

prof. dr hab. inż. Janusz B. ZIELIŃSKI

Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych w Dęblinie

Wydział Lotnictwa

Katedra Nawigacji Lotniczej

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DLA LOTNICTWA W POLSCE SYSTEMÓW GALILEO I EGNOS

Streszczenie

Pod koniec XX wieku satelitarne systemy nawigacyjne wkroczyły zdecydowanie na pokłady statków powietrznych. Przoduje w tym amerykański system GPS, który także stał się popularnym narzędziem używanym w wielu dziedzinach życia codziennego. Wspólnota Europejska oraz Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) przystąpiły do prac nad utworzeniem własnego, niezależnego systemu satelitarnego, o funkcjach podobnych do GPS. Prace koncepcyjne i projektowe nad systemem rozpoczęły się już na początku lat dziewięćdziesiątych; polityczne poparcie dla projektu i formalne decyzje pojawiły się później. W 1999 r. Rada Unii Europejskiej podkreśliła strategiczne znaczenie programu nawigacji satelitarnej i poprosiła Komisję Europejską o powzięcie wszelkich kroków do jego implementacji – wtedy też powstała nazwa Galileo. Oczekuje się, że dzięki temu Europa dysponować będzie systemem niezależnym od USA, wspierającym wiele dziedzin gospodarki i nauki, w tym lotnictwa. Uzupełnieniem, a jednocześnie prekursorem Galileo jest system wspomagający EGNOS, którego głównym przeznaczeniem jest zastosowanie w lotnictwie. Ten system jest już operacyjny i w różnym stopniu wdrożony w krajach Unii Europejskiej. Również w Polsce trwa jego wprowadzanie do użytku.

Słowa kluczowe: nawigacja lotnicza, systemy satelitarne, systemy wspomagające, serwisy systemu Galileo, serwisy systemu EGNOS

Wstęp

W 2004 roku Polska stała się członkiem Unii Europejskiej, w związku z tym stała się również formalnie jednym z przyszłych właścicieli systemu Galileo. Już od pierwszych momentów powstawania projektu Galileo – Polska była nim bardzo zainteresowana. Jednakże możliwości naszego zaangażowania się były ograniczone, ponieważ nie będąc członkiem ESA (ang. *European Space Agency*) oraz jeszcze przed przystąpieniem do UE (Unia Europejska) Polska nie miała podstaw prawnych, by uczestniczyć w pracach związanych z systemem Galileo i podejmowania jakichkolwiek decyzji. Jednak dzięki dawnym kontaktom między Polską a ESA oraz profesjonalnej współpracy z jednostkami naukowymi z różnych krajów, nasz wkład w pracę nad systemem Galileo stał się możliwy.

W czym system Galileo będzie lepszy od systemu GPS (ang. *Global Positioning System*)? Po pierwsze będzie on posiadał solidny fundament polityczny i prawny. GPS jest systemem znajdującym się pod wyłączną kontrolą jednego kraju, czyli USA i nie

podlega żadnym konwencjom oraz traktatom. Natomiast Galileo jest systemem międzynarodowym, który podlega regułom opracowanym przez członków UE oraz porozumieniom zaakceptowanym przez inne kraje zainteresowane tym projektem. Istotnym nowym elementem prawnym będzie odpowiedzialność systemu Galileo za wszelkiego rodzaju awarie i zakłócenia sygnału.

