

55 lat geodezji i kartografii na Wojskowej Akademii Technicznej



Z ZIEMI I Z POWIETRZA

W sześćdziesięcioletniej historii nazwa i struktura Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT zmieniały się często. Najstarszym kierunkiem – obejmującym pełne 60 lat – jest budownictwo (na początku była to inżynieria wojskowa i infrastruktura obronna), ponad 55 lat liczy geodezja i kartografia (wcześniej również topografia), a 40 lat – meteorologia (wojskowa).

IRENEUSZ WINNICKI

Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji w ciągu minionych lat (1951-2011) odgrywał zasadniczą rolę w kształceniu oficerskich kadr inżynierskich na potrzeby wojsk inżynierskich, wojsk lotniczych i obrony powietrznej kraju, służby inżynierjno-budowlanej, służby komunikacji wojskowej, służby topograficznej WP oraz szefostwa służby meteorologicznej. Nauczyciele w mundurach obok pracy dydaktycznej równolegle podejmowali znaczące prace naukowo-badawcze. Różnorodność prowadzonych specjalności bezpośrednio kształtowała kierunki zainteresowań badawczych kadry.

W rozwoju Wydziału można wyróżnić sześć zasadniczych okresów:

- 1951-57 – **Fakultet Wojsk Inżynierskich**. Główny wysiłek kadry skupiał się na organizacji procesu szkolenia i bazy dydaktycznej.

- 1958-61 – **Wydział Inżynierjno-Saperski Fakultetu Wojsk Pancernych, Samochodowych i Inżynierskich**. Dynamiczny rozwój dydaktyki, początki kształtowania kierunków naukowych i tworzenia zespołów naukowo-badawczych.

- 1962-78 – **Wydział Inżynierii Wojskowej i Geodezji**. Wzrost poziomu nauczania, uruchomienie wielu nowych specjalności i rozwój naukowy kadry dydaktycznej.

- 1979-94 – **Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji**. Wprowadzenie struktury

instytutowej i katedralnej, która sprzyjała tworzeniu prężnych zespołów naukowych podejmujących obok prac badawczych również teoretyczne.

- 1.12.1994 – 31.08.2006 – **Wydział Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej**. Powołany rozkazem komendanta WAT w sprawie połączenia Wydziału Inżynierii Lądowej i Geodezji z Wydziałem Chemii i Fizyki Technicznej.

- od 1.09.2006 – **Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji**. Powstał w wyniku przekształcenia Wydziału Inżynierii, Chemii i Fizyki Technicznej. Powrót do struktury akademickiej z lat 1979-94.

Wydział przeżywał burzliwe chwile, były wielkie sukcesy i osiągnięcia, były porażki i zastój, były zakręty, były też – na szczęście – lata spokojnej, rzetelnej pracy. Przyjrzyjmy się wybranym osiągnięciom naukowo-badawczym Wydziału związanym z kierunkiem geodezji i kartografia z okresu tylko ostatnich 20 lat, bo wszystkich nie sposób byłoby w tak krótkim opracowaniu wymienić.

● OSTATNIA DEKADA XX WIEKU

- **Praca badawcza pod kryptonimem „Saturn”**. Kierownik: płk dr hab. inż. Jerzy Butowtt. Metoda „Saturn” umożliwiła skrócenie czasu obiegu informacji obrazowej z kilku i więcej godzin do 10-15 minut, co było zadaniem priorytetowym z punktu widzenia rozpoznania obrazowego. Wprowadzenie tego systemu wymagało rozwiązania dwóch ważnych problemów, tj. chemicznego i mechanicznego. Problem chemiczny sprowadzał się do opraco-



Prof. Wiesław Dębski demonstruje działanie procesora do obróbki dyfuzyjnej filmów małoobrazkowych

wania tzw. szybkiej metody obróbki lotniczych filmów rozpoznawczych bez potrzeby korzystania z fotochemicznych laboratoriów. Dwaj chemicy z Wydziału – płk dr inż. Jerzy Pater i płk dr hab. inż. Wiesław Dębski – rozwiązali go drogą opracowania metody dyfuzyjnej obróbki filmów lotniczych. W metodzie tej nasświetlona w momencie fotografowania błona jest natychmiast wywoływana za pomocą nasyconej roztworami wywołująco-utrwalającymi taśmy filmowej, dociskanej do niej w czasie nawijania filmu na szpulę.

