

Opracowanie modelu quasi-geoidy dopasowanej do danych GNSS/niwelacyjnych dla obszaru Polski metodą GGI

Marek Trojanowicz, Magdalena Owczarek-Wesołowska

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu ul. Norwida 25 50-375 Wrocław

W referacie przedstawiono wykorzystaną metodę oraz analizy dotyczące opracowania modelu quasi-geoidy dopasowanej do danych GNSS/niwelacyjnych dla obszaru Polski. Jako finalny model przyjęto model średni, wyznaczony na podstawie modeli dopasowanych, opracowanych na bazie dwóch procedur: procedury A polegającej na wyznaczeniu modelu quasi-geoidy grawimetrycznej w etapie pierwszym i późniejszym jego dopasowaniu do danych GNSS/niwelacyjnych w etapie drugim oraz procedury B polegającej na jednoetapowym wyznaczeniu modelu dopasowanego do danych GNSS/niwelacyjnych. Zarówno model grawimetryczny w procedurze A jak i model dopasowany w procedurze B opracowano metodą GGI, wykorzystując globalny model geopotencjału SGG-UGM-2, numeryczny model terenu SRTM v4.1, model głębokości Moho dla Europy oraz dane grawimetryczne obejmujące głównie obszar Polski, nieznacznie wykraczając poza jej południową i północną granicę. W odniesieniu do modelu quasi-geoidy grawimetrycznej wykazano bardzo małą zależność jego dokładności od zastosowanego referencyjnego modelu gęstości mas topograficznych. Oszacowana dokładność tego modelu zawiera się w zakresie ± 1.2 - 1.7 cm w sensie odchylenia standardowego, w zależności od zbioru wykorzystanych referencyjnych danych GNSS/niwelacyjnych. Końcowy model w postaci regularnej siatki o rozdzielczości $0.01^\circ \times 0.01^\circ$ opracowano w granicach $48^\circ - 56^\circ$ szerokości geodezyjnej oraz $13^\circ - 26^\circ$ długości geodezyjnej, ale wartości uzyskane z modelu GGI wyznaczono tylko w obszarze pokrytym przez dane grawimetryczne, przyjmując dla pozostałego obszaru anomalie wysokości wyznaczone z modelu globalnego. Model końcowy został udostępniony użytkownikom przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii pod nazwą „PL-geoid2021”. Oszacowana przez autorów dokładność tego modelu waha się w granicach od ± 1.0 cm do ± 1.2 cm w zależności od przyjętego zbioru danych GNSS/niwelacyjnych. Należy jednak podkreślić, że tylko jeden spośród czterech wykorzystanych do tych oszacowań zbiorów nie brał na żadnym etapie prac bezpośredniego udziału w opracowaniu modelu końcowego.

Analiza zmian przyspieszenia siły ciężkości na stanowiskach monitoringu geodynamicznego PIG-PIB

Tomasz Olszak, Andrzej Pachuta, Viktor Szabo

PW

Mirosław Musiatowicz, Tomasz Czerwiński, Kamila Karkowska

PIG

Z inicjatywy PIG i KGiAG PW podjęto prace na stacjach monitoringu Państwowej Służby Hydrologicznej. Pierwsze wyznaczenia absolutnej wartości przyspieszenia siły ciężkości na dwóch stacjach (Hołowno, Dziwie) wykonano na stanowiskach monitoringu permanentnego w listopadzie 2017 roku. Od roku 2019 pomiary absolutne włączono do III fazy projektu pn. „Monitoring geodynamiczny Polski – etap III” (MGP-III) były wykonywane dwa razy rocznie w identycznym reżimie obserwacyjnym. W każdym roku zaplanowano po dwie kampanie pomiarowe, wykonywane w okresie jesień-zima oraz wiosna-lato.

W prezentacji przedstawione zostaną wyniki uzyskane w okresie 2017 – 2021 wraz z analizą danych dotyczących wpływu globalnych modeli hydrologicznych i zmian poziomu wód gruntowych rejestrowanych na stacjach monitoringu Państwowej Służby Hydrologicznej. Dodatkowo podjęta będzie próba korelacji obserwowanych zmian wartości przyspieszenia ziemskiego g z danymi dotyczącymi zmian wysokości stacji permanentnych GNSS, zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie stacji monitoringu.

V kampania modernizacyjna podstawowej osnowy geodezyjnej wysokościowej – omówienie podstawowych założeń projektu modernizacji osnowy

Ewa Kałun, Jarosław Somla

Główny Urząd Geodezji i Kartografii

Główny Urząd Geodezji i Kartografii rozpoczął prace w ramach V kampanii modernizacyjnej podstawowej osnowy geodezyjnej wysokościowej na obszarze kraju. Po realizacji przeglądów terenowych osnowy, analizie pomiarów geodezyjnych mających na celu przetestowanie nowych technologii pomiarowych, w bieżącym roku zaplanowano opracowanie projektu technicznego modernizacji osnowy wysokościowej. W prezentacji przedstawione zostaną podstawowe założenia techniczne dotyczące opracowania projektu modernizacji, metodyka wyboru punktów osnowy przyjętych do kampanii modernizacyjnej, wybrane metody pomiarowe a także dalsze plany dotyczące realizacji V kampanii modernizacyjnej.

Porównanie istniejących wysokorozdzielczych modeli geopotencjalnych w aspekcie ich zastosowania do tworzenia lokalnego modelu quasigeoidy

Roman Kadaś

ALGORES-SOFT, Politechnika Rzeszowska

W referacie przedstawiono charakterystykę i porównanie dokładnościowe globalnych modeli pola siły ciężkości o najwyższej rozdzielczości, z lokalnym ograniczeniem się do obszaru Polski. Były to modele o nazwach autorskich: EGM2008, EIGEN 6c4, GECO, SGG-UGM-2 i XGM2019e, dostępne w sieci w postaci szeregów harmonik sferycznych (lub sferoidalnych) do stopnia $n = 2190$ oraz programów generujących on-line (dla określonego obszaru lokalnego) dyskretne zbiory różnych danych modelowych (anomalie lub zakłócenia grawimetryczne, wartości i gradienty potencjału siły ciężkości, anomalie wysokości quasigeoidy i undulacje geoidy). W wyniku analiz porównawczych (wzajemnych i bezwzględnych) uzasadniono wybór modelu EGM2008 do tworzenia na obszarze Polski precyzyjnego modelu numerycznego quasi-geoidy z uwzględnieniem naziemnych pomiarów grawimetrycznych, niwelacyjnych i satelitarnych. Zastosowana metoda (w pewnej części stanowi opracowanie w konkursie organizowanym przez GUGiK w roku 2021) opiera się na wykorzystaniu residuów zakłóceń grawimetrycznych oraz residuów wysokości niwelacyjnych w stosunku do globalnego modelu topograficznego ETOPO1 (NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration - National Centers for Environmental Information) o rozdzielczości $1' \times 1'$, przyjętego do generowania modelowych danych geopotencjalnych. Dane te posłużyły z kolei do wyznaczenia gradientowych zmian (korekt) modelowych anomalii wysokości i ich powierzchniowej dystrybucji przy wykorzystaniu metod geo-statystycznych, czyli bez konieczności stosowania powierzchniowego całkowania residualnych anomalii grawimetrycznych. Finalną postać quasigeoidy w układzie PL-EVRF2007-NH otrzymuje się poprzez jej numeryczne wpasowanie (w szczególności metodą Krigingu) w zbiór empirycznych anomalii wysokości określonych przez punkty satelitarno-niwelacyjne.

