

Prof. dr hab. inż. Mariusz Figurski  
Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji  
Wojskowa Akademia Techniczna  
00-908 Warszawa, ul. Kaliskiego 2

Warszawa, 16 grudnia 2015 r.

**Ocena osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego  
dr. inż. Krzysztofa Jakuba Sośnicy  
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego**

**Podstawa prawna recenzji:** pismo Pana prof. dr. hab. Inż. Bernarda Kontnego, Dziekana Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, z dnia 16 listopada 2015r.

**1. Sylwetka Habilitanta**

Pan Krzysztof Jakub Sośnica jest absolwentem Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Tytuł zawodowy magistra inżyniera geodezji i kartografii w specjalności geoinformatyka przyznany został dnia 9 lipca 2009 roku na podstawie przebiegu studiów i rozprawy dyplomowej zatytułowanej: „Filtracja danych lotniczego skaningu laserowego z wykorzystaniem algorytmów analizy falkowej. W latach 2010-2014 był doktorantem w Astronomical Institute, Faculty of Science, University of Bern, Berno, Szwajcaria. Pracę doktorską z zakresu fizyki (PhD of Science in Physics, Doctor philosophiae naturalis) zatytułowaną „Determination of Precise Satellite Orbits and Geodetic parameters using Satellite Laser Ranging” i wykonaną pod kierunkiem Prof. Dr Adriana Jäggi, PD Dr Rolf Dacha oraz Dr Danieli Thaller, obronił na Wydziale Nauk Ścisłych (Philosophisch-naturwissenschaftliche Fakultät, Faculty of Science) Uniwersytetu w Bernie (Universität Bern, University of Bern) w Szwajcarii dnia 7 kwietnia 2014 roku.

*Stopień naukowy jest uznawany za równoważny z odpowiednim polskim stopniem naukowym na podstawie art. 24 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule*

*naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm. oraz listy jednostek uprawnionych prowadzonej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.*

Po doktoracie Pan Krzysztof Sośnica był zatrudniony na stanowisku asystenta, a od czerwca 2015 adiunkta w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki, Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Po obronie doktoratu w okresie od kwietnia 2014 do października 2014 roku przebywał na stażu zagranicznym „Post Doc” w Astronomical Institute, Satellite Geodesy Group, Faculty of Science, University of Bern, Berno, Szwajcaria.

## **2. Ocena rozprawy habilitacyjnej**

Dr inż. Krzysztof Sośnica ubiegając się o stopień doktora habilitowanego przedstawił Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów jednotematyczny cykl publikacji zatytułowany „Wyznaczanie parametrów rotacji, geometrii i potencjału grawitacyjnego ziemi z wykorzystaniem laserowych pomiarów odległości SLR do sztucznych satelitów”. W skład cyklu wchodzi 5 prac opublikowanych w latach 2014-2015 w Journal of Geodesy, Acta Geophysica, Artificial Satellites, Journal of Planetary Geodesy. Dwie prace są samodzielne, a trzy napisane zespołowo, Współautorami przedstawionych prac byli D. Thaller, R. Dach, P. Steigenberger, G. Beutler, D. Arnold, A. Jäggi, U. Meyer. Zgodnie z oświadczeniami współautorów wkład dr inż. Sośnicy do wspólnych publikacji był znaczący. Zgodnie z załącznikiem 5 i deklaracjami współautorów udział dra inż. Krzysztofa Sośnicy w pracy „Satellite Laser Ranging to GPS and GLONASS”. Journal of Geodesy 89(7), pp. 725-743, DOI: 10.1007/s00190-015-0810-8 wynosi 60%, w pracy “Contribution of Starlette, Stella, and AJISAI to the SLR-derived global reference frame”. Journal of Geodesy 88(8), pp. 789-804. DOI 10.1007/s00190-014-0722-z wynosi 70%, a w pracy “Time variable Earth's gravity field from SLR satellites. Journal of Geodesy”, DOI: 10.1007/s00190-015-0825-1. D. Thaller, A. Jäggi ocenili swój wkład na poziomie odpowiednio 10% i 15% we wszystkich pracach. Pozostali współautorzy ocenili swój wkład znacznie poniżej 10%.

Przedstawiony przez dr inż. Sośnicę jednotematyczny cykl publikacji poświęcony jest doskonaleniu sposobów opracowania obserwacji SLR w celu uzyskania wysokoprecyzyjnych i wolnych od błędów systematycznych parametrów geodezyjnych opisujących figurę Ziemi, a także poprawę spójności pomiędzy różnymi technikami obserwacyjnymi geodezji satelitarnej, a w szczególności między SLR i GNSS. Obecnie laserowe pomiary odległości do sztucznych satelitów Ziemi (ang. Satellite Laser Ranging, SLR) odgrywają kluczową rolę w badaniach

procesów geodezyjnych i geofizycznych zachodzący we wnętrzu, na powierzchni jak i w bliskim otoczeniu Ziemi poprzez wyznaczanie parametrów rotacji, położenia i potencjału grawitacyjnego Ziemi.