- **Badanie radioteodolitowego systemu sondażowego dla artylerii**. Kierownik: płk dr hab. inż. Ireneusz Winnicki, dr inż. Adam Barnat. W pracy potwierdzono możliwość zastosowania tego systemu dla artylerii oraz usprawnienia kierowania ogniem. Przedstawiono projekt rozproszonego systemu pomiarów meteorologicznych zawierającego elementy wirtualnych przyrządów pomiarowych. Podjęto próbę wykorzystania najnowszej wiedzy z dziedziny inteligentnych układów pomiarowych, oprogramowania rozproszonego oraz sztucznej inteligencji. Elementy te pozwalają na wpro-



Uszkodzenia wału przeciwpowodziowego zarejestrowane w czasie powodzi 1997 r. Granice zalewu 30 lipca (ok. 519 km²) oraz zdjęcia wykonane techniką wideo przedstawiające wstępny etap niszczenia wału (7 km na północny wschód od m. Ścinawa) i Jaz Szczytnicki we Wrocławiu

wadzenie nowych funkcji, które nie występują w znanych rozwiązaniach. Proponuje się dynamiczne sterowanie procesem zbierania danych, autokalibrację, automatyczną analizę i ich wstępną interpretację, gromadzenie wiedzy potrzebnej do przygotowywania scenariuszy pomiarowych, przekazywanie wiedzy operatora systemu do elementów sieci pomiarowej oraz możliwość zlecenia wykonania procedur rozproszonych.

● **Geodezyjne, rozpoznawcze i meteorologiczne zabezpieczenie działań bojowych wojsk.** W ramach tematu opracowano lub przeanalizowano wiele problemów cząstkowych, takich jak: analiza dokładności i wybór algorytmów rozwiązywania głównych zadań geodezyjnych na elipsoidzie odniesienia, opracowanie uproszczonych metod wyznaczania azymutów astronomicznych, metody komputerowego rozpoznania obrazów w określeniu aktualnych sytuacji meteorologicznych na podstawie echa radiolokacyjnego, wykorzystanie techniki komputerowej do określenia potrzeb normatywnych zaopatrzenia wojsk w mapy, opracowanie uproszczonych metod transformacji współrzędnych dla potrzeb zabezpieczenia topograficznego czy opracowanie zasad aktualizacji permanentnej map topograficznych.

● **Traktat Open Skies.** Traktat o Otwartych Przestrzach został wprowadzony w życie w 1992 r. i od samego początku kadra Wydziału brała czynny udział w pracach mających wpływ na jego formę i realizację. Płk dr hab. inż. Wiesław

Dębski reprezentował stronę polską jako ekspert w zespole ds. sensorów do pozyskania informacji obrazowej, a następnie jako ekspert techniczny w zakresie przestrzegania zgodności stosowanych sensorów optoelektronicznych, materiałów światłoczułych i ich obróbki z wymaganiami traktatu. W latach 2005-07 pracownicy Wydziału reprezentowali stronę polską podczas homologacji termalnego sensora AAD-5 prowadzonych przez międzynarodowy zespół w Decimomannu na Sardynii oraz w tureckiej bazie lotniczej w Eskisehir. We współpracy z Wojskowym Departamentem Spraw Zagranicznych prowadzili badania nad opracowaniem obiektywnej metody wyznaczania podstawowych parametrów lotu i pracy skanera termalnego na podstawie specjalnie zaprojektowanego i skonstruowanego testu kalibracyjnego. Cel ten oficjalnie został opisany w Traktacie Open Skies i nosi nazwę „Debski Discs”. Stworzono oprogramowanie umożliwiający wyznaczanie czułości materiałów światłoczułych na podstawie badań sensytmetrycznych, a zarazem określenie optymalnych parametrów wywoływania błon negatywowych naświetlonych podczas misji obserwacyjnej. Na potrzeby traktatu opracowano autorski system komputerowy planowania i kontroli realizacji misji obserwacyjnych, który jest w dalszym ciągu przez Polskę wykorzystywany. Opracowano również system do archiwizacji danych obrazowych i nawigacyjnych. W 2010 r. przeprowadzono obszerne badania dotyczące wpływu

