

prof. dr hab. Tomasz Niedzielski
Zakład Geoinformatyki i Kartografii
Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Wrocławski
pl. Uniwersytecki 1
50-137 Wrocław

Wrocław, dnia 3 lipca 2020 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Dawida Kudasa
na temat „Opracowanie konstelacji satelitów reflektometrycznych GNSS”
przygotowanej pod kierunkiem
prof. dra hab. inż. Wiesława Koska (promotor)
i dr inż. Agnieszki Wnęk (promotor pomocniczy)

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na powołanie mnie przez Radę Dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie na recenzenta ww. rozprawy doktorskiej (pismo nr 3DISiG-520-10/2017-2020 z dnia 28 maja 2020 roku).

1 Znaczenie podjętej problematyki badawczej i ocena hipotez badawczych

Pomiary zmian poziomu mórz i oceanów są ważne nie tylko z perspektywy geodynamiki, ale też z punktu widzenia oceanografii i klimatologii. W dobie zachodzących obecnie zmian klimatu, kiedy globalny ocean podnosi się w długim okresie średnio o ponad 3 mm/rok, ważne jest nie tylko posiadanie informacji o trendzie światowym, ale przede wszystkim o lokalnych i regionalnych zmianach poziomu oceanu zachodzących z różną regularnością. Klasyczne pomiary poziomu mórz i oceanów realizowane są na mareografach, jednak w już II połowie XX w. rozwinięto geodezyjną technikę satelitarną umożliwiającą teledetekcyjny, bezwzględny pomiar wysokości oceanu nad powierzchnią odniesienia. Technika ta, nazywana altimetrią satelitarną, począwszy od ostatniej dekady XX wieku dostarcza na tyle dokładnych danych o poziomie oceanu, że mogą one być wykorzystywane do badania jego dynamiki. Satelita TOPEX/Poseidon i jego następcy dostarczyli długich, przestrzennych szeregów czasowych o rejestrowanych co około 10 dni zmianach poziomu mórz i oceanów, a najnowsze satelity z radarami altimetrycznymi na pokładzie pozwalają na pomiar stanu nie tylko mórz i oceanów, ale też coraz węższych rzek.

Mimo niewątpliwego przełomu w zakresie monitoringu oceanu, jaki się dokonał wraz z rozwojem altimetrii satelitarnej, technika ta ma pewne ograniczenia, do których należy konieczność zachowania kompromisu między rozdzielczością przestrzenną i czasową.

Techniką, która ma potencjał w uzupełnieniu pomiarów wykonanych dzięki altimetrii satelitarnej, jest reflektometria GNSS. Polega na pomiarze sygnałów, pochodzących z satelitów nawigacyjnych GNSS, odbitych od powierzchni morza lub oceanu. Sygnały te są odbierane przez specjalne satelity, nazywane reflektometrycznymi, funkcjonujące na niskiej orbicie okołoziemskiej. Potencjał reflektometrii GNSS wynika z dużej liczby sygnałów GNSS, które docierają do powierzchni Ziemi i są odbijane, co jest szczególnie ewidentne dla punktów znajdujących się na morzach i oceanach. Mimo swoich zalet znanych z opracowań teoretycznych reflektometria satelitarna nie jeszcze w pełni operacyjną techniką pomiarową. Trwają prace pozwalające na zastosowanie jej w praktyce.

W działania te wpisuje się recenzowana rozprawa doktorska, mająca na celu zaprojektowanie orbit satelitów reflektometrycznych, których zastosowanie może zapewnić operacyjne funkcjonowanie tej techniki pomiarowej na całej Ziemi. Autor postawił tezę, że możliwe jest zaprojektowanie konstelacji satelitów reflektometrycznych w ujęciu globalnym tak, by jej zastosowanie pozwoliło na wykrywanie zmian poziomu oceanu światowego. Teza jest postawiona poprawnie. Jej uzupełnieniem są dwie hipotezy szczegółowe. Pierwsza z nich mówi, że obecna liczba satelitów GNSS jest wystarczająca do zaprojektowania konstelacji satelitów reflektometrycznych, które mogłyby prowadzić pomiary zmian poziomu światowego oceanu z rozdzielczością czasową i przestrzenną większą niż tradycyjna altimetria satelitarna. Druga hipoteza to przypuszczenie Autora, że orbity satelitów reflektometrycznych mogą być wyznaczone przez geometryczną analizę odbić sygnałów pochodzących z satelitów GNSS od powierzchni oceanu. Hipotezy są również postawione prawidłowo. Są niebanalne, a ich weryfikacja możliwa była dopiero po przeprowadzeniu badań zaplanowanych przez Doktoranta.

