

**Konferencja Sekcji Geodezji Satelitarnej
Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych
Polskiej Akademii Nauk**

**"Satelitarne metody wyznaczania pozycji we
współczesnej geodezji i nawigacji"**

Zeszyt streszczeń

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Kraków, 24-27 września 2013 r.

CURRENT TRENDS AND CHALLENGES IN SATELLITE LASER RANGING

Graham Appleby¹, Carey Noll², Erricos Pavlis³, Michael Pearlman⁴

¹ NERC Space Geodesy Facility, Hailsham, East Sussex, United Kingdom ² Code 690.1, NASA GSFC, Greenbelt, MD, USA,
³ GEST, UMBC, Baltimore, MD, USA ⁴ Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, MA, USA

gapp@nerc.ac.uk

Satellite Laser Ranging (SLR) is used to measure accurately the distance from ground stations to retroreflectors on satellites and the Moon. SLR is one of the fundamental space geodetic techniques that define the International Terrestrial Reference Frame (ITRF), which is the basis upon which we measure many aspects of global change over space, time, and evolving technology. Laser Ranging provides precision orbit determination and instrument calibration/validation for satellite-borne altimeters for the better understanding of sea level change, ocean dynamics, ice budget, and terrestrial topography. It is also a tool to study the dynamics of the Moon and fundamental constants. Many of the GNSS satellites now carry retroreflectors for improved orbit determination, harmonization of reference frames, and in-orbit co-location and system performance validation. The ILRS delivers weekly realizations that are accumulated sequentially to extend the ITRF and the Earth Orientation Parameter (EOP) series with a daily resolution. Additional products are currently under development such as precise orbits of satellites, EOP with daily availability, and low-degree gravitational harmonics for studies of Earth dynamics and kinematics. SLR technology continues to evolve toward the next generation laser ranging systems as programmatic requirements become more stringent. Ranging precision is improving as higher repetition rate, narrower pulse lasers and faster detectors are implemented. Automation and pass interleaving at some stations are already expanding temporal coverage. New retroreflector designs are improving the signal link and enable daylight ranging. We will discuss many of these laser ranging activities and some of the tough challenges that the SLR network currently faces.

MONITORING LOW DEGREE GRAVITATIONAL VARIATIONS WITH GEODETIC DATA

V.Luceri¹, C.Sciarretta¹, G.Bianco²

¹ e-GEOS S.p.A., Centro di Geodesia Spaziale, Matera, Italy ² Agenzia Spaziale Italiana, Centro di Geodesia Spaziale, Matera, Italy

cinzia.luceri@e-geos.it

Geodetic techniques allow to monitor the main mass variations of our planet reflected by variations of the Earth's figure axis and oblateness which are described by the second-degree geopotential coefficients. SLR data have been used in this study to retrieve time series of direct estimates of low degree geopotential coefficients using 7 geodetic satellites: Lageos1, Lageos2, Stella, Starlette, Ajisai, Etalon1 and Etalon2.

SLR, GPS and VLBI can be used to estimate these variations through derived excitation functions from the EOPs estimations through derived excitation functions from the EOPs estimations. These excitation functions incorporate the influence by earth's atmosphere and oceans, both from their mass and motion components, which can be modelled by the atmospheric and oceanic angular momenta variations provided by the IERS dedicated bureaus.

The C21/S21/C20 long-term geodetic time series, obtained with different methods and using different data, deprived of the modelled atmospheric and oceanic 'motion' terms to isolate their response to the mass variations only, will be presented and inter-compared, to evaluate their consistency. The residual signal contents of the geodetic values will be evaluated too.

OPTICAL GGOS

Giuseppe Bianco¹

¹ President, EUROLAS

giuseppe.bianco@asi.it

GGOS, the Global Geodetic Observing System, is the contribution to the Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) by the International Association of Geodesy (IAG). GGOS is made of several observing techniques, each with its strenghts and weaknesses. This presentation will be a light-hearted attempt to demonstrate the importance of the main optical space geodetic observing technique: Satellite Laser Ranging (SLR).

TOWARDS REGIONAL IONOSPHERE MODELING FROM GNSS MEASUREMENTS

Michael Schmidt¹, Denise Dettmering¹, Wenjing Liang¹, Marco Limberger²

¹ Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI) ² Technische Universität München, Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie

schmidt@dgfi.badw.de

Today a large number of satellite missions allows monitoring geophysical phenomena, e.g. for studying climate change. Frequently, scientists are interested in regional processes such as the equatorial anomaly in ionosphere research. For a long time wavelets have been considered as a candidate for regional representations due to their localization feature and their flexible filtering characteristics.

Besides a review on regional modeling approaches in ionosphere modeling we present in this contribution a multi-resolution model of the vertical electron content (VTEC) calculated (1) from terrestrial GNSS measurements only and (2) from the combination of GNSS observations with occultation measurements from LEO satellites and measurements from dual-frequency altimetry missions. A multi-resolution representation (MRR) means basically the approximation of a signal under different resolution levels. Thus, we decompose VTEC into a system of detail signals each related to a specific geographical region and a specific frequency band. Whereas the modeling of coarse structures needs generally only a small number of observations, finer structures, however, require a considerably larger number of observations. Consequently, the computation of the detail signals depends on the data distribution. Following this concept we demonstrate how a regional densification can be performed in the framework of the MRR.

GNSS FOR ATMOSPHERE SOUNDING – THE ROAD AHEAD

Kefei Zhang¹

¹ SPACE Research Centre, School of Mathematical and Geospatial Sciences, RMIT University Melbourne VIC 3001
AUSTRALIA

kefei.zhang@rmit.edu.au

Recent developments in both ground-based and space-borne geospatial infrastructure have opened exciting new opportunities for geodesists to contribute to “big issues” such as weather, climate, global warming, environment, and sustainability. The ability to remotely sense the atmosphere using geodetic techniques has dramatically improved over the past decade, as a result of the advances of space-borne technologies, large scale and dense contemporary geodetic networks, new dedicated space missions and developments of new algorithms and innovative methodologies. Atmospheric sounding is a new area of GNSS applications based on radio signals from GNSS satellites that pass through the atmosphere to measure the physical properties of the atmosphere. Depending on the way how the signals (direct and reflected) are used, GNSS atmosphere sounding can be broadly divided into two categories: GNSS reflectometry (GNSS-R) and GNSS meteorology. GNSS-R involves measurements of multi-path GNSS signals reflected from the earth’s surface. The low Earth orbit (LEO) based satellite to satellite tracking technique using the occulted radio signals (i.e. radio occultation), coupled with the ground-based technique that uses CORS networks for the determination of water vapour variability, forms an important international frontier arena of GNSS research - GNSS meteorology.

GNSS atmospheric remote sensing using LEO satellites such as CHAMP, GRACE and COSMIC is an emerging robust technique for profiling the atmosphere from LEO satellite orbit heights down to the Earth’s surface. Research has demonstrated that GNSS radio occultation technique is capable of measuring the Earth’s atmospheric parameters with a high accuracy, unprecedented high resolution and global coverage. It is expected that this new technology will significantly advance our knowledge of Earth’s atmospheric structure and processes including severe weather phenomena and climate changes, in particular in data sparse areas such as the southern hemisphere and polar regions.

The focus of this talk will be GNSS meteorology, with an emphasis on the GNSS radio occultation. The fundamentals, error characteristics, spatio-temporal solution, data processing procedure, key advantages and limitations of the technology will be introduced. The history, current status and future trends of the GNSS meteorology will be discussed and some selected typical recent results of our research will be presented.

MONITORING OF PERMANENT GNSS NETWORKS AS BASE FOR MODERN NATIONAL REFERENCE FRAMES

Elmar Brockmann¹

¹ Swiss Federal Office of Topography swisstopo, Wabern, Switzerland

elmar.brockmann@swisstopo.ch

The Federal Office of Topography swisstopo is responsible for the maintenance of the coordinate reference frames in Switzerland. Since 1998 swisstopo has been operating the Automated GPS Network of Switzerland (AGNES) which presently consists of 30 permanent GPS stations and serves different applications such as reference frame maintenance and zenith total delay estimates for numerical weather prediction. Furthermore, the positioning service swipos® has been available for commercial use since 2001. Monitoring the quality of the derived products is essential not only on a short-term, but also on a long-term basis.

For the short-term monitoring different tools, such as an SMS/e-mail messaging system and a web interface, were developed for monitoring the computers, the data flow, the stability of the coordinates, and the availability and quality of the products. The monitoring of coordinates and zenith total delay estimates are realized using the Bernese GPS Software, as well as with the commercial real-time positioning software from Trimble. Examples for the monitoring are shown, in particular during difficult conditions like, e.g., heavy snow fall.

For the long-term monitoring multi-annual solutions are computed on a weekly basis. These solutions generate time series for all stations and monitor therefore possible station movements in time. Thanks to the long time span of more than 15 years of GNSS observations the Alpine rise can clearly be monitored. Due to the fact that the Swiss Permanent Network is analyzed together with stations of the European Permanent Network EPN the monitoring is perfectly nested in the monitoring activities of EUREF.

As a densification of the permanent network the (passive) Swiss Reference Network LV95 (Landesvermessung 95), consisting of about 200 well monumented markers, is available. It was installed between 1988 and 1995 as the national first network which is completely based on satellite observations of the global positioning system GPS and was re-observed already in 1998, 2004, and 2010. The analysis of these campaigns gives further information of possible movements.

Modern technologies and upcoming new satellite systems are important and challenging for the operation of GNSS permanent networks. Due to the fact that the enhancement of the network from GPS to GPS/GLONASS in 2007 was realized in a way that 8 double-stations continued operation, uninterrupted time series covering more than 10 years helped to derive reliable velocity estimates. Furthermore, the double stations allow coordinate monitoring on the extreme short baselines on an even higher level of precision as well as comparisons with the ground truth derived with classical terrestrial measurement techniques.

Enhancing the data flow to the large variety of new signals in space requires changes in the data handling programs and in the analysis programs and methods. Challenging are also the upcoming positioning methods such as the Precise Point Positioning (PPP) which is suited in real-time as well as in post-processing applications. The method works globally, allows computing an extreme large number of stations simultaneously, benefits from the recently started real-time service of the International GNSS Service IGS, and is under investigations by many institutions. The refinement of models used in the analysis of the GNSS observations is another important topic which leads to more consistent time series if complete data archives are reprocessed using the most recent products of IGS and the most recent analysis software using the most precise analysis models.

ZAŁOŻENIA I WYNIKI PROJEKTU ASG+

Mariusz Figurski¹, Jarosław Bosy², Paweł Wielgosz³

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Polska² Uniwersytet Przyrodniczy, Polska³ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Polska

mfigurski@wat.edu.pl

Prezentacja ma na celu wprowadzenie do tematyki projektu ASG+ („Budowa modułów wspomaganie serwisów czasu rzeczywistego ASG-EUPOS”) realizowanego przez Wojskową Akademię Techniczną (Warszawa), Uniwersytet Przyrodniczy (Wrocław) i Uniwersytet Warmińsko-Mazurski (Olsztyn). Przedstawione zostaną główne założenia projektu i jego wyniki. Prace realizowane były w ramach siedemnastu zadań miały na celu wspomoczenie sieci ASG-EUPOS (Aktywna Sieć Geodezyjna – European Position Determination System) i zwiększenie jej funkcjonalności. Szczegółowe osiągnięcia projektu pokazane zostaną w osobnych prezentacjach.

SYSTEM OPRACOWANIA OBSERWACJI SIECI ASG-EUPOS NA POTRZEBY MONITOROWANIA WSPÓŁRZĘDNYCH W CZASIE PRAWIE RZECZYWISTYM

Andrzej Araszekiewicz¹, Janusz Bogusz¹, Mariusz Figurski¹, Tomasz Liwosz², Karolina Szafranek¹, Piotr Szymański¹

¹ Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, Polska² Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Polska

aaraszekiewicz@wat.edu.pl

W ramach zadań 1 i 2 projektu ASG+ stworzony został moduł opracowania bieżących obserwacji ze wszystkich stacji sieci ASG-EUPOS w czasie quasi-rzeczywistym oraz moduł monitorowania ich współrzędnych. Moduły te są niezbędne do szybkiego wykrywania wszelkich nieprawidłowości w działaniu stacji referencyjnych wysyłających poprawki do pomiarów satelitarnych. Ma to szczególne znaczenie w przypadku stacji ASG-EUPOS pełniących rolę podstawowej osnowy kraju. Monitorowanie bieżącej pracy stacji odbywa się na dwa sposoby w zależności od szybkości uzyskania wyników obliczeń: przy wykorzystaniu produktów IGS rapid oraz ultra rapid (moduły „ASGR” oraz „ASGU”). Współrzędne uzyskiwane z bieżących obliczeń porównywane są z wartościami referencyjnymi uzyskanymi na podstawie kumulowania rozwiązań długookresowych. Prezentacja przedstawia budowę powstałego systemu obliczeniowego opartego na produktach ultra rapid wraz z wynikami przeprowadzonych analiz. System monitorowania wdrożono testowo dla zachodniopomorskiej sieci VRSnet.pl.