Charakterystyka najważniejszych rezultatów otrzymanych w pracach składających się na cykl publikacji:

- [1] W ramach badania sygnatur satelitów potwierdzono istnienie oraz oszacowano wielkość efektu sygnatury (ang. satellite signature effect) dla detektorów wielofotonowych, gdzie efekt sygnatury zdefiniować można jako rozświeć impulsu laserowego ze względu na odbicie wiązki przez wiele pryzmatów, szczególnie w płaskich reflektorach zwrotnych umieszczonych na satelitach GNSS. Wyjaśniono również rozbieżności pomiędzy średnimi rezyduami pochodzącymi z dziennych i nocnych obserwacji SLR.
- [2] Oszacowano graniczną czułość satelitów LAGEOS na pływy oceaniczne. Wykazano, że graniczna czułość satelitów LAGEOS na pływy oceaniczne jest na poziomie 5 mm, co oznacza, że precyzyjne modelowanie pływów odgrywa kluczową rolę nie tylko w przypadku satelitów MEO i LEO. Wykonane badania pokazały również, że stosowanie niewłaściwych modeli oceanicznych prowadzi do degradacji parametrów ruchu obrotowego Ziemi (współrzędnych bieguna i ekscesu długości doby) wyznaczonych z wykorzystaniem obserwacji SLR do satelitów LAGEOS nawet o 25%.
- [3] Publikacja poświęcona jest analizie wpływu sił niegrawitacyjnych, a w szczególności sił związanych z oporem powietrza, na orbity satelitów, takich jak Starlette, Stella, Ajisai i LARES. Wykazano, że zmienność gęstości atmosfery osiąga maksymalne wartości na wysokości ok. 800 km nad powierzchnią Ziemi, czyli na wysokości, gdzie znajduje się wiele satelitów geodezyjnych (Stella, Starlette, BLITS, Larets) i jest skorelowana z aktywnością słoneczną i zmianami pola magnetycznego Ziemi. Otrzymane wyniki w zakresie modelowania wpływu oporu powietrza można z powodzeniem wykorzystać w wysokoprecyzyjnych analizach orbitalnych.
- [4] Opracowanie nowego podejścia do modelowania orbit niskich satelitów geodezyjnych poprzez estymację parametrów deterministycznych (elementy Keplerowskie orbity), parametrów empirycznych (stałe i periodyczne przyspieszenia) oraz parametrów pseudo-stochastycznych. Pokazano sposób wyznaczenia poprawek na środki ciężkości niskoorbitujących satelitów sferycznych poprzez analizę wartości range bias oraz poprzez transfer skali układu z poziomu satelitów MEO (LAGEOS-1/2) do poziomu satelitów LEO (Stella, Starlette, Ajisai).

[5] Podsumowuje cykl artykułów i wykorzystuje wiedzę zawartą w artykułach [1] do [4] na temat efektów systematycznych w przypadku różnego typu detektorów wykorzystywanych na stacjach SLR, opracowanego sposobu modelowania orbit satelitów niskich opisanego w artykule, wpływu sił grawitacyjnych i niegrawitacyjnych oraz sposobu ich modelowania opisanych w artykułach oraz poprawek na centrum ciężkości masy satelitów i sposobu dekorelacji parametrów poprzez asymilację obserwacji do satelitów niskich i wysokich orbitujących pod różnymi kątami inklinacji. Opisuje metodę wyznaczenia niskich harmonicznych sferycznych (do stopnia i rzędu 10/10) potencjału grawitacyjnego Ziemi z miesięczną rozdzielczością czasową. Rozwiązania te zostały opublikowane przez Międzynarodowe Centrum Globalnych Modeli Ziemi (International Center for Global Earth Models) jako jedyne miesięczne modele potencjału grawitacyjnego Ziemi oparte wyłącznie na obserwacjach SLR.

Podsumowując, przedstawiony cykl jednotematycznych publikacji przedstawia analizę identyfikacji efektów systematycznych oraz modelowania obserwacji i orbit w technice SLR, a w szczególności:

- potwierdzenie istnienia efektu sygnatury satelitów w przypadku detektorów wielofotonowych oraz wyjaśnienie przyczyny różnic rezyduów obserwacji SLR z obserwacji dziennych i nocnych,
- opracowanie sposobu modelowania orbit niskich satelitów geodezyjnych poprzez estymację parametrów deterministycznych, empirycznych i pseudo-stochastycznych,
- opracowanie modelu łącznej estymacji współrzędnych stacji SLR, parametrów rotacji Ziemi oraz potencjału grawitacyjnego z wykorzystaniem obserwacji SLR. Opracowana technika wyznaczania czasowych zmian potencjału grawitacyjnego Ziemi z wykorzystaniem obserwacji SLR może stanowić podstawę dalszych badań nad wielkoskalowym obiegiem masy w przyrodzie, w tym nad procesami topnienia lodowców i wzrostu poziomów wód w morzach i oceanach.

