

# STAWIAMY NA ROZWÓJ ASG-EUPOS

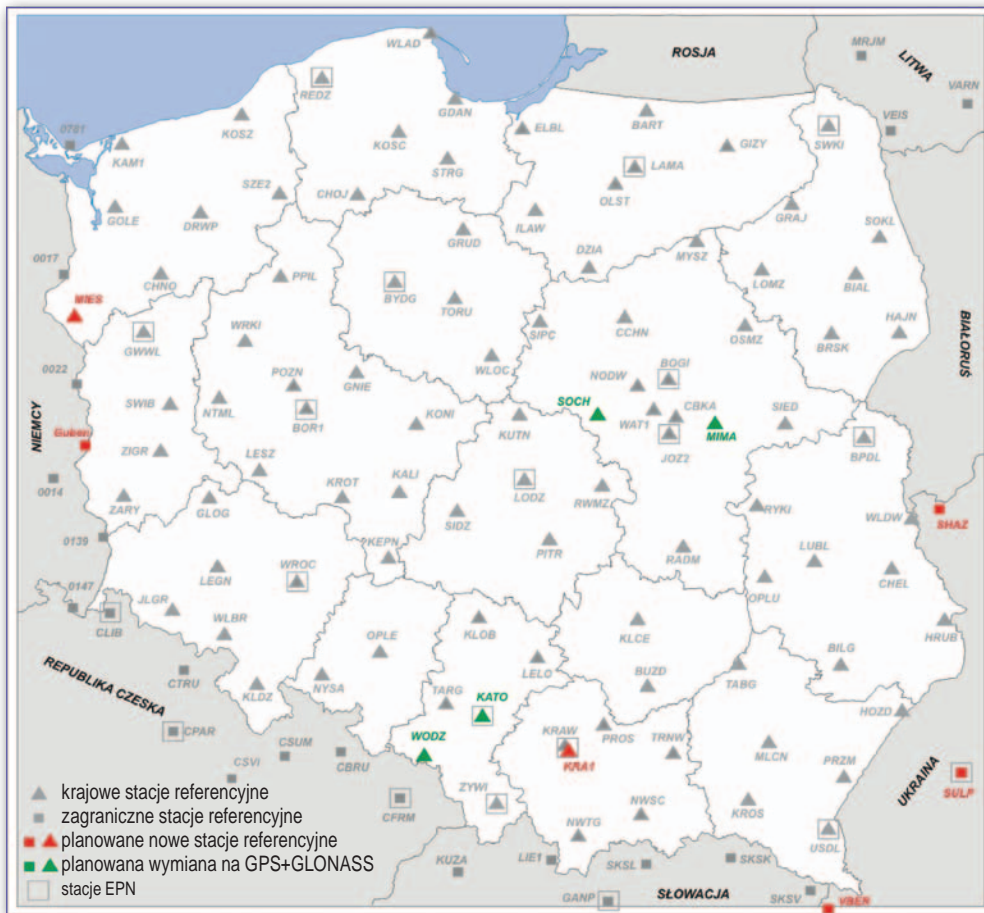
Warunkiem funkcjonowania naziemnych systemów referencyjnych jest ich ciągła modernizacja wynikająca zarówno z rozwoju technologii informatycznych, jak i rozszerzania się listy dostępnych sygnałów nawigacyjnych. W ASG-EUPOS szybko przybywa stacji mających możliwość wykorzystywania systemu GLONASS.