MONITOROWANIE SERWISÓW CZASU RZECZYWISTEGO SYSTEMU ASG-EUPOS

M. Szolucha, G. Nykiel, M. Gałuszkiewicz

Wojskowa Akademia Techniczna

mszolucha@wat.edu.pl

W pracy przedstawiono i omówiono zastosowanie Msplit estymacji do wyznaczenia współrzędnych punktów na podstawie obserwacji satelitarnych. Podstawową własnością wspomnianej metody, jest przyporządkowanie obserwacji do jednego z dwóch konkurencyjnych modeli funkcjonalnych. Z praktycznego punktu widzenia zastosowanie konkurencyjnych modeli funkcjonalnych może być uzasadnione w przypadku opracowywania obserwacji obciążonych błędami grubymi. Innym możliwym zastosowaniem metody jest sytuacja, w której wektor obserwacyjny zawiera wyniki obserwacji z kilku stanowisk pomiarowych. Wówczas poprzez estymacje parametrów rozszczepionego modelu funkcjonalnego następuje odpowiednie "dopasowanie" danej obserwacji do odpowiedniego modelu funkcjonalnego. W części teoretycznej zaprezentowano koncepcję pozycjonowania absolutnego z zastosowaniem kwadratowej Msplit estymacji. W pracy zawarto również kilka przykładów wykazujących wyżej wymienione własności Msplit estymatorów. Artykuł zawiera również przykład praktycznego zastosowania Shift - Msplit estymacji będącej szczególnego rodzaju przekształceniem Msplit estymacji. Zaprezentowane wyniki badań zostały porównane z wynikami LS oraz odpornej M - estymacji.

MODELOWANIE I PROGNOZOWANIE STANU JONOSFERY PRZY UŻYCIU DANYCH ASG-EUPOS

Grzegorz Nykiel¹, Mariusz Figurski¹, Paweł Wielgosz², Anna Krypiak-Gregorczyk²

¹ Centrum Geomatyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna, Polska² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Polska

gnykiel@wat.edu.pl

Precyzyjne pozycjonowanie z wykorzystaniem systemów GNSS wymaga znajomości całkowitej zawartości elektronów w jonosferze nad stacją obserwacyjną. W przypadku nadmiernej aktywności słonecznej mogą występować zaburzenia stanu jonosfery, które bezpośrednio przekładają się na przeprowadzane pomiary GNSS utrudniając ich wykonanie. Problem ten jest szczególnie istotny w okresie silnych zaburzeń jonosferycznych zarówno dla pomiarów statycznych opracowywanych w post-processingu jak i tych wykonywanych w czasie rzeczywistym. Dlatego bardzo istotne jest odpowiednie modelowanie stanu jonosfery z różną rozdzielczością czasowo-przestrzenną wykorzystując dane archiwalne oraz predykcja, która dostarcza informację odnośnie występowania przyszłych zaburzeń. Dzięki niej użytkownicy wykonujący pomiary GNSS, szczególnie w czasie rzeczywistym, będą mogli dostosować swoje pomiary do panujących warunków. W ramach realizacji zadania 4 i 5 projektu ASG+ został opracowany moduł monitorowania stanu jonosfery nad obszarem Polski z wysoką rozdzielczością czasowo-przestrzenną w oparciu o gęstą sieć stacji systemu ASG-EUPOS. W module tym zostały wykorzystane algorytmy opracowane przez Centrum Geomatyki Stosowanej Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie oraz Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie. W oparciu o obserwacje ze stacji ASG-EUPOS oraz EPN zostały opracowane trzy różne modele rozkładu TEC nad Polską różniące się rozdzielczością czasową, przestrzenną, a także wykorzystanymi algorytmami. Dodatkowo we współpracy z Centrum Badań Kosmicznych PAN został opracowany algorytm predykcji stanu jonosfery, który działa w oparciu o szeregi czasowe z modeli archiwalnych.

SERWIS MONITOROWANIA STANU JONOSFERY NAD SIECIĄ ASG-EUPOS.

Anna Krypiak-Gregorczyk, Paweł Wielgosz, Tomasz Sidorowicz

krypiakanna@wp.pl

W prezentacji przedstawiono budowę, funkcjonalność oraz wstępne wyniki działania internetowego serwisu monitorowania stanu jonosfery nad stacjami sieci ASG-EUPOS. Serwis ten jest elementem modułu monitorowania stanu jonosfery i jako jeden z nielicznych oparty jest na opracowaniu absolutnych, dwuczęstotliwościowych pomiarów fazowych GNSS. Dostarcza dokładne mapy stanu jonosfery (TEC) z rozdzielczością przestrzenną 0,25 x 0,25 stopnia oraz z rozdzielczością czasową 5 minut. Ponadto, serwis dostarcza dzienne oraz miesięczne kalibracje międzyczęstotliwościowych opóźnień sprzętowych (DCB) odbiorników GNSS pracujących w ramach sieci ASG-EUPOS wyznaczone z opracowania wygładzanych fazowo obserwacji pseudoodległości.

ZINTEGROWANY MODEL TROPOSFERY Z OBSERWACJI GNSS I METEOROLOGICZNYCH

Jarosław Bosy¹, Jan Kapłon¹, Witold Rohm¹, Jan Sierny¹, Karina Wilgan¹, Tomasz Hadaś¹, Krzysztof Kroszczyński²

¹ Institute of Geodesy and Geoinformatics, Wrocław University of Life Sciences, Polska² Center of Applied Geomatics, Military University of Technology in Warsaw, Polska

jaroslaw.bosy@up.wroc.pl

Globalne Satelitarne Systemy Nawigacyjne (GNSS) przeznaczone są do pozycjonowania, nawigacji i wśród innych możliwych zastosowań mogą być również stosowane w celu uzyskania informacji o stanie atmosfery. Ciągłe obserwacje z odbiorników GNSS stanowią doskonałe narzędzie do badania neutralnej atmosfery, obecnie niemal w czasie rzeczywistym (NRT ang. Near Real Time).

Stan neutralnej atmosfery w czasie bliskim rzeczywistemu i modele dystrybucji pary wodnej otrzymuje się obecnie z systemów naziemnej wspomaganie (GBAS) o wysokiej rozdzielczości, gdzie stacje referencyjne są wyposażone w odbiorniki GNSS i czujniki meteorologiczne. Terytorium Polski jest objęte gęstą siecią stacji GNSS w ramach systemu o nazwie ASG-EUPOS (www.asgeupos.pl). System ten został założony w roku 2008 przez Urząd Geodezji i Kartografii w ramach projektu EUPOS (www.eupos.org) dla celów precyzyjnego pozycjonowania. Dane GNSS dostępne są ze 130 stacji referencyjnych zlokalizowanych w Polsce i krajach sąsiednich.

Obserwacje meteorologiczne wykorzystywane do wyznaczania stanu atmosfery na obszarze Polski, pochodzą ze stacji ASG-EUPOS włączonych do sieci EUREF (EPN), lotniskowych stacji meteorologicznych METAR i stacji zarządzanych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (Synop).

Pierwsza część prezentacji przedstawia metodologię przetwarzania danych GNSS w czasie prawie rzeczywistym (NRT) dla stacji ASG-EUPOS w celu wyznaczania całkowitego opóźnienia zenitalnego (ZTD - ang. Zenith Total Delay) sygnału GNSS (produkt IGGHZ-G). Druga część obejmuje analizę rejestrowanych parametrów meteorologicznych oraz metod interpolacji służących do wyznaczania ZTD (produkt IGGHZ-M). W trzeciej części przedstawiono analizę dokładności uzyskiwanych produktów meteorologicznych (IGGHZ-G, IGGHZ-M). Ostatnia część dotyczy integracji powyższych modeli z numerycznym modelem prognozowania pogody COAMPS oraz jej zastosowanie w meteorologii i aplikacjach GNSS.

NOWE MODUŁY ULTRA SZYBKIEGO POZYCJONOWANIA: POZGEO-2 I NAVGEO-P

**Paweł Wielgosz, Jacek Paziewski, Anna Krypiak-Gregorczyk, Katarzyna Stępniaak, Marta Krukowska,
Tomasz Sidorowicz**

Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie

p.a.wielgosz@gmail.com

W prezentacji zostanie przedstawiona koncepcja, budowa i funkcjonalność prototypowych modułów ultraszybkiego pozycjonowania opracowanych w ramach realizacji projektu ASG+: POZGEO-2 i NAVGEO-P. Obydwa moduły oferują automatyczne opracowanie obserwacji satelitarnych w trybie postprocessingu i są dostępne on-line dla zarejestrowanych użytkowników. Moduł POZGEO-2 służy opracowaniu pomiarów statycznych zgromadzonych w obrębie sieci ASG-EUPOS i umożliwia wyznaczenie precyzyjnej pozycji z sesji obserwacyjnej o długości jedynie 5 minut. Moduł NAVGEO-P pozwala zaś wyznaczyć dokładną trajektorię na podstawie opracowania obserwacji kinematycznych. Obydwa moduły działają w trybie precyzyjnego pozycjonowania względnego wykorzystując jako podstawowe obserwacje podwójnie zróżnicowane fazowe i kodowe sygnały GNSS (GPS i Galileo). Rozwiązanie pozycji odbiornika użytkownika przeprowadzane jest w trybie pozycjonowania wielostacyjnego – z jednoczesnego rozwiązania wektorów do trzech najbliższych stacji ASG-EUPOS. Ponadto w obliczeniach wykorzystywane są dokładne poprawki jonosferyczne oraz troposferyczne dostarczane przez pozostałe moduły rozwijane w ramach projektu ASG+. Dostęp do serwisu odbywa się poprzez stronę www. Wyniki przeprowadzonych testów obliczeniowych potwierdzają, że moduły te są w stanie wyznaczyć wiarygodną pozycję z dokładnością paru centymetrów.

CZY SIECI TYPU GBAS SĄ WIARYGODNE POD KĄTEM BADANIA ZJAWISK GEODYNAMICZNYCH?

Anna Kłos¹, Janusz Bogusz¹, Marek Jarosiński², Mariusz Figurski¹

¹ Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, Polska² Państwowy Instytut Geologiczny, Polska

aklos@wat.edu.pl

Weryfikacja prędkości stacji permanentnych sieci typu GBAS (Ground Based Augmentation System), które w sposób ciągły rejestrują obserwacje satelitarne staje się kwestią coraz bardziej znaczącą. W szeregach czasowych obserwacji satelitarnych pojawia się wiele sztucznych zmian, które mogą być związane m.in. z błędami sezonowymi pochodzącymi z modeli orbit satelitów, modeli atmosferycznych, z efektami lokalnej wielodrożności sygnału, czy szumem. Szum ten jest zazwyczaj efektem zastosowanych modeli jonosfery, troposfery lub nieodpowiedniego posadowienia anteny rejestrującej obserwacje GNSS do badania niewielkich przemieszczeń. W zależności od założonego modelu szumu istniejącego w danym szeregu, otrzymać możemy różniące się od siebie prędkości stacji permanentnych oraz ich błędy. Wielkości te wchodzi jako dane do wyznaczenia odkształceń litosfery (w sensie wartości rozciągania i skracania oraz ich kierunków). W prezentacji autorzy pokazali dwojaki sposób wyliczenia błędów wyznaczenia prędkości z szeregów czasowych współrzędnych geodezyjnych: przy założeniu szumu białego i kolorowego (bliski różowemu). Sieci typu GBAS nie były pierwotnie tworzone z założeniem badania niewielkich odkształceń litosfery dla rejonów nieaktywnych tektonicznie, jakim jest obszar Polski, dlatego przed wyznaczeniem odkształceń niezbędnym jest wykluczenie stacji, których prędkości odzwierciedlają szereg innych czynników, a nie świadczą tylko o rzeczywistych przemieszczeniach. Niniejsza prezentacja ma na celu przedstawienie szeregów czasowych, z których możemy wiarygodnie wyznaczyć prędkości stacji permanentnych, statystyki wyznaczonych prędkości przy zastosowaniu różnych modeli szumów, ciągłego pola odkształceń litosfery przy założeniu poprawności wyznaczonych prędkości, weryfikacji geodynamicznej stacji systemu ASG-EUPOS poprzez użycie triangulacji Delaunay'a oraz zmodyfikowanej metody najmniejszych kwadratów do wyznaczenia odkształceń.

