

dr inż. Artur Wieczyński, mgr inż. Jacek Mickiewicz, mgr inż. Arkadiusz Perski, dr inż. Piotr Szynekarczyk

Zakład Inteligentnych Systemów Mobilnych

Laboratorium Monitorowania Satelitarnego

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP

e-mail: awieczynski@piap.pl

<http://www.piap.pl>

02-486 Warszawa. Al. Jerozolimskie 202

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ROZWIĄZAŃ EGNOS/GALILEO DO WSPOMAGANIA OCHRONY STRATEGICZNYCH SIECI TRANSPORTOWYCH

Jak wykazał atak terrorystyczny na stacji Madrid Atocha 11 marca 2004r. Sieć transportu kolejowego jest jedną z najbardziej bezbronnych strategicznych sieci otwartych na infiltracje i ataki terrorystyczne. Kolejowa sieć europejska transportuje rocznie 300 mln. tzw. „ pasażero-km”. Stosowane dotychczas metody kompleksowego sterowania i wspomaganie transportu kolejowego ERTMS (European Railway Traffic Management System) są bardzo drogie [5]. Zastosowanie rozwiązań EGNOS (GALILEO) stwarza nie tylko nowe możliwości podwyższenia bezpieczeństwa przewozów, ale również racjonalizuje (obniża) koszty. W tym artykule omawia się prace przygotowawcze do zastosowania tych rozwiązań, prowadzone w PIAP w ramach projektu UE TRIPS „Transport Infrastructures Protection System” PASR.

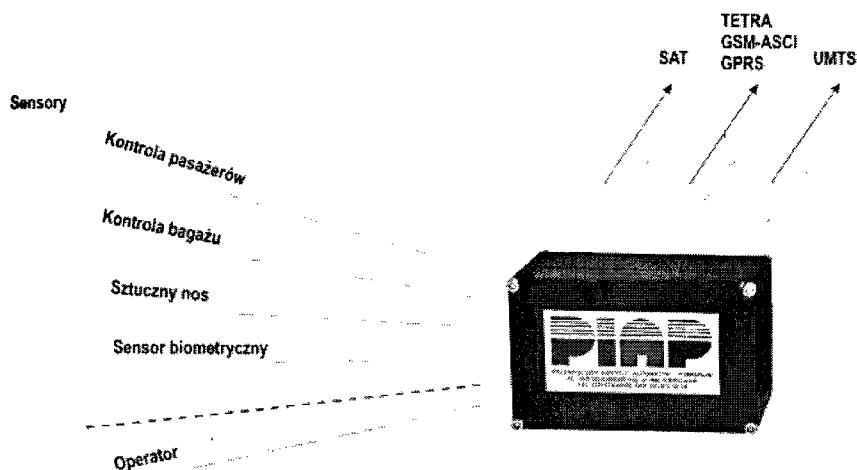
NEW POSSIBILITY FOR IMPROVEMENT OF SAFETY AND SECURITY OF CRITICAL TRANSPORT NETWORKS BY APPLICATION OF EGNOS/GALILEO SOLUTIONS

Madrid Atocha 11 march 2004 terroristic event shows, how open for terrorist attack is railway transport network.. European railway network transports yearly up to 300 billion “passenger km” Implemented so far solutions for safety and control of critical transport networks are very expensive [6], exemplum ERTMS (European Railway Traffic Management System). Application of EGNOS/GALILEO solutions gives possibility for substantial improvement of safety and security and rationale cost of this improvement. In this paper is described preparation work carried in PIAP for application of these solution for railway transport, programmed in TRIPS “Transport Infrastructures Protection System” PASR project.

