

Milena Rykaczewska

Systemy GNSS : stan obecny i perspektywy rozwoju

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 35-36, 191-199

2011

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Milena Rykaczewska

Systemy GNSS – stan obecny i perspektywy rozwoju

1. Wstęp

Obecnie istnieje kilka systemów satelitarnych o zasięgu globalnym. Są to między innymi: GPS, GLONASS, a już w niedalekiej przyszłości będzie należeć do nich także system GALILEO.

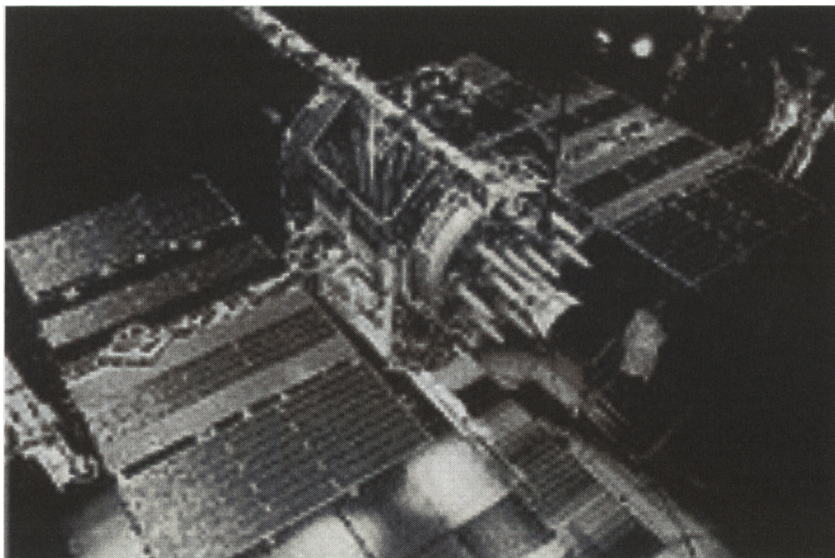
Systemy te należą do GNSS (*Global Navigation Satellite System*) – *Globalny System Nawigacji Satelitarnej*. Jest to wspólna nazwa wszystkich obecnych i planowanych systemów nawigacji. W systemie tym przyjęto i przestrzega się wspólne standardy i wymagania dotyczące działania systemów nawigacji satelitarnej.

2. System GPS

GPS (ang. *Global Positioning System*) pozwala precyzyjnie wyznaczyć pozycję dowolnego punktu na podstawie pomiarów odległości do satelitów o znanych współrzędnych. System ten powstał pod nadzorem Stanów Zjednoczonych i w grudniu 1993 roku oficjalnie wszedł w stan operacyjny.

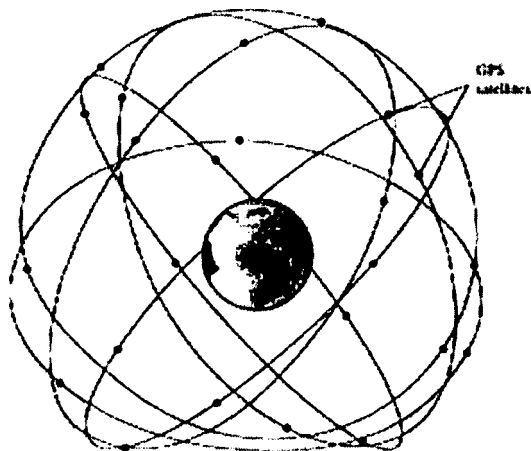
Cały system GPS podzielić można na 3 główne części (segmenty):

- Segment kosmiczny
- Segment naziemny
- Segment użytkowników



Rys. 1. Satelita GPS – NAVSTAR [www: 2]

