



Komisja Geodezji Satelitarnej Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych  
Polskiej Akademii Nauk



Instytut Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu



# KONFERENCJA NAUKOWA

„Satelitarne metody wyznaczania pozycji  
we współczesnej geodezji i nawigacji”

## STRESZCZENIA

ABSTRACTS

Wrocław, 2-4.06.2011 r.

## Konferencja Naukowa

### **„Satelitarne metody wyznaczania pozycji we współczesnej geodezji i nawigacji”**

**Wrocław, 2-4.06.2011 r.**

#### Komitet Naukowy

prof. dr hab. inż. Marcin Barlik  
dr hab. inż. Jarosław Bosy  
prof. dr hab. inż. Stefan Cacoń  
prof. dr hab. Andrzej Drożyner  
kmdr prof. dr hab. inż. Andrzej Felski  
dr hab. inż. Mariusz Figurski  
płk dr hab. Marek Grzegorzewski  
dr hab. inż. Bernard Kontny  
dr hab. inż. Andrzej Krankowski  
prof. dr hab. inż. Jan Kryński  
prof. dr hab. inż. Stanisław Oszczak  
prof. dr hab. inż. Jerzy Rogowski  
dr hab. Zofia Rzepecka  
dr hab. Stanisław Schillak  
kmdr dr hab. inż. Cezary Specht  
prof. dr hab. inż. Janusz Zieliński

#### Komitet Organizacyjny

dr hab. inż. Jarosław Bosy (przewodniczący)  
dr inż. Jan Kapłon (sekretarz)  
mgr inż. Jan Sierny  
mgr Wojciech Dach  
mgr inż. Stanisław Rogowski  
mgr inż. Mieczysław Łyskawa

Sponsorzy





## SPIS TREŚCI Contents

### **Piotr Banasik**

WYKORZYSTANIE ASG-EUPOS DO INTEGRACJI OSNOWY  
WYSOKOŚCIOWEJ ..... 9

### **Radosław Baryła, Katarzyna Stępnik, Paweł Wielgosz, Jacek Paziewski, Marta Krukowska**

ANALIZA DOKŁADNOŚCI MODELI CENTRÓW FAZOWYCH ANTEN  
ODBIORNIKÓW GPS DLA POTRZEB NIWELACJI SATELITARNEJ ..... 10

### **Monika Biryło, Adam Dorskocz, Katarzyna Pająk, Marcin Uradziński**

OCENA NUMERYCZNEGO MODELU TERENU W POSTACI TIN  
Z JEDNOCZESNYCH POMIARÓW TACHIMETRYCZNYCH  
I SATELITARNYCH ..... 11

### **Monika Biryło, Jolanta Nastula**

ZRÓŻNICOWANIE RÓWNOWAŻNEJ WARSTWY WODY W ODNIESIENIU  
OBSZARÓW POLSKI ..... 12

### **Andrzej Bobojć, Andrzej Drożyner**

OBSERWACJE SKŁADOWYCH TENSORA GRAWITACYJNEGO Z MISJI  
GOCE W DZIEDZINIE CZASU ..... 13

### **Janusz Bogusz, Bernard Kontny**

MODUŁ GEODYNAMICZNY JAKO ELEMENT INTERPRETACYJNY  
PROJEKTU ASG+ ..... 14

### **Jarosław Bosy, Witold Rohm, Jan Kapłon, Jan Sierny**

MODUŁ MODELOWANIA I PREDYKCJI STANU TROPOSFERY ..... 15

### **Aleksander Brzeziński, Tomasz Liwosz**

GLOBAL REFERENCE SYSTEMS AND EARTH ROTATION: CURRENT  
REALIZATIONS AND SCIENTIFIC PROBLEMS ..... 16

### **Sławomir Cellmer**

ZASTOSOWANIE DEKORELACJI CAŁKOWITOLICZBOWEJ  
DO ZWIĘKSZENIA EFEKTYWNOŚCI METODY MAFA ..... 17

### **Adam Ciećko, Stanisław Oszczak, Grzegorz Grunwald, Rafał Kaźmierczak**

GEODEZYJNE ASPEKTY OPRACOWANIA PROCEDURY PODEJŚCIA  
DO LĄDOWANIA DLA IMPLEMENTACJI NAWIGACJI OBSZAROWEJ  
(RNAV) W POLSCE ..... 18

### **Jan Cisak, Walyeldeen Hassan, Łukasz Żak**

CZY NA PODSTAWIE DANYCH GNSS MOŻNA MONITOROWAĆ  
PROCESY TEKTONICZNE W STREFIE T-T? ..... 19

### **Rolf Dach, Urs Hugentobler**

INTERNATIONAL GNSS SERVICE ON THE STEP TO THE MULTI-GNSS  
AGE ..... 20

### **Steven Detré**

THE FUTURE OF GNSS ..... 21

<b>Andrzej Fellner, Henryk Jafernik, Paweł Trómiński</b> LOTNICZA WALIDACJA PROCEDUR LPV W RAMACH EKSPERYMENTALNYCH PODEJŚĆ RNAV EGNOS/GNSS.....	22
<b>Andrzej Felski</b> ACCURACY AND AVAILABILITY OF EGNOS – RESULTS OF OBSERVATIONS.....	23
<b>Mariusz Figurski, Jarosław Bosy, Andrzej Krankowski, Janusz Bogusz, Bernard Kontny, Paweł Wielgosz</b> ZAŁOŻENIA I STAN AKTUALNY REALIZACJI PROJEKTU ASG+ .....	24
<b>Mariusz Figurski, Karolina Szafranek, Andrzej Araszkiwicz, Marcin Szolucha</b> ZAŁOŻENIA BUDOWY MODUŁÓW OPRACOWANIA SIECI ASG-EUPOS I MONITOROWANIA WSPÓŁRZĘDNYCH STACJI SYSTEMU W CZASIE PRAWIE-RZECZYWISTYM .....	25
<b>Anna Foks-Ryznar, Karol Brzostowski, Piotr Sitek, Radosław Darakchiev</b> ZINTEGROWANE MODUŁY LOKALIZACYJNE GPS/INS W SYSTEMIE PROTEUS.....	26
<b>Wiesław Graszka, Szymon Wajda</b> MODERNIZACJA SYSTEMU ASG-EUPOS I NOWE WYZWANIA .....	27
<b>Piotr Grzempowski</b> THE INTEGRATION OF DATA WITH GIS SYSTEM FOR INTERPRETATION OF GEODYNAMIC RESEARCH RESULTS.....	29
<b>Marcin Jagoda, Dominika Rutkowska</b> WYZNACZANIE PARAMETRÓW SPRĘŻYSTOŚCI ZIEMI NA PODSTAWIE SATELITARNYCH OBSERWACJI LASEROWYCH WYKONANYCH DO NISKICH SATELITÓW .....	30
<b>Jacek Januszewski</b> THE PROBLEM OF COMPATIBITY AND INTEROPERABILITY OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS IN COMPUTATION OF USER'S POSITION .....	31
<b>Leszek Jaworski</b> PORÓWNANIE WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTÓW SIECI POLREF Z WYZNACZENIA W LATACH 1994/95 I 2008/2010.....	32
<b>Leszek Jaworski, Anna Świątek, Ryszard Zdunek, Janusz B. Zieliński</b> WSTĘPNE WYNIKI OPRACOWANIA KAMPANII GNSS „INTEGRACJA STACJI REFERENCYJNYCH SYSTEMU ASG-EUPOS Z PODSTAWOWĄ OSNOWĄ GEODEZYJNĄ KRAJU” .....	33
<b>Wiesław Kosek, Maciej Kalarus, Agnieszka Wnęk, Maria Zbylut</b> EARTH ORIENTATION PARAMETERS COMBINATION OF PREDICTION PILOT PROJECT .....	34
<b>Andrzej Krankowski, Andrzej Drożyner, Rafał Sieradzki, Anna Krypiak-Gregorczyk, Irina Zakharenkova</b> MODUŁ MODELOWANIA I PREDYKCJI STANU JONOSFERY .....	35

<b>Andrzej Krankowski, Jacek Paziewski, Paweł Wielgosz, Rafał Sieradzki</b> ZASTOSOWANIE PREDYKOWANEGO MODELU JONOSFERY W ULTRASZYBKIM POZYCJONOWANIU STATYCZNYM .....	36
<b>Krzysztof Kroszczyński</b> BADANIE CZASOPRZESTRZENNYCH ROZKŁADÓW OPÓŹNIEŃ SKOŚNYCH GPS.....	37
<b>Michał Kruczyk, Tomasz Liwosz</b> IWV/IPW Z ROZWIĄZAŃ GNSS A DANE METEOROLOGICZNE – KILKA PRZYKŁADÓW PORÓWNAŃ.....	38
<b>Anna Krypiak-Gregorczyk, Andrzej Krankowski, Irina Zakharenkova</b> INTEGRACJA OBSERWACJI Z SYSTEMU FORMOSAT-3/COSMIC Z NAZIEMNYMI WYZNACZENIAMI TEC Z PERMANENTNYCH OBSERWACJI GNSS.....	39
<b>Jacek Kudrys</b> WYKORZYSTANIE SYSTEMU ASG-EUPOS DO BADANIA ZJAWISK GEODYNAMICZNYCH NA PRZYKŁADZIE TRZĘSIENIA ZIEMI W REJONIE HONSIU, JAPONIA.....	40
<b>Marek Lehmann, Leszek Jaworski</b> EFEKTY SYSTEMATYCZNE WE WSPÓŁRZĘDNYCH NIEGLOBALNYCH STACJI PERMANENTNYCH W ROZWIĄZANIACH MIT – IGS AC .....	41
<b>Paweł Lejba, Jerzy Nawrocki, Marek Lehmann, Paweł Nogaś, Dariusz Lemański</b> TECHNIKA PPP W KONTEKŚCIE TRANSFERU CZASU .....	42
<b>Paweł Lejba, Stanisław Schillak</b> AKTYWNOŚĆ OBSERWATORIUM W BOROWCU W WYZNACZANIU ORBIT SATELITÓW .....	43
<b>Wolfgang Meixner</b> IFEN – EXCELLENCE IN SATELLITE NAVIGATION.....	44
<b>Bartłomiej Oszczak, Krzysztof Serżysko</b> ALGORYTM SIRF DEKODER I JEGO WYKORZYSTANIE W SYSTEMIE ASG-EUPOS.....	45
<b>Stanisław Oszczak, Adam Ciećko, Marek Grzegorzewski, Janusz Ćwiklak</b> WYKORZYSTANIE SYSTEMU EGNOS W NAWIGACJI LOTNICZEJ W ASPEKCIE URUCHOMIENIA SERWISU SAFETY-OF-LIFE .....	46
<b>Wojciech Pachelski, Małgorzata Paśnicka, Karolina Szafranek, Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska</b> OPIS MODELU SKAL CZASU ZA POMOCĄ NOTACJI UML NA PODSTAWIE IERS CONVENTION 2010 .....	47
<b>Jacek Paziewski, Paweł Wielgosz, Katarzyna Stępiak</b> ULTRA SZYBKE POZYCJONOWANIE GNSS Z ZASTOSOWANIEM SYSTEMÓW GPS, GALILEO, EGNOS I WAAS .....	48
<b>Dominik Próchniewicz</b> OCENA DOKŁADNOŚCI I WIARYGODNOŚCI MODELOWANIA POPRAWEK POWIERZCHNIOWYCH W TECHNOLOGII NETWORK RTK .....	49

