

Prace Międzynarodowego Komitetu Sterującego Projektu EUPOS

POLSKA NA TLE EUROOPY

Zakładanie sieci EUPOS, nazwanej ASG-EUPOS, zostało w Polsce zakończone w czerwcu 2008 r. Z uruchomionych wówczas serwisów na razie bezpłatnie może korzystać każdy z blisko 7 tysięcy zarejestrowanych już użytkowników.

JANUSZ ŚLEDZIŃSKI

W październiku br. oficjalnie zakończyliśmy projekt EUPOS (European Position Determination Project). Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK) zaplanował w związku z tym w Warszawie małą okolicznościową uroczystość połączoną z seminarium dla użytkowników, a także zorganizowanie 18. Konferencji Międzynarodowego Komitetu Sterującego EUPOS (International EUPOS Steering Committee). Była okazja, aby powspominać, z jakimi trudnościami borykaliśmy się przez kilkadziesiąt lat, aby wreszcie uzyskać nowoczesną infrastrukturę satelitarną stawiającą Polskę w rzędzie najbardziej rozwiniętych geodezyjnie krajów świata.

Od wczesnych lat 60. ubiegłego stulecia nasza służba geodezyjna starała się o unowocześnienie krajowej infrastruktury geodezyjnej przystosowanej do wykorzystywania nowoczesnych technik satelitarnych. Na zlecenie GUGiK opracowano kilka ekspertyz i raportów, z których jednoznacznie wynikała potrzeba założenia w Polsce podstawowej sieci punktów (stacji) odniesienia, która ujednoliciłaby wszystkie problemy związane z systemami odniesienia. Pomysłów tych nie dało się zrealizować głównie ze względu na brak środków, a sytuację odmieniło dopiero nasze przystąpienie do Unii Europejskiej i związane z tym możliwości wykorzystania finansów unijnych.

W marcu 2002 roku Polska została zaproszona na konferencję krajów europejskich do Berlina, na której powstał projekt utworzenia w Europie Środkowej i Wschodniej jednolitej sieci wielofunkcyjnych satelitarnych stacji referencyjnych. Konferencję zorganizował Departament Geodezji Senatu Berlina przy współudziale Europejskiej Akademii ds. Rozwoju Miast w Berlinie. Każdy kraj proszono o przedstawienie sytuacji dotyczącej istniejącej infrastruktury geodezyjnej oraz złożenie deklaracji co do chęci uczestnictwa w pracach nad założeniem sieci stacji referencyjnych w Europie. Referat programowy Jerzego Albina (ówczesnego głównego geodety kraju) i Janusza Śledzińskiego (autora niniejszego artykułu) *National Report of Poland* wyrażał zdecydowaną wolę niezwłocznego przystąpienia do budowy systemu stacji referencyjnych na terenie Polski.

W Berlinie powołano Komitet Założycielski, przemianowany wkrótce (na pierwszej konferencji Komitetu w Warszawie w lipcu 2002 r.) na Międzynarodowy Komitet Sterujący (MKS) Projektu EUPOS. W skład Komitetu wchodzi przedstawiciele wszystkich krajów, które budują sieci EUPOS. Ciało to liczy obecnie ponad 20 członków (patrz ramka obok), a przedstawicielem Polski jest z ramienia GUGiK prof. Janusz Śledziński.

Liczba krajów wyrażających chęć przystąpienia do projektu EUPOS stale wzrasta, akces zgłosiły nawet kraje azjatyckie (np. Mołdawia i Kazachstan). Obecnie (październik 2010) w programie EUPOS

uczestniczą: Bośnia i Hercegowina, Bułgaria, Czarnogóra, Czechy, Estonia, Federacja Rosyjska, Kazachstan, Litwa, Łotwa,

SKŁAD MKS EUPOS

CZŁONKOWIE MKS

Haris Čengić, Bośnia i Hercegowina
Georgi Milev, Bułgaria
Predrag Femić, Czarnogóra
Jaroslav Šimek, Czechy
Prit Pihlak, Estonia
Władimir Gwozdew, Fed. Rosyjska
Ural Samratow, Federacja Rosyjska
Simbay Dyussenev, Kazachstan
Arunas Buga, Litwa
Jánis Balodis, Łotwa
Jánis Zvirgzds, Łotwa
Saso Dimeski, FYROM-Macedonia
Maria Ovidii, Mołdawia
Gerd Rosenthal, Niemcy (przewodn.)
Gerhard Wübbena, Niemcy
Janusz Śledziński, Polska
Mihai Busuioc, Rumunia,
Vladimir Milenković, Serbia
Bronislav Droščak, Słowacja
István Fejes, Węgry
Konstantyn Volokh, Ukraina

CZŁONKOWIE STOWARZYSZENI

NN. Sekretarz MKS-ISC (do 28.02.2010)
Anette Blaser, Niemcy
Ivo Milev, przedstawiciel RTCM
 S.C.104, Bułgaria, Niemcy
Dalibor Radovan, Słowenia

EKSPERCI MKS

Hermann Seeger, Niemcy
Tamás Horváth, Węgry
Johannes Ihde, Niemcy
Gunar Silabriedis, Łotwa
Miro Goveradica, Serbia

RYS. 1. SCHEMAT LOKALIZACJI STACJI EUPOS W KRAJACH EUROPEJSKICH



Macedonia, Mołdawia, Polska, Rumunia, Serbia, Słowacja, Słowenia (mająca status obserwatora), Ukraina, Węgry oraz niemiecki land Berlin.

