

Przegląd systemów GNSS

A MIAŁO BYĆ TAK PIĘKNIE

Nowa generacja satelitów GPS z dokładniejszym kanałem L5, pełna operacyjność GLONASS, pierwsze operacyjne satelity Galileo i QZSS – co z tych szumnych zapowiedzi na ostatnie 12 miesięcy się spełniło?

JERZY KRÓLIKOWSKI

Rok temu redaktor naczelny branżowego czasopisma „Inside GNSS” prognozował, że rok 2010 będzie początkiem złotej ery systemów nawigacji satelitarnej. Dla niektórych rozwiązań rzeczywistość okazała się jednak brutalna. Nie powinno to jednak dziwić, wszak od wielu lat budowanie wszystkich systemów GNSS prześladowa mniejszy lub większy pech. Komu przypadły więc tytuły pechowca i szczęściarza roku?

● GPS, CZYLI O ROKU REFLEKSJI

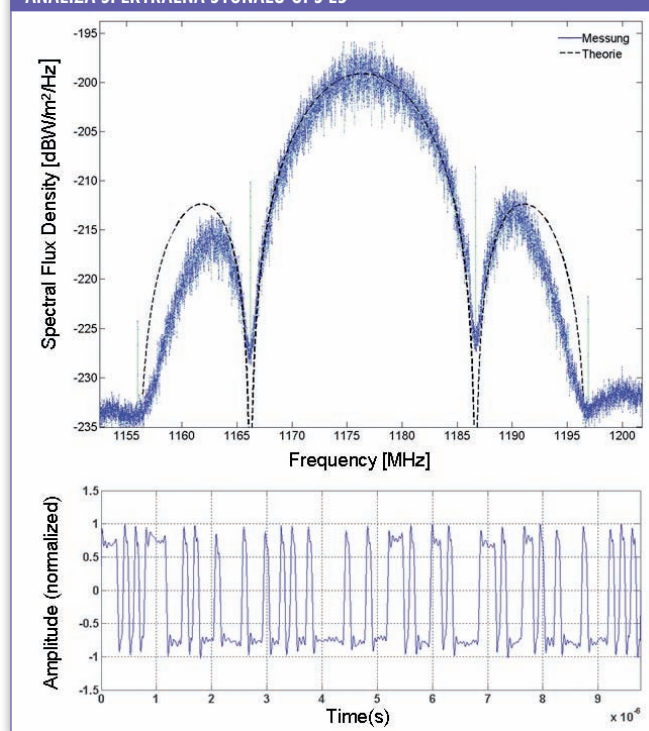
Żadne z tych określeń nie pasuje do amerykańskiego systemu. Ostatni rok upłynął bowiem dla jego administratorów wyjątkowo spokojnie. Do sukcesów zaliczyć należy wystrzelenie 26 maja 2010 r. (z kilkuletnim opóźnieniem) pierwszego satelity generacji IIF, oznaczonego jako SVN62. Zgodnie z planem po dwóch miesiącach od startu rozpoczął on nadawanie długo oczekiwanego przez lotników i geodetów sygnału L5. Jego zalety to także: lepsza dokładność pozycjonowania, dłuższa żywotność (12 zamiast 10 lat) i krótszy czas aktywacji po starcie. Co prawda, eks-

perci narzekali, że zamontowany na jego pokładzie zegar rubidowy zawiódł ich oczekiwania, ale koniec końców za wyrokowali, że aparat spełnił postawione przed nim zadania. Uspokoił jednocześnie, że kłopoty z zegarem przełożą się na błąd wyznaczania pozycji nie większy niż 5 cm, który przy metodzie RTK będzie jeszcze mniejszy.