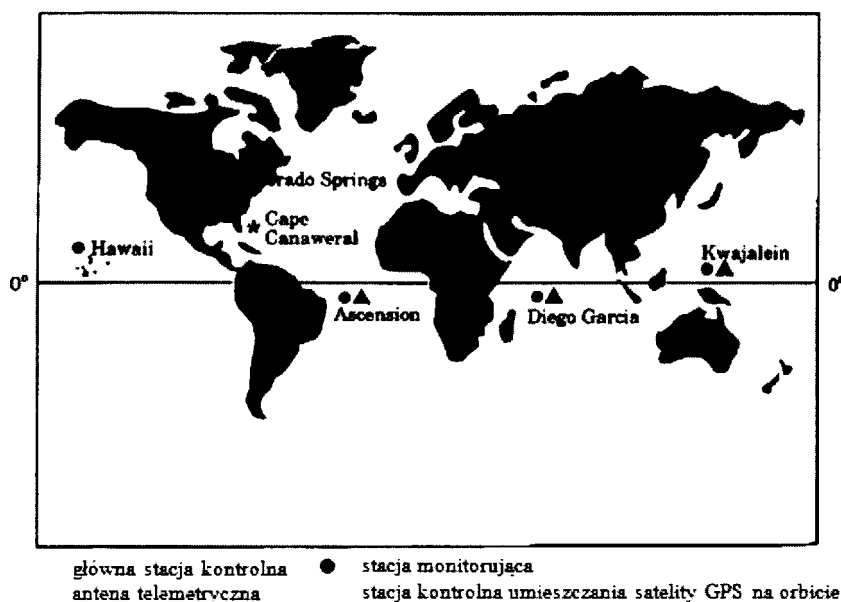
Segment kosmiczny składa się z 31 satelitów (24 aktywnych i 5 zapasowych) rozmieszczonych na sześciu płaszczyznach, na wysokości ok. 20 163 km nad powierzchnią Ziemi, a czas ich obiegu wynosi $11^h 57^m 28^s$. Nachylenie płaszczyzny orbit to 55° względem równika. Liczba i rozmieszczenie satelitów jest tak dobrana, aby co najmniej 5 satelitów były widoczne z każdego punktu na Ziemi. Taka konfiguracja umożliwia w sposób ciągły w dowolnym czasie i miejscu określić położenie i prędkość danego obiektu.



Rys. 2. Rozmieszczenie satelitów systemu GPS wokół kuli ziemskiej [www: 1]

Segment naziemny to część kontrolno – sterująca. Jest odpowiedzialny za nadzór, sterowanie i konserwację systemu. Składa się z :

- centralnej stacji kontrolnej (Colorado Springs USA),
- stacji monitorujących (Hawaje, Diego Garcia, Kwajalein, Wniebowstąpienia),
- 3 stacji kontrolnych, wyposażone w anteny telemetryczne utrzymujące łączność z satelitami.



Rys. 3. Rozmieszczenie stacji kontrolnych systemu GPS [Lit.: 5]

Takie rozmieszczenie stacji monitorujących umożliwia śledzenie satelitów, rejestrując pomiary co 1,5 s. Stacje kontrolne zapewniają łączność Centralnej Stacji z satelitami. Przesyłają satelitom informacje o ich efemerydach i dane dotyczące korekty chodu zegarów satelitów. Centralna stacja nadzoru zbiera dane obserwacyjne, oblicza orbity satelitów i parametry zegarów, a następnie przesyła je do stacji kontrolnych, które mają bezpośrednią łączność z satelitami.

Segment użytkowników stanowi wiele odbiorników oraz wszystkie aplikacje użytkowe systemu do nawigacji, geodezji, geodynamiki, badania jonosfery i troposfery.



Rys. 4. Odbiornik GPS typu Trimble 5800 [www: 3]

Sygnal satelity składa się z dwóch częstotliwości L1 modulowany kodem cyfrowym C/A przeznaczony dla cywilów oraz L2 z kodem P przeznaczonym dla wojska.

Koszt odbiorników jest możliwie niski, po to aby umożliwić ich masowe wykorzystywanie.

Miniaturyzacja urządzeń, oraz coraz większa precyzja ich pracy sprawiają, iż system GPS staje się bardziej precyzyjnym, globalnym i powszechnym systemem znajdujący coraz szersze zastosowanie w wielu dziedzinach.