ASYMILACJA DANYCH GEODEZYJNYCH DO MODELI GEOLOGICZNYCH, TEKTONICZNYCH I SEJSMICZNYCH NA PRZYKŁADZIE ASG-EUPOS.

Bernard Kontny¹, Piotr Grzempowski¹, Janusz Bogusz²

¹ Institute of Geodesy and Geoinformatics, Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław, University of Environmental and Life Sciences, Polska² Centre of Applied Geomatics, Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warsaw, Military University of Technology, Polska

piotr.grzempowski@pwr.wroc.pl

Działający od 2008 roku system ASG-EUPOS oprócz realizacji podstawowych zadań związanych z obsługą serwisu czasu rzeczywistego i postprocessingu dla użytkowników komercyjnych dostarcza dane, które służą celom naukowym związanym z oceną współczesnych ruchów powierzchni skorupy ziemskiej. Wypracowane w ramach projektu metody pozwalają na wyznaczanie z dużą precyzją prędkości przemieszczania się stacji ASG-EUPOS, a na ich podstawie opracowanie modelu pola wektorowego prędkości i odkształceń. Modele te przedstawiają zachowanie się powierzchni skorupy ziemskiej, które jest reakcją na szereg procesów endo- i egzogenicznych zachodzących w litosferze, w tym m.in. procesów tektonicznych. Zadania geodezji w tej dziedzinie skupiają się głównie na wyznaczeniu prędkości punktów w przyjętym układzie odniesienia, ocenie ich istotności w odniesieniu do błędów pomiarowych, opracowaniu pola prędkości oraz pola odkształceń. Rezultaty modelowania należy jednak przeanalizować w odniesieniu do warunków geologiczno – tektonicznych, geofizycznych i innych danych opisujących warunki i czynniki wpływające na deformację skorupy ziemskiej. Wnioski wynikające z interpretacji dostarczają informacji niezbędnej do oceny aktywności obszarów w otoczeniu stacji ASG-EUPOS, a także stanowią cenne źródło informacji w badaniach podstawowych w zakresie współczesnych ruchów skorupy ziemskiej. W opracowaniu przedstawiono przegląd literatury na temat aktualnej wiedzy w zakresie m.in. naprężeń w skorupie ziemskiej, miąższości skorupy ziemskiej, zdarzeń sejsmicznych, danych grawimetrycznych, obszarów wpływów górniczych, odwodnień terenu oraz podziału na jednostki neotektoniczne. Scharakteryzowano również dostępne źródła danych niegeodezyjnych w odniesieniu do wiarygodności, dokładności, a także rozdzielczości przestrzennej i czasowej. Niegeodezyjne źródła informacji zawierają zarówno dane ilościowe jak i jakościowe, przez co opracowanie modelu matematycznego relacji między nimi i modelami prędkości lub odkształceń nie zawsze jest możliwe. Dane te powinny być jednak wykorzystane na poszczególnych etapach opracowania modeli geodezyjnych. W tym celu opracowano schemat przetworzenia danych geodezyjnych do postaci pola prędkości i odkształceń w relacji do innych wymienionych źródeł danych wykorzystywanych w celu podejmowania decyzji dotyczących wyboru punktów reprezentatywnych oraz doboru parametrów modelowania. W opracowaniu przedstawiono integrację danych geodezyjnych z innymi danymi charakteryzującymi czynniki i warunki wpływające na deformacje powierzchni na obszarze Polski.

ZWIĘKSZENIE PRECYZJI WYZNACZANIA WSPÓŁRZĘDNYCH PRZY POMOCY SMARTFONÓW: IMPLEMENTACJA ALGORYTMÓW MDGPS I MRTK

Jerzy Saczuk

jsaczuk@wat.edu.pl

Podczas prezentacji zostaną przedstawione podstawowe idee algorytmów pozycjonowania z użyciem odbiorników GPS wbudowanych w smartfony (mDGPS) oraz nieprofesjonalnych, powszechnie użytkowanych, tanich odbiorników dysponujących możliwością obsługi obserwacji fazowych, dedykowanych do współpracy ze smartfonami (mRTK). Zostanie zaprezentowane oprogramowanie implementujące powyższe algorytmy oraz wyniki testów praktycznych, potwierdzających skuteczność zastosowanych rozwiązań. Zostanie zaprezentowane oprogramowanie implementujące powyższe algorytmy oraz wyniki testów praktycznych, potwierdzających skuteczność zastosowanych rozwiązań

PARAMETRY OSCYLACJI CHANDLERA Z OBSERWACJI SATELITARNYCH

Jolanta Nastula¹

¹ Zakład Geodezji Planetarnej, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Polska

nastula@cbk.waw.pl

W pracy wyznaczono wartości okresu i współczynnika tłumienia Q oscylacji swobodnej Chandlera. Wykorzystano szeregi zmian współczynników $C21$ i $S21$ pola grawitacyjnego Ziemi z obserwacji pięciu satelitów laserowych oraz z obserwacji grawimetrycznej misji GRACE.

REGULARYZACJA KOLOKACJI NAJMNIJSZYCH KWADRATÓW W MODELOWANIU TOPOGRAFII MARSA Z LASEROWEJ ALTYMETRII SATELITARNEJ

Wojciech Jarmołowski

wojciech.jarmolowski@uwm.edu.pl

Laserowa altymetria satelitarna jest typowym przykładem danych zbieranych wzdłuż profili pomiarowych, gdzie przestrzenna rozdzielczość danych wzdłuż profilu często odbiega od rozdzielczości pomiędzy profilami. W przypadku pozyskiwania laserowych danych altymetrycznych mamy zwykle do czynienia z istotnym błędem pomiarowym, który wzrasta w pewnych warunkach, np. przy większym spadku terenu. Dane z altymetru laserowego orbitera Marsa - Mars Orbiter Laser Altimeter (MOLA) odznaczają się wielometrowym błędem wysokości. Aby uwzględnić błędy pomiarowe w modelowaniu topografii zastosowano kolokację najmniejszych kwadratów - Least Squares Collocation (LSC). Parametry modelu kowariancji oraz wariancja szumu a priori wyznaczone zostały w drodze krosvalidacji. Wyznaczenie a priori wariancji szumu w danych można w pewnym sensie utożsamiać z zastosowaniem regularyzacji Tikhonova. Regularyzacja kolokacji pozwala z jednej strony na optymalizację wyników modelowania oraz gładkość powierzchni, a z drugiej strony na miarodajne oszacowanie błędu predykcji, który zależy w dużym stopniu od zastosowanej wariancji szumu a priori. Metody krosvalidacji znane są ze swej czasochłonności, jednak do dziś uważane są za efektywne w regularyzacji nie tylko w zakresie kolokacji, ale także w odniesieniu do innych zastosowań metody najmniejszych kwadratów. Dlatego zastosowano rodzaj krosvalidacji zwany leave-one-out (LOO) do dokładnego oszacowania parametrów kowariancji danych topograficznych, co jednocześnie pozwala oszacować wariancję szumu a priori w różnych miejscach geograficznych.

WYZNACZANIE PARAMETRÓW KOWARIANCJI PRZY POMOCY KROSWALIDACJI W LOKALNEJ KOLOKACJI FUNKCJONAŁÓW POTENCJAŁU ZAKŁÓCAJĄCEGO

Wojciech Jarmołowski

wojciech.jarmolowski@uwm.edu.pl

Lokalna kolokacja najmniejszych kwadratów - Least Squares Collocation (LSC) znajduje szerokie zastosowanie w interpolacji różnych danych geodezyjnych i geofizycznych. Również funkcjonały potencjału zakłócającego, jak wysokość geoidy, anomalie grawimetryczne czy odchylenia pionu interpolowane i modelowane są z wykorzystaniem LSC, którą stosuje się zarówno przy globalnych, jak i lokalnych modelach. Wysokości geoidy interpolowane są często pomiędzy punktami osnów posiadającymi wysokości normalne lub ortometryczne i elipsoidalne, wyznaczone przy użyciu GNSS. Tzw. geoidę satelitarno-niwelacyjną wykorzystuje się od lat do celów weryfikacji lub dopasowania modeli grawimetrycznych. Anomalie grawimetryczne bardzo często wymagają interpolacji przy pomocy LSC do regularnej siatki, potrzebnej np. do wyznaczania geopotencjału metodami spektralnymi, ogólnie dla wygody użycia albo w celu filtracji. Dane grawimetryczne posiadają często dużą rozdzielczość przestrzenną, ale satelitarno-niwelacyjne wysokości geoidy najczęściej rozmieszczone są dość rzadko, w zależności od rozmieszczenia punktów osnowy pionowej. Istnieje związek pomiędzy rozdzielczością przestrzenną i rzeczywistym spektrum sygnału geoidy i anomalii grawimetrycznych, dlatego zdecydowano o zastosowaniu krosvalidacji leave-one-out (LOO) w interpolacji LSC. LOO zastosowano tu do precyzyjnego oszacowania parametrów macierzy kowariancji sygnału i szumu w celu ich oceny w odniesieniu do rozmieszczenia geograficznego i rozdzielczości interpolowanych residuów.

ZASTOSOWANIE ANALIZY FALKOWEJ DO WYZNACZENIA WSPÓLNYCH OSCYLACJI W SZEREGACH CZASOWYCH ZMIAN WSPÓLRZĘDNYCH ŚRODKA MAS ZIEMI ORAZ ICH GEOFIZYCZNEJ FUNKCJI POBUDZENIA

Agnieszka Wnek¹, Wiesław Kosek¹, Maria Zbylut-Górska¹, Waldemar Popiński²

¹ WIŚiG, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska² Główny Urząd Statystyczny w Warszawie, Polska

wnekagnieszka@gmail.com

Tygodniowe szeregi czasowe środka mas Ziemi są obecnie wyznaczone z obserwacji technik geodezji satelitarnej tj. Satellite Laser Ranging (SLR), Global Navigation Satellite System (GNSS) i Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS). W celu wyznaczenia wspólnych oscylacji w szeregach czasowych tych techniki zastosowana została filtracja falkowa oparta o funkcje semblancji. Wspólny sygnał w szeregach czasowych środka mas Ziemi został obliczony poprzez transformację danych do dziedziny czasowo - częstotliwościowej przy użyciu dyskretnej transformacji falkowej opartej o funkcje Shannona. Następnie współczynniki transformaty falkowej zostały wykorzystane do obliczenia funkcji semblancji. Kolejnym krokiem było przeprogowanie współczynników transformaty falkowej poprzez zastosowanie funkcji semblancji, w wyniku którego pozostawione zostały jedynie te współczynniki, dla których funkcja semblancji osiągnęła wartość powyżej przyjętego progu. Pozostałe współczynniki transformaty falkowej, dla których funkcja semblancji była poniżej przyjętego progu, zostały wyzerowane. Wspólny sygnał w analizowanych szeregach czasowych został następnie wyznaczony poprzez zastosowanie odwrotnej transformacji falkowej z wykorzystaniem przeprogowanych współczynników. W ten sposób wyznaczone zostały wspólne oscylacje pomiędzy szeregami czasowymi GNSS i SLR, które składają się głównie z prawoskrętnych oscylacji rocznych w płaszczyźnie równikowej z amplitudą rzędu kilku milimetrów. Dla wyjaśnienia geofizycznych przyczyn wyznaczonego wspólnego sygnału w ruchu geocentrum wzięte zostały pod uwagę składowe masy funkcji pobudzenia atmosfery, oceanu i hydrosfery lądowej. W tym celu została wyznaczona czasowo - częstotliwościowa semblancja z zastosowaniem funkcji analizującej Morleta pomiędzy funkcjami pobudzenia ośrodków ciekłych a uśrednionym wspólnym sygnałem wyznaczonym w szeregach czasowych GNSS i SLR. Semblancja ta wykazała występowanie korelacji pomiędzy ruchem geocentrum a funkcjami pobudzenia ośrodków ciekłych w paśmie częstotliwości rocznej.