wybranych czynników i parametrów sprzętowych na analizę obrazowań pozyskanych techniką cyfrową. Prace te są obecnie kontynuowane.

● **Współczesne systemy pozyskiwania, analizy i dystrybucji informacji obrazowych z rozpoznania powietrznego i satelitarne.** Kierownik płk dr hab. inż. Wiesław Dębski, 1996-98. Opracowano cyfrowe rastrowe mapy w skalach od 1:10 000 do 1:500 000. Wykorzystano odbiornik GPS i mapy rastrowe w rozpoznaniu i nawigacji powietrznej oraz wykonano zestaw do śledzenia misji rozpoznawczych. Opracowano metody planowania misji na mapach rastrowych. Stworzono system pozyskiwania informacji, opracowano koncepcję

oraz zbudowano model systemu pozyskiwania wielospektralnej informacji obrazowej.

● **Monitoring stanu wód i przebiegu akcji przeciwpowodziowej w rejonie Wrocławia w dniach 19-31 lipca 1997.**

W czasie trwania wielkiej powodzi Wydział prowadził prace badawcze, których celem był zdalny obrazowy monitoring akcji przeciwpowodziowej w woj. wrocławskim. Do tych potrzeb adaptowano system rozpoznania będący na wyposażeniu ówczesnego Zakładu Rozpoznania Obrazowego. W skład systemu weszły: stacja bazowa (spełniająca funkcję naziemnego centrum odbioru, interpretacji i dystrybucji informacji obrazowej) oraz stacja mobilna (zamontowana na śmigłowcu i służąca do pozyskiwania i transmisji informacji obrazowej). Pozwoliło to na wykonanie takich zadań, jak: przesyłanie informacji obrazowych z miejsc szczególnie zagrożonych bezpośrednio ze śmigłowca do naziemnego centrum, ich analiza i archiwizacja; wyznaczanie granic rozlewisk; prowadzenie monitoringu stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych, śluz, jazów i polderów; określanie miejsc przerwań w wałach, rozmycia korony wałów, przecieków wałów; śledzenie przyboru i wylewania wód na dopływach Odry; monitoring przejezdności dróg kołowych i kolejowych; rejestracja stanu wałów przeciwpowodziowych na materiałach wideo w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni na odcinku od Kędzierzyna-Koźla do Szczecina. Uzyskiwanie



Prof. Mariusz Figurski przy klastrze komputerowym FENIX

informacji obrazowej w czasie rzeczywistym znacznie ułatwiło podejmowanie natychmiastowych decyzji w sytuacjach szczególnego zagrożenia (zrzut wody ze zbiorników retencyjnych, przerwanie wałów czy przesuwanie się czoła fali kulminacyjnych).

● PIERWSZE DZIESIĘCIOLECIE XXI WIEKU

● **Geodezyjno-kartograficzne, teledetekcyjne i meteorologiczne systemy informacyjne w zastosowaniach wojskowych.** Kierownik: dr hab. inż. Ireneusz Winnicki, dr inż. Sławomir Pietrek, 2002-03. Wykorzystano numeryczną bazę danych o terenie do utworzenia SIP zabezpieczającego i prezentującego działania bojowe wojsk. Opracowano koncepcję wyznaczania pozycji wozów bojowych na podstawie rzeczywistych zobrażeń cyfrowych terenu. Przeprowadzono estymację przestrzenno-czasowe charakterystyk pól elementów meteorologicznych na podstawie danych satelitarnych i numerycznych modeli prognostycznych. Wyznaczono i zgromadzono w SIP parametry klasyfikujące obszary i obiekty techniki wojskowej poprzez badanie charakterystyk odbiciowych. Opracowano metody śledzenia zmian środowiskowych przy wykorzystaniu wielospektralnych informacji obrazowych. Zastosowano wysokorozdzielcze zobrażenia satelitarne do tworzenia NMT dla potrzeb analizy zagrożeń środowiskowych. Przeprowadzono badanie krótkookresowych zaburzeń

jonosferycznych z użyciem systemów satelitarnych.

