

Prof. dr hab. inż. Bernard Kontny
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław,
Tel. (71) 3205696, e-mail: bernard.kontny@up.wroc.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Nowela,
pt. „Analiza przemieszczeń punktów geodezyjnych sieci kontrolnych
z zastosowaniem odpornej M-estymacji”

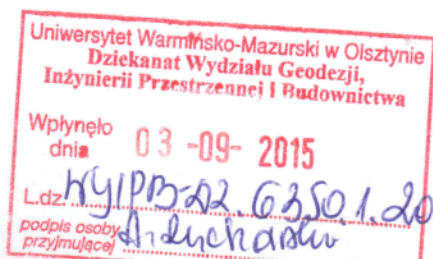
1. Podstawa formalna.

Formalną podstawą recenzji jest pismo nr WGiGP-DZ.6350.1.2015 Dziekana Wydziału Geodezji i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie z dnia 22.05.2015 r. przekazujące Uchwałę nr 212 Rady Wydziału z dnia 19 maja 2015 roku, w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Nowela.

2. Krótka charakterystyka doktoranta

Mgr inż. Krzysztof Nowel ukończył studia pierwszego stopnia z wyróżnieniem na Wydziale Geodezji i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Warmińsko – Mazurskiego w Olsztynie w 2008 roku uzyskując tytuł zawodowy inżyniera w zakresie geodezji i kartografii, specjalność geodezja i szacowanie nieruchomości. W 2010 roku na tym samym wydziale ukończył studia magisterskie (drugiego stopnia) na dwóch specjalnościach: geodezja gospodarcza oraz geodezja satelitarna i nawigacja. W 2010 roku rozpoczął studia doktoranckie na tym samym wydziale. Prowadził dwa granty uczelniane oraz był głównym wykonawcą w jednym projekcie badawczym NCN. Był stypendystą Centrum Innowacji i Transferu Technologii w Olsztynie w 2014 roku. Jest autorem lub współautorem 7 prac naukowych (w tym czterech stanowiących rozprawę doktorską).

Odrzuć 04.09.2015
K. Nowel



3. Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego rozprawę doktorską pt. „Analiza przemieszczeń punktów geodezyjnych sieci kontrolnych z zastosowaniem odpornej M estymacji”

3.1. Ogólny opis osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 13 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) stanowi spójny tematycznie cykl czterech publikacji na temat: „**Analiza przemieszczeń punktów geodezyjnych sieci kontrolnych z zastosowaniem odpornej M estymacji**”, opublikowanych w latach 2014-2015:

1. Nowel K. i Kamiński W. (2014) *Robust estimation of deformation from observation differences for free control networks*, **Journal of Geodesy**, 88(8):749-764, doi: 10.1007/s00190-014-0719-7.
2. Nowel K. (2015a) *Robust M-Estimation in Analysis of Control Network Deformations: Classical and New Method*, **Journal of Surveying Engineering**, doi: 10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000144.
3. Nowel K. (2015b) *Investigating efficacy of robust M-estimation of deformation from observation differences*, **Survey Review**, doi: 10.1179/1752270614Y.0000000150.
4. Nowel K. (2015c) *Application of Monte Carlo method to statistical testing in deformation analysis based on robust M-estimation*, **Survey Review**, doi: 10.1179/1752270615Y.0000000026.

Wszystkie cztery artykuły zostały opublikowane w czasopismach o międzynarodowym zasięgu wyróżnionych na liście JCR, w tym jedna w najbardziej prestiżowym czasopiśmie z zakresu geodezji teoretycznej: *Journal of Geodesy*. Trzy artykuły są w 100% autorstwa Doktoranta, jeden jest współautorski, gdzie jedynym współautorem jest promotor pracy. Wszystkie też są ściśle związane tematycznie z ogólnym tematem rozprawy doktorskiej i bez wątpienia stanowią cykl monotematyczny. Zatem w mojej opinii cykl publikacji stanowiących rozprawę spełnia wszystkie wymogi obowiązującej

ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki.

3.2. Krótka charakterystyka prac stanowiących cykl spójny tematycznie.

W pierwszej pracy [1] przedstawiono podstawy teoretyczne nowej odpornej metody analizy przemieszczeń bezpośrednio z modelu różnic obserwacji, nazwanej REDOD. Na dwóch przykładach liczbowych porównano tą metodę z klasyczną, powszechnie znaną z literatury metodą odporną IWST wykazując jej szczególne zalety w przypadku występowania błędów stałych.