WYZNACZENIE ZMIENNYCH W CZASIE AMPLITUD I FAZ NAJBARDZIEJ ENERGETYCZNYCH OSCYLACJI WYSTĘPUJĄCYCH W ZMIANACH POZIOMU OCEANU I ICH WPŁYW NA DOKŁADNOŚĆ PROGNOZY TYCH ZMIAN

Maria Zbylut-Górska¹, Wiesław Kosek¹, Agnieszka Wnęk¹, Tomasz Niedzielski²

¹ WISiG, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Polska² Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Wrocławski, Polska

zbylut.maria@gmail.com

Do najbardziej energetycznych oscylacji w zmianach poziomu oceanu należą oscylacja roczna i półroczna. Wyznaczone one zostały w funkcji długości i szerokości geograficznej przy użyciu środkowoprzepustowego filtra transformaty Fouriera, w oparciu o dane zmian poziomu oceanu (Sea Level Anomaly - SLA) uzyskane z serwisu AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic). Oscylacje można łatwo prognozować gdy mają stałe w czasie amplitudy i fazy. W związku z szerokopasmowym charakterem oscylacji rocznej i półrocznej, amplitudy i fazy tych oscylacji są zmienne, co wpływa na pogorszenie dokładności prognoz zmian poziomu oceanu. W celu znalezienia miejsc, w których występują największe błędy prognoz zmian SLA wyznaczone zostały zmienne w czasie amplitudy i fazy najbardziej energetycznych oscylacji. Dodatkowo aby zobaczyć z jaką prędkością i przyspieszeniem zmieniają się amplitudy w zmianach poziomu oceanów, wyznaczone zostały ich pierwsze i drugie różnice. Największe błędy prognoz zmian poziomu oceanów zostały zaobserwowane w miejscach występowania największych prądów oceanicznych takich jak Kuro Siwo, Prąd zatokowy czy Antarktyczny Prąd Około biegunowy a także w miejscach gdzie amplituda szerokopasmowej oscylacji rocznej przyjmuje największe wartości.

MODEL TROPOSFERY - DZIAŁANIE OPERACYJNE DLA SERWISÓW POZYCJONOWANIA

Jan Sierny, Karina Wilgan, Witold Rohm, Tomasz Hadaś, Jan Kapłon, Jarosław Bosy

Institut Geodezji i Geoinformatyki, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

W precyzyjnym pozycjonowaniu GNSS realizowanym metodą względną oraz autonomiczną PPP w czasie rzeczywistym istotnym elementem wpływającym na dokładność wyznaczanych współrzędnych, szczególnie wysokości jest opóźnienie troposferyczne. Jeśli dysponujemy dokładnym modelem opóźnienia troposferycznego ZTD lub STD, nie musi być ono estymowane w procesie opracowania obserwacji GNSS.

W ramach grantu badawczo-rozwojowego pt: "Budowa modułów wspomaganie serwisów czasu rzeczywistego ASG-EUPOS (projekt ASG+)" został opracowany w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu moduł wspomaganie serwisów pozycjonowania w trybie postprocessingu i czasu rzeczywistego modelami stanu troposfery.

Pierwsza część prezentacji przedstawia system zasilania obserwacjami meteorologicznymi, wynikami z systemu opracowania obserwacji GNSS w czasie quasi rzeczywistym oraz z numerycznego modelu prognozy pogody. Druga część obejmuje system integracji danych, wzajemnej walidacji i generowania produktów dla meteorologii i systemów pozycjonowania. Ostatnia część dotyczy systemu udostępniania wyników dla serwisów pozycjonowania GNSS.

PORÓWNANIE POZYCJI I PRĘDKOŚCI STACJI KOLOKACYJNYCH GPS I SLR

Karolina Szafranek¹, Stanisław Schillak², Andrzej Araszkiewicz¹, Mariusz Figurski¹, Paweł Lejba², Marek Lehmann²

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Polska² Centrum Badań Kosmicznych, Polska

kszafranek@wat.edu.pl

Celem prezentacji jest przedstawienie wyników opracowania obserwacji GPS i SLR pochodzących ze stacji kolokacyjnych, czyli takich, dla których metodami naziemnymi wyznaczone zostały dowiązania lokalne. Porównanie szeregów czasowych współrzędnych wyznaczonych według spójnych strategii obliczeniowych z jednej strony pozwala na zauważenie i w konsekwencji wyeliminowanie czynników obniżających dokładność rozwiązań danej techniki, a z drugiej na ocenę jakości lokalnego dowiązania pomiędzy stacjami. Ma to szczególne znaczenie dla budowy kolejnego układu globalnego ITRF2013, gdyż niewystarczająca dokładność pomiarów wzajemnego położenia punktów odniesienia obu technik stanowi obok nierównomiernego rozmieszczenia stacji kolokacyjnych podstawowe ograniczenie dla zwiększenia dokładności układu globalnego. W prezentacji przedstawiona zostanie analiza parametrów takich jak średnie położenie stacji GPS i SLR w odniesieniu do ITRF2008, wartości odchylenia standardowego współrzędnych oraz prędkości wyznaczone z obu technik ze szczególnym uwzględnieniem stacji dotkniętych przez trzęsienia ziemi.

ZASTOSOWANIE MSPLIT ESTYMACJI DO WYZNACZANIA WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTÓW NA PODSTAWIE OBSERWACJI SATELITARNYCH GPS

Marek Zienkiewicz

marek.zienkiewicz@uwm.edu.pl

W pracy przedstawiono i omówiono zastosowanie Msplit estymacji do wyznaczenia współrzędnych punktów na podstawie obserwacji satelitarnych. Podstawową własnością wspomnianej metody, jest przyporządkowanie obserwacji do jednego z dwóch konkurencyjnych modeli funkcjonalnych. Z praktycznego punktu widzenia zastosowanie konkurencyjnych modeli funkcjonalnych może być uzasadnione w przypadku opracowywania obserwacji obciążonych błędami grubymi. Innym możliwym zastosowaniem metody jest sytuacja, w której wektor obserwacyjny zawiera wyniki obserwacji z kilku stanowisk pomiarowych. Wówczas poprzez estymacje parametrów rozszczepionego modelu funkcjonalnego następuje odpowiednie "dopasowanie" danej obserwacji do odpowiedniego modelu funkcjonalnego. W części teoretycznej zaprezentowano koncepcję pozycjonowania absolutnego z zastosowaniem kwadratowej Msplit estymacji. W pracy zawarto również kilka przykładów wykazujących wyżej wymienione własności Msplit estymatorów. Artykuł zawiera również przykład praktycznego zastosowania Shift - Msplit estymacji będącej szczególnego rodzaju przekształceniem Msplit estymacji. Zaprezentowane wyniki badań zostały porównane z wynikami LS oraz odpornej M - estymacji.

ANALIZA DOKŁADNOŚCI ROZWIĄZAŃ GNSS SERWISÓW CZASU RZECZYWISTEGO ASG EUPOS

Kamil Maciuk¹

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Polska

maciuk@agh.edu.pl

W ramach serwisu czasu rzeczywistego NAWGEO od kwietnia 2011 roku dostępne są rozwiązania RTK GPS+GLONASS (RTK GNSS). Poprawki sieciowe tego typu działają w dwóch podsieciach systemu: śląsko-małopolskiej i mazowieckiej. Natomiast poprawki GNSS z pojedynczej stacji dostępne są z każdej stacji referencyjnej wyposażonej w możliwość odbioru sygnałów GPS+GLONASS. W celu analizy dokładności rozwiązań RTK GNSS przeprowadzono pomiar na czterech parach punktów rozmieszczonych na terenie zurbanizowanym, o różnych wielkościach przeszkód terenowych. Wykorzystano poprawki VRS śląsko-małopolskiej podsięci ASG-EUPOS oraz poprawki z trzech pojedynczych stacji bazowych. Wyniki porównano z rozwiązaniami uzyskanymi z pomiarów statycznych oraz wynikami RTK GPS.

SKUTKI METRYCZNE WPROWADZENIA UKŁADU PL-ETRF2000, W TYM DOTYCZĄCE KALIBRACJI MODELI QUASI-GEOIDY

Roman Kadaj¹

¹ Katedra Geodezji i Geotechniki im. K. Weigla, Politechnika Rzeszowska, Polska

geonet@geonet.net.pl

Niedawno, bo w dniu 1 lipca 2013 r., dla stacji systemu ASG-EUPOS "zafiksowano" nowe współrzędne, reprezentujące nowy układ odniesienia PL-ETRF2000 (nazwa według Rozporządzenia RM z października b.r.). Ze względu na powszechne korzystanie z serwisów ASG-EUPOS, ważną kwestią stają się relacje nowego układu z układem PL-ETRF89, który ma już w Polsce ponad 10-letnią historię - wdrożony prawie we wszystkich "produktach" geodezyjno - kartograficznych. W zależności od celu zastosowania, wspomniane relacje mogą mieć charakter "teoretyczny", wyrażony przez transformację konforemną (7-mio parametrową) lub "empiryczny", oparty na siatce interpolacyjnej, która pozwala uwzględnić dodatkowo lokalne deformacje układu PL-ETRF89. Do tego ostatniego zadania, oprócz punktów sieci POLREF możliwe stało się wykorzystanie wyników wyrównania dawnej sieci I klasy w nowym układzie PL-ETRF2000. W ślad za zmianą trójwymiarowego układu odniesienia wystąpiła potrzeba dostosowania (skalibrowania) do tego układu modeli quasi-geoidy, by kreowane przez nie anomalie wysokości (wysokości quasi-geoidy) odpowiadały położeniu elipsoidy poziomowej w układzie PL-ETRF2000. W użyciu praktycznym, chodzi o to, by niwelacja satelitarna wykonywana przy wykorzystaniu serwisów systemu ASG-EUPOS i modelu quasi-geoidy dawała wysokości normalne w układzie PL-KRON86 bez przesunięcia systematycznego. W pracy przedstawione będą konkretne wyniki numeryczne, w tym model quasi-geoidy o umownej nazwie GEOIDPOL-2008CN, wynikający z kalibracji globalnego modelu EGM08 na 570 punktach sieci satelitarno-niwelacyjnych objętych kampanią pomiarową (2008-2011) i dodatkowo na punktach poligonu geodynamicznego "TATRY".

PROBLEMY REALIZACJI I UNIFIKACJI UKŁADÓW WYSOKOŚCIOWYCH Z WYKORZYSTANIEM OBSERWACJI SATELITARNYCH

Adam Łyszkowicz, Joanna Kuczyńska-Siehiń

adaml@uwm.edu.pl

Tradycyjnie układ wysokościowy jest definiowany przez średni poziom morza z obserwacji mareograficznych a wysokości wyznaczone są z niwelacji geometrycznej i pomiarów przyspieszenia siły ciężkości. Tak zdefiniowane układy wysokościowe są układami lokalnymi a ich dokładność jest na ogół o dwa rzędy niższa niż obecna realizacja trójwymiarowego kartezjańskiego systemu odniesienia ITRF, o dokładności poniżej milimetra. W celu ujednoczenia układów wysokościowych na poziomie milimetra, w 2010 roku ustanowiono w ramach GGOS Temat 1 Unified Height System w celu zebrania istniejących inicjatyw i określenia działań, które należy podjąć. Punktem wyjścia były wyniki dostarczone przez Komisję IAG Projektu 1.2 Vertical Reference Frames realizowanego w okresie 2003-2011. Obecne działania związane z ujednorodnieniem układów wysokościowych są koordynowane przez grupę roboczą Vertical Datum Standardisation bezpośrednio zależną od Tematu 1 GGOS i wspieraną przez Komisję 1 IAG Reference Frames i Komisję 2 Gravity Field, a także przez International Gravity Field Service. W artykule przedstawiono obecnie wypracowane zasady definiowania i realizacji układów wysokościowych z wykorzystaniem obserwacji satelitarnych. Szczególną uwagę zwrócono na możliwości, jakie dają wyniki misji gradiometrycznych CHAMP, GRACE i GOCE.

