

dr hab. inż. Maria Mrówczyńska, prof. UZ
Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Zakład Technologii Budownictwa, Geotechniki i Geodezji
ul. Z. Szafrana 1
65-516 Zielona Góra

Zielona Góra, 21.01.2021 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Patrycji Wyszkwoskiej

pt. „*Uodporniona M_{split} estymacja i jej podstawowe zastosowania*”

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi uchwała nr 41 Rady Naukowej Dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego z dnia 13.10.2020 r. oraz pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny inżynieria lądowa i transport, Pana dr hab. inż. Jacka Rapińskiego, prof. UWM numer WG.IGIB.6350.1.2020 z dnia 10.12.2020 r.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Patrycji Wyszkwoskiej pt. „*Uodporniona M_{split} estymacja i jej podstawowe zastosowania*” wykonana w Katedrze Geodezji Instytutu Geodezji i Budownictwa na Wydziale Geoinżynierii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pod kierunkiem dr hab. inż. Roberta Duchnowskiego, prof. UWM. Praca ma charakter teoretyczno-badawczy i składa się z: wprowadzenia, 7 rozdziałów głównych, załączników oraz rozdziału ze spisem bibliografii, obejmującym 170 pozycji literatury, z czego 12 pozycji, w których Doktorantka jest autorką lub współautorką (w tym 2 pozycje samodzielne Doktorantki). Tekst główny rozprawy liczy 196 stron oraz 10 załączników przedstawiających funkcje charakterystyczne zmodyfikowanej kwadratowej M_{split} estymacji, maksymalne wrażliwości oraz globalne i lokalne punkty załamania, wyznaczenie tolerancji na obserwacje odstające, histogramy wybranych M_{split} estymatorów, empiryczne funkcje wpływu oraz wektory obserwacji w sieci niwelacyjnej i w sieci kątowno-liniowej. Rozprawa jest uzupełniona przez: 98 rysunków i wykresów, 18 tabel oraz 290 wzorów. W ramach realizacji głównych celów rozprawy przedstawiono teoretyczne aspekty odpornych metod estymacji, M_{split} estymacji i uodpornionej M_{split} estymacji oraz wykonano testy numeryczne oraz analizy porównawcze dla przykładowych zbiorów obserwacji geodezyjnych (symulacja przemieszczeń pionowych i poziomych oraz symulowane dane pozyskane metodą lotniczego skaningu laserowego). Rozprawa zawiera również spis treści, spis tabel i rysunków, wykaz symboli i skrótów oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Układ pracy jest przejrzysty oraz zrozumiały, a kolejne rozdziały i prezentowana w nich tematyka są ze sobą logicznie powiązane.

Tematyka dysertacji, podjęta przez Panią mgr inż. Patrycję Wyszkwoską jest bardzo interesująca oraz dotyczy niezwykle istotnego problemu geodezyjnego rachunku wyrównawczego jakim jest wyeliminowanie wpływu obserwacji odstających na wyznaczane

parametry funkcjonalnych modeli obserwacyjnych. Podjęty temat wychodzi naprzeciw współczesnym oczekiwaniom, przede wszystkim w kontekście wykorzystania nowoczesnych metod pomiarowych generujących duże zbiory danych, które coraz częściej pozyskujemy wykorzystując nowoczesne techniki i technologie pomiarowe (skaning laserowy, permanentny monitoring przemieszczeń i odkształceń obiektów budowlanych). Podjęta przez Doktorantkę tematyka ma wymiar teoretyczny i praktyczny, sposób przedstawienia jest przemyślany, poparty wiedzą teoretyczną oraz wskazaniem możliwych zastosowań praktycznych. Sposób ujęcia i przedstawiania problemu dysertacji jest w pełni oryginalny i bardzo wnikliwy, co ma znaczenie zarówno pod kątem badawczym, jak i w inżynierskiej praktyce opracowania wyników pomiarów geodezyjnych.

Doktorantka rozpoczęła swoją rozprawę Wprowadzeniem, w którym omówiła konieczność podjęcia tematu badań, wychodząc od powszechnie stosowanej w rachunku wyrównawczym metody estymacji parametrów, jaką jest metoda najmniejszych kwadratów. Doktorantka krótko zaprezentowała metody odporne stosowane w geodezji należące do klasy M -estymacji, płynnie przeszła do rozwinięcia M -estymacji poprzez wykorzystanie M_{split} estymacji, a w konsekwencji swoich rozważań wskazała na konieczność opracowania nowych, uodpornionych wariantów M_{split} estymatorów. Następnie określiła główny cel rozprawy, którego realizację uwarunkowała osiągnięciem celów szczegółowych, czytelnie zdefiniowała tezę oraz postawiła hipotezy.

