

Prof. dr hab. inż. Andrzej Borkowski
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Instytut Geodezji i Geoinformatyki

Wrocław, 11.01.2016 r.

OCENA

**osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych, popularyzatorskich
oraz w zakresie współpracy międzynarodowej dr inż. Marka TROJANOWICZA
w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie geodezja i kartografia**

1. Podstawa opracowania opinii

Ocenę niniejszą opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, prof. dr. hab. inż. Bernarda Kontnego (pismo IDDD0000.4002.480.2015 z dnia 21.12.2015 r.) realizującego decyzję Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr. inż. Marka Trojanowicza (pismo BCK-V-L-8577/15 z dnia 3.12.2015 r.).

Podstawę opracowania opinii stanowiła dokumentacja wniosku zawierająca:

1. autoreferat przedstawiający dorobek i osiągnięcia naukowe Kandydata,
2. wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki,
3. kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.

Podczas opracowania opinii kierowano się wymogami ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014 r. poz. 1852., ze zm. w Dz. U. z 2015 r. poz. 249) oraz rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. nr 196 poz. 1165).

2. Podstawowe informacje o Habilitancie

Dr inż. Marek Trojanowicz ukończył studia wyższe w 1992 roku na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera w dyscyplinie geodezja i kartografia.

W 1999 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w zakresie geodezji i kartografii na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu na podstawie

rozprawy doktorskiej pt. „Metoda integracji klasycznych i satelitarnych pomiarów geodezyjnych” przygotowanej pod kierunkiem prof. Edwarda Osady.

Bezpośrednio po ukończeniu studiów Habilitant został zatrudniony w Akademii Rolniczej we Wrocławiu, gdzie pracował na stanowisku asystenta w latach 1992 - 1994 i następnie 1996 - 1999. Od 1999 roku do chwili obecnej zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Dr M. Trojanowicz posiada uprawnienia zawodowe do wykonywania samodzielnych funkcji w dziedzinie geodezji i kartografii w zakresach 1 i 2.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe zatytułowane „**Nowa metoda lokalnego modelowania quasi-geoidy wykorzystująca geofizyczną technikę inwersji danych grawimetrycznych (metoda GGI)**” Habilitant przedłożył cykl pięciu monotematycznych publikacji opracowanych indywidualnie:

- [1] Trojanowicz M. (2007) *Local modelling of quasi-geoid heights on the strength of the unreduced gravity and GPS/leveling data, with the simultaneous estimation of topographic masses density distribution*. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Vol. 10 (4) #35, topic Geodesy and Cartography [B; 6 pkt]
- [2] Trojanowicz M. (2012a) *Local modelling of quasigeoid heights with the use of the gravity inverse method - case study for the area of Poland*. Acta Geodynamica et Geomaterialia, Vol. 9, No. 1 (165), Prague, pp. 5-18 [IF 0.530; A; 20 pkt]
- [3] Trojanowicz M. (2012b) *Local quasigeoid modelling using gravity data inversion technique - analysis of fixed coefficients of density model weighting matrix* Acta Geodynamica et Geomaterialia, Vol. 9, No. 3 (167), Prague, pp. 269-281 [IF 0.530; A; 20 pkt]
- [4] Trojanowicz M. (2015a) *Estimation of optimal quantitative parameters of selected input data used in local quasigeoid modelling by the GGI method*, Journal of Spatial Science, 60:1, pp. 167-178, [IF 0.588; A; 20 pkt]
- [5] Trojanowicz M. (2015b) *Assessment of the accuracy of local quasigeoid modelling using the GGI method: case study for the area of Poland*. Studia Geophysica et Geodaetica, 59: 1-xxx, DOI: 10.1007/s11200-014-0527-9 (Online First Articles) [IF 0.806; A; 20 pkt]

Wszystkie prace zostały opublikowane w języku angielskim w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, w tym cztery w czasopismach z listy JCR. Sumowy IF prac stanowiących osiągnięcie naukowe wynosi 2,454 natomiast sumaryczna liczba punktów wg aktualnej listy MNiSW wynosi 86.

Omówienie osiągnięcia naukowego zostało przedstawione przez habilitanta w autoreferacie na dwunastu stronach. Autoreferat ma konstrukcję typową dla opracowań naukowych i

bardzo dobrze oddaje cel naukowy osiągnięcia, przedstawia w zarysie nowe, opracowane przez Habilitanta rozwiązanie celu naukowego, analizę właściwości tego rozwiązania oraz podsumowanie z wnioskami końcowymi.

