

W dobie rozwoju globalnych i regionalnych satelitarnych systemów nawigacyjnych (ang. Global Navigation Satellite System, GNSS) powstają nowe możliwości wykorzystania nawigacyjnych sygnałów pochodzących z satelitów wielu konstelacji. Oprócz cywilnych zastosowań takich jak nawigacja, precyzyjne rolnictwo czy systemy wczesnego ostrzegania przed gwałtownymi zjawiskami pogodowymi głównym zastosowaniem systemów GNSS jest realizacja Międzynarodowego Ziemijskiego Układu Odniesienia (ang. International Terrestrial Reference Frame, ITRF). Obecnie w realizacji ITRF biorą udział rozwiązania oparte o obserwacje dostarczone przez w pełni operacyjne systemy: amerykański Global Positioning System (GPS) oraz rosyjski GLONASS. Konstelacje GNSS stanowią jednak również rozwijające się systemy tj.: tworzony przez Europejską Agencję Kosmiczną (ang. European Space Agency, ESA) pod szyldem Unii Europejskiej system Galileo, Chiński system BeiDou, który z fazy regionalnej (BDS-2) przechodzi transformację do funkcji globalnej (BDS-3), a także regionalne systemy: japoński QZSS oraz indyjski NavIC.

Istotność systemów GNSS potwierdza ich szereg zastosowań, między innymi, znaczący wkład techniki GNSS w realizację III Filarów Geodezji tj. geometrię, rotację oraz, pośrednio, pole grawitacyjne. Aby móc możliwie najdokładniej wyznaczać geodezyjne parametry oraz realizować ITRF za pomocą wszystkich dostępnych konstelacji, niezbędnym jest poprawne wyznaczenie orbit satelitów poszczególnych systemów. Zagadnienie to jest dobrze poznane dla satelitów poruszających się po średnich orbitach okołoziemskich (ang. Medium Earth Orbits, MEO) jednak część satelitów BeiDou oraz wszystkie satelity systemów QZSS oraz NavIC poruszają się po orbitach geosynchronicznych nachylnych (ang. Inclined Geosynchronous Orbit, IGSO) oraz geostacjonarnych (ang. Geosynchronous Orbits, GEO). Co więcej, satelity poszczególnych systemów różnią się między sobą budową oraz właściwościami optycznymi materiałów z których są zbudowane. Co za tym idzie, satelity różnych systemów są w różny sposób wrażliwe na wpływ ciśnienia bezpośredniego promieniowania słonecznego, które jest największą siłą zakłócającą ruch satelity po orbicie.

Laserowe pomiary odległości SLR do sztucznych satelitów Ziemi polegają na pomiarze czasu pomiędzy momentem emisji impulsu laserowego na stacji laserowej a momentem powrotu tego samego impulsu po odbiciu się od dedykowanych reflektorów umieszczonych na satelitach. Mnożąc tę różnicę czasu przez prędkość światła otrzymuje się podwójną odległość pomiędzy stacją laserową na powierzchni Ziemi a sztucznym satelitą. Wszystkie obecnie wystrzelwane oraz projektowane satelity nawigacyjne wyposażone są w reflektory do pomiarów laserowych. W przeciwieństwie do pomiarów GNSS, które pracują w zakresie mikrofal, SLR pracuje w zakresie światła widzialnego przez co jest podatny na zupełnie inne opóźnienia oraz błędy systematyczne w porównaniu do GNSS. Dzięki temu SLR stanowi niezależne narzędzie do walidacji produktów opartych na obserwacjach mikrofalowych oraz służy do niezależnego wyznaczania parametrów orbit satelitów GNSS.

Wyznaczanie precyzyjnych orbit sztucznych satelitów stanowi nieodzowny element w badaniach Ziemi, ponieważ dokładność wyznaczenia trajektorii ruchu satelitów znacząco wpływa na dokładność parametrów uzyskanych w wyniku analizy obserwacji satelitarnych. Sformułowana do tej pory metodologia wyznaczania orbit satelitów GNSS opiera się wyłącznie o obserwacje mikrofalowe nadawane przez satelity GNSS lub o pomiary laserowe prowadzone przez sieć stacji Międzynarodowej Służby Pomiarów Laserowych (ang. International Laser Ranging Service, ILRS). Dotychczasowe badania wykazują niespójności w wyznaczaniu pozycji satelitów na podstawie pojedynczych technik. Rozwiązaniem niespójności pomiędzy dwoma technikami jest kombinowane rozwiązanie na podstawie obserwacji mikrofalowych oraz laserowych.

Zaletą obserwacji laserowych jest to, że posiadają wysoką dokładność na poziomie kilku milimetrów oraz że są wolne od wielu błędów systematycznych, którymi obciążone są obserwacje mikrofalowe, np. błędów związanych z opóźnieniem jonosferycznym, błędami zegara satelitów, nieoznaczonością fazową, czy też zmiennością centrum fazowego anten odbiorczych. Z drugiej strony, pomiary laserowe ograniczone są ze względu na warunki atmosferyczne, ponieważ satelity mogą być obserwowane jedynie przy bezchmurnym niebie. Biorąc pod uwagę wspomniane wyżej aspekty, najlepsze rezultaty oraz orbity satelitów pozbawione błędów systematycznych mogą zostać wyznaczone poprzez integrację obserwacji laserowych i mikrofalowych.

Kombinacja dwóch niezależnych technik na pokładzie satelitów GNSS nie tylko pozwoli na precyzyjne wyznaczenie orbit satelitów GNSS ale również zapewni połączenie pomiędzy dwoma niezależnymi technikami na pokładzie satelitów GNSS co znacząco wpłynie na zwiększenie spójności pomiędzy technikami GNSS i SLR.