Konieczność dokładnego sprawdzenia funkcjonowania SVN62 w przestrzeni kosmicznej sprawiła, że był to jedyny aparat wystrzelony od połowy 2009 r. Na kolejnego satelitę IIF poczekamy przynajmniej do drugiej połowy czerwca br. Spowolnienie modernizacji segmentu kosmicznego sprawia, że administratorzy systemu coraz bardziej polegają na szczęściu. Spora część aparatów GPS dawno przekroczyła bowiem prognozowany czas pracy. Bezapelacyjnym rekordzistą w tym względzie jest SVN23 (blok IIA). Na orbicie nadaje już 20 lat, a zakładano, że popracuje tylko 8! Nie wiadomo tylko, dlaczego dla administratora GPS (notabene przemianowanego w tym roku ze Skrzydła na Dyрекcję) jest to powód do dumy.

Na szczęście na dobrej drodze jest generacja IIIA. Jak informuje producent tych sateli-

ANALIZA SPEKTRALNA SYGNAŁU GPS L5



tów, firma Lockheed Martin, prace projektowe już o dwa miesiące wyprzedzają plany. Pierwszy start nowej generacji ma się odbyć w 2014 roku.

Kolejny umiarkowany sukces to postępy w doprowadzaniu konstelacji do tzw. układu Expandable 24 (patrz NAWI 2010). Pierwszą fazę udoskonalania rozpoczęto 13 stycznia 2010 r., a zakończono 18 stycznia br. Polegała ona na przeniesieniu trzech

satelitów na inne sloty. Drugi etap ruszył w sierpniu 2010 r. i potrwa do czerwca br. W tym czasie swoje sloty zmieniać kolejne trzy aparaty. Po zakończeniu tej operacji zarówno cywilni, jak i wojskowi użytkownicy systemu GPS będą cieszyć się dużo lepszą widocznością satelitów.

Na liście porażek, podobnie jak przed rokiem, znajduje się SVN49, czyli wystrzelony w marcu 2009 r. ostatni satelita



Źródło: ESA

Otwarcie stacji systemu Galileo na Kourou w Gujanie

bloku IIR-M. Do dziś nie uzyskał on statusu „zdrowy”, bo administratorzy nadal zastanawiają się, w jaki sposób go uruchomić, by chociaż część użytkowników mogła z niego korzystać. Ostateczna decyzja co do przyszłości pechowego aparatu ma zapadnąć w czerwcu br.

● GLONASS, CZYLI NIECHCIANA KĄPIEL NA HAWAJACH

Tytuł pechowca roku jednogłośnie otrzymuje rosyjski system nawigacji. Już w styczniu br. miał osiągnąć pełną operacyjność, a przy okazji wzbogacić się o pierwszy aparat generacji K, bardziej kompatybilnej z Galileo i GPS. Plany pokrzyżowało jednak paliwo zbyt hojnie zatankowane do rakiety nośnej, co zniszczyło ją z orbity. W rezultacie trzy satelity zamiast znaleźć się 19 tys. km nad Ziemią, wylądowały kilka kilometrów pod powierzchnią Oceanu Spokojnego w okolicach Honolulu. A że system ten od dawna jest oczkiem w głowie Władimira Putina, za tak spektakularną porażkę musiały polecieć głowy. Posadę stracili wiceszef agencji kosmicznej Roskosmos oraz wiceszef firmy Energia (pro-

ducenta rakiety nośnej Proton-M). Szef Roskosmosu dostał zaś nagane.

By przyspieszyć ogłoszenie pełnej operacyjności, Rosjanie zdecydowali się wdrożyć plan awaryjny. Pierwszym jego elementem była aktywacja dwóch zapasowych satelitów (co zakończono jeszcze w ubiegłym roku). Drugim – wcześniejsze oddanie do użytku pierwszego aparatu generacji K (wyszlusowano go 26 lutego). Dotychczas eksperci z Roskosmosu planowali, że po wyszlusowaniu będzie on testowany przez 2-3 miesiące. Nowa strategia zakłada aktywację zaraz po osiągnięciu docelowej orbity. Trzeci element planu to przyspieszenie startu kolejnego satelity generacji M (oznaczonego numerem 42). Aparat ma znaleźć się na orbicie w marcu br. Dzięki temu ogłoszenie pełnej operacyjności stanie się realne późną wiosną br. Potem następować będzie systematyczna wymiana aparatów generacji M na K. Jeszcze w tym roku ma to zagwarantować dokładność pozycjonowania porównywalną z GPS. Co ciekawe, plan modernizacji GLONASS do 2020 roku wstępnie przewiduje również umieszczenie kilku satelitów