● **Badanie możliwości automatyzacji procesu redakcyjnego map topograficznych w standardzie TBD z wykorzystaniem oprogramowania Digital Cartographic Studio (DCS).** Kierownik: dr inż. Paweł Pędzich, 2004-05. Zadanie polegało na zredagowaniu mapy topograficznej w standardzie TBD na podstawie danych wektorowych komponentu TOPO Bazy Danych Topograficznych. Wykonawca opracował zestaw tzw. reguł symbolizacji, które umożliwiają: przesuwanie znaków, obrót o zadany kąt, zmianę orientacji względem innych znaków (np. ustawienie budynku równoległe do drogi), zmianę na inny znak w przypadku nakładania się znaków. Opracowane reguły zostały następnie przełożone na wewnętrzny język DCS. Pozwoliło to na automatyczne tworzenie mapy na podstawie danych wektorowych.

● **Analiza możliwości zintegrowania obserwacji GPS i GLONASS w procesie modelowania jonosfery.** Kierownik: dr inż. Mariusz Figurski, 2004-05. Metodyka modelowania jonosfery wykorzystuje funkcje kuliste, których współczynniki wyznaczone są w interwałach godzinnych na podstawie obserwacji GPS. Testy numeryczne wykonywane w okresie kilku miesięcy wykazały, że model regionalny dla Europy jest wyznaczany z błędem średnim rzędu 1-4 TECU, niezależnie od stanu aktywności geomagnetycznej. W odróżnieniu od modeli globalnych, w opracowanym europejskim modelu założono wykorzystanie większej liczby stacji przypadających na jednostkę powierzchni (GPS i GLONASS). Przez to zwiększono liczbę równań nadliczbowych układu pomiarowego. Analiza porównawcza wartości VTEC z opracowanego modelu HIM i modeli globalnych CODG, JPLG, UPGC, ESAG oraz regionalnego COE wykazała, że średnie różnice nie przekraczają ± 6 TECU. Otrzymane wartości różnic są podobne do wyników, które uzyskuje się z porównania modeli jonosfery typu „rapid” oraz „final”. Przewagą modelu HIM jest jednak szybkość opracowania. Model jonosfery dla Europy z uwzględnieniem obserwacji systemu GLONASS ma tylko nieznacznie wyższą precyzję, co jest spowodowane niewielką liczbą satelitów, które mogły być obserwowane (około 12). Zaletą opracowanego systemu obliczeniowego jest interfejs graficzny pozwalający na automatyczną prezentację wyników obliczeń wprost na stronach WWW. Użytkownik ma moż-

liwość nie tylko sprawdzenia poziomu aktywności jonosferycznej, ale również pobrania modelu jonosfery HIM w formacie IONEX lub Bernese, który w ok. 90% redukuje wpływ refrakcji jonosferycznej w opracowaniu obserwacji jednoczesnościowościowych GPS i GLONASS.