ARTUR ORUBA,  
MARCIN RYCZYWOLSKI,  
SZYMON WAJDA

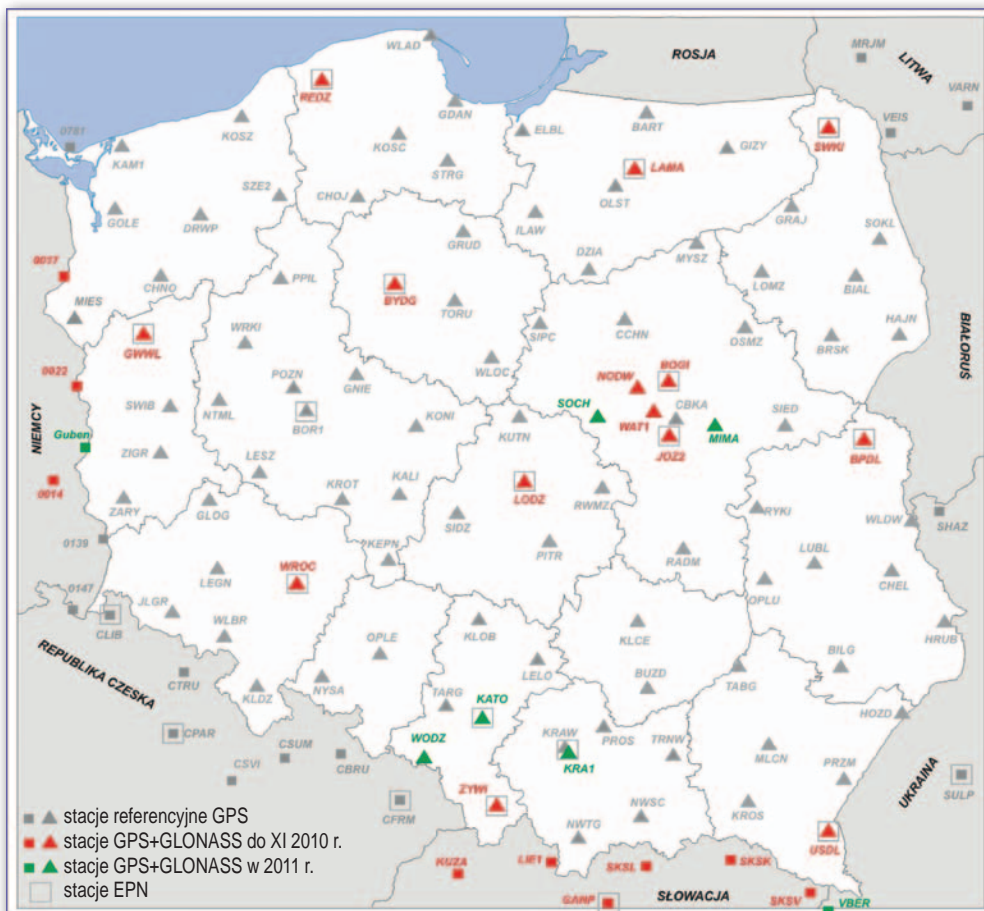
Na etapie realizacji projektu wielofunkcyjnego systemu precyzyjnego pozycjonowania satelitarnego ASG-EUPOS przyjęto, że jedynym w pełni operacyjnym, a zatem możliwym do praktycznego wykorzystania jest system NAVSTAR GPS. Założono również, że w przyszłości ASG-EUPOS korzystać będzie z Galileo jako podstawowego źródła sygnałów, a inne systemy GNSS będą pełniły funkcję wspomagającą. Pierwotne założenia pozostają ciągle aktualne, jednak implementacja sygnałów GLONASS przez producentów wysokiej klasy sprzętu pomiarowego, a także ciągły rozwój tego systemu (mimo utraty 3 satelitów



Rys. 1. Zdjęcia infrastruktury teleinformatycznej stacji MIES (Mieszkowice)



Rys. 2. Plan wymiany odbiorników i uruchomienia nowych stacji w ASG-EUPOS w roku 2011



Rys. 3. Stacje GPS+GLONASS w ASG-EUPOS w 2011 r.

w grudniu 2010 r. nadal zakłada się osiągnięcie pełnej operacyjności w roku 2011) uzasadniają rozbudowę funkcjonalności ASG-EUPOS także w tym kierunku.

## ● MODERNIZACJA STACJI REFERENCYJNYCH

W grudniu 2010 roku rozpoczęto wymianę sprzętu informatycznego w wybranych stacjach referencyjnych w okolicach Warszawy i Katowic na nowy, który umożliwia śledzenie sygnałów z systemów GPS i GLO-NASS. Stacje referencyjne zostały wytypowane w taki sposób, aby było możliwe uruchomienie w rejonie aglomeracji śląskiej i warszawskiej powierzchniowych serwisów czasu rzeczywistego opartych na obserwacjach GPS+GLONASS.