Kriging i kolokacja MNK - porównanie

Marcin Ligas

Katedra Geodezji Zintegrowanej i Kartografii,

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Referat przedstawia porównanie dobrze znanej geodetom metody kolokacji najmniejszych kwadratów z prawdopodobnie znaną szerszemu gronu odbiorców geostatystyczną metodą krigingu. Przedstawiono związek, a raczej równowagę tych dwóch metod, jeśli chodzi o ich podstawowe formy (z porównania wyłączono specjalizację kolokacji do geodezyjnych problemów wartości brzegowych, propagację funkcji kowariancji między funkcjami potencjału zakłócającego i nieliniowe metody geostatystyczne). Referat obejmuje jedynie przypadek skalarnych pól losowych oraz założenie stacjonarności rzędu drugiego funkcji losowej. Ze względu na równowagę podstawowych formuł, obie techniki dzielą te same zalety i wady. W referacie pokazano również różnicę co do prognozowanych wartości i wariancji prognozy w przypadku dokładnej i filtrowanej (redukcja szumu) prognozy.

Konfrontacja modelu krajowego i lokalnego quasi-geoidy na obszarze Krakowa

Piotr Banasik, Marcin Ligas

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

W 2019 roku został opracowany na obszarze Krakowa lokalny model niwelacyjno-satelitarnej quasi-geoidy. Model ten charakteryzuje duże nasycenie punktami, w których, za pomocą precyzyjnych obserwacji GNSS i niwelacyjnych obliczono anomalie wysokości w układach odniesienia PL-ETRF89 i PL-ETRF2000 oraz układach wysokości PL-KRON86-NH i PL-EVRF2007-NH. W referacie przedstawiono charakterystykę opracowania tego modelu oraz wyniki jego porównania z dwoma ostatnimi modelami krajowymi: PL-geoid2011 oraz PL-geoid2021.

W drodze do IHRF - wstęp do unifikacji układu PL-EVRF2007-NH z globalnym poziomem odniesienia

Dorota Marjańska, Tomasz Olszak, Janusz Walo

Politechnika Warszawska

Prezentacja przedstawia wstępne wyniki analiz związanych z aktualnym problemem unifikacji lokalnych układów wysokościowych z globalnym układem IHRF (International Height Reference Frame). W ramach prac przeprowadzono przegląd dostępnych materiałów z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego oraz dokonano selekcji punktów niezbędnych do opracowania metodyki przejścia do układu globalnego. Przedstawione zostaną dwa podejścia do uzyskania lokalnej wartości różnicy poziomu odniesienia względem wartości potencjału W_0 wyznaczonej w ramach IHRF.

Badania wykonywane są w ramach grantu badawczego wspierającego prowadzenie działalności naukowej w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport pt. Analiza różnych strategii unifikacji układu wysokościowego PL-EVRF2007-NH z Międzynarodowym Wysokościowym Układem Odniesienia (IHRF).

Grawimetr pływowy w CBK PAN

Jolanta Nastula, Jerzy Nawrocki, Julia Pietrzak
CBK PAN

W 2020 roku uruchomiono w Obserwatorium stacjonarny grawimetr pływowy gPhoneXp, przeznaczony do ciągłej rejestracji zmian przyspieszenia siły ciężkości. Zmiany te spowodowane są takimi zjawiskami, jak np. oddziaływanie grawitacyjne Słońca i Księżyca, deformacje skorupy ziemskiej, zmiany rozkładu masy w otoczeniu urządzenia w tym wód gruntowych, nacisk mas atmosferycznych, itd. Informacja o zmianach pola siły ciężkości jest źródłem wielu cennych informacji również o procesach pod-skorupowych. Należą do nich m.in. zasoby wód gruntowych i ich zmiany, deformacje obciążeniowe skorupy ziemskiej, poeksploatacyjne osiadanie górotworu, czy procesy powodujące efekty kumulacji lub deficytu masy. Dane rejestrowane przez grawimetr są przekazywane na serwery Instytutu Geodezji i Kartografii, i po wstępnym opracowaniu umieszczone w repozytorium danych grawimetrycznych tworzonym w Centrum Infrastruktury Badawczej Obserwacji Grawimetrycznych (CIBOG) w ramach projektu EPOS-PL+. Projekt EPOS-PL+ (European Plate Observing System) jest częścią największego europejskiego programu rozwoju infrastruktury badawczej w naukach o Ziemi.

Druga Kampania Porównawcza Predykcji Parametrów Orientacji Ziemi – informacje ogólne oraz wyniki

Justyna Śliwińska, Tomasz Kur, Jolanta Nastula

Centrum Badań Kosmicznych PAN

Małgorzata Wińska

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej

Aleksander Partyka

Centrum Badań Kosmicznych PAN

Henryk Dobsław

GFZ Helmholtz Centre Potsdam

Znajomość parametrów orientacji Ziemi (ang. Earth Orientation Parameters, EOP) jest kluczowa w wielu zagadnieniach z dziedziny geodezji. Opóźnienia w dostarczeniu danych obserwacyjnych do centrów obliczeniowych oraz skomplikowane procedury obliczeniowe na dużych zbiorach danych pozyskanych z różnych technik obserwacyjnych sprawiają, że serie EOP nie są dostępne w czasie rzeczywistym. Problem prognozowania tych parametrów jest przedmiotem zainteresowania międzynarodowej społeczności geodezyjnej, a wiele ośrodków naukowych z całego świata opracowało własne metody predykcji EOP.

Duża liczba prognoz EOP opracowanych na podstawie różnych danych obserwacyjnych oraz algorytmów predykcji niesie za sobą konieczność ich wzajemnego porównania i ewaluacji. Realizacja tych zadań jest celem drugiej kampanii porównawczej predykcji parametrów orientacji Ziemi (ang. Second Earth Orientation Parameters Prediction Comparison Campaign, 2nd EOP PCC), która nadzorowana jest przez Centrum Badań Kosmicznych PAN.

W prezentacji przedstawione zostaną informacje na temat przebiegu kampanii, a także statystyki dotyczące zarejestrowanych uczestników oraz przesyłanych prognoz EOP. Zaprezentowane zostaną wyniki wstępnej ewaluacji predykcji z wykorzystaniem rozwiązania IERS Rapid jako odniesienia. W referacie skupimy się na analizie prognoz z wykorzystaniem absolutnego błędu średniego (ang. mean absolute error, MAE). Wstępne wyniki pokazują wyraźny postęp w połączeniu nowoczesnych metod predykcji z danymi na temat ziemskich ośrodków ciekłych.