Cykl publikacji stanowi zatem przyczynek w rozwój zakresu możliwości opracowania obserwacji dostarczonych przez techniki geodezji satelitarnej jako istotny etap do osiągnięcia celów GGOS. Wyniki badań przedstawione w pracach wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej stoją na najwyższym światowym poziomie. Dotyczy to wszystkich prac niezależnie od współautorów.

### 3. Działalność i osiągnięcia naukowo-badawcze.

Działalność naukowo-badawcza dra inż. Krzysztofa Sośnicy obejmuje fizykę, geodezję satelitarną, geofizykę, mechanikę nieba. W okresie do doktoratu w 2014 roku Jego zainteresowania skupiały się wokół czterech obszarów badawczych i technologicznych. Są to opracowanie empirycznego modelu orbit CODE dla satelitów GNSS, który został wdrożony przez Centrum Wyznaczania Orbit w Europie z siedzibą w Bernie, wyznaczenie czasowych zmian potencjału grawitacyjnego Ziemi z wykorzystaniem laserowych pomiarów do sztucznych satelitów Ziemi, opracowanie metody pomiaru tzw. efektu niebieskiego nieba oraz współautorstwo w rozwijaniu programu Bernese od wersji 5.1. Habilitant jest autorem lub współautorem 31 prac opublikowanych w najlepszych czasopismach takich jak *Journal of Geodesy*, *Acta Geophysica* czy *Artificial Satellites Journal of Planetary Geodesy* i materiałach międzynarodowych konferencji naukowych. Sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy *Journal Citation Reports (JCR)*, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 21.179 (17.262 po uzyskaniu stopnia doktora). Według bazy *Web of Science* jego prace były cytowane 13 razy (13 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora), według bazy *SCOPUS* cytowane 26 (25 po uzyskaniu stopnia doktora). Indeks Hirscha według bazy (*WoS*) wynosi 3, a według bazy *SCOPUS* 4. Aktywność dr inż. Sośnicy w ostatnich kilku latach znacząco wzrasta, wskazuje na to częstotliwość publikowania prac naukowych 2-3 na rok. Prace te dość szybko zyskują zainteresowanie środowiska naukowego. Dr inż. Sośnica jest autorem i współautorem dwóch monografii wydanych w j. angielskim.

Ważnym elementem działalności naukowej dra inż. Sośnicy jest udział w opracowaniu nowego empirycznego modelu orbit CODE (new Empirical CODE Orbit Model, ECOM), który implementował programie Bernese GNSS Software. Osiągnięciem na skalę międzynarodową jest opracowanie metody pomiaru tzw. efektu niebieskiego nieba (the Blue-Sky effect). Podkreślić należy, że działalność naukowa dra inż. Krzysztofa Sośnicy doceniona została przez międzynarodowe środowisko naukowe, czego dowodem jest szereg przyznanych prestiżowych nagród. Do najważniejszych zaliczyć należy **European Geosciences Union (EGU) Outstanding Young Scientist Awards** (2015), nagroda za innowacyjny wkład w kombinację laserowych pomiarów odległości do sztucznych satelitów Ziemi oraz globalnych nawigacyjnych systemów satelitarnych w celu poprawy jakości kluczowych parametrów geodezyjnych. **International Association of Geodesy (IAG) Young Authors Awards** (2015), nagroda za najlepszy artykuł opublikowany w *Journal of Geodesy* w roku 2013.

Oceniając dorobek habilitanta nie bez znaczenia jest również poziom i renoma jego współpracowników.

Dr inż. Krzysztof Sośnica aktywnie uczestniczy w międzynarodowych konferencjach czy workshopach poświęconych technikom SLR i GNSS oraz geodezji satelitarnej, dotychczas wygłosił kilkadziesiąt referatów na konferencjach (np. EGU, Workshop on Laser Ranging, COSPAR, International Association of Geodesy). Był recenzentem publikacji naukowych w renomowanych czasopismach (Journal of Geodesy 4, Physical Science International Journal 3, Artificial Satellites 2).

Opisany przeze mnie dorobek naukowy stoi na wysokim poziomie i z pewnością jest wystarczający do habilitacji.

