

**Recenzja i opinia rozprawy habilitacyjnej w postaci cyklu publikacji pt:
„Wpływ danych z grawimetrycznych misji satelitarnych na wyznaczenie
wysokości geoidy/quasigeoidy oraz wysokości ortometrycznych/normalnych
oraz ich zmian w czasie”
oraz dorobku naukowego i osiągnięć organizacyjno-dydaktycznych
dra inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah’a**

Postępowanie habilitacyjne dra inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah’a zostało wszczęte 14.04.2020 r.

Przedmiotem recenzji i opinii jest stwierdzenie, czy osiągnięcia naukowe Kandydata spełniają kryteria określone w art. 219 ust.1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) i czy stanowią podstawę do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych, w Dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Podstawą wykonania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, dra hab. inż. Jacka Rapińskiego, prof. UWM, z dnia 1 września 2020 r.

Materiały, które otrzymałam w związku z postępowaniem habilitacyjnym dra inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah’a, zawierały dokumentację zgodną z art. 221 ust. 1 Ustawy.

Informacje ogólne o Habilitancie

Dr inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah w 2009 r. uzyskał tytuł magistra inżyniera geodezji i geoinformatyki w Royal Institute of Technology (KTH) w Sztokholmie w School of Urban Planning and Environment, Division of Geodesy and Satellite Positioning. Tytuł pracy magisterskiej: *Crustal motion at the permanent GPS station SVEA, Antarctica*.

W roku 2014 obronił pracę doktorską w dyscyplinie nauk technicznych, w dziedzinie geodezja i kartografia, na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Tytuł wyróżnionej rozprawy doktorskiej: *Contribution of the GOCE-based gravity field modelling to local geoid determination*. Promotorem był prof. dr hab. inż. Jan Kryński, a recenzentami: prof. dr hab. inż. Marcin Barlik i prof. dr hab. inż. Adam Łyszkowicz. Habilitant uzyskał ten tytuł będąc od 2011 r. doktorantem w Instytucie Geodezji i Kartografii (IGiK), w Centrum Geodezji i Geodynamiki w Warszawie.

Zainteresowania naukowe Kandydata, po doktoracie, związane są z grawimetrią satelitarną, koncentrują się wokół walidacji modeli geopotencjału wyznaczonych z danych satelitarnych i możliwości poprawy „satelitarnych” modeli geopotencjału poprzez wykorzystanie danych pomiarów absolutnych siły ciężkości, badania wpływu danych z grawimetrycznych misji satelitarnych na wyznaczenie wysokości geoidy/quasigeoidy i wysokości ortometrycznych/normalnych, a także wyznaczenia zmian wysokości geoidy/quasigeoidy w czasie.

Sześćoletni okres, który minął od czasu uzyskania stopnia naukowego doktora, Kandydat spożytkował na doskonalenie warsztatu badawczego dotyczącego reprezentatywnej oceny wpływu danych

z misji satelitarnych GOCE i GRACE na wyznaczenie wysokości geoidy/quasigeoidy i wysokości ortometrycznych/normalnych oraz ich zmian w czasie. Badania zostały wykonane dla obszarów Polski, Afryki Wschodniej i Arabii Saudyjskiej.

Po doktoracie Kandydat brał udział w projektach naukowych finansowanych przez instytucje naukowe. Wyniki badań zaprezentował na wielu konferencjach i seminariach naukowych. Kandydat, z racji pracy w jednostce nie prowadzącej dydaktyki, realizował rozpowszechnianie swojej wiedzy recenzując artykuły naukowe, w zdecydowanej większości wymienione w Journal Citation Reports (JCR) oraz sprawując opiekę naukową nad studentami zagranicznymi.

Zdobyta przez Kandydata wiedza i umiejętności umożliwiły m.in. przygotowanie publikacji dokumentujących wyniki badań, w czasopismach o wysokiej renomie. Artykuły te stanowią podstawę niniejszego postępowania habilitacyjnego. Inne współautorskie artykuły Kandydata, które nie zostały zawarte w zbiorze artykułów stanowiących rozprawę habilitacyjną, dotyczą podobnej tematyki.