Predykcja parametrów rotacji Ziemi metodami geostatystyki liniowej

Maciej Michalczak, Marcin Ligas, Jacek Kudrys

AGH w Krakowie

Współrzędne bieguna ziemskiego (PM_x , PM_y) oraz długość doby (LoD) określane są jako parametry rotacji Ziemi (Earth Rotation Parameters) i opisują one nieregularność jej ruchu obrotowego. W referacie przedstawiono implementację dwóch liniowych metod geostatystycznych tj. kriging prosty i zwyczajny do prognozy wyżej wymienionych parametrów. Prezentowana implementacja krigingu osiąga zadowalające wyniki, porównywalne (często lepsze) od metod prognozy biorących udział w 1-szej Kampanii Porównawczej Predykcji Parametrów Orientacji Ziemi. Praca przedstawia wyniki ultrakrótko- (15 dni w przyszłość) i krótkoterminowych (30 dni w przyszłość) prognoz parametrów rotacji Ziemi wykorzystując dane publikowane przez Międzynarodową Służbę Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia (IERS) oraz dane z trzech centrów obliczeniowych dostarczających szybkich produktów: GFZ Data Services, International GNSS Service (IGS) oraz CODE (Center for Orbit Determination in Europe).

Studium porównawcze międzyrocznych oscylacji geofizycznych ekscytacji ruchu bieguna ziemskiego

Małgorzata Wińska

Politechnika Warszawska Wydział Inżynierii Lądowej

W ekscytacji ruchu bieguna ziemskiego, wyrażanej poprzez składowe równikowe funkcji pobudzenia χ_1 , χ_2 , oprócz wahań sezonowych i krótkookresowych wyróżnia się również wahania międzyroczne. Zmiany te w dużej mierze spowodowane są wymianą momentu pędu geofizycznych ośrodków ciekłych Ziemi, tj. atmosferą, oceanem i hydrosferą lądową. Kluczowe znaczenie dla zmian sezonowych – rocznych ruchu bieguna ziemskiego odgrywają nie tylko zmiany ciśnienia atmosferycznego, prędkości wiatrów atmosferycznych, lecz także zmiany prądów oceanicznych i ciśnienie dna oceanicznego oraz zmiany w ilości wód śródlądowych. Niestety, związki pomiędzy obserwowalnym geodezyjnym wzbudzeniem ruchu bieguna ziemskiego a modelami geofizycznymi nie zostały jeszcze w pełni określone. Wynika to zarówno z wad modeli geofizycznych oraz niepełnej wiedzy na temat sprzężeń atmosfera-ocean oraz procesów hydrologicznych zachodzących na lądach.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono analizę zmian międzyrocznych równikowych składowych pobudzenia ruchu bieguna ziemskiego obliczonych zarówno z obserwacji geodezyjnych (seria C04), jak i różnych modeli geofizycznych (atmosfera, ocean, hydrologia). Oscylacje międzyroczne składowych równikowych różnych serii czasowych zostały wyodrębnione wielokanałową metodą pojedynczego widma (z ang. Multi Singular Spectrum Analysis). W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, że żadna składowa, zarówno odnosząca się do zmian mas, jak i do zmian ruchu, atmosferycznego i oceanicznego momentu pędu nie jest zaniedbywalna i nie można pominąć jej w analizach poszukiwania zgodności pomiędzy geodezyjną a geofizyczną funkcją pobudzenia ruchu bieguna ziemskiego dla oscylacji międzyrocznych. Co więcej, uwzględnienie hydrologicznego sygnału, wyznaczonego z modeli hydrologicznych, jak i z danych satelitarnej misji GRACE (z ang. Gravity Recovery and Climate Experiment) i GRACE Follow on przyczynia się do poniesienia rozważanej zgodności, jednakże obserwowalny geodezyjny sygnał międzyroczny nie jest w pełni wyjaśniony przez kombinację rozważanych modeli geofizycznych.

Funkcjonalność szczegółowych osnów geodezyjnych: stan – uwarunkowania - prognoza

Grzegorz Granek, Bogdan Wolski

Politechnika Świętokrzyska

Upowszechnienie technik satelitarnych radykalnie zmieniło podejście do osnów geodezyjnych. Jak pokazują doświadczenia praktyki geodezyjnej, w przypadku szczegółowej osnowy geodezyjnej szczególne znaczenie ma problem funkcjonalności tych osnów. Jakkolwiek obowiązujące przepisy, (Rozp. Min. 2011, 2020) formalnie regulują kwestie projektowania i eksploatacji osnów, to w kontekście znaczącej ewolucji technologii - według Autorów - rozważenia wymagają dwie kwestie. Pierwsze dotyczy podejścia do oceny funkcjonalności aktualnego stanu osnów szczegółowych, drugie ich modernizacji. Ocena stanu aktualnego funkcjonalności wymaga odpowiednich badań, które nie muszą być zupełne, ale powinny być wykonane przy określonej statystycznej procedurze pozyskiwania danych i interpretacji. Wyniki badania obecnego stanu funkcjonalności powinny być uwzględniane w programach modernizacji osnów obok trendów technicznych oraz lokalnych uwarunkowań dotyczących w szczególności planów zagospodarowania przestrzennego.

Prezentowane wyniki podsumowują relatywnie obszerne, wykonane na obszarze 19 gmin woj. świętokrzyskiego i woj. Łódzkiego, badania funkcjonalności poziomych osnów szczegółowych. Efektem tych badań jest ocena użyteczności tych osnów wyrażona niezawodnością funkcjonowania trwale zastabilizowanych punktów. Interpretację tych wyników uzupełnia charakterystyka uwarunkowań oraz wypowiedzi użytkowników.

Głównym wnioskiem z przeprowadzonych badań jest postulat zmiany podejścia do oceny funkcjonalności istniejących osnów, w tym metody i zakresu tej oceny oraz modernizacji.

- Obecnie eksploatowane osnowy założono kilkadziesiąt lat temu. Określone w przepisach warunki gęstości, liczby i struktury osnowy te spełniały tylko w początkowym okresie eksploatacji. Obecnie są funkcjonalne na poziomie 40-70
- W opinii Autorów efektywną alternatywą dla obecnych rozwiązań byłoby upowszechnienie osnów dwufunkcyjnych w postaci rozproszonych par punktów, stabilizowanych w odległości kilkuset metrów, przy mniejszym niż obecnie zagęszczeniu, ale z uwzględnieniem obszarów uwzględnianych w planach zagospodarowania.