1. WPROWADZENIE

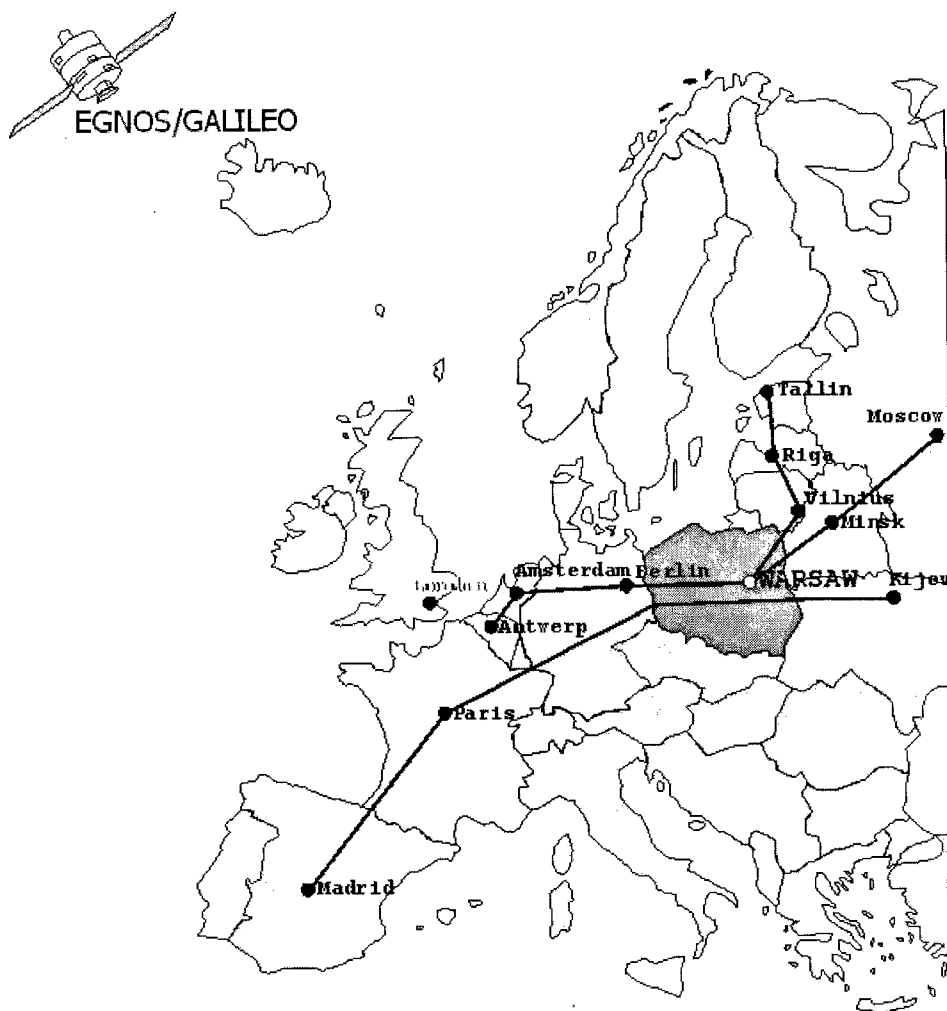
Stosowanie dotychczasowej koncepcji sterowania i ochrony strategicznych sieci transportowych, np. przyjętej przed kilkoma latami w Krajach Unii Europejskiej jako system ERTMS (European Railway Traffic Management System) [6], są niesłychanie kosztowne - ok. 250 tys. EUR za 1 km takiej linii kolejowej. Dlatego też wiele przedsięwzięć w tym zakresie szczególnie dotyczących korytarzy transportowych Wschód-Zachód wiąże wielkie nadzieje z priorytetowym projektem Unii Europejskiej – GALILEO. Szczególnie dotyczy to korytarzy paneuropejskich biegnących przez Polskę, a mianowicie korytarz Berlin –Warszawa—Mińsk – Moskwa - Niżnyj Nowgorod , korytarz Berlin/Drezno – Wrocław – Lwów - Kijów i korytarz Warszawa – Kowno – Ryga - Tallin – Helsinki, z odgałęzieniem na Gdańsk – Kaliningrad – Ryga (rys.1). Są one łatwe do penetracji i praktycznie otwarte na ataki terrorystyczne z użyciem ładunków wybuchowych, chemicznych, biologicznych, radiologicznych czy nuklearnych.

Niezbędne zatem są prace nad detekcją zagrożeń i oceną ataku terrorystycznego. Koncepcję takiego mobilnego systemu identyfikacji zagrożeń, opracowaną w PIAP, pokazuje rys. 2.



