finansowo przez polonijną fundację Alfreda Jurzykowskiego z USA. Tak więc finansowanie tych badań odbywa się zarówno w AGH, jak i w Politechnice Warszawskiej, częściowo z funduszy Fundacji, a częściowo w ramach prac statutowych tych jednostek.

Równoległe z badaniami nad kształceniem młodzieży przygotowaliśmy szereg publikacji i przygotowujemy następne opracowania podsumowujące dorobek fotogrametrii, teledetekcji i GIS w Polsce, oraz pokazujące możliwości i korzyści wynikające ze stosowania tych metod w działaniach gospodarczych i administracyjnych.

Przygotowaliśmy m.in. obszernie omówienie materiałów przedstawionych na kongresie Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji (International Society for Photogrammetry – ISPRS). Kongres miał miejsce w Amsterdamie w lipcu 2000r, a już we wrześniu opublikowane zostały przez pracowników naszego Zakładu omówienia najistotniejszych opracowań przedstawionych w czasie Kongresu. W różnych krajach świata zwraca się uwagę na konieczność przyspieszenia wdrażania metod geoinformatycznych do codziennej praktyki w społeczeństwie. Przykładem mogą być referaty prezentowane na forum Komisji IV ISPRS.

Zdajemy sobie sprawę z tego, że prace badawcze nad optymalizacją metod wdrażania nowoczesnej geoinformatyki obrazowej do praktyki budowanego właśnie społeczeństwa informacyjnego muszą być zaplanowane co najmniej na kilka lat. Podejmując ten temat wierzymy, że nasze wysiłki nie pójdą na marne. Dodatkowo mobilizuje nas fakt, że Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji silnie popiera nasze działania, a także fakt, że również w Politechnice Warszawskiej realizowane są podobne zamierzenia.

## **Badania własne**

### **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 (zewnętrznego 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 obrazowań, dla potrzeb górniczo-geologicznej obsługi ruchu kopalni.

Głównym celem drugiego etapu badań była ocena przydatności wielospektralnych obrazowań 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 obrazowań 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 zobrażeń skarp kopalń odkrywkowych,

- ocenę przydatności wysokorozdzielczych, wielospektralnych zobrażeń 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 zobrażeń termalnych skarp kopalni odkrywkowej oraz cyfrowe modelowanie inercji termalnej gruntu na podstawie termowizyjnych obserwacji naziemnych,
- terenową weryfikację wyników przetwarzania i tematycznej interpretacji zdalnych zobrażeń 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 zobrażeń 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 zobrażeń cyfrowych, a to: cech geometrycznych i radiometrycznych, wzmacniania treści tematycznej, klasyfikacje nadzorowaną i nienadzorowaną, integrację zobrażeń 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 górnictwo-geologicznej obsługi ruchu kopalni.

### **Udostępnianie baz danych GIS w systemach sieciowych.**

*Sharing of GIS data in Intra-Internet.*

Wykonawca: Beata Hejmanowska

Finansowanie: badania własne , nr AGH: 10.10.150.323

Termin zakończenia: 2000

Przeprowadzone prace miały na celu zbadanie możliwości udostępniania przestrzennej bazy danych typu GIS w sieci. W załączonym manuskrypcie i publikacji znajduje się krótki opis technologii udostępniania bazy danych w Internecie, charakterystyka niezbędnego oprogramowania oraz przykład możliwości wykorzystania udostępnionej bazy danych. Przestrzenną bazą danych, którą można udostępnić w systemach sieciowych: Intranecie czy Internecie jest np. Komputerowy Atlas Województwa Krakowskiego (KAWK). Powstał on w ramach projektu celowego realizowanego w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej w latach dziewięćdziesiątych, dzięki finansowaniu przez Komitet Badań Naukowych i Urząd Wojewódzki w Krakowie. W przestrzennej bazie danych (KAWK) znajdują się cyfrowe mapy tematyczne wraz z dodatkową informacją opisową. W Atlasie zawarte są informacje z zakresu geodezji, geologii, ochrony środowiska itp.. Udostępnienie wybranych elementów KAWK w Internecie ma duży aspekt praktyczny dla procesu tworzenia, a później wdrażania Systemów Informacji Przestrzennej o charakterze regionalnym czy krajowym. W ramach I etapu badań został zakupiony komputer Pentium II 450 MHz, który pełni rolę serwera. Udostępnianie danych KAWK w sieci zostało już rozpoczęte, w oparciu o czasową wersję programu GeoMedia Web Map firmy Intergraph, ([\\_ HYPERLINK "http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~zfiit/"](http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~zfiit/) <http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~zfiit/badania.htm>). W ramach II etapu badań przewiduje się zakup oprogramowania: GeoMedia WebMap i udostępnienie danych w trybie *on line*.