EUPOS jest systemem GNSS augmented (udokładnianym) za pomocą sieci naziemnych (*ground-based augmentation system*), pokrywa obszar około 25% obszaru Unii Europejskiej i około 60% terytorium całej Europy. Jeśli weźmiemy pod uwagę rosyjskie terytorium europejskie, gdzie sieć EUPOS ma być realizowana, rozciągnie się ona na obszarze około 10 mln km². Stopień zaawansowania budowy sieci EUPOS w poszczególnych krajach jest różny w zależności od dostępnych środków finansowych.

Kierownictwo organizacji projektu EUPOS stanowią Międzynarodowy Komitet Sterujący MKS (EUPOS International Steering Committee) oraz narodowe centra EUPOS (EUPOS National Service Centres). MKS ma ściśle określone zadania i sprawnie działającą organizację. Kierownictwo projektu sprawuje Senat Berlina. Członkowie

MKS zgodnie uznali, że koledzy niemieccy mają największe doświadczenie w zakresie sieci stacji referencyjnych, gdyż przez kilkanaście lat budowali w Niemczech działającą perfekcyjnie i znaną na świecie sieć SAPOS (Satellite Positioning System), mają kilkuletnie doświadczenie w administrowaniu nią, a ponadto udostępnili część standardów do wykorzystania w sieci EUPOS.

Głównym zadaniem MKS jest koordynowanie wszystkich projektowych akcji, załatwianie spraw technicznych związanych ze standardami sieci referencyjnych, pomoc w uzyskaniu środków finansowych na budowę sieci, ustalanie spraw organizacyjnych, kontakt z narodowymi centrami EUPOS i firmami produkującymi sprzęt satelitarny, a także organizowanie konferencji, sympozjów i warsztatów szkoleniowych. Członkowie MKS spotykają się dwa razy do roku (patrz ramka obok), aby dyskutować nt. spraw związanych z zakładaniem sieci EUPOS dotyczących przede wszystkim standardów sieci, oferowanych planowanych serwisów, organizacji narodowych

centrów zarządzających, różnych form finansowania prac, itp. Kierownictwo MKS reprezentuje EUPOS na forum innych organizacji.

Centra narodowe są odpowiedzialne za planowanie, projektowanie i zakładanie sieci krajowych, zapewnienie poprawności funkcjonowania sieci (głównie *integryty* – wiarygodności sieci), organizowanie

KONFERENCJE MKS EUPOS

1. Warszawa, Polska 2-3.07.2002
2. Sofia, Bułgaria 6-7.11.2002
3. Ryga, Łotwa 10-11.06.2003
4. Berlin, Niemcy 23.11.2003
5. Bratysława, Słowacja 18-19.06.2004
6. Sofia, Bułgaria 2-3.11.2004
7. Praga, Czechy 11-12.04.2005
8. Berlin, Niemcy 24-25.11.2005
9. Warszawa, Polska 4-5.05.2006
10. Budapeszt, Węgry 22-24.11.2006
11. Ryga, Łotwa 29-30.03.2007
12. Wilno, Litwa 20-21.09.2007
13. Bukareszt, Rumunia 23-24.04.2008
14. Berlin, Niemcy 25-26.09.2008
15. Tallin, Estonia 28-30.04.2009
16. Berlin, Niemcy 30.11-3.12.2009
17. Nowy Sad, Serbia 27-28.05.2010
18. Warszawa, Polska 26-27.10.2010
19. Budapeszt, Węgry wiosna 2011 (plan)

TAB. 1. LICZBA STACJI SIECI EUPOS W POSZCZEGÓLNYCH KRAJACH

Kraj	Obszar [km ²]	Liczba stacji
KRAJE UE		
1. Berlin	891	4
2. Bułgaria	110 950	23
3. Czechy	78 870	26
4. Estonia	45 220	13
5. Litwa	65 300	25
6. Łotwa	64 600	24
7. Polska	312 680	98
8. Rumunia	237 500	48
9. Słowacja	49 035	21
10. Słowenia*	20 270	15
11. Węgry	93 030	36
KRAJE BAŁKAŃSKIE		
1. Bośnia i Hercegowina	51 000	30
2. Macedonia	25 330	15
3. Serbia i Czarnogóra	88 360	32
INNE KRAJE		
1. Rosja	17 075 000	500 (?)
2. Kazachstan	2 713 300	500 (?)
3. Mołdawia	33 700	15 (?)
4. Ukraina	603 700	300
Razem		1725 (?)

*status obserwatora

szkoleń dla użytkowników i obsługi technicznej stacji referencyjnych. Utrzymują one ścisły kontakt z MKS.

W listopadzie 2003 roku przedstawiciele MKS odbyli konsultacje w Komisji Europejskiej w Brukseli. Celem wizyty w Galileo Joint Undertaking i European Commission EuropeAid Co-operate Office było poinformowanie KE o zainicjowaniu projektu EUPOS, jego organizacji, standardach i oferowanych serwisach oraz związkach z projektem Galileo. Za pozytywne aspekty EUPOS uznano istnienie efektywnej organizacji i kierownictwa projektu oraz uczestnictwo w nim znacznej liczby krajów (co oznacza pokrycie siecią znacznej części terytorium UE). Wysoko oceniono założenie, że spośród sygnałów GNSS dla sieci stacji referencyjnych głównym będzie Galileo (oznacza to wielu, nawet 1000-1500 użytkowników systemu). Doceniono także szeroki wachlarz serwisów dla geodezji i nawigacji oraz przewidywany krótki (kilkuletni) termin realizacji.

