

# System nawigacji

pach tematycznych przedstawiono 400 referatów, a 79 firm prezentowało instrumenty i urządzenia na okolicznościowej wystawie.

Tradycyjnie już zorganizowano dwie sesje, w których

mogli brać udział jedynie uczestnicy dopuszczeni przez władze wojskowe. Z kolei obrady otwartych sesji odbywały się w sześciu salach równolegle. Referaty będą wydane – jak co roku – na płycie CD, która ukaże się pod koniec br. i będzie rozesłana do wszystkich uczestników sympozjum. Następne sympozjum ION GNSS 2006 odbędzie się w Forth Worth w Teksasie (26-29 września 2006 r.).

**N**a podkreślenie zasługuje fakt, że jedno ze stoisk na wystawie towarzyszącej sympozjum było zorganizowane przez polską firmę Pik-Time Systems z Poznania zajmującą się dystrybucją odbiorników satelitarnych GPS TTS-2 przeznaczonych do odbierania i porównywania czasu. Polska skala czasu atomowego TA-PL jest wyznaczana na podstawie wskazań 15 zegarów atomowych pracujących w 7 polskich laboratoriach i jednym na Litwie. Porównywane są one z dokładnością 2-5 ns właśnie za pomocą polskiego odbiornika GPS TTS-2 (Time Transfer System) wyprodukowanego przez EMDE Electronics z Poznania w kooperacji z Obserwatorium Astrodynamicznym CBK PAN w Borowcu. TTS-2 jest odbiornikiem wielokanałowym zbudowanym na bazie urządzenia Motorola VP Oncore. Jest to obecnie jeden z najlepszych tego typu odbiorników na świecie. Pracuje w ponad 30 laboratoriach, m.in. tak renomowanych, jak United States Naval Observatory (USNO), National Institute of Standards and Technology (NIST), Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), Observatoire de Paris (OP) czy Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). Z kolei nowy 40-kanałowy odbiornik TTS-3, zbudowany na bazie urządzenia Javad Navigation Systems EGGD, odbiera sygnały L1 GPS, L1/L2 GPS, L1/L2 GLONASS, WAAS i EGNOS (więcej o odbiornikach TTS-2 i TTS-3 – na stronie 11 NAWI i na www.piktime.com).

TEKST I ZDJĘCIA JANUSZ ŚLEDZIŃSKI

**Już w latach 80. ubiegłego wieku zaczęły się pojawiać pomysły stworzenia europejskiego globalnego systemu nawigacyjnego, który byłby odpowiedzią na amerykański system GPS (Global Positioning System) i rosyjski GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System). Jednak koszt stworzenia i utrzymania takiego systemu był zbyt duży dla pojedynczego państwa. Trzeba więc było zacząć na zaangażowanie się w projekt Europejskiej Agencji Kosmicznej i Unii Europejskiej.**

TOMASZ MICHAŁOWSKI

**W** latach 90. zaczęto sobie na naszym kontynencie zdawać sprawę z ważności technologii satelitarnych dla rozwoju gospodarczego i społecznego, co przyczyniło się do opracowania założeń i strategii europejskiej polityki kosmicznej. Jednym z jej elementów jest Europejski Program Nawigacji Satelitarnej, którego pierwszym etapem była realizacja europejskiego systemu wspomagania satelitarnego EGNOS, natomiast drugim jest zbudowanie i uruchomienie w 2008 roku globalnego systemu nawigacji satelitarnej Galileo.

Obecnie pracujące systemy o wojskowym pochodzeniu nie gwarantują użytkownikom poprawności i ciągłości działania, a zakłócenia w nadawaniu sygnałów mogłyby spowodować sytuacje niebezpieczne, zagrażające bezpośrednio życiu. Stąd idea stworzenia własnego, niezależnego systemu, choć kompatybilnego z obecnie istniejącymi. Galileo zapewni użytkownikom dokładność lepszą niż GPS. Jest systemem cywilnym, nad którym kontrolę sprawować będzie międzynarodowe grono specjalistów gwarantujące ciągłość jego pracy. Taka forma zarządzania ma również zalety o charakterze politycznym i ekonomicznym. Zapewni bowiem rządów państw europejskich kontrolę nad systemem oraz stały dostęp do wiarygodnych informacji, a także utworzy nowe miejsca pracy oraz ułatwi przedsiębiorcom europejskim wejście na wciąż poszerzający się rynek usług związanych z nawigacją satelitarną.