Geodezyjne układy odniesienia i ich realizacje
Czwartek, 09.06.2022 10:00

Opracowanie modelu quasi-geoidy PL-geoid2021 - omówienie wyników konkursu zorganizowanego przez Głównego Geodetę Kraju w 2021 r

Katarzyna Kalinczuk-Stanałowska, Aneta Mielczarczyk

Główny Urząd Geodezji i Kartografii

Podczas prezentacji przedstawione zostaną wyniki konkursu na opracowanie modelu quasi-geoidy PL-geoid2021 zorganizowanego przez Głównego Geodetę Kraju w 2021 r. W ramach wystąpienia zaprezentowane zostaną krótkie informacje na temat zgłoszonych prac oraz ich ocena w ramach konkursu. Zaprezentowane zostanie również porównanie zwycięskiego modelu quasi-geoidy z PL-geoid2011 oraz dodatkowa analiza matematyczna wykonana na podstawie najnowszych pomiarów satelitarnych podstawowej osnowy geodezyjnej wysokościowej. W podsumowaniu omówione zostaną korzyści wynikające ze zmiany obowiązującego modelu quasi-geoidy na terenie kraju.

Realizacja międzynarodowego poziomu odniesienia grawimetrycznego w Obserwatorium Borowa Góra

Przemysław Dykowski, Marcin Sękowski, Jan Kryński

Instytut Geodezji i Kartografii

Tomasz Olszak

Politechnika Warszawska

Od 2016 roku w Obserwatorium Geodezyjno-Geofizycznym Borowa Góra prowadzone są ciągle rejestracje pływowe grawimetrem nadprzewodnikowym iGrav-027 umożliwiające w sposób ciągły rejestrować precyzyjnie zmiany przyśpieszenia siły ciężkości. W tym okresie były wykonywane regularne miesięczne pomiary absolutne przyśpieszenia siły ciężkości grawimetrem A10-020 należącym do IGiK oraz okresowe wyznaczenia przyśpieszenia siły ciężkości grawimetrem FG5-230 należącym do Politechniki Warszawskiej. Obydwa grawimetry A10-020 oraz FG5-230 uczestniczyły w międzynarodowych kampaniach porównawczych grawimetrów absolutnych co pozwoliło na dowiązanie zmian przyśpieszenia siły ciężkości do międzynarodowego poziomu odniesienia grawimetrycznego (IGRS) co jednocześnie umożliwia wzajemną kontrolę grawimetrów absolutnych i grawimetru nadprzewodnikowego. Prezentacja przedstawia wspólne opracowanie obserwacji w kontekście realizacji międzynarodowego poziomu odniesienia grawimetrycznego w Obserwatorium Borowa Góra.

W październiku roku 2021, infrastrukturę grawimetryczną Obserwatorium uzupełniono o absolutny grawimetr kwantowy AQG-B07. W prezentacji zostanie przedstawiona podstawowa zasada działania grawimetru i pierwsze wyniki uzyskane tym grawimetrem w konfrontacji z wynikami z grawimetrów A10-020, FG5-230 i iGrav-027.

Wszystkie trzy wspomniane grawimetry absolutne są przewidziane do uczestnictwa w czerwcu 2022 roku w Nordyckiej kampanii porównawczej w Obserwatorium w Onsali.

Geodynamiczne aspekty układów odniesienia

Krzysztof Sośnica, Radosław Zajdel, Grzegorz Bury,
Dariusz Strugarek, Kamil Kaźmierski, Mateusz Drożdżewski,
Joanna Najder, Adrian Nowak, Filip Gałdyn, Marcin Mikoś
IGiG UPWr

System ziemski ulega nieustannym zmianom za sprawą zmian zachodzących we wnętrzu Ziemi, w litosferze, hydrosferze oraz różnych warstwach atmosfery. Monitorowanie zmian geodynamicznych wymaga stabilnych i wiarygodnych układów odniesienia, które gwarantują odpowiednią dokładność. Globalny Geodezyjny System Obserwacyjny (GGOS) wymaga dokładności wyznaczenia pozycji referencyjnej na poziomie 1 mm oraz prędkości na poziomie 0,1 mm na rok. Błędy systematyczne występujące w technikach obserwacyjnych oraz niedoskonałości w modelowaniu procesów geodynamicznych sprawiają, że cele GGOS jeszcze nie zostały osiągnięte w zakresie układów odniesienia, gdyż obecne dokładności są około czterokrotnie gorsze od docelowych.

W referacie zostaną omówione aspekty związane z najnowszą realizacją Międzynarodowego Ziemskiego Układu Odniesienia ITRF2020 w zakresie doboru technik do realizacji początku, skali i orientacji układu oraz stabilności tych parametrów w czasie. Przedstawiona zostanie analiza potencjalnego ulepszenia przyszłych realizacji ITRF w zakresie wykorzystania integracji technik bezpośrednio na pokładzie satelitów, czyli tzw. ko-lokacji w kosmosie na pokładzie satelitów GNSS, satelitów niskich LEO oraz planowanej misji GENESIS. W chwili obecnej realizacji ITRF oparte są o laserowe pomiary odległości do satelitów geodezyjnych LAGEOS i Etalon, podczas gdy większość obserwacji laserowych wykonywanych jest do satelitów LEO i GNSS. Ponadto wiele satelitów LEO śledzi sygnały GNSS, które nie są uwzględniane w ITRF. Jedynie obserwacje DORIS zgromadzone przez satelity LEO są uwzględniane przy realizacji ITRF. W referacie omówiony zostanie potencjał wykorzystania dodatkowych obserwacji satelitarnych do realizacji układów odniesienia. Europejska Agencja Kosmiczna przygotowuje misję dedykowaną geodezji – GENESIS – która docelowo ma za zadanie integrację czterech technik geodezji kosmicznej i satelitarnej – VLBI, GNSS, DORIS i SLR – na pokładzie konstelacji satelitów na orbitach średnich. Wstępne założenia misji GENESIS oraz jej wpływu na realizację układów odniesienia również zostaną omówione w referacie.

Ocena jakości globalnych parametrów geodezyjnych dla przyszłych geodezyjnych misji satelitarnych

Joanna Najder, Krzysztof Sośnica, Dariusz Strugarek

Instytut Geodezji i Geoinformatyki,

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Wkład laserowych pomiarów odległości (SLR, ang. Satellite Laser Ranging) w Ziemiński Układ Odniesienia (TRF, ang. Terrestrial Reference Frame) jest oparty o obserwacje do dwóch satelitów LAGEOS-1/-2 (Laser GEOdynamics Satellites) i dwóch Etalonów-1/-2 – przy czym obserwacji do satelitów LAGEOS jest dziesięciokrotnie więcej. W czerwcu 2022 planowane jest wystrzelenie kolejnego satelity geodezyjnego LARES 2. Ponadto obserwacje do kulistych satelitów geodezyjnych są wykorzystywane do uzupełniania modeli potencjału grawitacyjnego o harmoniczne sferyczne C20 i C30, ale także do budowania modeli potencjału w oparciu o obserwacje pochodzące z techniki SLR.

