

## System satelitalny Cospas-Sarsat

# Pomoc z różnych orbit

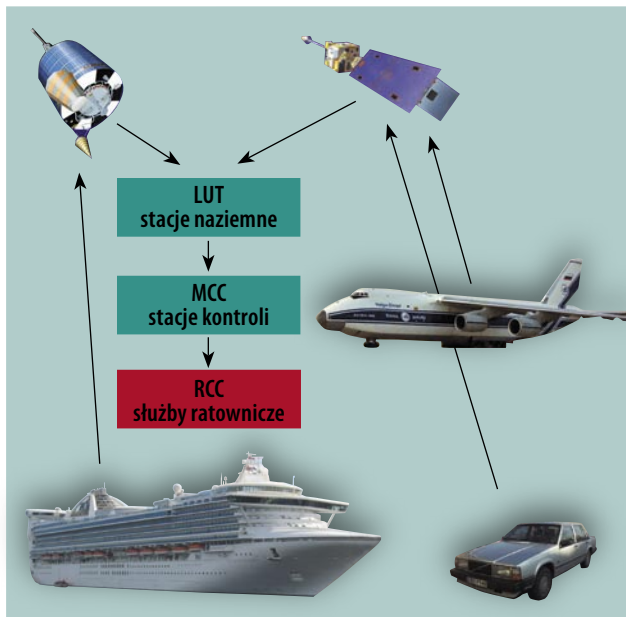
PAULINA JAKUBICKA

**W** 1970 roku na Alasce rozbił się samolot, którym leciało dwóch amerykańskich kongresmanów. Wraku nigdy nie odnaleziono. Postanowiono wówczas, że każdy samolot musi być wyposażony w urządzenie ELT (Emergency Locator Transmitters), które automatycznie uruchamia się po katastrofie, wysyłając sygnał umożliwiający zlokalizowanie miejsca wypadku i skierowanie tam pomocy. Kolejnym krokiem na drodze do poprawy bezpieczeństwa było podpisanie w 1979 roku porozumienia o utworzeniu systemu Cospas-Sarsat. Ten międzynarodowy

### satelitalny system ratownictwa

wodnego i powietrznego powstał przez połączenie radzieckiego Cospas (Kosmicheskaja Sistemia Poiska Awaryjnych Sudow) oraz amerykańsko-kanadyjsko-francuskiego Sarsat (*Search and rescue satellite-aided tracking system*). Faza rozwoju rozpoczęła się w 1982 roku. Drugą umowę (5 października 1984 roku) podpisały: Francuska Agencja Kosmiczna (CNES), Ministerstwo Obrony Narodowej Kanady (DND), Ministerstwo Marynarki Wojennej Związku Radzieckiego oraz amerykański Państwowy Urząd do spraw Oceanów i Atmosfery (NOAA). Pierwszego satelitę wystrzelono w 1982 roku, a trzy lata później system był w pełni operacyjny. Ciągłość jego pracy zapewniło podpisanie 1 lipca 1988 roku Międzynarodowej Umowy Progra-

Polska stara się o uzyskanie statusu państwa-użytkownika systemu Cospas-Sarsat. Dzięki niemu od 1982 roku uratowano około 18 tys. ludzi. Tylko w samym zeszłym roku w USA pomoc była potrzebna ponad 200 osobom, z czego 90% w wypadkach morskich. System może być użyteczny także w bardziej egzotycznych sytuacjach, np. kilka miesięcy temu w Australii grupa turystów została zaatakowana przez krokodyla, a Cospas-Sarsat znacząco przyspieszył akcję ratunkową.



Rys. 1. Zasada działania Cospas-Sarsat

mowej. Jej depozytariuszami są: sekretarz generalny Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego i sekretarz generalny Międzynarodowej Organizacji Morskiej. W styczniu 1992 Rosja

przejęła odpowiedzialność za umowy podpisywane wcześniej przez ZSRR.