<b>Marcin Rajner, Tomasz Liwosz, Jerzy B. Rogowski</b> ANALIZA SEZONOWYCH ZMIAN POZYCJI WYBRANYCH STACJI GNSS. WERYFIKACJA WYNIKÓW NA PODSTAWIE DANYCH MISJI SATELITARNEJ GRACE .....	50
<b>Witold Rohm</b> PRECYZJA ROZWIĄZANIA TOMOGRAFICZNEGO, ROZWIĄZANIE TOMOGRAFICZNE BEZ WARUNKÓW NAKŁADANYCH NA NIEWIADOME .....	51
<b>Jerzy Saczuk, Krzysztof Bielecki</b> ALGORYTMY UMOŻLIWIAJĄCE POPRAWĘ WYZNACZENIA POZYCJI TELEFONÓW GSM Z WBUDOWANYM ODBIORNIKIEM GPS .....	52
<b>Jerzy Saczuk, Krzysztof Bielecki</b> ZAŁOŻENIA I STAN REALIZACJI PRAC W ZAKRESIE OPRACOWANIA SERWISU POZYCJONOWANIA Z WYKORZYSTANIEM TELEFONÓW GSM Z MODUŁEM GPS .....	53
<b>Stanisław Schillak</b> INTERNATIONAL SLR SERVICE .....	54
<b>Harald Schuh, Dirk Behrend, Brian E. Corey, Hayo Hase, Chopo Ma, Arthur E. Niell, William T. Petrachenko, Alan Whitney</b> VLBI2010: NEXT GENERATION VLBI SYSTEM FOR GEODESY AND ASTROMETRY .....	55
<b>Rafał Sieradzki, Andrzej Krankowski, Anna Krypiak-Gregorczyk, Irina Zakharenkova, Jacek Kapcia</b> ZASTOSOWANIE WYSOKOCZĘSTOTLIWOŚCIOWYCH ODBIORNIKÓW GNSS DO BADANIA SCYNTYLACJI SYGNAŁÓW SATELITARNYCH W JONOSFERZE .....	56
<b>Krzysztof Sośnica, Daniela Thaller, Adrian Jäggi, Rolf Dach, Gerhard Beutler</b> THE IMPACT OF THE GLOBAL GRAVITY FIELD MODELS ON THE ORBIT DETERMINATION OF LAGEOS SATELLITES .....	57
<b>Kinga Węzka</b> ANALIZA WYBRANYCH METOD ROZWIĄZAŃ RÓWNAŃ PSEUDOODLEGŁOŚCI NA PODSTAWIE OBSERWACJI KODOWYCH GNSS .....	58
<b>Paweł Wielgosz, Jacek Paziewski, Katarzyna Stępnia</b> MODUŁ ULTRASZYBKIEGO POZYCJONOWANIA GNSS .....	59
<b>Ryszard Zdunek, Janusz Zieliński, Marta Krywanis-Brzostowska</b> EEGS – MOŻLIWOŚCI POPRAWY JAKOŚCI SYSTEMU EGNOS .....	60



# WYKORZYSTANIE ASG-EUPOS DO INTEGRACJI OSNOWY WYSOKOŚCIOWEJ

**Piotr Banasik**

*Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie im. Stanisława Staszica  
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
pbanasik@agh.edu.pl*

## STRESZCZENIE

W prezentacji omówiono rolę jaką sieć stacji permanentnych ASG-EUPOS może spełniać w integracji osnów geodezyjnych, w szczególności osnów wysokościowych. Przedstawiono metody wyznaczenia wysokości normalnej stacji ASG-EUPOS wykorzystujące model quasi-geoidy. Zwrócono uwagę na potrzebę włączenia stacji permanentnych do modelowania geoidy i quasi-geoidy. Na przykładzie stacji KRAW w Krakowie podano praktyczną realizację uzupełnienia stacji KRAW o wartości składowych odchylenia linii pionu i wybranych charakterystyk pola ciężkościowego Ziemi.

## **ANALIZA DOKŁADNOŚCI MODELI CENTRÓW FAZOWYCH ANTEN ODBIORNIKÓW GPS DLA POTRZEB NIWELACJI SATELITARNEJ**

**Radosław Baryła, Katarzyna Stępnia, Paweł Wielgosz, Jacek Paziewski,  
Marta Krukowska**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 1, 10-719 Olsztyn  
baryla@uni.olsztyn.pl, katarzyna.stepniak@uwm.edu.pl,  
pawel.wielgosz@uwm.edu.pl, jacek.paziewski@uwm.edu.pl, sparks13@o2.pl*

### **STRESZCZENIE**

W pracy zostaną przedstawione wyniki badań dokładności modeli centrów fazowych anten odbiorników GPS oraz ich wpływu na dokładność wyznaczania pozycji 3D. Do analiz wykorzystano 17 egzemplarzy popularnych anten GNSS, reprezentujących 11 różnych modeli. W pracy porównywano współrzędne tego samego punktu wyznaczone z pomiarów anteną referencyjną (typu choke ring) do współrzędnych wyznaczonych z pomiarów antenami testowanymi. W ten sposób zbadano dokładność modeli i stabilność centrów fazowych analizowanych anten. Badanie wykonano na bazie kalibracyjnej w Obserwatorium Satelitarnym w LamkóWKu. Procedura pomiarów przebiegała w następujący sposób: pomiary wykonano anteną referencyjną (sesje 3x24 godziny) – następnie anteną testowaną nr 1 (3x24 godziny) – kolejno anteną testowaną nr 2 (3x24 godziny) – anteną testowaną nr 3 (3x24 godziny) – i powtórnie anteną referencyjną (3x24 godziny) – itd. Pozyskane w ten sposób obserwacje z pomiarów statycznych zostały opracowane z wykorzystaniem oprogramowania naukowego Bernese oraz dwóch programów komercyjnych. Programy te korzystają z różnych modeli centrów fazowych: absolutnych IGS oraz absolutnych i względnych NGS.

Najlepsze wyniki uzyskano wykorzystując oprogramowanie Bernese z absolutnymi modelami centrów fazowych IGS. Różnice pomiędzy współrzędnymi uzyskanymi z pomiarów różnymi typami anten są tu najmniejsze, ponadto powtarzalność wyznaczeń współrzędnych z poszczególnych sesji dobowych dla pojedynczych anten jest największa. Wysokości punktów wyznaczone programami komercyjnymi korzystającymi z modeli NGS charakteryzują się nawet kilkucentymetrowymi błędami oraz znacznym rozrzutem wyników, co praktycznie dyskwalifikuje je z zastosowań w niwelacji satelitarnej. Badania pokazały, że także modele IGS dla niektórych typów anten są wciąż niedoskonałe oraz, że niektóre anteny charakteryzują się niezadawalającą stabilnością centrum fazowego. Jednak, w przypadku wykorzystania dobrej jakości anten oraz poprawnych modeli centrów fazowych, możliwa jest niwelacja satelitarna z milimetrową dokładnością.

# **OCENA NUMERYCZNEGO MODELU TERENU W POSTACI TIN Z JEDNOCZESNYCH POMIARÓW TACHIMETRYCZNYCH I SATELITARNYCH**

**Monika Biryło, Adam Doskocz, Katarzyna Pająk, Marcin Uradziński**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 2, 10-957 Olsztyn  
monika.sienkiewicz@uwm.edu.pl*

## **STRESZCZENIE**

Jednym z najważniejszych, a zarazem najtrudniejszych zadań, jakie są podejmowane w złożonym procesie konstruowania systemów informacji przestrzennej, jest tworzenie numerycznego modelu terenu (NMT). Zarówno technologie pomiaru obiektu, jak i sposób ich opracowania czy rozmieszczenie punktów pomiarowych determinuje jakość uzyskanego NMT.

Najczęściej stosowaną metodą bezpośredniego pomiaru jest tachimetr elektroniczny, jednak pomiar tachimetryczny jest czasochłonny i dość kosztowny.

W niniejszym opracowaniu wykonane zostały jednocześnie bezpośrednie pomiary tachimetryczne i satelitarne w celu zebrania danych pomiarowych do utworzenia numerycznego modelu terenu. Na podstawie danych pomiarowych wygenerowano NMT w postaci siatki TIN. Uzyskane modele poddano analizie porównawczej w celu sprawdzenia rozbieżności, jakie zachodzą pomiędzy modelami utworzonymi z danych pozyskanych za pomocą obu metod pomiarowych.

# ZRÓŻNICOWANI RÓWNOWAŻNEJ WARSTWY WODY W ODNIESIENIU OBSZARÓW POLSKI

**Monika Biryło, Jolanta Nastula**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 2, 10-957 Olsztyn  
monika.sienkiewicz@uwm.edu.pl*

## STRESZCZENIE

Satelity GRACE pozwalają wyznaczać równoważną warstwę wody. Ponieważ nie ma możliwości interpretacji i analizy surowych danych, stworzono wiele filtrów. Celem pracy jest porównanie istniejących filtrów na przykładzie zobrażeń obszarów Polski.

# OBSERWACJE SKŁADOWYCH TENSORA GRAWITACYJNEGO Z MISJI GOCE W DZIEDZINIE CZASU

**Andrzej Bobojć, Andrzej Drożyner**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 2, 10-957 Olsztyn  
andrzej.bobojc@gmail.com*

## STRESZCZENIE

Głównym celem rozpoczętej w marcu 2009 roku misji Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer (GOCE) jest wyznaczenie nowego modelu statycznego pola grawitacyjnego Ziemi, będącego zasadniczym czynnikiem poprawienia opisu szeregu procesów przebiegających zarówno na powierzchni jak i we wnętrzu naszej planety. Misja GOCE znajduje się obecnie (kwiecień 2011) w fazie operacyjnej; krążący na wysokości około 250 km satelita transmituje do stacji odbiorczej (Kiruna, Szwecja) szeregi czasowe obserwacji składowych tensora grawitacyjnego oraz pomiarów kodowo-fazowych do konstelacji satelitów GPS. Dane te w różnym stopniu przetworzenia, zostały udostępnione dla szerokiej społeczności naukowej przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA).

W pracy wykorzystano szereg czasowy pomiarów składowych tensora grawitacyjnego poziomu 1b dla wybranego 30-dniowego przedziału z jednosekundowym interwałem pomiędzy kolejnymi obserwacjami. Poziom 1b oznacza wstępne przetworzenie surowych danych pomiarowych i wyznaczenie wspomnianych składowych z uwzględnieniem czasowych zmian pola grawitacyjnego, spowodowanych głównie przez pływy. Przedstawiono zmiany czasowe pomiarów poszczególnych składowych tensora grawitacyjnego oraz porównano je pod względem charakterystyk dokładnościowych. Podane zmiany czasowe zostały opisane ze wskazaniem charakterystycznych okresów. Dodatkowo wyznaczono szereg czasowy sumy obserwacji składowych diagonalnych oraz średnią wartość tej sumy dla danego 30-dniowego przedziału czasowego pomiarów.

## MODUŁ GEODYNAMICZNY JAKO ELEMENT INTERPRETACYJNY PROJEKTU ASG+

Janusz Bogusz<sup>(1)</sup>, Bernard Kontny<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

<sup>(2)</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław, [bernard.kontny@up.wroc.pl](mailto:bernard.kontny@up.wroc.pl)

### STRESZCZENIE

Celem projektu ASG+ jest budowa modułów wspomaganie serwisów czasu rzeczywistego systemu ASG-EUPOS oraz rozszerzenie funkcjonalności systemu przez dodanie nowych serwisów obejmujących m.in. badanie ruchów pionowych i poziomych skorupy ziemskiej na obszarze Polski w oparciu o sieć ASG-EUPOS. Serwis ten składać się będzie z trzech podstawowych modułów:

1. Moduł ruchów poziomych litosfery.
2. Moduł ruchów pionowych litosfery.
3. Zintegrowany moduł geodynamiczny ruchów pionowych i poziomych litosfery.

Stworzenie pierwszych dwóch modułów obejmować będzie m.in. następujące zadania badawcze:

- analiza szeregów czasowych współrzędnych poziomych i pionowych,
- eliminacja oscylacji okresowych i epizodycznych zmian skokowych i nieliniowych nie mających związku z dynamiką ziemi (np. śnieg), analizy czasowe i czasowo-częstotliwościowe zmian współrzędnych poziomych i pionowych,
- estymacja składowych poziomych i pionowych prędkości stacji,
- interpolacja wyznaczonych prędkości w węzłach siatki grid (lub tin) w niezależnych modelach: i - ciągłym dla obszaru polski, ii – nieciągłym, uwzględniającym jednostki tektoniczne,
- wyliczenie elips odkształceń wskazujących na główne kierunki rozciągania i skracania – zmiany poziome,
- wyliczenie tempa deformacji poziomych i pionowych,
- opracowanie wektorowego pola deformacji.

Budowa zintegrowanego modułu geodynamicznego obejmować będzie m.in. takie zadania:

- wykrycie nieciągłości modeli pola deformacji na podstawie analizy rozkładu rezyduów,
- ocena współczesnej aktywności głównych struktur tektonicznych na obszarze polski na podstawie porównania z istniejącymi danymi geologicznymi (naprężenia skorupy) i sejsmologicznymi (aktywność sejsmiczna),
- identyfikacja obszarów potencjalnych zagrożeń tektonicznych oraz obszarów, dla których wartości parametrów deformacji przekraczają kryterium istotności stochastycznej i kryterium istotności geologiczno-tektonicznej,
- integracja geodezyjnych modeli deformacji poziomych i pionowych z modelami geologicznymi i danymi niegeodezyjnymi (miąższość skorupy, dane sejsmiczne, dane grawimetryczne itp.),
- wizualizacja graficzna w serwisie.

Zakres badań ma charakter interdyscyplinarny, a ich wyniki mogą być wykorzystane w różnych dziedzinach gospodarki. Propozycję zadań badawczych niniejszego projektu wychodzą naprzeciw priorytetom programów badawczych Unii Europejskiej związanych rozwojem segmentów monitorowania środowiska dla zapewnienia bezpieczeństwa (GMES).