Analiza przebiegu pracy zawodowej dra inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah'a, jako asystenta (do końca 2009 r.) na Wydziale Geodezji w Royal Institute of Technology (KTH) w Sztokholmie, studia doktoranckie w Polsce od 2011 r., staż w Centrum Geodezji i Geodynamiki Instytutu Geodezji i Kartografii i zatrudnienie od 2014 roku w Instytucie Geodezji i Kartografii w Centrum Geodezji i Geodynamiki, uzasadnia stwierdzenie, że Habilitant był i jest związany zawodowo z problematyką geodezyjną, przypisaną obecnie do dziedziny Nauk Inżynieryjno-Technicznych w Dyscyplinie inżynieria lądowa i transport, zarówno w aspektach naukowym jak i praktycznym oraz dydaktycznym.

Ocena osiągnięcia naukowego

Opis osiągnięcia naukowego.

Osiągnięcie naukowe przedstawione przez Kandydata, będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, nosi tytuł: **„Wpływ danych z grawimetrycznych misji satelitarnych na wyznaczanie wysokości geoidy/quasigeoidy oraz wysokości ortometrycznych/normalnych oraz ich zmian w czasie”**.

Rozprawę habilitacyjną stanowi cykl ośmiu powiązanych tematycznie publikacji opublikowanych w czasopismach o międzynarodowym zasięgu:

1. Godah W., Kryński J., Szelachowska M. (2018): The use of absolute gravity data for the validation of Global Geopotential Models and for improving quasigeoid heights determined from satellite only Global Geopotential Models . Journal of Applied Geophysics 152: 38 47. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.03.002>.
2. Godah W., Gedamu A.A., Bedada T.B. (2018): On the contribution of dedicated gravity satellite missions to the modelling of the Earth gravity field – A case study of East Africa . Geoinformation Issues 10(1(10)): 5 15.
3. Elsaka B., Alothman A., Godah W. (2016): On the Contribution of GOCE Satellite Based GGMs to Improve GNSS/Leveling Geoid Heights Determination in Saudi Arabia. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing 9(12): 5842 5850. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2015.2495193>.
4. Godah W., Szelachowska M., Krynski J. (2017): On the analysis of temporal geoid height variations obtained from GRACE based GGMs over the area of Poland . Acta Geophysica 65(4): 713 725. <https://doi.org/10.1007/s11600-017-0064-3>.

5. Godah W., Szelachowska M., Krynski J. (2018): Application of the PCA/EOF method for the analysis and modelling of temporal variations of geoid heights over Poland . Acta Geodaetica et Geophysica 53(1): 93 105. <https://doi.org/10.1007/s40328-017-0206-8>.
6. Godah W., Szelachowska M., Krynski J. (2017): Investigation of geoid height variations and vertical displacements of the Earth surface in the context of the realization of the modern vertical reference system A case study for Poland . In : Vergos G., Pail R., Barzaghi R. (eds) International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016 . International Association of Geodesy Symposia 148:135 141. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/1345_2017_15.
7. Godah W., Szelachowska M., Krynski J. (2017): On the Estimation of Physical Height Changes using GRACE Satellite Mission Data A Case Study of Central Europe . Geodesy and Cartography 66(2): 211 226. <https://doi.org/10.1515/geocart-2017-0013>.
8. Godah W. (2019): IGIK TVGMF: A MATLAB package for computing and analyzing temporal variations of gravity/mass functionals from GRACE satellite based global geopotential models. Computers and Geosciences 123: 47 58. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2018.11.008>.

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego- monotematycznego cyklu ośmiu publikacji

Charakterystyka poszczególnych artykułów tworzących cykl publikacji

Celem artykułu **1.** było wykazanie przydatności danych z absolutnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości do walidacji Globalnych Modeli Geopotencjalnych (GGMs), jak również do poprawy wartości wysokości quasi-geoidy wyznaczonych z modeli opracowanych wyłącznie na podstawie danych z grawimetrycznych misji satelitarnych GRACE i GOCE. Badania przeprowadzono analizując dane z Polski uznając, że pomiary absolutnych siły ciężkości na tym terenie są wystarczające i równomierne do walidacji. Anomalie grawimetryczne uzyskane z GGMs zostały sprawdzone na podstawie odpowiednich danych bezwzględnych pomiarów grawimetrycznych. Do walidacji danych została zastosowana metoda wzmocnienia widmowego (SEM), aby uwzględnić niespójność widmową. Uzyskana z badanych GGMs szacunkowa dokładność wartości anomalii grawimetrycznych wyniosła 1,7 mGal. Wykazano, że modele geopotencjalne, uzyskane na podstawie danych satelitarnych, mogą być sprawdzane przy użyciu danych absolutnych pomiarów grawimetrycznych z dokładnością na poziomie 1 mGal. Analizie poddano wysokości quasigeoidy uzyskane z satelitarnych GGMs, jak również z GGMs wyznaczonych na podstawie danych GNSS i niwelacyjnych o wysokiej dokładności w połączeniu z danymi grawimetrii bezwzględnej. Przedstawiono dowody, że łącząc GGMs uzyskane tylko z danych satelitarnych z danymi grawimetrii absolutnej można uzyskać poprawę wysokości quasigeoidy do 59%.