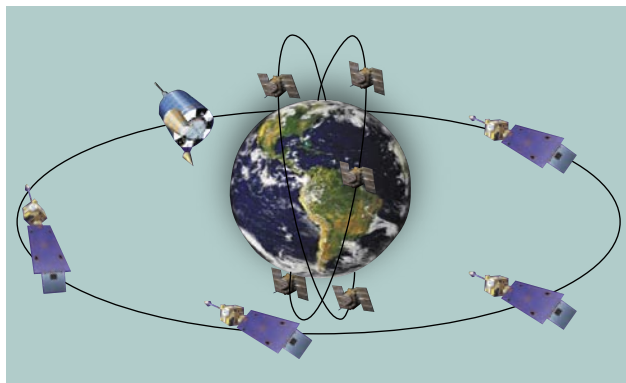
Ogólny schemat działania systemu przedstawiono na rysunku 1. W miejscu wypadku uruchomiona zosta-

je (automatycznie lub przez użytkownika) pokładowa radiostacja ratownicza. Wysyła ona do satelity sygnał, który zostaje przekazany stacjom naziemnym. Tam obliczane jest położenie obiektu wywołującego pomoc i kierowane są do niego odpowiednie służby ratownicze.

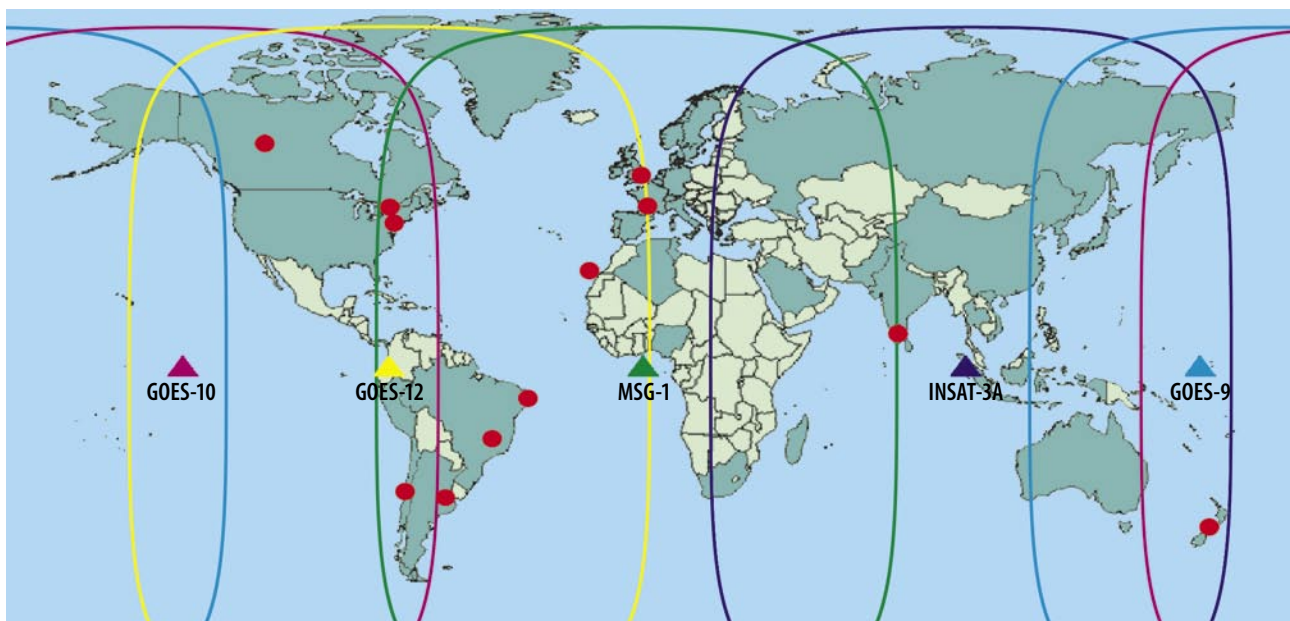
Jak to działa? System Cospas-Sarsat tworzą