### **Doskonalenie metod teledetekcyjnego monitoringu środowiska.**

*Improvement of remote sensing environment monitoring*

Wykonawca: dr inż. Stanisław Mularz

Finansowanie: badania własne umowa AGH nr: 10.10.150.460

Termin zakończenia 2001.

Monitoring środowiska z wykorzystaniem zdalnych metod obrazowych zyskuje aktualnie nową jakość w związku z planem uruchomienia w ciągu najbliższych lat ponad 30 systemów satelitarnych nowej generacji. Systemy te nazywane systemami hiper- lub ultra spektralnymi będą charakteryzowały się wysoką rozdzielczością przestrzenną (1-5m) oraz bardzo wysoką rozdzielczością spektralną (od kilkunastu do kilkuset kanałów spektralnych). W porównaniu z aktualnie dostępnymi danymi satelitarnymi o nominalnej wielkości piksela od 6 m (IRS-1C/D) do 30 m (Landsat TM) oznacza to nie tylko możliwość odwzorowania relatywnie drobnych elementów topograficznych (np. pojedyncze drzewa, krzewy, elementy infrastruktury komunikacyjnej, stref zurbanizowanych, upraw itp), ale również cech strukturalno-teksturalnych szeroko pojętej powierzchni terenu tzn. podłoża oraz obiektów zarówno naturalnych jak i antropogenicznych. Natomiast rejestracja hiperspektralna w bardzo wąskich zakresach widma widzialnego oraz w regionie podczerwieni (bliskiej środkowej i termalnej) umożliwi ilościowy monitoring poszczególnych komponentów środowiska (np. gleb, wód powierzchniowych, szaty roślinnej, upraw itd). Stąd wynika celowość podjęcia przedmiotowych badań, których celem jest opracowanie i ocena przydatności procedur przetwarzania wysokorozdzielczych zobrazowań teledetekcyjnych pozyskiwanych różnymi sensorami, dla potrzeb zdalnego monitorowania środowiska zarówno w zakresie inwentaryzacji stanu istniejącego jak i zachodzących w nim zmian (modelowanie wybranych zjawisk i procesów).

Zgodnie z przyjętym harmonogramem realizacja tematu (Etap I) obejmowała następujące zadania:

1. Zakup zobrazowań satelitarnych o podwyższonej rozdzielczości przestrzennej (15 m, 5m), systemów Landsat ETM+ oraz IRS, obejmujących terytorialnie znaczną część woj. małopolskiego,
2. Teledetekcyjny monitoring kopalń odkrywkowych na przykładzie rejonu KWB „Bełchatów”,
3. Integracja danych teledetekcyjnych pozyskiwanych różnymi sensorami (zobrazowania satelitarne systemu Landsat TM oraz średnioskalowe, barwne zdjęcia lotnicze),
4. Modelowanie procesu erozji wodnej gleb z wykorzystaniem teledetekcji satelitarnej oraz Systemów Informacji Geograficznej (GIS).

W ramach przedmiotowych badań finansowano w całości zakup obrazów satelitarnych:

Landsat ETM+ z maja 2000

LISS z satelity IRS

oraz współfinansowano zakup oprogramowania OrthoEngine firmy PCI Geomatics.

Do tej pory w Polsce wykorzystuje się do produkcji ortofotomap oprogramowanie firm amerykańskich ESRI i Intergraph. Oprogramowanie do wykonywania ortofotografii stanowi zwykle jeden z pakietów kosztownych stacji fotogrametrycznych. Nie zawsze jednak do produkcji ortofotomp potrzebne są stacje fotogrametryczne. Alternatywą może być, praktycznie nie znane do tej pory w Polsce, oprogramowanie OrthoEngine firmy PCI Geomatics. Występuje ono w dwóch wersjach: do wykonywania ortofotomap ze zdjęć lotniczych oraz ze zobrazowań satelitarnych. Na uwagę zasługuje funkcja odczytywania nagłówka formatu różnych obrazów satelitarnych, zarówno tych od lat obecnych na rynku światowym: Landsat, Spot o średnich rozdzielczościach przestrzennych (30, 10m) jak i nowych wysokorozdzielczych obrazów: IRS (5m) czy IKONOS (1m). Poza tym oprogramowanie „rozpoznaje” inne „specyficzne” formaty danych satelitarnych, zupełnie jeszcze w Polsce nie znanych: wysokorozdzielcze radiometrycznie satelity: MODIS i ASTER. Cena oprogramowania OrthoEngine w połączeniu z jego możliwościami stanowi poważną konkurencję dla wykorzystywanego do tej pory w Polsce oprogramowania firm ESRI i INTERGRAPH w dziedzinie tworzenia ortofotomap z obrazów