Badania obejmują symulacje orbit i obserwacji do satelitów LAGEOS-1/-2, Etalon-1/-2, LARES, LARES 2, a także dodatkowych, zaproponowanych przez nas kulistych satelitów, których dodanie rozszerza istniejącą konstelację. Celem pracy było określenie poprawy jakości globalnych parametrów geodezyjnych takich jak parametry rotacji Ziemi tj. ruch bieguna i eksces długości dobry, geocentrum, współrzędne stacji, a także współczynniki pola grawitacyjnego do stopnia i rzędu 6/6 wyliczonych za pomocą techniki SLR. W analizach zastosowane zostały różne podejścia w modelowaniu ciśnienia promieniowania słonecznego będącego jednym z głównych czynników perturbujących orbity satelitów geodezyjnych. Analizujemy odchylenia standardowe wyprowadzonych parametrów orbit, wrażliwość poszczególnych orbit na harmoniczne sferyczne pola grawitacyjnego, a także korelacje pomiędzy parametrami. Oceniamy potencjalną poprawę szacowania współrzędnych geocentrum i parametrów rotacji Ziemi, wynikających z uzupełniania istniejącej konstelacji o przyszłe misje geodezyjne. Uzyskane wyniki pokazują, że w rozwiązaniach dla pojedynczych satelitów parametry takie jak parametry orientacji Ziemi są silnie skorelowane z sobą, a więc nie jest możliwe niezależne ich wyliczenie. Ponadto, dodanie do rozwiązania opartego o satelity LAGEOS-1/-2, satelity, który jest na orbicie o kącie inklinacji większym niż 90 stopni charakteryzuje się mniejszymi błędami niż uwzględnienie większej liczby satelitów.

Analiza funkcji pobudzenia ruchu bieguna Ziemi na podstawie modeli dziennych ITSG

Aleksander Partyka, Jolanta Nastula, Justyna Śliwińska, Tomasz Kur

Centrum Badań Kosmicznych PAN

Małgorzata Wińska

Politechnika Warszawska

Głównym celem pracy jest ocena przydatności danych pochodzących z modeli dziennych ITSG-Grace2016 i ITSG-Grace2018 do celu wyznaczenia składowych równikowych funkcji pobudzenia ruchu bieguna ziemskiego (χ_1 i χ_2). Modele te zostały opracowane przez ITSG (The Institute of Geodesy at Graz University of Technology) i są jedynymi modelami o dziennej rozdzielczości czasowej, które powstały na podstawie danych z misji GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment). Dodatkowo zbadano pierwsze dane pochodzące z misji GRACE-Follow On (kontynuacja misji GRACE).

Do oceny ich jakości wykorzystano dwie serie referencyjne:

- sumę hydrologicznej funkcji pobudzenia ruchu bieguna (ang. hydrological angular momentum, HAM) i funkcji pobudzenia ruchu bieguna wynikającej z barystatycznych zmian poziomu morza (ang. sea-level angular momentum, SLAM) uzyskanych z modelu LSDM (Land Surface Discharge Model)
- residuum geodezyjne GAO – różnicę pomiędzy geodezyjną funkcją pobudzenia ruchu bieguna (ang. geodetic angular momentum, GAM) oraz sumą atmosferycznych i oceanicznych funkcji pobudzenia (atmospheric angular momentum AAM, oceanic angular momentum OAM).

Do oceny dokładności zbadano korelacje między seriami, wyznaczono amplitudy roczne i półroczne oraz obliczono błędy średniokwadratowe (RMSE).

Analiza została podzielona na 3 okresy w celu zbadania wpływu etapów misji na uzyskany poziom zgodności pomiędzy seriami funkcji pobudzenia wyznaczonymi z danych GRACE/GRACE-FO a seriami referencyjnymi.

Wykorzystanie rozwiązań z misji grawimetrycznych GRACE/GRACE-FO do wyznaczenia hydrologicznego sygnału w pobudzeniu ruchu bieguna ziemskiego

Justyna Śliwińska

Centrum Badań Kosmicznych PAN

Małgorzata Wińska

Politechnika Warszawska Wydział Inżynierii Lądowej

Jolanta Nastula

Centrum Badań Kosmicznych PAN

Interpretacja zmian ruchu bieguna ziemskiego powodowanych przez redystrybucję mas zawartych w geofizycznych ciekłych otoczkach Ziemi, jest ważnym zagadnieniem rozstrzygającym rolę atmosfery, oceanu, hydrosfery lądowej i kriosfery w geofizycznym pobudzaniu ruchu bieguna ziemskiego. Rola geofizycznych ośrodków ciekłych jest określana poprzez wykorzystanie serii czasowych atmosferycznego, oceanicznego, hydrologicznego i kriosferycznego momentu pędu. Wraz z zapoczątkowaniem grawimetrycznej misji satelitarnej GRACE (z ang. Gravity Recovery and Climate Experiment) oraz jej następcy - GRACE Follow On (GRACE FO), możliwe stało się określenie sumy hydrologicznego i kriosferycznego sygnału w pobudzeniu ruchu bieguna ziemskiego na podstawie wyników globalnych satelitarnych pomiarów zmian pola grawitacyjnego Ziemi.

Dane z misji satelitarnej GRACE/GRACE FO są regularnie udostępniane przez liczne ośrodki naukowe z całego świata - w postaci zmian pola grawitacyjnego Ziemi reprezentowanych przez współczynniki rozwinięcia potencjału grawitacyjnego w szereg funkcji harmoniczných sferycznych. Wybór odpowiednich produktów w postaci współczynników geopotencjału stopnia drugiego i rzędu pierwszego, jest istotny dla określenia wkładu sumy hydrologicznego i kriosferycznego sygnału w pobudzeniu ruchu bieguna ziemskiego. W niniejszej pracy wyznaczono tzw. kombinowaną residualną funkcję pobudzenia ruchu bieguna ziemskiego otrzymaną na podstawie różnych rozwiązań pochodzących z satelitarnych misji GRACE/GRACE FO. Kombinowana residualna funkcja pobudzenia ruchu bieguna ziemskiego została wyznaczona na podstawie tzw. metody 3TC (z ang. Three cornered hat method), mającej na celu minimalizację poziomu szumów wchodzących w skład rozwiązania kombinowanego.

Kombinowana residualna funkcja pobudzenia ruchu bieguna ziemskiego została porównana z obserwacyjnym geodezyjnym pobudzeniem ruchu bieguna ziemskiego (GAM) zredukowanym o wpływ atmosferycznego (AAM) i oceanicznego (OAM) momentu pędu.

Celem badań jest określenie, czy kombinacja różnych rozwiązań danych z misji satelitarnych GRACE/GRACE FO opracowana metodą 3TC zwiększa zgodność geofizycznej funkcji pobudzenia ruchu bieguna ziemskiego z obserwowalnym geodezyjnym sygnałem w zakresie oscylacji sezonowych i niesezonowych.

