

Wyznaczanie globalnych parametrów geodezyjnych z wykorzystaniem systemu satelitarnego Galileo

Od momentu uzyskania pełnej operacyjności systemu GPS (ang. Global Positioning System) w 1994 roku, liczba zastosowań globalnych nawigacyjnych systemów satelitarnych nieustannie wzrasta. Obecnie GPS stanowi nieodzowny element w wielu elementach życia codziennego oraz w badaniach naukowych. Należy tutaj wymienić: (1) precyzyjne pozycjonowanie w pomiarach geodezyjnych, (2) tyczenie budynków i konstrukcji inżynierskich, (3) nawigację samochodową, morską oraz statków powietrznych, (4) zasilanie baz systemów informacji geograficznych (GIS), (5) synchronizację i transfer czasu, (6) wyznaczanie precyzyjnych orbit satelitów niskoorbitujących, takich jak GRACE, GOCE, Jason-2, (7) badania efektów wynikających ze szczególnej i ogólnej teorii względności, (8) wyznaczanie parametrów ruchu obrotowego Ziemi, (9) realizację ziemskich układów odniesienia oraz (10) badania geodynamiczne deformacji skorupy ziemskiej oraz ruchów płyt tektonicznych.

W 2010 roku rosyjski globalny system nawigacyjny GLONASS uzyskał pełną operacyjność dzięki umieszczeniu 24 satelitów na orbicie okołoziemskiej. Budowany w chwili obecnej przez Unię Europejską i Europejską Agencję Kosmiczną oraz finansowany częściowo przez Polskę jedyny niemilitarny (cywilny) system nawigacyjny Galileo składa się z 22 satelitów orbitujących wokół Ziemi: czterech satelitów IOV (In-Orbit Validation) oraz osiemnastu satelitów FOC (Full Operational Capability). System Galileo osiągnął częściową operacyjność w grudniu 2016 roku, natomiast zakłada się, że osiągnie pełną operacyjność w roku 2018. System Galileo docelowo ma realizować te same zadania, co system GPS, a w dodatku udostępniać serwisy dedykowane dla użytkowników autoryzowanych oraz transmitować sygnał na wielu częstotliwościach. Pomimo istnienia wielu systemów GNSS, to GPS ciągle odgrywa kluczową rolę i przewyższa inne systemy w zakresie dokładności precyzyjnego pozycjonowania, co wynika m.in. z gorszej jakości orbit systemów GLONASS, Galileo i Beidou, z różnorodnych efektów systematycznych związanych z ograniczeniami urządzeń pomiarowych.

Celem projektu jest udoskonalenie algorytmów przetwarzania obserwacji i wyznaczenia orbit satelitów systemu Galileo oraz wykorzystanie ulepszonych algorytmów do wyznaczania globalnych parametrów geodezyjnych, takich jak: parametry ruchu obrotowego Ziemi (współrzędne bieguna ziemskiego oraz zmienność długości doby), współrzędne środka ciężkości masy Ziemi (geocentrum), czasowe zmiany parametru spłaszczenia Ziemi, współrzędne stacji multi-GNSS, oraz skalę globalnych geodezyjnych układów odniesienia. W ramach projektu zostaną zbadane i udoskonalone algorytmy przetwarzania danych oraz fundamentalne produkty naukowe, które można uzyskać z precyzyjnych obserwacji satelitarnych Galileo. Satelity Galileo nadają sygnał na częstotliwościach mniej zaszumionych niż sygnał GPS, dzięki czemu pomiary kodowe charakteryzują się około trzykrotnie mniejszym szumem. Niewielki szum obserwacji kodowych umożliwia wykonywanie kombinacji fazowo-kodowych na jednej częstotliwości, umożliwiając tym samym eliminację pierwszego wyrazu opóźnienia jonosferycznego sygnału GNSS. Wszystkie satelity Galileo, w przeciwieństwie do GPS, są wyposażone w retroreflektory zwrotne do pomiarów laserowych, co umożliwia wiarygodną i niezależną ocenę jakości orbit z dokładnością kilku milimetrów. Integracja obserwacji laserowych i mikrofalowych na pokładzie satelitów Galileo stanowi nowatorskie podejście do wyznaczania precyzyjnych orbit oraz globalnych parametrów geodezyjnych. Wcześniej takie badania nie były możliwe, ponieważ obserwacje laserowe nie były wykonywane do satelitów GPS ze względu na brak reflektorów zwrotnych. Satelity Galileo posiadają ponadto wysokiej jakości zegary atomowe (masery wodorowe i rubidowe), jednakże ze względu na występujące awarie niektóre satelity muszą opierać się na zegarach redundantnych.