Negatywnie oceniono natomiast wysoki koszt projektu i to, że uczestniczące w nim kraje pozostają w różnych relacjach z UE (należą do niej, kandydują, kraje bałkańskie, a także nie mają z nią żadnego związku, jak Rosja, Kazachstan czy Ukraina). Stwarza to trudności w otrzymaniu unijnej pomocy finansowej. W wyniku tej konsultacji zasugerowano, aby zmniejszyć koszt projektu głównie przez redukcję liczby stacji refe-

rencyjnych oraz podzielić projekt na kilka mniejszych, które skupiałyby kraje pozostające w takiej samej relacji z UE, co umożliwiłoby wsparcie finansowe z różnych programów unijnych:

- ERDF – dla członków UE,
- ISPA – dla krajów kandydujących,
- CARDS – dla krajów bałkańskich,
- TACIS – dla Federacji Rosyjskiej,
- INTERREG III C – dla współpracy regionalnej.

Sieć EUPOS była również przedstawiona w Biurze ONZ ds. Przestrzeni Kosmicznej w Wiedniu (UN Office of Outer Space Affairs, OOSA, Vienna) i w Sekretariacie Technicznym Współpracy Regionalnej Europy Wschodniej (INTERREG IIIC East Joint Technical Secretariat, Vienna). W obu tych instytucjach projekt zyskał bardzo przychylne przyjęcie. OOSA włączyło prezentacje o sieci EUPOS do kilku konferencji ekspertów nt. wykorzystania przestrzeni kosmicznej i zastosowań GNSS organizowanych przez ONZ/USA (Kenia, Austria, Indie) oraz udzieliło pomocy finansowej na zorganizowanie kilku konferencji MKS. Współpraca z Sekretariatem Technicznym INTERREG doprowadziła do zawarcia umowy z UE (EU INTERREG IIIC East Project) dotyczącej Międzyregionalnej Współpracy EUPOS (EUPOS-IRC, InterRegional Cooperation). W ramach tej umowy uczestniczące kraje otrzymały dodatkowe wsparcie finansowe na organizowanie konferencji i warsztatów krajowych i regionalnych, wyjazdy szkoleniowe do Niemiec w celu zapoznania się z systemem SAPOS oraz na szkolenia personelu technicznego i przyszłych potencjalnych użytkowników EUPOS. Szkolenia takie odbyły się również w Polsce, a nasi inżynierowie zatrudnieni przy organizacji sieci EUPOS odbyli wizyty szkoleniowe w Niemczech.

Międzynarodowy Komitet Sterujący EUPOS powołał dwie grupy robocze do rozwiązywania istotnych problemów technicznych projektu EUPOS:

- WG EUPOS Technical Cooperation with the Industry (TCI),
- WG on Site Quality, Integrity and Interference Monitoring (SQII).

Prace pierwszej z nich skupiają się na ustalaniu z firmami produkującymi sprzęt satelitarny technicznych parametrów odbiorników, które mają być wykorzystywane w sieci EUPOS. W wyniku prac drugiej grupy roboczej powstały standardy i instrukcje badania oraz kontrolowania jakości sygnałów emitowa-

wanych ze stacji EUPOS, wiarygodności sieci oraz śledzenia i badania możliwych interferencji.

International Committee of GNSS (ICG), został powołany przez władze ONZ 1 grudnia 2005 r. do koordynacji działalności powstających systemów satelitarnych, głównie w aspekcie ich augmentacji, kompatybilności i interoperacyjności. Ostatnio obserwujemy bowiem szybki rozwój satelitarnych systemów budowanych przez różne kraje. Oprócz amerykańskiego GPS mamy dzisiaj rosyjski GLONASS (Globalna Nawigacja-

CHARAKTERYSTYKA EUPOS

- Sieć EUPOS jest inicjatywą krajów europejskich, które postanowiły w 2002 r. zbudować na obszarze około 10 mln km² regionalny system augmentowany za pomocą sieci naziemnych według jednolitych standardów. Sieć liczyć będzie ok. 1700 stacji referencyjnych, z czego ok. 500 na terenie Federacji Rosyjskiej.
- Średnia odległość między stacjami wyniesie ok. 70 km. Większa gęstość jest możliwa w pobliżu dużych aglomeracji miejskich. Istniejące stacje referencyjne (np. EUREF, IGS, EPN) będą włączone do sieci EUPOS albo z nią związane.
- Współrzędne stacji referencyjnych będą wyznaczone z wysoką dokładnością w układzie ETRF89 i w lokalnych układach współrzędnych obowiązujących w poszczególnych krajach poprzez dowiązanie do sieci punktów EUREF i innych sieci w tych krajach.
- Jako podstawowy sygnał stacji referencyjnych EUPOS będzie służył sygnał Galileo, gdy tylko system ten będzie dostępny; do tego czasu wykorzystywany będzie sygnał GPS i dodatkowo GLONASS.
- System EUPOS ma zapewnić poprawki DGNSS dla wyznaczania pozycji w czasie rzeczywistym i obserwację GNSS dla wyznaczania położenia punktów w postprocessingu.
- Międzynarodowe standardy zakładają następujące serwisy: EUPOS DGNSS w czasie rzeczywistym lub DGNSS w postprocessingu na podstawie obserwacji kodowych i kodowo-fazowych z dokładnością metrową i submetrową; EUPOS RTK w czasie rzeczywistym na podstawie obserwacji fazowych z dokładnością centymetrową oraz serwis dla zastosowań geodezyjnych DGNSS na podstawie obserwacji fazowych w technologiach statycznej lub kinematycznej z dokładnością centymetrową i subcentymetrową.

naja Sputnikowaja Sistema), japońskie: QZSS (Quasi-Zenith Satellite System), MSAS (Multifunction Transport Satellites), MTSat (Satellite Augmentation System), indyjskie: IRNSS (Indian Radionavigation Satellite System), GAGAN (GPS and GEO Augmentation System), chińskie: COMPASS (Beidou), SNAS (Satellite Navigation Augmentation System) oraz nigeryjski NIGCOMSAT (Nigerian Communications Satellite SBAS). Żywiołowe i niekontrolowane powstawanie tak wielu systemów satelitarnych stwarza możliwości zakłócania sygnałów i powstawania niepożądanych interferencji.