Głównym celem badań opisanych w artykule **2.** jest ocena najnowszych GGMs i udziału satelitarnych misji grawimetrycznych (DGSM) w modelowanie pola grawitacyjnego Ziemi w Afryce Wschodniej. Funkcjonały grawitacyjne, opracowane z wykorzystaniem danych z DGSM, takie jak wysokości quasi-geoidy i zakłócenia grawimetryczne wyznaczone z najnowszych GGMs, zostały poddane ocenie przy użyciu danych grawimetrii naziemnej dostępnych dla obszaru Etiopii oraz danych GNSS i niwelacyjnych z Ugandy. Według autorów w przypadku wykorzystania GGMs, dla badanych obszarów, poprawa dokładności modelowanego pola siły ciężkości Ziemi wyniosła 40–50% pod warunkiem wykorzystania danych z misji satelitarnej GRACE dla okresu dłuższego od pięciu lat oraz danych z misji GOCE.

W artykule **3.** wartości wysokości geoidy, które określono na podstawie kilku najnowszych GGMs wykorzystując dane z misji GOCE, zostały poddane walidacji na podstawie 5187 połączonych obserwacji Globalnego Systemu Nawigacji Satelitarnej (GNSS) i niwelacji w Arabii Saudyjskiej. Celem pracy było badanie spójności widmowej między GGMs wyznaczonymi na bazie GOCE, a danymi naziemnymi. Uwzględnione zostały wysokie i bardzo wysokie częstotliwości funkcyjnałów pola ciężkości, tj. sygnały

poza maksymalnym stopniem GGMs wykorzystujących dane z misji GOCE. Do tego celu wykorzystano model EGM2008 i cyfrowy model terenu o wysokiej rozdzielczości Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Badania wykazały, że uzupełnienie brakującego wysokoczęstotliwościowego komponentu wysokości geoidy w takich modelach GGMs, wykorzystując dane z EGM2008 i z SRTM, skutkuje poprawą o około 16% wartości odchylenia standardowego różnic wysokości wyznaczonych z modelu i pomiarów. Aby zapewnić lepsze dopasowanie wysokości geoidy, uzyskanych z badanych GGMs opartych na danych z GOCE, do wysokości wyznaczonych z pomiarów GNSS i niwelacji, zbadano trzy typy modeli transformacji: transformacje cztero-, pięcio- i siedmio-parametrowe. Badania wykazały, że odchylenie standardowe wysokościowego systemu odniesienia regionu Arabii Saudyjskiej wynosi około 22 cm.

Głównym celem artykułu **4.** była analiza czasowych zmian wysokości geoidy na obszarze Polski z wykorzystaniem Globalnych Modeli Geopotencjalnych opracowanych na podstawie danych z misji GRACE. Na podstawie tych GGMs wyznaczono szeregi czasowe zmian wysokości geoidy dla wybranych podobszarów. Następnie zmiany te analizowano przy użyciu dwóch różnych metod: metody analizy spektralnej oraz metody dekompozycji sezonowej. Przy użyciu obydwu metod wyznaczono składowe szeregi czasowych: sezonowe, długookresowe (trendu) oraz składowe nie podlegające modelowaniu. Na podstawie wyników analizy opracowano i omówiono trzy modele czasowych zmian wysokości geoidy. Wyniki wskazują, że modele opracowane przy użyciu metody dekompozycji sezonowej są lepiej dopasowane do danych niż modele oparte na metodzie analizy spektralnej. Czasowe zmiany wysokości geoidy (quasigeoidy) mogą być modelowane przy użyciu metody dekompozycji sezonowej z dokładnością 0.5 mm wyrażoną przez odchylenia standardowe różnic wysokości. Zbadano również możliwość przewidywania zmian wysokości geoidy na terenie Polski na podstawie danych z misji GRACE. Z przeprowadzonych badań wynika, że wysokość geoidy na obszarze Polski waha się w czasie w granicach 1,1 cm, co należy wziąć pod uwagę przy definiowaniu modelu geoidy z dokładnością centymetrową.