Czasowe zmiany wysokości ortometrycznych/normalnych oraz potrzeba ich uwzględnienia w wysokościowym układzie odniesienia

Walyldeen Godah, Małgorzata Szelachowska, Jan Kryński

Institut Geodezji i Kartografii

Wysokości ortometryczne/normalne są wyznaczane jako statyczne bez uwzględniania wpływającej na ich wartości zmienności rozkładu mas ziemskich. Misje satelitarne GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) i GRACE-FO (GRACE Follow-On) dostarczają unikalnych danych pozwalających oszacować zmiany w czasie rozkładu mas w systemie Ziemia oraz będące ich następstwem czasowe zmiany wysokości geoidy, a także deformacje pionowe powierzchni Ziemi, i w dalszej kolejności czasowe zmiany wysokości ortometrycznych/normalnych ($\Delta H/\Delta H^*$).

Głównym celem prezentacji jest pokazanie $\Delta H/\Delta H^*$ dla największych światowych dorzeczy oraz obszaru Europy Centralnej i terytorium Turcji, a także przedyskutowanie potrzeby zastąpienia statycznych wysokości ortometrycznych/normalnych ich dynamicznymi odpowiednikami.

Szeregi czasowe $\Delta H/\Delta H^*$ dla wspomnianych obszarów zostały wyznaczone przy wykorzystaniu danych z misji satelitarnej GRACE oraz obciążeniowych liczb Love'a otrzymanych z modelu PREM (Preliminary Reference Earth Model). Zaproponowano podejście do wyznaczania dynamicznych wysokości ortometrycznych/normalnych. Podejście to przetestowano dla obszaru Polski. Najpierw wyznaczono szeregi czasowe $\Delta H/\Delta H^*$ dla terytorium Polski, następnie je zamodelowano i predykowano wykorzystując metodę dekompozycji sezonowej. Ostatecznie otrzymano dynamiczne wysokości ortometryczne/normalne poprzez kombinację modelowych/predykowanych $\Delta H/\Delta H^*$ i statycznych wysokości ortometrycznych/normalnych odniesionych do konkretnej epoki odniesienia.

Otrzymane wyniki pokazują, że $\Delta H/\Delta H^*$ sięgają 2 cm dla Europy Centralnej i Turcji oraz 8 cm dla obszaru Amazonki. Testy wykonane dla obszaru Polski wykazują, że uwzględnienie czasowych zmian wysokości ortometrycznych/normalnych przyczyni się do dokładniejszego wyznaczenia tych wysokości, zmniejszając błąd wysokości będący efektem występowania regionalnego sygnału hydrologicznego, który dochodzi do 2 cm na obszarze naszego kraju.

Wpływ regionalnych zestawów stacji referencyjnych na interpretacje geodynamiczne w Europie

Stepan Savchuk, Adam Lyszkowicz

Lotnicza Akademia Wojskowa

Sofia Daskicz

Politechnika Lwowska

Współrzędne punktów, które są ustalone dla pewnej epoki odniesienia, z powodu procesów deformacji wewnątrz płyty powoli ulegają zmianie i muszą być okresowo zmieniane. Prowadzi to do degradacji koncepcji systemu statycznego jako takiego.

Jednym z możliwych rozwiązań tego problemu jest wybór stacji bazowych na podstawie określonych kryteriów. W niniejszej pracy zostały wybrane cztery zestawy stacji bazowych w Europie Środkowo-Wschodniej, które spełniają określone kryteria jakościowej klasyfikacji EPN.

Badania przeprowadzono na podstawie wyników obserwacji GNSS z lat 2013-2017, a mianowicie wyliczonych pozycji i prędkości 161 stacji GNSS zlokalizowanych w Europie Środkowo-Wschodniej w ITRF2014. Na podstawie tych wyników wyznaczono, według czterech wybranych scenariuszy, parametry ruchu tej części eurazjatyckiej płyty tektonicznej. Wszystkie obliczenia pola prędkości wykonano za pomocą pakietu oprogramowania GAMIT/GLOBK, a wektor obrotu (biegun Eulera) płyty tektonicznej zawierającej wybrane stacje referencyjne GNSS wyznaczono w oparciu o program <glorg> z tego samego pakietu za pomocą polecenie "plate".

W wyniku badań uzyskano przewidywany wynik, a mianowicie do obliczenia parametrów rotacji płyty euroazjatyckiej optymalnym podejściem jest wykorzystanie wyłącznie stacji GNSS należących do klasy C0 (scenariusz 2). Na podstawie uzyskanych wyników oceniono statyczne charakterystyki obserwacji GNSS na poszczególnych stacjach, wykorzystując do tego celu nieklasyczną teorię błędu pomiarowego. Ocena ta opiera się na wykorzystaniu przedziałów ufności do oceny asymetrii i nadmiaru badanej próbki, a następnie zastosowaniu testu Pearsona. Badania potwierdziły występowanie małych, nieusuniętych z danych GNSS, błędów systematycznych na poszczególnych stacjach, które skutkują przesunięciem szeregu czasowego współrzędnych, co z kolei prowadzi do subiektywnych ocen prędkości stacji, czyli ich interpretacji geodynamicznej.

Geodezyjny SAR – analiza wykorzystania aktywnych transponderów we Władysławowie i Łebie

Tomasz Kur, Ryszard Zdunek, Jolanta Nastula
Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk

Nowa, rozwijająca się technika pozycjonowania z zakresu geodezji i teledetekcji, tzw. Geodezyjny SAR (ang. Geodetic SAR), może w niedalekiej przyszłości znacząco wspomóc badania absolutnych zmian poziomu morza, a więc także zmian klimatu, umożliwiając zagęszczenie istniejących sieci GNSS przez instalacje w pobliżu stacji mareograficznych nowego typu instrumentów – aktywnych transponderów Electronic Corner Reflectors (ECR). W wyniku opracowania danych z tych instrumentów możemy uzyskiwać szeregi czasowe współrzędnych stacji w globalnym układzie odniesienia, a z nich wyznaczać wartości pionowych ruchów skorupy ziemskiej. Umożliwi to również porównywanie istniejących krajowych układów wysokościowych oraz prace nad opracowaniem i wdrożeniem globalnego układu wysokościowego.

W celu sprawdzenia przydatności techniki obserwacyjnej Geodezyjnego SAR do tego typu zadań, w latach 2019-2021 realizowany był międzynarodowy projekt Europejskiej Agencji Kosmicznej „Baltic+ Theme No. 5. Geodetic SAR for Baltic Height System Unification and Baltic Sea Level Research (SAR-HSU)”. W projekcie wytypowanych zostało 10 lokalizacji wokół wybrzeża Morza Bałtyckiego (z uwzględnieniem bliskości stacji mareograficznych i odbiorników GNSS), na których zainstalowane zostały prototypowe transpondery ECR firmy Metasensing. Dwa z nich, pracujące pod nadzorem Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk (CBK PAN), znajdują się na polskim wybrzeżu – w Łebie i we Władysławowie.

