

## Projekty Galileo

■ **GALA** (Galileo Architecture Definition) – główny projekt mający na celu określenie architektury całego systemu, w prace zaangażowanych było ponad 60 firm pod kierunkiem Alcatel Space Industries.

■ **GALILEI** – podstawowe studium dla zdefiniowania wymagań użytkowników; określono w nim m.in. serwisy Galileo, szczegóły struktury sygnałów, komponenty systemu, naszkicowano regulacje dotyczące prawa i standaryzacji oraz skutki wprowadzenia interoperacyjności systemu; w prace (październik 2001-lipiec 2002) zaangażowanych było 58 firm,

■ **GalileoSat** (Galileo Space Segment & Ground Segment) zdefiniował segmenty: kosmiczny i naziemny systemu; firmą wiodącą była Alenia Aerospazio, w pracach udział wzięło ponad 50 firm,

■ **GEMINUS** (Galileo European Multimodal Integrated Navigation Service) – projekt definiujący podstawowe cechy serwisów Galileo; konsorcjum przewodziła firma RACAL.

■ **GENESIS** (Galileo European Network of Experts to Support the European Commission) – 4-letni projekt mający na celu zapewnienie UE sieci instytucjonalnych partnerów i specjalistów do stałego monitorowania GNSS; koordynacja – France Développement Conseil.

■ **GUST** (Galileo User Support Transport) – dostarczenie standardów dla odbiorników Galileo na etapie tworzenia systemu; zaangażowane: FDC, Sextant Avionics i organizacja OREGIN skupiająca producentów elementów satelitarnych systemów nawigacyjnych.

■ **INTEG** (Integration of EGNOS into Galileo), studia na temat wykorzystania w Galileo doświadczeń zdobytych w czasie tworzenia systemu EGNOS; projekt prowadzony przez Alcatel Space Industries.

■ **SAGA** (Standardization Activities for Galileo) – projekt mający na celu utworzenie standardów umożliwiających współpracę z innymi systemami (GPS, GLONASS); prace prowadzono pod kierunkiem Sextant Avionics.

■ **SARGAL** (Search and Rescue in Galileo) – studia nad integracją serwisu SAR z Galileo; prace rozpoczęło w styczniu 2000 r. konsorcjum prowadzone przez Sofreavia, Thales Airborne Systems i International Institute of Air and Space Law.

■ **NAUPLIOS, GADEROS, GALLANT, INSTANT, POLARIS** – projekty uruchomione na początku br. przez Komisję Europejską (w ramach 5. PR). Celem jest zdefiniowanie aplikacji GNSS dla: nawigacji samochodowej, transportu morskiego i kolejowego.

■ **GALILEAN Thematic Network** – inicjatywa uruchomiona w lipcu 2001 r. i skierowana do małych i średnich przedsiębiorstw, które mogą wziąć udział w pracach nad Galileo. ■

## Europejski system nawigacji

# Galileo

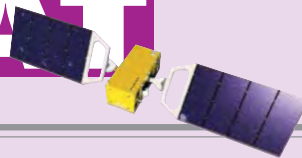
JERZY



System Galileo (impresja artystyczna)

Źródło: ESA

Budowa systemu Galileo jest nadzieją państw Unii na zmniejszenie dystansu, jaki dzieli dzisiaj Europę od Ameryki, nie tylko w dziedzinie nawigacji satelitarnej. To także szansa na rozwój nowych technologii, stworzenie około 140 tysięcy nowych miejsc pracy, zaspokojenie potrzeb nowoczesnego społeczeństwa i konkurencyjność w stosunku do gospodarki USA. To bardzo ogólnie sformułowane podstawowe korzyści – jeśli wszystko pójdzie zgodnie z planem.



## satelitarnej, cz. II – dziś i jutro

# tuż-tuż

### PRZYWARA

Idea zbudowania w Europie systemu nawigacji satelitarnej pojawiła się już w połowie lat 80. za sprawą Francuskiej Agencji Kosmicznej (CNES), chociaż w owym czasie zarówno Francja, jak inaczej najbardziej kompetentna w tych sprawach Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) oficjalnie twierdziły, że nie zamierzają budować własnych systemów. Budowa odpowiednika GPS była zbyt wielkim wydatkiem dla pojedynczego państwa. Jedynym sposobem na osiągnięcie celu było zjednoczenie wysiłków oraz opracowanie strategii finansowania i zarządzania systemem, którą zaakceptowałyby wszystkie kraje uczestniczące w takim przedsięwzięciu.

### Nabieranie tempa

Idea zyskała zupełnie inny wymiar, gdy w sprawę zaangażowała się świeżo powstała Unia Europejska. W 1994 r. Komisja Europejska, ESA i Eurocontrol zaproponowały stworzenie Globalnego Systemu Nawigacji Satelitarnej (GNSS – Global Navigation Satellite System), który w efekcie został zredukowany do kontynentalnego systemu DGPS o nazwie EGNOS.