System GLONASS

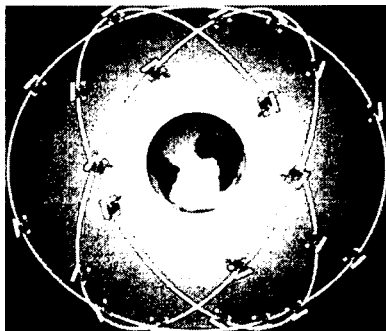
GLONASS (ang. *GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM*) jest rosyjskim odpowiednikiem systemu GPS. Obejmuje swoim zasięgiem niemal całą kulę ziemską. Podobnie jak w GPS pozwala określić czas precyzyjny, wyznaczyć pozycję i określić prędkość obiektu w ruchu.

System GLONASS powstał w roku 1976 w Rosji. Do roku 2010 planowane jest pełne obsadzenie wszystkimi satelitami.

Podobnie jak GPS system GLONASS składa się z trzech (segmentów):

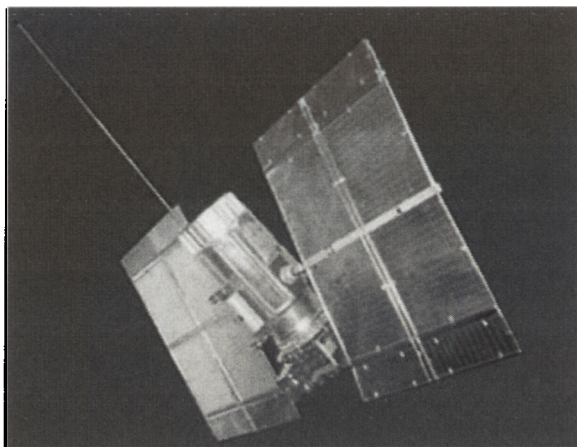
- kosmicznego,
- kontrolnego,
- użytkowego.

Segment kosmiczny to 24 satelity (21 aktywne i 3 zapasowe). Orbits satelitów znajdują się na 3 płaszczyznach wzdłuż równika, nachylonych pod kątem $64,8^\circ$ do płaszczyzny równika. Satelity znajdują się na wysokości 19 130 km nad powierzchnią Ziemi. Na każdej orbicie znajduje się 8 satelitów rozłożonych co 45° . Czas obiegu satelity wokół Ziemi wynosi $11^h15^m48^s$. Co 17 okrążeń każdy satelita jest widoczny nad tym samym punktem na Ziemi.



Rys. 5. Rozmieszczenie satelitów GLONASS wokół kuli ziemskiej [www: 5]

Satelity nowej generacji K transformują dane zintegrowane, ich masa wynosi około 825kg. Takie rozwiązanie umożliwia wprowadzenie równocześnie 6 satelitów na orbitę podczas jednego startu rakiety.



Rys. 6. Satelita GLONASS [www: 6]

Wszystkie satelity transmitują kod C/A w zakresach L1 i L2 oraz kod P.

Segment naziemny (kontrolny) składa się z :

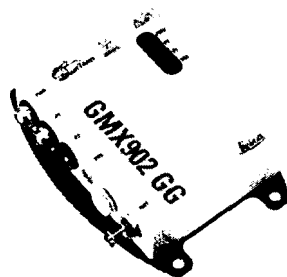
- głównej stacji kontroli (Moskwa),
- stacji monitorująco – śledzących (St. Petersburg, Jenisejsk, Komsomolsk, Neustrelitz – Niemcy, Tarnopol – Ukraina).



Rys. 7. Rozmieszczenie stacji kontrolnych systemu GLONASS

Ich zadanie to określenie ich efemerydy, poprawki zegarów oraz wprowadzenie danych do satelitów, a także monitorowania ich działania. Informacje te są przekazywane z centralnej stacji 2 razy dziennie.

Do segmentu użytkowników należą odbiorniki przystosowane do różnych aplikacji, lokale i regionalne, systemy zarządzania i komunikacji. Odbiorniki są przeważnie produkcji rosyjskiej.



Rys. 8. Odbiornik Leica GMX902 GG [www: 8]

System GLONASS jest ciągle modernizowany. Zwiększana jest liczba stacji monitorujących, czas działania systemu w trybie automatycznym oraz odporność na ewentualne zniszczenia czy zakłócenia. Wprowadzono także system bezpieczeństwa „safety-of -live”.