ANALIZA TRÓJWYMIAROWEJ OSNOWY POMIAROWEJ WYZNACZONEJ METODAMI SATELITARNYMI

Marcin Cymerman

marcin.cymerman@uwm.edu.pl

Trójwymiarowa osnowa pomiarowa stanowi ważny element wielu prac geodezyjno-kartograficznych. Coraz częściej do jej założenia wykorzystuje się metody pomiaru satelitarnego. Z tego względu zdecydowano się na wykorzystanie osnowy pomiarowej jako podstawowej konstrukcji geodezyjnej w celu zbadania wad i zalet najczęściej stosowanych technik pomiaru satelitarnego, jak pomiar statyczny, pomiar w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem odbiornika bazowego oraz stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS. W opisywanym eksperymencie badawczym pomiarowi poddano osnowę składającą się z 12 trwale zastabilizowanych punktów rozlokowanych na terenie byłej jednostki wojskowej w Olsztynie w dzielnicy Kortowo. Osnowa ta została pomierzona trzykrotnie różnymi metodami satelitarnymi. Pierwszy etap polegał na wyznaczeniu współrzędnych punktów tej osnowy metodą bazową RTK. Następnie wykonano pomiar RTK przy wykorzystaniu serwisu sieci ASG-EUPOS. Końcowa część prac terenowych obejmowała pomiar statyczny. Warto wspomnieć, że pomiar ten wykonywano przy dowiązaniu do osnowy państwowej III klasy oraz danych otrzymanych ze stacji permanentnych ASG-EUPOS. Przeprowadzone analizy polegały na bezpośrednim zestawieniu uzyskanych trójwymiarowych współrzędnych punktów. Porównania te przeprowadzono dwuetapowo - oddzielnie dla współrzędnych płaskich i oddzielnie dla współrzędnych wysokościowych. Wyniki zestawiono w formie tabelarycznej i graficznej, uzyskując płaszczyznę porównawczą dla poszczególnych metod pomiarowych. Na tej podstawie sformułowano wnioski podsumowujące badania, które zawarto w końcowej części pracy. Słowa kluczowe: systemy GNSS, metoda RTK i statyczna, osnowa pomiarowa, wirtualne stacje referencyjne VRS

ANALIZA TRÓJWYMIAROWEJ OSNOWY POMIAROWEJ WYZNACZONEJ METODĄ SATELITARNĄ RTK ORAZ METODĄ KLASYCZNĄ

Marcin Cymerman

marcin.cymerman@uwm.edu.pl

Istotą niniejszej pracy jest analiza oraz próba porównania metod i wyników pomiarów, uzyskiwanych drogą bezpośrednią przy użyciu tachimetru elektronicznego oraz z wykorzystaniem systemów GNSS (ang. Global Navigation Satellite System). W tym celu założono osnowę pomiarową składającą się z 12 punktów, a jako obszar badań wykorzystano teren byłej jednostki wojskowej położonej w Olsztynie w dzielnicy Kortowo. Pierwotnie osnowę pomierzono metodą biegunową, z wykorzystaniem tachimetru elektronicznego, a po jej wyrównaniu pomiar powtórzono stosując metodę pomiaru kinematycznego RTK (ang. Real Time Kinematic). Uzyskane wyniki stworzyły płaszczyznę porównawczą dla oceny dokładności wyznaczenia współrzędnych drogą satelitarną. Celem przeprowadzonych badań, obejmujących analizę czasu pomiaru, uzyskiwanych dokładności, możliwości sprzętowych, potencjału rozwoju i wykorzystania w życiu codziennym, jest próba odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu nowe techniki wpływają na postęp pomiaru. Badania polegały na tworzeniu i zestawianiu par współrzędnych i odległości, wyznaczonych metodą kinematyczną z wyrównanymi danymi uzyskanymi techniką tradycyjną. Analizy przeprowadzone zostały w formie graficznej za pomocą tabel, histogramów i wykresów. Na ich podstawie sformułowano wnioski podsumowujące wyniki badań. Słowa kluczowe: systemy GNSS, pomiar metodą RTK, osnowa pomiarowa.

PREZENTACJA PRODUKTÓW FIRMY ORAZ PLATFORMA PIVOT NA PRZYKŁADZIE SIECI VRSNET.PL

Arkadiusz Liebchen

Geotronics Polska Sp. z o.o.

arkadiusz.liebchen@geotronics.com.pl

Przedstawione zostaną wybrane produkty jakie firma Geotronics oferuje na polskim rynku jako autoryzowany dystrybutor marki Trimble.

Prezentacja wybranych elementów nowej skalowalnej platformy dla aplikacji Trimble Pivot do zarządzania siecią odbiorników CORS na przykładzie sieci VRSNet.pl.

ANALIZY DOKŁADNOŚCI MODUŁU POZGEO-2 W OBSZARACH PRZYGRANICZNYCH

Marta Krukowska, Jacek Paziewski, Paweł Wielgosz

Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie

marta.krukowska@uwm.edu.pl

Jednym z nowych serwisów systemu ASG-EUPOS jest serwis POZGEO-2 opracowany w ramach realizacji grantu rozwojowego ASG+. Jest to serwis zapewniający wyznaczenie pozycji statycznej za pomocą metody ultra szybkiej, z wykorzystaniem dwuczęstotliwościowych obserwacji GNSS (GPS+Galileo) z sesji pięciominutowych z dokładnością 42cm na terenie całego kraju. POZGEO-2 wykorzystuje dokładne poprawki atmosferyczne generowane przez moduły modelowania troposfery i jonosfery, które również zostały opracowane w ramach projektu ASG+. Poprawki te są generowane na bazie obserwacji ze stacji systemu ASG-EUPOS. Mimo wykorzystania danych z sieci referencyjnych państw sąsiednich w niektórych regionach kraju interpolacja poprawek nie jest możliwa i należy je ekstrapolować, taka sytuacja ma miejsce na przykład w rejonach nadbrzeżnych oraz przy granicy z państwami, które nie posiadają sieci stacji referencyjnych włączonych do europejskiego systemu EUPOS. Ponadto, w takich przypadkach niekorzystna jest geometria wektorów wyznaczających punkt użytkownika. W prezentacji przedstawiona zostanie analiza dokładności wyznaczenia pozycji poza granicami sieci ASG EUPOS. Badania przeprowadzono symulując położenie punktów w różnym oddaleniu od granic sieci, przy czym punkt kontrolny znajdował się wewnątrz sieci, a najdalej położona lokalizacja oddalona była od niej o 75km. Badania pokazują, że wiarygodne wyznaczenie pozycji może mieć miejsce dla obszarów położonych nawet 35 na zewnątrz sieci stacji referencyjnych.

MOŻLIWOŚCI INTEGRACJI TECHNIK POZYCJONOWANIA GNSS I GEORADARU W POMIARACH ARCHEOLOGICZNYCH

Bartłomiej Oszczak¹, Dariusz Tanajewski¹, Patrycja Godlewska², Szymon Drej², Romuald Odoj³, Kazimierz Grązewski⁴

¹ Katedra Geodezji Satelitarnej i Nawigacji, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Polska² Muzeum Bitwy Pod Grunwaldem, Polska³ Muzeum Warmii i Mazur, Polska⁴ Instytut Historii i Stosunków Międzynarodowych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Polska

bartlomiej.oszczak@kgsin.pl

Nowoczesna technologia do badań archeologicznych umożliwia integrację pozycji GNSS z techniką georadarową. Zespół Muzeum Bitwy Pod Grunwaldem wraz z Zespołem Katedry Geodezji Satelitarnej i Nawigacji UWM, wykonał badania okolic Pól Grunwaldzkich i Kościoła św. Trójcy w Stębarku. Za pomocą technologii GNSS i fal radiowych z georadaru możliwe było zarejestrowanie, w sposób cyfrowy, informacji o strukturach kryjących się pod ziemią. W celu kompleksowego zbadania struktur ośrodka gruntowego zaprojektowane zostały profile pomiarowe w oparciu o które wykonano badania. Zastosowanie technik pozycjonowania GNSS i georadaru umożliwiło stwierdzenie czy pod ziemią istnieją fundamenty średniowieczne oraz czy w danym miejscu już kopano. W podobny sposób nawet po kilkuset latach możliwe było wskazanie odnalezionego potencjalnego miejsca pochówku znacznie wcześniejszych rycerzy poległych w Bitwie Pod Grunwaldem. W referacie przedstawiono sposób integracji techniki georadarowej z technikami pozycjonowania GNSS. Wnętrze i okolice kościoła zostały kompleksowo przebadane, ze względu na małe wymiary nowoczesnej aparatury badawczej możliwe było wykonanie pomiarów nawet pomiędzy ławami kościelnymi. W wyniku badań georadarowych natrafiliśmy na wyraźnie widoczny zarys średniowiecznego fundamentu o długości kilkunastu metrów. Jest to niezwykle istotne, ponieważ niektóre źródła podają, że kościół średniowieczny znajdował się w innym miejscu niż obecnie. W wyniku opracowania badań georadarowych i stosowania technik GNSS stwierdzono różne anomalie ośrodków gruntowych, zarówno pochodzenia naturalnego jak i wskazujące na jego nienaturalne zruszenie i zmianę struktury. W okolicach centralnej części kościoła, po przeciwległej stronie obecnie istniejącego ołtarza, zlokalizowano bardzo wyraźnie widoczną anomalię w ośrodku gruntowym o głębokości około 2 metrów, długości 1,5m i szerokości 1.8m która nie jest pochodzenia naturalnego. Ten prostokątny obiekt może wskazywać na istniejący wkop. W referacie przedstawiono również wyniki badań z zastosowaniem technologii GNSS i georadaru na zamku w Kurzętniku. Planowane są dalsze badania przy użyciu nowoczesnych technologii, z wykorzystaniem satelitarnych technik pozycjonowania, georadaru oraz technologii LIDAR.

PROBLEM KALIBRACJI MIĘDZYSYSTEMOWYCH OPÓŹNIEŃ SPRZĘTOWYCH W INTEGRACJI SYSTEMÓW GPS I GALILEO

Jacek Paziewski¹, Paweł Wielgosz¹, Katarzyna Stępnia¹

¹ UWM Olsztyn, Polska

jacek.paziewski@uwm.edu.pl

Oczekuje się, iż ścisła integracja w opracowaniu obserwacji GPS i Galileo będzie prowadziła do zwiększenia dokładności i wiarygodności precyzyjnego pozycjonowania, jak również będzie skutkowała skróceniem wymaganej długości sesji obserwacyjnej i możliwością zwiększenia długości wektorów wyznaczających. Dwie zbieżne w obu systemach częstotliwości (odpowiednio L1/E1 and L5/E5a) umożliwiają różnicowanie obserwacji pomiędzy sygnałami pochodzącymi z odrębnych systemów. Z drugiej jednak strony integrując obserwacje GPS+Galileo należy wziąć pod uwagę nie tylko różnice w systemach czasu i układach współrzędnych, ale również międzysystemowe opóźnienia sprzętowe (ISB - Inter System Bias) dla każdej z częstotliwości. W prezentacji przedstawiono opracowaną metodologię oraz rezultaty wyznaczania międzysystemowego opóźnienia sprzętowego dla różnych par odbiorników na podstawie opracowania rzeczywistych obserwacji GPS+Galileo_IOV. Przeanalizowano wartości oraz stabilność tych błędów. Zaprezentowane testy numeryczne oparte są na rzeczywistych danych obserwacyjnych GPS i Galileo-IOV pozyskanych z odbiorników podłączonych do wspólnej anteny (zerowa baza), bądź też na bardzo krótkiej bazie. Wszystkie obliczenia zostały przeprowadzone z wykorzystaniem autorskiego oprogramowania GINPOS.

APROKSYMACJA MACIERZY KOWARIANCJI NIEOZNACZONOŚCI POMIARU FAZOWEGO DLA PROCEDURY DEKORELACJI CAŁKOWITOLICZBOWEJ PRZY JEDNOEPOKOWYCH WYZNACZENIACH PRECYZYJNEJ POZYCJI

Sławomir Cellmer

slawomir.cellmer@gmail.com

Dekorelacja całkowitoliczbowa wykorzystywana przy rozwiązaniu nieoznaczoności pomiaru fazowego np. w metodzie Lambda lub w metodzie MAFA opiera się na wykorzystaniu dodatnio określonej macierzy kowariancji nieoznaczoności. W tradycyjnym podejściu przy wyznaczeniach jednoepokowych konieczne jest wykorzystanie obserwacji kodowych do uzyskania dodatniej określoności tej macierzy. W opracowaniu zostanie przedstawiona propozycja formuły na aproksymację macierzy kowariancji nieoznaczoności bez konieczności wykorzystywania obserwacji kodowych. Ponadto zostanie przedstawiona analiza tej formuły oraz sposób estymacji współczynnika, który w tej formule stanowi kluczowy element dla uzyskania optymalnej postaci macierzy kowariancji dla procedury dekorelacji całkowitoliczbowej prowadzącej do uzyskania poprawnych wartości nieoznaczoności. Działanie proponowanej metody zostanie zilustrowane wynikami przeprowadzonych testów obliczeniowych.

