

LABORATORIUM DGNSS/GIS POLPOS W RAMACH EUROPEJSKIEGO SYSTEMU EUPOS

DGNSS/GIS POLPOS LABORATORY WITHIN THE FRAMEWORK OF EUROPEAN EUPOS SYSTEM

**Andrzej Fellner², Janusz Śledziński³, Paweł Trómiński¹,
Józef Zajac¹**

¹ Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

² Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP

³ Politechnika Warszawska

Słowa kluczowe: system, GNSS, GIS, EUPOS, nawigacja, łączność, zarządzanie
Keywords: system, GNSS, GIS, EUPOS, navigation, communication, management

Dynamiczny rozwój naukowo-techniczny determinuje znaczenie nawigacji – dyscypliny naukowej, która stanowi system wiedzy o prowadzeniu obiektów jako systemów ergonomicznych, przemieszczających się w ziemskiej ekosferze. Zaznaczyć należy, że to przemieszczanie i kierowanie obiektami rozpatrywane jest jako jednolity proces informacyjno-decyzyjny zapewniający: dokładne, niezawodne i bezpieczne osiągnięcie funkcji celu tego przemieszczania. Toteż nawigacja jako interdyscyplinarna dziedzina wiedzy obejmuje całość kształtu wiedzy teoretycznej i praktycznej niezbędnej do prowadzenia obiektów w ekosferze ziemskiej, wyznaczania optymalnych tras, planowania i zastosowania niezbędnej infrastruktury. Natomiast o interdyscyplinarności nawigacji najlepiej świadczy fakt, że włączone w obszar jej zainteresowania zostały różnorodne techniki i technologie np. GIS, RTK, DGPS, a trwające i podejmowane prace naukowo-badawcze zmierzają w kierunku stosowania systemu GNSS (rys. 2).

Konieczność nowego spojrzenia na zarządzanie ruchem lotniczym z uwzględnieniem zdobytych naukowo-technicznych, doprowadziła w konsekwencji do opracowania światowej strategii zarządzania ruchem lotniczym „Air Traffic Management Strategy for the years 2000+”, która ma być zrealizowana w trzech pięcioletnich etapach do 2015 roku w celu jednolitego zarządzania ruchem lotniczym. Prezentowana strategia oprócz wskazywania niezbędnych do podjęcia działań, podkreśla perspektywiczną konieczność stosowania systemów GIS, RTK DGPS, DGNSS. Jednak przedstawione przedsięwzięcia w „Air Traffic Management Strategy for the years 2000+” mimo, że są bardzo korzystne dla zarządzania ruchem lotniczym, aby doczekać się pełnej realizacji musiały uzyskać formalną akceptację i zostać zaimplementowane w każdym państwie. Przewidywano, że implementacja ta nie będzie łatwym przedsięwzięciem, bowiem zakres przedsięwzięć w przedstawionym dokumencie, które po-

winy być zrealizowane wymagają wykonania ogromnych prac organizacyjnotechnicznych i poniesienia znacznych kosztów. W związku z tym na bazie „Air Traffic Management Strategy for the years 2000+” opracowany został dla krajów europejskich program standaryzacji, implementacji i harmonizacji działań „European Convergence and Implementation Plan 2004–2008”. W oparciu o ten dokument każdy kraj został zobligowany do opracowania i realizowania własnego – lokalnego programu standaryzacji, implementacji i harmonizacji działań „Local Convergence and Implementation Plan”. Polska również uczestniczy w tym programie i podejmuje działania wynikające z „Local Convergence and Implementation Plan – Poland 2005–2009”.