na wysokich orbitach (podobnych do japońskiego QZSS). Zagwarantuje to dużo lepszą ich widoczność nad obszarem Rosji (więcej o planach rozbudowy GLONASS na s. 8).

Mimo niepowodzeń warto podkreślić, że globalna dostępność sygnałów GLONASS i tak jest wysoka, bo wynosi 96%. Dzięki temu dość szybko rośnie segment użytkownika, choć na razie – dzięki staraniom Kremla – przede wszystkim w Rosji. Tamtejsze agencje prasowe niemal codziennie informują o kolejnych wdrożeniach, głównie w transporcie publicznym. Przykładowo, rosyjskie sputniki mają za kilka lat monitorować wszystkie moskiewskie autobusy, trolejbusy i tramwaje. Co więcej, już w kwietniu mają wejść do sprzedaży pierwsze smartfony obsługujące GLONASS. Cena pojedynczego egzemplarza wyniesie równowartość około 1 tys. zł. Jego producent, firma Sistema, zamierza wypuścić na rynek nawet 500 tys. tego typu urządzeń.

● GALILEO, CZYLI O WZGLĘDNOŚCI CZASU

Administratorzy europejskiego systemu Galileo są bez wątplenia mistrzami w dbaniu o swój PR, szczególnie przy informowaniu o niepowodzeniach. W różnych notkach prasowych stale chwali się tym, że system zyska wstępną operacyjność zgodnie z planem, czyli w 2014 roku. Ostatnio zaczęli jednak pomijać dużo ważniejszą informację dotyczącą pełnej operacyjności. Gdy projekt Galileo ruszał, miała być ona ogłoszona w 2010 r. Później pojawiła się data 2014 r. Dwa

lata temu przesunięto ją na rok 2016. Rok temu zaczęto używać nieprecyzyjnego zapisu „2016-18”, a niedawno w ogóle zaniechano podawania tej informacji. W końcu zamieszczono ją w opublikowanym pod koniec stycznia br. sprawozdaniu Komisji Europejskiej. Według tego dokumentu pełna operacyjność Galileo ma zostać ogłoszona w „2019-20 r.”! Znowu nieprecyzyjnie podana data nie wróży nic dobrego. Kolejna zła wiadomość płynąca z raportu to wciąż rosnące koszty. Według wyliczeń KE na ukończenie projektu potrzeba jeszcze 1,9 mld euro (większość na budowę satelitów, choć spora część to także rezerwa na wypadek niepowodzeń) plus 800 mln euro rocznie na eksploatację Galileo i EGNOS!

Warto dodać, że prognozy te dotyczą kolejnej perspektywy finansowej UE. Już teraz światowe media donoszą, że projekt Galileo stał się jednym z ważniejszych punktów spornych w walce o kształt unijnego budżetu. Zwolennicy budowy systemu podają, że obecnie w krajach rozwiniętych aż 6-7% PKB zależne jest od systemów GNSS. Przeciwnikom doskonałych argumentów dostarczył zaś serwis Wikileaks, publikując depeszę ambasady USA w Berlinie. Opisano w niej rozmowę ambasadora z Berrym Smutnym – szefem OHB Technology (po przecieku zwolnionym) – spółki, która w ubiegłym roku otrzymała wart pół miliarda euro kontrakt na budowę 14 satelitów Galileo fazy FOC. W trakcie rozmowy określił on ten system jako: „głupi”, „marnotrawstwo pieniędzy europejskich podatników”,