Wymianę odbiorników i anten zaplanowano na stacjach referencyjnych: KATO (Katowice – zrealizowano w grudniu 2010 r.), MIMA (Mińsk Mazowiecki), SOCH (Sochaczew) i WODZ (Wodzisław Śląski). Na ukończeniu są również prace nad włączeniem do ASG-EUPOS nowej dwusystemowej stacji EPN (EUREF Permanent Network) KRA1 (Kraków), która zastąpi dotychczas funkcjonującą w sieci stację KRAW.

Sprzęt pozyskany ze stacji KATO został wykorzystany do uruchomienia nowej stacji referencyjnej MIES w Mieszkowicach w woj. zachodniopomorskim (rys. 1), która po przeprowadzeniu testów oraz wyznaczeniu współrzędnych zostanie włączona do systemu. Równocześnie strona niemiecka uruchomi w Guben (tuż przy granicy polsko-niemieckiej) nową stację referencyjną, która na zasadzie transgranicznej wymiany danych zostanie włączona do ASG-EUPOS. Nowe stacje poprawią korzystanie z systemu wzdłuż zachodniej granicy Polski.

Sprzęt pozyskany ze stacji SOCH oraz MIMA zastąpi urządzenia Ashtech Micro-Z



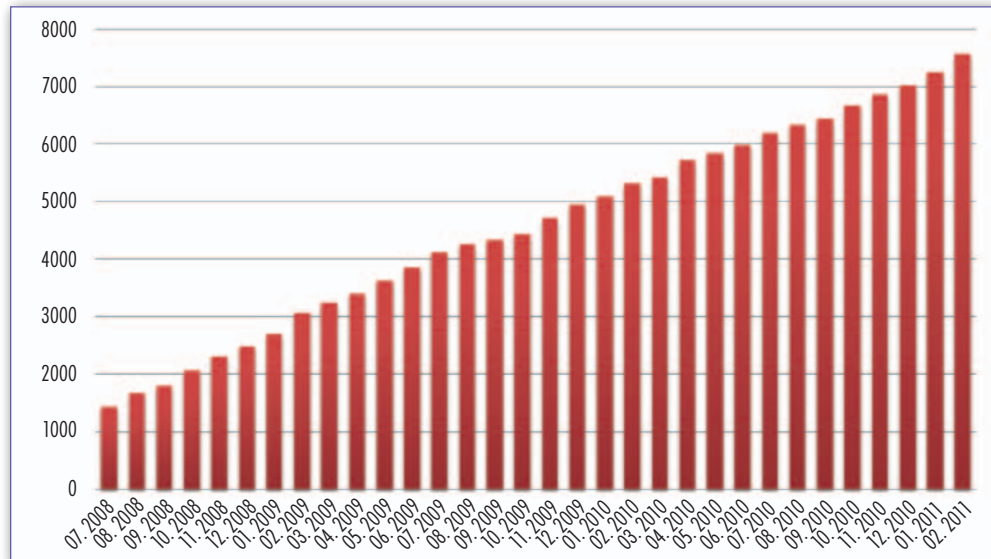
zainstalowane w 2003 roku w ramach projektu ASG-PL na stacjach referencyjnych w Kłobucku (KLOB) oraz w Tarnowskich Górach (TARG), a uwolnione odbiorniki Ashtech Micro-Z zostaną wykorzystane jako stacje monitorujące oraz jako stacje rezerwowe.

W 2010 r. włączono również do systemu 3 stacje referencyjne ukraińskiego systemu UA-EUPOS/ZAKPOS: SHAZ (Szack), SULP (Lwów) i VBER (Wielkie Berezne, jednak wyniki dotychczasowych testów nie pozwalały na ich produkcyjne wykorzystanie w serwisach systemu ASG-EUPOS. Mapki na rys. 2 i 3 przedstawiają plan modernizacji i rozbudowy sieci stacji referencyjnych ASG-EUPOS w 2011 r.