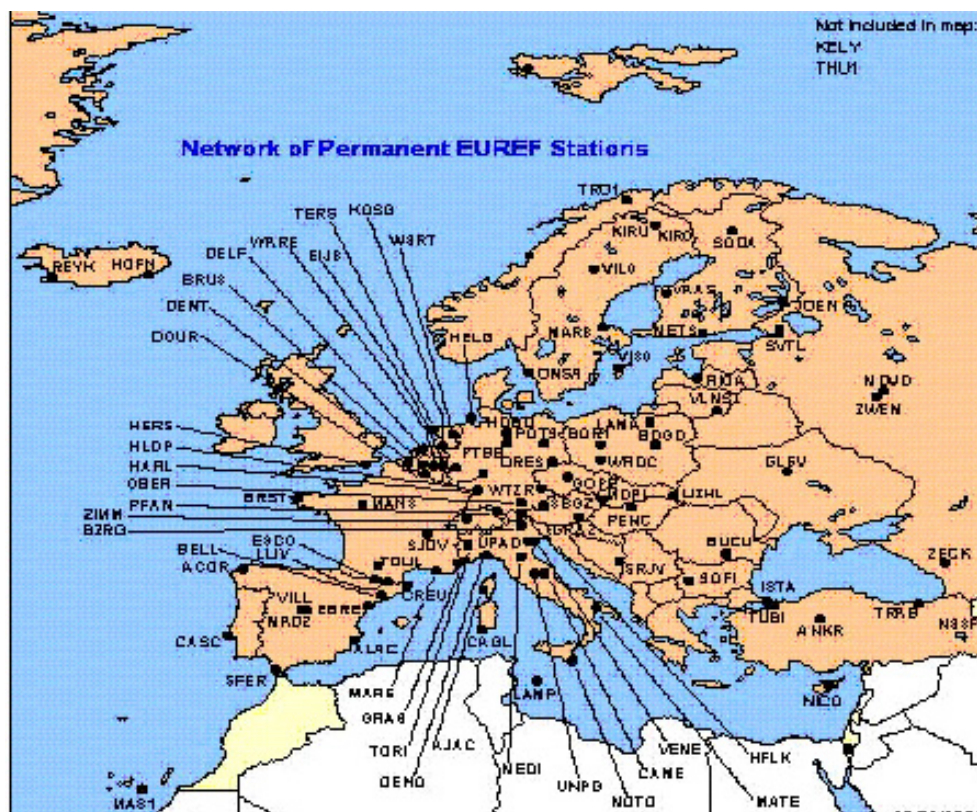
Priorytetowo traktowane są również na forum międzynarodowym zagadnienia związane z implementacją systemu GNSS (*Global Navigation Satellite System*), realizacją programu „Jednolitego Europejskiego Nieba – SES (*Single European Sky*), funkcjonowania światowej sieci stacji IGS (*International GPS Service*) oraz rozwijania programu EUPOS (*European Position Determination System*). Taki stan rzeczy determinują podpisane umowy międzynarodowe, konieczność realizowania postanowień zawartych w dokumentach normatywnych m.in. „ANNEX 10 TO THE CONVENTION ON INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION”. Na forum europejskim pojawiają się już podstawy prawne, do których zalicza się m.in. cztery rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej, wszystkie z dnia 10 marca 2004 r., oznaczone odpowiednio: Nr 549/2004 – „The Framework Regulation”, Nr 550/2004 – „The Provision Regulation”, Nr 551/2004 – „The Airspace Regulation”, Nr 552/2004 – „The Interoperability Regulation”.