ICG koordynuje i prowadzi promocję systemów satelitarnych dla wyznaczania pozycji, nawigacji i transferu czasu. Komitet działa w porozumieniu z międzynarodowymi instytucjami: ITU (International Telecommunication Union), ICAO (International Civil Aviation Organisation), IMO (International Maritime Organisation). Zajmuje się również dalszym rozwojem GNSS. Dzisiaj nie jest możliwe budowanie nowych systemów satelitarnych bez uzyskania zgody międzynarodowego Komitetu ICG.

Przypomnijmy, że prace nad założeniem sieci stacji referencyjnych na obszarze Polski zostały rozpoczęte jeszcze w latach 90. ubiegłego stulecia. W 1995 r. Komitet Geodezji PAN opracował koncepcję budowy ogólnokrajowego systemu referencyjnego, a w 2001 roku rozpoczęto realizację na obszarze województwa śląskiego pilotowego projektu *Aktywna Sieć Geodezyjna ASG-PL* obejmującego kilka stacji satelitarnych, które później włączono do krajowego systemu ASG-EUPOS.

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. stworzyło możliwość wystąpienia o dofinansowanie budowy sieci stacji referencyjnych GNSS ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. W sierpniu 2005 r. została podpisana umowa między Ministerstwem Nauki i Informatyzacji a Głównym Geodetą Kraju o dofinansowanie realizacji projektu wielofunkcyjnego systemu precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego ASG-EUPOS z funduszy programu unijnego ERDF – European Regional Development Fund – Sectoral Operational Programme „Improvement of the Competitiveness of Enterprises”.

Całkowity koszt założenia sieci EUPOS na terenie Polski wyniósł 7,8 mln euro. Zgodnie z przepisami dofinansowanie z programów unijnych może wy-

5 WARUNKÓW SYSTEMU NAWIGACYJNEGO

Aby system satelitarny mógł być uznany za system nawigacyjny (szczególnie dla lotnictwa), musi mieć:

- odpowiednią dokładność (*accuracy*),
- wiarygodność (*integrity*),
- dostępność (*availability*),
- musi nieprzerwanie działać (*continuity of service*) i
- być w sposób ciągły kontrolowany i atestowany (*permanent control and attestation*).

Metody augmentowania (udokładniania) GNSS:

- systemy pomiarów różnicowych (dyferencjalnych),
- systemy kontrolnych stacji naziemnych,
- systemy satelitów stacjonarnych,
- inne systemy nawigacyjne (także ziemne),
- specjalne programy i algorytmy.

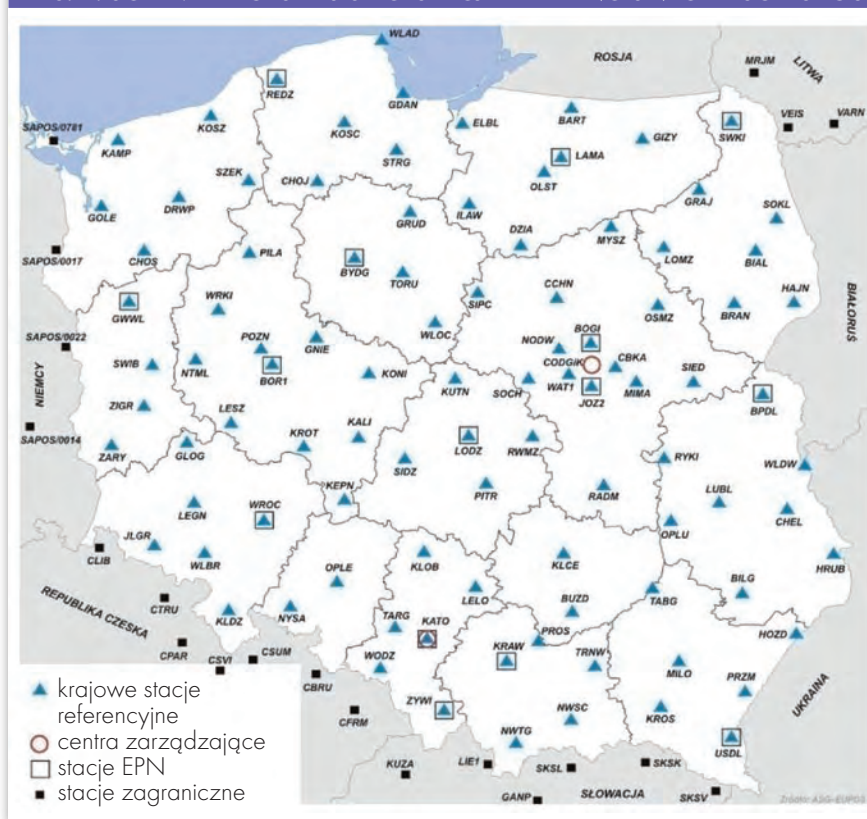
nieść najwyżej 75% kosztów projektu, zatem pomoc dla Polski sięgnęła 5,585 mln euro. Instytucją zarządzającą było Ministerstwo Rozwoju Regionalnego (Departament Zarządzania Programem Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw). Instytucją wdrażającą było Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Departament Funduszy Europejskich). Natomiast beneficjentem jest Główny Geodeta Kraju (GUGiK, Departament Geodezji, Kartografii i Systemów Informacji Geograficznej). Przyjęto, że sieć na terenie Polski nazywać się będzie ASG-EUPOS (Aktywna Sieć Geodezyjna), co nawią-

zuje do wspomnianej wcześniej sześciopunktowej ASG-PL.