Detekcja zagrożenia przy użyciu GG05

Rys. 2. Koncepcja systemu identyfikacji zagrożeń.



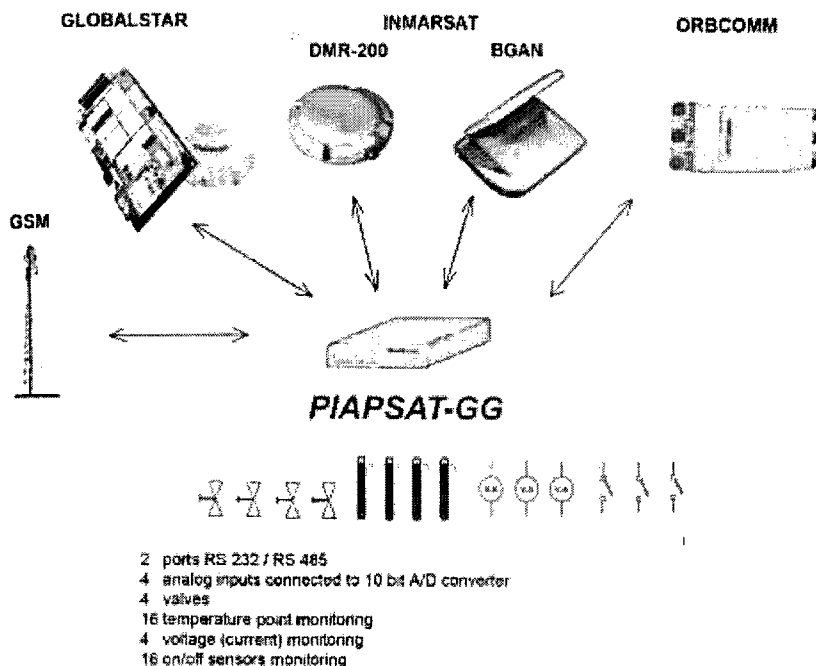
Rys. 1. Kolejowe korytarze transportowe biegnące przez Polskę.

2. PRACE WYKONANE DOTYCHCZAS

PIAP od kilku lat zajmuje się tą problematyką z użyciem satelitarnej techniki monitorowania i wspomagania transportu [1] [2] [3] [4] [5] – patrz rys. 3.

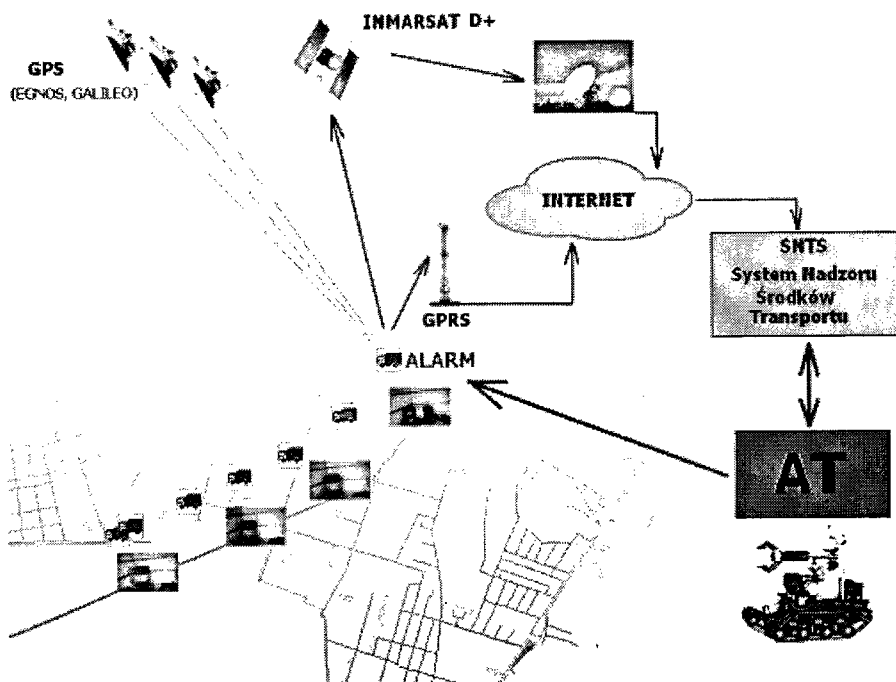
W PIAP opracowano również Eksperymentalne Centrum Monitorowania, umożliwiające bieżące monitorowanie transportu z wykorzystaniem w/w standardów. W trakcie badań stosowano również różne metody zabezpieczania danych. Na rys. 4 i rys. 5. pokazano jedno z testowanych rozwiązań z użyciem satelitów GLOBALSTAR. Umożliwia ono monitorowanie zarówno położenia wagonu kolejowego jak również przesyłanie