## MODUŁ MODELOWANIA I PREDYKCJI STANU TROPOSFERY

**Jarosław Bosy, Witold Rohm, Jan Kapłon, Jan Sierny**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław  
jaroslaw.bosy@up.wroc.pl, witold.rohm@up.wroc.pl, jan.kaplon@up.wroc.pl,  
jan.sierny@up.wroc.pl*

### STRESZCZENIE

Sygnal z satelitów GNSS dociera aktualnie do około 130 (łącznie ze stacjami zagranicznymi) odbiorników naziemnych stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS rozłożonych równomiernie na obszarze Polski przez 24 godziny na dobę z 1-sekundową rozdzielczością czasową. Ilość obserwacji GNSS i ich rozdzielczość przestrzenno-czasowa daje możliwość budowy modelu stanu atmosfery w czasie quasi rzeczywistą porównywalną jakościowo numerycznymi modelami pogody, które są wynikiem prognozy. Sieć stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS dostarcza obserwacji GNSS na bazie których będzie wyznaczane opóźnienie troposferyczne w kierunku zenitu (ZTD) dla każdej z nich w czasie quasi rzeczywistym (NRT). Na stacjach ASG-EUPOS działających w ramach EPN prowadzone są równolegle obserwacje meteorologiczne. Powyższe dane wzbogacone o obserwacje meteorologiczne z stacji synoptycznych IMGW będą podstawą wyznaczenia trybie NRT opóźnienia troposferycznego w kierunku zenitu dla części mokrej (ZWD). W kolejnym etapie będzie wyznaczane opóźnienie troposferyczne w kierunku do satelity (SWD). Na tej podstawie będzie realizowany model zawartości pary wodnej w atmosferze w czasie quasi rzeczywistym (NRT IPWV). Głównym jednak produktem będzie model rozkładu pary wodnej w atmosferze (NRT 4DWVD) wyznaczany w oparciu o SWD z wykorzystaniem metody tomografii. Model rozkładu parametrów meteorologicznych: temperatury i ciśnienia (NRT 4DTPD) w troposferze będzie budowany w oparciu dane z naziemnych pomiarów meteorologicznych oraz profili uzyskiwanych z radiosondaży, radiometrów i pomiarów satelitarnych.

Modele stanu atmosfery NRT 4DWVD i NRT 4DTPD zostaną zintegrowane z numerycznymi modelami pogody (NWP). Zintegrowane zostaną NWP: COAMPS (Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System) i WRF (Weather Research and Forecasting).

Zintegrowane modele NRT stanu troposfery oraz modele predykcji zostaną przygotowane do zaimplementowania w serwisach czasu rzeczywistego i postprocessingu systemu ASG-EUPOS zarówno obecnie funkcjonujących, jak proponowanym w tym projekcie module ultraszybkiego pozycjonowania GNSS. Serwisy czasu rzeczywistego i postprocessingu systemu ASG-EUPOS bazują obecnie na modelach opóźnienia troposferycznego korzystających ze standardowych modeli atmosfery, charakteryzujących się słabą rozdzielczością przestrzenno-czasową. Wprowadzenie do procesu opracowania danych sieci ASG-EUPOS informacji z modeli NRT 4DWVD i NRT 4DTPD pozwoli na ograniczenie się do wykorzystania tylko modelu deterministycznego na etapie estymacji opóźnienia troposferycznego.

**GLOBAL REFERENCE SYSTEMS AND EARTH ROTATION:  
CURRENT REALIZATIONS AND SCIENTIFIC PROBLEMS**

**Aleksander Brzeziński, Tomasz Liwosz**

*Politechnika Warszawska Wydział Geodezji i Kartografii  
Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa  
alek@cbk.waw.pl, t.liwosz@gik.pw.edu.pl*

**ABSTRACT**

We review in the paper the definition and current realizations of the Celestial and Terrestrial Reference Systems and the transformation between them. Basic reference is the most recent version of the International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) Conventions (2010). Attention is focused on the differences with respect to the previous version of the IERS Conventions as well as on the related scientific problems.



# ZASTOSOWANIE DEKORELACJI CAŁKOWITOLICZBOWEJ DO ZWIĘKSZENIA EFEKTYWNOŚCI METODY MAFA

**Sławomir Cellmer**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
slawomir.cellmer@uwm.edu.pl*

## STRESZCZENIE

Metoda MAFA opracowania obserwacji fazowych opiera się na modelu funkcjonalnym zadania wyrównawczego, zawierającym warunki zapewniające „całkowitoliczbowość” dla części parametrów – nieoznaczoności pomiaru fazowego (ambiguity). Warunki te są wyrażone w postaci dającej się zlinearyzować ciąglej, różniczkowalnej funkcji.

Warunkiem otrzymania poprawnego rozwiązania jest wprowadzenie do procesu obliczeniowego mechanizmu, który by zapewniał nie tylko „całkowitoliczbowość” nieoznaczoności ale też poszukiwał rozwiązania w miejscu odpowiadającym właściwym wartościom całkowitym. Jednym z takich mechanizmów jest tzw. „wyrównanie kaskadowe”, wykorzystujące kombinacje liniowe sygnałów L1 i L2 o całkowitych współczynnikach i różnych długościach fal.

W artykule zostanie przedstawiony inny, niezależny od poprzedniego, sposób zwiększenia efektywności procesu obliczeniowego w metodzie MAFA. Opiera się on na wykorzystaniu całkowitoliczbowej macierzy transformującej równania obserwacyjne do równoważnych lecz lepiej uwarunkowanych równań obserwacyjnych. Macierz transformującą otrzymuje się w znanym z metody Lambda procesie całkowitoliczbowej dekorelacji macierzy kowariancji nieoznaczoności.

# **GEODEZYJNE ASPEKTY OPRACOWANIA PROCEDURY PODEJŚCIA DO LĄDOWANIA DLA IMPLEMENTACJI NAWIGACJI OBSZAROWEJ (RNAV) W POLSCE**

**Adam Ciećko, Stanisław Oszczak, Grzegorz Grunwald, Rafał Kaźmierczak**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Geodezji Satelitarnej i Nawigacji  
ul. Heweliusza 5, 10-724 Olsztyn  
oszczak@uni.olsztyn.pl*

## **STRESZCZENIE**

Referat przedstawia problemy związane z pozyskiwaniem danych dotyczących przeszkód lotniczych oraz sporządzaniem na ich podstawie odpowiedniej dokumentacji w postaci operatu pomiarowego lotniska. Procedury podejścia do lądowania przy użyciu RNAV wykorzystują informacje o pasie startowym, występujących przeszkodach terenowych oraz wszelkich czynnikach mogących poprawić bezpieczeństwo lotu. Wykorzystywane dane pozyskiwane są z uwzględnieniem obowiązujących procedur dotyczących zgłaszania i pomiaru przeszkód oraz innych elementów terenowych mających wpływ na tor lotu. W prezentacji przedstawiono zagadnienia związane ze zgłaszaniem przeszkód oraz przepisami je regulującymi. Zaprezentowano wymagania dokładnościowe oraz jakościowe związane z problematyką pracy.

## **CZY NA PODSTAWIE DANYCH GNSS MOŻNA MONITOROWAĆ PROCESY TEKTONICZNE W STREFIE T-T?**

**Jan Cisak, Walyeldeeen Hassan, Łukasz Żak**

*Instytut Geodezji i Kartografii, ul. Modzelewskiego 27 02-679 Warszawa  
lukasz.zak@igik.edu.pl*

### **STRESZCZENIE**

Polska położona jest na stabilnej płycie Euroazjatyckiej. Jednocześnie wiadomo, że geologia tej płyty nie jest jednolita. Dwie największe platformy; Prekambryjska na północnym wschodzie kraju i Paleozoiczna w części południowo wschodniej tworzą główną strukturę geologiczną Polski. Te dwie platformy rozdziela strefa zwana strefą Teyseire'a-Tornquista biegnąca przez Polskę od północy od Szczecina przez południowe obrzeża Warszawy do Lublina i dalej do Ukrainy.

Usytuowanie dwóch polskich Obserwatoriów – Astrogeodezyjnego Obserwatorium Politechniki Warszawskiej w Józefosławiu oraz Obserwatorium Geodezyjno-Geofizycznego IGIK Borowa Góra w odniesieniu do położenia strefy T-T (Rys. 1) stwarza możliwości określenia ewentualnych przemieszczeń tektonicznych we wspomnianej strefie przy użyciu precyzyjnych pomiarów geodezyjnych. Do sprawdzenia czy dane GNSS mogą być dowodem dla określenia wzajemnych ruchów stacji BOGO i JOZE, należących do obu wspomnianych Obserwatoriów, użyto długich szeregów czasowych danych GNSS zbieranych z tych stacji.

# INTERNATIONAL GNSS SERVICE ON THE STEP TO THE MULTI-GNSS AGE

**Rolf Dach, Urs Hugentobler**

*Universität Bern, Astronomisches Institut, Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern  
rolf.dach@aiub.unibe.ch*

## ABSTRACT

The International GNSS Service (IGS) is a Service of the International Association of Geodesy (IAG) to support the community with the best possible products derived from GNSS-data (GNSS: Global Navigation Satellite Systems). It became operational on January 1st, 1994.

The presentation will give an overview of the development and achievements of the IGS during the last 17 years. By describing the components an inside view of its functionality will be provided. The current list of products is presented together with selected examples for applications.

The current developments within the IGS are highlighted from the perspective of one of its global analysis centers. The presentation will conclude with an outlook into the future with an increasing number of signals and additional GNSS.

## **THE FUTURE OF GNSS**

**Steven Detré**

*Septentrio nv, Greenhill Campus, Interleuvenlaan 15G, 3001 Leuven, Belgium*

### **ABSTRACT**

The Author will talk about upcoming signals and what they will bring. Possible vulnerabilities for GNSS will be discussed and how Septentrio can protect users against it. A brief overview of upcoming applications will be presented.

## **LOTNICZA WALIDACJA PROCEDUR LPV W RAMACH EKSPERYMENTALNYCH PODEJŚĆ RNAV EGNOS/GNSS**

**Andrzej Fellner, Henryk Jafernik, Paweł Trómiński**

*Politechnika Śląska, ul. Akademicka 2A, 44-100 Gliwice  
afellner@o2.pl*

### **STRESZCZENIE**

Realizacja własnych projektów, aktywne uczestnictwo na forum międzynarodowym w zespołach problemowych, zajmujących się zastosowaniem GNSS dla potrzeb lotnictwa oraz konieczność ich implementacji w Polsce, spowodowały, że PAŻP zaproszona została do międzynarodowego konsorcjum, realizującego projekty „HEDGE” oraz „EGNOS Introduction to the European Eastern Region: MIELEC”. W ramach tych projektów realizowany był temat „General Aviation EGNOS APV Development and Demonstration in Poland”. Najważniejszym elementem były eksperymenty lotnicze, polegające na wykonywaniu najtrudniejszej fazy - podejścia do lądowania RNAV EGNOS/GNSS.

W związku z tym 14 marca 2011 r., w MPL Katowice – Pyrzowice (EPKT), wykonane zostały pierwsze w Polsce, cztery eksperymentalne podejścia do lądowania EGNOS/GNSS według procedur LPV. Zasadne jest podkreślenie, że obserwowali ten eksperyment przedstawiciele: Ministerstwa Infrastruktury, Urzędu Lotnictwa Cywilnego oraz European Satellite Service Provider - ESSP (na zlecenie Komisji Europejskiej zarządzają systemem EGNOS). Kolejna seria eksperymentalnych podejść miała miejsce 15 marca 2011 w Mielcu.

Pierwsze w Polsce eksperymentalne loty i podejścia do lądowania LPV EGNOS/GNSS, w ramach programów „HEDGE” oraz „EGNOS Introduction to the European Eastern Region: MIELEC”, wykonane zostały samolotem Piper PA-34 Seneca II, firmy „Royal Star Aero”, wyposażonym w certyfikowany przez EASA odbiornik Garmin GNS430W oraz w oparciu o specjalnie opracowane i wprowadzone do bazy danych procedury.

W prezentacji zaprezentowane zostaną trasy podejścia wraz z profilami lotu dla eksperymentalnych podejść. Na tej podstawie, w oparciu o zarejestrowane podczas testów lotniczych parametry, dokonane analizy, przedstawione zostaną odchylenia pionowe i poziome od założonej trajektorii, podczas podejść do lądowania. Zasadne jest podanie, że w oparciu o przeprowadzone badania dla European Organisation for the Safety of Air Navigation opracowany został „Flight Validation report: RNAV GNSS approach procedure EPKT and EPML”. Równocześnie przygotowywana jest dokumentacja, która posłuży do przeprowadzenia przez ULC lotniczej certyfikacji systemu EGNOS/GNSS, podczas wykonywania operacji RNAV.