Rok później rozpoczęto z USA nieformalne rozmowy na temat współpracy, które dopiero w 1999 r. przyjęły oficjalną formę. W pierwotnym wariantcie system europejski miał być ulepszonym połączeniem GPS i GLONASS. Po nakreśleniu jego podstawowych założeń (cywilny, finansowany ze środków unijnych i prywatnych), w połowie 1999 r. zapadły pierwsze najważniejsze decyzje. Wtedy to Europejska Komisja Transportu zdecydowała o uruchomieniu pięciu kontraktów, których celem było zdefiniowanie systemu. Prace studialne ruszyły na przełomie 1999 i 2000 r. Jeden z pięciu kontraktów – GalileoSat Study wykonała ESA, pozostałe (GALA, GEMINUS, INTEG i SAGA) zrealizowa-

ły największe europejskie firmy sektora kosmicznego, m.in. grupy Alenia Spazio, Alcatel, Astrium i Thales. W rezultacie zaczął się wyłaniać dość szczegółowy opis systemu. W grudniu 2001 r. określono charakterystykę i częstotliwość sygnałów dla Galileo. Po wielu spotkaniach i rozmowach wewnątrz Unii, oświadczeniach polityków europejskich (opowiadających się „za”) i amerykańskich („przeciw”) nastąpił rzeczywisty start.

Stało się to 26 marca 2002 r., kiedy to ministrowie transportu państw UE ogłosili, że osiągnęli porozumienie w sprawie budowy europejskiego systemu nawigacji satelitarnej. W następnym miesiącu (16 kwietnia) na posiedzeniu Rady Europy w Barcelonie poinformowano oficjalnie:

- o rozpoczęciu budowy systemu i utworzeniu Joint Undertaking (JU) – kierownictwa fazy „rozwojowej” budowy systemu, które odpowiadać ma za zarządzanie, koordynację prac, zbieranie funduszy, doprowadzenie projektu do fazy rozmieszczenia satelitów na orbitach. JU z siedzibą w Brukseli powołane będzie na początku 2003 r. na okres czterech lat. Członkami-założycielami JU staną się przedstawiciele Komisji Europejskiej i Europejskiej Agencji Kosmicznej. Członkami mogą również zostać firmy biorące udział w budowie systemu;

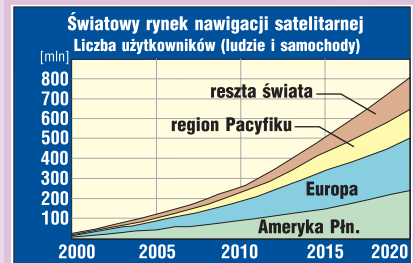
- o interoperacyjności systemu (zwłaszcza z GPS) i podjęciu niezwłocznie negocjacji na ten temat z USA;

- o finansowaniu tej fazy budowy w proporcjach: 2/3 – środki prywatne, 1/3 – budżet Unii;

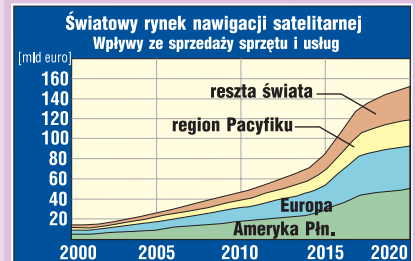
- potwierdzono, że Galileo będzie programem cywilnym pod cywilną kontrolą i wyasygnowano 450 mln euro na pierwsze prace fazy rozwojowej.

W celu zdefiniowania architektury systemu i szczegółów dotyczących poszczególnych jego komponentów Unia Europejska