PLAN WYNOSENIA SATELITÓW GALILEO

PLAN WYKONANIA PRAC																																																																																																																																			
2011												2012												2013												2014																																																																																															
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII																																																																																				
produkcja												5 6												7 8												9 10												11 12												13 14												15 16												17 18												● uruchomienie pierwszych usług Galileo																																			
wyrzelenie												1 2												3 4												5 6												7 8												9 10												11 12												13 14												15 16												17 18																							

Źródło: KE

„zbytęcną alternatywę wobec GPS” i „służący wyłącznie francuskim interesom”. Zdaniem Smutnego głównym lobbującym za kontynuacją projektu jest Francja, której zależy, by jej system sterowania pociskami raketowymi był niezależny od amerykańskich sygnałów.

Sprawnie idzie za to budowa segmentu naziemnego. W ciągu ostatnich 12 miesięcy oddano do użytku: stację typu Telemetry, Tracking and Command w szwedzkiej Kirunie, stację monitorującą na Nowej Kaledonii oraz jedno z dwóch naziemnych centrów nadzorujących w Fucino koło Rzymu (drugie znajdzie się w Bawarii). Poza tym w niemieckich Alpach oficjalnie uruchomiono GATE (Galileo Test and Development Environment), czyli poligon do testowania sygnałów Galileo, a także zdecydowano, że siedziba administratora tego systemu (GSA) znajdzie się w czeskiej Pradze. Zgodnie z planem idą także przygotowania do startu pierwszych satelitów Galileo fazy walidacyjnej. Dwie sztuki mają zostać wyniesione jeszcze w sierpniu br., a dwie kolejne – na początku 2012 r.

Kolejny ważny krok w budowie Galileo to opublikowanie w kwietniu ub.r. pierwszego wydania specyfikacji sygnałów usługi otwartej (tzw. Interface Control Document). Dokument jest efektem konsultacji przeprowadzonych nad jego dwoma projektami (z maja 2006 r. oraz kwietnia 2008 r.) i otwiera drogę do tworzenia sprzętu i oprogramowania bazujących na tym serwisie. Na tę specyfikację czekało wielu przedsiębiorców, bo – jak szacuje Komisja Europejska – już w 2015 r. 80% odbiorników GPS będzie obsługiwać także sygnał Galileo.

● COMPASS, CZYLI CICHÓ DO PRZODU

W przypadku chińskiego systemu nawigacji sprawdza się rosyjskie przysłowie „ciszej jedziesz, dalej zaje-



Satelita Compass-G4 gotowy do startu

dziesz”. W ciągu ostatniego roku bez większego rozgłosu wystrzelono aż pięć satelitów nawigacyjnych. O startach tych opinia publiczna z reguły dowiadywała się już po fakcie, stąd każdy był z góry skazany na sukces. Łącznie na orbicie znajduje się siedem aparatów Compass – dwa na orbicie geosynchronicznej, cztery na geostacjonarnej (z czego jeden popsuty) i jeden na średniej. Docelowo, w 2020 r., segment kosmiczny ma składać się z 35 satelitów. Jeśli zeszłoroczne tempo rozbudowy się utrzyma, zapewne doczekamy się tego szybko. Coraz bardziej prawdopodobna wydaje się więc wizja prześcignięcia Galileo przez Compass.

System ten nie jest jednak wolny od problemów. Wciąż nie rozwiązano konfliktu o częstotliwości z publiczną usługą regulowaną Galileo (PRS), a producenci sprzętu satelitarnego nie mogą się doprosić szczegółowej specyfikacji sygnałów nawigacyjnych. Tym drugim faktem są ponoć szczególnie rozgorzgnięci chińscy przedsiębiorcy.