satelitarnych. Opisywane oprogramowanie zostało również pozytywnie ocenione na Kongresie Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji w 2000 r. w Amsterdamie. Szczególnie w kontekście wykorzystania wysokorozdzielczych obrazów satelitarnych z satelity IKONOS, które prawdopodobnie rozpocznie się niebawem w Polsce. W przypadku tego satelity właściciel, firma Space Imaging nie udostępnia parametrów orbity, uniemożliwiając tym samym odtworzenie położenia satelity w momencie rejestracji obrazu (nie znane są zatem elementy orientacji zewnętrznej sensora, co znacznie utrudnia proces wykonywania ortofotomapy). Oprogramowanie OrthoEngine ma możliwość w takim przypadku wykorzystania metody „...”, która została bardzo pozytywnie oceniona przez ośrodki badawcze w świecie ze względu na możliwość uzyskania zadowalającej dokładności ortofotomapy z IKONOS'a bez konieczności znajomości parametrów orbity. Polityka firmy SpaceImaging jest taka, że firma chce sprzedawać nie surowe dane satelitarne, a produkty przetworzone (najchętniej już gotowe ortofotomapy) oczywiście za wygórowaną cenę. Nie mówiąc już o konieczności dostarczania firmie SpaceImaging współrzędnych terenowych punktów kontrolnych, co poza dodatkowym utrudnieniem może być w sprzeczności z przepisami państwowymi.

Z punktu widzenia prawdopodobnego, powszechnego wykorzystania zobrażeń z IKONOSA w niedalekiej przyszłości testowanie oprogramowania typu OrthoEngine wydaje się być bardzo celowe. Niestety po mimo wielokrotnych prób, zakup obrazu IKONOS'a u Polskich pośredników firmy SpaceImaging w 2000 roku nie powiódł się (ogromna ilość zamówień z całego świata „przerosła” chyba możliwości realizacyjne firmy SI). Nie było więc możliwości przetestowania oprogramowania OrthoEngine na najdokładniejszych obecnie danych. W związku z tym postanowiono zakupić dostępne zobrażenia o średniej rozdzielczości przestrzennej z satelity IRS i LANDSAT ETM+. Za pomocą oprogramowania OrthoEngine wykonano ortofotomapy z w/w obrazów.

Zakupione obrazy satelitarne stanowią pewne uzupełnienie materiału satelitarnego dla Województwa Małopolskiego. W roku 2000 Urząd Wojewódzki pozyskał bowiem dane satelitarne dla całego województwa z satelity IRS i LANDSAT (z innej pory zobrażenia). Dane satelitarne zakupione w ramach badań własnych oraz zobrażenia będące w posiadaniu Urzędu Wojewódzkiego (po udostępnieniu ich dla celów badawczych AGH) będą stanowił bogaty zbiór danych do dalszych badań w zakresie teledetekcyjnego monitoringu środowiska na niemal całym obszarze woj. małopolskiego.

Syntezę wykonanych badań w zakresie zdalnego monitoringu kopalń odkrywkowych oraz interpretacji danych teledetekcyjnych zawierają publikacje

**Fotogrametryczny system bliskiego zasięgu wykorzystujący cyfrowe aparaty fotograficzne.**  
*Photogrammetrie close-range system using digital cameras.*

Wykonawcy: Dr inż. Regina Tokarczyk

Finanowanie: badania własne, nr umowy AGH: 10.10.150.344

Termin zakończenia 2001 r.

W ramach tematu prowadzone są prace zmierzające do opracowania systemu pomiarowego, który na podstawie zdjęć z aparatów cyfrowych wyznacza przestrzenne współrzędne punktów mierzonego obiektu. System na obecnym etapie składa się z dwu aparatów cyfrowych tego samego typu o podobnych parametrach kalibracji i oprogramowania działającego

w środowisku Windows, służącego do pomiaru zdjęć i obliczenia szukanych współrzędnych mierzonych punktów. Zdjęcia wykonane skalibrowanymi kamerami są wczytywane w formacie .bmp każde na połowę ekranu komputera, co umożliwia identyfikację tych samych punktów pomiarowych. Algorytm obliczeń opiera się na wykonaniu orientacji wzajemnej zdjęć i bezwzględnej modelu metodą Schuta.