● **Uruchomienie i wprowadzenie do sieci europejskiej stacji referencyjnej WAT1.** Kierownik dr hab. inż. Mariusz Figurski, 2005. Stacja referencyjna WAT1 prowadzi obserwacje GNSS w trybie ciągłym. Służą one do badań w zakresie analizy jakości obserwacji GNSS oraz do dowoływania lokalnych osnów geodezyjnych zakładanych technikami klasycznymi i satelitarnymi. Stacja WAT1 jest jedną z niewielu stacji permanentnych na terenie Polski zarządzanych przez szkoły wyższe, a obserwacje z niej są wykorzystywane w procesie kształcenia. Głównym elementem stacji jest odbiornik Leica GRX1200 GG Pro z anteną Leica L1/L2 Choke Ring (DM-T style LEIAT504GG LEIS). Możliwe jest jednoznaczne sterowanie anteny z dokładnością poniżej 0,5 cm. Stacja WAT1 stanowi element systemu precyzyjnej nawigacji dla aglomeracji warszawskiej, a od 2008 roku jest włączona do ASG-EUPOS.

● **Zbudowanie gridowego klastra komputerowego „FENIX”.** Kierownik dr hab. inż. Mariusz Figurski, dr inż. Krzysztof Kroszczyński, 2005. 64-bitowy superkomputer pracuje pod kontrolą systemu Linux. Jest to jedyne tego typu rozwiązanie dostępne na wydziałach kształcących studentów na kierunku geodezja i kartografia. Rozwijane są na nim metody równoległego opracowania obserwacji GNSS oraz testowane asymilacje danych meteorologicznych w numerycznych modelach pogody. Dzięki unikalnemu rozwiązaniu wprowadzonemu do klastra rozwinęto współpracę z wieloma ośrodkami naukowymi w Polsce i na świecie. Świadczone są również usługi obliczeniowe dla ośrodków akademickich (Politechnika Warszawska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu).

● **Uruchomienie modeli numerycznych prognoz pogody: UMPL i COAMPS na klastercie wydziałowym.** Kierownik dr inż. Krzysztof Kroszczyński, 2007. Modele działają w trybie ciągłym w czasie rzeczywistym i generują zbiór numerycznych map pogody dla obszarów Europy Środkowej z wyszczególnieniem: temperatury i wilgotności powietrza, opadów atmosferycznych, zachmurzenia, wiatru i ciśnienia atmosferycznego. W celu ilustracji dynamiki wybranych

procesów atmosferycznych do poszczególnych map dołączone zostały animacje obejmujące wprowadzone terminy prognozy. Pojawiła się propozycja, aby Zakład Geomatyki Stosowanej stał się ogólnopolskim koordynatorem współpracy użytkowników wymienionych modeli.

● **Opracowanie systemu monitorowania sieci stacji permanentnych GPS na terenie Polski.** Kierownik: dr hab. inż. Mariusz Figurski, 2006-07. W pracy zwrócono uwagę na brak standardu w zakresie prowadzenia obserwacji i wyznaczania współrzędnych stacji referencyjnych na terenie Polski. Na podstawie standardów IGS i EPN sformułowano założenia dla systemu monitorowania naszych stacji referencyjnych, który może być realizowany na dwóch poziomach. Pierwszy wykorzystywany jest do konserwacji systemu ETRF'89, a drugi – do analizy jakości obserwacji i wyznaczanych współrzędnych. Poziom drugi wykorzystuje szybkie efemerydy precyzyjne IGS, co pozwala monitorować stacje w czasie prawie rzeczywistym. Ten element ma szczególne znaczenie dla sieci ASG-EUPOS, której zewnętrzna kontrola opracowana w ramach przedstawionej pracy badawczej pozwoli na wiarygodną realizację układu ETRF na terenie Polski z uwzględnieniem standardów obliczeniowych stosowanych w całej Europie. Proponowane rozwiązania i metodologia postępowania mogą być bezpośrednio stosowane do zakładania osnów podstawowych. Jednocześnie w wyniku badań określone zostały standardy opracowania danych satelitarnych GNSS, których brakuje w instrukcjach geodezyjnych. System z powodzeniem można wykorzystać do badania czynników zakłócających wyznaczanie współrzędnych w geodynamice, takich jak refrakcja atmosferyczna, modele względne i absolutne anten odbiorczych, modele pływowe czy parametry ruchu bieguna.