Sekcja Sieci Geodezyjnych Komitetu Geodezji Komisji Geodezji Satelitarnej Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych Polskiej Akademii Nauk w 2000 r. wykonała ekspertyzę „Techniczno-ekonomiczne uwarunkowania wykonalności geodezyjnego systemu stacji permanentnych GPS (CORS-PL) dla potrzeb krajowej służby geodezyjnej i kartograficznej”. Przedstawiono w niej Międzynarodową Służbę GPS (*International GPS Service*) ze szczególnym uwzględnieniem: sieci permanentnych stacji EUREF, systemów regionalnych i krajowych (funkcjonujących w Republice Czeskiej, Austrii, Wielkiej Brytanii, Szwecji – SWEPOS, Niemczech – SAPOS, Szwajcarii – SWIPOS, USA – CORS oraz w Polsce). W ekspertyzie zawarty również został przewidywany rozwój europejskich systemów satelitarnych – projekty EGNOS i Galileo. Na tej bazie dokonano analizy aktualnego i prognozowanego zapotrzebowania naszego kraju na tworzenie permanentnych stacji referencyjnych oraz na dane i usługi związane z GSSP (przewidywani użytkownicy tego systemu w Polsce, ich kwalifikacje i niezbędne wyposażenie). Mimo, że idea tworzenia permanentnych stacji i permanentnych sieci GPS (np. w rejonach o dużej aktywności sejsmicznej) powstała w latach osiemdziesiątych, to praktyczna realizacja geodezyjnych systemów takich stacji rozpoczęła się w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych i trwa nadal. Wśród celów przyświecających koncepcji zakładania permanentnych stacji GPS należy wymienić:

- umożliwienie zespołowi pomiarowemu, dysponującemu pojedynczym odbiornikiem GPS, wyznaczenie pozycji z wymaganą dokładnością w dowolnym rejonie kraju (oszczędność inwestycyjna, czasowa, kosztowa);
- dostarczenie obserwacji nadliczbowych przy każdorazowym wyznaczaniu pozycji, niezależnie od liczby odbiorników GPS, uczestniczących w pomiarze (zwiększenie wiarygodności pomiaru, a także oszczędność czasu i zmniejszenie kosztów);
- dowiązanie pomiarów do krajowego systemu odniesienia bez konieczności wykonywania pomiarów na punktach osnowy (oszczędność czasu i zmniejszenie kosztów);

- dostarczenie danych do monitorowania regionalnych i lokalnych procesów geodynamicznych (możliwość monitorowania kinematyki układu odniesienia oraz stworzenia warunków do prowadzenia badań geodynamicznych);
- umożliwienie lokalnego i regionalnego modelowania jonosfery i troposfery.

Czynnikiem determinującym tworzenie i funkcjonowanie geodezyjnych systemów permanentnych stacji GPS, było utworzenie w 1994 roku światowej sieci permanentnych stacji Międzynarodowej Służby Geodynamicznej – IGS (*International GPS Service For Geodynamics*), noszącej obecnie nazwę Międzynarodowej Służby GPS (*International GPS Service*). Natomiast dzięki włączeniu sieci IGS do Międzynarodowej Służby Ruchu Obrotowego – IERS (*International Earth Rotation Service*) nastąpiła znakomita poprawa parametrów definiujących Międzynarodowy Ziemiński Układ Odniesienia – ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*). Permanentne obserwacje GPS przyczyniły się do rozwinięcia przez IGS własnej służby efemerydalnej, zapewniającej dokładność orbity finalnej rzędu 5 cm. Istotnym impulsem do tworzenia permanentnych stacji GPS w krajach europejskich było powstanie w 1996 roku permanentnej sieci GPS EUREF (rys. 1), której punkty definiują Europejski Ziemiński Układ Odniesienia – ETRF'89 (*European Terrestrial Reference Frame 89*). W konsekwencji tworzenie krajowych sieci stanowi naturalne zagęszczenie sieci europejskiej.



Rys. 1. Europejska sieć permanentnych stacji EUREF

Natomiast dokonana analiza stanu geodezyjnych istniejących systemów permanentnych stacji GPS wskazuje, że tworzone tam permanentne sieci mają charakter wielofunkcyjny, więc poza umożliwieniem dostępu do posiadanych zbiorów, wyników obserwacji poprzez internet, oferują one także inne usługi użytkownikom korzystającym z technik DGPS i RTK. Analiza wykazała też, że istotny wpływ na tworzenie i funkcjonowanie geodezyjnych systemów permanentnych stacji GPS mają krajowe służby geodezyjne i kartograficzne, współdziałając z szerokim wachlarzem zainteresowanych resortów i instytucji.