W drugiej pracy [2] uogólniono metodę zaproponowaną w pracy [1] metodę REDOD na dowolną funkcję celu z klasy odpornej M estymacji (metoda GREDOD). Przedstawiono podstawy teoretyczne oraz przeprowadzono testy numeryczne w celu zweryfikowania praktycznej przydatności proponowanej metody. Potwierdzono dobrą skuteczność metody opartej na modelu różnic obserwacji w przypadku występowania błędów stałych oraz zwrócono uwagę na problemy estymacji współczynnika wariancji.

W pracy [3] podjęto temat wyboru funkcji wagowej i postaci jej zmiennej w „odpornej” analizie przemieszczeń. Zaproponowano aby skuteczność poszczególnych funkcji wagowych mierzyć za pomocą średniego wskaźnika sukcesu MSR. W przeprowadzonych testach numerycznych obserwacje opracowywano proponowaną w pracy [2] metodą GREDOD, z zastosowaniem różnych funkcji wagowych i różnych postaci ich zmiennych. Stwierdzono, że funkcje wagowe z klasy odpornej M estymacji dają istotnie wyższą skuteczność analizy przemieszczeń, niż funkcja wagowa minimalizująca L1 normę oraz że długości przemieszczeń jako zmienne funkcji wagowych dają zawsze nieznacznie wyższą skuteczność analizy przemieszczeń, niż składowe przemieszczeń. Zwrócono ponadto uwagę, że skuteczność analizy przemieszczeń jest zawsze dodatkowo zaburzona błędem identyfikacji układu odniesienia.

W pracy [4] do oszacowania macierzy kofaktorów dla „odpornego” M estymatora wektora przemieszczeń oraz wartości krytycznych dla jego statystyk testowych zaproponowano metodę Monte Carlo. Na podstawie przeprowadzonych testów numerycznych stwierdzono, że wartości macierzy kofaktorów wyznaczone metodą MC

zawsze różniły się od wartości obliczonych z prawa propagacji, jednak te różnice nie były duże. Natomiast globalne i lokalne wartości krytyczne obliczone metodą MC były zawsze dużo większe od wartości odczytanych z dystrybuanty F Snedecora i zależały od kilku czynników. Oznacza to, że w praktyce, te oszacowania powinny być obliczane indywidualnie dla każdego przypadku. Zauważono też, że metoda Monte Carlo może być dobrym wsparciem przy wyborze poziomu istotności testu oraz w poprawnym przeprowadzeniu analizy jego czułości.

3.3. Ocena osiągnięcia naukowego

W przedstawionym jako osiągnięcie naukowe cyklu publikacji Doktorant podejmuje problematykę zastosowania odpornej M estymacji w geodezyjnej analizie przemieszczeń. Jest to naturalna konsekwencja zainteresowań naukowych opiekuna naukowego i promotora pracy, znanego specjalisty z zakresu rozwijania teoretycznych podstaw oraz praktycznych zastosowań metod estymacji odpornej w geodezji. Problematyka oceny stałości punktów odniesienia geodezyjnych sieci kontrolnych i oceny istotności wyznaczonych przemieszczeń stanowi jedno z głównych zagadnień rozwoju naukowego podstaw geodezji inżynierskiej już od kilku dziesięcioleci. Nauka polska ma na tym polu niemałe osiągnięcia, a prof. Tadeusz Lazzarini uznawany jest powszechnie za prekursora tego kierunku badań. Ośrodek olsztyński stanowi natomiast wiodący ośrodek naukowy w Polsce w zakresie rozwoju podstaw teoretycznych i praktycznych zastosowań estymacji odpornej w geodezji, w tym także geodezji inżynierskiej. Wybór tematyki badawczej doktoranta stanowi zatem naturalną kontynuację tego nurtu badawczego. I już w tym momencie należy podkreślić, że jest to kontynuacja uwieńczona już bardzo poważnymi (w mojej ocenie) osiągnięciami.

Najważniejszym osiągnięciem naukowym Doktoranta jest wyprowadzenie nowej odpornej metody analizy przemieszczeń, bezpośrednio z modelu różnic obserwacji. To osiągnięcie, poza znaczeniem teoretycznym, polegającym m.in. na uogólnieniu i ujednoliceniu matematycznych podstaw metody na gruncie teorii odpornej M estymacji, ma też istotne znaczenie praktyczne. W opublikowanych pracach wykazano bowiem, że zaproponowana metoda stanowi alternatywę, a nawet poważną konkurencję dla klasycznej, znanej powszechnie z literatury metody odpornej.