Skrócony opis systemu Galileo

Galileo jest projektowany jako system globalny, pokrywający także obszary okołobiegunowe. Konstelacja satelitów Galileo składać się będzie docelowo z 30 obiektów, w tym 24 operacyjnych i 6 tzw. zapasowych. Rozmieszczone będą w 3 płaszczyznach orbitalnych, na wysokości średniej 23 222 km nad powierzchnią Ziemi. Rektascenzje węzłów wstępujących różnią się o 120° , nachylenie orbit do płaszczyzny równika 56° . Okres obiegu po orbicie $14^h 04^m$, co daje powtarzalność śladu trajektorii na powierzchni Ziemi co 10 dni. Aparatura pokładowa satelitów to przede wszystkim zestaw zegarów – PHM (ang. *Passive Hydrogen Maser*), zapewniający długookresową stabilność częstotliwości rzędu 10^{-15} oraz RAFS (ang. *Rubidium Atomic Frequency Standard*) o stabilności krótkookresowej $5.0 \cdot 10^{-14}$ na 10 000 sek. Na każdym obiekcie znajdują się dwie pary tych zegarów. Naziemny segment kontrolny ma się składać z trzech rodzajów stacji: TT&C komunikacyjno-kontrolnych, przesyłania komunikatów (ang. *uplink stations*) i pomiarowych/monitorujących (ang. *Ground Sensor Stations*). Te pierwsze służą do komunikacji z segmentem kosmicznym – przesyłania komend, kontroli obiektu kosmicznego w tym aparatury pokładowej, te drugie do ładowania komunikatów nawigacyjnych. Przewiduje się uruchomienie 5 stacji TT&C i 9 stacji Uplink. Stacje pomiarowo-monitorujące mają za zadanie ciągły odbiór sygnałów pomiarowych dla wyznaczania parametrów orbit, utrzymywania układu odniesienia i zbierania danych do realizacji głównego celu, tj. wyznaczania pozycji, nawigacji i czasu. Sieć tych stacji nie jest jeszcze zdefiniowana, prawdopodobnie będzie liczyć około 40 punktów. Do tego dochodzą dwa centra kontrolne, które będą pracować niezależnie, aby móc się wzajemnie zastępować – Fucino (Włochy) i Oberpfaffenhofen (Niemcy). Galileo ma do dyspozycji następujące pasma częstotliwości: E1 – 1575.420 MHz, E5 – 1191.795 MHz, E6 – 1278.750 MHz. Pasma te są jeszcze dzielone na subpasma, w których stosowane są różniące się modulacje i przenoszone są różne informacje.

Istotną sprawą jest termin wejścia systemu Galileo do operacyjnego wykorzystania. Aktualnie (luty 2017 r.) na orbitach znajduje się 18 satelitów, z czego 11 działa prawidłowo i może być wykorzystywanych. Cztery następne są w fazie testowania na orbicie, zaś dwa są umieszczone na zniekształconych orbitach z powodu błędu przy wynoszeniu. W dniu 15 grudnia 2016 r. Komisja Europejska, reprezentowana przez Komisarz Elżbietę Bieńkowską, ogłosiła rozpoczęcie tzw. (ang.) *Initial Services Capability*, co oznacza rozpoczęcie operacyjnego wykorzystywania systemu. Zakończenie budowy pełnej konstelacji przewidywane jest na rok 2018, następnie kolejny rok potrwa testowanie i certyfikacja systemu. Można więc spodziewać się, że w roku 2020 Galileo zostanie uznane za system w pełni operacyjny. Niestety w styczniu 2017 r. nadeszły również złe wiadomości dotyczące nieprawidłowego funkcjonowania zegarów na satelitach. Ponieważ jednak na każdym obiekcie znajdują się 4 zegary, żaden z satelitów nie został wyłączony ze służby. ESA obiecuje, że nie opóźni to realizacji programu.

Planowane jest, iż Galileo będzie oferować cztery rodzaje usług:

- **Open Service** jest tworzony z myślą o masowym odbiorcy. Zapewniać będzie powszechnie dostępny sygnał, który posłuży do wyznaczania pozycji z ograniczoną dokładnością. Usługa ta będzie darmowa. Dzięki zgodności zasadniczych parametrów odbiorniki mogące pracować jednocześnie z systemami GPS i Galileo staną się bardzo popularne. Charakterystykę tego serwisu według dokumentacji z 2009 r. przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Dokładności Galileo OS

Pojedyncza częstotliwość	$m_h = \pm 15 \text{ m}$	$m_v = \pm 35 \text{ m}$	$m_t = \pm 30 \text{ ns}$
Podwójna częstotliwość	$m_h = \pm 4 \text{ m}$	$m_v = \pm 8 \text{ m}$	$m_t = \pm 30 \text{ ns}$

Źródło: opracowanie własne.