**U**nia Europejska odpowiada za „polityczną stronę projektu”, a Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) sprawuje pieczę nad jego techniczną stroną. Jednak w kolejnej fazie nadzór nad rozwojem technicznym i operacyjnym systemu zostanie przekazany w ręce prywatne

na zasadzie partnerstwa publiczno-prywatnego. Za realizację budowy systemu i umieszczanie satelitów na orbitach nadal odpowiadać będzie sektor publiczny, natomiast utrzymanie funkcjonującego już systemu spocznie w rękach koncesjonariusza. Będzie on na zasadach komercyjnych zarządzał systemem, jednak pod stałym nadzorem międzynarodowego ciała kontrolnego pod nazwą Supervisory Authority. Obecnie trwa szczegółowe ustalanie zasad kontraktu, na mocy którego połączone konsorcja Eurely i iNavSat będą zarządzały systemem. Otwartość na wkład międzynarodowego kapitału w budowę Galileo pozwoliła na pozyskanie nowych środków finansowych i zaowocowała już podpisaniem porozumienia o współpracy z Chinami i Izraelem, a wciąż prowadzone są rozmowy z kolejnymi zainteresowanymi.

**N**ajważniejszym elementem systemu są satelity. Pierwszy, testowy jest już prawie gotowy; przeszedł wszystkie niezbędne testy i obecnie jest przygotowywany przez inżynierów z ESA do umieszczenia na orbicie. Satelita zostanie wystrzelony z Kazachstanu w grudniu 2005 roku. Funkcjonowanie Galileo uwarunkowane jest bowiem umieszczeniem na orbitach pierwszych satelitów wykorzystujących przydzielone częstotliwości najpóźniej do 10 czerwca 2006 roku. Równolegle budowany jest drugi satelita testowy, który będzie miał na pokładzie dodatkowy zegar maserowo-wozdorowy, co stanowi duży krok naprzód.

Galileo będzie systemem radiolokacyjnym pozwalającym na określanie położenia punktów i poruszających się obiektów wraz z parametrami ich ruchu w dowolnym miejscu na powierzchni Ziemi, niezależnie od pogody, pory dnia i nocy. Zasada jego działania opiera się na pomiarze drogi przebytej przez sygnał od satelity poruszającego się po ściśle zdefiniowanej orbicie do anteny

# satelitarnej Galileo

odbiornika. Lokalizacja obiektów na powierzchni Ziemi będzie zatem polegała na określeniu czasu potrzebnego fali elektromagnetycznej na przebycie drogi między satelitą a użytkownikiem. Dlatego zegar jest głównym czynnikiem determinującym dokładność wykonanych pomiarów. Aby sprostać oczekiwaniom dotyczącym działania systemu, każdy z satelitów Galileo posiadać ma cztery zegary: dwa oparte na rubidowych oscylatorach atomowych, a dwa – na biernych maserach wodorowych. Oba te modele, pomimo zastosowania różnych technologii, będą wykorzystywać tę samą zasadę – zmianę stanu energetycznego atomu „przeskakującego” z jednego poziomu na drugi, czemu towarzyszy promieniowanie sygnału mikrofalowego przy bardzo stabilnej częstotliwości. ESA wybrała te dwa modele zegarów do pracy na pokładach satelitów ze względu na ich stabilność w ciągu kilku godzin pracy. Mimo to urzędnicy te wymagać będą regularnej synchronizacji z jeszcze bardziej stabilnymi, naziemnymi, referencyjnymi sieciami stacji zegarowych. Zegary te zapewnią Czas Systemu Galileo.

**S**egment kosmiczny składać się będzie z 30 satelitów. Będą one równomiernie rozmieszczone na trzech kołowych, okołoziemskich orbitach średnich (Medium Earth Orbit – MEO) nachylnych pod kątem 56° względem płaszczyzny równika. 27 satelitów operacyjnych (rozmiarów co 40°) wraz z trzema aktywnymi satelitami zapasowymi (po jednym na każdej orbicie) będzie poruszało się na wysokości 23 616 km nad powierzchnią Ziemi, okrążając nasz glob w ciągu 14 godzin i 21 minut. Dzięki takiemu rozmieszczeniu satelitów (większy promień orbity niż w przypadku GPS), system zapewni dobrą jakość sygnału pomiarowego nawet na 75° szerokości geograficznej. Duża liczba satelitów znajdujących się na orbitach wpłynie także bardzo korzystnie na jakość jego działania. Utrata jednego z nich nie powinna zakłócić funkcjonowania całego systemu.