2 Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej i jej układu

Recenzowana rozprawa doktorska zajmuje – razem ze streszczeniem, spisem treści, obszernym spisem skrótów, spisem literatury, spisem tabel i rycin – 163 strony standardowego maszynopisu. Praca jest bogato ilustrowana (45 rycin) i udokumentowana zestawianiami tabelarycznymi (9 tabel). Bibliografia obejmuje 277 pozycji, w tym 9 w języku polskim i 268 w języku angielskim. Do bibliografii Doktorant włączył też serwisy internetowe, prawidłowo podając daty dostępu.

Rozprawa doktorska podzielona jest na dziewięć rozdziałów. Rozdział pierwszy to wstęp. W rozdziale drugim Autor omówił systemy i układy odniesienia, opisał globalną elipsoidę i inne powierzchnie, do których odnosi się pomiary poziomu oceanu. Rozdział trzeci poświęcony został globalnym systemom nawigacyjnych GNSS, ze szczególnym uwzględnieniem obecnej konstelacji. Tradycyjna altimetria satelitarna została przedstawiona w rozdziale czwartym. Rozdział piąty zawiera obszerną prezentację techniki reflek-

tometrii satelitarnej. Metody zastosowane przez Autora w rozprawie doktorskiej zostały szczegółowo opisane w rozdziale szóstym, po którym – w rozdziale siódmym – Doktorant mówił dane wykorzystane w Jego opracowaniu. Najważniejszym rozdziałem jest rozdział ósmy, zatytułowany „Wyniki i dyskusja”. W ocenie recenzenta powinien zostać podzielony na dwa rozdziały lub też dyskusja powinna zostać wydzielona jako odrębny podrozdział. W rozdziale dziewiątym Autor zamieścił podsumowanie rozprawy doktorskiej i sformułował wnioski. Struktura recenzowanej rozprawy doktorskiej jest klasyczna, poprawnie zaplanowana i pozwala na łatwą pracę z tekstem.

3 Zawartość rozprawy doktorskiej i najważniejsze uwagi szczegółowe

W rozdziale pierwszym, oprócz sformułowania tezy i dwóch hipotez, Autor dokonał krótkiego przeglądu rozdziałów rozprawy doktorskiej. Wskazał też różne zastosowania odbitych sygnałów pochodzących od satelitów GNSS. Rozdział ten wprowadza czytelnika w problematykę reflektometrii satelitarnej.

Rozdział drugi zawiera bardzo szczegółowy, dobrze przygotowany opis niebieskich i ziemskich systemów oraz układów odniesienia. Dokonując przeglądu kolejnych realizacji niebieskiego układu odniesienia Autor podał ich dokładności. Nie zrobił tego jednak dla ICRF3. Doktorant szczegółowo opisał też ziemskie układy odniesienia, wskazując na obowiązującą obecnie realizację (ITRF2014) oraz zaznaczając trwający aktualnie rozwój układu ITRF2020. Pisząc o ziemskich układach odniesienia Autor wymienił techniki obserwacyjne, z których dane wykorzystywane są do utworzenia tych układów, potwierdzając tym samym swoją szeroką wiedzę z zakresu geodezyjnych technik satelitarnych. W rozdziale drugim została opisana elipsoida ziemska GRS80 i system WGS84. Celem ich prezentacji i wyróżnienia w rozprawie doktorskiej było to, że elipsoida ta służy w altimetrii satelitarnej jako jedno z możliwych odniesień dla pomiarów zmian poziomu oceanów. W podrozdziale 2.3, skupiającym się na elipsoidzie, podano też informację o modelach geoidy. W ocenie recenzenta geoida zasługiwała na bardziej szczegółową charakterystykę z uwagi na fakt, że jest jedną z najważniejszych powierzchni odniesienia wykorzystywanych w badaniach zmian poziomu oceanu. W kontekście podejmowanej problematyki bardzo ważne jest też pojęcie undulacji geoidy, czyli odległości między elipsoidą a geoidą. Doktorant wspomniał o undulacji i podał jej zakres. Przydatną dla czytelnika informacją byłby również zakres tej odległości między wspomnianymi powierzchniami odniesienia, który obliczony jest dla obszaru Polski. Bardzo ważną częścią rozdziału drugiego jest podanie często spotykanych zmiennych opisujących wysokości, które są wykorzystywane w badaniach zmian topografii oceanu (m.in. ADT, SSH, SLA). We wzorze nr 1 Doktorant podał poprawne zależności między tymi wysokościami, jednak w pracy na temat altimetrii warto byłoby przedstawić je na rycinie, która uporządkowałaby prezentację.

