

ELASTYCZNA 24

W styczniu przedstawiciele armii amerykańskiej poinformowali o planach zmiany orbity trzech satelitów GPS. Wiadomość może pozornie wydać się błaha, ale miesięcznik „GPS World” uznał, iż będzie to najważniejsze wydarzenie dla użytkowników tego systemu w całym 2010 roku.

JERZY KRÓLIKOWSKI

Na początku br. na orbicie znajdowało się łącznie 31 satelitów GPS, z czego aż 30 jest w pełni operacyjnych. Biorąc pod uwagę, że teoretycznie cały system może dobrze funkcjonować już przy 24 sprawnych aparatach, żaden z jego użytkowników nie powinien mieć większych problemów z łącznością z segmentem kosmicznym. Rzeczywistość, niestety, wygląda zupełnie inaczej.

W praktyce aż 15 satelitów, które wystrzelili w latach 1990-1997, należy do generacji IIA. Według szacunków konstruktorów ich przeciętna żywotność wynosi 7,5 roku, a to oznacza, że wszystkie orbitują dłużej, niż zakładano. Ile jednak taki stan się utrzyma, nie wiadomo. Żeby nie kusić losu, zdecydowano się na rozmieszczenie wybranych aparatów (szczególnie tych najstarszych) w tandemie, tak by w razie awarii jednego z nich drugi natychmiast przejął jego obowiązki. Taki układ ma jednak jedną zasadniczą wadę – wskutek nierównomiernego rozmieszczenia satelitów ich widoczność w ciągu doby ulega sporym wahaniom, co jest tym bardziej dokuczliwe, im więcej nieba mamy przesłonięte. Z praktycznego punktu widzenia konstelacja GPS liczy więc nie 30, ale 24 aparaty. Prosta arytmetyka wskazuje więc, że aż sześć z nich jest nieefektywnie wykorzystywanych.

Problem ten wyjaśnia rysunek 1, który prezentuje wartości PDOP (*Position Dilution of Precision*) w Warszawie 14 lutego 2010 roku dla aparatów

GPS znajdujących się powyżej 30° nad horyzontem. Około godziny 14:00 i 23:00 wskaźnik ten rośnie do 20, a liczba dostępnych satelitów maleje do czterech. Taka sytuacja nie tylko uniemożliwia inicjalizację RTK, lecz może okazać się kłopotem nawet dla przeciętnego użytkownika systemu GPS. Problemy tego typu nie są rzadkością i zdarzają się nie tylko na naszych szerokościach geograficznych.