do stacji monitorowania, alarmów, informacji o aktualnej sytuacji jak również przesyłanie wyników pomiarów z czujników podłączonych bezpośrednio do terminala.



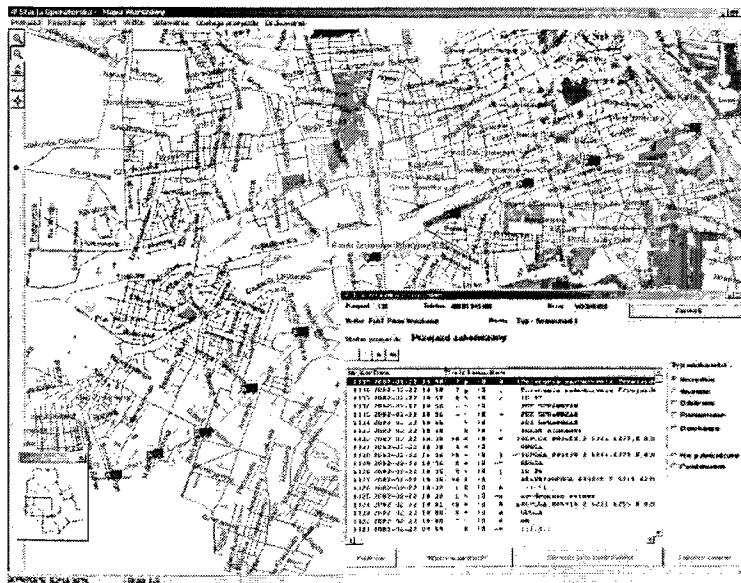
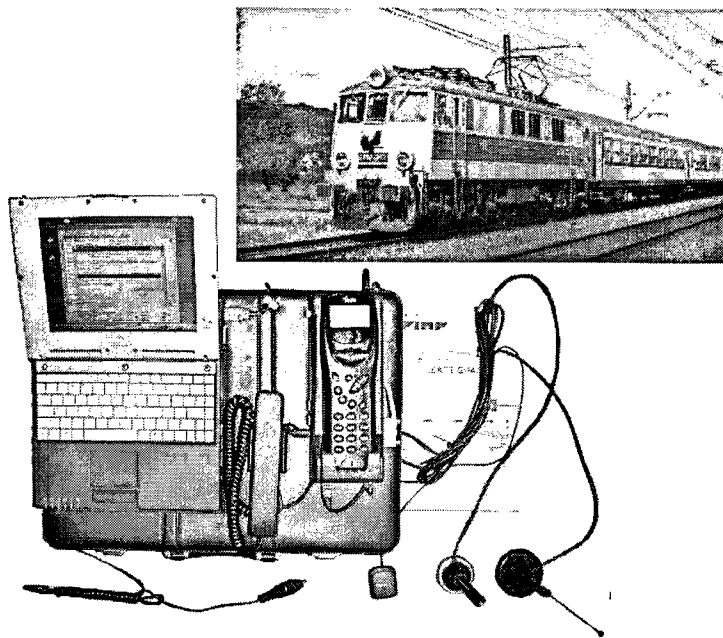
Rys. 3. Wykorzystanie różnych standardów satelitarnych do Monitorowania transportu.

Zebrane doświadczenia z stosowanymi standardami radiokomunikacji satelitarnej: EUTELTRACS, INMARSAT- C/GPS, INMARSAT- D/GPS, GLOBALSTAR/GSM, a także znajomość specyfiki sieci kolejowych w naszym regionie geograficznym umożliwiają nam efektywną realizację projektu TRIPS oraz wykorzystanie opracowanych w PIAP mobilnych robotów antyterrorystycznych (INSPECTOR, EXPERT, SKAUT).