Osiągnięcie to, moim zdaniem, daleko wykracza poza ramy określone zwyczajowo dla rozprawy doktorskiej. Stanowi bowiem nie tylko oryginalne rozwiązanie problemu naukowego wykazujące wiedzę Kandydata w dyscyplinie naukowej i potwierdzenie umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, ale wnosi także pewne nowe wartości w rozwój dyscypliny geodezja i kartografia.

W publikacjach stanowiących rozprawę doktorską Kandydat przeprowadził szereg testów obliczeniowych na symulowanych danych pomiarowych, które upoważniły go do sformułowania kilku wniosków szczegółowych, mających istotne znaczenie dla praktyki geodezyjnej w zakresie pomiarów przemieszczeń (a zwłaszcza w zakresie opracowania wyników obserwacji). Do najważniejszych z nich zaliczam:

1. W sytuacji, gdy obserwacje są zaburzone dodatkowo błędami stałymi, proponowane metody (REDOD, GREDOD) dają wyższą jakość wyników, niż „klasyczna” metoda IWST. Wraz ze wzrostem błędu stałego, w metodzie klasycznej spada wartość statystyki testowej, natomiast w przypadku metody proponowanej, taka sytuacja nie występuje.
2. Estymator współczynnika wariancji ma nieco mniejszą precyzję w metodzie proponowanej, niż w metodzie klasycznej, co wynika to z liczby stopni swobody. W przypadku mniejszych sieci i tym samym mniejszej liczby stopni swobody, powyższe różnice mogą być duże. W konsekwencji, wyniki oceny istotności mogą być różne w obu metodach.
3. Funkcje wagowe z klasy odpornej M estymacji dają istotnie wyższą skuteczność analizy przemieszczeń, niż funkcja wagowa minimalizująca L1 normę. Wraz ze wzrostem liczby i wielkości przemieszczeń punktów odniesienia rośnie przewaga funkcji wagowych z klasy odpornej M estymacji nad funkcją wagową minimalizującą L1 normę.
4. Długości przemieszczeń jako zmienne funkcji wagowych dają zawsze nieznacznie wyższą skuteczność analizy przemieszczeń, niż składowe przemieszczeń.
5. Dla analizy przemieszczeń bazującej na odpornej M estymacji rekomenduje się Duńską funkcję wagową, z długościami przemieszczeń jako zmiennymi.

6. Do oszacowania wartości macierzy kofaktorów i wartości krytycznych testu istotności przemieszczeń można stosować metodę Monte Carlo, ale oszacowania te powinny być obliczane indywidualnie dla każdego przypadku.

Wnioski szczegółowe z publikacji stanowiących rozprawę, opatrzone szerszym komentarzem i uzupełnione opisem algorytmów obliczeniowych, mogłyby stanowić pewnego rodzaju instrukcję stosowania metod odpornych w analizie przemieszczeń adresowaną dla praktyki geodezyjnej.

3.4. Uwagi dyskusyjne i krytyczne.

Cztery artykuły naukowe stanowiące rozprawę doktorską zostały opublikowane w czasopismach naukowych o światowym zasięgu, wyróżnionych w JCR i jako takie podlegały już ocenie. W swojej opinii nie będę zatem odnosił się do kwestii układu pracy, jakości i czytelności tabel i rysunków, kompletności cytowanej literatury, poprawności zapisów matematycznych, języka czy terminologii. Te wszystkie elementy podlegały ocenie wydawnictw i niezależnych recenzentów merytorycznych. Skupię się więc przede wszystkim na problemach odbioru rozprawy jako całości, jako spójnego cyklu prac, nie odnosząc się szczegółowo do poszczególnych pojedynczych artykułów. Większość, o ile nie wszystkie, wnioski szczegółowe dotyczące aplikacyjności nowej metody analizy przemieszczeń z zastosowaniem odpornej M estymacji autor formułuje na podstawie wyników testów numerycznych, bazujących na obserwacjach symulowanych. Symulacje komputerowe realizowane są zwykle z założeniem standardowych, teoretycznych rozkładów błędów przypadkowych obserwacji. W zadaniach praktycznych rozkład błędów pomiarowych rzeczywistych obserwacji terenowych często odbiega od teoretycznego, zwłaszcza dla niewielkich sieci kontrolnych z małą liczbą stopni swobody. Na większości obiektów inżynierskich wymagających cyklicznej kontroli geodezyjnej (zapory wodne, budowle wysmukłe, chłodnie kominowe, mosty i wiadukty itp.) sieci kontrolne są raczej niewielkich rozmiarów, z niewielką liczbą punktów odniesienia i punktów kontrolowanych. Często występują tu też szczególne warunki środowiskowe obserwacji (woda, różnice wilgotności powietrza, różnice temperatur, itp.), powodujące zaburzenie „normalności” rozkładu błędów. Zastosowanie metod odpornych, zwłaszcza poprawne oszacowanie