W rozdziale pierwszym Doktorantka przedstawiła ogólnie problematykę metod odpornych stosowanych w geodezji, w szczególności zaprezentowała podstawy teoretyczne odpornej M -estymacji (z wykorzystaniem m.in. funkcji Hubera, Hampela, Tukeya, funkcji duńskiej), metody najmniejszych odchyłeń absolutnych, zasady wyboru alternatywy oraz metody M_p estymacji. Następnie Doktorantka przybliżyła teoretyczne podstawy R -estymacji oraz odporne estymatory współczynnika wariancji.

Rozdział drugi dotyczy M_{split} estymacji, jej podstaw teoretycznych oraz możliwości modyfikacji pozwalającej na wykorzystanie metody do bezpośredniej estymacji różnic parametrów w celu analizy przemieszczeń (Shift- M_{split} estymacja). Doktorantka opisała wariant M_{split} estymacji (kwadratowa M_{split} estymacja), w której rozkład normalny jest stosowany jako probabilistyczny model błędów pomiaru.

Obszernie zredagowany rozdział trzeci przedstawia koncepcję uodpornionej M_{split} estymacji. Doktorantka zaprezentowała teoretyczne podstawy definiowania obserwacji odstających, zmodyfikowanej kwadratowej M_{split} estymacji, absolutnej M_{split} estymacji oraz zmodyfikowanej absolutnej M_{split} estymacji. Tym samym wypracowała koncepcję metodyczną nowych wariantów absolutnej M_{split} estymacji, które wykazują odporność w sensie globalnym. Podstawy teoretyczne zostały dodatkowo uzupełnione wykresami funkcji charakterystycznych poszczególnych prezentowanych metod estymacji. Rozdział został zakończony zestawieniem zastosowanych oznaczeń, co według mnie jest dyskusyjne, ponieważ dla lepszej czytelności tekstu, takie zestawienie zwyczajowo zamieszcza się na początku rozprawy.

Kolejny, czwarty rozdział zawiera teoretyczne analizy odporności, zaproponowanych przez Doktorantkę wariantów M_{split} estymatorów. Po krótkim wstępie dotyczącym teoretycznych podstaw proponowanych założeń, Doktorantka dokonała analizy lokalnych i globalnych punktów załamania opracowanych wariantów M_{split} estymatorów oraz analizy tolerancji na obserwacje odstające.

Główną i najważniejszą częścią recenzowanej rozprawy doktorskiej są rozdziały piąty i szósty. W nich zostały przedstawione wyniki testowania oraz przeprowadzenia analiz

wypracowanej koncepcji metodycznej na symulowanych i rzeczywistych przykładach w postaci zbiorów obserwacji geodezyjnych. Rozdział piąty zawiera testy numeryczne dotyczące empirycznej analizy procesów iteracyjnych, odporności wybranych wariantów M_{split} estymatorów oraz wyznaczenia dokładności wybranych M_{split} estymatorów. Rozdział szósty prezentuje analizy porównawcze dla zbiorów obserwacji geodezyjnych: obserwacje w sieci niwelacyjnej zasymulowanej w celu wyznaczenia przemieszczeń pionowych punktów kontrolowanych, obserwacje w sieci kątowno-liniowej zasymulowanej w celu wyznaczenia przemieszczeń poziomych oraz symulowane dane z lotniczego skaningu laserowego wykorzystane w celu opracowania profili podłużnych.

Rozdział Podsumowanie i wnioski stanowi syntetyczne ujęcie wyników przeprowadzonych badań, testów i analiz ze wskazaniem potencjalnych możliwości zastosowania zaproponowanych przez Doktorantkę wariantów M_{split} estymacji. W tym rozdziale Doktorantka wskazała również na kierunki przyszłych prac, co świadczy o jej przygotowaniu do prowadzenia dalszych badań.

Rozdział ósmy to bogaty wykaz literatury przedmiotu, w którym Doktorantka zawarła 170 krajowych i zagranicznych pozycji literatury (niestety pozycje są nienumerowane co w pewnych miejscach utrudnia pracę z dysertacją). W rozprawie wykorzystane zostały wszystkie niezbędne publikacje oraz opracowania z zakresu podjętego tematu pracy i pod tym względem jest to cenne źródło wiedzy na temat metod estymacji stosowanych w geodezji.

Rozdział dziewiąty to 10 załączników zawierających: funkcje charakterystyczne, maksymalne wrażliwości, lokalne i globalne punkty załamania, wyznaczone tolerancje na obserwacje odstające w rozszerzonych przedziałach, histogramy dla wybranych M_{split} estymatorów, empiryczne funkcje wpływu oraz wektory obserwacji wykorzystane w analizach porównawczych. Całość prezentowanych zagadnień została przedstawiona za pomocą wzorów, wykresów i zestawień tabelarycznych.

