



Fot. ZE ZBIORÓW AUTORÓW

Uczestnicy jubileuszowego spotkania

**Warsztaty i sympozjum z okazji 10-lecia  
Międzynarodowej Służby GPS, Berno, 1-5 marca**

# Znaczenie IGS w geodezji

**JAN KRYŃSKI, JERZY B. ROGOWSKI**

**Od końca lat 80., kiedy to konstelacja satelitów NAVSTAR (GPS) zaczęła umożliwiać jego praktyczne i naukowe wykorzystanie, system ten odgrywa coraz większą rolę w globalnych i regionalnych badaniach geodynamicznych oraz wyznaczaniu pozycji w sieciach geodezyjnych. Już w 1989 roku na posiedzeniu Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (IAG) w Edynburgu prof. Ivan I. Mueller przedstawił plan powołania Międzynarodowej Służby GPS – IGS (International GPS Service).**



Fot. ZE ZBIORÓW AUTORÓW

Profesor Janusz Śledziński udziela rad Ruth Neilan – dyrektor Centralnego Biura IGS na następne dziesięciolecie

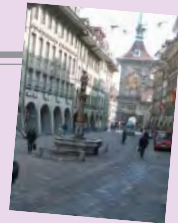
**P**ierwsze inicjatywy, które miały istotny wpływ na uruchomienie IGS jako służby, to: Kampania Pilotowa IGS (od 1992 roku), następnie Kampania Testowa IGS (od czerwca 1992 r.) i wreszcie Służba Pilotowa IGS (od 1 listopada 1992 r.). Dzięki pozytywnym результатам testów IAG podjęła decyzję o uruchomieniu IGS od 1 stycznia 1994 roku.

IGS blisko współpracuje z innymi służbami IAG, w szczególności z Międzynarodową Służbą Ruchu Obrotowego Ziemi IERS (International Earth Rotation Service), której zadaniem jest utrzymywanie Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia (ICRS) oraz monitorowanie parametrów ruchu obrotowego Ziemi na podstawie obserwacji ze światowych sieci stacji VLBI, SLR, GLONASS i DORIS. Podstawowym wynikiem tej współpracy jest wyznaczenie na bieżąco przez IGS dokładnych orbit satelitów wchodzących w skład systemów nawigacyjnych, a także utrzymywanie ziemskiego systemu odniesienia wykorzystywanego w geodezji i geodynamice.

## ● Stacje IGS

W ramach IGS satelity GPS śledzone są obecnie przez 364 rozsiane po całej Ziemi stacje permanentne, z których 127 ma status stacji globalnych. W porcjach dobowych przekazują one surowe obserwacje do regionalnych centrów analizy danych IGS, które po częściowym przetworzeniu przekazują je dalej do globalnych centrów analizy danych IGS.

Istotny wkład w prace IGS wnoszą również polskie placówki naukowe: Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Instytut Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska i Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie. Obecnie działa w Polsce 8 stacji permanentnych GPS, z czego 3 mają status stacji IGS, 4 uczestniczą w projekcie pilotowym IGS – IGLOS (International GLONASS Service), a 5 – w obserwacjach w ramach EPN (EUREF Permanent Network) stanowiącej podsić regionalną w sieci IGS. Jeden z odbiorników GPS w Józefosławiu (JOZE) prowadzi ciągle obserwacje od 1993 roku, czyli od początku działania IGS. Niektóre stacje przesyłają dane dobowe, godzinne oraz w czasie rzeczywistym. Ważnym elementem IGS jest również pracujące od 1996 roku Lokalne Centrum Analiz EUREF przy Instytucie Geodezji Wyższej Politechniki Warszawskiej, które dostarcza wyniki obliczeń części sieci EUREF dla potrzeb tworzenia produktu kombinowanego dla Europy, a później globalnego IGS.