BADANIA SYSTEMU EGNOS W ZASTOSOWANIACH LOTNICZYCH NA TERENIE POLSKI WSCHODNIEJ W RAMACH PROJEKTU EEGS2

Adam Ciećko¹, Marek Grzegorzewski², Jesus Cegarra³, Anna Foks-Ryznar⁴, Stanisław Oszczak², Janusz Zieliński⁴, Janusz Ćwiklak², Grzegorz Grunwald¹

¹UWM Olsztyn, Polska ²WSOSP Dęblin, Polska ³GMV, Spain ⁴CBK Warszawa, Polska

a.ciecko@kgsin.pl

Prezentowane wyniki badań uzyskano w ramach realizacji projektu EEGS2 – „EGNOS Extension to Eastern Europe: Applications”. Projekt jest realizowany w ramach 7. Programu Ramowego Komisji Europejskiej, a jego liderem jest GMV Aerospace and Defence. Projekt ten ma na celu wykazanie korzyści płynących z wykorzystania systemów: EGNOS, EDAS oraz Galileo na terenie Europy Wschodniej w lotniczych i drogowych zastosowaniach nawigacyjnych. W ramach jednej z polskich części projektu wykonano pięć lotów testowych - dwa loty trasowe oraz trzy loty skupione na podejściu do lądowania. Loty testowe przeprowadzono w okolicach Dębłina oraz w środkowo - wschodniej części Polski w dniach 18-20 czerwca 2013 roku. Do badań użyto samolotu Cessna 172, na pokładzie którego zainstalowano aparaturę badawczą, która umożliwia odbiór wiadomości magicSBAS oraz EGNOS. Wiadomości magicSBAS są odpowiednikiem wiadomości EGNOS, z tą różnicą, że oprócz standardowych stacji RIMS, do rozwiązania można użyć symulowane stacje naziemne, np. zlokalizowane na wschód od Polski. Przeprowadzone testy dowiodły, że satelitarne systemy nawigacyjne GNSS wspomagane systemami SBAS pozwalają na wykonanie operacji podejścia do lądowania, analogicznej do podejścia z wykorzystaniem drogiego w budowie i utrzymaniu klasycznego systemu ILS.

ANALIZA DOKŁADNOŚCI MODELI SRTM 3" ORAZ SRTM 1" W ASPEKTCIE ICH WYKORZYSTANIA W PROCESIE BEZPIECZNEGO PODEJŚCIA DO LĄDOWANIA SAMOLOTU

Adam Ciećko, Wojciech Jarmołowski

a.ciecko@kgsin.pl

W artykule przedstawiono lokalną ocenę numerycznych modeli terenu opracowanych na podstawie danych SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) w kontekście możliwości ich wykorzystania w autorskim systemie informującym pilota o bieżącej, rzeczywistej wysokości statku powietrznego nad ziemią oraz odległości do przeszkód lotniczych w sąsiedztwie samolotu w każdej fazie lotu, niezależnie od warunków pogodowych. Obiektem testowym było lotnisko Aeroklubu Warmińsko-Mazurskiego znajdujące się w Olsztynie. Specyficzna lokalizacja lotniska - lotnisko jest otoczone z trzech stron lasem oraz znajduje się w bliskim sąsiedztwie jeziora pozwoliło na zbadanie dokładności modeli SRTM w specyficznych warunkach topograficznych. Badaniom poddano dwa modele SRTM. Pierwszy z nich jest modelem 3-sekundowym (pasmo mikrofalowe C) dostępnym w CGIAR-CSI Geoportal. Drugi z analizowanych modeli to model 1-sekundowy (pasmo X) opracowany przez niemieckie centrum badań lotniczych DLR. Modele charakteryzują zupełnie odmienne technologie opracowania i skrajnie różne charakterystyki błędów, stąd koncepcja porównania. Obydwa modele poddano porównaniom z modelem terenu uzyskanym na podstawie pomiaru bezpośredniego. Dane do jego wygenerowania pozyskano z Ośrodka Dokumentacji Geodezyjno - Kartograficznej w Olsztynie. Zestawienia odsłaniają pewną część systematycznych błędów, podobnych w obydwu modelach oraz skrajnie różne efekty opracowania numerycznego obydwu modeli.

WPŁYW CHARAKTERYSTYKI DOKŁADNOŚCIOWEJ KOREKT RÓŻNICOWYCH NA ROZWIĄZANIE MODELU POZYCJONOWANIA GNSS-RTK

Dominik Próchniewicz¹

¹ Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Polska

d.prochniewicz@gik.pw.edu.pl

Wysoka dokładność wyznaczenia pozycji punktów na podstawie pomiarów fazowych w systemach GNSS możliwa jest do uzyskania jedynie w przypadku poprawnego rozwiązania nieoznaczoności fali nośnej (ang. carrier phase ambiguity resolution). Rozwiązanie to staje się trudniejsze w przypadku pomiarów w czasie rzeczywistym korzystających jedynie z pojedynczej epoki obserwacyjnej (ang. single-epoch, instantaneous). W pomiarach tych kluczową rolę staje się poprawne modelowanie błędów związanych z propagacją fali pomiarowej przez atmosferę - refrakcji jonosferycznej i troposferycznej oraz błędów orbit. Wyznaczone na podstawie obserwacji z sieci stacji referencyjnych powierzchniowe modele tych błędów umożliwiają wygenerowanie sieciowych poprawek jonosferycznych i geometrycznych tzw. korekt różnicowych, które włączane są wraz z obserwacjami z głównej stacji referencyjnej do opisu deterministycznego modelu pozycjonowania. Dokładność i wiarygodność rozwiązania modelu pozycjonowania zależy zatem w dużej mierze od dokładności wyznaczonych korekt różnicowych. Zwłaszcza w czasie zaburzeń ośrodka propagacji fali pomiarowej, np. zaburzeń jonosferycznych dokładność modelowania refrakcji jonosferycznej może być znacząco obniżona powodując występowanie błędów residualnych (ang. residual biases). Optymalna estymacja niewiadomych w modelu pozycjonowania wymaga uwzględnienia tych błędów w jego opisie deterministycznym lub alternatywnie w opisie stochastycznym. W prezentowanej pracy przedstawiona zostanie metoda pozwalająca uwzględnić błędy residualne w opisie stochastycznym modelu pozycjonowania za pomocą charakterystyki dokładnościowej korekty różnicowych wyznaczanej bezpośrednio w rozwiązaniu sieciowym. Przedstawiona zostanie metodyka tworzenia zaproponowanego sieciowego modelu stochastycznego (ang. Network-Based Stochastic Model) wraz z wynikami testów numerycznych rozwiązania modelu pozycjonowania instantaneous RTK, który wykorzystuje zaproponowany model. W szczególności zaprezentowane zostaną analizy wyników rozwiązania nieoznaczoności (poprawności jej estymacji i walidacji) oraz estymacji pozycji odbiornika ruchomego dla pola testowego. Dodatkową istotną cechą włączenia charakterystyki dokładnościowej korekt różnicowych do modelu stochastycznego jest możliwość wykorzystania parametrów jakości rozwiązania nieoznaczoności (ADOP i Ambiguity Success Rate) jako wskaźników jakości pozycjonowania Network RTK (ang. Quality Indicators), które dostarczają użytkownikowi ilościowych informacji dotyczących możliwości poprawnego wyznaczenia nieoznaczoności w danym momencie na obszarze objętym siecią stacji referencyjnych. Wyniki wyznaczenia tych wskaźników dla pola testowego również zostaną zaprezentowane i omówione.

WZMACNIANIE SIECI SATELITARNYCH DLA ZADAŃ MONITOROWANIA PRZEMIESZCZEŃ OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH

Elżbieta Protaziuk¹

¹ Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Polska

elka_protaziuk@poczta.onet.pl

Monitorowanie przemieszczeń jest zadaniem geodezyjnym o dość specyficznym środowisku obserwacyjnym i wymaganiach dotyczących systemu pomiarowego. Stosowanie pomiarów satelitarnych, powszechne w wielu zadaniach, jest często ograniczone lub wręcz niemożliwe przy bardziej złożonych wymaganiach ze względu na występujące systemowe ograniczenia - zmienna dokładność w czasie i przestrzeni, czy też ograniczenia widoczności satelitów. Jednym z rozwiązań tego problemu jest zastosowanie naziemnych systemów lokalizowania opartych na zasadzie działania systemów satelitarnych - następców technologicznych pseudosatelitów. Dodatkowe źródła sygnału, których lokalizacja zależna jest od użytkownika, w znaczący sposób mogą rozszerzyć zakres działania sieci satelitarnych, istotnie wzmocnić geometrię pozycjonowania, zwiększyć dokładność, a w skrajnych przypadkach działać jako niezależny system (przy niedostępności sygnału satelitarnego). Planowanie wspomaganie pomiarów satelitarnych wymaga właściwego zaplanowania położenia dodatkowych elementów sieci w oparciu o warunki terenowe i analizę dostępnej konstelacji satelitów tak, aby maksymalnie poprawić dokładność, ciągłość oraz spójność wyznaczania pozycji.

PORÓWNANIE WYNIKÓW OPRACOWANIA POMIARÓW STATYCZNYCH W POPULARNYCH PROGRAMACH INŻYNIERSKICH (POSTER)

Łukasz Borowski¹

¹ Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,
Polska

lborowski@agh.edu.pl

Poster prezentuje porównanie oprogramowania do post-processingu obserwacji statycznych, znajdujących się w popularnych programach geodezyjnych. Do badań zastosowano wyłącznie obserwację z systemu GPS. Głównym celem analizy było sprawdzenie wpływu oprogramowania na określanie wysokości elipsoidalnej. Przeanalizowano oprogramowanie : GNSS Solutions, Trimble Business Center oraz Geonet. Do analiz przyjęto pięć, 7-8 godzinnych, sesji pomiarowych wykonanych w Jarosławiu w lipcu br. Obserwację wyrównywano na trzy stację permanentne ASG-EUPOS oraz , przy założeniu ich bezbłędności. Długość wektorów ze stacji wynosiła PRZM (Przemyśl) - 25, MLCN (Rzeszów) - 50 oraz HOZD (Horyniec Zdrój) - 53 km. Przedstawione badanie jest fragmentem pracy badawczej nad quasi-geoida dla powiatu jarosławskiego i zostało wykonane ze środków - Grant Dziekański nr 15.11.150.127.

UNIFARM – APLIKACJE I ZASTOSOWANIA SYSTEMÓW SATELITARNYCH GNSS W NOWOCZESNYM ROLNICTWIE (POSTER)

Adam Ciećko

a.ciecko@kgsin.pl

Projekt UNIFARM jest projektem realizowanym w ramach 7. Programu Ramowego Komisji Europejskiej. Głównym celem projektu jest wzmocnienie potencjału naukowego i technologicznego nawigacji satelitarnej poprzez promowanie zastosowań i aplikacji rolniczych opartych na GNSS. UNIFARM koordynuje także forum użytkowników w celu przedstawienia aktualnych potrzeb rolników oraz wskazania kierunków rozwoju aplikacji rolniczych. Zastosowanie informacji przestrzennej oraz rola geomatyki w rolnictwie wzrasta. Wiele aplikacji rolnictwa precyzyjnego zależy od dostępności dokładnych i rzetelnych danych przestrzennych. Systemy GNSS dostarczają danych w czasie rzeczywistym dotyczących położenia maszyny w celu wykonania wymaganych prac w określonej lokalizacji. Systemy GNSS pozwalają także śledzić oraz rejestrować lokalizację i czas pracy maszyn polowych. Systemy GIS pozwalają z kolei na zarządzanie informacjami z systemów GNSS oraz ich integrację z danymi przestrzennymi, generując jednocześnie odpowiednie informacje pozwalające na poprawę zarządzania gospodarstwem rolnym. W prezentacji przedstawione zostaną podstawowe aplikacje, wykorzystujące systemy GNSS, związane z rolnictwem m.in.: pomiary działek rolnych, systemy zarządzania gospodarstwem rolnym, tworzenie map glebowych, zmienne dawki nawozów i pestycydów, ochrona środowiska oraz monitorowanie transportu produktów rolno-spożywczych. Zaprezentowane zostaną także korzyści płynące z wdrażania nowoczesnej technologii satelitarnej w sektorze rolniczym.