Jedna z aplikacji systemu przygotowana została do pomiaru skrajni kolejowej dla PKP, druga - dla potrzeb badań w rehabilitacji leczniczej.

System pomiarowy dla kolei przystosowany jest do pracy na platformie kolejowej, w trakcie jej jazdy są wykonywane zdjęcia zamontowanymi na stałe i zsynchronizowanymi czasowo kamerami cyfrowymi. Na tak wykonanych zdjęciach mierzone są punkty obiektów mieszczących się wewnątrz obrysu wyświetlanej skrajni.

Druga aplikacja wykorzystuje dodatkowo lustro, które umożliwia sfotografowanie całej postaci pacjenta. Wyniki pomiaru są prezentowane w postaci graficznej. W ramach badań powstały dwie publikacje.

### **Udostępnianie baz danych GIS w systemach sieciowych**

*Publishing GIS data base in intra-internet*

Wykonawcy: dr inż. Beata Hejmanowska, dr inż. Krystian Pyka, dr inż. Ryszard Florek-Paszkowski, mgr Joanna Ćwik, inż. Mariusz Andrzejewski.

Nr umowy AGH: 10.10.150.323

Termin zakończenia 2001 r.

Przeprowadzone w pierwszym etapie badania miały na celu zbadanie możliwości udostępniania przestrzennej bazy danych GIS w systemach sieciowych. Wybraną do udostępniania bazą był Komputerowy Atlas Województwa Krakowskiego (KAWK).

W drugim etapie, zgodnie z planem został zakupiony program: GeomediaWebMap firmy Intergraph i zainstalowany na zakupionym w fazie pierwszej serwerze. Na serwerze umieszczono bazę KAWK i przygotowano ją do postaci wymaganej przy udostępnianiu sieciowym za pomocą programu GeoMediaWeb Map. W ramach drugiego etapu rozpoczęto prace związane z udostępnianiem przestrzennych baz danych (w załączeniu kserokopia publikacji). Ponadto wzbogacono istniejącą bazę KAWK o interaktywny plan centrum Krakowa (praca w obecnej fazie opublikowana w internecie).

W ramach współpracy międzynarodowej Erasmus-Socrates pomiędzy Technicznym Uniwersytetem w Clausthal (Niemcy) i Akademią Górniczo-Hutniczą oraz współpracy pomiędzy naszą uczelnią, a Uniwersytetem w Essen (Niemcy) realizowane były prace między innymi związane prezentacją trójwymiarowych danych przestrzennych w internecie: Prezentacja fragmentu Campusu Uniwersytetu w Clausthal (w załączeniu kserokopia publikacji), animacja trójwymiarowa modelu AGH (praca nie publikowana).

### **Koncepcja i założenia modelu danych systemu informacji przestrzennej integrującego dane katastralne, kartograficzne, teledetekcyjne, statystyczne, społeczno-gospodarcze.**

*Idea and backgrounds of data model in spatial information system integrating cadastral, cartographical remote sensing, statistical and socio-economical data*

Wykonawcy: dr inż. Krystian.Pyka

Finansowanie: badania własne, nr AGH: 10.10.150.464

Termin zakończenia: 2002r.

Od dłuższego czasu trwają w Polsce prace nad zdefiniowaniem Krajowego Systemu Informacji o Terenie. Wiadomo, że jego fundamentem będzie kataster nieruchomości. Ale aby mówić o systemie, należy zbudować precyzyjny model danych który określi wzajemne zależności zachodzące między wszystkimi tymi informacjami, dla których istotny jest aspekt przestrzenny. Problem nie kończy się na typowych zagadnieniach geodezyjno-kartograficznych. Tymczasem powstają niezależne, „branżowe” koncepcje budowy systemów tematycznych, brak jest synchronizacji działań pomiędzy ministerstwami, samorządami co utrudnia integrację wielu wartościowych baz w jeden system krajowy.

Celem badań jest zaproponowanie modelu danych który zapewni:

optymalne wykorzystanie wszystkich cząstkowych przedsięwzięć budujących bazy danych przestrzennych, uwzględnienie potrzeb w zakresie dostępu do informacji przestrzennej zarówno administracji publicznej dowolnego szczebla, potrzeb instytucji badawczych jak także rosnących potrzeb społeczeństwa informacyjnego.