Kluczowym momentem dla realizacji projektu było przeprowadzenie postępowania o udzielenie zamówienia publicznego i zawarcie 2 stycznia 2007 r. umowy na założenie infrastruktury technicznej systemu na obszarze Polski. Wykonawcą prac zostało konsorcjum firm: WASKO S.A. z Gliwic, Geotronics Polska Sp. z o.o. z Krakowa oraz Trimble Europe BV z Eresel (Holandia). Ze względów technicznych zamówienie zostało podzielone na dwie oddzielne części: dostawę i założenie infrastruktury technicznej systemu ASG-EUPOS oraz dostawę mobilnych odbiorników GPS wraz z wyposażeniem i oprogramowaniem. Prace obejmowały również testowanie pracy stacji i ustalonych serwisów. Ostateczny termin zakończenia projektu ustalono na 18 kwietnia 2008 r. W marcu i kwietniu 2008 r. przeprowadzono połowę kampanię testową działania wszystkich stacji referencyjnych i wszystkich serwisów.

ASG-EUPOS jest podstawą do stworzenia na obszarze Polski jednolitego w skali kraju geodezyjnego układu odniesień przestrzennych oraz udostępniania użytkownikom poprawek potrzebnych do wyznaczania z wysoką precyzją pozycji z obserwacji satelitarnych GPS. System umożliwia użytkownikowi wyposażonemu tylko w **jeden** odbiornik wyznaczenie współrzędnych punktów

RYS. 2. SCHEMAT POLSKIEJ SIECI STACJI REFERENCYJNYCH ASG-EUPOS



TAB. 2. SERWISY OFEROWANE PRZEZ SIEĆ ASG-EUPOS

RTK/Post-processing	Nazwa serwisu	Metoda pomiaru	Transmisja danych	Dokładność wyzn. pozycji	Wymagania sprzętowe
Serwis real-time	NAWGIS	Kinematic (DGNSS)	internet/ GSM/FM	< 1,0 m	odb. L1, modem
	KODGIS			< 0,25 m	odb. L1/L2, modem
	NAWGEO	Kinematic (RTK)		0,03-0,05 m	odb. L1/L2, modem
Serwis post-processingu	POZGEO	Static/kinematic/ fast/rapid static (postprocessing)	internet/ hardcopy	0,01-0,10 m	odb. L1
	POZGEO D				

w czasie rzeczywistym lub postprocesingu z dokładnością od 0,02 m do 3 m. System charakteryzuje się wysokim poziomem dostępności i niezawodności wynoszącym 99%. Dostęp do serwisów i modułu obliczeniowego systemu jest zapewniony przez 24 godziny na dobę 7 dni w tygodniu, niezależnie od warunków pogodowych. Dla zagwarantowania odpowiedniej jakości serwisów prowadzony jest nieprzerwany monitoring pracy systemu, a wszelkie zakłócenia są natychmiast sygnalizowane, analizowane i w razie potrzeby podejmowane są środki zaradcze.

Liczba stacji ASG-EUPOS, których obserwacje są opracowywane przez polskie centra obliczeniowe, wynosi obecnie 118, w tym: 76 nowo założonych, 22 istniejące wcześniej permanentne, 20 zagranicznych (4 niemieckie SAPOS, 7 czeskich CZEPOS, 6 słowackich SKPOS i 3 litewskie LITPOS). Niedawno Ukraina zwróciła się do Polski o łączne opracowywanie jeszcze 6-8 stacji przygranicznych, które na terenie tego kraju założy firma Leica. W związku z tym liczba wszystkich stacji opracowywanych przez polskie centra obliczeniowe może się jeszcze zwiększyć.

Dwa centra obliczeniowe zlokalizowane w Warszawie i w Katowicach pracują równocześnie i równolegle. W przypadku awarii aktywnego centrum w Warszawie zostaje ono wyłączone i funkcję wiodącą przejmują Katowice. Takie rozwiązanie zapewnia dostarczanie użytkownikom produktów najwyższej jakości o nieprzerwanej ciągłości i dostępności. Oba centra oprócz niezbędnych urządzeń hardware'owych mają oprogramowanie Trimble VRS do obliczania zintegrowanych poprawek korekcyjnych (*VRS networking*) i Trimble TTC postprocessing software do obliczeń współrzędnych wyznaczanych punktów w systemie postprocessingu.

Serwisy dostarczane przez ASG-EUPOS można podzielić na trzy grupy: serwisy w czasie rzeczywistym (*real-time positioning* – NAWGEO, NAWGIS, KODGIS), dane do obliczeń w postprocessingu (*postprocessing data access* – POZGEO, POZGEO D) oraz serwis pomocy użytkownikom (*help desk service*).

Poprawki korekcyjne mogą być dostarczane użytkownikom albo jako „usieciowione” – *networked* (obliczone na podstawie wyników wszystkich stacji referencyjnych), albo z poszczególnych stacji referencyjnych. Sygnały stacji ASG-EUPOS dostarczają pięć różnych serwisów dla wyznaczania pozycji punktów geodezyjnych i nawigacji (patrz tabela 2).