## Workshopy IGS

Warsztaty Międzynarodowej Służby GPS odbywają się corocznie, począwszy od pierwszego, zorganizowanego w stolicy Szwajcarii w Bernie w marcu 1993 roku. Omawiane i dyskutowane są podczas nich bieżące problemy merytoryczne i organizacyjne IGS, ustalane kierunki i jej działania na kolejne lata, a także nakreślana tematyka badań naukowych. Tegoroczny workshop (Berno, 1-5 marca) był dodatkowo poświęcony podsumowaniu 10 lat działalności IGS. Jego organizatorem był lokalny komitet przy Uniwersytecie Berneńskim z dr. Wernerem Gurtnerem na czele działający w porozumieniu z Centralnym Biurem IGS. W imprezie udział wzięło 208 uczestników z 34 krajów, w tym 6 osób z Polski: dr Mariusz Figurski, dr Andrzej Krankowski, dr hab. Jan Kryński, prof. Jerzy Rogowski, Marcin Sękowski i prof. Janusz Śledziński. W Bernie wygłoszono kilkadziesiąt referatów (wyłącznie zamawianych – niestety ani jednego z Polski). Wśród licznych prezentacji zgłoszonych przez uczestników i przedstawianych w postaci posterów znalazło się 5 opracowań z Polski.

## Osiągnięcia IGS

Międzynarodowa Służba GPS odegrała niezwykle istotną rolę we wprowadzaniu globalnych nawigacyjnych technik satelitarnych do praktyki geodezyjnej. W wyniku skoordynowanych działań IGS (Centralne Biuro, Centra Analiz Danych, ośrodki utrzymujące stacje obserwacyjne IGS i przekazujące bieżące dane, strategie formatowania, przekazywania i obróbki danych, programy obliczeniowe):

- realizowany jest Międzynarodowy Ziemi Układ Odniesienia ITRF;
- obliczane i udostępniane są precyzyjne orbity satelitów GPS – niezbędne do precyzyjnego wyznaczenia pozycji;
- monitorowane są pozycje i prędkości stacji obserwacyjnych, a wraz z nimi zmiany wzajemnego położenia regionalnych układów geodezyjnych oraz ruchy płyt tektonicznych;
- wyznaczone są parametry ruchu obrotowego Ziemi;
- monitorowany jest chód zegarów na satelitach i na stacjach uczestniczących w programie;
- monitorowana i modelowana jest struktura atmosfery i zachodzące w niej zmiany.

## Coraz dokładniej

Wraz ze wzrostem precyzji obserwacji dokładności ich modelowania zwiększają się wymagania w stosunku do dokładności

określenia ziemskiego układu odniesienia. Zarysowuje się potrzeba kolokacji GPS zinnymi technikami obserwacyjnymi: VLBI, SLR, GLONASS i DORIS, która materializowałaby się w postaci zainstalowania na stacjach IGS aparatury zbierającej dane przy użyciu przynajmniej dwóch technik obserwacyjnych. Dane z takich stacji umożliwią dokładniejsze wyznaczanie zarówno parametrów ruchu obrotowego Ziemi, jak i orbit satelitarnych oraz układów współrzędnych dla geodezji i geodynamiki. Obserwacje te powinny być wzbogacone obserwacjami meteorologicznymi i geofizyczny-

mi (pływy Ziemi, wahania wód gruntowych itp.). Produkty oferowane przez IGS – dostępne na bieżąco nieodpłatnie na publicznych serwerach – wykorzystywane są do opracowywania wyników licznych precyzyjnych obserwacji GPS, w badaniach geodynamicznych, w transferze czasu, w badaniach dynamiki atmosfery, a także w modelowaniu prognoz pogody. Jakość produktów IGS ulega stałemu doskonaleniu. Niewątpliwie jest to zasługa Służby, która dysponuje wciąż rosnącą liczbą

R E K L A M A



### Moc zielonego przycisku Océ

Wydajna obsługa wielkoformatowych zadań w kolorze jest niezwykle prosta. Łatwe kopiowanie i skanowanie do pliku. Prosty sposób dostarczania zadań. Łatwa obsługa nośników. Wygodny panel sterowania.

Wielofunkcyjny system Océ TCS400 obejmuje moduł drukujący, jednostkę skanującą oraz zintegrowany kontroler Océ Power Logic®, który pozwala na szybką, równoległą obsługę złożonych zadań. Doświadczeń niezwyklej prostoty kopiowania w kolorze...