W roku 2000 autor wykonał: analizę baz danych z zakresu problematyki środowiska przyrodniczego, wyniki prac dokumentuje publikacja, przegląd zakresu informacyjnego mapy topograficznej 1:10000 pod kątem możliwości wykorzystania ortofotomapy w roli mapy topograficznej – publikacja w przygotowaniu, analizę nowego rozporządzenia w sprawie numeracji i ewidencji dróg oraz obiektów mostowych w celu określenia standardu informacyjnego sieci drogowej dla regionalnych baz przestrzennych (na poziomie województw i powiatów)

Rozpoczęcie prac od *oceny mapy sozologicznej w kontekście potrzeb regionalnego systemu informacji przestrzennej* wynika z faktu, że mamy do czynienia z eksperymentem który zaowocował powstaniem i mapy i bazy danych. Jest to przykład jednoczesnego zadośćuczynienia wymaganiom kartograficznym i bazo-danowym. Istotne jest także to, że ten ważny segment systemu informacji przestrzennej jest możliwy do użytkowania przy pomocy nie jednego a kilku narzędzi GIS.

## **Prace dla przemysłu**

### **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 : 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.

### **Cyfrowe przetwarzanie zobrazowań 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 Kmiecński, 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).

### **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.

### **Badanie geometrii maszty 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.

### **Badania zdolności eksploatacyjnej urządzenia wyciągowego WW-800 w Mogilnie**

*Research of exploitation possibilities of mining instrunemt WWW-800 in Mogilno*

Zespół : Dr inż. A.Sołtysik - kierownik, dr hab. inż. Jerzy Bernasik, dr inż. Andrzej Bednarz

Finansowanie: um. AGH 5.5.190.177

Termin zakończenia:

Poddane badaniu urządzenie stanowi element systemu gromadzenia gazu, przesyłanego rurociągiem z Rosji do zachodniej Europy. Gaz jest przechowywany okresowo w podziemnych komorach posolankowych w okolicach Mogilna i przesyłany w dalszą drogę w miarę potrzeb odbiorców. Urządzenie WW-800 stanowi kluczowy element systemu wydobywania (solanki), oraz uzupełniania (gazem) podziemnej przestrzeni "magazynowej". Odkształcenia wywołane pracą urządzenia wyciągowego badano fotogrametrycznie. Zastosowano sposób par czasowych. Pomierzone na Stecometrze i skorygowane (ze względu na zmiany orientacji zdjęć) paralaksy czasowe stanowiły podstawę obliczenia ostatecznych wyników. Przedstawione graficznie (system SURFER) i zestawione liczbowo rezultaty pomiarów stanowiły kluczowy element opracowanej ekspertyzy, określającej warunki dalszej bezawaryjnej eksploatacji urządzenia.

Zgodnie z sugestią recenzenta - prof. Jerzego Chwastka, III wydanie podręcznika S.Szpetkowskiego: "Pomiary deformacji na terenach górniczych" zostało rozszerzone o rozdział pt. "Nowoczesne techniki pomiarowe, obliczeniowe i interpretacyjne w badaniach deformacji". Autorem podrozdziału 7.2. pt. "Zastosowanie fotogrametrii do badania odkształceń budowli i urządzeń przemysłowych na terenach górniczych jest dr hab. inż. Jerzy Bernasik; podrozdział stanowi około 5% podręcznika (str. 314-330). Podręcznik ukazał się w listopadzie 1999 roku.

W opracowanym przez J.Bernasika podrozdziale zostały zawarte informacje:

- o zaletach, które uzasadniają stosowanie fotogrametrii (w określonych przypadkach),
- o technologiach (z krótkim uzasadnieniem teoretycznym),
- o przypadkach pomiarowych i obiektach szczególnie korzystnych zastosowań fotogrametrii, które omówiono bardziej szczegółowo.

W dostosowanym do odbiorców o górniczo-geodezyjnym (a nie fotogrametrycznym) przygotowaniu opisie, zawarto elementy, które będą prawdopodobnie stanowić za kilka lat podstawę fotogrametrii inżynierskiej w Polsce: obrazy cyfrowe, cyfrowe stacje fotogrametryczne, fotogrametria w czasie rzeczywistym, robotyka