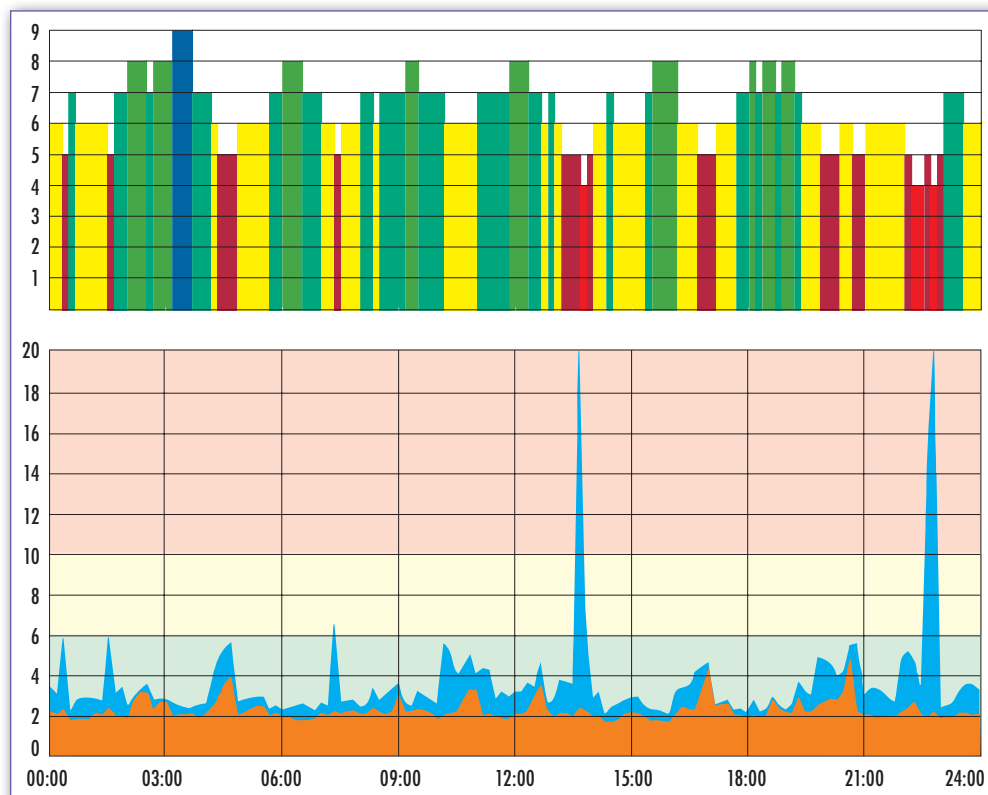
Najprostszym rozwiązaniem tej sytuacji jest jednocześnie korzystanie z satelitów GPS i GLONASS. Rysunek 1 pokazuje, że metoda ta znacząco zmniejsza wskaźnik PDOP – o wspomnianej wcześniej godzinie 14:00 jego war-

tość spada z 20 do około 2,5. Choć koncepcja wykorzystania GLONASS wydaje się prosta, to ma jednak swoje wady. Po pierwsze, jak pokazuje nasze zestawienie (patrz s. 32), urządzenia dwusystemowe są wyraźnie droższe od tych, które odbierają tylko kanały GPS. Po drugie, tylko 14 na 98 krajowych stacji ASG-EUPOS wyposażonych jest w moduł GLONASS. Udoskonalenie geometrii segmentu kosmicznego GPS wydaje się więc idealnym rozwiązaniem opisywanego problemu.

Użytkownicy odbiorników GPS, szczególnie ze Stanów Zjednoczonych, już od dłuższego

czasu namawiali przedstawicieli dowództwa systemu, by poprawić konstelację satelitów. Cała operacja nie będzie bowiem zanadto kosztowna i dość szybko przyniesie pożądane efekty. Wobec wielomiesięcznych (i ciągle rosnących) opóźnień z budową generacji IIF argument ten brzmi dziś szczególnie przekonująco. Wojskowi byli jednak nieubлагani i uważali, że kosztem gorszej geometrii segmentu kosmicznego warto się zabezpieczyć na wypadek kłopotów z generacją IIA. Co więc sprawiło, że US Army zmieniła zdanie?

Odpowiedź leży daleko od Stanów Zjednoczonych, a mianowicie w Afganistanie, gdzie już od 2002 roku wojska NATO toczą zaciętą walkę z talibami. Kraj ten jest na tyle słabo zaludniony i skartowany, że w działaniach wojskowych



Rys. 1. Liczba satelitów GPS widocznych 14 lutego 2010 r. w Warszawie (maska: 30°) oraz przebieg wartości PDOP dla GPS (niebieski) i GPS+GLONASS (pomarańczowy) – na podstawie danych US Army