Rozdział trzeci zawiera zawiera bardzo przystępnie zaprezentowany przegląd satelitarnych systemów nawigacyjnych z podziałem na globalne i regionalne. Autor przedstawił składowe systemu GNSS na odpowiednim poziomie szczegółowości, ze szczególnym uwzględnieniem systemów GPS, GLONASS, Galileo, BDS i QZSS.

W rozdziale czwartym została opisana altimetria satelitarna. Autor przedstawił zasadę pomiaru oraz stosowane metody i częstotliwości. Dokonał też przeglądu misji altimetrycznych od pierwszych satelitów wyposażonych w radary altimetryczne po najnowsze misje, z wyraźnym zaznaczeniem przełomu, jaki dokonał się w zakresie dokładności pomiaru wraz z wystrzeleniem satelity TOPEX/Poseidon na początku lat 90-tych XX wieku. Autor poprawnie zaklasyfikował altimetrię satelitarną jako technikę aktywnej teledetekcji. Rycina 2 dobrze przedstawia zasadę pomiaru, natomiast dopiero w dalszej części tekstu Doktorant wspomina, że nie tylko pomiary GNSS, ale też inne geodezyjne techniki satelitarne są wykorzystywane do wyznaczenia orbity satelity altimetrycznego (podobna uwaga dotyczy opisu zamieszczonego na stronie 46, z którego wynika, że orbita satelity TOPEX/Poseidon wyznaczana była tylko z użyciem GPS; na stronach 49 i 50 Autor wspomina przecież o technikach DORIS czy SLR jako uzupełniających w procesie wyznaczania orbit). Istotną częścią rozdziału czwartego jest podanie głównych zastosowań altimetrii satelitarnej, obejmujących nie tylko pomiary poziomu mórz i oceanów, ale i obszarów pokrytych lodem. Autor wspomina, że pomiary wód kontynentalnych są trudne z uwagi na heterogeniczny charakter powierzchni odbicia. Należy jednak zaznaczyć, że najnowsze radary altimetryczne pozwalają na pomiar stanu wody w rzekach, i to nie tylko tych szerokich, ale od niedawna nawet małych rzekach o szerokościach z przedziału 40–200 m. Autor wspomina o misji Sentinel 3, jednak nie wskazuje wyraźnie na możliwość jej zastosowania do pomiaru stanów wody w rzekach (np. serwis Hydroweb). W tym kontekście bardzo dobrze należy ocenić akapit na temat śladu radaru, którego wymiary są podane w tekście i pozwalają ocenić ograniczenia pomiarów altimetrycznych. Dalej, pisząc o śladzie altimetrów działających w trybie DDR/SAR Autor podaje wartości 250–300 m, co jest wartością pozwalającą na pomiary stanów rzek. W podrozdziale 4.2 Doktorant podał dokładności, którymi charakteryzowały się pomiary radarowe wykonywane przez różne satelity altimetryczne. Wskazał też, że te otrzymywane z satelity GEOS-3 nie były wystarczające na potrzeby badań dynamiki oceanu. Jaka jest zatem dokładność tych pomiarów, która spełnia wymogi badania dynamiki mórz i oceanów w ujęciu globalnym? Na stronie 52 Autor wspomina, że dane z misji altimetrycznych uzupełnione o dane z misji kosmicznych dostarczają informacji o „przemieszczaniu się mas w wierzchniej części Ziemi”. Według recenzenta jest to nieprecyzyjne sformułowanie, które wymaga komentarza i uzupełnienia. Pisząc o potencjale aplikacyjnym altimetrii satelitarnej Autor nie wspominał o bardzo ważnym jej zastosowaniu. Jest wykorzystana nie

tylko wprost do pomiaru poziomu oceanu, ale też w sposób pośredni do przygotowywania danych batymetrycznych (topografia dna oceanu), czego przykładem jest baza danych GEBCO.