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

1. 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.
2. Konferencja Naukowa "100 lat Fotogrametrii w Chorwacji", 20-22.05.1998, Zagrzeb, Chorwacja. Referaty: J. Bernasik, J. Jachimski.
3. Sympozjum Kom. IV ISPRS, "GIS - Between Visions and Applications", 7-10.10.1998, Stuttgart, Niemcy. Referaty: B. Hejmanowska, St. Mularz.
4. VIII Konferencja Naukowo-Techniczna "Systemy Informacji Przestrzennej". Warszawa, maj 1998.
5. VIII Konferencja Naukowo-Techniczna "Systemy Informacji Przestrzennej", Warszawa, maj 1998. Referaty: W. Mierzwa, K. Pyka.
6. "Jesienne spotkania z GIS-em" Konferencja firmy Intergraph, referat: K. Pyka, B. Hejmanowska, udział: S. Mularz, Muszyna, wrzesień 1999, Szczyrk 1998
7. Seminarium "Systemy teleinformatyczne dla samorządów terytorialnych". Centrum Targowe Chemobudowa Kraków S.A, 18 lutego 1999, Referat pt.: "Małopolski System Informacji Przestrzennej - nowoczesne narzędzie do zarządzania gminą", W. Mierzwa, współautor: T. Chrobak.
8. Seminarium PTFiT, Rzeszów, maj 1999. Referat: Komputerowy atlas województwa krakowskiego - stan aktualny i perspektywy", W. Mierzwa, K. Pyka
9. Seminarium Komisji Geoinformatyki PAU. Referat: Cyfrowa fotogrametria i teledetekcja w Polsce", Kraków, czerwiec 1999. Autorzy: J. Jachimski, W. Mierzwa, St. Mularz, K. Pyka
10. XVII Międzynarodowe Symposjum, International Committee for Architectural Photogrammetry, Olinda, Brazylia, 3-6.10.1999, J. Jachimski, W. Mierzwa
11. V Zjazd Polskiego Lekarskiego Towarzystwa Medycyny Manualnej - Kraków, 27 maj 1999. Referat R. Tokarczyk: "Przeciążenie - mechanizm powstania i próba jego pomiaru". Współautorzy: T. Mazur, E. Szczygieł
12. Konferencja naukowo-szkoleniowa rehabilitantów i reumatologów Wojska Polskiego - Busko Zdrój, 11 czerwca 1999. Referat R. Tokarczyk: "Przeciążenie - mechanizm powstania i próba jego pomiaru", T. Mazur, E. Szczygieł
13. Międzynarodowe Sympozjum "Tourism: Preserving World Heritage for the New Milenium" zorganizowane w Wiedniu, 27.09.1999 przez World Tourism Organisation i UNESCO, J. Jachimski, W. Mierzwa
14. Międzynarodowe Kolokwium z okazji Jubileuszu Prof. Dr Petera Waldhausla, Politechnika w Wiedniu, 27.09.1999, J. Jachimski, W. Mierzwa – referat: " Architectural Photogrammetry in Poland"
15. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe zorganizowane przez PTFiT oraz Katedrę Fotogrametrii i Teledetekcji Wydziału Geodezji i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu

Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, wrzesień 1999, referaty: J.Jachimski, R.Florek-Paszkowski, B.Hejmanowska, T.Pirowski, W.Drzewiecki

16. Konferencja Niemieckiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji, wrzesień, 1999, referat: B.Hejmanowska, udział: W. Drzewiecki, 2 studentów

17. 28-th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Cape Town, 27-31.03.2000r. Uczestnik: S.Mularz

18. XIX Kongres International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, lipiec 2000, Amsterdam, Holandia. Referaty: J.Jachimski, B.Hejmanowska, S.Mularz, W.Mierzwa, S.Mikrut, R.Tokarczyk. W.Drzewiecki, T.Pirowski.

19. II Międzynarodowa Konferencja „Cadastre, Photogrammetry, Geoinformatics - Modern Technologies and Development Perspectives”, wrzesień 2000, Lwów, Ukraina. Referaty: J.Jachimski, W.Mierzwa, S.Mularz, W.Drzewiecki, T.Pirowski.

20. Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe zorganizowane przez PTFiT, Sekcję Fotogrametrii i Teledetekcji Komitetu Geodezji PAN, Komisję Geoinformatyki PAU, Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH pt. „Fotogrametria, Teledetekcja i GIS u progu Trzeciego Tysiąclecia, 27-29 września 2000r., Kalwaria Zebrzydowska. Referaty: J.Jachimski, Z.Sitek, S.Mularz, W. Mierzwa, B.Hejmanowska, K.Pyka, J.Cieślar, S.Mikrut, T.Pirowski, W.Drzewiecki, A.Boroń, A.Wróbel

21. Krajowa Konferencja Termografii i Termometrii w Podczerwieni. Łódź, 2000r. Referat: B.Hejmanowska

## **Współpraca z zagranicą**

W ramach współpracy międzynarodowej podejmowano następujące formy działalności:

- Wymiana osobowa i wymiana doświadczeń z Politechniką w Ljublanie. W ramach tematu badawczego dotyczącego fotogrametrycznej inwentaryzacji zabytków 2 pracowników AGH wizytowało Ljublanę i w AGH przyjmowano 2 kolegów ze Słowenii. Wymieniano doświadczenia dotyczące nowych cyfrowych metod opracowanych w obu ośrodkach.