W ramach ocenianego osiągnięcia opracowana została (wcześniej zdefiniowana jako cel prac) nowa metoda lokalnego modelowania quasi-geoidy w oparciu o niezredukowane dane grawimetryczne w postaci anomalii lub zakłóceń grawimetrycznych odniesionych do powierzchni terenu oraz w oparciu o anomalie wysokości znane z pomiarów niwelacyjnych bądź GNSS. Założenia i koncepcję metody wraz z testem numerycznym podano w pracy [1]. Opracowana metoda jest uogólnieniem stosowanej obecnie metody mas punktowych, nie ma jednocześnie ograniczeń tej ostatniej metody związanych z redukcjami topograficznymi oraz optymalnym rozmieszczeniem mas punktowych. Nowa metoda, występująca dalej w literaturze pod nazwą GGI, wykorzystuje geofizyczną technikę inwersji danych grawimetrycznych. W metodzie tej zamiast mas punktowych poszukiwane są dyskretne funkcje gęstości, zarówno mas pod powierzchnią geoidy, jak i mas topograficznych. Punktem wyjścia jest budowa lokalnego modelu potencjału zakłócającego, który definiowany jest jako suma trzech składowych: potencjał generowany przez masy topograficzne ponad powierzchnią quasi-geoidy, potencjał generowany przez masy pomiędzy powierzchnią quasi-geoidy a nieciągłością Mohorowicia oraz potencjał generowany przez pozostałe masy. W pracy [1] podano sposób modelowania i obliczenia poszczególnych składowych. Parametry modelu reprezentujące trend oraz wartości gęstości mas, jako niewiadome estymowane są metodą najmniejszych kwadratów. Zwrócono uwagę na konieczność odpowiedniego wagowania wyznaczanych gęstości. Na podstawie testów numerycznych obejmujących obszar Dolnego Śląska stwierdzono dokładności modelowania wysokości quasi-geoidy na poziomie 1,7 cm. Ponadto w omawianej pracy określono, w wyniku testów numerycznych, minimalną gęstość punktów o znanych wysokościach niwelacyjnych/GNSS oraz zbadano wpływ efektów brzegowych. W ocenie recenzenta proponowana metoda jest dobrze uzasadniona i udokumentowana, natomiast testy numeryczne na tym etapie badań wystarczające. Uwaga redakcyjna: zamieszczone w tej pracy słowa kluczowe nie mają z nią żadnego związku, pochodzą z innego artykułu (EJAPU jest czasopismem internetowych, wydawanym tylko w wersji elektronicznej).

Przedmiotem publikacji [2] są rozszerzone testy opracowanej metody obejmujące trzy duże obszary terytorium Polski. W pracy tej wprowadzono zmodyfikowaną funkcję wagową dla wyznaczanych gęstości, wynikającą z tego, że wprowadzono tutaj różne wielkości bloków o stałej gęstości. Ponadto w pracy tej wprowadzono dalsze modyfikacje macierzy wagowej polegające na uwzględnieniu przestrzennych korelacji pomiędzy strefami stałej gęstości mas. Zaproponowano sposób obliczania tych korelacji. Poszczególne testy numeryczne są bardzo dobrze i szczegółowo udokumentowane. Wyniki eksperymentów numerycznych pokazały, że zastosowanie globalnych modeli geopotencjału jako modelu trendu nie wpływa na dokładność modelowania opracowaną metodą GGI. Ponadto stwierdzono, że metoda GGI

pozwała na estymację wysokości quasi-geoidy na poziomie dokładności danych niwelacyjnych bądź GNSS.

Publikacja [3] jest poświęcona kluczowemu problemowi, związanemu ze stosowaniem opracowanej metody GGI – określeniu wartości macierzy wagowej dla wyznaczonej gęstości. Macierz ta steruje inwersją danych grawimetrycznych. W macierzy wagowej wprowadzonej w pracy [2], w części dotyczącej przestrzennych korelacji pomiędzy strefami stałej gęstości występują trzy stałe parametry. Wyznaczenie optymalnych wartości tych parametrów to cel i główny wynik omawianej pracy. Analizy numeryczne i eksperymenty przeprowadzono pod kątem różnych wielkości stref stałych gęstości. Wyznaczone współczynniki są niezmiennie dla szerszego zakresu wielkości stref stałych gęstości. Wykazano także, że współczynnik opisujący korelację pomiędzy sąsiednimi strefami stałych gęstości ma silny wpływ na dokładność wyznaczonego metodą GGI modelu gęstości mas topograficznych. Pozostałe dwa współczynniki wagowe związane z wagami głębokości mają natomiast większy wpływ na dokładność modelu quasi-geoidy.