Z kolei celem artykułu **5.** było przeprowadzenie analizy i modelowania czasowych zmian wysokości geoidy uzyskanych z danych misji GRACE, na obszarze Polski, statystycznymi metodami dekompozycji, metodą Principal Component Analysis i Empirical Orthogonal Function (PCA/EOF). Czasowe zmiany wysokości geoidy uzyskano z najnowszej, tj. piątej wersji, miesięcznych globalnych modeli geopotencjalnych wyznaczonych z danych GRACE. Stwierdzono, że mogą one osiągnąć poziom 10 mm. Składowe PCA i odpowiadające im wzorce obciążenia EOF oszacowano za pomocą dwóch różnych algorytmów. Uzyskane wyniki pokazały, że znaczną część sygnału czasowych zmian wysokości geoidy, na obszarze Polski, można uzyskać z pierwszych trzech modułów PCA i wzorców obciążenia EOF. Rezultaty dowiodły przydatność metody PCA/EOF do analizowania i modelowania czasowych zmian wysokości geoidy.

Celem badań opisanych w publikacji **6.** było zbadanie czasowych zmian wysokości geoidy oraz omówienie pionowych przemieszczeń powierzchni Ziemi w celu realizacji nowoczesnego pionowego układu odniesienia. Wyznaczono czasowe zmiany wysokości geoidy na obszarze Polski w czterech podobszarach. Zmiany zostały przeanalizowane i modelowane metodą dekompozycji sezonowej. Jako przykład wybrano czasowe przemieszczenia pionowe, które zostały przeanalizowane przy użyciu danych z misji GRACE, a wywołane czasowymi zmianami poziomu wody gruntowej zmierzonymi w Obserwatorium Borowa Góra (BGO). Uzyskane dla Polski wyniki pokazują, że kombinacja czasowych zmian wysokości geoidy i czasowych pionowych przemieszczeń fizycznej powierzchni Ziemi powodują znaczne wahania czasowe wysokościowego układu odniesienia.

Głównym rezultatem badań opisanych w artykule **7.** jest oszacowanie zmian wysokości fizycznej (wysokości ortometrycznej lub normalnej) w Europie Środkowej przy użyciu danych z misji satelitarnych GRACE, a także ich analiza i modelowanie na wybranym obszarze badań. Fizyczne zmiany wysokości

oszacowano na podstawie określonych czasowych zmian anomalii wysokości i pionowych przemieszczeń powierzchni Ziemi. Jako dane wejściowe wykorzystano dane opisane w publikacji 5. z misji GRACE, globalne modele geopotencjalne, a także liczby parametrów sprężystości Ziemi ładunków Love'a z wstępnego referencyjnego modelu Ziemi (PREM). Analizę oszacowanych fizycznych zmian wysokości oraz ich modelowanie wykonano dwiema metodami: metodą dekompozycji sezonowej oraz metodą PCA/EOF (Principal Component Analysis/Empirical Orthogonal Function). Uzyskane różnice poddano dyskusji. Wywnioskowano, że fizyczne zmiany wysokości w Europie Środkowej osiągają do 22,8 mm. Wywnioskowano, że takie fizyczne zmiany wysokości dla obszaru Europy Centralnej można modelować z dokładnością od 1.0 do 1.4 mm przy użyciu metody dekompozycji sezonowej oraz z dokładnością od 0.9 do 2.0 mm przy użyciu metody PCA/EOF.

W artykule 8. Habilitant przedstawia autorski pakiet obliczeniowy zaprogramowany w środowisku MATLAB o nazwie IGiK – TVGMF (Instytut Geodezji i Kartografii – TVGMF). Ten pakiet programów umożliwia obliczanie i analizowanie czasowych zmian funkcjonałów geopotencjału/masy (TVGMF - Temporal Variations of Gravity/Mass Functionals) na podstawie globalnych modeli geopotencjalnych, które opracowano na podstawie danych z misji grawimetrycznych satelity GRACE w odstępach miesięcznych. Pakiet IGiK – TVGMF jest tworzony przy użyciu aplikacji MATLAB App Designer. Umożliwia wyznaczenie trzynastu TVGMF z siedmiu centrów obliczeniowych GRACE w jednym punkcie lub w siatce punktów. Do analizy i modelowania TVGMF wykorzystano wyrównanie sezonowe oraz metodę analizy komponentów głównych i empirycznej funkcji ortogonalnej (PCA/EOF). Czasowe zmiany wysokości geoidy wyznaczone przy użyciu oprogramowania IGiK–TVGMF zostały poddane walidacji wykorzystując wyniki ICGEM oraz pakietu GRAVSOF. Odchylenia standardowe różnic pomiędzy czasowymi zmianami wysokości geoidy (otrzymanymi z programowania IGiK–TVGMF) oraz odpowiednimi wartościami obliczonymi przy użyciu oprogramowania GRAVSOF i ICGEM, nie przekraczają milimetra, co potwierdza skuteczność programu. Pakiet IGiK – TVGMF jest bezpłatnie dostępny do celów niekomercyjnych, naukowych i akademickich.