## ACCURACY AND AVAILABILITY OF EGNOS – RESULTS OF OBSERVATIONS

**Andrzej Felski**

*Akademia Marynarki Wojennej, ul. Śmidowicza 69, 81-103 Gdynia,  
afelski@poczta.onet.pl*

### ABSTRACT

The complex valuation of the radio-navigation system cannot be limited only to the estimation of the accuracy of the position. In dynamic conditions such valuation must be supplemented with the additional information about the availability of the service as well as reliability and continuity of them. They constitute reliable information related to usefulness of the system in certain local conditions, which include the characteristics of used equipment, methods of signal processing, standard of telemetric links etc. Such kind of forecasts of navigation services are mainly based on statistical analysis and long term observations. Statistics and parametric evaluation of empirical distributions are fundamental methods used for investigation in this field. However it is worthwhile underlining the fact that the structures validated this way are rather complicated ones and total credible probabilistic models, which would take into account all additive components, have not yet been worked out.

In the case of EGNOS which constitutes a serial reliability structure consists of:

- GPS (and the similar systems);
- Land EGNOS components (RIMS, MCC, NLES);
- Communication satellite link;

their availability is dependent on all components simultaneously. Typical reliability characteristics of GPS have been broadly described in world-wide literature by means of long-term statistics. The challenge is the settlement analytic relations which determine in probabilistic meaning the other components of EGNOS and the whole system in general.

Additionally the set of these parameters constitutes the complex information about integrity of the system which is understood as the “measure of the trust that can be placed in the correctness of the information delivered by the system”. It must be noticed, that nowadays mentioned parameters are referred to navigation service, not to the system.

It means the proper works of all elements and proper cooperation of them. In other words we can say the navigational service may deliver wrong information even if the receiver causes appearance of the correct work. The essence of this sentence is that integrity of the system should take into account environmental condition and it is possible the incorrect work of such systems composed from correctly working elements.

In the presentation the initial results of investigations conducted in the frame of PECS project (ESA's Programme for European Cooperating States) entitled “The formal model of valuation of availability of EGNOS measurements with defined level of accuracy” will be presented. This is a result of cooperation between Polish Naval Academy and Polish Air Navigation Services Agency. There are results of long term observations of accuracy of different EGNOS receivers in four points distributed east of 180 E as well as availability of the service in this region.

## **ZAŁOŻENIA I STAN AKTUALNY REALIZACJI PROJEKTU ASG+**

**Mariusz Figurski<sup>(1)</sup>, Jarosław Bosy<sup>(2)</sup>, Andrzej Krankowski<sup>(3)</sup>, Janusz Bogusz<sup>(1)</sup>,  
Bernard Kontny<sup>(2)</sup>, Paweł Wielgosz<sup>(3)</sup>**

*<sup>(1)</sup>Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
mfigurski@wat.edu.pl*

*<sup>(2)</sup>Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław  
jaroslaw.bosy@up.wroc.pl, bernard.kontny@up.wroc.pl*

*<sup>(3)</sup>Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Astronomii i Geodynamiki  
ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
kand@uwm.edu.pl, pawel.wielgosz@uwm.edu.pl*

### **STRESZCZENIE**

W prezentacji omówione zostaną podstawowe założenia dotyczące budowy modułów wspomagania serwisów czasu rzeczywistego systemu ASG-EUPOS tworzonych przez Wojskową Akademię Techniczną z Warszawy, Uniwersytet Przyrodniczy z Wrocławia i Uniwersytet Warmińsko-Mazurski z Olsztyna. Projekt jest finansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i zakłada stworzenie m.in. modułów monitorowania sieci ASG-EUPOS, monitorowania, modelowania oraz predykcji jonosfery i troposfery, ultraszybkiego pozycjonowania GNSS oraz badania ruchów poziomych i pionowych skorupy ziemskiej.



## **ZAŁOŻENIA BUDOWY MODUŁÓW OPRACOWANIA SIECI ASG-EUPOS I MONITOROWANIA WSPÓLRZĘDNYCH STACJI SYSTEMU W CZASIE PRAWIE-RZECZYWISTYM**

**Mariusz Figurski, Karolina Szafranek, Andrzej Araszkiwicz, Marcin Szolucha**

*Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
kszafranek@wat.edu.pl*

### **STRESZCZENIE**

Prezentacja ma na celu omówienie założeń dotyczących budowy modułów opracowania sieci ASG-EUPOS i monitorowania współrzędnych stacji systemu w czasie prawie-rzeczywistym tworzonych w ramach projektu rozwojowego „Budowa modułów wspomaganie serwisów czasu rzeczywistego systemu ASG-EUPOS” realizowanego przez Wojskową Akademię Techniczną z Warszawy, Uniwersytet Przyrodniczy z Wrocławia i Uniwersytet Warmińsko-Mazurski z Olsztyna. Na obecnym etapie monitorowanie danych sieci ASG-EUPOS prowadzone jest przez WAT przy wykorzystaniu danych z Centrum Zarządzającego ASG-EUPOS w interwałach dobowych i tygodniowych. Pozwala to na określenie stabilności posadowienia poszczególnych stacji i służy do określenia parametrów geodynamicznych całości sieci.

W prezentacji przedstawiona zostanie strategia wyznaczenia współrzędnych stacji systemu ASG-EUPOS w czasie prawie-rzeczywistym przy wykorzystaniu produktów IGS typu 'rapid' i 'ultra rapid'. Moduł taki jest niezbędny do szybkiego wykrywania krótkotrwałych nieprawidłowości w działaniu stacji referencyjnych wysyłających poprawki do pomiarów satelitarnych. Monitorowanie rozwiązań będzie polegało na porównywaniu rozwiązań bieżących z wartościami referencyjnymi otrzymanymi na podstawie długiego przedziału obserwacji.

## ZINTEGROWANE MODUŁY LOKALIZACYJNE GPS/INS W SYSTEMIE PROTEUS

**Anna Foks-Ryznar, Karol Brzostowski, Piotr Sitek, Radosław Darakchiev**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A, 00-716 Warszawa  
afoks@cbk.waw.pl, kroll@cbk.waw.pl*

### STRESZCZENIE

Projekt „Zintegrowany mobilny system wspomagający działania antyterrorystyczne i antykryzysowe PROTEUS” jest realizowany w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Unii Europejskiej. Zadaniem projektu jest stworzenie demonstratora systemu oferującego nową jakość działań w sytuacjach kryzysowych, który będzie integrował m. in. Mobilne Centrum Dowodzenia, mobilne roboty, bezzałogowy samolot i zestawy nasobne dla ratowników.

W celu zapewnienia informacji o położeniu poszczególnych elementów systemu w każdych warunkach lokalizacyjnych (teren otwarty, las, kanion miejski, budynek) w systemie Proteus będą zastosowane zintegrowane moduły GPS/INS.

Na posterze przedstawione zostaną wyniki testów dwóch modułów GPS/INS: xSense MTI-G oraz Septentrio AsteRx2i oraz jednego wysokoczułego modułu GPS: ublox LEA 6H w aspekcie ich przydatności w systemie Proteus.

## MODERNIZACJA SYSTEMU ASG-EUPOS I NOWE WYZWANIA

**Wiesław Graszka, Szymon Wajda**

*Główny Urząd Geodezji i Kartografii, ul. Wspólna 2, 00-926 Warszawa  
wieslaw.graszka@gugik.gov.pl, szymon.wajda@gugik.gov.pl*

### STRESZCZENIE

W artykule zostały opisane prace modernizacyjne prowadzone w ostatnim czasie przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii w systemie ASG-EUPOS oraz jakie są oczekiwane efekty tych działań w szczególności jakie nowe funkcje systemu będą dostępne dla użytkowników.

Rozwój segmentu kosmicznego systemów nawigacji satelitarnej, rozwój oprogramowania i infrastruktury sprzętowej wymusza rozbudowę naziemnych systemów wspomagania wyznaczania pozycji takich jak ASG-EUPOS. Na etapie budowy systemu ASG-EUPOS przyjęto, że podstawowym systemem nawigacyjnym będzie NAVSTAR GPS. W projekcie zostało przewidziane wprowadzenie wykorzystanie innych systemów, jednakże w latach 2007-2008 kiedy system ASG-EUPOS był budowany stosowanie GLONASS było mocno ograniczone, a system GALILEO nie funkcjonował. W ciągu ostatnich lat można zaobserwować dynamiczny rozwój systemu GLONASS czego najlepszym dowodem uruchomienie w 2010 r. aż 9 nowych satelitów. Stabilna praca i pełna konstelacja satelitów systemu GLONASS zwiększyła ogólną liczbę dostępnych satelitów i dzięki temu możliwe stało się wykonywanie pomiarów w miejscach do tej pory niedostępnych do pomiaru GNSS, w szczególności w obszarach zabudowanych lub zalesionych. Uwzględniając, że coraz więcej odbiorników kupowanych przez geodetów posiada możliwość pomiarów DGNS/RTK w oparciu o systemy GPS i GLONASS, a przeszkodą w pełnym wykorzystaniu możliwości tych odbiorników było udostępnianie poprawek sieciowych przez ASG-EUPOS generowanych wyłącznie z systemu GPS, podjęto decyzję o wymianie oprogramowania aplikacyjnego.

Przygotowany plan modernizacji systemu ASG-EUPOS uwzględnił w pierwszej kolejności wymianę dotychczas pracującego sprzętu na stacjach: w Sochaczewie (SOCH), Mińsku Maz. (MIMA), Katowicach (KATO) i Wodzisławiu Śląskim (WODZ) na sprzęt umożliwiający śledzenie sygnałów z satelitów GPS i GLONASS. Pozyskany ze stacji KATO, MIMA i SOCH sprzęt posłużył do wymiany najstarszych odbiorników Ashtech Micro-Z pracujących na stacjach w Tarnowskich Górach (TARG) oraz w Kłobucku (KLOB). Identyczny zestaw Trimble NetRS trafił na nową stację referencyjną w Mieszkowicach (MIES) w pobliżu granicy niemieckiej, dane z której w ramach umowy międzynarodowej o transgranicznej wymianie danych zostaną udostępnione stronie niemieckiej, a w zamian za to ASG-EUPOS będzie wykorzystywał obserwacje ze stacji w Guben, która zostanie uruchomiona ze środków niemieckich. Kolejną stacją, które zostaną włączone do systemu ASG-EUPOS są stacje w Krakowie (KRA1) należąca do Wydziału Geodezji Górniczej Inżynierii Środowiska AGH i Olsztynie (OLS1) należąca do Wydziału Geodezji i Gospodarki Przestrzennej UWM. Ostatnią grupą stacji, która jest testowana pod kątem dostępności sygnałów oraz stabilności anten GNSS są stacje z terenu Ukrainy: w Szacku (SHAZ), we Lwowie (SULP) oraz w Wielkim Berznym (VBER). Po pomyślnym zakończeniu testów stacje uzupełnią sieć ASG-EUPOS wzdłuż wschodniej granicy Polski.

Największe zmiany są jednakże wprowadzane w centrach obliczeniowych sieci ASG-EUPOS, gdzie jest wymieniane dotychczasowe oprogramowanie na najnowszą wersję Trimble VRS3Net. Zupełnie nowa struktura oprogramowania Trimble VRS3Net wymusiła nowe przyporządkowanie funkcji dla poszczególnych serwerów, a także zmianę formularzy i zasad logowania do systemu. Nowe oprogramowanie będzie pracowało stabilniej, a usługi dostępne dla użytkowników powinny być bardziej dopasowane do ich oczekiwań.

Wykonane prace umożliwiły generowanie poprawek RTK dla systemów GPS+GLONASS oraz uruchomienie strumieni z poprawkami sieciowymi dla rejonu mazowieckiego (aglomeracja warszawska) oraz śląskiego. Parametry dostępne dla poprawek z sieci regionalnych są następujące:

- Sieć mazowiecka: adres IP: 91.198.76.222, Port: 2104, strumienie:
  - MAZ\_VRS\_3\_1 – poprawki sieciowe w formacie RTCM 104031,
  - MAZ\_VRS\_CM Rx – poprawki sieciowe w formacie CM Rx.
- Sieć śląska: adres IP: 91.198.76.222, Port: 2103, strumienie:
  - SLASK\_VRS\_3\_1 – poprawki sieciowe w formacie RTCM 104031,
  - SLASK\_VRS\_CM Rx – poprawki sieciowe w formacie CM Rx.

W artykule został przedstawiony zasięg poszczególnych sieci regionalnych a także opisane procedury wykonywania pomiarów. Należy podkreślić, że podczas zmian poszczególnych modułów obliczeniowych oraz strony internetowej istotną rolę odegrały doświadczenia zgromadzone podczas administrowania dotychczasowym oprogramowaniem. W miarę jak na kolejnych stacjach systemu ASG-EUPOS będą instalowane odbiorniki śledzące sygnały GPS i GLONASS będzie rozszerzała się również możliwość odbioru poprawek sieciowych w innych regionach kraju.