Doświadczeń mocy zielonego przycisku Océ.



## Wielofunkcyjny system **Océ** TCS400



[www.oce.com.pl](http://www.oce.com.pl) [info@oce.com.pl](mailto:info@oce.com.pl)

Océ Poland Ltd. Sp. z o.o. Warszawa, ul. Błotny Warszawańskiej 1920 r nr 7, tel. (0-22) 500 21 00, fax (0-22) 500 21 10; Gdynia tel./fax (0-58) 661 28 17; Katowice tel./fax (0-32) 259 25 16; Kraków tel./fax (0-12) 427 24 73; Poznań tel./fax (0-61) 831 12 81; Szczecin tel./fax (0-91) 81 43 353; Wrocław tel./fax (0-71) 781 77 70

Wszystkie nazwy produktów wymienionych w niniejszej reklamie stanowią znaki handlowe lub zarejestrowane znaki handlowe odpowiednich właścicieli.



**Printing for Professionals**





Główny budynek Uniwersytetu w Bernie

## Jubileuszowe spotkanie w Bernie

W ramach workshopu IGS zorganizowano 6 sesji tematycznych:

- IGS Reference Frame Maintenance,
- Other Reference Frame Issues,
- Real Time Aspects,
- Network Issues,
- Data Transfer and Data Centres,
- Integrity Monitoring of IGS Products.

Symposium towarzyszące workshopowi objęło 11 sesji poświęconych następującym tematom:

- IGS/IAG 10<sup>th</sup> Anniversary,
- Scientific Research and Application,
- GNSS Systems (3 sesje),
- International Cooperation, Education and Outreach,
- Precise Orbit Determination,
- Antenna Effects,
- Ground-Based Neutral Atmosphere and Ionosphere Sounding,
- Panel-Vision for the Future,
- Sessions Summaries.

W trakcie imprezy odbyły się również spotkania: Data Center Working Group, Troposphere Working Group, GNSS Working Group, Ionosphere Working Group, Real Time Working Group, a także spotkanie informacyjne na temat nowej wersji oprogramowania Bernese oraz spotkanie Kolegium Zarządzającego IGS.

Obrady workshopu, sympozjum oraz posiedzenia grup roboczych zostały podsumowane w postaci kilkudziesięciu szczegółowych rekomendacji natury technicznej i organizacyjnej dotyczących doskonalenia działalności Międzynarodowej Służby GPS, sposobów zbierania i opracowywania obserwacji, form i jakości wytwarzanych produktów, sposobów ich udostępniania, wytycznych dla funkcjonowania stacji. W szczególności podkreślono znaczenie dla Służby stacji, które od wielu już lat bez zakłóceń dostarczają danych obserwacyjnych wysokiej jakości. Rekomendacje te wraz z materiałami z workshopu i sympozjum zostaną opublikowane w wydawnictwie IGS. ■

bą stacji obserwacyjnych o coraz bardziej równomiernym rozkładzie i która doskonalili modelowanie i strategię opracowywania obserwacji. Nie bez znaczenia jest również rozwój technologiczny (coraz lepszy sprzęt obserwacyjny oraz oprogramowanie, a także postęp w dziedzinie gromadzenia, przesyłania i przetwarzania danych). Istotną rolę w poprawie produktów IGS odegrało wyłączenie przez organy zarządzające systemem GPS tzw. *selective availability*, która przez pierwsze lata działania GPS powodowała degradację jego sygnałów, przede wszystkim w paśmie kodowym.

IGS jest dynamicznie rozwijającą się służbą, szybko reagującą na potrzeby szerokiej rzeszy użytkowników. Od kilku lat opracowywane są przez IGS w czasie prawie rzeczywistym dane napływające w godzinnych interwałach ze stacji obserwacyjnych (obecnie 158).