Czynniki techniczno-technologiczne (ogólna dostępność technik i technologii satelitarnych, praktyczna informatyzacja każdej sfery działalności człowieka, zaawansowane oprogramowanie, sztuczna inteligencja, instalowanie użytkownikom zintegrowanych odbiorników) oraz użytkowe (zapotrzebowanie na precyzyjne dane; zagęszczenie komunikacyjnych szlaków i potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa; ekonomiki, elastyczności; precyzja prowadzenia akcji poszukiwawczo-ratowniczych, walka z klęskami żywiołowymi; turystyka i rekreacja; transport i komunikacja; łączność; ochrona środowiska) spowodowały, że od 2002 r. rozwijana jest Europejska Sieć Wielofunkcyjnych Stacji Referencyjnych GNSS (*European Network of Multifunctional Reference Stations*) – EUPOS (rys. 3). Z założenia EUPOS będzie bazował na standardach systemu Galileo, ale także możliwe jest korzystanie z innych dostępnych sygnałów np. GPS, GLONASS, EGNOS. Stacje permanentne są rozmieszczane sukcesywnie w promieniu 70 km, a ich współrzędne wyznaczone w oparciu o ETRS 89 i inne konwencjonalne geodezyjne systemy odniesienia poprzez punkty europejskiej sieci EUREF. W polskiej sieci wielofunkcyjnych stacji referencyjnych GNSS – POLPOS (*Polish Position Determination System*), stanowiącym integralną część systemu EUPOS, planowanych jest 75 stacji, które powinny zapewniać trzy zasadnicze typy usług: EUPOS DGNSS (w czasie rzeczywistym lub postprocesingu z submetrową dokładnością), EUPOS RTK (w czasie rzeczywistym z centymetrową dokładnością), EUPOS Geodetic (dla precyzyjnych potrzeb geodezyjnych).

Projekt europejskiej sieci wielofunkcyjnych stacji referencyjnych – EUPOS zainicjowany został podczas pierwszej konferencji “Multifunctional GNSS Reference Station System for Europe” (4-5 marzec 2002 r., Berlin, Niemcy). Ustanowiono wtedy, że musi istnieć sieć wielofunkcyjnych stacji odniesienia GNSS w krajach centralnej i wschodniej Europy, a projekt ten uzyskał poparcie Europejskiej Akademii Urbanizacji Środowiska. Dla potrzeb koordynacji przedsięwzięć powołany został Komitet Sterujący, który postanowił, że sieć EUPOS będzie liczyć około 420 stacji rozmieszczonych (tabela) w 14 państwach europejskich (Bosnia i Hercegowina, Bułgaria, Estonia, Federacja Rosyjska, Litwa, Łotwa, Mołdawia, Niemcy, Polska, Republika Czeska, Rumunia, Serbia i Czarnogóra, Słowacja, Słowenia, Węgry). Kolejne konferencje Komitetu Sterującego przyczyniły się do nadania temu projektowi ostatecznego kształtu (lipiec 2002 – Warszawa, listopad 2002 – Sofia, czerwiec 2003 – Ryga, listopad 2003 – Berlin, czerwiec 2004 – Bratysława, listopad 2004 – Sofia, kwiecień 2005 – Praga). Przyjęte zostały następujące założenia:

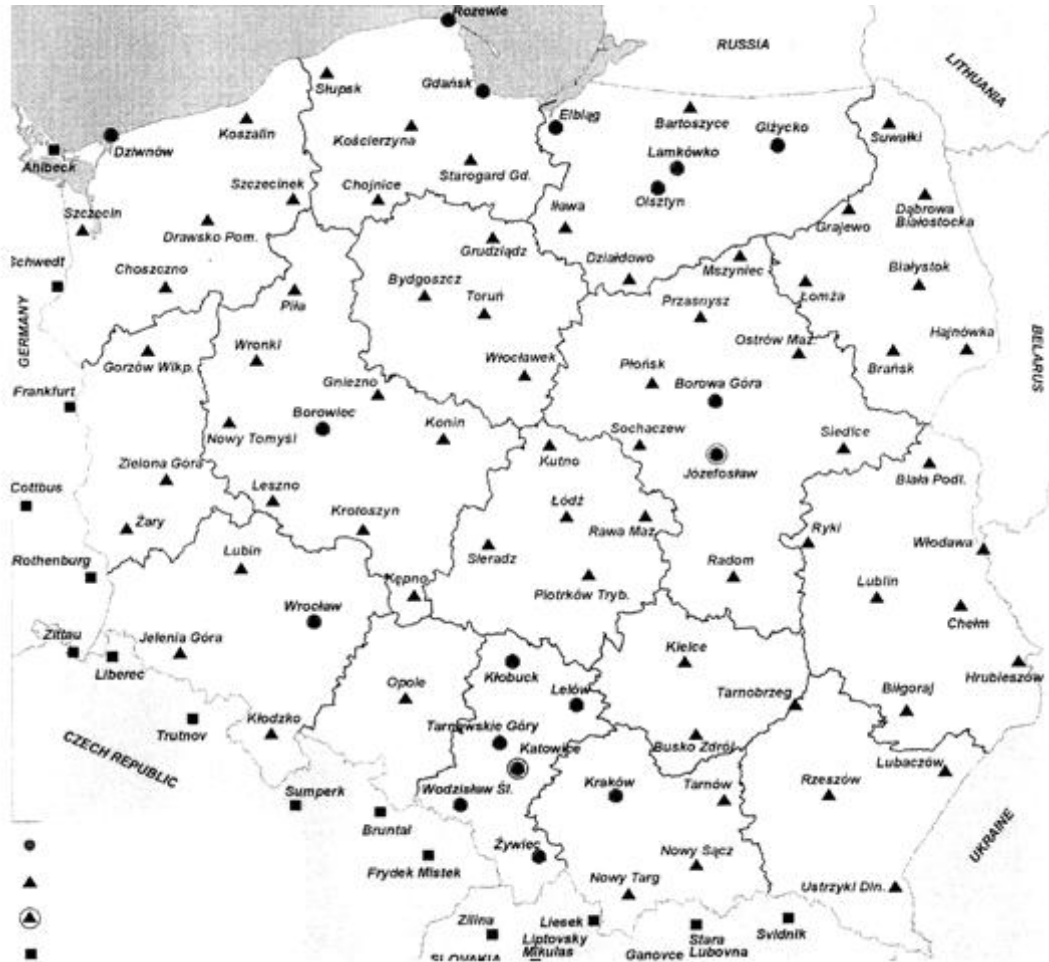
- stacje EUPOS trwale będą działały jako wielofunkcyjne stacje odniesienia DGNSS;
- średnia odległość pomiędzy stacjami powinna wynosić około 70 km (większa gęstość wymagana w wielkich aglomeracjach miejskich);
- istniejące systemy stacji odniesienia (np. EUREF, IGS) zostaną włączone do sieci EUPOS;
- współrzędne stacji będą określone z wysoką precyzją, zarówno w ETRS’ 89, jak i w konwencjonalnych geodezyjnych systemach odniesienia;

Tabela. Zestawienie wybranych danych programu EUPOS Parametry

Państwa	Obszar [km ²]	Liczba planowanych referencyjnych stacji	Zagęszczenie stacji [s/10 000 km ²]	Średnia odległość pomiędzy stacjami [km]
Bośnia i Hercegowina	51 100	12	2,3	65
Bułgaria	110 990	23	2,1	70
Republika Czeska	78 870	16	2,0	70
Estonia	45 100	13	2,2	70
Węgry	93 030	19	2,0	70
Łotwa	64 500	14	2,0	70
Litwa	65 200	13	2,0	70
Macedonia	25 710	8	2,0	70
Polska	312 680	75	2,3	70
Rumunia	237 500	48	2,0	70
Rosyjska Federacja	17 075 000	150	–	30- 100
Serbia i Czarnogóra	88 360	18	2,0	70
Słowacja	49 040	12	2,0	70
Słowenia	20 250	8	2,0	70
Sumaryczna wartość	1 242 230 (bez Rosji)	429	2,0	70