wartości krytycznych testów istotności przemieszczeń wymaga tu bardzo ostrożnego podejścia. Bardzo pomocne może tu być proponowane przez Doktoranta zastosowanie metody Monte Carlo, niemniej jednak sama metoda też wymaga pewnych założeń wstępnych co do rozkładu błędów. Ponadto metoda Monte Carlo wymaga pewnego zaawansowania teoretycznego i obliczeniowego, stąd też rzadko jest stosowana w praktyce.

Innym, istotnym ograniczeniem praktycznej stosowalności metody odpornej bazującej na różnicach obserwacji jest konieczność powtarzania tego samego planu obserwacji w kolejnych pomiarach okresowych. Z praktyki wiemy, że często jest to bardzo trudne, zwłaszcza w warunkach zakładu przemysłowego czy kopalni. W takich warunkach zastosowanie metod analizy różnic współrzędnych siłą rzeczy staje się koniecznością. Obecnie do pomiarów sieci odniesienia w pomiarach przemieszczeń często wykorzystywana jest technika GPS. Wektory GPS (jako obserwacje) zdefiniowane są w globalnym, geocentrycznym, trójwymiarowym układzie współrzędnych, którego orientacja wyznaczona jest przez pozycje (orbity) satelitów. Sieci kontrolne z wektorami GPS nie posiadają tych samych stopni swobody co sieci kątoowo-liniowe, wymagają zatem nieco innego podejścia na etapie wyrównania obserwacji. W rozprawie ograniczono się tylko do „klasycznych” sieci jedno i dwuwymiarowych.

Pewnej dyskusji wymagałyby też przypadki szczególne, z jakimi możemy mieć do czynienia w zastosowaniach praktycznych. Autor w swojej rozprawie wskazuje na możliwość wystąpienia przypadku negatywnego wyniku testu globalnego, pomimo pozytywnego wyniku testu lokalnego dla wszystkich potencjalnych punktów odniesienia. Ze swoich doświadczeń praktycznych wiem, że możliwy jest również przypadek odwrotny: test globalny jest spełniony, natomiast testy lokalne dla niektórych punktów zawodzą. Należało by zaproponować pewien jednoznaczny algorytm postępowania takich przypadkach. Myślę, że Doktorant podejmie ten problem w swoich następnych pracach.

Podane uwagi mają charakter tematów do dyskusji i w niczym nie obniżają mojej ogólnej, wysoce pozytywnej oceny merytorycznej osiągnięcia naukowego. Mgr inż. Krzysztof Nowel wykazał, że jest dobrze przygotowanym teoretycznie i warsztatowo pracownikiem naukowym do prowadzenia badań oraz podejmowania w tych badaniach

problemów istotnych dla rozwoju dyscypliny naukowej, a przy tym przydatnych w praktyce.

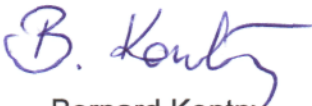
4. Wniosek końcowy

Uwzględniając przedstawione w niniejszej recenzji omówienie i ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Nowela uważam, że jest On dobrze przygotowanym naukowcem, specjalistą w zakresie opracowania wyników pomiarów geodezyjnych, szczególnie w zakresie wykorzystania metod estymacji mocnej w geodezji. Bezwzględnie pozytywna ocena merytoryczna rozprawy upoważnia mnie do stwierdzenia, że Doktorant wykazał się bardzo dobrą wiedzą teoretyczną w dyscyplinie Geodezja i Kartografia oraz posiadał umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że kandydat spełnia wymogi określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595, z późniejszymi zmianami). Wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Krzysztofa Nowela do publicznej obrony swojej rozprawy doktorskiej.

Jednocześnie uważam, że rozprawa doktorska, będąca cyklem czterech spójnych tematycznie artykułów opublikowanych w prestiżowych czasopismach naukowych, kwalifikuje się do wyróżnienia.

Wrocław, dnia 22.07.2015 r.


Bernard Kontny