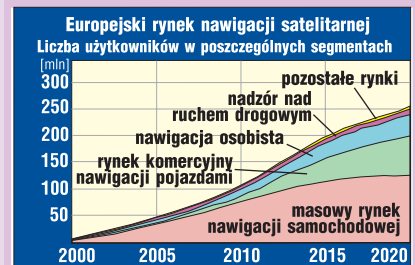
### Perspektywy Galileo



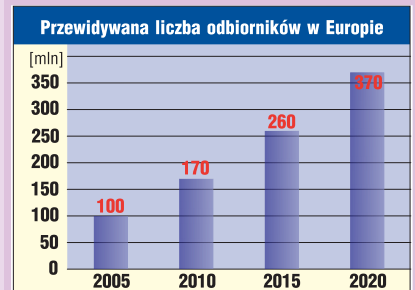
Źródło: ESA



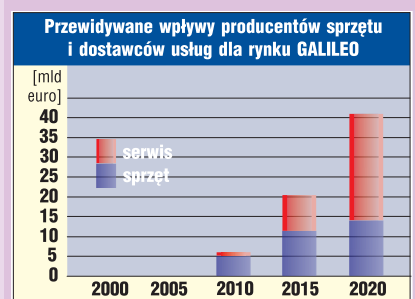
Źródło: ESA



Źródło: ESA



Źródło: Komisja Europejska



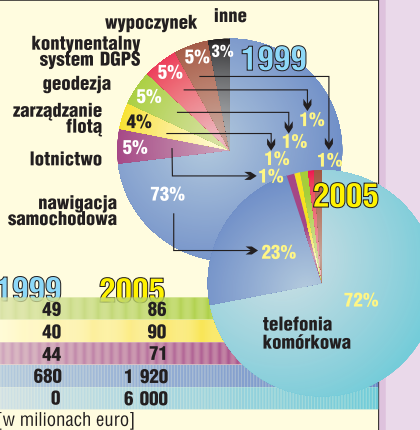
Źródło: Komisja Europejska

długość przerwy	transport	telekomunik. i usł. finans.
tyczasowe wyłączenie, < 1 godzina	10	32
uszkodzenie systemu, 2 dni	240	770
całkowity brak dostępu do systemu	20 000	koszt budowy alternatywnego systemu

Źródło: Komisja Europejska

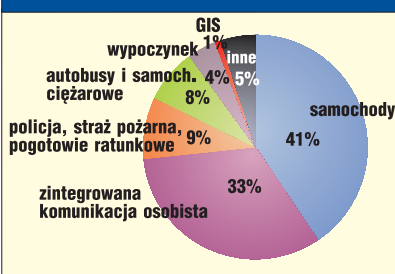
## Europa i świat

Segmenty europejskiego rynku nawigacji satelitarnej w 1999 i 2005 roku



Źródło: Komisja Europejska

Europejski rynek nawigacji satelitarnej w 2015 r.



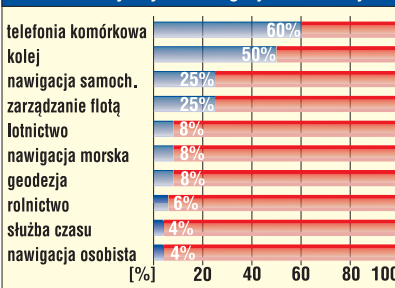
Źródło: Komisja Europejska

Wyposażenie sił wojskowych w sprzęt do nawigacji satelitarnej w 2000 r.

	liczba sztuk	
	UE	Świat
żołnierze i pojazdy	1-2 mln	10-20 mln
	< 1%	USA: 50% inne kraje: < 1%
pociski	50-100 tys.	2-5 mln
	10%	USA: 80% inne kraje: < 1%
amunicja	2-5 mln	20-50 mln
	0%	USA: 5% inne kraje: 0%
samoloty i inne zastosowania militarne	5 tys.	50 tys.
	90%	USA: 100% inne kraje: 50%
służby ratunkowe (w misjach pokojowych)	100 tys.	1 mln
	1%	USA: 100% inne kraje: 0%

Źródło: GEMINUS Study

Udział przemysłu europejskiego w światowym rynku nawigacji satelitarnej



Źródło: ESA

## Planowany koszt budowy systemu Galileo (mln euro)

	2001-05	2006-07	2008-20
zaprojektowanie systemu i zarządzanie	160	130	
budowa satelitów i umieszczenie ich na orbicie	320	1320	
budowa segmentu naziemnego	480	380	
integracja z systemem EGNOS	-	50	
budowa segmentu użytkownika	70	60	
obsługa systemu (z wymianą satelitów)	70	210	220/rok
<b>Razem</b>		<b>3250</b>	

Źródło: Komisja Europejska

## Korzyści z wprowadzenia Galileo (w mln euro/rok)

	2001-05	2006-07	2010	2015	2020	2001-20
dostawcy	190	930	210	235	270	
użytkownicy	-	-	1970	4740	7950	
<b>Razem korzyści ekonomiczne</b>	<b>190</b>	<b>930</b>	<b>2180</b>	<b>4975</b>	<b>7950</b>	<b>62 000</b>
zmniejszenie zatłoczenia dróg	-	-	170	650	1500	
zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska	-	-	60	190	400	
wzrost bezpieczeństwa	-	-	15	15	15	
odzyskanie częstotliwości radiowych	-	-	-	160	160	
<b>Razem korzyści społeczne</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>245</b>	<b>1015</b>	<b>2075</b>	<b>12 000</b>
<b>Suma</b>	<b>190</b>	<b>930</b>	<b>2425</b>	<b>5990</b>	<b>10 295</b>	<b>74 000</b>

Źródło: Komisja Europejska

i ESA uruchomiły już liczne projekty, w które zaangażowało się wiele europejskich przedsiębiorstw. Niektóre z nich zakończone, inne są w fazie realizacji.