- sieć stacji EUPOS będzie używać jako standardu podstawowego sygnałów systemu satelitarnego Galileo, a sygnały GPS przyjęto jako podstawowy standard aż do kompletnej dostępności systemu Galileo;
- wysoką jakość geodezyjną systemu GNSS zapewnią odbiorniki dwuczęstotliwościowe, w które wyposażane są stacje odniesienia sieci EUPOS;
- poszczególne stacje odniesienia będą łączone w sieć.

Zasadne jest podanie, że obecnie w naszym kraju funkcjonuje już 18 stacji referencyjnych DGPS w ramach EUPOS, a w najbliższym czasie przewiduje się uzupełnienie tej sieci o dalszych 57 stacji (rys. 4). W najbliższym czasie uruchomione zostaną następne. W związku z tym 15 lutego 2005 r. zorganizowane zostało przez Państwową Wyższą Szkołę Zawodową (PWSZ) w Chełmie seminarium „Wykorzystanie technik satelitarnych w nawigacji oraz w systemach informacji geograficznej”, a już w kwietniu powstało laboratorium informacji geograficznej, korzystające z zakupionego w firmie ESRI oprogramowania i stanowiące załączek regionalnego ośrodka systemu informacji geograficznej (GIS). Podjęte działania doprowadziły do tego, że w maju Departament Geodezji, Kartografii i Systemów Informacji Geograficznej GUGiK, po przeprowadzonych badaniach lokalizacyjnych, uwzględnił w projekcie technicznym systemu ASG-EUPOS lokalizację na terenie PWSZ stacji referencyjnej systemu ASG-EUPOS (rys. 5, 6). Również w tym samym czasie EUROCONTROL zobowiązała się, że przekaze do testowania PWSZ w Chełmie odbiorniki użytkownika systemu satelitarnego EGNOS w celu dokonania odpowiednich badań. Od września trwa wyposażanie dwóch laboratoriów (GIS – rys. 7 i GNSS – rys. 8). Od listopada trwa integrowanie tych



Rys. 4. Istniejące i planowane stacje polskiej sieci POLPOS w ramach EUPOS

laboratoriów (GIS, GNSS) w PWSZ poprzez sieć LAN. W następnym roku, po wykonaniu przedsięwzięć związanych z przeszkoleniem użytkowników, planowane jest, już z zastosowaniem sieci WAN, przystąpienie do udostępniania wyników pracy tych laboratoriów dla potrzeb potencjalnych użytkowników. Z przyjętych założeń wynika, że laboratoria GIS/RTK DGNS w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Chełmie umożliwią testowanie oprogramowania związanego z geoinformacją oraz podejmowanie badań związanych z metodami połączenia danych pochodzących z systemów informacji geograficznej z danymi uzyskiwanymi z Europejskiej Sieci Wielofunkcyjnych Stacji Referencyjnych GNSS, w celu zbierania, archiwizowania, przetwarzania (dokonywania analiz sieciowych i przestrzennych) i udostępniania tych danych użytkownikom poprzez powstającą polską sieć stacji referencyjnych – POLPOS.



Rys. 5. Budynek PWSZ w Chełmie, wybrany do założenia anteny dla RTK DGPS



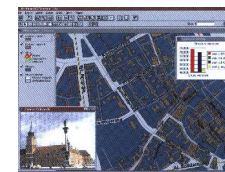
Rys. 6. Dokonywanie pomiarów dostępności sygnałów satelitarnych na dachu PWSZ w Chełmie