### trzy segmenty

– kosmiczny, naziemny i użytkowników. Na segment kosmiczny składają się dwie konstelacje satelitów (rys. 2). Pierwsza to satelity krążące na niskich orbitach LEO (Low Earth Orbit), nazywane LEOSAR (patrz tabela obok). Dla zapewnienia funkcjonowania systemu potrzebne są minimum 4 takie satelity, a obecnie jest ich 5 oraz jeden, który nie pracuje w sposób ciągły. Rosyjskie satelity (system Cospas) krążą na orbitach o promieniu 1000 km, nachylonych względem równika pod kątem 83°, czas obiegu wokół Ziemi wynosi 105 minut. Satelity te odbierają sygnały o częstotliwości 121,5 MHz i 406 MHz. Natomiast satelity systemu Sarsat poruszają się na orbitach o promieniu 850 km. Ich czas obiegu wokół Ziemi to 100 minut. Pracują na częstotliwościach 121,5 MHz, 406 MHz oraz 243 MHz. Satelity LEO-SAR obejmują swoim za-



Rys. 2. Segment kosmiczny systemu



Rys. 3. Rozmieszczenie satelitów GEOSAR (linie określają ich zasięgi). Ciemniejszym kolorem oznaczono państwa należące do Cospas-Sarsat. Czerwone punkty odpowiadają stacjom GEOLUT

sięciem całą Ziemię. Druga konstelacja to satelity geostacjonarne (GEO – Geostationary Earth Orbit), nazywane GEOSAR (patrz tabela poniżej). Jest ich również 5 oraz jeden zapasowy. Znajdują się na wysokości 36 tys. km nad równikiem. Swoim zasięgiem nie pokrywają całej powierzchni Ziemi, ale jej zdecydowaną część – pas między 70° szerokości geograficznej północnej a 70° szerokości geograficznej południowej. Dociera do nich jedynie sygnał o częstotliwości 406 MHz. Ponieważ sa-

telity geostacjonarne „wiszą” cały czas nad tym samym punktem na Ziemi, wyznaczenie położenia nie może bazować na wykorzystaniu efektu Dopplera, na którym opiera się określenie pozycji z satelitów niskich. Potrzebne są dodatkowe informacje lokalizacyjne. Podstawową zaletą satelitów geostacjonarnych jest to, że już pierwszy sygnał docierający do nich pozwala na wyznaczenie pozycji. W przypadku LEOSAR-ów konieczne jest dwukrotnie przejście satelity nad obiektem.

### Segment naziemny

tworzą lokalne stacje naziemne (LUT) oraz stacje kontroli (MCC). Stacje lokalne odbierają sygnał z satelitów Cospas-Sarsat i obliczają położenie obiektu wzywającego pomoc. Z satelitami LEOSAT współpracują stacje LEOLUT, a z GEOSAR – GEOLUT (rys. 3). W systemie pracują 43 stacje LEOLUT i 12 GEOLUT, z czego w Europie odpowiednio 7 i 2. Stacje LUT są zautomatyzowane, składają się z anteny parabolicznej wyposażonej w odpowiedni sprzęt rejestracyjny i oprogramowanie. Przesyłają one sygnał do właściwych stacji kontroli, które służą jako centra informacji wysyłanych w systemie Cospas-Sarsat. Ich zadaniem jest zbieranie, przetwarzanie, filtrowanie danych z LUT i innych MCC (stacji kontroli), których obecnie jest 26. Sygnał wysyłany jest z nich do stosownych służb ratowniczych (RCC), innych stacji MCC oraz do punktów kontaktowych SAR. Te ostatnie to punkty RCC na poziomie krajowym. To one przyjmują odpowiedzialność za alarmy zgłoszone na ich obszarze.