System GALILEO

GALILEO (ang. *Galileo Navigation Satellite System*) to cywilny system nawigacji satelitarnej, zainicjowany przez Komisję Europejską i Europejską Agencję Kosmiczną w 2002 roku. Jedną z ważniejszych przyczyn powstania tegoż systemu był brak zaufania do już istniejących systemów, które mogły być w każdej chwili zakłócone ograniczone lub wyłączone przez ich właścicieli.

Przewiduje się, iż planowana zdolność operacyjna będzie osiągnięta w 2017 roku.

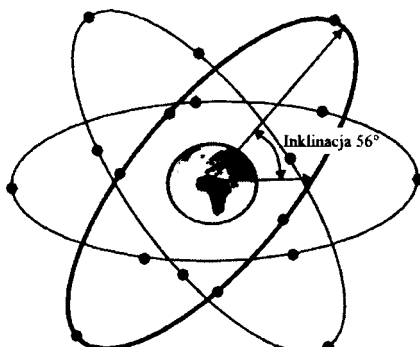
System GALILEO podzielono na segmenty:

- Globalny,
- Naziemny,
- Użytkowników.

Oraz komponenty:

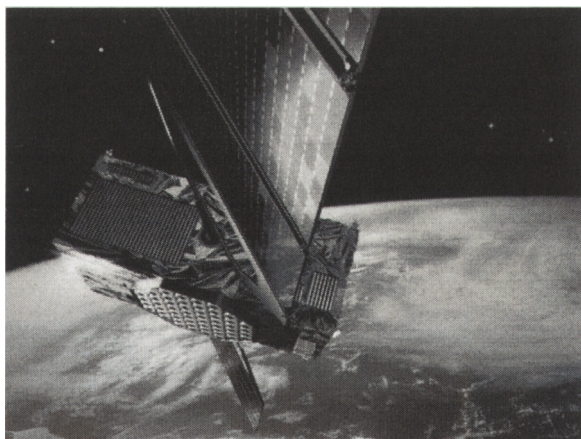
- Regionalny – będący siecią dodatkowych stacji nadzorujących integracyjność sygnałów i centrów przetwarzających dane (np. system EGNOS).
- Lokalny - stworzony z myślą o lepszej precyzji współrzędnych (poniżej 1 m).

Segment globalny (kosmiczny) będzie składał się z 30 satelitów (27aktywnych i 3 rezerwowych). Będą rozmieszczone na 3 orbitach nachylonych pod kątem 56° względem równika, co pozwoli na bardzo dobre pokrycie na dużych szerokościach geograficznych (do 75°). Satelity będą poruszać się na wysokości 23 616 km nad powierzchnią Ziemi, okrążając glob w ciągu 14 godzin i 21 minut.



Rys.9. Rozmieszczenie satelitów GALILEO wokół kuli ziemskiej [Lit.: 10]

Dzięki precyzyjnym odczytom czasu będzie możliwe ustalenie położenia każdego obiektu z dokładnością do jednego metra. Satelity systemu GALILEO na orbicie będą miały wagę ok. 650 kg. Nadawać będą 10 sygnałów w trzech pasmach częstotliwości.



Rys.10. Satelita systemu GALILEO [www: 9]

W segmencie naziemnym można wyróżnić dwa komponenty:

- Komponent kontroli satelitów GCS (*Ground Control System*), kontrolujący stan techniczny satelitów i utrzymuje ich właściwą konstelację.
- Komponent kontroli całości misji systemu MCS (*Mission Control System*), zajmujący się analizą sygnałów emitowanych przez satelity, konserwacją serwisów oraz nadzoruje funkcjonowanie systemu.

System GALILEO będzie posiadał 5 usług:

- Serwis otwarty (*Open Service - OS*) – bezpłatny dla posiadaczy odpowiednich odbiorników. Przeznaczony do transferu czasu, lokalizacji różnych obiektów (np. telefonów komórkowych). Planuje się, iż serwis ten pokryje 95% powierzchni w miastach.