Usługi pozycjonowania w czasie rzeczywistym: NAWGEO, KODGIS i NAWGIS, zapewnią generowanie poprawek różnicowych o różnej dokładności i różnych formatach. Udostępnienie poprawek na serwerach komunikacyjnych w Krajowym Centrum Zarządzającym, dostępnych pod wskazanymi adresami IP oraz numerami portów TCP/IP, daje możliwość transmisji poprawek do użytkownika za pomocą internetu i GSM (GPRS), a w przyszłości również: fal radiowych, CSD, technologii 3G oraz Wi-Fi. Zastosowanie międzynarodowych standardów transmisji poprawek różnicowych (RTCM SC-104) umożliwia korzystanie przez użytkowników ze sprzętu różnych producentów. W zależności od posiadanego typu odbiornika, stosowanej metody pomiaru oraz oczekiwanej dokładności użytkownik może wykorzystać jeden z serwisów czasu rzeczywistego: NAWGEO, KODGIS, NAWGIS.

Dokładność wyznaczonych współrzędnych w ramach serwisów POZGEO i POZGEO D uzależniona jest m.in. od rodzaju używanego sprzętu pomiarowego, techniki pomiaru oraz oprogramowania wykorzystanego do opracowania obserwacji. Niektóre z serwisów będą w przyszłości płatne. Obecnie GUGiK ustala stawki na poszczególne serwisy, jednak do końca 2010 roku wszystkie serwisy będą bezpłatne.

Dodatkowo w ramach realizacji projektu ASG-EUPOS kupiono 65 polowych zestawów pomiarowych do precyzyjnych pomiarów RTK/DGPS (mobilnych odbiorników GPS) oraz przeprowadzono szkolenie dla ok. 150 przedstawicieli ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej w zakresie obsługi urządzeń oraz wykonywania pomiarów satelitarnych. Odbiorniki zostały już użyte do pomiarów kalibracji

i testowania systemu, a także prowadzenia szkoleń i pokazów. GUGiK po przeprowadzeniu niezbędnych prac związanych z autoryzacją i oddaniem systemu do użytku udostępnił część odbiorników administracji geodezyjnej do przeprowadzania kontroli poprawności wykonywania prac geodezyjnych.

Pod koniec roku 2008 liczba zarejestrowanych użytkowników sieci ASG-EUPOS wynosiła 2820 i wykazywała tendencję wzrostową. Obecnie liczbę użytkowników systemu ASG-EUPOS ocenić można na około 7 tys. Najwięcej z nich korzysta z serwisu real-time NAWGEO stosowanego głównie przez geodetów do zagęszczania sieci geodezyjnych. Odnotowuje się około tysiąca połączeń serwisu NAWGEO dziennie. Ponadto dziennie około 30 plików danych RINEX jest dostarczanych do automatycznego opracowania w serwisie POZGEO. Serwisy systemu są używane przede wszystkim przy budowie dróg i autostrad, a także w obrębie wielkich aglomeracji miejskich.

Uruchomienie systemu stacji referencyjnych ASG-EUPOS wywołało w Polsce poważne implikacje techniczno-prawne. Postanowiono, że stacje referencyjne tego systemu będą punktami, na których będzie oparty geodezyjny system odniesienia. Wymagać to będzie przygotowania i uchwalenia przez najwyższe władze państwowe odpowiednich dokumentów prawnych. Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z 8 sierpnia 2000 r. państwowy system odniesień przestrzennych w Polsce tworzą:

- geodezyjny układ odniesienia ETRF89;
- układ wysokości, w którym wyznacza się wysokości punktów, odniesione do pola grawitacyjnego Ziemi, względem przyjętej powierzchni odniesienia;
- układy współrzędnych prostokątnych płaskich 2000 i 1992.

Państwowy system odniesień przestrzennych stosuje się w pracach geodezyjnych i kartograficznych oraz w systemach informacji o terenie wykonywanych na potrzeby gospodarcze. GUGiK przygotował nowelizację powyższego rozporządzenia w celu uporządkowania przepisów związanych z przeniesieniem i utrzymywaniem w Polsce geodezyjnego układu odniesienia oraz układu wysokościowego, a także określenia przypadków, w których następuje konieczność ich ponownego zdefiniowania. Ponadto w związku z budową ASG-

-EUPOS założono, że stacje referencyjne tego systemu będą punktami, na których będzie oparty geodezyjny system odniesienia w przyszłości.

System ASG-EUPOS stanowi więc podstawę jednolitości prac geodezyjnych i kartograficznych na obszarze Polski. Integracja osnowy podstawowej, jaką jest sieć ASG-EUPOS, z europejskim systemem odniesień przestrzennych jest realizowana przez jej połączenie z siecią EPN (EUREF Permanent GNSS Network). Istniejące na terenie Polski stacje EPN zostały włączone do sieci ASG-EUPOS. 7 nowych stacji ASG-EUPOS z modułem odbiorczym GPS/GLONASS (odbiornik Trimble NetR5, antena TRM55971.00 TZGD) zostało także zgłoszonych przez GUGiK do EPN. Rozmieszczenie stacji EPN stało się dzięki temu bardziej reprezentatywne i pozwoli na przenoszenie realizacji systemu ETRS89 na dowolny obszar Polski z wykorzystaniem tylko tych stacji. Dla wszystkich anten stacji ASG-EUPOS włączonych do sieci EPN została przeprowadzona w Berlinie kalibracja z wykorzystaniem robota. Wyznaczono

dla nich indywidualne modele zmienności centrum fazowego. Na wszystkich polskich stacjach EPN zainstalowano stacje meteorologiczne MET4A firmy Paroscientific Inc. Stacje te spełniają zatem wszystkie standardy sieci EPN.