Segment użytkowników tworzą

### radiopławy awaryjne

– niewielkie urządzenia, które emitują sygnał rejestrowany później przez satelity. Zależnie od przeznaczenia istnieją trzy typy: morskie, lotnicze i osobiste. Dla zastosowań morskich używa się typu EPIRB, a nazywa się je

Satelity LEOSAR	Nazwa	Data uruchomienia
Cospas-9	Nadzieжда-6	czerwiec 2000
Cospas-4	Nadzieжда-1	lipiec 1989*
Sarsat-6	NOAA-14	grudzień 1994
Sarsat-7	NOAA-15	maj 1998
Sarsat-8	NOAA-16	wrzesień 2000
Sarsat-9	NOAA-17	czerwiec 2002
Sarsat-10	NOAA-N	planowana na marzec 2005

\* nie pracuje w sposób ciągły, a jedynie na południowej półkuli

Satelity GEOSAR	Data uruchomienia	Położenie
GOES-9	maj 1995	155°E
GOES-10 (GOES-W)	kwiecień 1997	135°W
GOES-12 (GOES-E)	lipiec 2001	75°W
INSAT-3A	kwiecień 2003	93,5°E
MSG-1	sierpień 2002	3,4°W
GOES-11 (zapasowy)	maj 2000	105°W
MSG-2	planowana na czerwiec 2005	jeszcze nieokreślone

### Skróty:

**DND** – Department of National Defence  
**LUT** – Local User Terminal  
**MCC** – Mission Control Center  
**RCC** – Rescue Coordination Center  
**SAR** – Search and Rescue  
**SPOC** – SAR Points Of Contacts  
**ELT** – Emergency Location Transmitter  
**EPIRB** – Emergency Position Indicating Radiobeacon  
**PLB** – Personal Locator Beacon  
**MEO** – Medium Earth Orbit

## Radiomodemy kupione

Trimble kupił spółkę Pacific Crest Corporation, dostawcę komunikacji radiowej dla systemów wyznaczania pozycji i monitorowania środowiska. Radiomodemy tej firmy zapewniają łączność zwiększającą dokładność GPS. Bezprzewodowa komunikacja znajduje zastosowanie głównie w aplikacjach RTK oraz sterowaniu sprzętem do robót ziemnych. Pacific Crest będzie działało jako segment Trimble'owego E&C, zapewniając serwis swoim klientom.

Zródło: Trimble

## Nawigacja wojskowa

Firma KVH otrzymała zamówienie o wartości 2,25 mln dolarów na dostarczenie samochodowego systemu nawigacyjnego TACNAV dla wojska. Ten wykorzystujący sygnał GPS system łączy w sobie cyfrowy kompas, technologię FOG (fiber optic gyro) oraz oprogramowanie umożliwiające ciągłą nawigację i wyznaczanie kursu. TACNAV działa nawet po wyłączeniu lub zablokowaniu GPS.

Zródło: KVH

## WAAS-GII

NovAtel ogłosił, że Raytheon Company zamówiła dodatkowe odbiorniki WAAS GII w ramach programu US WAAS Final Operational Capability. Urządzenia, które będą dostarczane w pierwszej połowie br., przeznaczone są do rozbudowy istniejącej sieci WAAS na Alasce, w Kanadzie i Meksyku. Wartość kontraktu oceniana jest na 650 tys. dolarów.

Zródło: NovAtel

najczęściej radiopławami. Korzystają one z częstotliwości 121,5 MHz i 406 MHz. Muszą być w nie wyposażone wszystkie statki. W lotnictwie używa się typu ELT, a w języku polskim stosuje się określenie radiostacja ratownicza. Oba rodzaje mogą być uruchamiane ręcznie przez użytkownika lub samoczynnie na skutek wypadku. Coraz powszechniejsze stają się kieszonekowe PLB. Mogą one być uruchomione jedynie przez użytkownika. W Polsce sprzedają tego typu sprzętu zajmuje się kilka firm. Średni koszt urządzenia to około 1000 euro.