Prezentacja ilustruje wyniki analiz działania transponderów ECR zarejestrowanego po zakończeniu projektu tj. w okresie od lipca 2021 do lutego 2022 przez satelity Sentinel-1 (ESA oferuje nieograniczony dostęp do wszystkich danych). W badaniach wykorzystano produkty SLC poziomu 1 wraz z danymi geodezyjnymi oraz opracowane w CBK PAN oprogramowanie, przeznaczone do analizy danych dla techniki Geodezyjnego SAR. Składa się ono z kilku modułów, m.in. modułu pobierania i przygotowania danych (np. precyzyjne orbity satelitów Sentinel-1, modele jonosfery i troposfery), modułu obliczeniowego związanego z efektami geodynamicznymi oraz poprawkami do pomiarów radarowych, modułu służącego wstępnym analizom wyników (raporty oraz wykresy). Pokazujemy nasze doświadczenia w wykorzystaniu i przetwarzaniu danych dla aktywnych transponderów ECR oraz nasze spostrzeżenia dotyczące ich konserwacji i eksploatacji.

Wybrane zagadnienia metrologii oraz wzorcowania instrumentów geodezyjnych
Czwartek, 09.06.2022 16:15

Czy metrologia potrzebna jest geodezji, czy geodezja potrzebna jest metrologii?

Ryszard Szpunar

Politechnika Warszawska

Dariusz Czulek

Główny Urząd Miar

prezentacja zaproszona

Wybrane zagadnienia metrologii oraz wzorcowania instrumentów geodezyjnych
Czwartek, 09.06.2022 16:35

Projekt EMPIR 18SIB01 GeoMetre – Wielkoskalowa Metrologia dla Geodezji

Mariusz Wiśniewski

Główny Urząd Miar

Ryszard Szpunar, Kinga Węzka, Dominik Próchniewicz, Janusz Walo

Politechnika Warszawska

Wybrane zagadnienia metrologii oraz wzorcowania instrumentów geodezyjnych
Czwartek, 09.06.2022 16:50

Terenowy wzorzec jednostki długości EURO5000

Ryszard Szpunar, Kinga Węzka, Dominik Próchniewicz, Janusz Walo

Politechnika Warszawska

Mariusz Wiśniewski

Główny Urząd Miar

Andrzej Pachuta, Sławomir Jastrzębski

Politechnika Warszawska

Precyzyjne pozycjonowanie GNSS — wybrane aplikacje i wyzwania
Piątek, 10.06.2022 09:00

Precyzyjne pozycjonowanie GNSS — wybrane aplikacje i wyzwania

Jacek Kudrys

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

prezentacja zaproszona

System ASG-EUPOS - stan aktualny oraz wyzwania na najbliższe lata

Szymon Wajda

Główny Urząd Geodezji i Kartografii

Podczas prezentacji zostaną przedstawione najważniejsze prace modernizacyjne przeprowadzone w systemie ASG-EUPOS w ostatnich latach związane m.in. z rozwojem systemów nawigacji satelitarnej GNSS. Sukcesywnie wymieniana jest infrastruktura sprzętowa w centrach zarządzania systemu ASG-EUPOS, a także trwa proces instalacji nowych stacji zagęszczających. Zaprezentowany zostanie wpływ pandemii Covid-19 na wykorzystanie serwisów systemu ASG-EUPOS oraz działania prowadzone w ramach tarczy antykryzysowej. Na koniec omówione zostaną plany na przyszłość związane polepszeniem jakości usług i produktów oferowanych przez system ASG-EUPOS.

Badanie zmian położenia stacji referencyjnych i ich wpływu na dokładność osnowy geodezyjnej dla wyznaczania deformacji na obszarze Kadzielni w Kielcach

Karol Krawczyk

Politechnika Świętokrzyska

Określenie wielkości deformacji na obszarze Kadzielni, a także konfrontacja wyników pomiarów otrzymanych różnymi metodami odbywały się poprzez porównanie wyników obserwacji pomiędzy poszczególnymi cyklami pomiarowymi oraz względem pomiaru bazowego. Wyniki pomiarów, tj. współrzędne punktów otrzymano za pomocą różnych metod: biegunowej (tachimetrii skanującej), skaningu oraz metody fotogrametrycznej przy użyciu bezzałogowego statku powietrznego (BSP). Obserwacje w cyklach pomiarowych nawiązywano każdorazowo do zaprojektowanej osnowy geodezyjnej, przy czym współrzędne jej punktów (w układzie współrzędnych PL-2000) wyznaczano za pomocą technologii GNSS (metodą statyczną) w nawiązaniu do stacji referencyjnych.

Bogaty materiał obserwacji położenia tych stacji (funkcjonujących przez 24 godziny na dobę) w różnych okresach czasu uprawnia do dokonania analizy zmian tego położenia w celu stwierdzenia stabilności stacji, dokładności wyznaczania ich pozycji, a także określenia wpływu tej dokładności i ewentualnych zmian położenia na współrzędne osnowy geodezyjnej i dokładność wyznaczenia deformacji na badanym obszarze. Przedstawione w referacie wyniki tej analizy stanowią jeden z kluczowych elementów wieloletniego planu obserwacji rejonów osuwiskowych Kadzielni.

Monitoring GNSS przemieszczeń punktów kontrolnych na terenie zamkniętej kopalni Kazimierz-Juliusz w Sosnowcu

Violetta Sokoła-Szewioła

*1 Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej,
Politechnika Śląska, Akademicka 2, 44-100 Gliwice*

Zbigniew Siejka

*Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al.
Mickiewicza 21, 31-120 Kraków*

Współczesna geodezja zapewnia pomiar deformacji skorupy ziemskiej w sposób ciągły, a wyniki tych pomiarów mogą być analizowane na bieżąco. W związku z tym, na deformowanych obiektach zakłada się geodezyjne sieci kontrolne, co pozwala na realizację określenia absolutnych lub względnych, przemieszczeń pojedynczych punktów, na podstawie, których w drugim etapie dokonuje się estymacji wektorów przemieszczeń pojedynczych punktów. Estymowane wektory mogą być wyznaczane, jako wektory przemieszczeń absolutnych, gdy wyznaczane są w oparciu o absolutne sieci kontrolne, które składają się z punktów kontrolowanych umieszczanych na deformowanym obiekcie i punktów odniesienia umieszczanych poza obiektem.

W niniejszej pracy zebrano i przedstawiono wyniki badań z 3 miesięcznego okresu trwania monitoringu, nad przebiegiem rzeczywistych ruchów powierzchni na podatnych sejsmicznie, pogórnich obszarach nieczynnej kopalni „Kazimierz-Juliusz” zlokalizowanej na południu Polski, w rejonie Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Ciągły monitoring przemieszczeń wykonywany jest na pojedynczych punktach obserwacyjnych przy użyciu nowoczesnej technologii satelitarnej, jaką jest GNSS z wykorzystaniem wielosystemowych i wieloczęstotliwościowych odbiorników satelitarnych. Dodatkowo obserwacje satelitarne prowadzone są z wysoką rozdzielczością czasową, co umożliwia zastosowanie różnych strategii obliczeniowych. Na ich podstawie wyznaczane są zmiany wartości przemieszczeń punktów i dokonywane analizy efektywności takiego monitoringu na podstawie analizy szeregów czasowych zmian współrzędnych na stacjach kontrolnych GNSS. Prezentowane wyniki stanowią przedmiot badań realizowanych w ramach europejskiego projektu badawczego- PostMinQuake*

*Prezentowane wyniki stanowią przedmiot europejskiego projektu badawczego- PostMinQuake: “The project leading to this application has received funding from the Research Fund for Coal and Steel under grant agreement No 899192”.

