

**Autor:** Monika Tercjak  
**Tytuł:** Analiza możliwości wykorzystania obserwacji żyroskopów laserowych do wyznaczania krótkookresowych zmian w ruchu obrotowym Ziemi

Stron 88  
Rysunków 20  
Tabel 5  
Pozycji bibliograficznych 82  
Dodatków 0  
Załączników 1

Słowa kluczowe: Pierścieniowe Żyroskopy Laserowe, Częstotliwość Sagnaca, Wektor Rotacji Ziemi, Ruch Bieguna, Pływy ziemskie, Obciążeniowe Efekty Niepływowe

Pierścieniowe Żyroskopy Laserowe (ang. *Ring Laser Gyroscopes*, RLG) to instrumenty pozwalające na pomiar rotacji Ziemi w czasie rzeczywistym i bez konieczności stosowania żadnego zewnętrznego systemu odniesienia. Są one wrażliwe na zmiany chwilowego wektora rotacji Ziemi, stąd stanowią dobre uzupełnienie technik geodezji kosmicznej w obserwacji ruchu obrotowego naszej planety. W powyższych publikacjach naukowych zaprezentowałam badania dotyczące możliwości wykorzystania obserwacji żyroskopowych do wyznaczania elementów wektora rotacji Ziemi. W tym celu wykorzystywałam obserwacje pochodzące z dwóch żyroskopów znajdujących się w Niemczech, G-ring zlokalizowanego w Obserwatorium Geodezyjnym w Wettzell oraz ROMY znajdującego się w Obserwatorium Geomagnetycznym w Fuerstenfeldbruck koło Monachium.

Badania rozpoczęłam od weryfikacji użyteczności obserwacji żyroskopowych do wyznaczania prędkości zmian nutacji. Przystudiowałam możliwość wyznaczania parametrów nutacyjnych w oparciu o obserwacje pochodzących z jednego instrumentu jak również na podstawie symulowanych obserwacji pochodzących z kilku żyroskopów. Ponadto wykorzystałam kombinację symulowanych obserwacji RLG z obserwacjami pochodzącymi z techniki interferometrii bardzo długich baz (ang. *Very Long Baseline Interferometry*, VLBI) i porównałam wyniki z tymi otrzymanymi z wykorzystania prawdziwych obserwacji pochodzących z żyroskopu G-ring. Otrzymane wyniki potwierdziły możliwość wyznaczania parametrów nutacyjnych w oparciu o obserwacje żyroskopowe, jednakże przy spełnieniu szeregu restrykcyjnych założeń, niemożliwych do spełnienia na obecnym poziomie rozwoju technologii RLG.

W konsekwencji powyższych badań w kolejnym etapie zdecydowałam skupić się na studiowaniu możliwości monitorowania zmian w rotacji Ziemi o dobowych i sub-dobowych częstotliwościach. W tym celu przeanalizowałam w jaki sposób znane wysokoczęstotliwościowe zaburzenia wektora rotacji Ziemi wpływają na częstotliwość Sagnaca, czyli wielkość obserwowaną przez żyroskopy laserowe. W badaniach zweryfikowałam wpływ dobowego ruchu bieguna, dobowych i sub-dobowych efektów oceanicznych oraz libracji, zarówno w ruchu bieguna jak i w czasie UT1. Otrzymane wyniki sugerują, że na obecnym poziomie dokładności techniki zaburzenia pochodzące z dobowego ruchu bieguna oraz z efektów oceanicznych powinny być brane pod uwagę w analizach częstotliwości Sagnaca. Jednocześnie zaburzenia pochodzące z efektu libracji są zanedbywalnie małe. Dodatkowo jednak zwróciłam uwagę na fakt, iż badane sygnały mają te same częstotliwości, przez co trudno może być ich odseparowanie na podstawie obserwacji tylko jednego instrumentu. Powyższe badania przeprowadziłam dla instrumentu o parametrach i lokalizacji żyroskopu G-ring, niemniej jednak

*Monika Tercjak*  
PRZEWODNICZĄCY  
RADY NAUKOWEJ DYSCYPLINY  
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT  
*Konrad Lewczuk*  
dr hab. inż. Konrad Lewczuk, prof. uczelni

przeanalizowałam również wpływ wyżej wymienionych sygnałów na obserwowaną częstotliwość Sagnaca w zależności od położenia geograficznego instrumentu. Na koniec zaprezentowałam rozważania dotyczące zależności między położeniem geograficznym instrumentu posadowionego horyzontalnie, a inną niż horyzontalna orientacją instrumentu względem Ziemi.

Oprócz zaburzeń w wektorze rotacji Ziemi, żyroskopy laserowe są również czule na zmiany własnej orientacji względem powierzchni Ziemi. Stąd kolejnym, naturalnym krokiem badań była analiza wpływu zjawisk powodujących lokalne przemieszczenia punktów na obserwowaną częstotliwość Sagnaca. W tym celu przestudiowałam w jaki sposób pływy ziemskie, pływy oceaniczne oraz niepływowe zjawiska obciążeniowe (deformacje spowodowane zmianami obciążenia atmosferą i wodą kontynentalną) odzwierciedlają się w obserwacjach żyroskopowych. Porównałam modele powyższych zjawisk oraz znaczenie wartości liczb Love'a wykorzystanych do modelowania wpływu pływów ziemi stałej. Na koniec porównałam zamodelowane zaburzenia wektora normalnego instrumentu z tymi zaobserwowanymi z wykorzystaniem pochylomierza. Badania ponownie przeprowadziłam dla żyroskopu G-ring w Wettzell. Uzyskane wyniki pokazały, że na obecnym poziomie dokładności technologii żyroskopowej pływy ziemi stałej oraz pływy oceaniczne mają znaczący wpływ na obserwacje żyroskopowe, natomiast wpływ obciążenia wodą kontynentalną jest zanedbywalnie mały. Co do wpływu obciążenia atmosferycznego, stosowanie modelu tego zjawiska do redukcji obserwacji może wprowadzać dodatkowe, niepożądane sygnały. Dodatkowo pokazałam, że różnice wynikające z zastosowania różnych modeli ww. zjawisk są niewielkie, a wpływ różnic wynikających z zastosowania różnych zestawów liczb Love'a jest praktycznie nieistotny. Na koniec zaprezentowałam wyniki, sugerujące, iż na obecnym poziomie dokładności istniejących instrumentów lepszym sposobem redukcji obserwacji wydaje się być stosowanie modelu, zamiast obserwacji z pochylomierzy. Związane jest to z wyższą dokładnością pomiarową pochylomierzy, które obserwują sygnały niewidoczne dla żyroskopów, przez co ich pomiary, użyte do redukcji, mogą wprowadzać dodatkowe szumy. Ostatecznie zaprezentowałam badania, w których pokazana została możliwość wyznaczenia pełnego wektora rotacji Ziemi, z dokładnością poniżej jednej sekundy łuku dla ruchu bieguna, bazując jedynie na obserwacjach żyroskopowych. W tym celu wykorzystałam około sześciotygodniowe obserwacje pochodzące z instrumentu ROMY, składającego się z czterech niezależnych sensorów.

PRZEWODNICZĄCY  
RADY NAUKOWEJ DYSCYPLINY  
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT  
*Konrad Lewczuk*  
dr hab. inż. Konrad Lewczuk, prof. uczelni