Tematem publikacji [4] są wymagania ilościowe dotyczące danych wejściowych wykorzystywanych do modelowania metodą GGI. W szczególności przeanalizowano następujące parametry danych wejściowych: horyzontalny zasięg numerycznego modelu terenu (NMT) oraz modelu głębokość Moho, horyzontalny zasięg i gęstość danych grawimetrycznych. Eksperymenty numeryczne przeprowadzono dla dwóch grup danych punktów GNSS/niwelacyjnych o średnich odległościach 50 km i 100 km. Wykazano, że dla tego typu danych lepsze wyniki modelowania otrzymuje się, jeśli wykorzystano globalny model geopotencjału jako trend. Ponadto stwierdzono, że horyzontalny zasięg modeli NMT i Moho można ograniczyć do 70 km poza obszar modelowania, natomiast obszar pokrycia danymi grawimetrycznymi do 30 km. Minimalną gęstość danych grawimetrycznych określono na jeden punkt na 18 km².

Tematem publikacji [5] są analizy dotyczące oceny dokładności opracowanej metody GGI. Analizy przeprowadzono na obszarze Polski wykorzystując dane sieci EUVN, POLREF, EUREF-POL oraz ASG-EUPOS (razem 241 pkt.). Ponadto wykorzystano ponad 33 tysiące punktów grawimetrycznych równomiernie pokrywających obszar Polski. Jako podstawowy parametr oceny dokładności przyjęto odchylenie standardowe różnic pomiędzy pomierzonymi anomaliami wysokości a wyznaczonymi metodą GGI. Wielkość tę oszacowano na poziomie 1,2 cm, niezależnie od zastosowanego modelu geopotencjału. Aby osiągnąć powyższą dokładność modelowania quasi-geoidy metodą GGI wymagane są dane grawimetryczne na poziomie dokładności 1,3 mGal oraz anomalie wysokości GNSS/niwelacja na poziomie dokładności 2,0 cm.

Oceniając przedłożone osiągnięcie stwierdzam, że:

- Prace prezentują wyniki badań z obszaru dyscypliny naukowej geodezja i kartografia.

- Opracowana metoda GGI jest osiągnięciem oryginalnym, opublikowanym w czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Metoda ta została wszechstronnie przetestowana, a wyniki opublikowane w logicznie ułożonym cyklu prac. Metoda GGI wykazuje szereg zalet w stosunku to rozwiązań tradycyjnych: brak konieczności stosowania redukcji danych, np. redukcji topograficznych, wykorzystanie tylko danych lokalnych, nieznacznie wykraczających poza obszar modelowany, bardzo wysoka dokładność wyznaczenia modelu quasi-geoidy.
- Przedstawione osiągnięcie wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej geodezja i kartografia.

4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Liczbowo dorobek publikacyjny dr. Trojanowicza jest przeciętny. Oprócz pięciu prac zgłoszonych jako osiągnięcie habilitacyjne, opublikował on 14 prac w czasopismach polskich oraz dwa rozdziały monograficzne. Należy jednak podkreślić, że 50% tych prac to prace indywidualne, spójne tematycznie. Widać w nich rozwój naukowy oraz kolejne kroki w dochodzeniu do opracowania metody GGI, która jest głównym osiągnięciem naukowym habilitacyjnym.

W zakresie oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych bądź technologicznych Habilitant przedstawia trzy pozycje. Dwie z nich dotyczą programów komputerowych, opracowanych indywidualnie, związanych z realizacją algorytmu GGI, ze wszystkimi aspektami numerycznymi. Najbardziej wartościowe wydaje się osiągnięcie trzecie, opracowane w latach 1997-1998 wraz z zespołem pracowni SIT OPGK Wrocław. Program do zarządzania i edycji map dołowych Zakładów Górniczych „Lubin”, zaimplementowany w środowisku MicroStation był wykorzystywany w praktyce przez ZG Lubin do 2009 roku. Autor ocenia swój udział w tym dziele na 60%.