„Praca naukowa opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra i Nauki Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” PostMinQuake finansowanego z funduszu Węgla i Stali współfinansowanego, w Politechnice Śląskiej, przez MNiSW. 5124/FBWiS/2020/2 o wykonanie projektu międzynarodowego współfinansowanego Nr W 62/FBWiS/2020

Dwie stacje GNSS w Polskiej Stacji Polarnej w Hornsundzie w serwisie EPN

Marcin Rajner, Kinga Węzka, Dominik Próchniewicz
Politechnika Warszawska

W pracy przedstawione zostaną dwie nowe stacje GNSS założone w Polskiej Stacji Polarnej im. St. Siedleckiego w Hornsundzie na Spitsbergenie. Dwa odbiorniki (własność GiK PW i IGF PAN) zostały uruchomione podczas wyprawy pracowników Wydziału Geodezji i Kartografii w 2019. Od początku 2022 roku zostały włączone do sieci EPN.

W pracy przedstawione zostaną szczegóły techniczne nowych instalacji, ich znaczenie w badaniach glaciologicznych, geodynamicznych, atmosferycznych i jonosferycznych, a także ponad 15 letnia historia wcześniejszych pomiarów satelitarnych w rejonie fiordu.

Precyzyjne pozycjonowanie GNSS — wybrane aplikacje i wyzwania
Piątek, 10.06.2022 10:30

Globalne mapy jonosfery UWM - porównanie do istniejących rozwiązań

Paweł Wielgosz

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

prezentacja zaproszona

Optymalne sposoby redukcji opóźnienia jonosferycznego w rozwiązywaniu nawigacyjnym GNSS

Beata Milanowska, Paweł Wielgosz

Katedra Geodezji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Karolina Krzykowska-Piotrowska

Zakład Telekomunikacji w Transporcie, Politechnika Warszawska

Ningbo Wang

Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Mainul Hoque

Institute of Communications and Navigation, German Aerospace Center, Neustrelitz, Niemcy

Dariusz Tomaszewski, Dawid Kwaśniak, Anna Krypiak-Gregorczyk, Wojciech Jarmołowski

Katedra Geodezji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

W prezentacji podejmiemy próbę odpowiedzi na pytanie o aktualnie najlepszą metodę redukcji wpływu opóźnienia jonosferycznego na rozwiązanie nawigacyjne GNSS. Obecnie systemy satelitarne transmitują w depechy nawigacyjnej parametry do własnych, dedykowanych modeli jonosfery, np. model Klobuchara, NeQuick G oraz mapy BDGIM. Modele te charakteryzują się różnym stopniem złożoności oraz czasem aktualizacji, co skutkuje ich różną dokładnością. Jednocześnie pojawiają się niezależne modele jonosfery dostępne w czasie rzeczywistym, opracowane przez środowisko naukowe, np. model NTCM opracowany przez Niemiecką Agencję Kosmiczną (DLR) zasilany parametrami Az systemu Galileo, czy też prototypowe mapy jonosfery dostarczane przez centra analiz Międzynarodowej Służby GNSS (IGS). Ponadto nowe i zmodernizowane systemy GNSS oferują sygnały cywilne na dwóch częstotliwościach co umożliwia redukcję opóźnienia jonosferycznego przez zastosowanie kombinacji liniowej ionosphere-free. W niniejszej pracy przeprowadzono testy zastosowania wymienionych modeli w rozwiązywaniu nawigacyjnym GNSS z wykorzystaniem obserwacji z obecnie dostępnych systemów nawigacyjnych. W efekcie określono optymalne metody redukcji opóźnienia jonosferycznego.

Analiza wpływu interferencji fal wtórnych na obserwacje systemu Galileo

Maciej Grzymała

Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej

Zjawisko interferencji fal wtórnych jest jednym z głównych źródeł błędów w precyzyjnym pozycjonowaniu GNSS. Wraz z rozwojem nowych systemów nawigacyjnych, takich jak system Galileo, do użytku wchodzi zmodernizowane sygnały, które w teorii zapewniać mają zwiększoną odporność na wpływ tego zjawiska względem niezmodernizowanych obserwacji systemu GPS. Weryfikację tego stwierdzenia obrano jako cel niniejszej pracy. Wpływ wielotorowości wyznaczono w postaci wielkości statystycznych, zarówno w dziedzinie obserwacji, dla pomiarów kodowych i fazowych, jak i dla wyników pozycjonowania. Analizy przeprowadzono z wykorzystaniem kombinacji liniowej obserwacji kodowych i fazowych: kod minus faza; obserwacji różnicowych na bazie o krótkiej długości oraz transformacji falkowej. W prezentacji przedstawione zostaną otrzymane wyniki.

Modelowanie stochastyczne obserwacji multi-GNSS na potrzeby pozycjonowania kinematycznego

Dominik Próchniewicz, Kinga Węzka, Joanna Kożuchowska

Politechnika Warszawska,

Wydział Geodezji i Kartografii,

Zakład Geodezji i Astronomii Geodezyjnej

Model stochastyczny obserwacji, wyrażany za pomocą macierzy wariancyjno-kowariancyjnej, definiuje charakterystykę dokładnościową obserwacji, tj. ich błędy oraz wzajemne korelacje. Jego poprawna definicja, obok modelu deterministycznego, ma kluczowe znaczenie zarówno w procesie estymacji niewiadomych parametrów modelu pozycjonowania, jak również w procesie kontroli niezawodności uzyskanych rozwiązań. W szczególności odnosi się to do rozwiązywania modeli pozycjonowania kinematycznego (chwilowego, bazującego na pojedynczej lub kilku epokach obserwacyjnych) wykorzystującego obserwacje fazowe, w których poprawne rozwiązanie nieoznaczoności fazy fali nośnej jest warunkiem koniecznym uzyskania precyzyjnej i wiarygodnej pozycji.

W prezentacji przedstawiono analizę poszczególnych elementów modeli stochastycznych dla obserwacji multi-GNSS. Na podstawie pomiarów z zerowego i krótkiego wektora stworzono empiryczny model stochastyczny indywidualny dla poszczególnych systemów i typów obserwacji. Przedstawiono również wpływ wykorzystania stworzonego modelu empirycznego na dokładność i niezawodność rozwiązywania modelu pozycjonowania multi-GNSS.