● **Wykorzystanie naziemnego skaningu laserowego w pracach inwentaryzacyjnych obiektów infrastruktury mostowej i hydrotechnicznej oraz w tworzeniu dokumentacji architektonicznej.** Kierownik dr hab. inż. Michał Kędzierski, dr inż. Piotr Walczykowski, od 2008. Z uwagi na brak wytycznych do opracowania fotogrametrycznego przy wykorzystaniu naziemnego skaningu laserowego badane są obecnie właściwości stosowanych w budownictwie różnych materiałów pod względem intensywności odbicia. W wyniku prac ustalane są optymalne parametry pomiaru (odległość, kąt,



Inspekcja samolotu An 30B podczas misji obserwacyjnej strony ukraińskiej nad terytorium Polski. Na zdjęciu od lewej: dr hab. Michał Kędzierski, mgr inż. Agata Orych, mgr inż. Anna Fryśkowska, mgr inż. Agata Stępka, dr inż. Piotr Walczykowski; z przodu mgr inż. Michałina Wilińska

wielkość bazy) dla poszczególnych materiałów budowlanych. Na tym etapie prac można już ustalić warunki brzegowe pomiaru naziemnym skanerem laserowym dla 15 najczęściej stosowanych materiałów i 40 rodzajów farb.

● **Wykrywanie obiektów maskowanych w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem wielospektralnej techniki wideo.** Kierownik dr inż. Piotr Walczykowski, 2009. System pozyskiwania hiperspektralnej informacji obrazowej w zakresie bliskiej podczerwieni dla celów rozpoznania wojskowego. Kierownik dr inż. Janusz Jasiński, 2010. Tematy są ściśle związane z wojskowym charakterem specjalności rozpoznanie obrazowe oraz zadaniami wykonywanymi przez komórki Wydziału na rzecz Sztabu Generalnego Wojska Polskiego. Opracowano koncepcję i wykonano zestaw do pozyskiwania hiperspektralnej informacji obrazowej w warunkach naziemnych. Wyniki badań spektrofotometrycznych prowadzonych w warunkach laboratoryjnych potwierdziły poprawność opracowanej metodyki pozyskiwania charakterystyk widmowych współczynników odbicia obiektów w warunkach polowych oraz przydatność zestawu do wyróżniania obiektów maskowanych z tła roślinnego na podstawie pozyskanych charakterystyk odbiciowych. Zastosowanie współczynników wegetacyjnych umożliwiło przetworzenie informacji hiperspektralnej w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Obecnie prowadzone są prace nad systemem pozyskiwania hiperspektral-

nej informacji obrazowej w zakresie bliskiej podczerwieni pod kątem rozpoznania wojskowego oraz nad opracowaniem metody budowy przestrzennych modeli sprzętu wojskowego teksturowanych hiperspektralnie w zakresie VIS i NIR.

● **Przygotowanie metodyki wykonania ortofoto z wykorzystaniem naziemnej kamery cyfrowej z obiektywem rybie oko.** Kierownik dr hab. inż. Michał Kędzierski, 2010. Przeprowadzone badania i analizy potwierdzają zasadność wykorzystania zdjęć z kamery cyfrowej z obiektywem tego typu do opracowań fotogrametrycznych z dokładnością produktu finalnego na poziomie od kilku do kilkunastu centymetrów. Metoda umożliwia wykonanie ortofoto obiektu, którego praktycznie nie można byłoby opracować metodami fotogrametrycznymi przy zastosowaniu klasycznych obiektywów. Przykładem mogą być elewacje zabytkowych budynków znajdujących się przy ulicach starych miast, gdzie odległość między kamienicami wynosi 3-4 m. Sprawdzenie dokładności ortofoto elewacji budynku pozwala również oceniać możliwości wykorzystania metody dla średnio dokładnych opracowań fotogrametrycznych. Opracowanie ortofoto z jednego zdjęcia i wyeliminowanie procesu mozaikowania zdjęć naziemnych jest istotnym ułatwieniem w fotogrametrii naziemnej.

PROF. IRENEUSZ WINNICKI,
dzikan Wydziału
Inżynierii Lądowej i Geodezji WAT