bez odbiornika satelitarnego lepiej nie opuszczać bazy. Poważnym problemem okazała się jednak wybitnie urozmaicona rzeźba Afganistanu. W praktyce żołnierze NATO, poruszając się po drogach biegnących wzdłuż głęboko wciętych dolin, dość często mogą korzystać tylko z satelitów GPS znajdujących się 45° ponad horyzontem (a w skrajnych przypadkach nawet 60°). Jak wylicza magazyn „Inside GNSS”, odbiorniki w takich warunkach nie są w stanie wyznaczyć pozycji żołnierza przez 1,5 do 3 godzin w ciągu dnia! Przy przesłonięciu nieba 60° powyżej horyzontu jest to już od 5 do 11 godzin! Przy idealnie rozmieszczonej konstelacji 30 satelitów GPS czas ten skróciłby się do 20 minut w ciągu dnia. Gdy wyliczenia te przed wojskowymi potwierdzili niezależni eksperci, korekta konstelacji GPS stała się kwestią bezpieczeństwa narodowego, a nie tylko widzimisię geodetów. Decyzję o modyfikacji segmentu kosmicznego przyspieszyły dodatkowo nasilające się walki w Afganistanie oraz rosnąca liczba przypadków ostrzeliwania niewłaściwych celów. Wydarzenia te zmusiły administrację Białego Domu do podjęcia planu minimalizacji strat wśród ludności cywilnej oraz własnych wojsk. Jednym z jego najważniejszych elementów była właśnie szybka poprawa dostępności GPS.

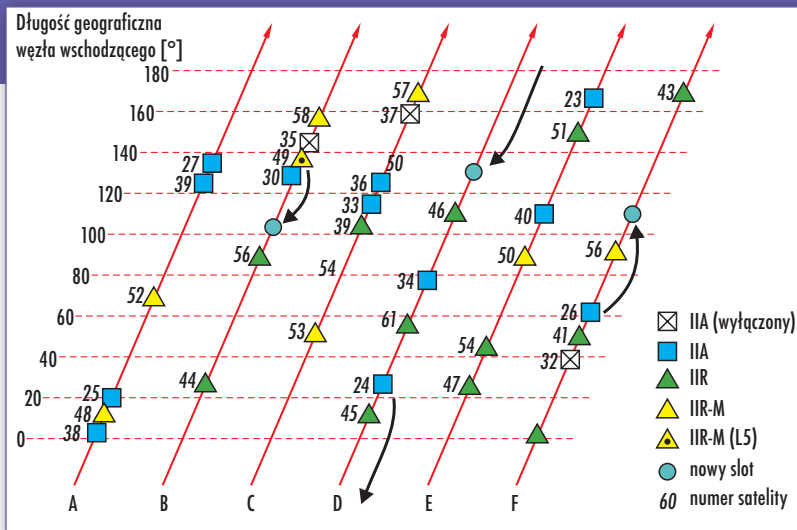
Warto dodać, że pomysł zmiany geometrii satelitów amerykańskiego systemu nawigacji nie jest bynajmniej nowy. „Inside GNSS” zauważa, że był on wielokrotnie podnoszony wewnątrz US Army już od ponad 10 lat. Nigdy jednak nie wynikały z tego żadne konkretne rozkazy.

Po raz pierwszy koncepcję nowej geometrii satelitów zaprezentowano 5 listopada 2009 roku podczas obrad National Space-Based Advisory Board. Oficjalnie rozkaz wdrożenia planu został zaś ogłoszony na początku tego roku przez generała Kevina

Chiltona, dowódcę US Strategic Command. Przedstawiciele armii Stanów Zjednoczonych ochrzczili nową konstelację imieniem „Expandable 24” (Elastyczna 24), choć dziennikarze „GPS World” lansują nazwę „24+3”, gdyż docelowa geometria satelitów będzie w praktyce odpowiadać 27 aparatom.