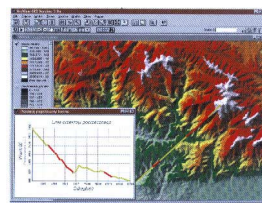
ANALIZY SIECIOWE



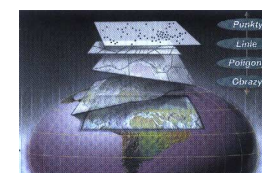
INTEGRACJA DANYCH



MAPY TEMATYCZNE



ANALIZY PRZESTRZENNE



PRZESTRZEN

Rys. 7. Laboratorium GIS



Rys. 8. Laboratorium GNSS

Literatura

- Ćwiklak J., Fellner A., Śledziński J., Trómiński P., Zając J., 2005: EGU General Assembly, Precision Approach by Polish Aviation Differential GPS-POLPOS.
- Fellner A., Olszanowski G., Trómiński P., 2005: Laboratorium transformacji danych ze stacji referencyjnej ASG-PL/EUPOS w PWSZ w Chełmie, Działania PWSZ w Chełmie w dziedzinie propagowania GIS, PWSZ.
- Fellner A., Śledziński J., Trómiński P., Zając J., 2005: Europejski system EUPOS w laboratorium DGNSS/GIS Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w ramach ogólnie dostępnego systemu POLPOS, PWSZ.
- Fellner A., Trómiński P., 2005: GIS EPOS w internecie, PWSZ .
- Fellner A., Zając J., 2005: System CNS/ATM w programie Single European Sky, AM .
- Materiały z posiedzeń grup roboczych CNS/ATM NATMC, 2005, NATO/EUROCONTROL.
- Materiały z posiedzeń Zespołu ds. Wdrożenia Nawigacji Satelitarnej (ZWNS) w celu opracowania „Strategii nawigacyjnej dla Polski 2004–2015”.

Summary

Four European Parliament and European Council Resolutions of 10 March 2004 (No. 549/2004 The Framework Regulation, No. 550/2005 The Provision Regulation, No. 551/2004 The Airspace Regulation, and No. 552/2004 The Interoperability Regulation) obliged Member States to implement GNSS (Global Navigation Satellite System). Additional guidelines can be found in Annex 10 to the Convention of International Civil Aviation. In view of the above, a document on the realization of these Resolutions, entitled Local Convergence and Implementation Plan – Poland 2005-2009 has been prepared in our country. Poland treats the issues connected with GNSS implementation with priority which is confirmed by the fact that an ordinance on the issue in question is being prepared by the Minister of Transport (Infrastructure).