Równocześnie prowadzone są rozmowy z USA i Rosją na temat integracji systemu europejskiego z GPS i GLONASS oraz m.in. z Australią, Chinami, Japonią, Kanadą i krajami śródziemnomorskimi na temat rozwoju regionalnych systemów nawigacji satelitarnej na bazie Galileo. Do końca 2002 r. zakończona miała być faza definiowania Galileo.

### ● Główne założenia

Galileo będzie niezależnym cywilnym systemem gwarantującym bezpieczeństwo i pewność serwisu. Działając na podobnej zasadzie jak GPS, zapewni większą dokładność pozycjonowania na terenie całego globu oraz – w przeciwieństwie do GPS – będzie natychmiast informował użytkownika o ewentualnych błędach w pracy systemu. Galileo zostanie zintegrowany z innymi systemami nawigacyjnymi (EGNOS, GPS, GLONASS, LORAN C), umożliwiając tym samym transmisję różnorodnych serwisów. Szczególnie istotna jest „kompatybilność” z GPS i GLONASS. Z punktu widzenia użytkownika istotne jest to, by jego odbiornik odbierał sygnały dochodzące ze wszystkich „widocznych” satelitów. Jednakże taki odbiornik (działający na różnych częstotliwościach fal) jest bardziej skomplikowany w budowie, a więc i droższy. Dlatego też w projekcie Galileo przyjęto, że dla podstawowego serwisu wykorzystana zostanie

ta sama częstotliwość co dla zapowiadanego L5 z GPS (E5a = L5=1176,45 MHz). Trzy działające systemy będą miały łącznie prawie 80 satelitów!

Poza typowymi funkcjami pozwalającymi na pozyskanie danych o położeniu, prędkości i sygnale czasu, Galileo transmitować będzie serwis ratunkowy SAR – Search and Rescue. Satelity wyposażone zostaną w transpondery wysyłające do sieci COSPAS-SARSAT (Cosmicheskaya Systema Poiska Awarynych Sudow – Search and Rescue Satellite) informację o otrzymaniu sygnału SOS i dodatkowo serwis meteorologiczny. Większa szerokość pasma nadawania (E5a, E5b) pozwoli na wyższą dokładność, silniejszy sygnał ma umożliwić pozycjonowanie wewnątrz budynków, a równoległy odbiór sygnałów z GPS zdecydowanie poprawi nawigację na obszarach zurbanizowanych.

Ponieważ Galileo będzie umożliwiał korzystanie z wielu elementów innych systemów (od sygnału GPS czy UMTS po serwisy mapowe), oznacza to w efekcie nową jakość usługi dla użytkownika końcowego. Galileo pozwoli na określenie pozycji absolutnej z dokładnością 4 m. Pierwsze satelity znajdą się na orbitach w latach 2004-06, co zainicjuje pracę systemu. Docelowo (2008 r.) w kosmosie ma być 30 satelitów (27 operacyjnych i 3 zapasowe).

System ma mieć kilka poziomów dostępu: ■ otwarty (OAS – Open Access Service) z bezpłatnym dostępem użytkowników do podstawowego serwisu nawigacyjnego i sygnału czasu;

- kontrolowany (CAS – Controlled Access Service) dla użytkowników komercyjnych, z serwisem szyfrowanym, odpłatny;
- ratunkowy (SAS – Safety Access Service) obsługujący sygnały SOS z radiolaterni nadawane przez użytkowników morskich (EPRiB), lotniczych (ELT) i lądowych (PLB);
- rządowy (GAS – Government Access Service) zapewniający państwom UE niezależny serwis nawigacyjny (np. dla wojska, policji, straży pożarnej itp.) – odpowiedzialnik precyzyjnego serwisu GPS (PPS). Dla państw spoza UE będzie odpłatny.

## ● Koszty i zyski

Komisja Europejska planuje, że do 2008 r. budowa Galileo pochłonie 3,25 mld euro, a do 2020 r. koszty sięgną 6 mld. Wporównaniu z ponad 10 mld dolarów wydanymi przez USA na stworzenie GPS czy 13 mld euro planowanymi na właśnie rozpoczętą budowę 52-kilometrowego tunelu kolejowego pod Alpami (na trasie Lyon-Turyń) suma ta nie wydaje się wygórowana. Dla twórców Galileo najważniejsze są jednak spodziewane zyski. Wspomniana w I części artykułu firma Technomar ocenia wielkość europejskiego rynku nawigacji satelitarnej w 2005 r. na 8,4 mld euro (w 1999 r. – 925 mln). W okresie 2001-2020 wpływy (netto) wynikłe z korzystania z systemu szacuje się na 74 mld euro. Według analizy ekonomicznych aspektów uruchomienia systemu przeprowadzonej na zlecenie Komisji Europejskiej przez Pricewaterhouse Coopers (PC) już w 2010 r. Galileo pozwoli zaoszczędzić liniom lotniczym ok. 166 mln euro, a armatorom morskim – 81 mln. PC ocenia koszt projektu Galileo (do 2008 r.) na 3,4 mld euro, natomiast spodziewane korzyści wynikające tylko z usprawnienia ruchu lotniczego, morskiego i lądowego w latach 2008-20 na 17,8 mld. Według przewidywań europejski system