Zgodnie ze standardem EPN każda z tych stacji ma wyznaczone współrzędne w aktualnej realizacji systemu ITRS (International Terrestrial Reference System) oraz ETRS89 przez minimum trzy centra analiz. Dla każdej stacji będą wyznaczone współrzędne w interwałach tygodniowych w ramach rozwiązania kombinowanego sieci EPN w powyższych systemach. Europejski system odniesień przestrzennych będzie zatem przenoszony przez 17 polskich stacji EPN. Dzięki włączeniu stacji ASG-EUPOS do sieci EPN stworzono I poziom systemu kontroli poprawności realizacji ETRS89 na obszarze Polski.

W centrum zarządzającym systemu ASG-EUPOS został zainstalowany moduł obliczeniowy oparty na oprogramowaniu Bernese GNSS Software wersja 5.0 i realizujący obliczenia według standar-

du centrów analiz EPN. Moduł ten będzie automatycznie w sesjach dobowych wykonywał obliczenia całej sieci ASG-EUPOS (łącznie ze stacjami zagranicznymi) dla sesji dobowych w nawiązaniu do powyższych polskich stacji EPN. Moduł ten będzie stanowił II poziom kontroli poprawności realizacji ETRS89, bezpośrednio na wszystkich stacjach ASG-EUPOS. Analizy wyników obliczeń pozwolą na ocenę stabilności realizacji ETRS89. Dzięki temu modułowi będzie zatem praktycznie realizowana konserwacja systemu odniesień przestrzennych na obszarze Polski.

III poziom systemu kontroli poprawności realizacji ETRS89 na obszarze Polski, a właściwie wzajemnej stałości stacji referencyjnych ASG-EUPOS, jest realizowany wewnątrz przez oprogramowanie GPSNet firmy Trimble stanowiące jeden z modułów systemu zainstalowanego w centrum zarządzającym. Działanie tego modułu polega na ciągłym kontrolowaniu położenia stacji ASG-EUPOS względem jednej przyjętej za stałą (Borowiec: BOR1) wraz z analizą dokładności. Na stacji Borowiec wykorzystywane są dwie techniki satelitarne: laser i GPS/

REKLAMA



CHC X90-D....
stać Cię!

RTK

22 995,- zł netto
albo wypożycz:
99,- dziennie

wsparcie techniczne, gwarancja, szkolenia
Generator Raportów zgodny z GUGiK G.1.12
podwójny modem GPRS, kontroler z Internetem/mailem
dokładność 1 cm + 1 ppm
potwierdzona walidacją W.A.T. wg normy ISO 17123-8
oprogramowanie RTK i podręcznik w jęz. polskim

GPS.PL

GPS.PL Profesjonalne Systemy Lokalizacyjne
tel. 12 637 71 49 www.gps.pl



GLONASS. W przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych zmian moduł generuje alerty, na podstawie których administrator systemu może podjąć decyzję o czasowym wyłączeniu stacji z systemu obliczeniowego. Kontrola na tym poziomie odbywa się w czasie rzeczywistym.

Opisane powyżej trzy niezależne poziomy systemu kontroli ETRS89 gwarantują poprawność realizacji państwowego systemu odniesień przestrzennych na obszarze Polski. Zarazem zgodnie z projektem rozporządzenia w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (RRM, 2008), zapewniają pełną konserwację układu odniesienia – jako ciągłą kontrolę stabilności wyznaczanych współrzędnych i prędkości punktów w określonej realizacji geodezyjnego systemu odniesienia. W ramach systemu ASG-EUPOS przenoszenie państwowego systemu odniesień przestrzennych można realizować w czasie rzeczywistym (serwisy: NAWGEO, KODGEO i NAWGIS) oraz w postprocessingu (serwisy: POZGEO i POZGEO D).

W latach 2010-12 system będzie modernizowany. Odbiorniki zainstalowane na stacjach będą wymieniane na nowsze, przystosowane do odbioru również sygnału Galileo. Będą prowadzone intensywne szkolenia dla personelu technicznego i użytkowników.

Jak przebiega proces budowy sieci referencyjnych EUPOS w innych krajach, można dowiedzieć się z informacji przedstawianych przez delegatów na każdej konferencji Międzynarodowego Komitetu Sterującego. Ponadto kierownictwo MKS rozpoczęło wydawanie specjalnego biuletynu EUPOS Newsletter, który ukazuje się dwa razy do roku. W najnowszym wydaniu czytamy m.in.:

● **Słowenia.** 15 stacji referencyjnych systemu SIGNAL (EUPOS) działa sprawnie. Używane są odbiorniki Leica i Trimble. Wymiana danych z Austrią trwa już od kilku lat, przygotowane są umowy z Chorwacją, Węgrami i Włochami. Sieć jest własnością instytucji Surveying and Mapping Administration; oficjalnym operatorem sieci jest Instytut Geodezyjny. Liczba zarejestrowanych użytkowników osiągnęła 550 instytucji. W niedługim czasie przewiduje się wprowadzenie opłat.

● **Macedonia.** Sieć MAKPOS składająca się z 14 stacji jest obecnie testowana. Od połowy 2010 roku przewiduje się prowadzenie opłat za korzystanie z sieci.

● **Czechy.** Sieć CZEPOS jest powiązana z 11 stacjami zagranicznymi (5 z Niemiec, 4 z Polski, 3 ze Słowacji i 3 z Austrii). Liczba użytkowników dochodzi do 1000. Korzystanie z sieci jest płatne.

● **Węgry.** Sieć GNSSnet, która składająca się obecnie z 35 stacji współpracuje z 4 stacjami austriackimi, 3 chorwackimi, 3 rumuńskimi, 3 serbskimi i 6 słowackimi. Liczba użytkowników zarejestrowanych wynosi 720.