Rozprawa została zakończona rozdziałami porządkującymi, zawierającymi: spisy tabel i rysunków (rozdział 10), wykaz załączników (rozdział 11) oraz wykaz symboli i skrótów (rozdział 12), a także streszczeniem dysertacji w języku polskim i angielskim.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Dobór i aktualność tematu oraz problemu badawczego

W zadaniach związanych z opracowaniem numerycznym zbioru wyników pomiarów geodezyjnych występuje zagadnienie poprawności technologicznej układu obserwacyjnego, które zapewnia odpowiednio wysoki poziom ufności rezultatów pomiaru. Rozwój nowoczesnych technik pomiarowych, które mogą generować duże zbiory obserwacji, jak również stosowanie klasycznych geodezyjnych metod pomiarowych, wymaga przeprowadzenia statystycznego opracowania uzyskanych wyników pomiarów geodezyjnych. Najczęściej stosowaną metodą estymacji parametrów jest oczywiście metoda najmniejszych kwadratów, która jednak posiada pewne ograniczenia. Istotnym w tej kwestii jest problem obserwacji odstających szczególnie takich, których błędy nieznacznie przekraczają dopuszczalne granice określone dla danej klasy pomiarów. Wykrywanie tego rodzaju błędów z zastosowaniem metody najmniejszych kwadratów bez wątplenia często napotyka pewne trudności.

W zbiorach obserwacji geodezyjnych skutecznymi metodami identyfikacji obserwacji odstających są metody estymacji mocnych. W aspekcie stosowania tych metod zasadnicze znaczenie ma funkcja wagowa, której postać możemy definiować z pewną dowolnością lecz

z uwzględnieniem jej różniczkowalności. Rozwinięciem estymacji mocnych jest M_{split} estymacja, dopuszczająca wzajemnie konkurencyjne modele błędów obserwacji, a jej podstawowym zadaniem jest estymacja parametrów pozycji w zbiorach, które są nieustalonym zmieszaniem relacji dwóch zmiennych losowych. Poprawa skuteczności wykorzystywanych metod M_{split} estymacji w opracowaniu zbiorów zawierających obserwacje odstające, wymaga uodpornienia M_{split} estymatorów, w taki sposób, aby były one mniej uzależnione od wstępnych założeń dotyczących liczby modeli funkcjonalnych. Warto dodać, że wskazany przez Doktorantkę problem badawczy ma nie tylko charakter teoretyczny, ale również praktyczny ze względu na fakt, że zaproponowana metoda pozwala na pozyskanie wiarygodnych informacji o charakterze wykonanych obserwacji podczas geodezyjnego monitoringu obiektów budowlanych, skaningu laserowego czy też modelowania 3D.

W związku z powyższym stwierdzam, że temat, który podjęła i zrealizowała Doktorantka jest aktualny i oryginalny. Cel i zakres pracy są zdefiniowane w sposób jednoznaczny zarówno z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia. Celowym było więc podjęcie przez Doktorantkę prezentowanego tematu rozprawy, przeprowadzenie rozważań teoretycznych, testów numerycznych oraz analiz porównawczych dla przykładowych, najczęściej wykorzystywanych w praktyce geodezyjnej, zbiorów obserwacji geodezyjnych.

3.2. Teza badawcza

Biorąc pod uwagę główny cel rozprawy jakim było opracowanie odpornych wariantów M_{split} estymatorów, Doktorantka, bazując na ogólnej teorii M_{split} estymacji, sformułowała tezę rozprawy mówiącą, że odporne na obserwacje odstające warianty M_{split} estymacji poszerzą zakres metod opracowania zbiorów obserwacji geodezyjnych oraz spektrum stosowalności M_{split} estymacji. Teza została poszerzona o dwie hipotezy dotyczące możliwości zwiększenia odporności M_{split} estymacji na obserwacje odstające, na skutek modyfikacji funkcji wpływu kwadratowej M_{split} estymacji oraz możliwości wykorzystania funkcji charakterystycznych klasycznych metod odpornych do tworzenia nowych funkcji charakterystycznych w odpornych wariantach M_{split} estymacji. Potwierdzenie przedstawionej przez Doktorantkę tezy zostało zawarte w podsumowaniu wyników badań i wnioskach, wskazujących na występowanie pożądanych właściwości zaproponowanych wariantów M_{split} estymacji, co zostało udowodnione poprzez przeprowadzenie testów numerycznych oraz analiz porównawczych we wcześniejszych rozdziałach rozprawy doktorskiej. Jednocześnie należy dodać, że prace nad udowodnieniem postawionej tezy wskazały dalszy kierunek badań nad nowymi wariantami M_{split} estymatorów, ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań umożliwiających określenie ich dokładności oraz możliwości zastosowania innych modeli probabilistycznych, a także optymalnego doboru parametrów sterujących.