- **Commercial Service** przeznaczony jest dla użytkowników o wysokich wymaganiach pod względem jakości sygnału, dlatego też będzie to serwis płatny. Będzie on składał się z dwóch zaszyfrowanych sygnałów, które dodane zostaną do sygnału powszechnie dostępnego. Dostęp do zakodowanego sygnału będzie na poziomie odbiornika przy użyciu odpowiedniego klucza dostępu.
- **Public Regulated Service** zaprojektowany został z myślą o służbach państwowych, takich jak policja, straż pożarna, pogotowie ratunkowe i wojsko. Będzie on kontrolowany przez organy administracyjne. Ta usługa jest istotna z punktu widzenia obronności. Wprawdzie system zdefiniowany jest jako cywilny, jednakże parametry serwisu PRS predestynują go do wykorzystywania w zadaniach wojskowych. Będzie to więc usługa dostępna tylko dla uprawnionych użytkowników, o podwyższonej dokładności, większej odporności na zakłócenia, zakodowana. Procedury dostępu do tej usługi będą podlegały przepisom dostępu do spraw tajnych.
- **Search and Rescue Service** będzie wykorzystywany do poszukiwania zaginionych i przeprowadzania akcji ratowniczych. Będzie to rozwinięcie i udoskonalenie wcześniejszego systemu COSPAS-SARSAT.

Wcześniej planowano również wprowadzenie serwisu **Safety of Life** przeznaczonego głównie do nawigacji lotniczej, a także dla tych wszystkich użytkowników, gdzie pogorszenie działania systemu może stworzyć zagrożenie dla życia. Serwis ten zapewniać miał informacje na temat jakości sygnału docierającego do użytkownika. W trakcie prac okazało się, że wprowadzenie tej usługi w skali globalnej zwiększyłoby znacznie koszt systemu, a jednocześnie taka usługa jest mało przydatna w obszarach, gdzie ruch lotniczy ma charakter sporadyczny. W związku z tym usługa ta będzie świadczona przy użyciu systemu wspomagającego EGNOS.

Ponieważ serwis **Safety of Life** został wyłączony z podstawowej listy usług oferowanych przez Galileo, w związku z tym bezpośrednie zastosowanie systemu w lotnictwie uległo ograniczeniu. Zapewne nie będzie on dopuszczony jako podstawowa pomoc nawigacyjna dla manewrów startu i lądowania. Będzie jednak użyteczny do kontroli pozycji w czasie przelotu na trasie, a także dla służb kontroli ruchu powietrznego ATM

(ang. *Air Traffic Management*). Znaczącą rolę dla Galileo przewiduje się w programie SESAR (ang. *Single European Sky ATM Research*), mającym na celu ujednolicenie operacji kontroli lotów na obszarze Europy.

System EGNOS

Zanim przystąpiono do budowy Galileo, Komisja Europejska, ESA oraz Europejska Organizacja Kontroli Ruchu Lotniczego EUROCONTROL postanowiły stworzyć w Europie system wspomagania regionalnego jako nakładkę na system GPS – tak powstał EGNOS (ang. *European Geostationary Overlay Service*). Jest to system wspomagający, tzw. SBAS (ang. *Satellite Based Augmentation System*). Zamierzeniem jest stworzenie ekonomicznej alternatywy dla systemu lądowania ILS CAT1 bez konieczności instalowania na miejscu takiej aparatury. Zadaniem SBAS jest działanie wspomagające GNSS (ang. *Global Navigation Satellite System*) poprzez nadawanie poprawek, które podnoszą dokładność wyznaczanej pozycji z dotychczasowych 8 m (dla GPS) do 1 m. Bardzo ważnym aspektem systemu EGNOS jest to, że zapewnia on również informacje na temat wiarygodności systemu (ang. *integrity*). Takie ulepszenie systemu GNSS pozwala na stosowanie go w nawigacji lotniczej, która to branża uważana jest za jeden z najważniejszych użytkowników technologii nawigacji satelitarnej. EGNOS jest jednym z trzech międzynarodowych, operacyjnych systemów wspomagania (pozostałe dwa to amerykański WAAS i japoński MSAS). System EGNOS został uznany za w pełni operacyjny w 2011 r. EGNOS jest pierwszym w Europie własnym narzędziem w dziedzinie nawigacji satelitarnej – przetrze on ścieżki dla systemu Galileo. EGNOS jest czymś w rodzaju prekursora dla systemu Galileo, będzie on włączony w strukturę tego ostatniego po tym, jak ten wejdzie w fazę operacyjną. Będzie wspomagał w przyszłości GPS, Galileo oraz inne systemy globalne.