DOKŁADNOŚĆ WYZNACZENIA POZYCJI TECHNIKĄ GNSS W TERENACH MIEJSKICH Z WYKORZYSTANIEM SERWISU POZGEO SYSTEMU ASG-EUPOS W ZALEŻNOŚCI OD DŁUGOŚCI SESJI OBSERWACYJNEJ (POSTER)

Karol Dawidowicz, Grzegorz Krzan, Krzysztof Świątek

karol.dawidowicz@uwm.edu.pl

Obserwacje GNSS prowadzone w sieci stacji permanentnych to złożone systemy, które oferują zarówno tzw. post-processing jak również poprawki przesyłane w czasie rzeczywistym. W Polsce taki system prowadzący działalność od czerwca 2008 roku, znany jest jako Aktywna Sieć Geodezyjna (ASG-EUPOS). Zazwyczaj pomiary wykonywane w czasie rzeczywistym charakteryzują się niższą dokładnością niż pomiary statyczne. Stąd dla użytkowników wymagających wysokiej precyzji dedykowane są głównie serwisy post-processingu. Wiadomo jednocześnie, że końcowa dokładność wyników pomiarów GNSS zależy m.in. od warunków pomiaru, czas trwania sesji obserwacyjnej czy liczby obserwowanych częstotliwości. W pracy przedstawiono analizę dokładności wyznaczania pozycji przy użyciu serwisu POZGEO systemu ASG-EUPOS. Opracowaniu z wykorzystaniem serwisu POZGEO poddano 4 kolejne dni pomiarów GPS w celu określenia zależności dokładności współrzędnych punktu od długości sesji obserwacyjnej, widoczności horyzontu na punkcie czy zastosowanych w opracowaniu obserwacji (L1 lub L1+L2). Wyniki uzyskane z POZGEO wykazały, że dla 0.5 godzinnych sesji przy pomiarach prowadzonych w dobrych warunkach przy użyciu obserwacji dwu-częstotliwościowych możliwe jest uzyskanie dokładności około 2 cm dla składowych poziomych oraz około 4 cm dla składowej pionowej. Przy takiej samej długości sesji, dokładności wyraźnie maleje w przypadku punktów mierzonych w warunkach ograniczonej dostępności satelitów.

BADANIE WIARYGODNOŚCI POZYCJONOWANIA GPS/EGNOS NA TERENIE POLSKI PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ (POSTER)

Grzegorz Grunwald¹, Mieczysław Bakuła¹, Adam Ciećko¹, Rafał Kaźmierczak¹

¹ Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska

g.grunwald@kgsin.pl

Wiarygodność pozycjonowania jest jednym z kluczowych aspektów działania systemów SBAS. Poster prezentuje badania przeprowadzone na terenie Polski północno-wschodniej, który uważany jest za granicę działania systemu EGNOS (od strony wschodniej). Wykonano analizy funkcjonowania systemu podczas 12-godzinnych oraz dobowych sesji pomiarowych przeprowadzonych na stałym punkcie. Podczas badań skupiono się na roli opóźnienia jonosferycznego w modelu wyznaczenia wiarygodności zgodnie z wytycznymi RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics). Określając dokładność i wiarygodność pozycjonowania przyjęto dwa warianty obliczeniowe: jeden bazujący na standardowym algorytmie interpolacyjnym wyznaczenia opóźnienia jonosferycznego przez system EGNOS, drugi natomiast opiera się o model Klobuchara, powszechnie wykorzystywany w SPP (Single Point Positioning), lecz także dopuszczony do stosowania przy pozycjonowaniu SBAS. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że pierwsza metoda charakteryzuje się tylko nieco lepszymi wynikami dokładnościowymi, natomiast znaczne różnice otrzymano badając wiarygodność pozycjonowania, co spowodowane jest dużo większymi wartościami odchyień standardowych opóźnień jonosferycznych wyznaczonych na podstawie algorytmu Klobuchara. Dla obydwu wariantów obliczeniowych wartości "protection levels" wyznaczone dla badanego stałego punktu są znacznie większe niż dokładności pozycjonowania, co spełnia wymagania wiarygodności co do systemu nawigacyjnego.

ANALIZA WYZNACZEŃ WSPÓŁRZĘDNYCH METODĄ PPP PRZY POMOCY SERWISU AUTOMATYCZNEGO POST-PROCESSINGU CSRS-PPP DLA KRÓTKICH SESJI OBSERWACYJNYCH (POSTER)

Grzegorz Krzan, Karol Dawidowicz, Krzysztof Świątek

grzegorz.krzan@uwm.edu.pl

PPP (Precise Point Positioning) jest techniką służącą do wyznaczania precyzyjnej pozycji, przy pomocy pojedynczego odbiornika GNSS. Wraz ze wzrostem dokładności opracowywanych produktów atmosferycznych oraz orbit i zegarów satelitów PPP staje się alternatywą dla pomiarów statycznych względnych. Poster przedstawia wyniki eksperymentu badawczego uzyskane w procesie post-processingu obserwacji satelitarnych na trzech punktach, o różnej charakterystyce zasłon terenowych. Obserwacje z sześciu kolejnych dni podzielone zostały na krótkie sesje (0.5 godziny i 1 godzina), które następnie opracowano przy pomocy serwisu CSRS-PPP. Analiza wyników objęła kilka strategii opracowania, m.in. porównano rezultaty otrzymane z post-processingu obserwacji z systemu GPS oraz łącznych obserwacji GPS i GLONASS, a także przeprowadzono analizę błędów wyznaczenia pozycji przy pomocy jednej i dwóch częstotliwości pomiarowych. Otrzymane rezultaty badań wskazują m.in. zmienny wpływ sygnałów systemu GLONASS na dokładność wyznaczanej pozycji, a także cyklicznie występujące błędy systematyczne w wynikach opracowania jednej częstotliwości pomiarowej.

ANALIZA BŁĘDÓW POMIARÓW GNSS, Z WYKORZYSTANIEM RÓŻNYCH KOREKCJI CZASU RZECZYWISTEGO (POSTER)

Zbigniew Siejka¹

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji

rmsiejka@cyf-kr.edu.pl

Podstawowym celem pracy jest analiza i ocena niepewności pomiarowych, rozumianych, jako błędy, które nie są efektem pomyłki ani niestaranności pomiaru. Jak wiemy, obecnie żadna z dostępnych technik pomiarowych wykorzystywanych w naukach o Ziemi, niezależnie od włożonej weń staranności, nie daje całkowicie dokładnego („prawdziwego”) wyniku. Odnosi się to również do dokładności pomiaru współrzędnych geodezyjnych punktów za pomocą technik satelitarnych GNSS w trybie kinematycznym RTK z wykorzystaniem dostępnych korekcji czasu rzeczywistego.

W pracy przeprowadzono ocenę faktycznej dokładności uzyskanych wyników pomiarów w oparciu o powszechnie wykorzystywaną aktualnie w naszym kraju technologię pomiarów kinematycznych czasu rzeczywistego, wspomaganych przez satelitarny, naziemny system precyzyjnego pozycjonowania ASG-EUPOS. Badania oparto na wynikach pomiarów rzeczywistych, wielokrotnie powtórzonych na dwunastu punktach kontrolnych. Podczas eksperymentów pomiarach wykorzystano różne typy poprawek oferowanych przez system ASG-EUPOS. Miedzy innymi korekcje serwisów czasu rzeczywistego opartych na obserwacjach GPS+GLONASS.

Termin dokładność pomiaru przyjęto, jako różnicę pomiędzy uzyskanym każdorazowo wynikiem pomiaru (x, y, H) i wartością „prawdziwą”, referencyjną pomierzonych wielkości. W ten sposób zdefiniowany parametr daje nam odpowiedź na pytanie jak blisko wynik pomiaru znajduje się względem jej wartości „prawdziwej”.

Do oceny, jakości uzyskanych wyników zastosowano wybrane statystyczne testy zgodności, rozkładów błędów.

Rezultaty opracowania uzyskanych wyników pomiarów pozwoliły stwierdzić, że na obecnym etapie nie wszystkie rozwiązania dostępne w czasie rzeczywistym, w każdych warunkach zapewniają dokładności pomiarów w granicach 1-3 cm dla pozycji horyzontalnej oraz 1-5 cm dla wysokości. Ponadto analizy rozkładu błędów wykazały, że w nie niektórych dostępnych rozwiązaniach istnieją błędy systematyczne, które nie mogą być zaniedbywane.

ANALIZA KODOWEGO POZYCJONOWANIA DGNS Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU ASG-EUPOS (POSTER)

Paweł Przestrzelski¹, Mieczysław Bakuła¹

¹ Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska

pawel.przestrzelski@uwm.edu.pl

W chwili obecnej metody pozycjonowania różnicowego w oparciu o pomiary fazowe znajdują szerokie zastosowanie w geodezji. Służą osiągnięciu możliwie największych dokładności, przez co bardzo często stanowią przedmiot szeroko zakrojonych badań z różnych dziedzin. Z kolei różnicowe pomiary kodowe stanowią znacznie rzadziej podejmowany temat ze względu na względnie niskie, decymetrowe dokładności jakie można osiągnąć w tej chwili przy użyciu wspomnianej metody. Mimo to omawiana technologia pomiarów z powodzeniem znajduje zastosowanie w nawigacji, systemach informacji przestrzennej, czy też w usługach lokalizacyjnych LBS (ang. Location Based Services). Wszystko dzięki stosunkowo łatwej aplikacyjności, niskim kosztom urządzeń, a także faktowi, iż jest to metoda spełniająca rygorystyczne charakterystyki eksploatacyjne stawiane systemom nawigacyjnym. W prezentowanej pracy analizie poddano wyniki pomiaru GNSS, który miał miejsce w Olsztynie w dniu 31 lipca 2013 roku. Opracowanie przeprowadzono w trzech wariantach - w oparciu o system GPS, GLONASS i GNSS (GPS+GLONASS). Obliczenia wykonano w trybie post-processingu przy użyciu danych pobranych z systemu ASG-EUPOS. Do tego celu wykorzystano po trzy, w miarę możliwości, równomiernie rozmieszczone stacje zlokalizowane na zachód i na południe od miejsca pomiaru. Jako wartości odniesienia posłużyły wyniki uzyskane w oparciu o pobliską stację LAMA. Na końcu pracy przeprowadzono dyskusję uzyskanych wyników oraz przedstawiono zalety opracowania danych przy jednoczesnym użyciu systemów GPS i GLONASS.

DESIGN OF LOW COSTS GPS/IMU EVALUATION PLATFORM (POSTER)

Jacek Rapiński, Michał Śmieja, Dariusz Tomaszewski

d.tomaszewski1987@gmail.com

This poster presents the design and first tests of a prototype of a GPS/IMU evaluation platform. The main goal of this platform is to provide a tool for GPS/IMU algorithms development as well as for educational purposes. It is a cheap design (below \$400) with a possibility to implement various navigation algorithms, or to provide a data for other devices or for post-processing. The design allows to connect additional sensors e.g. atmospheric pressure sensor, thermocouple The first tests include autonomous position determination and tests of the inertial sensors.

ANALIZA SZUMU POMIAROWEGO OBSERWACJI GNSS DLA ODBIORNIKÓW GEODEZYJNYCH (POSTER)

Ryszard Szpunar¹, Dominik Próchniewicz¹

¹ Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, , Polska

szpunar@gik.pw.edu.pl

Obserwacje wykonywane odbiornikami satelitarnymi GNSS obarczone są szumem pomiarowym, na który składają się w głównej mierze wpływy atmosfery oraz szumy własne odbiorników i anten. Właściwe modelowanie deterministycznej oraz stochastycznej części obserwacji GNSS pozwala z większą dokładnością i wiarygodnością wyznaczyć pozycję. W prezentacji przedstawione zostanie opracowanie statystycznego modelu szumu pomiarowego na podstawie danych zebranych z wykorzystaniem generatora sygnału GNSS oraz z wykorzystaniem rzeczywistych obserwacji. Przedstawione zostaną wyniki analiz z wykorzystaniem opracowanego modelu w aspekcie dokładności i jakości precyzyjnego pozycjonowania.

ZASTOSOWANIE ZINTEGROWANYCH POMIARÓW SATELITARNYCH I POMIARÓW GEORADAROWYCH DO LOKALIZACJI USZKODZEŃ W GROBLI WYWOŁANYCH DZIAŁALNOŚCIĄ BOBRÓW (POSTER)

Dariusz Tanajewski, Olimpia Hryckowian, Mieczysław Bakuła, Bartłomiej Oszczak

tanajewski@wp.pl

Refrakcyjne fale georadarowe mogą być wykorzystane do lokalizacji obiektów i struktur znajdujących się pod powierzchnią ziemi. Dzięki temu pomiary georadarowe znalazły swoje zastosowanie w pracach związanych z badaniem stanu technicznego grobli i wałów przeciwpowodziowych, pozwalając na lokalizację miejsc osłabienia ich korpusu. Jedną z przyczyn uszkodzeń tego typu obiektów technicznych może być działalność bobrów polegająca na drążeniu nor i urządzaniu legowisk w koronie wału. W ramach badań przeanalizowano możliwość wykorzystania zintegrowanych pomiarów satelitarnych i pomiarów georadarowych do precyzyjnej lokalizacji wydrążonych przez małe ssaki tuneli. Zaprezentowano sposób wzajemnej komunikacji georadaru z zestawem pomiarowym GPS/RTK oraz sposób unifikacji danych pomiarowych. Scharakteryzowano błędy, które mogą zaistnieć podczas prowadzenia prac pomiarowych, a także opisano procedurę kameralnego opracowania danych w taki sposób, aby końcowe wyniki miały charakter przestrzenny i były gotowe do zaimplementowania w systemie informacji geograficznych.