## ● URUCHOMIENIE SERWISÓW CZASU RZECZYWISTEGO GPS+GLONASS

Aby stało się możliwe uruchomienie w pełni funkcjonalnego serwisu powierzchniowego GPS+GLONASS, konieczna jest również rozbudowa oprogramowania obliczeniowego pracującego w centrum zarządzającym ASG-EUPOS. Aktualnie trwa realizacja II etapu umowy obejmującego wdrożenie oprogramowania Trimble VRS3Net w centrum w Katowicach i Warszawie. Prace związane z konfiguracją i testowaniem oprogramowania powinny zostać zakończone w kwietniu 2011 r. i wtedy zakładane jest również udostępnienie użytkownikom poprawek sieciowych GPS+GLONASS w serwisie NAWGEO. Nowe oprogramowanie obliczeniowo-zarządzające zapewni również:

- systematyczne rozszerzanie zasięgu serwisów czasu rzeczywistego GPS+GLONASS na obszary, na których będzie co najmniej 5 stacji dwusystemowych (a także możliwość korzystania z poprawek z pojedynczych stacji GPS+GLONASS),



Rys. 4. Liczba zarejestrowanych użytkowników systemu ASG-EUPOS

- implementację sygnałów Galileo w momencie ich udostępnienia,

- obsługę nowych sygnałów systemu GPS,

- poprawę dokładności działania usług w trudnych warunkach jonosferycznych,

- usprawnienie procesu zarządzania użytkownikami i administrowania systemem,

- dostęp użytkowników do własnych danych rejestracyjnych i statystyk użytkownika systemu,

- uruchomienie stacji monitorujących pracę systemu,

- zaawansowane funkcje kontroli stabilności stacji referencyjnych.

Ponadto na podstawie prawie trzydziestoletnich doświadczeń z ASG-EUPOS zostanie przeprowadzona ponowna weryfikacja pracy poszczególnych segmentów oprogramowania i na nowo zostaną poroździelane funkcjonalności na poszczególne serwery w centrach zarządzających. Optymalne rozłożenie modułów obliczeniowych zapewni stabilniejszą pracę całego systemu, skróci czas usuwania ewentualnych awarii oraz zwiększy dostępność serwisów systemu. Należy dodać, że nowe oprogramowanie zaspokoi potrzeby systemu ASG-EUPOS w następnych latach pod kątem rozwoju systemów GNSS oraz zapewni obsługę ciągle wzrastającej liczby użytkowników. Na

rys. 4 przedstawiono wykres obrazujący wzrost liczby zarejestrowanych użytkowników od momentu uruchomienia systemu.

Główny Urząd Geodezji i Kartografii, jako członek Międzynarodowego Komitetu Sterującego EUPOS, aktywnie działa w kierunku rozpoczęcia implementacji i testowania sygnału Galileo. W ramach funduszy strukturalnych UE przygotowywane są projekty mające na celu przetestowanie funkcjonalności i możliwości wykorzystania Galileo przez naziemne sieci stacji referencyjnych projektu EUPOS. Dodatkowo, w roku 2011 planowane jest uruchomienie modułu monitorowania usług czasu rzeczywistego systemu ASG-EUPOS, który – wykorzystując sieć stacji monitorujących i scentralizowane oprogramowanie – umożliwi informowanie administratorów i użytkowników systemu o występujących problemach z odbiorem poprawek sieciowych. W tworzonym systemie monitorowania planuje się wykorzystanie odbiorników Ashtech Micro-Z.

## ● INTEGRACJA OSNOWY PODSTAWOWEJ

Na przełomie marca i kwietnia 2008 r. przeprowadzony został pierwszy etap pomiarów GPS mających na

celu integrację podstawowej osnowy geodezyjnej na obszarze kraju ze stacjami referencyjnymi ASG-EUPOS. W jednej kampanii pomiarowej, poza stacjami referencyjnymi, pomierzone zostały punkty sieci EUREF-POL, EUVN i POLREF. Celem kampanii było sprawdzenie, czy punkty podstawowej osnowy geodezyjnej poprawnie realizują geodezyjny układ odniesienia EUREF 89. Przeprowadzone analizy wyników wyrównania wykazały rozbieżności pomiędzy realizacjami EUREF 89 opartymi na sieci EUREF-POL i POLREF oraz potwierdziły konieczność wykonania ponownego pomiaru i wyrównania tych sieci.