Detekcja zagrożenia i uruchomienie akcji AT przez System Nadzoru Środków Transportu

Rys. 4. Testowany przez PIAP w ramach pracy [1] system identyfikacji zagrożenia i jego neutralizacji przy użyciu robotów antyterrorystycznych opracowanych w PIAP



Rys. 5. Testowany system Monitorowania transportu z użyciem satelitów GLOBALSTAR

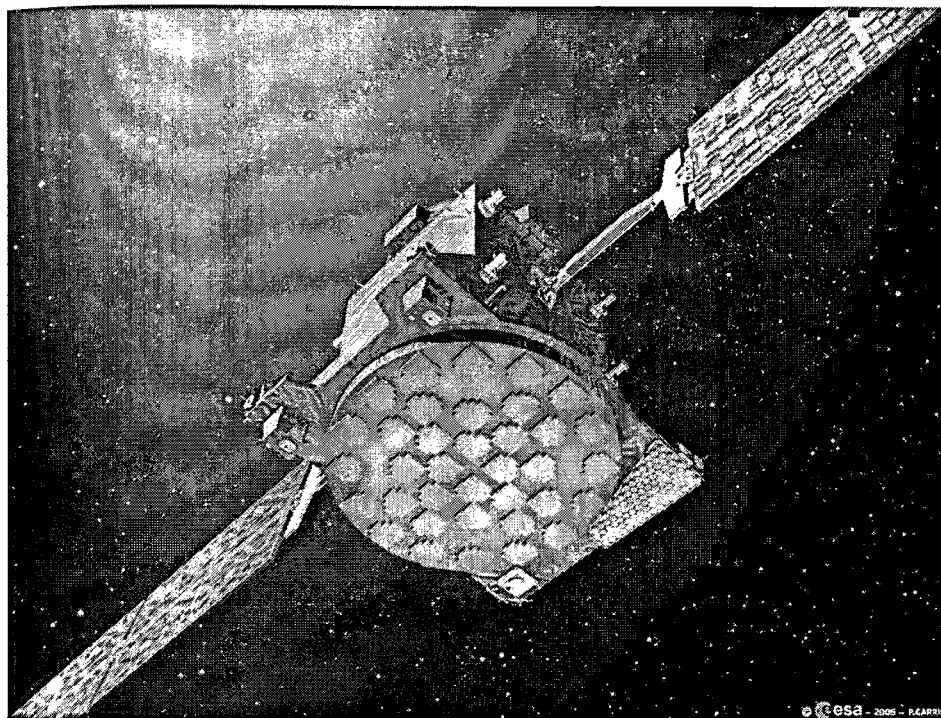
3. MOŻLIWOŚCI SYSTEMÓW EGNOS/GALILEO

Komisja Europejska we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną współtworzy nowy system globalnej nawigacji satelitarnej GNSS (Global Navigation Satellite System), umożliwiający określanie pozycji z niespotykaną precyzją w porównaniu do innych, otwartych dla zastosowań cywilnych części systemów nawigacji satelitarnej: amerykańskiego GPS i rosyjskiego GLONASS.

Architektura systemu GALILEO, przewidująca równoczesną współpracę w dowolnej kombinacji ze wspomnianymi innymi systemami nawigacji, uzupełniona o nowe możliwości, takie jak zapewnienie komunikacji zwrotnej w sytuacjach zagrożenia życia, określenie wiarygodności sygnału, poszerzenie obszaru poprawnego działania systemu wpłynie bardzo istotnie dla wspomagania bezpieczeństwa w transporcie. Z chwilą pełnego uruchomienia systemu w roku 2010, pojawią się nowe możliwości, do których wykorzystania obecnie się przygotowujemy.