Ogólna ocena cyklu publikacji

Wszystkie osiem publikacji, stanowiących powiązany tematycznie cykl, zostało zamieszczone w czasopismach o międzynarodowym zasięgu, w tym pięć w czasopismach wyróżnionych w Web of Science (WoS) i posiadających współczynnik Impact Factor (IF), dwie w czasopismach nie posiadających IF, ale punktowane przez MNiS (jedna z nich w prestiżowych recenzowanych materiałach konferencyjnych IAG Symposia, wydawanych przez Springer) i jedna nie punktowana, lecz w czasopiśmie cenionym w środowisku naukowym. Dane naukowe cyklu publikacji: *sumaryczny IF z 5 lat wynosi 10.587, suma punktów według listy czasopism Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNIŚW), opublikowanej w 2019 roku dla artykułów, wynosi 520, Index Hirsza - 4, publikacje były dotąd kilkanaście razy cytowane.* Świadczy to o znaczącym oddziaływaniu tych publikacji w międzynarodowym środowisku naukowym.

Habilitant jest autorem jednej z publikacji monotematycznego cyklu, pierwszym współautorem sześciu publikacji, a tylko w jednej publikacji wymieniony został na trzecim miejscu w gronie współautorów. Patrząc na cykl ilościowo widzimy, że artykuł H8 w całości został napisany przez Kandydata, w sześciu artykułach jego udział jest znaczący nie tylko ilościowo (średnio ok. 60%, najczęściej 75%), ale także jakościowo. Współautorzy zadeklarowali udział w symulacjach komputerach, dyskusji naukowej nad pierwszą wersją tekstu artykułu i redakcją tekstu. Częściowo też korespondowali z recenzentami.

Wszystkie publikacje są ściśle związane z tytułem/tematem osiągnięcia naukowego. W pierwszej publikacji przeprowadzono walidację modeli geopotencjału wyznaczonych z danych satelitarnych oraz

dodatkowo zbadano możliwości poprawy „satelitarnych” modeli geopotencjału poprzez wykorzystanie danych pomiarów absolutnych siły ciężkości. Następne dwie publikacje dotyczą badania wpływu danych z grawimetrycznych misji satelitarnych na wyznaczenie wysokości geoidy/quasigeoidy i wysokości ortometrycznych/normalnych na wybranych obszarach. Cztery kolejne artykuły dotyczą wyznaczenia zmian wysokości geoidy/quasigeoidy w czasie. Ostatnia, ósma publikacja opisuje autorski pakiet programowy do obliczania i analiz czasowych zmian funkcjonałów geopotencjału/masy, który jest wolny od niektórych niedoskonałości dotychczas znanego oprogramowania.

Jako główne osiągnięcia naukowe wynikające z przedstawionego cyklu powiązanych tematycznie publikacji należy uznać:

1. Wykazanie, że dla zapewnienia wysokiej dokładności wyznaczanych funkcjonałów geopotencjału, rzędu 1 mGal dla anomalii grawimetrycznej oraz 1 cm dla wysokości geoidy, oprócz GGMS opracowanych wyłącznie na podstawie danych z misji satelitarnych czy modeli kombinowanych niezbędne są także dane naziemne wysokiej jakości, przy czym dane z absolutnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości są bardziej odpowiednie niż dane satelitarno-niwelacyjne.
2. Wykazanie, że łączne wykorzystanie danych z absolutnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości oraz GGMS opracowanych wyłącznie na podstawie danych satelitarnych znacznie poprawia zarówno dokładność (nawet do ok. 60%) jak i rozdzielczość przestrzenną wyznaczanego modelu geoidy. Zatem zakładanie sieci grawimetrycznych z wykorzystaniem grawimetru absolutnego jest zasadne, szczególnie dla obszarów, w których brakuje modelu wysokiej jakości oraz tam, gdzie pokrycie naziemnymi danymi grawimetrycznymi nie jest wystarczające.
3. Wykazanie, że grawimetryczne misje satelitarne przyczyniły się do poprawy modelowania składowych długofalowych, tj. do 200 stopnia/rzędu, pola siły ciężkości Ziemi dla obszaru Afryki Wschodniej oraz Arabii Saudyjskiej. Wyniki otrzymane dla obszaru Afryki Wschodniej i Arabii Saudyjskiej potwierdzają wzrost dokładności wyznaczenia ziemskiego pola siły ciężkości i wysokości geoidy przy wykorzystaniu danych z misji satelitarnej GOCE.
4. Wykazanie, że długookresowe dane z misji satelitarnej GRACE oraz dane z misji satelitarnej GOCE mogą powodować poprawę modelowania zakłócenia grawimetrycznego nawet o ok. 40 % (na przykładzie Etiopii i Ugandy).
5. Wyznaczenie wartości czasowych zmian wysokości geoidy/quasigeoidy dla obszaru Polski przy użyciu danych z misji satelitarnej GRACE. Wyznaczenie tych zmian jest przydatne do modernizacji systemu odniesienia dla wysokości, do opracowania dynamicznego modelu geoidy/quasigeoidy, jak również statycznego modelu geoidy/quasigeoidy o subcentymetrowej dokładności.
6. Wyznaczenie zmian wysokości ortometrycznych/normalnych dla obszaru Europy Centralnej przy użyciu danych z misji satelitarnej GRACE. Wiedza dotycząca tych zmian może być wykorzystana zarówno do analiz deformacji powierzchni Ziemi, jak i do wybranych zastosowań inżynierskich.
7. Wykazanie, że czasowe zmiany wysokości geoidy/quasigeoidy oraz zmiany wysokości ortometrycznych/normalnych mogą być modelowane z dokładnością 1 mm za pomocą metody PCA/EOF oraz metody dekompozycji sezonowej.
8. Opracowanie i udostępnienie społeczności naukowej autorskiego pakietu obliczeniowego w środowisku MATLAB o nazwie IGiK – TVGMF, który umożliwi obliczanie i analizowanie czasowych zmian funkcjonałów geopotencjału/masy na podstawie globalnych modeli geopotencjalnych wyznaczonych na podstawie danych z misji grawimetrycznych satelity GRACE.

Osiągnięcia te, w mojej opinii, znacząco przyczyniają się do rozwoju Nauk Inżynieryjno-Technicznych oraz Nauk Ścisłych i Przyrodniczych (obszar problematyki badań geofizycznych) w zakresie wyznaczania i modelowania ziemskiego pola grawitacyjnego, a przede wszystkim do rozwoju Dyscypliny inżynieria lądowa i transport, do której obecnie włączona została geodezja i kartografia.

Należy podkreślić, że problematyka wyznaczania ziemskiego pola grawitacyjnego i jego zmian w czasie stanowi jeden z filarów współczesnej geodezji, co znajduje wyraz w działalności i strukturach Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki (IUGG) oraz Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (IAG). Podsumowując należy stwierdzić, że przedstawiona rozprawa habilitacyjna w formie cyklu powiązanych tematycznie publikacji w pełni spełnia kryteria określone w art. 219 ust.1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.).

Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Wszystkie przedstawione publikacje podlegały, zgodnie z wymaganiami redakcyjnymi czasopism, wnikliwym recenzjom ekspertów, toteż w niniejszej ocenie osiągnięcia naukowego nie przedstawiam recenzji treści poszczególnych publikacji. Przedstawione poniżej uwagi odnoszą się jedynie do ogólnej oceny całości rozprawy w kontekście jej tematu określonego w tytule.

Przedstawiony w autoreferacie cykl publikacji zawiera tematycznie właściwą, moim zdaniem, kolejność, od walidacji współczesnych „satelitarnych” modeli GGMs, poprzez ocenę wpływu danych satelitarnych misji grawimetrycznych na dokładność modelowania geoidy/quasigeoidy, po analizę czasowych zmian wysokości geoidy/quasigeoidy. Tymczasem chronologia publikowania poszczególnych prac jest zupełnie inna, np. praca pierwsza została opublikowana jako jedna z ostatnich. Czy wynika to zatem z różnego czasu trwania cyklu publikacyjnego w różnych czasopismach, czy też jest wynikiem niezależnego publikowania każdej z prac, a dopiero później zestawienia ich w jeden cykl powiązany tematycznie? Trudno zrozumieć też, dlaczego każdą pracę cyklu opublikowano w innym czasopiśmie. Naukowcom zainteresowanym tą tematyką utrudnia to powiązanie prac w jeden spójny cykl. Z drugiej strony ten tak skomponowany cykl publikacji, będący alternatywą do monografii, stanowi odpowiednio zamkniętą całość.