Istotnym zagadnieniem związanym z radiopławami są częstotliwości, na jakich pracują. Są to 121,5 MHz oraz 406 MHz. Jednak tylko ta druga jest rejestrowana przez satelity geostacjonarne, które zapewniają prawie natychmiastowe zawiadomienie o wypadku na obszarze 85% powierzchni Ziemi. Oprócz tego główną zaletą częstotliwości

### 406 MHz

jest to, że przy korzystaniu z niej występuje mniej przypadkowych (fałszywych) alarmów. Sygnał 121,5 MHz jest analogowy i przeciętnie 97% alarmów na tej częstotliwości była w rzeczywistości spowodowana zakłóceniami wywołanymi przez inne urządzenia (np. bankomaty czy piekarniki w pizzeriach). Ponieważ żaden alarm nie może zostać zlekceważony, te, które okazują się nieprawdziwe, pociągają za sobą niepotrzebne koszty. Aby tego uniknąć, postanowiono, że 1 lutego 2009 roku częstotliwość 121,5 MHz zostanie wyłączona. Pozostanie jedynie sygnał cyfrowy 406 MHz. Argumentem „za” była również dokładność określenia pozycji, która dla 121,5 MHz wynosi 20 km, a dla 406 MHz – 5 km. Dodatkowo, jeśli



Rys. 4. Radiopławy awaryjne

radiostacja jest wyposażona w odbiornik GPS i wraz z sygnałem alarmowym wysyła swoje współrzędne, precyzja zlokalizowania obiektu wzrasta nawet do 120 metrów.

Cospas-Sarsat został założony przez cztery kraje, do których później dołączyły kolejne. Obecnie do systemu należą

### 35 państw,

wśród których 23 są odpowiedzialne za elementy segmentu naziemnego (*ground segment provider*), a 8 ma status państwa-użytkownika systemu. Segmentem kosmicznym zawiadują twórcy systemu.

W przyszłości USA, Rosja i Komisja Europejska oraz Europejska Agencja Kosmiczna planują dołączyć instrumenty SAR do konstelacji swoich systemów nawigacyjnych na średnich orbitach (MEO), czyli do GPS, GLO-NASS i Galileo. Jeśli ten plan (o nazwie MEOSAR) zostanie zrealizowany, przyniesie

znaczące korzyści systemowi Cospas-Sarsat. Poprawi to szybkość działania, co oznaczać będzie zwiększenie bezpieczeństwa statków i samolotów. Do tej pory zajmowano się głównie zapewnianiem kompatybilności systemu z częstotliwością 406 MHz oraz interoperacyjnością trzech systemów satelitarnych.

Polska ma nadzieję dołączyć do Cospas-Sarsat. Obecnie jest jedynie jego użytkownikiem – korzysta z niego, jeśli zdarzy się wypadek w naszej strefie reagowania. Informacja o zdarzeniu przychodzi najczęściej z Danii lub Rosji. Urząd Lotnictwa Cywilnego prowadzi działania mające doprowadzić do tego, żeby w Polsce utworzyć Agencję Współpracującą systemu Cospas-Sarsat. Spodziewane jest to w pierwszej połowie bieżącego roku. Będziemy mieć wówczas dostęp do standardów związanych ze stosowaniem urządzeń oraz możliwość korzystania z segmentu naziemnego. Przedstawiciele Urzędu Lotnictwa Cywilnego uczestniczyli w 33. Otwartej Sesji Rady Programu Cospas-Sarsat w październiku ub.r. Zostali tam zaproszeni w związku z realizacją procedury upoważnienia prezesa ULC do podpisania Listu Notyfikacyjnego o przystąpieniu Polski do programu. ■

## Efekt Dopplera

to zjawisko polegające na zmianie częstotliwości fali rejestrowanej przez odbiornik, przy względnym ruchu dwóch obiektów – nadajnika i odbiornika. Jeśli dystans między nimi zmniejsza się, efekt Dopplera powoduje, że częstotliwość sygnału odbieranego wzrasta, a jeśli odległość rośnie – częstotliwość maleje. Sygnał rejestrowany przez satelitę pozwala na wyznaczenie momentu najbliższego położenia nadajnika. Ponieważ położenie satelity w każdej chwili jest znane, można obliczyć, w jakiej odległości od jego toru znajduje się obiekt. Do wyznaczenia pozycji potrzebne jest więc drugie przejście satelity nad tym obszarem.