Rozdział piąty poświęcony jest reflektometrii satelitarnej. Jego struktura jest podobna do tej, którą przyjęto w rozdziale czwartym na temat altimetrii satelitarnej. Zaprezentowana jest zasada pomiaru, częstotliwości i metody. Czytelnik zostaje też zaznajomiony z przeglądem istniejącego stanu techniki w zakresie reflektometrii satelitarnej. Doktorant dobrze wyjaśnił różnicę między reflektometrią konwencjonalną cGNSS-R a reflektometrią bazującą na pomiarach interferometrycznych iGNSS-R. Podczas lektury rozdziału piątego nasuwa się pytanie, czy na początku strony 55 Autor chciał odnieść się do satelitów reflektometrycznych czy altimetrycznych. Na stronie 65 Doktorant, powołując się na literaturę, podaje dokładność określenia wysokości powierzchni odbijającej (100 m). Czy jest to wartość szacowana na wstępnym rozwoju technologii na początku XXI wieku? Dla czytelnika interesujące jest, na ile szacuje się te dokładności w chwili obecnej. Autor bardzo dobrze wskazał na przewagę reflektometrii satelitarnej nad altimetrią satelitarną w monitoringu zjawiska tsunami. Rozdzielczość czasowa altimetrii nie jest bowiem wystarczająca do obserwacji tej fali. Reflektometria satelitarna, dzięki wysokiej rozdzielczości czasowej i przestrzennej, umożliwia obserwacje tego zjawiska.

Rozdział szósty ma na celu przedstawienie metod stosowanych w rozprawie doktorskiej. Jego najważniejszymi częściami są podrozdziały na temat określenia punktów odbicia sygnałów GNSS od powierzchni oceanu, wyznaczenia położenia odbiornika sygnałów odbitych od powierzchni oceanu, analizy położenia punktów przecięć sygnałów odbitych oraz wyznaczenia orbity satelity reflektometrycznego. W celu realizacji zamierzonych celów Doktorant musiał przyjąć szereg założeń. Jednym z nich jest założenie o braku wpływu zakłóceń atmosferycznych na drodze satelita–powierzchnia odbijająca na tor i czas przejścia sygnału. W tym kontekście interesujący byłby komentarz na temat spodziewanego wpływu tego uproszczenia na wyznaczone orbity satelitów reflektometrycznych. Pisząc o wyborze elipsoidy jako modelu powierzchni oceanu światowego Doktorant nie przedstawił przekonującego uzasadnienia tego wyboru w świetle innych możliwych powierzchni odniesienia. Lektura podrozdziału 6.6 rozprawy doktorskiej skłania też do zadania pytania, dlaczego zakłada się, że w płaszczyźnie orbit znajduje się tylko jeden satelita reflektometryczny.

W rozdziale siódmym przedstawiono dane, które były niezbędne do wyznaczenia orbit satelitów reflektometrycznych. Opisano zbiory orbit satelitów GNSS. Spośród nich wybrano dwa, które zostały opracowane przez dwa niezależne ośrodki naukowe (COD0MGXFIN i GFZ0MGXRAP). Doktorant wybrał okres, dla których pozyskał dane (21–27 kwietnia 2019), jednak nie uzasadnił wystarczająco swojego wyboru. Rozdział siódmy zawiera

też opis modeli powierzchni odbić, ze szczególnym uwzględnieniem modelu elipsoidy systemu WGS84. Autor wykorzystał regularny model dyskretny tej elipsoidy o rozdzielczości przestrzennej $0,25^\circ \times 0,25^\circ$.

Najważniejszą częścią rozprawy doktorskiej jest rozdział ósmy. W jego pierwszym podrozdziale Autor zawarł wyniki wyznaczania na mapach światowego oceanu punktów odbicia sygnałów satelitów GNSS dla ustalonego momentu czasu. Uwzględnione zostały dwa wspomniane wyżej zbiory orbit satelitów GNSS. W drugim podrozdziale Doktorant przedstawił wyniki wyznaczania punktów przecięć sygnałów odbitych od przyjętej powierzchni modelowej. Dla poszczególnych dni, dla których wykonywano obliczenia, Autor przedstawił liczbę takich przecięć dla dwóch zbiorów orbit. Na podstawie badań wynioskował, że najwięcej takich punktów znajduje się na niskiej orbicie okołoziemskiej. Autor przedyskutował też wpływ wewnętrznego pasa Van Allena na wyniki i zaproponował wybór przedziału wysokości, który jest korzystny z punktu widzenia prowadzonych obliczeń. Kontynuacją tych wyników były opisane w podrozdziale 8.3 analizy czasowo-przestrzenne możliwych przemieszczeń odbiorników reflektometrycznych GNSS-R między punktami przecięć tak, by możliwe było poruszanie się satelity po orbicie kołowej. W efekcie analizy otrzymano 29 orbit tworzących konstelację o nazwie 29/29 CIRCE (29 płaszczyzn, po jednym satelicie na każdą płaszczyznę). Spośród tych orbit Autor wybrał podzbiory tworząc warianty 18/6, 18/3 i 6/6 CIRCE. Rozwiązania te zostały porównane i przedyskutowane w świetle podobnych wyników uzyskanych w innych ośrodkach.