Wpływ danych grawimetrycznych misji satelitarnych na wyznaczanie wysokości geoidy oraz wysokości badany był na przykładzie obszaru Afryki Wschodniej i Arabii Saudyjskiej, natomiast wpływ danych grawimetrycznych misji satelitarnych, na wyznaczanie czasowych zmian tych wielkości, analizowany był na przykładzie Polski i Europy Środkowej. Dlaczego nie zachowano tu spójności obszaru badawczego? Potwierdza to tylko, moim zdaniem, przypuszczenie o nie do końca zaplanowanym wcześniej zestawieniu prac stanowiących spójny cykl publikacji. Z drugiej strony w ten sposób przetestowano system obliczeniowy w różnych warunkach.

W pierwszej pracy cyklu wykazano, że łącząc GGMs uzyskane tylko z danych satelitarnych z danymi grawimetrii absolutnej można uzyskać poprawę wartości wysokości quasigeoidy do ok 60%. Badano zatem nie wpływ danych grawimetrycznych misji satelitarnych na wyznaczanie wysokości geoidy (co jest tematem rozprawy) ale wpływ danych pomiarów absolutnych siły ciężkości na poprawę modeli czysto „satelitarnych” i modeli kombinowanych. Zatem to właśnie odpowiednio dokładne dane naziemne znacznie poprawiają modele „satelitarne”, a nie odwrotnie. Należy podkreślić, że było to możliwe na obszarze Polski z uwagi na stosunkowo gęste i równomiernie rozmieszczone stacje pomiarów absolutnych. Wniosek ten to jedno z głównych i ważnych, moim zdaniem, osiągnięć Kandydata.

Ostatnią uwagą, tym razem techniczną, jest nieco utrudnione korzystanie z dokumentacji dostarczonej przez Kandydata. W wersji cyfrowej pliki opisane są poprawnie. Natomiast w papierowej wersji

brak na wstępie całościowego spisu treści i odniesienia do załączników, a numeracja stron powtarza się wielokrotnie i rozdziały tylko w punkcie 3a i 3b odnoszą się do załączników.

Uwagi powyższe mają charakter bardziej dyskusyjny niż krytyczny i w niczym nie umniejszają mojej wysokiej oceny wartości merytorycznej rozprawy habilitacyjnej.

Podsumowując, **stwierdzam że przedstawiony cykl powiązanych tematycznie publikacji dra inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah'a jest oryginalnym, naukowym osiągnięciem Kandydata. Jest to dokonanie rangi międzynarodowej, stanowiące istotny wkład w rozwój nauki**, m.in. świadczy o tym liczba cytowań zewnętrznych w czasopismach umieszczonych na liście JRC oraz prestiż periodyków, w których zostały opublikowane prace.

Ocena osiągnięć naukowo-badawczych Kandydata oraz osiągnięć organizacyjno-dydaktycznych, po uzyskaniu stopnia doktora

Dane naukometryczne dorobku po doktoracie, nie wymienionego w cyklu publikacji: dr inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah jest współautorem pięciu artykułów (w trzech z nich jest pierwszym współautorem), w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR).

Trzy następne współautorskie artykuły Habilitant opublikował w znaczących czasopismach spoza bazy JCR. Z czego w dwóch jest pierwszym współautorem. Jest także współautorem trzech artykułów, które można przeliczać jako rozdziały w monografiach.

Sumaryczny IF tych publikacji wynosi 8,51, a sumaryczna liczba punktów MNiSW (wg listy z 2019 r.) wynosi 300.

UWAGA: Z mniejszą wagą do oceny dorobku po doktoracie, mimo daty wydania 2015 r., należałoby moim zdaniem jednak potraktować artykuł: (6) *Godah W., Krynski J. (2015): Comparison of GGMs based on one year GOCE observations with the EGM08 and terrestrial data over the area of Sudan. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 35A: 128–135. [MNiSW pt. = 140; IF(5 years) = 5.194]*, gdyż został napisany w 2012 roku i zgłoszony w 2013 w wydaniu specjalnym: [GOCE earth science applications and models\(Based on the ESA GOCE solid earth workshop, 16-17 October 2012\)](#)

Analizując dorobek publikacyjny Habilitanta warto zwrócić uwagę na systematyczny charakter pracy naukowej.