Zakończenie wszystkich prac oraz produkcyjne uruchomienie centrum zarządzania w Warszawie planowane jest w czerwcu 2011 r., natomiast praca nowego oprogramowania będzie monitorowana cały czas i systematycznie będą wprowadzane niezbędne poprawki mające na celu optymalizację pracy sprzętu i oprogramowania oraz stabilną i bezawaryjną pracę systemu. Podsumowując, można stwierdzić, że system ASG-EUPOS jest rozwijany w miarę posiadanych możliwości, a udostępniane serwisy są modernizowane zgodnie z rozwojem technologii satelitarnej oraz oczekiwaniami użytkowników.

# THE INTEGRATION OF DATA WITH GIS SYSTEM FOR INTERPRETATION OF GEODYNAMIC RESEARCH RESULTS

**Piotr Grzempowski**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław  
piotr.grzempowski@up.wroc.pl*

## ABSTRACT

In the paper main objectives of a prototype system for interpretation of geodynamic research results carried out in the Middle Odra Faults Zone have been presented. The developed and planned modules of information exchange between data acquisition systems and modelling and interpretation systems have been discussed. The scope of the integrated data includes the results of geodetic measurements (GPS, precise leveling), geological and hydrogeological data and the data processed by outside expert systems. These data are collected and presented in the ArcGIS system. External programs that deliver the processed data are: Bernese (development of GPS observations), Stuttgart Neural Network Simulator (interpretation using artificial neural networks) and ABAQUS (physical interpretation). Exchange of data between programs and calculation control are performed by an application created in Visual Studio.

# WYZNACZANIE PARAMETRÓW SPRĘŻYSTOŚCI ZIEMI NA PODSTAWIE SATELITARNYCH OBSERWACJI LASEROWYCH WYKONANYCH DO NISKICH SATELITÓW

Marcin Jagoda, Dominika Rutkowska

*Politechnika Koszalińska, Katedra Geodezji, ul. Śniadeckich 2, 75-453 Koszalin  
mjagodam@o2.pl*

## STRESZCZENIE

Ziemia podlega ciągłym zmianom w czasie w wyniku oddziaływania na nią wielu sił zewnętrznych wywołanych przez ciała niebieskie Układu Słonecznego. Grawitacyjne oddziaływanie Księżyca i Słońca powoduje przemieszczenia mas ziemskich i oceanicznych, które osiągają wartości dochodzące do około plus, minus 40cm, co w konsekwencji prowadzi do oscylacji punktów na powierzchni Ziemi. Zjawisko to określane jest mianem pływów.

Miernikiem elastycznej reakcji Ziemi na naprężenia pływowe są parametry sprężystości Ziemi - liczby Love'a-  $h$ ,  $k$  i liczba Shida-  $l$ .

Precyzja z jaką wykonywane są obecnie pomiary SLR pozwala wyznaczać pozycje stacji obserwacyjnych oraz parametry geodezyjne z bardzo dużą dokładnością. Należą do nich parametry sprężystości Ziemi. Niniejsza analiza oparta jest na satelitarnych obserwacjach laserowych do satelitów STELLA i STARLETTE wykonanych z globalnej sieci stacji obserwacyjnych w okresie od 01.01.2005 do 01.01.2007 roku. Obserwacje zostały opracowane dla tygodniowych łuków orbitalnych. Równania obserwacyjne zawierają następujące niewiadome: pozycje i prędkości satelity na epokę początkową, współczynniki ciśnienia światła słonecznego oraz parametry sprężystości Ziemi ( $k_2$ ,  $k_3$ ,  $h_2$ ,  $l_2$ ).

Wyznaczone w niniejszym opracowaniu wartości globalnych parametrów sprężystości Ziemi wynoszą:  $k_2(\text{STELLA}) = 0.3008$ ,  $k_3(\text{STELLA}) = 0.0883$ ,  $h_2(\text{STELLA}) = 0.6161$ ,  $l_2(\text{STELLA}) = 0.0164$ ;  $k_2(\text{STARLETTE}) = 0.3004$ ,  $k_3(\text{STARLETTE}) = 0.0699$ ,  $h_2(\text{STARLETTE}) = 0.6049$ ,  $l_2(\text{STARLETTE}) = 0.1148$ .

Wszystkie obliczenia związane z wyznaczeniem liczb Love'a i Shida wykonano przy pomocy programu orbitalnego GEODYN II NASA GSFC (Eddy, 1990).

# THE PROBLEM OF COMPATIBILITY AND INTEROPERABILITY OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS IN COMPUTATION OF USER'S POSITION

**Jacek Januszewski**

*Akademia Morska, Wydział Nawigacyjny, Al. Jana Pawła II 3, 81-345 Gdynia  
jacekjot@am.gdynia.pl*

## ABSTRACT

Actually (May 2011) more than 60 operational GPS and GLONASS (Satellite Navigation System – SNS), EGNOS, MSAS and WAAS (Satellite Based Augmentation System – SBAS) satellites are in orbit transmitting a variety of signals on multiple frequencies. All these satellite signals and different services designed for the users must be compatible and open signals and services should also be interoperable to the maximum extent possible. Interoperability definition addresses signal, system time and geodetic reference frame considerations. The part of compatibility and interoperability of all these systems and additionally several systems under construction as Compass, Galileo, GAGAN, SDCM or QZSS in computation user's position is presented in this paper. Three parameters – signal in space, system time and coordinate reference frame were taken into account in particular.

# **PORÓWNANIE WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTÓW SIECI POLREF Z WYZNACZENIA W LATACH 1994/95 I 2008/2010**

**Leszek Jaworski**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A, 00-716 Warszawa  
leszek@cbk.waw.pl*

## **STRESZCZENIE**

Nowa sieć pierwszego rzędu POLREF została wyznaczona w latach dziewięćdziesiątych w kampaniach pomiarowych w 1994 i 1995 roku.

Praktycznie wszystkie punkty sieci POLREF były ponownie pomierzone w trakcie kampanii GNSS w 2008 i 2010/2011 roku.

Kilkunastoletni okres dzielący obydwa wyznaczenia daje możliwość analizy dokładności wyznaczeń oraz stabilności położenia punktów POLREF. Dokumentacja fotograficzna punktów pozwoliła również ocenić przyczyny różnic w przypadku niektórych punktów.



**WSTĘPNE WYNIKI OPRACOWANIA KAMPANII GNSS  
„INTEGRACJA STACJI REFERENCYJNYCH SYSTEMU ASG-EUPOS  
Z PODSTAWOWĄ OSNOWĄ GEODEZYJNĄ KRAJU”**

**Leszek Jaworski, Anna Świątek, Ryszard Zdunek, Janusz B. Zieliński**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A, 00-716 Warszawa  
leszek@cbk.waw.pl*

**STRESZCZENIE**

Aktywna sieć geodezyjna ASG-EUPOS została uruchomiona na początku 2008 roku. Jej integrację z istniejącą podstawową osnową geodezyjną kraju zrealizowano w dwóch częściach. W pierwszej kampanii GNSS w 2008 roku pomierzonych zostało 151 punktów terenowych (sieci EUREF-POL, POLREF i EUVN) oraz 133 stacje permanentne (sieci ASG-EUPOS, EPN/IGS, SAPOS, CZEPOS, SKPOS, LITPOS).

W pomiarach w 2010/2011 roku pomierzonych zostało 482 punktów terenowych (275 punktów głównych istniejącej podstawowej osnowy geodezyjnej, 113 ekscentrów A stacji permanentnych ASG-EUPOS i 94 punktów kierunkowych) oraz 135 stacji permanentnych.

Obserwacje z obydwu kampanii opracowane zostały programem Bernese GPS Software ver. 5.0, stosując identyczne parametry opracowania oraz układ odniesienia ITRF2005.

## **EARTH ORIENTATION PARAMETERS COMBINATION OF PREDICTION PILOT PROJECT**

**Wiesław Kosek, Maciej Kalarus, Agnieszka Wnęk, Maria Zbylut**

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

*kosek@cbk.waw.pl, wnekagnieszka@gmail.com, zbylut.maria@gmail.com*

### **ABSTRACT**

In October 2010 the US Naval Observatory together with the Space Research Centre in Warsaw initiated the Earth Orientation Parameters Combination of Prediction Pilot Project. The aim of this project is to compute ensemble predictions of Earth Orientation Parameters (EOP) which are more accurate than the results from individual predictions. The IERS has initiated a pilot project to determine the feasibility of combining EOP predictions on an operational basis. The project has ten EOP prediction contributors with three of these contributors also planning to produce ensemble EOP predictions. The data sets of different prediction contributors are being studied to determine their potential contribution to the project.

## MODUŁ MODELOWANIA I PREDYKCJI STANU JONOSFERY

**Andrzej Krankowski, Andrzej Drożyner, Rafał Sieradzki,  
Anna Krypiak-Gregorczyk, Irina Zakharenkova**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Astronomii i Geodynamiki  
ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
kand@uwm.edu.pl, drozyner@uwm.edu.pl, rafal.sieradzki@uwm.edu.pl,  
krypiakanna@wp.pl*

### STRESZCZENIE

W ramach realizacji projektu rozwojowego MNiSW nr NR09-0010-10/2010 „BUDOWA MODUŁÓW WSPOMAGANIA SERWISÓW CZASU RZECZYWISTEGO SYSTEMU ASG-EUPOS” planowana jest budowa modułu monitorowania stanu jonosfery nad obszarem Polski z wysoką rozdzielczością czasowo-przestrzenną w oparciu o gęstą sieć ASG-EUPOS. W module tym zostaną wykorzystane algorytmy opracowane w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie.

Metody te, jedyne z nielicznych opisanych dotąd w literaturze pozwalają określić stan jonosfery w interwałach kilkuminutowych z dużą rozdzielczością przestrzenną. Pozwalają również na lepszą identyfikację szybko zmieniających się średnioskalowych i drobnoskalowych struktur w jonosferze, czego nie były w stanie wykryć dotychczasowe modele.

Duża liczba danych obserwacyjnych z gęstej sieci stacji ASG-EUPOS umożliwi generowanie map rozkładu TEC nad Polską z wysoką rozdzielczością czasową i przestrzenną. Przypuszczany, że przy uwzględnieniu w procesie mapowania jonosfery około 100 permanentnych stacji ASG-EUPOS, model ten zapewni dokładność mapowania rzędu 1 TECU. Rozdzielczość przestrzenna takiego modelu powinna wynieść ok. 30 km, a rozdzielczość czasowa poniżej 5-minut.

W oparciu o obserwacje z sieci ASG-EUPOS zostanie stworzony również specjalny moduł do szczegółowej analizy zjawisk fluktuacji i scyntylacji jonosfery obejmujących swym zasięgiem obszar naszego kraju. Umożliwi to budowę dla obszaru Polski, precyzyjnego modelu uwzględniającego występowanie średnio- i małoskalowych nieregularności wraz z ich zmianami dobowymi i sezonowymi. Jak wiadomo zjawiska te mają decydujący wpływ na degradację sygnałów GNSS oraz wyznaczone pozycje

W celu walidacji naziemnych pomiarów satelitarnych z sieci ASG-EUPOS planuje się również wykorzystać pomiary z satelitarnych systemów FORMOSAT-3/COSMIC oraz DEMETER.

## ZASTOSOWANIE PREDYKOWANEGO MODELU JONOSFERY W ULTRASZYBKIM POZYCJONOWANIU STATYCZNYM

**Andrzej Krankowski, Jacek Paziewski, Paweł Wielgosz, Rafał Sieradzki**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Astronomii i Geodynamiki  
ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
kand@uwm.edu.pl, jacek.paziewski@uwm.edu.pl, pawel.wielgosz@uwm.edu.pl*

### STRESZCZENIE

W pracy zaprezentowano wyniki badań nad zastosowaniem predykowanego modelu jonosfery opracowanego w Katedrze Astronomii i Geodynamiki UWM w Olsztynie do szybkiego i precyzyjnego wyznaczania pozycji. Do analiz wykorzystano obserwacje statyczne z 3 stacji sieci ASG-EUPOS. Za stację wyznaczaną służył punkt CBKA (CBK Warszawa), zaś za stacje referencyjne punkty JOZE (Józefosław) i BOGI (Borowa Góra). Utworzono wektory o długościach 13 km (CBKA-JOZE) i 29 km (CBKA-BOGI). Opracowaniu poddano ponad 90 sesji obserwacyjnych o długości 5 minut w trybie wielostacyjnym (sieciowym). Obliczenia wykonano przy użyciu autorskiego oprogramowania - GNSS Instantaneous Positioning (GINPOS), które wykorzystuje dwuczęstotliwościowe obserwacje fazowe oraz metodę LAMBDA do wyznaczenia nieoznaczoności.