4 Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej

Recenzowana rozprawa doktorska jest opracowaniem oryginalnym. Praca ma charakter teoretyczny. Przy wielu założeniach Doktorant w drodze symulacji komputerowych wyznaczył konstelację satelitów reflektometrycznych GNSS, która może zapewnić dobre pokrycie i dużą rozdzielczość przestrzenną danych o zmianach poziomu oceanu. Z uwagi na modelowy charakter wyników rozprawę doktorską należy sklasyfikować jako pracę naukową spełniającą kryterium badań podstawowych.

Głównym osiągnięciem naukowym było wyznaczenie 29 kołowych orbit satelitów reflektometrycznych (CIRCE), które mogą zapewniać dużą rozdzielczość przestrzenną i czasową obserwacji. Pokłosem zbudowania zbioru tych orbit było wyznaczanie jego podzbiorów 18/6, 18/3 i 6/6 CIRCE i ich walidacja.

Wyniki analizy pokrycia przestrzennego oceanu światowego i interwału próbkowania pozwoliły Autorowi na pozytywną weryfikację pierwszej hipotezy badawczej, że obecna liczba satelitów nawigacyjnych GNSS wystarcza do zaprojektowania konstelacji satelitów reflektometrycznych gwarantującej wyższe rozdzielczości przestrzenne i czasowe niż te oferowane przez altimetrię satelitarną. W rozprawie doktorskiej brakuje jednak szcze-

gółowego studium porównawczego tych rozdzielczości. Wyniki potwierdzają też pierwszą hipotezę Doktoranta, że przyjęta metodyka wyznaczania orbit z wykorzystaniem geometrii pozwala na wyznaczenie orbit rozpatrywanych satelitów.

W ocenie recenzenta rozprawa doktorska zawiera wyniki nowatorskich badań naukowych z zakresu geodezji satelitarnej i zasługuje na bardzo wysoką ocenę. Mimo że jest pracą teoretyczną o charakterze podstawowym, ma wiele potencjalnych zastosowań i może być wykorzystana w praktyce w kolejnych fazach rozwoju reflektometrii satelitarnej. Pewnym mankamentem recenzowanej rozprawy jest brak podjęcia próby oszacowania poziomu oceanu za pomocą opracowanych konstelacji (eksperyment numeryczny) z danymi pochodzącymi z altimetrii satelitarnej. Takie studia mogą stanowić interesujący kierunek przyszłych badań.

5 Uwagi redakcyjne

- W całej rozprawie doktorskiej zamiennie stosowane są w podobnych sytuacjach dywizy i półpauzy (np. w trzecim akapicie na stronie 17).
- Przedziały powinny być zapisywane z wykorzystaniem półpauzy, a nie dywizu (np. na stronie 28 i innych lub w tab. 2).
- W rozprawie doktorskiej nie zastosowano podziału wyrazów, co poprawiłoby edytorską stronę pracy.
- W drugim akapicie na stronie 18 słowo „nieodniesionym” powinno być pisane łącznie.
- W pierwszym akapicie podrozdziału 2.3 brakuje kropki w skrótce „m.in.”.
- Praca jest napisana dobrą polszczyzną, jednak recenzent znalazł sporo błędów interpunkcyjnych (np. potrzebny jest przecinek przed „na jakich” na stronie 34; przecinek w drugim akapicie podrozdziału 4.2 przed słowem „stał” nie jest potrzebny; przecinek po skrótce VLBI w trzecim akapicie na stronie 60 jest niepotrzebny; brakuje przecinka przed „na jakich” na stronie 61; niepotrzebny jest przecinek przed słowem „optymalne” na stronie 61; w pierwszym zdaniu pierwszego akapitu na stronie 76 przecinek po słowie „satelitarnych” jest niepotrzebny; na stronie 81 brakuje dwóch przecinków przed „to” i „jaki”; w drugim akapicie na stronie 82 przecinek przed „uznano” jest zbędny; w pierwszym akapicie na stronie 86 brakuje przecinka przed „na jaki”; w linii 1 na stronie 103 brakuje przecinka przed „jaki”; w szóstej linii od dołu na stronie 109 po słowie „faktu” przecinek nie jest potrzebny).