Tabela 2. Satelity geostacjonarne w systemie EGNOS

Nazwa	Numer PRN	Pozycja na równiku
INMARSAT 4F2 EM	PRN 126	25.0 E
ASTRA SES-5	PRN 136	5 E
INMARSAT 3F2 AOR-E	PRN 120	15.5 W

Źródło: opracowanie własne.

Od strony technicznej system EGNOS składa się z trzech segmentów: segment kosmiczny, naziemny i segment użytkowników. Segment kosmiczny to trzy satelity geostacjonarne, które transmitują sygnał z informacją EGNOS, a także pseudoodległościowe sygnały na częstotliwości L1 1575.42 MHz, analogiczne do nadawanych przez satelity GPS. Aktualnie (luty 2017 r.) są to trzy obiekty (zob. tabela 2), z czego dwa PRN 126 i PRN 136 używane są operacyjnie, trzeci PRN 120 służy jako testowy. Satelity operacyjne nadają tę samą treść, ich zdublowanie ma jedynie na celu uniknięcie przerwy w sygnale w razie problemów na jednym z nich. Sygnał EGNOS zawiera informację stanowiącą kombinację kodu pseudoodległości GPS i komunikatu nawigacyj-

nego z poprawkami i informacją o wiarygodności, uzyskanymi z segmentu naziemnego. Na chwilę obecną poprawki są nadawane tylko dla satelitów GPS, objęcie serwisem również Galileo jest jeszcze sprawą przyszłości.

Segment naziemny to złożona struktura, w której część najbardziej rozbudowana to sieć stacji naziemnych, które gromadzą dane potrzebne do wyznaczenia poprawek i informacji na temat wiarygodności. Obecnie w sieci znajduje się 39 stacji RIMS (ang. *Ranging and Integrity Monitoring Stations*). EGNOS swoim sygnałem dostarcza te dane na terytorium szeroko rozumianej Europy, a ściślej mówiąc na terytorium krajów sygnatariuszy porozumienia ECAC (ang. *European Civil Aviation Conference*). Należy do niego również Turcja, Islandia, wyspy hiszpańskie i portugalskie na Atlantyku. Kilka stacji znajduje się w Afryce. Wschodnia granica ECAC pokrywa się na razie z granicą Unii Europejskiej, tak więc Polska znajduje się na wschodnim skraju obszaru obsługiwanego przez EGNOS. Jedna ze stacji RIMS znajduje się w Warszawie, w budynku Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk.

Przygotowania do budowy stacji w Warszawie rozpoczęły się już w 1997 r. wraz z wizytą ekspertów z ESA i Komisji Europejskiej mającej na celu przeanalizowanie różnych opcji dla rozmieszczenia sieci naziemnej systemu EGNOS. Centrum Badań Kosmicznych PAN wykazało szczególne zainteresowanie w kwestii tego projektu, mimo iż możliwości były ograniczone ze względu na to, że Polska nie była członkiem ESA. Po długotrwałych negocjacjach i przygotowaniach technicznych w CBK, które pozwoliłyby na przeprowadzenie instalacji stacji, umowę z ESA podpisano w 2001 r. Lokalizacja stacji na terenie Warszawy umotywowana była kilkoma czynnikami. Znajduje się na wschodnich obrzeżach obszaru pokrywanego przez EGNOS, w dużym mieście, z dobrą siecią łączności i komunikacji. Dodatkowo jest to część Warszawy o niskim stopniu szumów radiowych. Dach budynku CBK na którym zastabilizowane są anteny jest wystarczająco wytrzymały dla ich potrzeb. Dodatkowo w otaczającej okolicy nie znajdują się żadne duże źródła emisji radiowej. Grupa specjalistów z CBK została przygotowana do pracy z systemem EGNOS – analizy gromadzonych danych. Sprzęt dostarczony został w całości przez ESA, natomiast prace instalacyjne przebiegały wspólnie przy udziale pracowników z obu instytucji. Otwarcie stacji nastąpiło 27 października 2004 r. w Warszawie, obecnie stacja pracuje w trybie operacyjnym i spełnia wszystkie wymogi systemu.