W celu wyznaczenia poprawek jonosferycznych wykorzystano model predykowany jonosfery UWM-IPM. Model ten bazuje na metodzie ARMA (Auto Regression – Moving Average) i wymaga do wiarygodnej predykcji stanu jonosfery danych TEC z 7-10 poprzedzających dni. Prognoza wykonywana jest od 1 do 5 godzin w przód.

Uzyskane wyniki wyznaczeń współrzędnych porównano z wynikami uzyskanymi przy wykorzystaniu finalnego modelu jonosfery IGS. Rezultaty potwierdzają dużą zbieżność uzyskanych wyników wyznaczenia pozycji przy wykorzystaniu obu modeli.

# **BADANIE CZASOPRZESTRZENNYCH ROZKŁADÓW OPÓŹNIEŃ SKOŚNYCH GPS**

**Krzysztof Kroszczyński**

*Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
kkroszczyński@wat.edu.pl*

## **STRESZCZENIE**

W posterze zaprezentowano czasoprzestrzenne rozkłady opóźnień skośnych sygnałów GPS wyznaczone w oparciu o dane prognoz mezoskalowego, niehydrostatycznego modelu pogody COAMPS (The Coupled Ocean / Atmosphere Mesoscale Prediction System).

Szczególną uwagę zwrócono na opóźnienia odpowiadające niskim kątom elewacji. Opóźnienia te są słabo skorelowane z parametrami rozwiązań równań obserwacyjnych GPS np. wysokościami stacji referencyjnych. Przetawione rozkłady czasoprzestrzenne uzyskano opracowaną przez autora metodą skanowania atmosfery. Oszacowano wartości anizotropii przestrzennej i różnic czasowych wyznaczanych opóźnień skośnych.

# IWV/IPW Z ROZWIĄZAŃ GNSS A DANE METEOROLOGICZNE – KILKA PRZYKŁADÓW PORÓWNAŃ

**Michał Kruczyk, Tomasz Liwosz**

*Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii  
Katedra Geodezji i Astronomii Geodezyjnej  
Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa  
kruczyk@gik.pw.edu.pl, t.liwosz@gik.pw.edu.pl*

## STRESZCZENIE

Przedstawimy kilka interesujących przypadków zgodności scałkowanej zawartości pary wodnej (oznaczanej IWV lub IPW) pozyskiwanej z rozwiązań GNSS oraz policzonej z danych meteorologicznych.

Użyto standardowego rozwiązania EPN Lokalnego Centrum Analiz PW (WUT LAC), rozwiązania z kampanii reprocessingu EPN roku 2006 oraz dedykowanego rozwiązania zawierającego założoną przez nas permanentną stację GPS w Centralnym Obserwatorium Geofizycznym IGF PAN w Belsku.

Dane meteorologiczne to radiosondaże na terenie Europy, IPW z fotometru słonecznego CIMEL-318 w COG Belsk i dane z numerycznego modelu pogody. W przypadku modelu COSMO-LM (będącego głównym narzędziem prognostycznym IMGW) opracowano tak pola wejściowe (po analizie) jak i pierwsze kroki prognozy: T0 + 3h, +6h i +9h. Możemy dzięki temu uzyskać bardziej zagęszczoną serię czasową jak i prześledzić stopniową degradację informacji o wilgotności z krokiem prognozy.

Najlepszą zgodność uzyskano dla kolokacji fotometr słoneczny –GPS: jest to wiarygodne źródło IPW. Nieco mniej dokładne okazują się radiosondaże (jest tu np. problem odległości punktu aerologicznego i GNSS), dane pozyskiwane z modelu numerycznego mogą być nieco problematyczne ale zapewnia on doskonałe pokrycie przestrzenne

# INTEGRACJA OBSERWACJI Z SYSTEMU FORMOSAT-3/COSMIC Z NAZIEMNYMI WYZNACZENIAMI TEC Z PERMANENTNYCH OBSERWACJI GNSS

**Anna Krypiak-Gregorczyk, Andrzej Krankowski, Irina Zakharenkova**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Astronomii i Geodynamiki  
ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
krypiakanna@wp.pl, kand@uwm.edu.pl*

## STRESZCZENIE

Istnienie gęstej sieci permanentnych stacji GNSS, takiej jak sieć IGS, zapewnia regularne monitorowanie jonosfery w skali globalnej o wysokiej rozdzielczości czasowo-przestrzennej. Wraz ze wzrostem liczby stacji prowadzących permanentne obserwacje zwiększają się możliwości i dokładności badań przestrzennych i czasowych zmian jonosfery. Wciąż jednak istnieją rejony, w których niewielka liczba naziemnych stacji uniemożliwia uzyskanie pełnej a przede wszystkim wiarygodnej informacji o stanie jonosfery nad tymi obszarami. Są to rejony okołobiegunowe, okołorównikowe i oceany. Uruchomienie satelitarnego systemu FORMOSAT-3/COSMIC, stworzyło nowe możliwości w badaniach jonosfery, zwłaszcza nad tymi obszarami.

Z uwagi na krótki czas trwania misji (od połowy 2006 roku) przeprowadzone badania obejmują okres niskiej aktywności słonecznej. Przy wykorzystaniu funkcji kulistych, stworzone zostały miesięczne globalne mapy gęstości elektronów w dwugodzinnych interwałach czasowych dla lat 2007-2009. W pracy przedstawione zostały reprezentatywne przykłady trójwymiarowych map gęstości elektronów dla spokojnego jak również zaburzonego stanu jonosfery. Mapy gęstości elektronów wytworzone w oparciu o dane okultacyjne dla różnych wysokości w interwale 50 km zostały zestawione z finalnymi mapami TEC dostarczonymi przez służbę IGS w formacie IONEX. Dało to tym samym możliwość szczegółowego przeanalizowania jonosferycznej struktury.

# WYKORZYSTANIE SYSTEMU ASG-EUPOS DO BADANIA ZJAWISK GEODYNAMICZNYCH NA PRZYKŁADZIE TRZĘSIENIA ZIEMI W REJONIE HONSIU, JAPONIA

**Jacek Kudrys**

*Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie  
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
jkudrys@agh.edu.pl*

## STRESZCZENIE

Rozprzestrzeniająca się sejsmiczna fala powierzchniowa, powodująca znaczne przemieszczenia skorupy ziemskiej, może być rejestrowana w stosunkowo prosty sposób technikami GNSS. W przypadku analizowanego trzęsienia ziemi o magnitudzie 9.0, które wystąpiło 11.03.2011 w okolicach wschodniego wybrzeża japońskiej wyspy Honsiu, przemieszczenia w okolicach epicentrum osiągały wartości przekraczające 4 m. Obserwacje satelitarne GNSS umożliwiają również identyfikację okresowych, o niewielkiej amplitudzie, zmian położenia punktów zlokalizowanych w znacznej odległości od epicentrum.

W pracy, na podstawie obserwacji wykonanych na stacjach sieci ASG-EUPOS, przedstawiono zaobserwowane przemieszczenia punktów powierzchni Ziemi spowodowane przechodzącą sejsmiczną falą powierzchniową, w odległości ponad 8000 km od epicentrum.



## EFEKTY SYSTEMATYCZNE WE WSPÓŁRZĘDNYCH NIEGLOBALNYCH STACJI PERMANENTNYCH W ROZWIĄZANIACH MIT – IGS AC

**Marek Lehmann, Leszek Jaworski**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN  
Obserwatorium Astrogeodynamiczne w Borowcu  
ul. Drapałka 4, 62-035 Kórnik  
marek@cbk.poznan.pl, leszek@cbk.waw.pl*

### STRESZCZENIE

Od połowy 2008 roku, Centrum Analityczne IGS przy MIT oblicza i publikuje różnice współrzędnych  $n$ ,  $e$ ,  $u$  dla stacji permanentnych GNSS, otrzymanych z rozwiązania sieci regionalnych takich EUREF oraz łącznego wyznaczenia sieci globalnej i regionalnych.

Przedstawiona jest analiza ponad 2,5 rocznych szeregów czasowych współrzędnych ok. 60 stacji z sieci EUREF. Zostały wybrane z 6 obszarów: rejonu Morza Bałtyckiego, Polski, Beneluxu, Francji, Hiszpanii i Włoch. Modelowano wyrazy liniowe oraz roczne. Szeregi stacji polskich charakteryzują się ciągłością i prawie 100% pokryciem przedziału czasowego. Jedynie na stacji KATO pod koniec analizowanego okresu zmieniono antenę i ciągłość szeregu została przerwana. W obszarze „Francji” antenę zmieniano w 7 na 9 stacji i zawsze była naruszona ciągłość pozycji, co najmniej dla jednej współrzędnej.

## TECHNIKA PPP W KONTEKŚCIE TRANSFERU CZASU

**Paweł Lejba, Jerzy Nawrocki, Marek Lehmann, Paweł Nogaś, Dariusz Lemański**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A, 00-716 Warszawa  
plejba@cbk.poznan.pl, marek@cbk.poznan.pl*

### STRESZCZENIE

Niniejsza praca dotyczy wyznaczania pozycji i parametrów zegarów dwóch odbiorników geodezyjnych, TRIMBLE oraz TTS-4 podłączonych do tej samej anteny AOAD/M\_T (punkt BOR1) za pomocą techniki Precise Point Positioning. Odbiornik TTS-4 został skonstruowany i oprogramowany przez zespół Laboratorium Czasu i Częstotliwości (AOS) z Obserwatorium w Borowcu. Parametry zegarów odbiorników oraz współrzędne anteny zostały wyznaczone za okres od 1 do 30 kwietnia 2011. Dane RINEX odbiorników obejmują dane kodowe i fazowe z konstelacji GPS zapisywane z interwałem 30-sekundowym.

Aktualnie w Laboratorium AOS trwają prace nad realizacją i opracowywaniem metody PPP, która docelowo pozwoli na bardzo precyzyjne porównywanie zegarów atomowych oraz atomowych skal czasu na dużych odległościach w oparciu o pomiary fazowe sygnałów GNSS. Metoda ta zwiększy jakość porównań realizowanych na świecie skal czasu atomowego, a także znacząco wzmocni jakość Polskiej Skali Czasu Atomowego TA(PL).

## **AKTYWNOŚĆ OBSERWATORIUM W BOROWCU W WYZNACZANIU ORBIT SATELITÓW**

**Paweł Lejba, Stanisław Schillak**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A, 00-716 Warszawa  
plejba@cbk.poznan.pl, sch@cbk.poznan.pl*

### **STRESZCZENIE**

Na plakacie przedstawiono wyniki analizy orbitalnej przeprowadzonej dla kilku satelitów: Ajisai, CHAMP, GOCE, Larets, Lageos-1/Lageos-2 i Starlette/Stella (Tabela 1) na podstawie obserwacji 20 stacji laserowych (Tabela 2) wykonanych w okresie 2001-2005 dla satelitów Ajisai, CHAMP, Lageos-1/Lageos-2, Starlette/Stella, od 1 października 2009 do 31 grudnia 2010 dla satelity GOCE i od 6 listopada 2003 do 28 grudnia 2005 dla satelity Larets.

Wszystkie obliczenia zostały wykonane za pomocą programu orbitalnego GEODYN-II. Tabela 3 zawiera szczegółowy opis modeli i parametrów użytych w obliczeniach. Przeprowadzona analiza orbitalna dotyczyła głównie testowania modeli pola grawitacyjnego Ziemi dla satelitów Ajisai, Lageos-1/Lageos-2 oraz Starlette/Stella. Wszystkie modele pobrano ze strony <http://icgem.gfz-potsdam.de/ICGEM/ICGEM.html>.

Prezentowane wyniki pokazują jakie modele i jakie parametry zapewniają najbardziej optymalne rozwiązanie orbitalne oraz jak zależy RMS orbity satelitów od ich wysokości.

## **IFEN – EXCELLENCE IN SATELLITE NAVIGATION**

**Wolfgang Meixner**

*IFEN GmbH, Alte Gruber Str. 6, 85586 Poing, Germany, info@ifen.com*

### **ABSTRACT**

IFEN has been a long term and reliable partner for EGNOS- and GALILEO projects at ESA, DLR and EU.

The company has secured its reputation in the leading group of developers of software, testing and simulation products for GNSS systems.

A brief overview of its products and accomplishments is presented.

# **ALGORYTM SIRF DEKODER I JEGO WYKORZYSTANIE W SYSTEMIE ASG-EUPOS**

**Bartłomiej Oszczak, Krzysztof Serżysko**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Oczapowskiego 2, 10-957 Olsztyn  
b.oszczak@uwm.pl*

## **STRESZCZENIE**

Autorzy opracowali algorytmy dekodujące wszystkie istotne wiadomości formatu binarnego SiRF. Algorytmy stworzone przez autorów mogą być wykorzystywane w systemie ASG-EUPOS do zastosowań dotyczących monitoringu systemu ASG-EUPOS: dostępności, niezawodności, ciągłości i wiarygodności systemu, jak i do pozyskiwania i rejestrowania aktualnych informacji o stanie pracy odbiornika działającego z wykorzystaniem odbiornika systemu ASG-EUPOS.