W opinii Rady Doskonałości Naukowej „*podawanie danych naukometrycznych jest wskazane i zalecane (...), natomiast dane naukometryczne nie mogą stanowić kryterium oceny dorobku naukowego Kandydata. Zadaniem recenzenta jest przede wszystkim ocena ekspercka dorobku naukowego Kandydata ubiegającego się o awans naukowy*”. Wobec powyższego warto również zwrócić uwagę na to, że Habilitant brał udział w wielu konferencjach naukowych. Efektem uczestnictwa było wygłoszenie dwudziestu sześciu referatów konferencyjnych oraz czterech zamówionych - na posiedzeniach komitetów naukowych i seminariach. Habilitant nie unikał publikacji w materiałach konferencyjnych gwarantujących wysoki poziom merytoryczny i często indeksowanych w WoS, mimo że taka działalność w niewielkim stopniu powiększa ocenę naukometryczną, ma za to aspekt rozpowszechniania nauki.

Należy jednak podkreślić, że konferencyjna aktywność naukowa nie jest zależna tylko i wyłącznie od Kandydata, ale także od prestiżu i aktywności naukowej społeczności akademickiej jednostki zatrudniającej.

Za kryterium istotnej aktywności naukowej Habilitanta można uznać ciągłe uaktualnianie swojej wiedzy między innymi przez recenzowanie ponad dwudziestu artykułów naukowych (w większości wy-

mienionych w JCR,) a także członkostwo Kandydata w trzech międzynarodowych organizacjach: International Association of Geodesy (IAG) – dwie podkomisje w Commission 2: „Gravity Field”, Canadian Geophysical Union (CGU), American Geophysical Union (AGU).

Za swoją działalność naukową Habilitant został wyróżniony Nagrodą dla młodego naukowca za rok 2016 Instytutu Geodezji i Kartografii oraz International Travel Award Międzynarodowej Asocjacji Geodezyjnej.

Dojrzałość i samodzielność naukowa i dydaktyczna Kandydata wyraża się także między innymi w powierzeniu roli opiekuna naukowego nad studentami i doktorantami z Indii i Turcji.

Habilitant brał udział w stażu naukowym w Main Astronomical Observatory, National Academy of Sciences, Department for Astrometry and Space Geodynamics, Kiev, Ukraina oraz w Szkole Letniej w zakresie edukacji w dziedzinie Geodezji i Geoinformatyki (Kosowo, Uniwersytet w Prisztinie).

Dr inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah uczestniczył po doktoracie w pracach czterech zespołów badawczych, realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych. W dwóch był kierownikiem. Wszystkie te projekty dotyczą podstawowego profilu naukowego Kandydata - walidacji modeli geopotencjału.

Podsumowując charakterystykę dorobku naukowego, Kandydata, innego niż cykl monotematycznych publikacji oraz Jego osiągnięcia organizacyjne i dydaktyczne, stwierdzam że dr inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah posiada duży dorobek mierzony liczbą publikacji w ważnych dla środowiska geodezyjnego periodykach, liczbą cytowań tych publikacji, a także aktywnym uczestnictwem w konferencjach naukowych, recenzowaniu artykułów i w projektach badawczych.

Tematyka badań Habilitanta wpisuje się w obecne trendy naukowe. Odkrycia tegorocznych laureatów Nagrody Nobla poświadczają konieczność rozwijania badań wykorzystujących dane grawimetryczne. „Interesujące będzie także pytanie o to, jak przetestować naszą teorię grawitacji w ekstremalnych warunkach w bezpośrednim sąsiedztwie czarnej dziury” jak mówił prof. David Haviland, przewodniczący Komitetu Noblowskiego w dziedzinie fizyki.

Podsumowanie recenzji

Dokładna analiza dorobku naukowego oraz aktywności naukowej dra inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah’a pozwala stwierdzić, że Jego dorobek naukowy oraz osiągnięcia we współpracy naukowej spełniają wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z art.219 ust.1 pkt.2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Biorąc pod uwagę powyższe fakty, **popieram wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Walyeldeen Hassan Edres Godah w DZIEDZINIE NAUK INŻYNIERYJNO-TECHNICZNYCH w DYSCYPLINIE INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT** i wnioskuję o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

J. Bal - Bromowin