3.1. Architektura systemu GALILEO

GALILEO, będzie umożliwiał określenie położenia punktów oraz poruszających się obiektów na dowolnym obszarze na powierzchni Ziemi, niezależnie od stanu pogody jak i pory dnia. W porównaniu do systemów GPS/GLONASS, będzie wyróżniać się in plus zasadniczo tym, że możliwe będzie korzystanie z jego serwisów również w typowych, „miejskich” tunelach (np. metra), w środowisku mocno zurbanizowanym z bardzo wysoką zabudową, co jest szczególnie ważne dla wspomagania bezpieczeństwa sieci kolejowych. Dodatkowym walorem, podnoszącym znacząco użyteczność będzie jego precyzja oraz zapewnienie wiarygodności wskazań. Przewiduje się, że dla większości zamieszkałych lokalizacji na Ziemi, aż sześć do ośmiu satelitów będzie jednocześnie widocznych przez odbiornik systemu, dzięki czemu możliwe zostanie osiągnięcie niespotykanej precyzji w określaniu położenia – poniżej jednego metra. Jednakże najważniejszą z punktu widzenia użytkownika, widoczną zmianą w porównaniu do obecnie działających systemów, jest użycie kanału zwrotnego w sytuacjach zagrożenia życia. Nie można nie wspomnieć o strategicznie ważnym aspekcie użytkowania systemu, czyli cywilnej kontroli. Po uruchomieniu, wstępnym przetestowaniu funkcjonowania, kontrola nad systemem zostanie przekazana prywatnym koncesjonariuszom. Daje to nadzieje na ciągłość i poprawność jego pracy, niezależnie od sytuacji międzynarodowej na świecie.

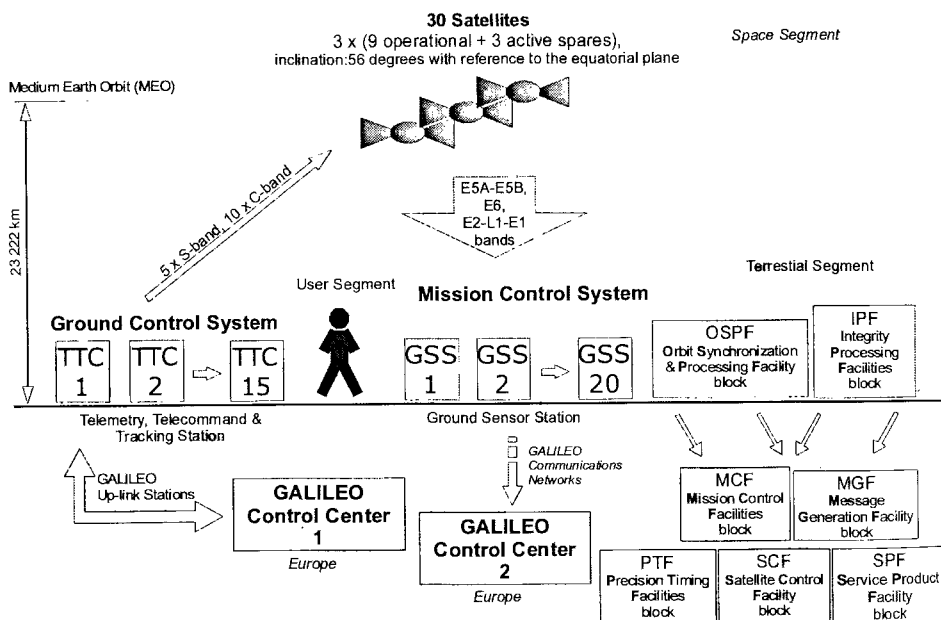


Rys.6 Satelita systemu GALILEO

28 grudnia 2005 został wyniesiony na średnią orbitę okołoziemską (MEO – Medium Earth Orbit) pierwszy z satelitów systemu GALILEO – GIOVE A. Docelowo, na wysokości 23 222 km nad powierzchnią Ziemi będzie się poruszać 30 satelitów, tworzących Segment Kosmiczny systemu. Rozmieszczone zostaną na 3 orbitach nachylonych pod kątem 56° względem płaszczyzny równika, po 10 na każdej, przy czym aktywnych jednocześnie będzie na każdej orbicie 9 satelitów, a jeden w razie awarii będzie mógł zastąpić innego. Czas obiegu wokół Ziemi wynosi 14 godzin i 21 minut. Dzięki umieszczeniu satelitów na wyższej w porównaniu z systemem GPS orbicie, zwiększeniu ich ilości oraz zmianie kąta inklinacji, poprawiona zostanie jakość funkcjonowania systemu na w okolicach podbiegunowych, zapewniając właściwą pracę odbiorników nawet na szerokościach geograficznych równych 75° . Ocenia się, że w proponowanej konstelacji satelitów utrata jednego z nich nie powinna zakłócić poprawnej pracy całego systemu a także, że gdziekolwiek na Ziemi, w dowolnej chwili czasowej, prawdopodobieństwo bezpośredniej widoczności co najmniej czterech satelitów (a więc de facto możliwość określenia własnej pozycji w trzech wymiarach), będzie wynosić co najmniej 90%.