Kolejny etap kampanii pomiarowej GNSS rozpoczął się w ostatnim kwartale 2010 roku. Zaplanowane pomiary GNSS obejmowały głównie punkty POLREF niepomierzone w 2008 roku, a także nowo stabilizowane punkty ekscentryczne stacji referencyjnych oraz ich punkty kierunkowe (łącznie 482 punkty). Pomiary GNSS zostały przeprowadzone w okresie od 12 października do 14 grudnia 2010 roku i będą kontynuowane w pierwszym kwartale bieżącego roku. Łączną liczbę punktów przewidzianych do pomiaru w kampanii GNSS 2008 i 2010/2011 przedstawiono w tabeli na s. obok.

Pomierzona sieć składać się będzie łącznie z około 620 punktów, które zostaną wyrównane niezależnie przez trzy ośrodki: Centrum Badań Kosmicznych PAN, jednostkę wyłonioną w drodze postępowania przetargowego oraz centrum zarządzające ASG-EUPOS.

Dodatkowe prace związane z integracją osnowy polegają na wykonaniu geometrycznej niwelacji precyzyjnej na punktach ekscentrycznych, której wyniki w połączeniu z pomiarami GNSS (niwelacja satelitarna) pozwolą wyznaczyć wysokości normalne punktów odniesienia stacji referencyjnych. Wyniki pomiarów umożliwią włączenie stacji referencyjnych oraz ich punktów ekcentrycznych (pozwalających na nawiązanie geodezyjne przy wykorzystaniu klasycznych instrumentów geodezyjnych) do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. Należy pamiętać, że współrzędne stacji są określone w trzech układach odniesienia:

- wewnętrznym układzie odniesienia ASG-EUPOS monitorowanym przez system obliczeniowy i zgodnym z układem stosowanym w projekcie EUPOS,

- układzie odniesienia ETRF realizowanym przez stacje referencyjne EPN przenoszące system odniesienia ETRS 89 na obszar Polski,

- układzie odniesienia ETRF 89, w którym zostały wyrównane współrzędne punktów podstawowej osnowy poziomej.

Zakończenie wszystkich prac planowane jest na grudzień 2011 r. Do tego czasu będą w systemie ASG-EUPOS wykorzystywane współrzędne stacji określone przez wy-

konawcę systemu, dostępne poprzez stronę [www.asgeupos.pl](http://www.asgeupos.pl).

## ● SERWIS POSTPROCESSINGU

W styczniu 2011 r. została uruchomiona nowa wersja serwisu POZGEO oparta na oprogramowaniu Automatic Postprocessing for Trimble Application w wersji 1.65. W stosunku do poprzednich wersji zmieniono w nim kryteria decydujące o możliwości wykonania wyrównania. Powodem wprowadzenia nowej wersji było generowanie przez serwis POZGEO raportów z błędnie wyznaczonymi współrzędnymi oraz zawyżoną charakterystyką dokładnościową. Obecnie pliki obserwacyjne użytkowników poddawane są weryfikacji przy użyciu większej liczby parametrów.

Z doświadczeń zebranych w pierwszym miesiącu funkcjonowania nowego oprogramowania, w którym zostało obliczonych około 1900 plików, wynika, że serwis POZGEO zdaje w pełni egzamin w przypadku obserwacji wykonanych odbiornikami dwuczęstotliwościowymi L1/L2. Wyznaczenie współrzędnych z obserwacji wykonanych odbiornikami jednoczęstotliwościowymi L1 wymaga jednak wypracowania nowego podejścia do pomiarów i opracowania wyników. Obserwacje L1 – ze względu na brak drugiej częstotliwości – są bardziej podatne na wpływy atmosferyczne, głównie wynikające z aktywności jonosfery. Przekłada się to na ograniczone możliwości opracowania wektorów niezależnie od odległości wyznaczonego punktu od stacji referencyjnej. Najczęściej z rozwiązaniem typu „fixed” (prawidłowym) udaje się wy-