Inne elementy segmentu naziemnego EGNOS to: Centra Kontroli (MCC – ang. *Mission Control Centers*), stacje transmitujące informacje do satelitów (NLES – ang. *Navigation Land Earth Stations*) oraz sieć łączności naziemnej (EWAN – ang. *EGNOS Wide Area Network*).

Centra Kontroli – zdublowane, podobnie jak przekaźniki satelitarne, znajdują się w Torreón (Hiszpania) i Ciampino (Włochy). Stanowią one „mózg” systemu, ponieważ tam przetwarzane są dane zebrane przez sieć stacji monitorujących i generowane są komunikaty, przesyłane następnie do satelitów. Zawierają następujące informacje: poprawki zegarów wszystkich satelitów GPS obserwowanych przez sieć, poprawki pozycji tychże satelitów oraz model jonosfery korygowany na bieżąco na podstawie napływających danych. Ponadto, oceniając wielkość poprawek MCC redaguje komunikat o wiarygodności (ang. *integrity*), który stanowi podstawę do przyjęcia lub odrzucenia sygnału z danego satelity.

Jeśli chodzi o segment użytkownika, to należy zwrócić uwagę na wymagania odnośnie odbiorników SBAS dopuszczalnych na statkach powietrznych. Odpowiednie standardy opracowane zostały przez amerykańską komisję RTCA (ang. *Radio Technical Commission for Aeronautics*) i znane są pod nazwą SBAS *Minimum Operational Performance Standards* (MOPS). Dzielą one kategorie odbiorników na cztery klasy,

zależnie od przeznaczenia do rodzaju operacji. Najmniej wymagająca jest klasa I, przeznaczona do nieprecyzyjnej nawigacji na trasie przelotu, klasa III natomiast może być wykorzystana we wszelkiego rodzaju prowadzeniach nawigacyjnych, łącznie z podejściem do lądowania i odlotem. Klasa IV spełnia wymagania precyzyjnego podejścia i wykonania lądowania. Niezależnie od stosowania właściwego dla danej operacji odbiornika konieczne jest również umieszczenie panelu pilota i zewnętrznej anteny zgodnie z wymaganiami technicznymi danego statku i przepisami krajowymi.

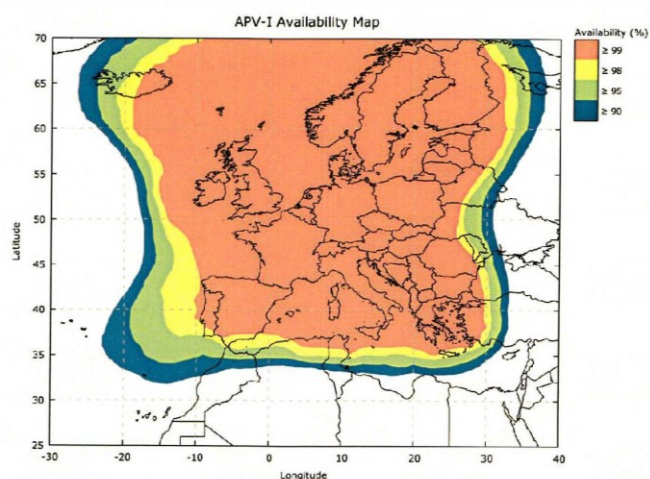
EGNOS udostępnia trzy serwisy:

- EGNOS **Open Service** dostarcza poprawek podnoszących dokładność wyznaczanej przez użytkownika pozycji, redukując błędy wynikające z niedokładności pozycji satelitów na orbitach, wpływu błędów zegarów oraz efektów jonosferycznych. W tym serwisie zawiera się również informacja czy sygnał emitowany przez konkretny obiekt GPS lub Galileo jest prawidłowy. Serwis EGNOS OS jest dostępny od 1 października 2009 r.
- EGNOS **Safety of Life Service** jest właśnie tym, który służy lotnictwu i ma zapewniać jakość prowadzenia przy podejściu do lądowania zgodnie z standardem APV-1 (ang. *APProach Procedures with Vertical Guidance*). Standard ten jest zdefiniowany przez ICAO SARPS (ang. *Standard And Recommended Practices*) dla SBAS. Charakterystyki dokładnościowe APV-1 są następujące: dokł. pozioma 16 m, dokł. pionowa 20 m. Jednakże EGNOS SoL ma lepsze parametry: poziomo 3 m, pionowo 4 m.
- Trzecią usługą jest **EDAS** (ang. *EGNOS Data Access Service*). Ma ona charakter komercyjny i służy jako sposób dostępu do danych EGNOS bez korzystania z sygnału satelitarnego. Można przy tym pozyskiwać dane zarówno bieżące (w czasie prawie rzeczywistym) jak i dane zarchiwizowane, w tym modele jonosfery i dane z sieci monitorującej.

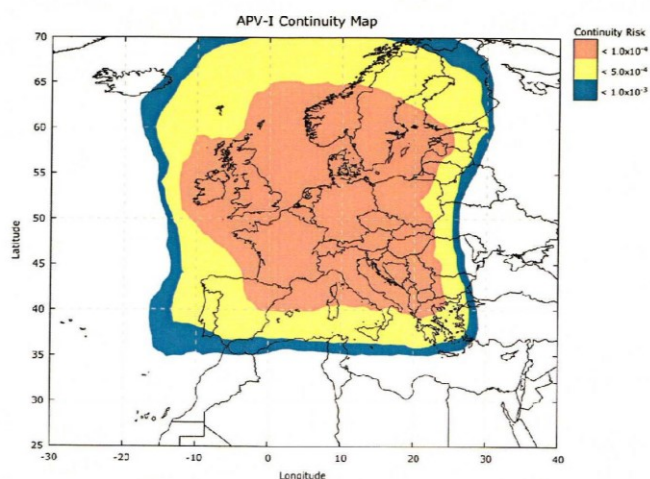
System EGNOS został oddany do użytku operacyjnego w marcu 2011 r., od tej pory podlega ciągłemu udoskonalaniu. Rozszerzana jest sieć stacji RIMS, ulepszone są algorytmy obliczania poprawek oraz modele jonosfery. Dzięki temu parametry sygnału poprawiają się i powiększa się obszar pokrycia. Jesienią 2015 r. wprowadzono procedurę LPV 200 (ang. *Localizer Performance with Vertical Guidance 200 feet*). Ma być ona dokładnościowo porównywalna z ILS CAT1 do wysokości decyzyjnej 200 stóp (61 m). Nie wymaga żadnych zmian w oprzyrządowaniu lotniska ani też odbiornika.

Dla wykorzystania serwisu SoL w Polsce istotne jest pełne pokrycie naszego terytorium sygnałem i utrzymanie wszystkich charakterystyk na maksymalnym poziomie. Oprócz dokładności i wiarygodności (ang. *integrity*) serwisu należy brać pod uwagę dostępność (ang. *availability*) i ciągłość (ang. *continuity*). Przy obecnej konfiguracji (luty 2017 r.) sieci i aktualnie stosowanych algorytmów utrzymanie właściwego poziomu tych charakterystyk nie jest zagwarantowane. Dla przykładu zobaczmy podane w raporcie EGNOS SoL-SDDV3.0 mapki dostępności i ciągłości serwisów APV-1 i LPV-200 (rysunek 1–4). Wynika z nich, że o ile dostępność tych serwisów jest na obszarze całej Polski zadowalająca, to ciągłość we wschodniej części Polski jest osłabiona.

