

Dokładne, stabilne czasowo i prawdziwie globalne ziemskie układy odniesienia są kluczowe do realizacji naukowych zadań dotyczących monitorowania ciągle zmieniającego się systemu ziemskiego, np. ruchu płyt tektonicznych, trzęsień Ziemi, zmian poziomu mórz i oceanów, topnienia lodowców i wielu innych. W związku z tym realizacje ziemskiego układu odniesienia powinny charakteryzować się dokładnością, stabilnością, ciągłą dostępnością oraz aktualizacjami. Ostatnio wykorzystywane globalne realizacje tzw. Międzynarodowego Ziemskiego Układu Odniesienia (ITRF) to ITRF2014 i najnowszy ITRF2020. Techniki globalnej geodezji kosmicznej, które przyczyniają się do realizacji ITRF to laserowe pomiary odległości (Satellite Laser Ranging, SLR), interferometria wielkobazowa (Very Long Baseline Interferometry, VLBI), globalne nawigacyjne systemy satelitarne (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) oraz satelitarny system oparty na zjawisku Dopplera (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite, DORIS). Obecne realizacje ITRF nadal nie spełniają wymagań dokładnościowych Międzynarodowej Unii Geodezyjnej (International Association of Geodesy, IAG), wynoszących 1-mm lub mniejszych dla współrzędnych stacji. Technika SLR przyczynia się do realizacji ITRF poprzez definiowanie początku i skali układu odniesienia, zapewnianie dokładnych danych opisujących współrzędne globalnie rozlokowanej sieci stacji pomiarowych i innych. Dane SLR wykorzystywane do realizacji ITRF opierają się wyłącznie o pomiary do dedykowanych kulistych satelitów geodezyjnych, tj. LAGEOS-1/2 i Etalon-1/2.

Aktywne satelity na niskich orbitach (LEO) to satelity misji obserwacyjnych Ziemi orbitujące na wysokości poniżej 2000 km. Satelity tego typów mają zróżnicowane cele misji i zastosowania, takie jak monitorowanie zmian wysokości i temperatury mórz i oceanów, np., Sentinel-3A/B, wyznaczenie pola grawitacyjnego Ziemi, np., GRACE i GRACE-FO, pomiar pola magnetycznego, np. SWARM-A/B/C, generowanie numerycznych modeli terenu, np. TanDEM-X i TerraSAR-X. Wiele satelitów LEO jest wyposażonych w instrumenty technik geodezji satelitarnej, tj. odbiorniki GNSS, retroreflektory SLR, czy odbiorniki DORIS. Obecne zastosowanie danych LEO do realizacji ITRF jest niewielkie i dotyczy tylko pomiarów techniki DORIS. Z drugiej strony pomiary SLR do LEO stanowią 81% wszystkich pomiarów SLR, gdzie pozostałe 9% i 10% dotyczy odpowiednio satelitów kulistych geodezyjnych i nawigacyjnych GNSS. Co więcej, pomiary SLR do LEO nie są uwzględniane w obecnych realizacjach ITRF.

W projekcie po raz pierwszy dostarczona zostanie długookresowa realizacja ziemskiego układu odniesienia oparta o zintegrowane pomiary SLR i mikrofalowe orbity satelitów LEO. Dane dotyczyć będą trzech technik geodezji satelitarnej (SLR, GNSS, DORIS), 14 satelitów LEO dla okresu ponad dziesięciu lat w celu przeprowadzenia kombinacji wielu LEO do wyznaczenia dokładnych współrzędnych stacji SLR i ruchu geocentrum. W ciągu ostatniej dekady obserwuje się znaczny wzrost liczby satelitów LEO wyposażonych w instrumenty technik geodezyjnych, które dostarczają precyzyjnych danych geodezji globalnej oraz precyzyjnych orbit satelitów z dokładnością pozycji sięgającą poniżej 1-cm. Te dane mogą stanowić potencjalne zastosowanie do realizacji układów odniesienia i w tym realizacji ITRF.

Kombinacja oparta o LEO dotyczyć będzie satelitów, których precyzyjne orbity dostarczane są przez techniki GNSS i DORIS oraz do których stacje techniki SLR wykonują pomiary odległości. Podczas analiz sprawdzona zostanie jakość orbit wykorzystując niezależną walidację przy użyciu techniki SLR. Zidentyfikowane i zredukowane zostaną systematyczne efekty wpływające na jakość pomiarów SLR, tj. opóźnienia sprzętowe (range bias) czy błędy modelowania opóźnienia troposferycznego przy użyciu długich okresów danych. Kombinacje LEO dla wyliczenia współrzędnych stacji poprzedzone zostaną testami różnych strategii obliczeniowych, np., rozwiązań opartych o pojedyncze satelity, wagowania obserwacji, czy analizach trendów i sygnałów sezonowych w wyznaczanych parametrach. Wyznaczony zostanie ziemski układ odniesienia oparty o SLR, którego jakość zostanie zweryfikowana poprzez porównanie z niezależnymi realizacjami układów odniesienia.

Wyniki przyczynią się do rozwoju technik geodezji satelitarnej, realizacji ITRF, oraz wyznaczenia globalnych parametrów geodezyjnych. Obserwacje SLR do LEO uzyskają nowe zastosowania poprzez wyznaczenie precyzyjnych współrzędnych stacji SLR i mogą przyczynić się do zwiększenia wkładu techniki SLR do przyszłych realizacji ITRF. Misje LEO i ich operatorzy uzyskają kolejne, nowe zastosowania dotyczące monitoringu i zrozumienia zmian zachodzących z ciągle zmieniającym się systemie ziemskim. Dzięki temu zjawiska i procesy geodynamiczne monitorowane przez globalne parametry geodezyjne i precyzyjne układy odniesienia będą lepiej poznane. Dokładniejszy układ odniesienia to lepsze dane geodezji satelitarnej dla środowiska naukowego, instytucji, firm i społeczeństw i poprawa takich dziedzin życia jak: monitorowanie zjawisk naturalnych i antropogenicznych oraz zagrożeń dla systemu ziemskiego, np. monitoring trzęsień ziemi, tsunami, topnienia lodu, górnictwo i budownictwo, np. precyzyjne układy odniesienia dla pomiarów inżynierskich, rolnictwo, np., monitorowanie jakości wegetacji, ilości wody w glebie, erozji gleby, czy transportu, np. nawigacja pojazdów.