znaczyć wektory o długości do 20 km, powyżej tej odległości możliwości poprawnego rozwiązania wektora są już dużo mniejsze. Przy obecnej konstrukcji sieci, w której średnia odległość między stacjami referencyjnymi wynosi 70 km, nie jest możliwe oparcie rozwiązania na tak krótkich wektorach, a do uzyskania wiarygodnego rozwiązania w serwisie POZGEO wymagane są minimum 3 wektory.

Dla usunięcia występujących problemów podjęto działania zmierzające do rozdzielania procesów opracowania obserwacji L1 i L1/L2. Pierwszym etapem rozwoju oprogramowania w celu dostosowania go do odbiorników L1 będzie wprowadzenie do procesu wyrównania predykowanych modeli jonosfery, co pozwoli na opracowanie dłuższych wektorów, a także na uzyskanie większej spójności rozwiązania.

Drugim etapem będzie sprawdzenie możliwości wykorzystania wirtualnych stacji referencyjnych jako pomocniczych punktów nawiązania. Taka procedura opracowania danych jest jednak dopiero w fazie testowania. Poza algorytmem wyrównania, który podlegałby jedynie małym korektom, największą trudność sprawia określenie rzeczywistej dokładności wyznaczenia wirtualnej stacji referencyjnej – jej badanie w odniesieniu do stacji referencyjnych, z których była wygenerowana, nie zdaje w tym przypadku egzaminu. Należy mieć na uwadze, że do osiągnięcia zadowalającej niezawodności serwisu POZGEO przy opracowaniu krótkich serii obserwacji jest dłuższa droga niż w przypadku serwisów czasu rzeczywistego. Świad-

czy o tym pośrednio fakt, że jedynie w ASG-EUPOS jest oferowana usługa automatycznego postprocessingu dla krótkich sesji. Inne kraje uczestniczące w projekcie EUPOS nie udostępniają takiego serwisu.

## ● PRZEWAGA KORZYŚCI NAD KOSZTAMI

Przedstawione powyżej informacje nie odzwierciedlają wszystkich problemów, z jakimi stykają się na co dzień pracownicy centrum zarządzającego ASG-EUPOS. Mimo występujących awarii sprzętu oraz natłoku innych zadań udaje się im zapewnić nieprzerwane, poprawne funkcjonowanie systemu. Udaje się również podnosić poziom wiedzy wśród coraz większej liczby użytkowników serwisów ASG-EUPOS, w czym niemałą zasługę mają także dystrybutorzy sprzętu GNSS. Szkolenia i nieodpłatne świadczenia usług przyczyniają się do popularyzacji i rozwoju satelitarnych metod pomiarowych w kraju i przyspieszenia prac geodezyjnych i kartograficznych.

Oceniając miniony okres funkcjonowania systemu, należy z satysfakcją stwierdzić, że korzyści z jego stosowania przeważają nad kosztami. Istotne jest również, że podnoszone przez niektórych użytkowników problemy z dostępem do serwisów na tle całego spektrum działania ASG-EUPOS stanowią niewielki ułamek. Należy mieć nadzieję, iż opisane w artykule działania pozwolą wyeliminować większość występujących obecnie trudności ku zadowoleniu osób, które zainwestowały w zakup sprzętu GNSS, a także wszystkich, którzy przyczynili się do budowy systemu ASG-EUPOS.

LICZBA PUNKTÓW MIERZONYCH W KAMPANIACH GNSS						
Kampania GNSS	Liczba punktów					
	ASG-EUPOS	Ekscentry stacji	EUREF-POL	EUVN	POLREF	I klasa
2008	104	-	8	41	113	-
2010/2011	120/122	65/48	-	5/-	236/2	31/-

ARTUR ORUBA,  
MARCIN RYCZYWOLSKI,  
SZYMON WAJDA  
(Główny Urząd Geodezji  
i Kartografii)