W skład Segmentu Naziemnego będą wchodziły dwa główne podsegmenty:

- GCS – Ground Control System, odpowiedzialny za kontrole techniczną satelitów oraz utrzymanie ich właściwej konstelacji, oraz reagowanie w przypadku ich potencjalnych uszkodzeń
- MCS – Mission Control System, którego zadaniem będzie na pierwszym planie zapewnienie właściwej jakości i treści sygnałów, a także konserwacja serwisów systemu, analiza ich poprawności.



Rys. 7. Infrastruktura systemu GALILEO

W skład części GCS będzie wchodzić piętnaście telemetrycznych stacji nadawczo-odbiorczych TT&C – Telemetry, Telecommand & Tracking Stadion, rozmieszczonych równomiernie na terenie całego globu, a odpowiedzialnych za komunikację pomiędzy satelitami a dwoma centrami kontroli GALILEO Control Center - GCC. Zadaniem rozmieszczonych na terenie Europy ośrodków GCC będzie przetwarzanie danych i sygnałów odbieranych przez 20 stacji monitorujących Grodnu Sensor System – GSS. Rysunek 2 przedstawia strukturę oraz schemat ideowy działania systemu europejskiego nawigacji satelitarnej GALILEO.

3.2. Serwisy i usługi udostępnianie przez system GALILEO

Segment Użytkowników, a więc docelowy beneficjent systemu GALILEO, będzie mógł korzystać z kilku serwisów, zarówno płatnych jak i bezpłatnych, otwartych dla wszystkich.

3.2.1 Serwis Otwarty - Open Service

Dedykowany dla zwykłych użytkowników, którzy zainteresowani są określeniem dokładnej pozycji oraz czasu. Będzie to serwis bezpłatny, a mimo to oferujący lepszą dokładność niż pozostałe już działające systemy nawigacji satelitarnej.

3.2.2 Regulowany Serwis Publiczny - Public Regulated Service

Dostępny bezpłatnie dla krajów należących do Unii Europejskiej, przeznaczony do użytkowania przez ograny administracji samorządowej, obrony cywilnej, itp. służbom, wykorzystywany przy walce z nielegalnym eksportem czy też np. z nielegalną migracją. Serwis będzie wykorzystywał dodatkowe, kodowane i odseparowane sygnały, gwarantujące ciągłość i jakość usługi

3.2.3 Serwis Komercyjny - Commercial Service

To serwis płatny, ale zapewniający jeszcze większą precyzję pomiaru czasu i położenia, oraz posiadający wbudowaną funkcję informowania użytkownika o jego wadliwym działaniu

3.2.4 Serwis Bezpieczeństwa Życia - Safety of Life Service

Bezpłatny i powszechnie dostępny serwis o ile wykorzystywane będą odbiorniki posiadające odpowiednie certyfikaty. Podobnie jak serwis komercyjny, będzie posiadał funkcję informowania o jego wadliwym działaniu, jednakże precyzja pomiarów będzie taka jak w serwisie otwartym.

3.2.5 Serwis Poszukiwania i Ratownictwa - Search and Rescue Service

Bezpłatny i powszechny serwis umożliwiający precyzyjną lokalizację osoby wysyłającej sygnał ratunkowy, a także zapewniający komunikację zwrotną.