- Współpraca z Hiszpanią (Esquela des Estudios Arabes w Granadzie) dotycząca fotogrametrycznych metod inwentaryzacji zabytków, obejmuje testowanie w Hiszpani systemu autografu cyfrowego VSD opracowanego w AGH. Współpraca ta owocuje stale nowymi zastosowaniami VSD w Hiszpani.

- Współpraca z Uniwersytetem w Nottingham U.K.

Wizyta 1 pracownika AGH w grudniu 1998r., w Uniwersytecie Nottingham w Wielkiej Brytanii. Wymiana doświadczeń na temat obecnych tendencji badawczych w teledetekcji i Systemach Informacji Przestrzennej. Rozmowy na temat współpracy międzynarodowej w ramach programów europejskich oraz wymiany pracowników i studentów pomiędzy AGH i

Uniwersytetem w Nottingham. Poszukiwanie najkorzystniejszych możliwości finansowania współpracy międzynarodowej. Udział w seminarium Wydziału Geografii (School of Geography) Uniwersytetu w Nottingham. Rozmowy merytoryczne z Dziekanem Wydziału Geografii, współpracownikami oraz doktorantami.

- Udział w międzynarodowej działalności w ramach International Committee for Architectural Photogrammetry (ICOMOS - ISPRS). Prof. Jachimski został wybrany Sekretarzem Generalnym tej organizacji na najbliższe 4 lata podczas narady w Brazylii (Olinda). W czasie obrad towarzyszącemu tej naradzie symposium Prof. Jachimski wygłosił referat o nowej metodzie opracowania dokumentacji malowideł: Jachimski J., Mierzwa W. "Representation of Historical Frescos Using Digital Photogrammetry".

- Współpraca z Wyższą Szkołą w Essen, Niemcy. Udział 2 pracowników AGH i 2 studentów w dorocznej konferencji Niemieckiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji. W czasie obrad został wygłoszony referat prezentujący Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. W ramach współpracy prowadzono rozmowy na temat wymiany studentów i pracowników.

- Współpraca z Technicznym Uniwersytetem w Clausthal, w ramach europejskiego programu wymiany studentów: Erasmus-Socrates. W roku 1998/1999 powstała praca dyplomowa w języku niemieckim, która została obroniona w Polsce.

W roku 2000, w ramach współpracy międzynarodowej podejmowano w Zakładzie następujących gości zagranicznych:

1. Marek Dymel, student

Universität GH, Essen

Częściowe opracowanie tezy pracy dyplomowej pt. "Entwicklung eines digitalen Kartographischen Raummodells"

opiekunowie: 1. Prof. dr inż. Peter Mesenburg (univ. Essen)

2. Dr inż. Beata Hejmanowska (AGH, Kraków)

Praca dyplomowa obroniona została w Essen przy udziale dr B. Hejmanowskiej

2. Prof. dr Vlastimil Hanzl

Szkoła Inżynierska w Brnie, Czechy

Konsultacje dotyczące tematu badawczego „Wykorzystanie stacji cyfrowej VSD-AGH w procesie kształcenia”

3. Prof. dr Peter Waldhausl

Institute of Photogrammetry and Remote Sensing. Politechnika w Wiedniu, Austria

Konsultacje dotyczące tematu badawczego „Modern methods of photogrammetric recording of historic monuments”

4. Prof. dr Antonio Almagro

Escuela de Estudios Arabes, Granada, Hiszpania

Konsultacje dotyczące tematu badawczego „Modern methods of

photogrammetric recording of historic monuments”.

## **Działalność organizacyjna pracowników Zakładu**

### **Józef JACHIMSKI**

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

- Prowadzenie obrad: zob.Wykaz Konferencji, poz.2,
- Prowadzenie obrad: zob.Wykaz Konferencji, poz.3,
- Prowadzenie obrad: zob.Wykaz Konferencji, poz.5.

#### **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 Komisji Geodezji i Inżynierii Środowiska PAN o/Kraków i Redaktor serii "Geodezja" prac Komisji
- Członek Komitetu Geodezji PAN
- Członek Prezydium International Committee for Architectural Photogrammetry (ISPRS - ICOMOS) od 1992 r. I Sekretarz Generalny tego Komitetu od 1999r.
- Członek założyciel i v-przewodniczący Komisji Geoinformatyki Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie
- Kierownik Studium Doktoranckiego Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

#### **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.

#### **Recenzje**

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

### **Stanisław MULARZ**

#### **Funkcje:**

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  
Członek jury Ogólnopolskiego Konkursu Wiedzy Geodezyjnej i Kartograficznej dla uczniów szkół średnich.