● SBAS, CZYLI 1 MINUS 2

W systemach wspomagania satelitarnego ostatni rok minął w kratkę. Do udanych z pewnością zaliczyć go Japończycy, którzy we wrześniu wystrzelili pierwszego z trzech sate-

litów QZSS (Quasi-Zenith Satellite System). System ten jest pod wieloma względami nietypowy. Po pierwsze, orbity dobrano w nim tak, by przynajmniej jeden aparat był zawsze widoczny z terytorium Japonii w okolicach zenitu. To oznacza, że dużo łatwiej będzie odbierać jego sygnały, np. w terenie zabudowanym, bo nie trzeba – jak w przypadku EGNOS – się starać o widoczną południową część nieba. Drugi wyróżnik to nadawanie – obok poprawek

korekcyjnych – sygnałów GPS L1 C/A, L1C (sam GPS będzie go emitować dopiero za trzy lata!), L2C oraz L5. W praktyce użytkownicy QZSS zyskują więc dostęp do trzech dodatkowych satelitów GPS. Trzeci wyróżnik to dokładność. Dla przeciętnego użytkownika ma ona wzrosnąć do 1,5 m z prawdopodobieństwem 95%. Jak udowodnili japońscy naukowcy, z systemu da się „wycisnąć” nawet 3 cm (niestety nie podano, w jakiej technologii wykonano pomiar). Pełna operacyjność QZSS ma zostać ogłoszona w 2013 r. Z symulacji wynika, że jego satelity nad Polską będą widoczne tylko okresowo, i to bardzo nisko nad horyzontem.

Bez sensacji w europejskim EGNOS, choć w tym roku czeka nas kilka nowości. Z kilkumiesięcznym poślizgiem ruszają bowiem usługi: komercyjna (EDAS – EGNOS Data Access Service) i bezpieczeństwa życia (SoL – Safety of Life). Pierwsza umożliwi pobieranie poprawek przez internet (odbiornik nie będzie musiał więc „widzieć” satelity na niebie), a druga od 2 marca br. dostarcza lotnikom danych o wiarygodności sygnałów GPS. W trzecim kwartale planowane jest także wystrzelenie satelity Sirius 5 z transponderem EGNOS. Nad południkiem 5° E ma on zastąpić wysłużonego Inmarsat AOR-E.

Administratorzy zapowiadają także rozbudowę systemu na Europę Wschodnią, Afrykę i Bliski Wschód, choć na razie brak konkretów w tej sprawie. Wiadomo jednak, że negocjacje z Ukraincami są już w stadium zaawansowanym. Jest to o tyle istotne, że rozszerzenie EGNOS na wschód Europy znacznie poprawi dostępność i dokładność systemu we wschodniej Polsce.

Pechowo rok minął za to dla amerykańskiego WAAS i indyjskiego GAGAN. Jeden z dwóch satelitów tego pierwszego systemu w kwietniu br. z nieznanym przyczyn zbuchył z orbity geostacjonarnej. W konsekwencji poprawki WAAS nie są dostępne nad obszarem Pacyfiku. Problem rozwiąże nowy satelita, który ma zostać wystrzelony jeszcze w tym roku.

Kilka dni wcześniej wskutek awarii jednostki napędowej rozbiła się rakietą wynosząca satelitę GSAT-4 z pierwszym z trzech planowanych transponderów GAGAN. Obecnie nie wiadomo więc, kiedy system ma ruszyć (dotychczas obowiązywała data 2013 r.). Cicho zrobiło się także o projekcie regionalnego, autonomicznego IRNSS. Ponoć w drugiej połowie br. ma wystartować pierwszy z siedmiu satelitów tego rozwiązania, a ostatni – za trzy lata. Niektórzy eksperci podejrzewają jednak, że indyjski program zostanie porzucony na rzecz GLONASS. IRNSS ma bowiem oferować dokładność gorszą niż 10 m.

W tym roku powinien także wystartować Łucz-5A – pierwszy z trzech satelitów rosyjskiego SBAS, nazywanego roboczo SDCM (System of Differential Correction and Monitoring). Trafi on na orbitę geostacjonarną nad południkiem 16° W. Ostatni aparat wystartuje w 2013 r. Wówczas poprawki tego systemu będą dostępne na obszarze całej Rosji i w niektórych krajach ościennych.