4. EGNOS – EUROPEAN GEOSTATIONARY NAVIGATION OVERLAY SERVICE

EGNOS, będący cywilnym system wspomagania satelitarnego będzie docelowo częścią systemu GALILEO. Jest on pewną formą nakładki na już istniejące systemy, co biorąc pod uwagę interoperacyjność systemu GALILEO wraz z systemami GPS i GLONASS, zapewni jeszcze większą dokładność, dostępność, ciągłość i wiarygodność działania tych systemów. Skutkiem tego jest możliwość zrealizowania wszelkich oczekiwań stawianych systemom nawigacji satelitarnej w transporcie, zarówno lotniczym, morskim jak i lądowym.

Podobnie jak system GALILEO ma strukturę segmentową, w której skład wchodzi:

- segment kosmiczny – 3 satelity geostacjonarne – INMARSAT III AOR-E, INMARSAT III IOR, ESA Artemis
- segment naziemny – 34 stacje referencyjne RIMS, w tym jedna w Warszawie – Ranging and Integrity Monitoring Stations, 4 stacji kontroli MCC – Mission Control Center, 6 stacji NLES – Navigation Land Earth Stations
- segment naziemny – segment użytkownika – tak skonstruowany, że w dowolnym miejscu użytkownik powinien widzieć minimum dwa satelity EGNOS
- segment infrastruktury wspierającej

Głównym rezultatem wykorzystania systemu EGNOS jest udostępnienie informacji polepszających działanie systemów GPS i GLONASS, a w przyszłości również GALILEO, dzięki czemu uzyskano poprawę jakości i dokładności ich wskazań.

5. ZAKOŃCZENIE

- Opracowane w PIAP rozwiązania monitorowania i wspomagania bezpieczeństwa transportu kolejowego z użyciem satelitarnej techniki w standardach: EUTELTRACS, INMARSAT-C/GPS, INMARSAT-D/GPS, GLOBALSTAR/GSM-GPS oraz znajomość specyfiki sieci kolejowych przebiegających przez nasz kraj, umożliwiają nam efektywną realizację projektu TRIPS, mającego na celu wspomaganie bezpieczeństwa sieci kolejowej.
- Modernizacja opracowanych w PIAP rozwiązań monitorowania w celu wykorzystania w nich EGNOS/GALILEO stwarza nowe możliwości polepszenia bezpieczeństwa transportu na odcinkach wyznaczonych w ramach projektu TRIPS.
- Adaptacja rozwiązań EGNOS/GALILEO do rozpoznawania zagrożeń terrorystycznych umożliwi również szersze wykorzystanie opracowanych PIAP mobilnych robotów antyterrorystycznych INSPECTOR, EXPERT, SKAUT.

6. LITERATURA

[1] Masłowski A., Wieczyński A., Szykarczyk P., Andrzejuk A., Kozak M., Krakówka T., Mickiewicz J., Perski A. „Opracowanie i badanie inteligentnego systemu mobilnego wspomagającego bezpieczeństwo publicznych środków transportu”. Grant KBN nr BP 007/TOO2003/24

[2] Wieczyński A., Mickiewicz J., Perski A., “Location based Applications for Transport Safety and Anti-terrorist Activity Support”, GALLILEAN, Mat. konf. (CD), Warszawa, 2004.

[3] Wieczyński A., Mickiewicz J., Perski A. „Mobilny system rozpoznawania zagrożeń i wspomagania działań antyterrorystycznych MZRAT”. Seminarium Warszawskiego Centrum Wysokich Technologii. Serock. Czerwiec 2005r.

[4] Wieczyński A., Bienias A. „The application of mobile solutions for monitoring of hazardous goods transport in Poland”, Kongres CASAN-01 Commercial Application of Satellite Navigation – Monachium, Niemcy 25-26 April 2001.

[5] Wieczyński A., Bienias A., Jabłkowski J., Kaczanowski S., Karasiński R., Majewski A., Mickiewicz J., „Integration and Comparison of Mobile Radiocommunication solutions: EUTELTRACS, INMARSAT-C, INMARSAT-D+ and GSM for hazardous goods Monitoring over the east-west transport corridors in Europe. Materiały konferencji „AUTOMATION, 99” str. 286-293

[6] European Rail Traffic Management System ERTMS Year1. Progress Report London, Executive Directorate of SRA, May 2003.