● **Bułgaria.** Sieć BULIPOS pracuje normalnie od maja 2009 roku. Ze względu na udokładnienie programów do opracowywania obserwacji odległości między stacjami mogą być zwiększone do 100 km. W niedalekiej przyszłości przewidziana jest wymiana danych z siecią rumuńską ROMPOS.

● **Polska.** Wszystkie stacje ASG-EUPOS w Polsce działają poprawnie. Liczba zarejestrowanych użytkowników wzrosła w ostatnim półroczu z 2820 do 4590. W październiku 2010 roku GUGiK będzie organizował 18. Konferencję MKS połączoną z seminarium oficjalnie kończącym zakładanie sieci EUPOS.

PROF. DR HAB. INŻ. JANUSZ ŚLEDZIŃSKI
(jest emerytowanym pracownikiem Politechniki Warszawskiej, obecnie czynnym profesorem zwyczajnym Wyższej Szkoły Gospodarki Krajowej w Kutnie oraz Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie. Jest członkiem Międzynarodowego Komitetu Sterującego EUPOS i przedstawicielem Polski w tym Komitecie)

Literatura

- J. Albin, J. Śledziński, 2002: National Report of Poland, Workshop „Multi-functional GNSS system of reference stations for Europe”, European Academy of the Urban Environment, Berlin, Germany, 4-5 March;
- ASG-PL/EUPOS - Polska część systemu EUPOS, 2004: GUGiK;
- Projekt techniczny wielofunkcyjnego systemu satelitarnego pozycjonowania ASG/EUPOS w Polsce, 2005: GUGiK;
- J. Śledziński, 2005: Realizacja wielofunkcyjnego satelitarnego systemu pozycjonowania ASG/EUPOS w Polsce. Sesja z okazji 60-lecia służby geodezyjnej, Warszawa, 23 czerwca;
- J. Śledziński, 2006: Establishment of the Polish part of the EUPOS reference stations, Symposium „Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP)”, Frankfurt, Main, Germany, 6-7 February;
- J. Śledziński, W. Graszka, 2006: Establishment of

TAB. 3. SIECI REFERENCYJNE W EUROPIE

Austria	APOS	www.bev.gt.at
Bułgaria	BULIPOS	www.bulipos.eu/en/
Chorwacja	CROPOS	www.cgi.hr
Czechy	CZEPOS	http://czeupos.cuzk.cz
Estonia	ESTPOS	http://eupos.vgtu.lt
Hiszpania	ERGPS	bd.
Holandia	NETPOS	www.netpos.nl
Litwa	LITPOS	www.litpos.lt
Łotwa	LATPOS	www.latpos.lv
Macedonia	MAKPOS	http://makpos.katastar.gov.mk
Niemcy	SAPOS	www.sapos.de
Polska	ASG-EUPOS	www.asg-eupos.gov.pl
Rumunia	ROMPOS	www.ancpi.ro
Serbia	AGROS	www.agros.rgz.gov.rs
Słowacja	SKPOS	www.skpos.gku.sk
Słowenia	SIGNAL	www.gu-signal.si
Szwajcaria	SWIPOS	www.swipos.ch
Szwecja	SWEPOS	www.swepos.com
Turcja	TUSAGA-Aktif (CORS-TR)	www.tkgm.gov.tr
Ukraina	ZAKPOS	http://zakpos.zakgeo.com.ua
Węgry	GNSSnet.hu	www.gpsnet.hu

the Polish part of the EUPOS network of reference stations. Symposium G6 of the General Assembly of the European Geosciences Union, Vienna, Austria, 2-7 April;

• W. Graszka, 2007: ASG-EUPOS. Wielofunkcyjny system precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego, GEODETA 2 (141);

• Realizacja projektu technicznego konsorcjum reprezentowanego przez WASKO S.A budowy wielofunkcyjnego precyzyjnego systemu satelitarnego pozycjonowania ASG-EUPOS w Polsce, 2007.

• A. Blaser, W. Graszka, G. Rosenthal, J. Śledziński, 2007: New European Initiative of Regional Co-Operation: EUPOS INTERREG III C. EGU General Assembly Session G11 „Geodetic and Geodynamic Programmes of the CEI”. Vienna, Austria, 15-20 April;

• A. Blaser, W. Graszka, T. Horvath, G. Rosenthal, J. Śledziński, 2007: Contribution of EUPOS permanent GPS network to the EUREF reference system. EUREF Symposium, London, UK, 6-9 June;

• J. Śledziński, W. Graszka, 2007: Status of Establishment of the Polish Part of the European Network of Satellite Reference Stations EUPOS, IAG General Assembly, Perugia, Italy, 2-13 July;

• A. Blaser, W. Graszka, G. Rosenthal, J. Śledziński, 2007: EUPOS and EUPOS INTERREG III C - Two European Initiatives of the Regional Cooperation, IAG General Assembly, Perugia, Italy, 2-13 July;

• projekt rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych;

• J. Somla i inni, 2008: ASG-EUPOS w fazie testów, GEODETA 2 (153), dodatek NAWI;

• J. Bosy, W. Graszka, M. Leończyk, 2008.: Aktywna Sieć Geodezyjna EUPOS jako element składowy państwowego systemu odniesień przestrzennych. Konferencja nt ODGiK w Elblągu, 17-18 kwietnia;

• J. Bosy, 2008: ASG-EUPOS Multifunctional System of Precise Satellite Positioning, EUPOS ISC Meeting, Bucharest, 23-24 April;

• A. Oruba, M. Leończyk, M. Ryczywolski, S. Wajda, 2009: ASG-EUPOS - po roku, GEODETA 4 (167).