## Terminarz Galileo

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Faza projektowania i rozwoju	[Barra]						
Rozmieszczenie elementów systemu					[Barra]		
Faza zatwierdzania systemu		[Barra]					
Faza zatwierdzania segmentu kosmicznego					[Barra]		
Początkowy okres działania systemu						[Barra]	
Zdolność operacyjna systemu							[Barra]

nawigacji satelitarnej wywrze największy wpływ w dziedzinie komunikacji. Tylko w ruchu drogowym ponad 40 tys. wypadków śmiertelnych, jakie zdarzają się rocznie na drogach krajów Unii, generuje koszty odpowiadające ok. 2% produktu narodowego krajów Piętnastki, a o kolejne 2% wzrastają one z powodu zatłoczenia dróg. Uruchomienie Galileo umożliwi wyposażenie samochodów w odbiorniki łączące nawigację satelitarną z mapą drogową, informacjami o aktualnej sytuacji na trasie, pogodzie itd. Kierowca będzie mógł tym samym wybrać optymalną trasę podróży, operator floty ciężarówek – zaplanować najbardziej ekonomiczny wariant dostawy towaru, straż pożarna – jechać najkrótszą drogą do miejsca wypadku. W ruchu kolejowym możliwe będzie skrócenie czasu podróży oraz zwiększenie bezpieczeństwa. Podobnie w lotnictwie, dla którego planowane na 2004 r. uruchomienie systemu EGNOS i jego integracja z Galileo może oznaczać w niedalekiej przyszłości „wyprostowanie” tras przelotów samolotów determinowanych dzisiaj położeniem stacji kontroli radarowej. Budowa systemu Galileo jest nadzieją państw Unii na zmniejszenie dystansu, jaki dzieli dzisiaj Europę od Ameryki, nie tylko w dziedzinie nawigacji satelitarnej. To także szansa na rozwój nowych technologii, stworzenie około 140 tysięcy nowych miejsc pracy, zaspokojenie potrzeb nowoczesnego społeczeństwa i konkuren-

cyjność w stosunku do gospodarki USA. To bardzo ogólnie sformułowane podstawowe korzyści, jeśli wszystko pójdzie zgodnie z planem.

## ● Wątpliwości

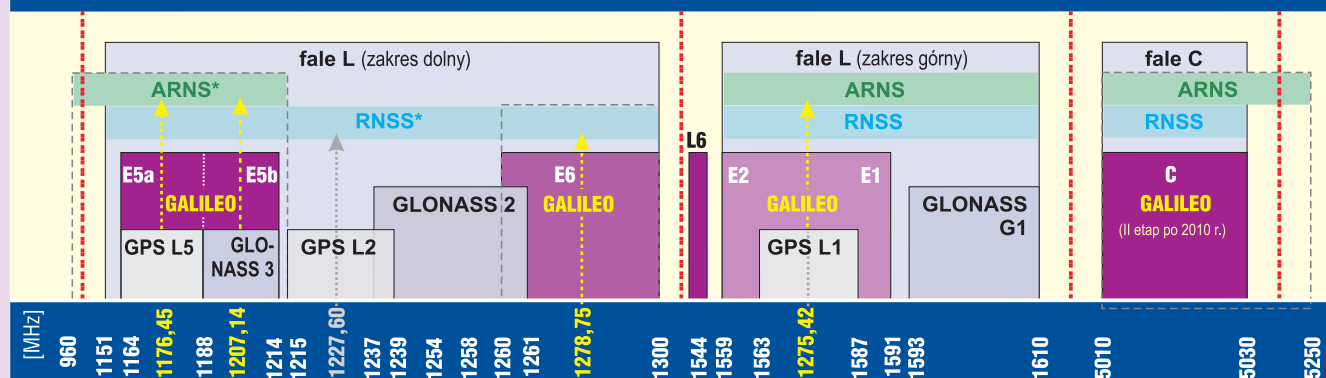
W opinii wielu ekspertów głównymi zagrożeniami dla Galileo są: zbyt późne rozpoczęcie prac nad systemem i odległy termin jego uruchomienia (do tego czasu rynek może zostać podzielony). Innym niebezpieczeństwem jest możliwość ustanowienia wygórowanych opłat za korzystanie z systemu. Może się okazać, że klienci ich nie zaakceptują i wybiorą korzystanie z bezpłatnego systemu amerykańskiego. Według założeń projektu Galileo za większą dokładność trzeba będzie więcej zapłacić. W przypadku specjalistycznych zastosowań (np. w geodezji czy nawigacji maszynami) o wyborze systemu nie będzie jednak decydowała wysokość opłat, lecz koszt całego przed-