## **WYKORZYSTANIE SYSTEMU EGNOS W NAWIGACJI LOTNICZEJ W ASPEKCIE URUCHOMIENIA SERWISU SAFETY-OF-LIFE**

**Stanisław Oszczak, Adam Ciećko, Marek Grzegorzewski, Janusz Ćwiklak**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Geodezji Satelitarnej i Nawigacji  
ul. Heweliusza 5, 10-724 Olsztyn  
oszczak@uni.olsztyn.pl*

### **STRESZCZENIE**

Referat zawiera krótką charakterystykę satelitarnego systemu EGNOS oraz jednego z jego serwisów – Safety-of-Life. Ponadto przedstawiono wyniki badań dokładności systemu EGNOS w oparciu o loty testowe, które odbyły się w 2010 roku – przed aktywacją serwisu Safety-of-Life (SoL), oraz po uruchomieniu serwisu SoL – w kwietniu 2011 roku. Do badań wykorzystano satelitarne odbiorniki nawigacyjne Thales MobileMapper oraz geodezyjne Topcon HiperPro.

## OPIS MODELU SKAL CZASU ZA POMOCĄ NOTACJI UML NA PODSTAWIE IERS CONVENTION 2010

**Wojciech Pachelski<sup>(1)</sup>, Małgorzata Paśnicka<sup>(2)</sup>, Karolina Szafranek<sup>(1)</sup>,  
Agnieszka Zwirowicz-Rutkowska<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup>*Wojskowa Akademia Techniczna  
ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
kszafranek@wat.edu.pl*

<sup>(2)</sup>*Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18a, 00-716 Warszawa  
mpasnicka@cbk.waw.pl*

<sup>(3)</sup>*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Oczapowskiego 2, 10-957 Olsztyn*

### STRESZCZENIE

We współczesnej geodezji i nawigacji używa się wielu skal czasowych. Ich mnogość wynika z potrzeb współczesnych metod pomiarowych oraz stawianych wymagań dokładnościowych. Opracowany na podstawie pomiarów astronomicznych czas efemeryd ET okazał się niejednostajnym i wprowadzono skalę czasu atomowego dla zapewnienia większej jednostajności skali czasowej np. TAI, GPST czy UTC będący atomowym przybliżeniem czasu związanego z ruchem obrotowym Ziemi UT1.

Celem pracy jest przedstawienie w postaci schematów pojęciowych wybranych zagadnień związanych ze skalami czasu. Bazując na IERS Convention 2010 usystematyzowano wiedzę na temat skal czasu, ukazując podstawowe definicje i zależności. Modelowanie pojęciowe i notacja UML mogą być pomocne dla analizy zachodzących pomiędzy poszczególnymi skalami czasu relacji. W pracy zostaną przedstawione diagramy UML obrazujące relacje między klasami reprezentującymi typy obiektów. Stworzono również diagramy aktywności ukazujące pewne algorytmy niezbędne do wyznaczania miejsc pozornych gwiazd i relacje między różnymi skalami czasu, np. czasem współrzędnych barycentrycznych i czasem współrzędnych dynamicznych.

# ULTRA SZYBKIE POZYCJONOWANIE GNSS Z ZASTOSOWANIEM SYSTEMÓW GPS, GALILEO, EGNOS I WAAS

**Jacek Paziewski, Paweł Wielgosz, Katarzyna Stępnia**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Astronomii i Geodynamiki  
ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
jacek.paziewski@uwm.edu.pl, pawel.wielgosz@uwm.edu.pl*

## STRESZCZENIE

W pracy zaprezentowano wyniki badań nad precyzyjnym wyznaczaniem pozycji na podstawie opracowania obserwacji z krótkich sesji obserwacyjnych, jak również z obserwacji z pojedynczej epoki obserwacyjnej. Do obliczeń wykorzystano autorskie oprogramowanie GNSS Instantaneous Positioning (GINPOS). Jako materiał obserwacyjny do testów i badań posłużyły statyczne obserwacje GPS+GALILEO zebrane w oparciu o sygnały z symulatora SPIRENT udostępnionego przez ESTEC/ESA. Opracowaniu poddano wektor o długości ok. 60 km. Kolejne prezentowane wyniki dotyczą badań nad włączeniem obserwacji kodowych i fazowych z satelitów systemów SBAS (EGNOS i WAAS) do pozycjonowania absolutnego oraz względnego.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że możliwe jest uzyskanie centymetrowej dokładności na podstawie opracowania obserwacji GNSS (GPS + Galileo) już z jednej epoki obserwacyjnej. Włączenie sygnałów z systemu Galileo umożliwia szybsze oraz bardziej wiarygodne rozwiązanie nieoznaczoności, szczególnie w sytuacji znacznego ograniczenia widoczności satelitów np. występowania zasłon terenowych. Badania nad obserwacjami z systemów SBAS pokazują, iż obecnie jakość orbit oraz zegarów satelitów EGNOS jest na tyle niska, że uniemożliwia w bezpośredni sposób zastosowanie obserwacji z tych satelitów w pozycjonowaniu.



# OCENA DOKŁADNOŚCI I WIARYGODNOŚCI MODELOWANIA POPRAWEK POWIERZCHNIOWYCH W TECHNOLOGII NETWORK RTK

**Dominik Próchniewicz**

*Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii  
Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa  
d.prochniewicz@gik.pw.edu.pl*

## STRESZCZENIE

Technologia RTK (Real Time Kinematic) jest obecnie najdokładniejszą technologią względną pomiarów satelitarnych GNSS w czasie rzeczywistym, a za sprawą sieci stacji referencyjnych ASG-EUPOS, również najchętniej stosowaną w pomiarach geodezyjnych. Wykorzystanie w technologii RTK sieci stacji referencyjnych daje możliwość przestrzennego modelowania błędów systematycznych (refrakcji jonosferycznej, troposferycznej, błędów orbit) na obszarze objętym stacjami referencyjnymi. Dzięki temu możemy otrzymać dokładną pozycję ( $\pm 1-3$  cm) w odległości nawet kilkudziesięciu kilometrów od najbliższej stacji referencyjnej. Skuteczna redukcja błędów jonosferycznych i geometrycznych (refrakcji troposferycznej, błędów orbit) umożliwia poprawne wyznaczenie nieoznaczoności (inicjalizacje pomiarów) i wpływa bezpośrednio na dokładność wyznaczenia pozycji odbiornika ruchomego. W pracy przedstawiono analizy dotyczące dokładności i wiarygodności wyznaczenia różnicowych błędów jonosferycznych i geometrycznych na przykładzie testowej sieci stacji referencyjnych.

# **ANALIZA SEZONOWYCH ZMIAN POZYCJI WYBRANYCH STACJI GNSS. WERYFIKACJA WYNIKÓW NA PODSTAWIE DANYCH MISJI SATELITARNEJ GRACE**

**Marcin Rajner, Tomasz Liwosz, Jerzy B. Rogowski**

*Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii  
Katedra Geodezji i Astronomii Geodezyjnej  
Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa  
m.rajner@gik.pw.edu.pl, t.liwosz@gik.pw.edu.pl, jbr@gik.pw.edu.pl*

## **STRESZCZENIE**

Analizując szeregi czasowe pozycji wyznaczanych na podstawie pomiarów GNSS, łatwo zauważyć okresowe zmiany, które są następstwem różnych czynników geodynamicznych. Rutynowo stosowane modele (pływów ziemi, obciążeń oceanicznych, ruch bieguna i in.) pozwalają na wykluczenie niektórych efektów z wyników pomiarów. Jednak do tej pory nie wypracowano jednolitej koncepcji dotyczącej obciążeń atmosferycznych i hydrologicznych, których efekty zauważalne są w szeregach czasowych pozycji. Szczególnie widoczny jest dominujący cykl roczny związany z sezonowym transportem masy w hydrosferze lądowej. Deformacja skorupy ziemskiej powoduje zmiany wysokości stacji, których amplituda może sięgać kilku milimetrów. Znacznie mniejsze (około 1/3) zmiany współrzędnych poziomych również są dobrze identyfikowalne w wyżej wspomnianych szeregach czasowych.

W tej pracy wykorzystujemy grawimetryczne pomiary misji satelitarnej GRACE do oszacowania wielkoskalowego transportu masy w systemie Ziemi. Te dane, wraz z informacjami dotyczącymi właściwości skorupy ziemskiej, pozwalają na modelowanie deformacji wynikających z sezonowych zmian stosunków wodnych. Porównanie wartości modelowych z wynikami obserwacji GNSS (z uwzględnieniem obciążeń atmosferycznych) pokazują dobrą zgodność, zarówno co do amplitudy jak i fazy tego zjawiska.

# PRECYZJA ROZWIĄZANIA TOMOGRAFICZNEGO, ROZWIĄZANIE TOMOGRAFICZNE BEZ WARUNKÓW NAKŁADANYCH NA NIEWIADOME

**Witold Rohm**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki  
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław  
witold.rohm@up.wroc.pl*

## STRESZCZENIE

Otrzymany z metody tomografii GNSS rozkład pary wodnej w troposferze, w literaturze podawany jest bez informacji na temat precyzji rozwiązania. Aby poprawnie ocenić wielkość błędów przypadkowych w rozwiązaniu tomograficznym, należy przeprowadzić analizę propagacji wariancji, wszystkich elementów modelu funkcjonalnego. Metodyka oraz wyniki analizy są przedmiotem pracy.

Elementem ograniczającym możliwość stosowania modelu tomograficznego, ze względu na nieznaną wielkość błędu systematycznego wprowadzanego do systemu obserwacyjnego, są równania warunków ograniczających zmienność niewiadomych w horyzontalnych warstwach modelu. Przeprowadzono analizę rozwiązania bez warunków nakładanych na niewiadome. Dzięki zastosowaniu łączenia obserwacji z kolejnych epok otrzymano poprawne rozwiązanie. Otwiera to możliwość zastosowania obserwacji wysokoczęstotliwościowych dla badania zmienności troposfery.

# ALGORYTMY UMOŻLIWIAJĄCE POPRAWĘ WYZNACZENIA POZYCJI TELEFONÓW GSM Z WBUDOWANYM ODBIORNIKIEM GPS

**Jerzy Saczuk, Krzysztof Bielecki**

*Wojskowa Akademia Techniczna  
ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
jsaczuk@wat.edu.pl, kbielecki@wat.edu.pl*

## STRESZCZENIE

Na plakacie została przedstawiona metoda oraz wyniki badań związanych z zastosowaniem algorytmów poprawiających dokładność wyznaczenia pozycji telefonów GSM z wbudowanym odbiornikiem GPS w oparciu o dane z systemu ASG-EUPOS.

Projekt ma na celu wykonanie prototypu aplikacji, która będzie dostępna na telefony GSM typu Smartphone.

Prace są prowadzone przez Centrum Geomatyki Stosowanej w Wojskowej Akademii Technicznej i finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

# **ZAŁOŻENIA I STAN REALIZACJI PRAC W ZAKRESIE OPRACOWANIA SERWISU POZYCJONOWANIA Z WYKORZYSTANIEM TELEFONÓW GSM Z MODUŁEM GPS**

**Jerzy Saczuk, Krzysztof Bielecki**

*Wojskowa Akademia Techniczna  
ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa  
jsaczuk@wat.edu.pl, kbielecki@wat.edu.pl*

## **STRESZCZENIE**

Prezentacja ma na celu omówienie założeń i przedstawienie wniosków wynikających z dotychczasowych prac dotyczących budowy aplikacji na telefony komórkowe z wbudowanym modułem GPS realizującej poprawę pozycji poprzez wykorzystanie wybranego serwisu czasu rzeczywistego ASG-EUPOS. Zadanie to realizowane jest w ramach projektu rozwojowego „Budowa modułów wspomaganie serwisów czasu rzeczywistego systemu ASG-EUPOS” realizowanego przez Wojskową Akademię Techniczną z Warszawy, Uniwersytet Przyrodniczy z Wrocławia i Uniwersytet Warmińsko-Mazurski z Olsztyna.