Sumaryczny *impact factor* publikacji dr. Trojanowicza wynosi 2.454, natomiast liczba cytowań, zgodnie z dokumentacją, według bazy *Web of Science* wynosi 4 a indeks Hirscha 1. (aktualne wartości, z dnia przygotowania recenzji wynoszą: liczba cytowań - 7, indeks Hirscha - 2). Wartości te można uznać za przeciętne w dyscyplinie geodezja i kartografia.

Ponadto habilitant przedstawił:

- Udział w trzech grantach MNiSW bądź KBN jako wykonawca; tematyka tych grantów ściśle związana ze specjalizacją Habilitanta,
- Trzy nagrody rektorskie za działalność naukową,
- Wygłoszenie 10 referatów na konferencjach naukowych (z tego 9 indywidualnych wystąpień), o charakterze międzynarodowym, głównie na konferencjach czeskich bądź czesko-polskich,

Podsumowując dorobek w tym zakresie uważam, że spełnia on, w wystarczającym stopniu, wymagania zdefiniowane w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. nr 196 poz. 1165).

5. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i w zakresie współpracy międzynarodowej

Habilitant, jako nauczyciel akademicki posiada duży dorobek dydaktyczny. Prowadził liczne ćwiczenia i wykłady na kierunku geodezja i kartografia na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji UP we Wrocławiu, między innymi z przedmiotów:

- Geodezja wyższa i astronomia geodezyjna (ćwiczenia)
- Geodezja wyższa II (ćwiczenia)
- Rachunek wyrównawczy (wykłady, ćwiczenia)
- Geodezja fizyczna i geodynamika (wykłady, ćwiczenia)
- Zaawansowane metody opracowania obserwacji (ćwiczenia)
- Systemy informacji terenowej (ćwiczenia)
- Informatyka w geodezji (ćwiczenia)

Ponadto był opiekunem 10 prac magisterskich i 35 inżynierskich.

Dr Trojanowicz był recenzentem trzech artykułów w czasopismach polskich: Technical Sciences, Geodesy and Cartography i Acta Scintiarum Polonorum.

W zakresie współpracy międzynarodowej Habilitant jest koordynatorem umowy o współpracy pomiędzy Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu a Politechniką Lwowską. Ponadto współuczestniczył w organizacji konferencji 13th Czech-Polish Workshop. Za działalność organizacyjną uzyskał nagrodę Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Habilitant jest członkiem zespołu tematycznego „Pomiary siły ciężkości” w ramach Sieci Naukowej „Polska sieć badawcza Globalny Geodezyjny system Obserwacyjny”. Ponadto aktywnie uczestniczył, przez szereg lat, w pracach związanych z zakładaniem osnów oraz pomiarami GNSS na obszarze Dolnego Śląska.

Oceniając aktywność naukową i organizacyjną uważam, że jest ona typowa dla pracownika naukowego uniwersytetu (zwraca uwagę duże zaangażowanie dydaktyczne). Jednocześnie aktywność międzynarodowa jest zaledwie zarysowana. Całościowo oceniam jednak, że wymagania w tym zakresie zdefiniowane w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. nr 196 poz. 1165) zostały w minimalnym niezbędnym zakresie spełnione.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Oceniając całokształt dorobku dr. Marka Trojanowicza stwierdzam, że:

- Osiągnięcie naukowe (praca habilitacyjna) jest dziełem oryginalnym wnoszącym istotny wkład w rozwój dyscypliny geodezja i kartografia. Uważam ponadto, że osiągnięcie to stanowi jasny i mocny punkt w całościowym dorobku Habilitanta.
- Pozostały dorobek naukowy, organizacyjny, dydaktyczny oraz w zakresie współpracy międzynarodowej spełnia wymagania sformułowane w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. (Dz. U. nr 196 poz. 1165). Na podkreślenie zasługuje fakt, że dorobek naukowy Habilitanta to głównie dorobek indywidualny.

Wobec powyższego uważam, że osiągnięcie naukowe oraz pozostały całkowity dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr Marka Trojanowicza spełnia warunki nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2014 r. poz. 1852., ze zm. w Dz. U. z 2015 r. poz. 249)

Bodow 25