## Częstotliwości i serwisy

Serwis		
Otwarty	Komercyjny	Rządowy
E5a		
	E5b	
		E6 A
	E6 B	
		E2 - L1 - E1 A
	E2 - L1 - E1 B	
	E2 - L1 - E1 C	

Źródło: ESA

## Podział częstotliwości ustalony na Światowej Konferencji Radiokomunikacyjnej w 2000 r. w Istambule



ARNS – Aeronautical Radio Navigation Service

RNSS – Radio Navigation Satellite Service

## Komponenty Galileo

### SEGMENT KOSMICZNY

(GalileoSat Space Segment) to 30 satelitów MEO (Medium Earth Orbit) umieszczonych na trzech orbitach o nachyleniu 56° na wysokości 23 616 km. Zakłada się ich 20-letni okres pracy. Na pokładzie każdego z nich znajdują się m.in.: dwa rubidowe zegary atomowe, dwa masery wodorowe, 60-watowy nadajnik fal L oraz retroreflektor do laserowych pomiarów odległości.

### SYSTEM KONTROLI NAZIEMNEJ

(Ground Control System) obejmuje:

- centrum kontroli systemu nawigacyjnego (NSCC – Navigation System Control Centre) odpowiedzialne za całość, w tym m.in.: obsługę serwisu sygnału czasu, wysyłanie i kontrolę depech nawigacyjnych, kontrolę satelitów, nadzór nad naziemną częścią systemu;
- 15 bezobsługowych stacji (OSS – Orbitography and Synchronization Stations) rozlokowanych w różnych punktach globu do odbioru danych kontrolnych z satelitów;
- 4 zdalnie sterowane stacje (TTC – Telemetry, Tracking and Command) pracujące na falach S do wysyłania danych nawigacyjnych, telemetrycznych do satelitów oraz poleceń z centrum kontroli;
- sieć globalnych połączeń systemu umożliwiająca komunikację pomiędzy jego poszczególnymi naziemnymi elementami.

### EUROPEJSKI

### ZINTEGROWANY SYSTEM

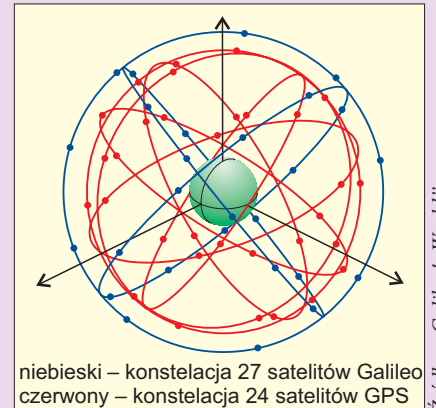
EIDS (European Integrity Determination System) zapewni jednorodność serwisu Galileo. Możliwe stanie się więc ostrzeżenie np. pilota samolotu o przerwie w pracy systemu nawigacyjnego z opóźnieniem nie większym niż 10 sekund. Poza tym odbiorca ma mieć zapewniony sygnał z co najmniej dwóch satelitów znajdujących się 25° nad horyzontem. Segment ten składać się będzie z:

- centrum kontroli (ICC – Integrity Control Centre) przetwarzającego dane pseudoodległościowe odbierane przez IMS z lokalnymi danymi meteorologicznymi (i innymi) i wysyłające je w postaci depech przez IULS do wybranych satelitów, z których transmitowane będą do użytkowników;
- sieci naziemnych automatycznych stacji (IMS – Integrity Monitoring Stations);
- 3 automatycznych stacji (IULS – Integrity Up-Link Stations) do transmisji danych do wybranych satelitów nad Europą. Poza EIDS przewiduje się również systemy pozaeuropejskie NEIDS (Non-European IDS).

### SYSTEMY LOKALNE

Umożliwią nadawanie serwisów (również pozaeuropejskich) integrujących dane pochodzące z Galileo z lokalnymi serwisami lokalizacyjnymi i komunikacyjnymi. ■