**D**rugim elementem architektury Galileo będzie segment naziemny, utworzony przez dwa niezależne podsegmenty: kontroli satelitów GCS

(Ground Control System) oraz kontroli całości misji systemu MCS (Mission Control System). GCS ma odpowiadać za: utrzymywanie konstelacji i kontrolowanie stanu technicznego wszystkich satelitów, opracowywanie strategii ich napraw, jak również ciągłe zarządzanie systemem w celu jego poprawnego funkcjonowania. Z kolei MCS odpowiadać będzie za: konserwację serwisów oferowanych przez system, monitorowanie jego funkcjonowania, analizowanie emitowanych przez satelity sygnałów oraz rozpowszechnianie danych systemu. Mimo innego przeznaczenia oba podsegmenty posiadać będą także pewne funkcje wspólne, takie jak: monitorowanie i kontrola stacji naziemnych, zaopatrzenie serwisów czy zarządzanie bezpieczeństwem systemu.

Komponent GCS składać się będzie z 15 telemetrycznych stacji nadawczo-odbiorczych TT&C (Telemetry, Telecommand & Tracking Station), natomiast komponent MCS z sieci 20 monitorujących stacji GSS (Ground Sensor Station). Stacje będą rozmieszczone na całej kuli ziemskiej w taki sposób, że w dowolnej chwili każdy z satelitów będzie obserwowany przez co najmniej 5 z nich.

**O**debrane przez sieć stacji GSS informacje z segmentu kosmicznego będą przekazywane do dwóch zlokalizowanych w Europie centrów kontroli GCC (Galileo Control Center). Ich zadaniem będzie kontrolowanie konstelacji satelitów, monitorowanie ich działania i transmitowanych przez nie depesz nawigacyjnych, przetwarzanie sygnałów oraz danych, kontrolowanie i obsługa sygnałów czasu oraz zarządzanie całą częścią naziemną.

Obserwacje zgromadzone przez GSS będą przesyłane do GCC za pośrednictwem zdublowanej sieci komunikacyjnej GALILEO Communications Network. Dane te w centrach kontroli będą wykorzystywane do wyznaczania wiarygodności informacji przesyłanej przez system, synchronizacji sygnału czasu wszystkich satelitów i zegarów stacji naziemnych.



Moduł satelity Galileo GSTB-V2/B wprowadzany do komory próżniowej (laboratorium Alenia Spazio w Rzymie)

Wymiana informacji pomiędzy GCC a segmentem kosmicznym systemu odbywać się będzie poprzez sieć stacji GUS (GALILEO Up-link Stations), w której skład będzie wchodzić 15 stacji TT&C pracujących na falach S i C.

**W** podsegmente MCS wyróżnić należy bloki: OSPF (Orbit Synchronization and Processing Facility) – odpowiedzialne za obliczanie orbit satelitów i odchyłek ich wzorców czasu oraz IPF (Integrity Processing Facilities) – którego zadaniem będzie sprawdzanie poprawności nadawanych sygnałów. Dane z obu bloków przekazane do MCF (Mission Control Facilities) będą tam archiwizowane, a także transmitowane do kolejnego elementu komponentu MCS o nazwie MGF (Message Generation Facility), w którym będą tworzone depesze nawigacyjne. Opisywany segment będzie zawierał także bloki: PTF (Precision Timing Facilities), SCF (Satellite Control Facility) oraz SPF (Services Product Facility).

Trzecią częścią Galileo będzie segment użytkowników eksploatujących system. W skład tego segmentu wchodzić będą odbiorniki Galileo konstruowane dla różnych grup odbiorców usług systemu, w zależności od zapotrzebowania.

**PUNKT INFORMACYJNY GALILEO**  
PRZY CENTRUM BADAŃ KOSMICZNYCH PAN  
ZAJMUJE SIĘ PROMOCJĄ ROZWOJU  
I WYKORZYSTANIA NAWIGACJI SATELITARNEJ,  
PROWADZĄC AKCJE INFORMACYJNE,  
WSPIERAJĄCE I DORADZCE NA TEMAT  
PROGRAMU GALILEO