Na czym będą polegały zmiany? Otóż na sześciu orbitach oznaczonych literami od A do F obok istniejących już 24 slotów utworzone zostaną trzy kolejne – B1F, D2F oraz F2F. Najdłuższa przeprowadzka czeka aparat SVN24 (rys. 2). Operację jego przemieszczenia na slot D2F rozpoczęto 13 stycznia br. i ma ona potrwać przynajmniej 12 miesięcy. W nieco krótszą podróż ruszył 21 stycznia satelita SVN49. Do celu, czyli slotu B1F, ma dotrzeć już w maju tego roku. Mniej więcej w tym samym czasie powinna się również zakończyć procedura zmiany orbity aparatu SVN-26. Nieznaczna korekta położenia, lecz bez zmiany slotu, czeka także satelity SVN46, SVN55 i SVN56. W razie problemów z aparatami starszej generacji US Army ma plan awaryjny. Konstelacja „Expandable 24” jest bowiem tak pomyślana, by wybrane aparaty mogły natychmiast zmienić slot i zapewnić prawidłowe funkcjonowanie systemu GPS na całym świecie. Choć wymienione wyżej zmiany zajmą najwyżej rok, to pełna implementacja nowej geometrii segmentu kosmicznego potrwa dwa lata. Kolejne roszady nastąpią bowiem po wystrzeleniu pierwszych dwóch satelitów generacji IIF.

W oficjalnym komunikacie armia amerykańska chwali się, że na nowej kon-



Rys. 2. Planowane zmiany orbit satelitów GPS – na podstawie danych US Army

stelacji zyskają nie tylko wojskowi, ale wszyscy użytkownicy systemu GPS. Jak ocenia miesięcznik „GPS World”, największe powody do zadowolenia powinni mieć użytkownicy zestawów RTK, którzy do prowadzenia precyzyjnych pomiarów potrzebują przynajmniej sześciu widocznych satelitów. Dzięki nowej geometrii dużo rzadziej będą występowały warunki zmuszające do przerwania prac. Co więcej, eksperci z „GPS World” twierdzą, że w wielu przypadkach geodeci nie będą już potrzebowali do precyzyjnych pomiarów wspomaganie przy użyciu sygnałów GLONASS. Osoby, które zastanawiają się nad zakupem geodezyjnego odbiornika satelitarnego, powinny więc dokładnie przemyśleć, czy w przypadku prowadzonych przez nich prac obsługa rosyjskiego systemu nie okaże się tylko kosztownym dodatkiem. Bez wątplenia do czasu pełnego zmodernizowania GPS możliwość odbioru rosyjskiego sygnału będzie jednak nadal bardzo przydatna, szczególnie w pracy przy gorszej widoczności nieba.

Inna grupa beneficjentów nowej konstelacji to użytkownicy odbiorników GIS-owych, którym także zależy na wysokiej precyzji pomiarów. Biorąc pod uwagę, iż często muszą oni pracować np. na obszarze zalesionym lub zabudowanym, każdy dodatkowy satelita widoczny na niebie jest na wagę złota i może decydować o możliwości kontynuowania pomiarów przy wymaganej

w danym projekcie dokładności. Zdecydowanie najmniej na opisywanych zmianach zyskają przeciętni użytkownicy systemu, którzy wykorzystują go np. do nawigacji pieszej lub samochodowej. Tych zadowolą przecież w skrajnym przypadku nawet cztery satelity, a o to nie jest trudno nawet w gęsto zabudowanym terenie przy dotychczasowej konstelacji.

Warto zwrócić uwagę, że zmiany położenia satelitów zajdą tylko na trzech z sześciu orbit. A to oznacza, że skutki implementacji nowej konstelacji będą różne w poszczególnych częściach świata. Biorąc pod uwagę przyczynę wprowadzenia w życie koncepcji „Expandable 24”, na pewno sporo skorzystają na tym wojska stacjonujące w Iraku czy Afganistanie. Jak to się odbije na widoczności satelitów GPS w Polsce, trudno na razie sprecyzować. Wyniki symulacji widoczności satelitów nad Moskwą i Londynem, które opublikowano na witrynie „GPS World”, wskazują, że Europejczycy także sporo zyskają na nowej konstelacji.

Aby przekonać się o faktycznych skutkach tych zmian, warto przez najbliższe 12 miesięcy śledzić uważnie rozwój sytuacji, np. pobierając aktualne almanachy GPS i przeglądając je w oprogramowaniu do planowania misji. Aplikację tego typu można bezpłatnie ściągnąć np. ze strony Trimble'a. ■