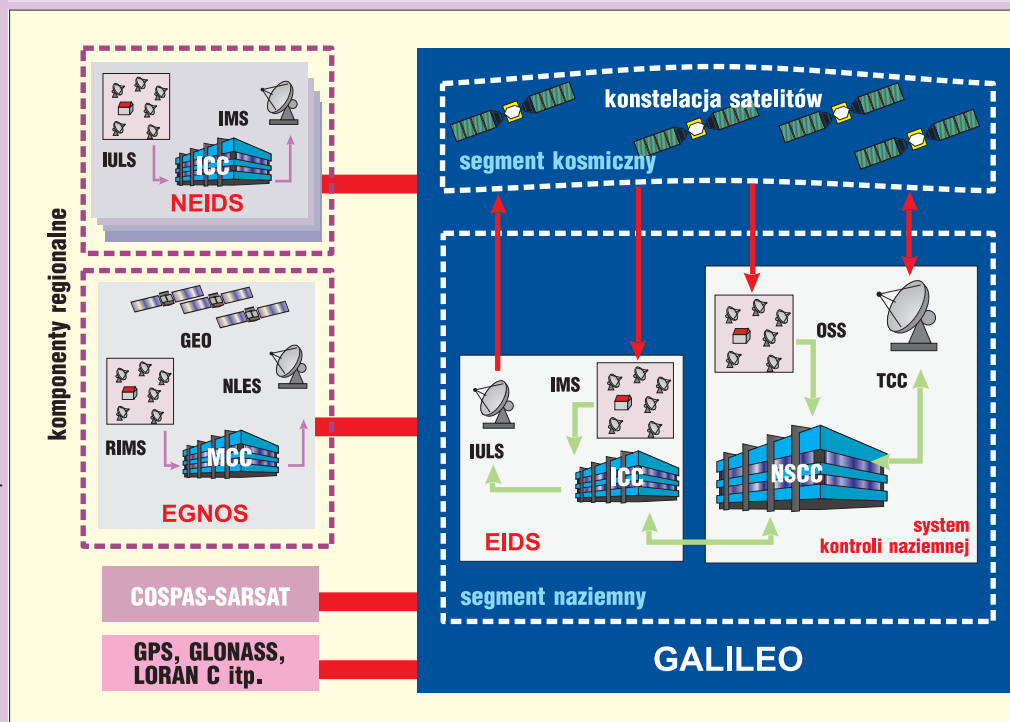
siewzięcia, uwzględniający z jednej strony konieczność powtórzenia części prac (z uwagi np. na zanik sygnału), z drugiej – wysokość abonamentu za dostęp do stabilnego systemu. A zanik sygnału GPS zdarza się, o czym świadczy np. przerwa w pracy systemu w 2000 r. nad kilkoma stanami USA czy kolejna w czasie wojny w Kosowie. Rozwój Galileo opóźnić może też brak standardów dla komunikacji pomiędzy zażywającymi się technologiami nawigacyjnymi, internetowymi, multimedialnymi itp., które będą nieodzowne dla zapewnienia wspomnianej wcześniej interoperacyjności. Podstawowym problemem wszystkich systemów nawigacji satelitarnej jest wymóg zapewnienia „widoczności” odpowiedniej liczby satelitów oraz wielkość PDOP (tzw. współczynnika rozmycia pozycji). Z tego względu niewątpliwą konkurencją dla Galileo (i GPS) jest już dzisiaj telefonia komórkowa. Systemy GPRS, GSM i UMTS zapewniają odbiór sygnału wewnątrz budynków i umożliwiają uzyskanie pozycji odbiornika z dokładnością niewiele niższą niż (dzisiaj) GPS. Obecnie barierą dla telefonii są koszty. Według badań przeprowadzonych przez monachijski Uniwersytet Bundeswehry pokrycie np. obszaru Niemiec siecią telefonii komórkowej trzeciej generacji (UMTS), która pozwoliłaby na 100-metrową precyzję wyznaczania pozycji, kosztowałoby około 3 mld euro. Jednak zważywszy na szybki rozwój telefonii, sytuacja może wkrótce ulec zmianie. Należy też zdać sobie spr-



Źródło: „Galileo's World”

wę z tego, że dla większości użytkowników określenie pozycji z dokładnością od 10 do 100 metrów jest w zupełności wystarczające. Prawdopodobna wydaje się więc sytuacja, że w aglomeracjach będziemy korzystać z telefonów komórkowych, a tylko poza nimi z nawigacji satelitarnej w „czystszej” formie.

Wreszcie na placu boju nadal pozostaje stale ulepszany GPS. W najbliższych latach Amerykanie planują zainwestowanie około miliarda dolarów na jego dalszy rozwój. Unowocześniony zostanie kod sygnału na dotychczasowej częstotliwości L2 (pierwszy satelita bloku IIR – 2003 r.), uruchomiona będzie nowa „cywilna” częstotliwość L5 (pierwszy satelita – 2005r.). Pozwoli to na osiągnięcie dokładności pozycjonowania 3-5 m. Zapowiadane zmiany nastąpią więc na długo przed uruchomieniem Galileo. Z kolei na rok 2011 pla-