- Serwis bezpieczeństwa życia (*Safety of Life - SoL*) – bezpłatny dla posiadaczy odbiorników z odpowiednimi certyfikatami, zapewniający dokładny pomiar czasu i pozycji.
- Serwis komercyjny (*Commercial Service - CS*) – płatny, zapewniający pomiary o zwiększonej precyzji oraz gwarancję jakości i dokładności sygnału.
- Publiczny Serwis Regulowany (*Public Regulated Service - PRS*) – bezpłatny dla członków Unii Europejskiej, zapewniający władzom dokładny pomiar czasu i pozycji dzięki dodatkowym kodowanym sygnałom, które są odseparowane od innych w celu gwarancji jakości i ciągłości usług.
- Serwis ratunkowy i poszukiwawczy (*Search and Rescue Service - SAR*) – zapewniający precyzyjny sygnał, umożliwia dokładną lokalizację zagrożenia.

Podsumowanie:

Na początku drugiego dziesięciolecia XXI wieku system GALILEO oraz zmodernizowany system GLONASS będą najnowocześniejszymi systemami nawigacji satelitarnej o wiele większych możliwościach niż system GPS.

Bezpieczną nawigację morską i lotniczą w warunkach zagrażających życiu może zapewnić w sposób zadawalający dopiero zintegrowany system składający się z ciągle modernizowanych systemów GPS i GLONASS oraz z tworzonych systemu GALILEO.

W przyszłości działać będzie odbiornik GNSS, który podawać będzie pozycję na podstawie danych uzyskanych ze wszystkich systemów nawigacji satelitarnej oraz systemów wspomagających bez względu na to, kto jest operatorem każdego z działających systemów.

Literatura

1. Januszewski J.: *Systemy GPS, GALILEO i inne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
2. Ślędziński J. *Alfabet GPS*. Seria artykułów w dodatku NAWI do magazynu Geodeta (01.2005 – 01.2006).
3. Lamparski J.: *GPS w Geodezji*. Wydawnictwo Gall; Wydanie I; Katowice 2003.
4. Lamparski J., Świątek K.: *GPS w praktyce geodezyjnej*. Wydawnictwo Gall; Wydanie I; Katowice 2007.
5. Lamparski J.: *NAVSTAR GPS od teorii do praktyki*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko – Mazurskiego. Wydanie I. Olsztyn 2001.
6. Zeszyty naukowe WSBiP w Ostrowcu Św.: Zeszyt 27 „Prace Wydziału Geodezji i Kartografii IP”. Wydawnictwo WSBiP; Ostrowiec Św. 2007.
7. Podręcznik; Doc 9849 AN/457.: *Globalny satelitarny system nawigacyjny (GNSS)*. Wydawnictwo Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego. Wydanie I. Wrocław 2005.
8. Stachnik A., Skonieczny W.: *Europejski satelitarny system nawigacyjny GALILEO 2005*.
9. Bosa J.: *Globalne Satelitarne Systemy Nawigacyjne GNSS*. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu. Wrocław 2009.

10. Raport *Wykorzystanie w Polsce europejskiego systemu nawigacyjnego Galileo oraz współdziałanie w jego wdrożeniu do powszechnego użytku na rzecz szeroko pojętej teleinformatyki, telekomunikacji i ratownictwa*. Warszawa, listopad 2006.

Strony internetowe:

1. http://www.wolinpn.pl/gora/sip/www_gps/gps/tresc.htm
2. http://pl.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
3. <http://www.apogeo.com.pl/odbiornik-trimble-5800-rtkpp-rover-asgeupos-p-535.html>
4. <http://gp.nonam.eu/index.php?adres=przedmioty&semestr=3&skrot6=lok>
5. <http://looms.kk.com.pl/AM/Kokos/Wyk%25b3ad%2009%20-%20Glonass.pps>
6. http://www.asgeupos.pl/index.php?wpg_type=dwnld
7. <http://www.asg-eupos.gov.pl>
8. <http://www.geoforum.pl/pages/index.php?page=news&id=2408&archievement=0>
9. <http://www.merkur-online.de/bilder/2009/09/15/468137/51457085-galileo-satellit.9.jpg>
10. http://eu.mio.com/pl_PL/globalny-system-pozycjonowania.htm