### **Władysław MIERZWA**

**Funkcje:** Doradca Wojewody ds. Małopolskiego Systemu Informacji Przestrzennej

### **Krystian PYKA**

**Funkcje:** Geodeta Województwa Małopolskiego

### **Beata HEJMANOWSKA**

#### **Funkcje:**

Pełnomocnik Rektora AGH ds. współpracy pomiędzy AGH, a Technicznym Uniwersytetem w Clausthal w Niemczech – od 1998,

Opiekun wymiany studenckiej w ramach programu Erasmus-Socrates, promotor pracy dyplomowej J. Ćwik nt. “Untersuchung der aktuellen und zukünftigen Möglichkeiten zur Darstellung raumbezogener Daten und Nutzung spezifischer GIS-Funktionalitäten im Internet”, przygotowanej w Technicznym Uniwersytecie w Clausthal.

## **Obronione prace magisterskie**

1. Błaszczyk Małgorzata, „Wykorzystanie programu GeoMedia dla potrzeb ewidencji zdjęć lotniczych i produktów ich przetwarzania”, promotor - dr inż. Krystian Pyka, Kraków 2000r.
2. Andrzejewski Marcin, „Porównanie możliwości integracji danych w istniejących systemach GIS”, promotor - dr inż. Beata Hejmanowska, Kraków 2000r.
3. Babiarez Urszula, „Fotogrametryczne opracowanie DTM na fotogrametrycznej stacji cyfrowej”, promotor - prof. dr hab.inż. Józef Jachimski, Kraków 2000r.
4. Bryk Jerzy, „Analiza obrazów teledetekcyjnych wieloczosowych”, promotor - dr inż. Stanisław Mularz, Kraków 2000r.
5. Karpińska Urszula, „Zbadanie możliwości wykorzystania ortofotomapy w roli mapy topograficznej”, promotor - dr inż. Krystian Pyka., Kraków 2000r.
6. Janus Dariusz, „Aktualizacja wybranych treści mapy zasadniczej na podstawie zdjęć lotniczych”, promotor - dr inż. Władysław Mierzwa, Kraków 2000r.
7. Machnik Tadeusz, „Zastosowanie systemów GIS-owskich do pozyskiwania atrybutów

przestrzennych w wycenie nieruchomości gruntowych”, promotor - dr inż. Władysław Mierzwa, Kraków 2000r.

8. Twardowski Mariusz, „Program operacyjny autografu analitycznego”, promotor - dr inż. Adam Boroń, Kraków 2000r.

## **Nagrody i odznaczenia pracowników i dyplomantów**

- Beata Hejmanowska: “Numeryczne modelowanie inercji termalnej gruntu dla teledetekcyjnego określania jego wilgotności”, Nagroda Fanni i Teodora Blachutów, 1998, promotor pracy doktorskiej: Z.Sitek

- Janusz Cieślak: “Opracowanie fotoplanu malowideł fasety sali biblioteki Opactwa Cystersów w Lubiążu na podstawie kolorowych zdjęć”, I nagroda Dyrektora OPGK w Krakowie za najlepszą pracę dyplomową opracowaną na Wydziale Geodezji Gorniczej i Inżynierii Środowiska w 1998 r, promotor pracy magisterskiej: J. Jachimski.

- Rafał Bujak: „Aerotrangulacja przestrzenna metodą niezależnych wiązek w/g G.H. Shuta na PC”, 1998r, Nagroda Fanni i Teodora Blachutów , promotor pracy magisterskiej: W. Mierzwa.

- Marcina Żelazo “Aerotrangulacja przestrzenna metodą niezależnych modeli wg. G.H. Shuta na PC”, 1998r, Nagroda Fanni i Teodora Blachutów , promotor pracy magisterskiej: W. Mierzwa.

- Marcin Gul : “Trójwymiarowa rekonstrukcja obiektu fotogrametrycznej inwentaryzacji architektonicznej Nagroda Fanni i Teodora Blachutów, 1999, promotor pracy magisterskiej: R.Tokarczyk

- Grzegorz Sikora: “Wykorzystanie programu Geomedia Web Map do udostępniania przestrzennej bazy danych w sieci Internet”, wyróżnienie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji , nagroda Dyrektora OPGK w Krakowie za najlepszą pracę dyplomową 1999, promotor pracy magisterskiej: B.Hejmanowska

- Antoni Rzonca, Marlena Ziajka - stypendium stażowe na rok akad.2000/2001 z Fundacji Fanni i Teodora Blachutów

-Mariusz Twardowski -