## Porównanie wybranych parametrów systemów nawigacyjnych

	GLONASS	GPS	Galileo
liczba satelitów	9	24 + 4	27 + 3
liczba orbit/kąt nachylenia orbity	3/64,8°	6/55°	3/56°
wysokość nad powierzchnią Ziemi [km]	19 100	20 180	23 616
okres obiegu Ziemi	11 godz. 15 min.	12 godz.	–
odzworowanie	WGS 72, SGS 85	WGS 84	ITRS
częstotliwość fali [MHz]	1602-1615 (L1) 1246-1256 (L2)	1575,42 (L1) 1227,60 (L2) 1176,45 (L5, planowana)	1575,42 (E1-L1-E2) 1278,75 (E6) 1176,45 (E5a-E5b)
kod	C/A (L1), P (L1, L2)	C/A (L1), P (L1, L2)	–
kod frequency [MHz]	0,511 (C/A) 5,11 (P)	1,023 (C/A) 10,23 (P)	–
dokładność określenia pozycji			
■ nawigacja [m]	8-20	10-12 (SPS)/ok. 1 (PPS)	4
■ geodezja (pomiar różnicowy) [cm]		0,5-1	–
stacje monitorujące	Petersburg, Tarnopol, Jenisejsk, Komsomolsk n. Amurem	Hawaje, Diego Garcia, Wyspy Wniebowstąpienia, atol Kwajalein	–
stacja centralna	Moskwa	Colorado Springs	–
ostatni satelita umieszczony na orbicie			
■ nazwa	Kosmos 2382	GPS 2R-7 (54)	satelita planowany
■ data	1.12.2001 r.	31.01.2001 r.	2006 r.
■ moc [W]	–	1136	ok. 1500
■ waga [kg]	1500	2032	650-700
■ planowany czas pracy [lata]	6	10	20
■ koszt	–	44 mln dolarów	–

nowany jest start nowej generacji satelitów systemu – GPS III o dokładności poniżej 1 m. Z pewnością wiele zależy od rozmów strony europejskiej z Amerykanami na temat kompatybilności galileowskiego serwisu GAS i GPS-owskiego kodu P(Y).

Niezwykle istotne jest również, aby do 13 lutego 2006 r. w kosmosie znalazł się pierwszy działający satelita nowego systemu, gdyż w przeciwnym wypadku – zgodnie z ustaleniami Światowej Konferencji Radionawigacyjnej – częstotliwości przydzielone po ciężkich bojach dla Galileo rozdysponowane zostaną inaczej. Chrapkę na nie mają zarówno Amerykanie, jak i Chińczycy.

### ● Nie ma innego wyjścia

Zaangażowanie w projekt rządów państw i wielkich konsorcjów starego kontynentu, a także europejskie sukcesy w budowie Airbusa i Ariane wydają się być gwarantem powodzenia.

Za kilka lat możliwe będzie satelitarne lokalizowanie ludzi cierpiących na zaniki pamięci, a owczarka prowadzącego niewidomego prawdopodobnie zastąpi miniaturowy elektroniczny odbiornik. Taki sam, jaki posłuży do monitorowania niebezpiecznych przestępców, lokalizacji ekipy remontującej rurociąg czy kuriera z paczkami.

Już niedługo urządzenie wielkości dzisiejszej komórki zawierać będzie w sobie odbiornik GPS/Galileo, telefon, internet, kamerę, telewizor, radio, a może coś jeszcze.

Czy taki cud techniki będzie nam potrzebny? Może i nie. Ale chyba nic prostszego nie będzie można kupić.

### Materiały źródłowe

- Raport ITAOT, GPS Market Projections and Trends in the Newest Global Information Utility, 1998;
- Galileo, Mission High Level Definition, ESA, 2001;
- J. Benedicto, S.E. Dinwiddy, G. Gatti, R. Lucas, M. Lugert, Galileo: Satellite System design and Technology Developments, ESA, 2000;
- Pricewaterhouse Coopers, Inception Study to Support the Development of a Business Plan for the Galileo Programme, Executive Summary, Bruksela, 2001;
- Galileo, The European project on radio navigation by satellite, EC Directorate-General for Energy and Transport, Information note, Bruksela, 26.03.2002;
- Galileo, An imperative for Europe, EC Directorate-General for Energy and Transport, Information note, 2002;
- G.W. Hein, J. Godet, J. L. Issler, J. Ch. Martin, R. Lucas-Rodriguez, T. Pratt, The Galileo Frequency Structure and Signal Design;
- J. Lamparski, NAVSTAR GPS Od teorii do praktyki, Wyd. UWM, Olsztyn, 2001;
- K. Czarnecki, Geodezja współczesna w zarysie, Wyd. Wiedza i Życie, 1996;
- J. Narkiewicz, Podstawy układów nawigacyjnych, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1999;
- G. Seeber, Satellite Geodesy Foundation, Methods and Applications, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1993;
- Cost benefits analysis result for Galileo, European Commission Staff Working Paper, Bruksela, 22.10.2000;
- „Galileo's World” 3/2001, 2/2002;
- „GPS World” 6/2002;
- www.fas.org, www.gisvision.com