VIEVS - VIENNA VLBI SOFTWARE AND ITS APPLICATION TO ESTIMATION OF EARTH ORIENTATION PARAMETERS (POSTER)

Monika Tercjak¹, Agata Wielgosz²

¹ Wydział Geodezji i Kartografii, Politechnika Warszawska, Polska² Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk, Polska

mtercjak@gik.pw.edu.pl

The Very Long Baseline Interferometry (VLBI) is space-based geodetic technique, which relies on observation of radio signals from distant radio sources using special antennas located on the Earth's surface. VLBI technique allows to determine various parameters e.g. position of the antennas (with accuracy at mm level), as well as direct measurement of nutation, polar motion and Earth rotation angle (UT1-UTC), what makes it the only technique that provides all of the Earth Orientation Parameters (EOP). It is also the only technique that is used for establishing the celestial reference frame and the relationship between celestial and terrestrial reference frames. The International VLBI Service (IVS) recommends several software packages to process VLBI observations. One of the them is Vienna VLBI Software (VieVS), which is developed and maintained by Department of Geodesy and Geoinformation, Vienna University of Technology (VUT). It is written in Matlab environment and thus it is compatible with most operating systems. VieVS software uses the classical least squares algorithm to estimate EOPs, clocks, tropospheric delays, and the positions of stations and radio sources. The VieVS's authors also plan to add the Kalman filter algorithm as a second parameter estimation algorithm. Once per year (since 2010) The VieVS User Workshop is being held at the VUT. During the workshop the VieVS software is presented, its features are discussed and participants have opportunity to learn the software and do practical exercises. On the poster we would like to present our experience from the participation in the VieVS User Workshop and to introduce the capabilities of VieVS package. We also would like to present our first results, mainly estimates of the Earth Orientation Parameters, obtained using VieVS software.

ANALITYCZNA METODA WYZNACZANIA POZYCJI I PRĘDKOŚCI SATELITÓW GLONASS NA PODSTAWIE ICH EFEMERYDY POKŁADOWEJ

Bogdan Skorupa¹, Władysław Góral¹

¹ AGH w Krakowie, Polska

bskorupa@agh.edu.pl

W pracy opisano model matematyczny i algorytm obliczania pozycji i prędkości satelitów na podstawie uogólnionej teorii dwu nieruchomych centrów grawitacji. Przedstawiono również zalety algorytmu analitycznego w porównaniu z powszechnie stosowaną metodą całkowania numerycznego równań ruchu satelitów GLONASS. Przytoczone wyniki testów numerycznych dają pogląd na możliwość zastosowania algorytmu opartego na metodzie dwu nieruchomych centrów grawitacji w zagadnieniach predykcji wektora stanu satelitów GLONASS.

WYNIKI OPRACOWANIA DWU-KOLOROWYCH OBSERWACJI LASEROWYCH

Stanisław Schillak¹

¹ Centrum Badań Kosmicznych PAN, Polska

sch@cbk.poznan.pl

Laseroe obserwacje dwu-kolorowe były dotychczas realizowane przez dwie stacje: Zimmerwald (7810) w Szwajcarii i Concepcion (7405) w Chile. Obejmowały one odpowiednio okres od sierpnia 2002 do stycznia 2008 oraz od maja 2003 do listopada 2009. Dla obu stacji obserwacje prowadzono za pomocą lasera na tytanie-szafiru równocześnie dla dwóch długości fal; 423 nm i 846 nm. W kanale odbiorczym oba kolory były rozdzielane i odbierane przez dwa detektory i dwa liczniki interwałów czasu i Event Timery. Wyniki dla obu kolorów były traktowane jako dla dwóch niezależnych stacji: 7810 (7405) -niebieski i 7810 (7405) -podczerwony. Pozycje stacji były wyznaczane za pomocą programu orbitalnego NASA GEODYN-II z danych satelitów LAGEOS-1 i LAGEOS-2. W sumie uzyskano 47 wspólnych miesięcznych punktów dla stacji Zimmerwald i tylko 8 punktów dla stacji Concepcion. Dlatego też stację w Concepcion nie można było wykorzystać w dalszej analizie. Stabilność pozycji NEU odniesionych do ITRF2008 dla stacji Zimmerwald w przedstawianym okresie wynosiła odpowiednio 3.5 mm, 3.2 mm, 16.5 mm dla koloru niebieskiego i 3.2 mm, 2.9 mm, 14.6 mm dla podczerwieni. Średnie różnice pomiędzy niebieskim, a podczerwienią dla wspólnych punktów NEU wynosiły odpowiednio 0.8±2.0 mm, 0.4±1.9 mm i -4.8±8.7 mm. Różnice w odchyleniu systematycznym dla obu kolorów wyznaczone niezależnie dla satelitów LAGEOS-1 i LAGEOS-2 były równe odpowiednio -5.7±8.6 mm i -5.0±9.5 mm. Dla obu satelitów została wykryta identyczna fala roczna z amplitudą 10 mm. Ten efekt można wyjaśnić przez różnice w poprawce atmosferycznej dla obu kolorów. Niestety stacja Zimmerwald od marca 2008 prowadzi obserwacje laserem neodymowym YAG, a stacja Concepcion obserwuje od roku 2009 wyłącznie w podczerwieni, brak zatem możliwości weryfikacji uzyskanych wyników. W najbliższej przyszłości bardzo ważne byłyby obserwacje w dwóch kolorach 532 nm i 1064 nm, tym bardziej, że są już dostępne nowe wysoko czułe diody lawinowe dla 1064 nm. Wprowadzenie laserowych obserwacji dwu-kolorowych jest krytyczne dla poprawy dokładności obserwacji laserowych.

OCENA JAKOŚCI OBSERWACJI LASEROWYCH WYKONANYCH W LATACH 1983-2012

Stanisław Schillak¹, Paweł Lejba¹, Marek Lehmann¹

¹ Obserwatorium Astrogeodynamiczne w Borowcu, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Polska

sch@cbk.poznan.pl

Przedstawiono wyniki wyznaczania pozycji i prędkości stacji laserowych z obserwacji wykonanych od września 1983 do grudnia 2012. Obliczenia pozycji stacji były realizowane za pomocą orbitalnego programu NASA GEODYN-II z wyników obserwacji satelitów LAGEOS-1 i LAGEOS-2 dla epoki pierwszego dnia każdego miesiąca. Miesięczne łuki orbitalne były wyznaczane z wyników najlepszych w danym roku kilkunastu stacji laserowych mających najwyższą jakość i ilość obserwacji. Dla wyznaczania pozycji odrzucono wyniki dla których ilość punktów normalnych w danym miesiącu była mniejsza niż 50, a dla prędkości, gdy okres obserwacyjny był krótszy niż 3 lata. Materiał obserwacyjny został podzielony na cztery grupy; dla stacji o najwyższej jakości, stacji średnich, stacji słabszych, oraz stacji mobilnych, które ze względu na krótkie okresy obserwacyjne nie można było włączyć do pozostałych grup. Dokładność obserwacji była oceniana na podstawie stabilności wyznaczanej pozycji w zadanym okresie. Wyniki zostały pogrupowane w sześciu okresach pięcioletnich, które umożliwiały wyznaczenie także prędkości stacji: 1983-1987, 1988-1992 (oba okresy tylko dla satelity LAGEOS-1), 1993-1997, 1998-2002, 2003-2007, 2008-2012. Łącznie wyznaczono pozycje 137 punktów pomiarowych, w tym 34 z okresu ponad 20 lat i 25 dla stacji mobilnych dla których okres obserwacji był dłuższy niż 3 lata. Biorąc pod uwagę ocenę dokładności wszystkich stacji najdokładniejsze wyniki na poziomie 4 mm uzyskano dla stacji Zimmerwald i Herstmonceux, a dokładność 24 stacji mieści się w granicach 4 - 10 mm. Najwyższą dokładność dla grupy najlepszych stacji uzyskano dla okresu 1998-2002. Wyniki w okresie 1983-1992 były dla wszystkich ocenianych stacji znacznie gorsze z powodu obserwacji tylko jednego satelity LAGEOS. W okresie od 2003 do 2010 wyniki wykazują nieznaczne pogorszenie dokładności pozycji kilku podstawowych stacji. Ten efekt można wyjaśnić przez skoki w składowej pionowej w wyniku błędów systematycznych, zmian pozycji w wyniku trzęsień ziemi i zmniejszeniem ilości obserwacji dla kilku stacji. Analiza tych efektów była prezentowana dotychczas na kilku konferencjach krajowych i międzynarodowych.

60 LAT OBSERWATORIUM W BOROWCU

Stanisław Schillak¹, Janusz B. Zieliński¹

¹ Zakład Geodezji Planetarnej, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Polska

sch@cbk.poznan.pl

9 grudnia 2012 minęło 60 lat od zatwierdzenie decyzji Sekretariatu Naukowego Prezydium PAN o budowie Astronomicznej Stacji Szerokościowej w Borowcu. Głównym inicjatorem budowy był dyrektor Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Poznańskiego prof. Józef Witkowski. Prezentacja przedstawia kolejne etapy rozwoju Obserwatorium, oraz aktualnie realizowane zadania badawcze. Najważniejsze etapy to uruchomienie obserwacji wyznaczania długości i szerokości geograficznej w roku 1957, pierwsze obserwacje fotograficzne satelitów w roku 1964, rozpoczęcie satelitarnych obserwacji laserowych od 1976 (pierwsza generacja) i od 1987 druga i trzecia (1992) generacja, pierwszy zegar atomowy (1980), realizacja obserwacji dopplerowskich od 1982, pierwsze obserwacje GPS od 1990, a od 1994 w IGS, budowa własnych systemów do porównań skal czasu od 1997, maser wodorowy od 2007, uruchomienie systemu dwu-drogowego do porównań skal czasu w 2007, pierwsze pomiary transferu czasu za pomocą światłowodów w 2012. Obecnie w Obserwatorium są realizowane trzy główne zadania badawcze i pomiarowe: wykonanie i opracowanie wyników satelitarnych obserwacji laserowych, ciągłe prowadzenie obserwacji GPS (BOR1), realizacja skali czasu atomowego (AOS) i zwiększanie jakości porównań skal czasu. Obserwacje laserowe zachowały ciągłość pomiarów od 1993 do 2009 (stacja nr 7811), obecnie trwa modernizacja systemu. Trwają prace nad wyznaczaniem pozycji i prędkości stacji laserowych za pomocą programu orbitalnego NASA GEODYN-II. Obserwacje GPS prowadzone są nieprzerwanie od roku 1994, obecnie na odbiorniku Trimble NetRS (od roku 2007). Wysokiej jakości wyniki są przekazywane do IGS i EPN, oraz do polskiej aktywnej sieci geodezyjnej ASG-EUPOS. Laboratorium Czasu i Częstotliwości bierze udział w tworzeniu międzynarodowej (TAI) i krajowej (TA(PL)) skali czasu atomowego, wprowadza nowe dokładniejsze metody porównań skal czasu, obecnie za pomocą linii światłowodowej na poziomie 10 ps, udoskonala własne odbiorniki do transferu czasu (Time Transfer System) realizowanego za pomocą satelitów systemów lokalizacyjnych (GPS, GLONASS, Galileo, COMPASS, EGNOS), oraz współtworzy skalę czasu dla satelitów systemu Galileo.

10 LAT PERMANENTNYCH OBSERWACJI GNSS W OBSERWATORIUM SATELITARNYM AGH

Jacek Kudrys¹

¹ AGH w Krakowie, Polska

jkudrys@agh.edu.pl

W styczniu 2003 roku, na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH rozpoczęła pracę stacja permanentnych obserwacji GPS. Praktycznie od momentu uruchomienia została włączona w struktury sieci EUREF Permanent Network pod nazwą KRAW.

W chwili obecnej praca odbiornika stacji KRAW uzupełniana jest danymi GPS/GLONASS, z drugiej pracującej w ramach obserwatorium AGH stacji permanentnej KRA1.

W referacie przedstawione zostaną informacje dotyczące działalności obserwatorium na przestrzeni 10 lat jego funkcjonowania, badania prowadzone w obserwatorium oraz perspektywy rozwoju.