#### **4. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta.**

Habilitant był wykonawcą w 3 międzynarodowych projektach badawczych: „Geodätische und geodynamische Nutzung reprozesierter GPS-, GLONASS- und SLR-Daten” (DFG Projekt DI 473/39-1, HU 1558/1-1, SNF Projekt 200021E-131228 oraz 200021E-129032), Program niemiecko-austriacko-szwajcarski D-A-CH-LAE finansowany przez Swiss National Science Foundation (Szwajcarska Narodowa Fundacja Naukowa), „European Gravity Service for Improved Emergency Management” (EGSIEM, Project Reference: 637010), projekt Horizon 2020 oraz „Precise Ionospheric Modelling for Improved GNSS Positioning in Poland” (ESA Contract No. 4000109437/13/NL/Cbi), Europejska Agencja Kosmiczna.

Habilitant od wielu lat prowadzi zajęcia dydaktyczne: Numeryczne Metody w Fizyce – Universität Bern (2012-2014), Astronomia II – Universität Bern (2011-2015), Astrodynamika – Universität Bern (2013-2014), Geodezja Satelitarna – Uniwersytet Przyrodniczy Wr. (2015), Rachunek Wyrównawczy – Uniwersytet Przyrodniczy Wr. (2015). Dr inż. Sośnica prowadził wykłady z zakresu struktury danych oraz z analizy szeregów czasowych współrzędnych stacji z wykorzystaniem programu FODITS na 11 kolejnych kursach programu Bernese GNSS. Na uwagę zasługuje opracowanie pomocy naukowo-dydaktycznych dla niewidomych dzieci – tzw. mapy dźwiękowe dla digitizera sonorycznego (patent. nr rej. B1-189918, Urząd Patentowy RP, Warszawa 2005). Był współzałożycielem Studenckiego Koła Naukowego Geoinformatyki oraz głównym organizatorem dwóch edycji GISday na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

W latach 2014-2015 był opiekunem naukowym studentów przygotowujących prace magisterskie Uniwersytet w Bernie - 1 osoba, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu – 2 osoby.

Dr inż. Krzysztof Sośnica odbył 2 staże zagraniczne w Federalnej Agencji Kartografii i Geodezji oraz Uniwersytecie w Bernie oraz 3 krótkoterminowe konsultacje naukowe: Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Uniwersytet Techniczny w Monachium, Uniwersytet Techniczny w Dreźnie.

Dr inż. Sośnica jest członkiem krajowych i międzynarodowych towarzystw naukowych (COSPAR, IAG, AGU, EGU, ILRS – członek Grupy Roboczej Analiz ILRS, Komitet Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN, ekspert w Sekcji Geodezji Satelitarnej).

Dr inż. Sośnica brał udział w kilku międzynarodowych projektach i jest współautorem kilkunastu raportów podsumowujących ich realizację. Uczestniczy w pracach zespołów konkursowych i eksperckich (członek komitetu decyzyjnego nagród przyznawanych przez Europejską Unię Nauk o Ziemi, przewodniczący jury na XX Międzynarodowej Konferencji Studenckich Kół Naukowych - 2015)

Na podstawie przedstawionych materiałów można niepodważalnie stwierdzić, że dr inż. Krzysztof Sośnica jest doświadczonym nauczycielem akademickim oddanym pracy dydaktycznej od samego początku pracy na uczelni.

## **5. Podsumowanie i wnioski.**

Zakres prac naukowo-badawczych dr inż. Krzysztofa Sośnicy jest spójny tematycznie i mieści się w dyscyplinie geodezja i kartografia, specjalność geodezja satelitarna. Po uzyskaniu stopnia doktora w bardzo krótkim czasie znacznie pomnożył swój dorobek naukowy. Aktywność dra inż. Krzysztofa Sośnicy można dostrzec w obszarze działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej, popularyzatorskiej, eksperckiej, współpracy krajowej i międzynarodowej oraz organizacyjnej. Rozprawę habilitacyjną traktuje jako etap swojego rozwoju naukowego, dostrzega problemy badawcze, które rozwiązuje i planuje rozwiązywać w kolejnych latach, jest bardzo dobrym przykładem umiejętności łączenia badań podstawowych w naukach technicznych.

Z przepisów prawa wynika, że o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego może ubiegać się osoba wykazująca dużą aktywność naukową potwierdzoną pracami opublikowanymi, bądź wdrożonymi do praktyki. Po analizie dokumentacji przedstawionej

przez dra inż. Krzysztofa Sośnicę, w mojej ocenie powyższe kryterium zostało spełnione i znacznie przekracza wymagania ustawowe w tym zakresie.

Biorąc powyższe pod uwagę rozprawa spełnia wymagania ustawy o stopniach naukowych z dnia 13 marca 2003r. Na tej podstawie przedkładam Radzie Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wniosek o dopuszczenie dr. inż. Krzysztofa Sośnicę do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Warszawa, 16 grudnia 2015r.

Prof. dr hab. inż. Mariusz Figurski