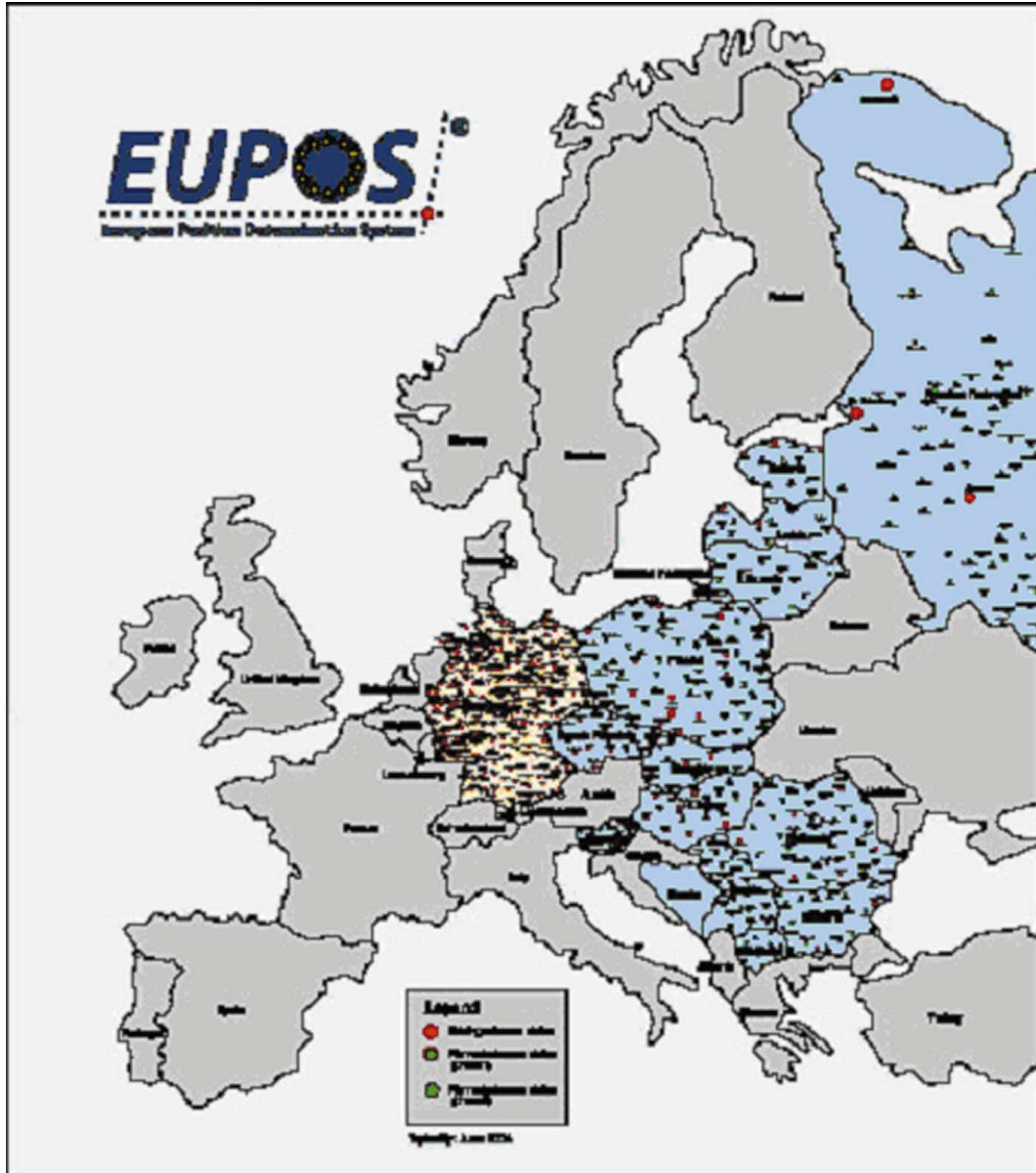
Since 2002 European Network of Multifunctional Reference GNSS Stations (EUPOS – European Position Determination System) has been developed, and ultimately it is going to have 420 stations deployed in 14 countries. It is assumed that EUPOS will be based on Galileo system standards, but it will also be possible to make use of other available signals, like for example GPS, GLONASS, and EGNOS. Permanent stations are successively deployed within the radius of 70 km. Their coordinates are marked by means of EUREF points, taking into account ETRS 89 and some other conventional geodetic reference systems. Within the framework of the Polish Multifunctional Reference GNSS Stations Network i.e. POLPOS (Polish Position Determination System), which holds a central position of the EUPOS system, it is planned to have 75 stations that in turn should provide three fundamental types of services, mainly EUPOS DGNS (in real times or post-processing with submeter accuracy), EUPOS RTK (in real time with centimeter accuracy), and EUPOS Geodetic (for accurate geodetic needs).

Nowadays, 18 reference stations within the framework of EUPOS operate in our country. Some new ones will be established in the future, including in the State Higher School of Vocational Education in Chelm. Accordingly, new GIS/RTK DGNS laboratory has been created. The aim of the laboratory is to perform tests on geoinformation software as well as make research on procedures to link this information with the data provided by European Network of Multifunctional Reference GNSS Stations. As a result, it will be used to collect, record, process (perform network and spatial analyses), and make the data available to users by means of the new Polish Multifunctional Reference GNSS Stations Network i.e. POLPOS.

Józef Zajac
jzajac@kul.lublin.pl
tel. (0-82) 565 88 94

Andrzej Fellner
afellner@o2.pl
tel. (0-22) 682 11 05

Paweł Trómiński
ptrominski@interia.pl
tel. (0-82) 565 88 94;



Rys. 3. Program EUPOS