EGNOS APV-1 availability



EGNOS APV-1 continuity

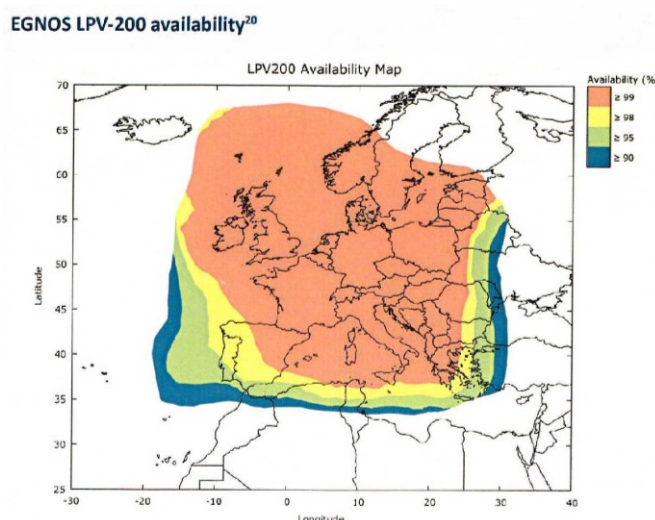


Rys. 1 i 2. Zasięg dostępności i ciągłości APV-1

Źródło: [online:] <http://www.egnosc-portal.eu/aviation-sector> [dostęp: 2.01.2017].

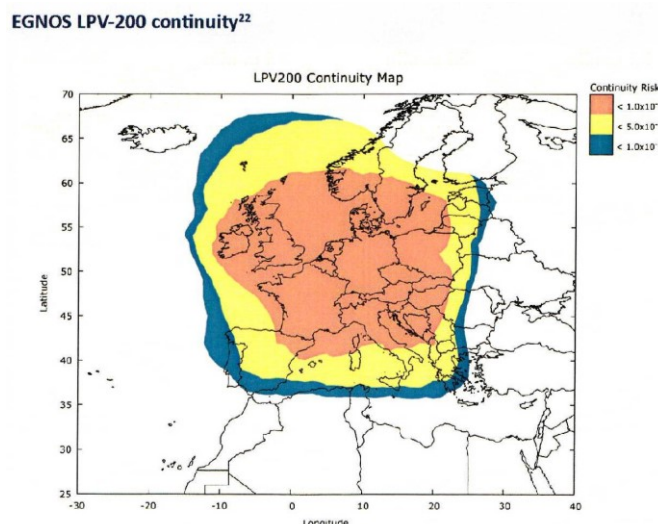
Działanie systemu EGNOS zorganizowane jest następująco:

- Właścicielem systemu jest Unia Europejska jako osoba prawna. Komisja Europejska, będąca organem wykonawczym UE sprawuje ogólne zarządzanie systemem, pod kątem jego wykorzystania, finansowania i perspektyw.
- Za opracowanie techniczne systemu i jego rozwój odpowiada Europejska Agencja Kosmiczna, na podstawie długoterminowej umowy zawartej z EC (ang. *European Commission*).
- Organem Komisji Europejskiej jest Europejska Agencja Nawigacji Satelitarnej GSA, która w imieniu Komisji nadzoruje bieżącą działalność EGNOS. GSA zawarła kontrakt z firmą ESSP-SAS, która podjęła się obowiązków operatora systemu, a więc zarządza wszystkimi segmentami systemu i odpowiada za prawidłowość nadawanego sygnału.



Rys. 3. Zasięg dostępności LPV-200

Źródło:[online:] <http://www.egnos-portal.eu/aviation-sector> [dostęp: 2.01.2017].



Rys. 4. Zasięg ciągłości LPV-200

Źródło [online:] <http://www.egnos-portal.eu/aviation-sector> [dostęp: 2.01.2017].

Zastosowanie EGNOS w danym kraju warunkowane jest zawarciem porozumienia między ESSP a narodową agencją kontroli ruchu lotniczego, którą w naszym państwie jest Polska Agencja Żeglugi Powietrznej. Porozumienie takie zwane EWA (ang. *EGNOS Working Agreement*) polega na sprecyzowaniu wzajemnych zobowiązań zmierzających do wprowadzenia w tym kraju procedur EGNOS LPV (ang. *Localizer Performance with Vertical Guidance*). PAŻP zawarła takie porozumienie w 2013 r.

Pełną informację na temat serwisu **EGNOS Safety of Life** znaleźć można w dokumencie EGNOS SoL SDD (ang. *Service Definition Document*) pod adresem www.essp-sas.eu/service_definition_documents.