## INTERNATIONAL SLR SERVICE

**Stanisław Schillak**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN  
Obserwatorium Astrogeodynamiczne w Borowcu  
ul. Drapałka 4, 62-035 Kórnik  
sch@cbk.poznan.pl*

### STRESZCZENIE

Przedstawiono aktualny stan International Laser Ranging Service (ILRS); rozmieszczenie stacji SLR, banki danych, centra analizujące. Prezentacja zawiera także informacje dotyczące ostatniego International Workshop on Laser Ranging, który odbył się w Bad Koetzing (Niemcy) w dniach od 16 do 20 maja br. Omówiono problemy związane z jakością obserwacji laserowych, jakie parametry najlepiej informują o dokładności obserwacji każdej stacji i jakie działania należy podjąć dla wzmocnienia bieżącej kontroli wyników. Przedstawiono wyniki najlepszych stacji laserowych w okresie ostatnich 15 lat z podziałem na okresy pięcioletnie. Wyniki wskazują na nieznaczne pogorszenie jakości obserwacji w okresie ostatnich kilku lat. Praca zawiera próbę odpowiedzi na zasadnicze pytanie, co należy zrobić aby poprawić jakość stacji SLR i przekroczyć utrzymujący się od wielu lat próg dokładności w wyznaczaniu pozycji stacji wynoszący 5 mm.

## **VLBI2010: NEXT GENERATION VLBI SYSTEM FOR GEODESY AND ASTROMETRY**

**Harald Schuh, Dirk Behrend, Brian E. Corey, Hayo Hase, Chopo Ma,  
Arthur E. Niell, William T. Petrachenko, Alan Whitney**

*Vienna TU, Institute of Geodesy and Geophysics  
Gusshausstr. 27 29, AT 1040 Vienna, Austria  
harald.schuh@tuwien.ac.at*

### **ABSTRACT**

Very Long Baseline Interferometry (VLBI) is the unique technique for measuring the orientation of the Earth in inertial space. As such it is an essential element of the Global Geodetic Observing System (GGOS) of the International Association of Geodesy (IAG). The current geodetic VLBI network, developed mainly in the 1970's and 1980's, has achieved extraordinary success. However, a number of factors, including aging infrastructure and demanding new scientific requirements, began to challenge its future sustainability and relevance. In response, in 2003, the International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) initiated Working Group 3 to study the requirements of a next generation geodetic VLBI system. The goals of the new system are to achieve (on global scales) 1-mm position accuracy over a 24-hour observing session, 0.1-mm/yr velocity accuracy, continuous observations, and delivery of initial results within 24 hours after taking data. The challenging nature of these goals requires a completely new technical, operational, and analytical design of VLBI measurements. Based on extensive simulation studies, strategies have been developed to improve IVS product accuracy through the use of a network of small (~12-m) fast-slewing antennas, a new method for generating high precision delay measurements, a more homogeneous network distribution (with emphasis on new sites in the Southern Hemisphere), and improved methods for handling biases related to system electronics, deformations of the antenna structures, and radio source structure. To test many of the proposed strategies, NASA is sponsoring a proof-of-concept development effort using IVS antennas near Washington, DC, and Boston, MA. As of March 2011, the construction of twelve new VLBI2010 sites has been funded. These will improve current network geometry and provide an important step towards a global VLBI2010 network. Proposals for several more radio telescopes have been submitted to relevant funding agencies. Based on a station survey and questionnaire the projected global VLBI network will be presented.

## ZASTOSOWANIE WYSOKOCZĘSTOTLIWOŚCIOWYCH ODBIORNIKÓW GNSS DO BADANIA SCYNTYLACJI SYGNAŁÓW SATELITARNYCH W JONOSFERZE

**Rafał Sieradzki, Andrzej Krankowski, Anna Krypiak-Gregorczyk,  
Irina Zakharenkova, Jacek Kapcia**

*Katedra Astronomii i Geodynamiki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
rafal.sieradzki@uwm.edu.pl, kand@uwm.edu.pl, krypiakanna@wp.pl,  
lamk@uwm.edu.pl*

### STRESZCZENIE

W ciągu kilku ostatnich lat wraz z rozwojem technologii GNSS, zaczęto używać wysokoczęstotliwościowych odbiorników satelitarnych w badaniach stanu jonosfery. Wysoka rozdzielczość czasowa odbieranych sygnałów (do 100 Hz) umożliwia obecnie detekcję małoskalowych zaburzeń w górnych warstwach atmosfery. Nieregularności te powodują występowanie scyntylacji sygnałów GNSS, czyli zmian obejmujących takie parametry sygnału jak: amplitudę, fazę, polaryzację oraz kierunek rozchodzenia się fali. Do określania zmian intensywności (amplitudy) sygnału w badaniach opartych o naziemne odbiorniki GNSS wykorzystuje się najczęściej indeks S4. W przypadku obserwacji fazowych, do detekcji wpływu drobnoskalowych zaburzeń jonosferycznych, wykorzystuje się odchylenie standardowe tych obserwacji. Obydwa stosowane indeksy określa się z reguły dla 1 minutowych interwałów.

W prezentacji przedstawiono pierwsze wyniki parametrów wyznaczeń: indeksu S4 oraz odchylenia standardowego obserwacji fazowych, wyznaczone przy użyciu permanentnie pracujących odbiorników wysokoczęstotliwościowych. W badaniach wykorzystano 2 odbiorniki, zainstalowane w obserwatorium satelitarnym w Lamkówku oraz Kortowie, rejestrujące amplitudy oraz fazy sygnałów GNSS z rozdzielczością czasową powyżej 50 Hz. Prezentowane wyniki w najbliższych miesiącach staną częścią dostępnego w internecie serwisu stanu jonosfery.



# THE IMPACT OF THE GLOBAL GRAVITY FIELD MODELS ON THE ORBIT DETERMINATION OF LAGEOS SATELLITES

Krzysztof Sośnica, Daniela Thaller, Adrian Jäggi, Rolf Dach, Gerhard Beutler

*University of Bern, Astronomical Institute  
Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern, Switzerland  
krzysztof.sosnica@aiub.unibe.ch, rolf.dach@aiub.unibe.ch*

## ABSTRACT

Precise orbit determination is one of the essential tasks when analyzing SLR observations. The proper choice of processing models as well as deterministic and stochastic orbit parameters plays the key role for the quality of the resulting satellite orbit. The global gravity field model is one of the crucial elements, which has a significant impact on the satellite orbit and its accuracy.

We study the impact of different gravity field models on the determination of LAGEOS 1 and LAGEOS 2 orbits. We compare about ten gravity field models: models JGM3 and EGM96 based on SLR, terrestrial and altimeter data, AIUB-CHAMP03S based only on GPS-measurements of CHAMP, AIUB-GRACE03S, ITG-GRACE2010 based on GRACE, gravity fields based on GOCE SST-only and modern combined gravity field models based on different measurement techniques, like EGM2008, EIGEN-GL04C, EIGEN51C, GOCO02S. We validate the gravity field models with the RMS of the residuals of 7-day LAGEOS orbit solutions. Our study shows that GRACE-based models lead to the smallest RMS errors, despite the fact that no SLR data were used to determine them. There is a significant improvement of the gravity field models based on the missions CHAMP, GRACE and GOCE compared to models from pre-CHAMP era.

LAGEOS satellites are particularly sensitive to the long wavelengths of the gravity field. Differences of estimated orbits due to different gravity field models are noticeable up to degree and order of about 20. We also study the quality of predicted orbits as a function of different gravity field models and the differences between orbits based on diverse models.

Eventually we show that gravity field models with degraded C20 coefficients do not necessarily imply a bad orbit quality, even though the LAGEOS satellites are very sensitive to this coefficient. Errors induced by C20 coefficients of low quality (e.g. for GRACE K-band-only models) may be absorbed to a great extent by empirical orbit parameters, e.g., empirical once-per-rev accelerations.

Our experiments based on SLR data as well as orbit prediction and comparison for the two LAGEOS satellites were performed at AIUB using the Bernese Software.

# ANALIZA WYBRANYCH METOD ROZWIĄZAŃ RÓWNAŃ PSEUDOODLEGŁOŚCI NA PODSTAWIE OBSERWACJI KODOWYCH GNSS

**Kinga Węzka**

*Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii  
Pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa  
kinga@geofun.pl*

## STRESZCZENIE

W pracy przeanalizowano wybrane metody rozwiązania równania pseudoodległości na podstawie obserwacji kodowych GNSS. Wybrane algorytmy ze względu na wykorzystane procedury matematyczne i kolejność prowadzonych obliczeń można sklasyfikować jako iteracyjne i nieiteracyjne (metody bezpośrednie).

Pierwszą prezentowaną metodą jest metoda iteracyjna, której proces obliczeniowy sprowadza się do zlinearyzowania równania obserwacyjnego pseudoodległości i wykorzystania metody najmniejszych kwadratów w celu jego rozwiązania. Jej iteracyjność polega na wyznaczeniu w pierwszej kolejności przyrostów współrzędnych oraz wartości błędu zegara odbiornika. Natomiast w kolejnej iteracji następuje ponowne wykonanie tych obliczeń z uwzględnieniem błędu zegara wyznaczonego w pierwszym etapie. Alternatywnymi metodami rozwiązań równania obserwacyjnego pseudoodległości są metody nieiteracyjne wykorzystujące zamknięte formy algorytmów. Ich rozwiązania pozwalają na bezpośrednie wyznaczenie pozycji użytkownika bez znajomości jego pozycji przybliżonej. Do bezpośrednich formuł wyznaczania pozycji należą między innymi metody proponowane przez Stephena Bancrofta [1985] i Alfreda Kleusberga [1994]. Bancroft w swoim rozwiązaniu wykorzystał algebraiczne procedury i przekształcenia bazując na iloczynie skalarnym Lorentza. Kleusberg geometrię swojego rozwiązania zaprojektował w przestrzeni kosmicznej i rozwiązanie oparł na algebrze wektorów.

Praca przedstawia opis realizacji procesów obliczeniowych ze wskazaniem podstawowych różnic determinujących wady i zalety wybranych metod. Natomiast analiza końcowa opiera się głównie na ocenie dokładności i precyzji uzyskanych współrzędnych.

## **MODUŁ ULTRASZYBKIEGO POZYCJONOWANIA GNSS**

**Paweł Wielgosz, Jacek Paziewski, Katarzyna Stępnia**

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 2, 10-719 Olsztyn  
pawel.wielgosz@uwm.edu.pl, jacek.paziewski@uwm.edu.pl*

### **STRESZCZENIE**

W prezentacji zostaną przedstawione założenia i wstępna koncepcja modułu ultraszybkiego pozycjonowania GNSS dla systemu ASG+. Zasadniczym problemem w realizacji prezentowanego modułu jest opracowanie metody szybkiego wyznaczenia nieoznaczoności pomiaru fazowego oraz wiarygodnej weryfikacji ich wartości na podstawie niewielkiej liczby obserwacji GNSS (GPS+Galileo). Jedną z podstaw szybkiego rozwiązania nieoznaczoności jest dostarczenie dokładnych poprawek atmosferycznych (jonosferycznych i troposferycznych) oraz odpowiednie ich wagi w procesie wyrównania metodą najmniejszych kwadratów. Przewiduje się, że poprawki te będą dostarczane poprzez budowane w niniejszym projekcie moduły do modelowania i prognozowania stanu jonosfery i troposfery. W ramach realizowanego projektu przewiduje się także przeprowadzenie badań teoretycznych i praktycznych mających na celu ocenę przydatności nowych sygnałów zmodernizowanego systemu GPS (L5) oraz Galileo. Nowe sygnały, dzięki większej precyzji i liczbie, powinny znacząco zwiększyć szybkość wyznaczenia pozycji. Obecnie automatyczny serwis precyzyjnego pozycjonowania statycznego zaimplementowany w systemie ASG-EUPOS wymaga 40 minut dwuczęstotliwościowych obserwacji GPS. Przewiduje się, że planowany moduł ultraszybkiego pozycjonowania będzie dostarczał dokładną i wiarygodną pozycję już z opracowania 5 minut obserwacji GPS/GNSS.

## **EEGS – MOŻLIWOŚCI POPRAWY JAKOŚCI SYSTEMU EGNOS**

**Ryszard Zdunek, Janusz Zieliński, Marta Krywanis-Brzostowska**

*Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A 00-716 Warszawa  
rysiek@cbk.waw.pl, jbz@cbk.waw.pl, martakr@cbk.waw.pl*

### **STRESZCZENIE**

EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service to system zakładający eliminację „niedomagań” systemu GPS poprzez zapewnienie nieprzerwanego dopływu danych korekcyjnych oraz możliwość stałego monitoringu jakości danych pozycyjnych. Wyniki przeprowadzonych w ramach projektu EEGS testów wskazują, że system EGNOS nie spełnia swoich założeń na terenie wschodniej Europy. Tylko 90,63% z pomiarów spełnia warunek dokładności dla APV-I, a zaledwie 83,66% z pomiarów mieści się w kryteriach dostępności dla APV-II. Prace realizowane w projekcie mają na celu udowodnienie, że zasięg systemu EGNOS może być poszerzony na obszar Europy Wschodniej za pomocą poprawy algorytmów jonosferycznych, współdziałania z rosyjskim systemem SDCM i fizyczne dostawienie stacji RIMS. Dostępność sygnału EGNOS to niezwykle krok w strategii świadczenia usług bazujących obecnie na systemie GPS.