### ● GLONASS, Galileo, EGNOS

Od 1998 roku 42 stacje IGS prowadzą również obserwacje satelitów GLONASS w ramach projektu pilotowego IGS – IGLOS (International GLONASS Service). System GLONASS – w przeciwieństwie do GPS – oferuje nieograniczony dostęp do emitowanych sygnałów. Od kilku lat wśród standardowych produktów IGS znalazły się precyzyjne orbity satelitów GLONASS, co spowodowało zwiększenie potencjalnych możliwości wykorzystywania satelitarnych technik nawigacyjnych w geodezji i geodynamice. GLONASS rozporządza obecnie 10 aktywnymi satelitami, a zgodnie z przewidywaniami ich liczba ma wzrosnąć do 18 w 2007 roku. W 2010 roku GLONASS, posiadający wówczas 24 aktywne satelity, z których część będzie emitowała sygnały na dodatkowym trzecim paśmie, ma osiągnąć pełną zdolność operacyjną.

Jednocześnie IGS podjęło działania w kierunku rozwoju i dostosowania się do potrzeb globalnego systemu nawigacyjnego nowej generacji GNSS. W szczególności przewidywane jest włączenie się do obsługi systemu Galileo i EGNOS. Zaawansowane są przygotowania do wykorzystania przez IGS planowanych do wprowadzenia w najbliższych latach modyfikacji w sygnałach GPS: L1M, L2M i L2C oraz nowego pasma sygnałów L5.

### ● Jeszcze szybciej...

Rosnące zapotrzebowanie na przyspieszenie w dostarczaniu produktów IGS, a docelowo na dostęp w czasie rzeczywistym do dokładnych i jednocześnie wiarygodnych

produktów IGS, zmobilizował Służbę do podjęcia od 2002 roku zdecydowanych kroków. Obecnie już 44 stacje sieci IGS emitują dane obserwacyjne w interwałach sekundy. Zaawansowane są prace nad powszechnym udostępnianiem drogą internetową danych, a także kompletnych produktów IGS. Prototypowe sieci globalnego różnicowego systemu GPS (GDGPS), które dostarczają użytkownikowi danych w czasie rzeczywistym (poprawki z częstością 1 sekundy przekazywane internetem lub za pośrednictwem satelitów, dostępne dla zarejestrowanych użytkowników), pomyślnie przeszły próby testowe i osiągnęły zdolność operacyjną. Zapewniają one dokładność 20 cm w pozycji wyznaczonej przy użyciu pojedynczego odbiornika GPS na poziomie ufności 99,99%. Planuje się rozbudowę systemu do osiągnięcia zasięgu globalnego poprzez zagęszczenie istniejącej sieci stacji GPS.

W najbliższej przyszłości przewiduje się zaangażowanie IGS w tworzenie zintegrowanego systemu uzupełniającego sieć stacji IGS (10 000 stacji na Ziemi) przeznaczonych do wyznaczania pozycji w czasie rzeczywistym z dokładnością na poziomie decymetra, a nawet centymetra.

Dzięki rozwojowi służby IGS i wzrostowi jakości oferowanych przez nią produktów konkurencyjną techniką wyznaczania pozycji staje się tzw. *Precise Point Positioning* (PPP) – obecnie przy użyciu pojedynczego odbiornika z dokładnością lepszą niż 0,5 m. Przewiduje się, że w niedalekiej przyszłości, w szczególności po uruchomieniu nowych pasm częstotliwości i zmodyfikowaniu formy obecnie emitowanych sygnałów GPS, dokładność wyznaczania pozycji techniką PPP osiągnie poziom kilku centymetrów.

### ● ...i 100 razy dokładniej

Zaangażowanie IGS w obsługę globalnego systemu nawigacyjnego nowej generacji GNSS umożliwi zwiększenie liczby jednocześnie wykorzystywanych systemów i liczby obserwowanych satelitów, co poprawi jakość wyznaczania pozycji o dwa rzędy wielkości (czynnik 100). Wiąże się z tym potrzeba opracowania i udostępnienia na rynku odbiornika, który będzie śledził satelity wszystkich systemów globalnych nawigacji satelitarnej. Jednocześnie musi powstać odpowiednie oprogramowanie oraz procedury opracowania danych satelitarnych. W działaniach zmierzających do projektowania i konstrukcji odbiorników nowej generacji oraz tworzenia odpowiedniego oprogramowania rolę koordynującą powinna odegrać IGS. ■