- W języku polskim część całkowita powinna być rozdzielona przecinkiem od części ułamkowej (linia 18 na stronie 30).
- Autor stosuje poprawne odniesienie do rycin w tekście („ryc.”), ale odnosząc się do tabel używa niepotrzebnie dużych liter („Tabela”). Dla ujednoczenia warto użyć skrótu „tab.”.
- Podpisy rycin i tabel powinny być zakończone kropkami.
- Pojęcie teledetekcji zostało przywołane w rozdziale 1, a w rozdziale 4 Autor podał tłumaczenie tego terminu na język angielski. To tłumaczenie powinno pojawić się przy pierwszym wystąpieniu pojęcia w tekście.
- W pierwszym akapicie na stronie 34 niepotrzebny jest dywiz we fragmencie „z uwzględnieniem odbicia”.
- W linii 2 na stronie 39 brakuje spacji po „ryc.”.
- W linii 3 na stronie 43 brakuje spacji po „1,5”.
- W linii 24 na stronie 47 powinno być „zaskutkowało”.
- W linii 27 na stronie 47 brakuje spacji po „Jason-1”.
- W linii 5 na stronie 48 występuje podwójna spacja.
- Na stronie 48 w ósmej linii od dołu powinno być „5-dniowej”.
- W linii 4 na stronie 51 występuje podwójna spacja.
- Na stronie 65 kropka przed cytowaniem [Unwin i in., 2003] jest zbędna.
- Akapit drugi na stronie 72 składa się z jednego zdania na sześć linii maszynopisu. Jest to zdecydowanie za długie zdanie.
- Pierwsze zdanie pierwszego akapitu na stronie 73 zajmuje aż osiem linii maszynopisu. Jest to zdecydowanie za długie zdanie.
- Wzory, równania czy wyrażenia matematyczne, również te mające swoje numery, są elementami zdania. Należy więc używać stosownych znaków interpunkcyjnych (np. po wzorze nr 4 konieczny jest przecinek, a po wzorze nr 5 kropka).
- Na stronie 78 definicja prawa Snella występuje po raz drugi w rozprawie doktorskiej.
- Na stronie 79 w przedostatnim akapicie powinno być „przecięcia’ zamiast „przecięcie”.

- W linii 5 na stronie 82 powinno być „sygnałów” zamiast „sygnału”.
- Mapy w obrębie ryc. 11 powinny być oznaczone literami z odpowiednim odnośnikiem do podpisu ryciny.
- W linii 10 na stronie 107 powinno być „powtarzalności” zamiast „powtarzalność”.
- Kolejność powoływania się na ryciny jest niepoprawna – na stronie 108 najpierw występuje powołanie na ryc. 24 i 25, a potem na ryc. 20.
- Na ryc. 20 brakuje legendy wyjaśniającej skalę szarości słupków.
- W trzeciej linii od dołu na stronie 110 należy skorygować „pozycji” –> „pozycje”.

6 Wniosek końcowy

Mgr inż. Dawid Kudas w swojej rozprawie doktorskiej udowodnił, że potrafi samodzielnie prowadzić badania naukowe. Rozwiązał problem badawczy postawiony w rozprawie doktorskiej, a Jego wyniki wniosły nową wiedzę na temat planowania konstelacji satelitów reflektometrycznych. Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne nie wpływają na bardzo wysoką ocenę pracy i stanowią zachętę do dyskusji naukowej nad otrzymanymi wynikami. Z lektury rozprawy doktorskiej wynika, że Doktorant posiada dużą wiedzę i umiejętności z zakresu geodezji satelitarnej, a swoje wyniki uzyskuje m.in. dzięki umiejętności programowania,

Recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Dawida Kudasa pt. „Opracowanie konstelacji satelitów reflektometrycznych GNSS” odpowiada zatem wymogom określonym w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003 r. nr 65 poz. 595 z późn. zm.) oraz w ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669).

Wnioskuje zatem do Rady Dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie mgra inż. Dawida Kudasa do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Z uwagi na wysoki poziom merytoryczny i nowatorski charakter wyników proponuję też Wysokiej Radzie rozważenie wyróżnienia rozprawy doktorskiej mgra inż. Dawida Kudasa.

Niedzieln