Podobnie jak przy budowie stacji tak i w czasie działania systemu EGNOS prowadzone były prace badawcze. W jednym z projektów uczestniczyła również Katedra Nawigacji Lotniczej WSOSP, wspólnie z Centrum Badań Kosmicznych PAN. Koordy-

natorem tego projektu była hiszpańska firma GMV, zaś zleceniodawcą Europejska Agencja GNSS (tzw. GSA). Projekt dotyczył zbadania jakości serwisu EGNOS na wschodniej krawędzi terytorium pokrytego sygnałem i oprócz zespołów z Polski brały w nim udział zespoły z: Ukrainy, Rumunii i Mołdawii. Przeprowadzono testy lotnicze serwisu EGNOS, testy na terenie Polski odbywały się pod kontrolą lotniska WSOSP w Dęblinie. Efektem tego projektu była m.in. mapa drogowa wdrażania EGNOS w Polsce, która poddana została pod dyskusję na konferencji krajowej w Warszawie, w dniu 25 marca 2014 r., z udziałem ekspertów zagranicznych (GSA, GMV, ESSP) oraz krajowych (ULC, PAŻP, MAC).

Wnioski

Wdrażanie w Polsce lotniczej nawigacji satelitarnej następuje systematycznie, choć niezbyt szybko. Na głównych lotniskach wdrożone są procedury RNAV (ang. *Area Navigation*), jednak wprowadzanie procedur EGNOS na lotniskach lotnictwa cywilnego następuje powoli. W dalszym ciągu parametry sygnału na całym terytorium Polski nie są optymalne, ponieważ brakuje stacji RIMS na wschód od granic naszego kraju. Wprawdzie EC i ESA porozumiały się co do utworzenia takiej stacji na terytorium Ukrainy, jednakże sytuacja polityczna w tym kraju uniemożliwia chwilowo realizację tego zadania. Upowszechnienie usługi EGNOS SoL na całym terytorium Polski będzie dobrze służyło upowszechnianiu lotnictwa cywilnego i przyspieszało rozwój ekonomiczny kraju.

BIBLIOGRAFIA

Opracowania zwarte

Bartolomé J.P., *Galileo Mission Requirements Document. Issue 7.0*, European Commission, The European GNSS Programmes, 15 December 2008.

EGNOS Mission Requirements Document, European Space Agency, 2006.

EGNOS Safety of Life (SoL) Service Definition Document, European GNSS Agency, 2015.

EGNOS – The European Geostationary Overlay System – A cornerstone of Galileo, red. J. Ventura-Traveset, D. Flament, European Space Agency, 2006.

European GNSS (Galileo) Open Service. Signal-in-Space, Interface Control Document, European Commission, February 2010.

Źródła internetowe

[online:] <http://www.egnos-portal.eu/aviation-sector> [dostęp: 2.01.2017].

[online:] http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation [dostęp: 2.01.2017].

[online:] <https://www.essp-sas.eu/> [dostęp: 2.01.2017].

[online:] <http://www.gsa.europa.eu> [dostęp: 2.01.2017].

POSSIBILITIES OF USING GALILEO AND EGNOS SYSTEMS FOR THE NEEDS OF POLISH AVIATION

Abstract

The satellite navigation systems appeared on board the aircraft at the end of 20th century. The role of the leader belongs to the American GPS which is frequently used in a number of domains of everyday life. However, the European Union together with the European Space Agency started to work on the construction of its own, autonomous satellite system with functions similar to the GPS. The conception and design works began in early nineties, although political support and formal decisions came much later. In 1999 the Council of the European Union approved of the programme of satellite navigation. The European Commission was requested to undertake all measures to implement it. This is when the name “Galileo” was coined. Europe is expected to possess its own satellite system, independent of the USA, supporting various branches of defence and economy, including aviation. The augmentation system EGNOS, dedicated mainly for aviation, is a supplement and at the same time a forerunner of Galileo. The system is currently operational, to some extent, being introduced in certain EU countries. The implementation of EGNOS in Poland is under way.

Keywords: Air navigation, satellite systems, augmentation systems, Galileo services, EGNOS services