3.3. Ocena wartości naukowej rozprawy

Pani mgr inż. Patrycja Wyszowska przedstawiła rozprawę doktorską, w której za oryginalne i najważniejsze osiągnięcia naukowe uznaje:

1. Zaproponowanie uodpornionych wariantów M_{split} estymatorów, które charakteryzują się globalną odpornością na obserwacje odstające lub mniejszą wrażliwością na obserwacje o takim charakterze, co umożliwia tym samym ich praktyczne wykorzystanie w opracowaniu zaburzonych zbiorów obserwacji.
2. Zaplanowanie i przeprowadzenie empirycznej analizy zaproponowanych M_{split} estymatorów, w szczególności wykonanie testów numerycznych dla modelu

jednoparametrowego (analiza procesów iteracyjnych, analiza odporności i wyznaczenie dokładności wybranych wariantów M_{split} estymatorów) oraz dla przykładowych zbiorów obserwacji geodezyjnych, co jest szczególnie ważne w aspekcie aplikacyjnego charakteru wyników badań przedstawionych w rozprawie.

3. Opracowanie koncepcji nowych algorytmów obliczeniowych oraz koncepcji rozwiązania praktycznego problemu jakim jest wybór odpowiednich parametrów sterujących, od których uzależniona jest wrażliwość zaproponowanej metody na obserwacje odstające oraz ograniczenie zjawiska polegającego na ignorowaniu istotnych agregacji obserwacji.
4. Wnikliwe przeanalizowanie literatury naukowej zagranicznej oraz krajowej związanej z tematyką dysertacji, w szczególności dotyczącej identyfikacji obserwacji odstających i wyeliminowanie ich wpływu na wyznaczenie parametrów modeli funkcjonalnych oraz własności różnych wariantów estymacji mocnej i M_{split} estymacji. Przeprowadzone badania literaturowe pozwoliły Doktorantce na sformułowanie problemu badawczego oraz celu i tezy rozprawy.

4. Uwagi do rozprawy doktorskiej

4.1. Uwagi merytoryczne

W wyniku przeanalizowania przedstawionej rozprawy doktorskiej można wskazać następujące uwagi natury ogólnej o charakterze dyskusyjnym:

1. Na stronie strona 69 Doktorantka pisze „...gdzie: c^0 – wektor przyjmowany arbitralnie...” – brakuje wskazania sposobu lub zakresu w jakim będą znajdowały się wartości elementów wektora. Podobna uwaga dotyczy zapisu na stronie 70 „...gdzie: c^* – przyjęta mała wartości dodatnia”.
2. W rozdziale 4, podążając za prezentowanym przez Doktorantkę tokiem postępowania, globalny punkt załamania definiowany wzorem (4.1.9) powinien raczej uzyskać inne oznaczenie niż ε (tak jak tolerancje wyznaczone wzorami (4.1.17) oraz (4.1.18)) w celu jednoznacznego odróżnienia od elementów wektora losowych błędów pomiaru, które w całym tekście rozprawy Doktorantka oznacza właśnie jako ε .
3. Doktorantka w tekście rozprawy na stronie 91 napisała „Z praktycznego punktu widzenia istotnym jest zbadanie odporności estymatorów w zbiorach o stosunkowo niedużej liczebności.”, jest to stwierdzenie dyskusyjne przede wszystkim ze względu na fakt, że w zastosowaniach praktycznych (inżynierskich) występują również duże zbiory danych. Czy nie należy zbadać odporności estymatorów dla rzeczywistych zbiorów obserwacji o dużej liczebności?
4. Tabela 5.1.3 zawiera minimalną, maksymalną, średnią i medianę kroków iteracyjnych dla poszczególnych warunków startowych, dla każdego wariantu M_{split} estymacji, uważam, że w przypadku tej analizy średnia liczba kroków iteracyjnych jest podana z zawyżoną dokładnością. Można również poddać pod dyskusję czy obliczenie w tym wypadku średniej jest konieczne oraz czy dla tego zagadnienia bardziej praktyczną informacją nie jest mediana?
5. W podrozdziale 5.1 Empiryczna analiza procesów iteracyjnych, Doktorantka bardzo szczegółowo przedstawiła wyniki symulacji m.in. dotyczące liczby kroków iteracyjnych w M_{split} estymacji. W tym kontekście w części dotyczącej analiz

- porównawczych dla przykładowych zbiorów obserwacji geodezyjnych (rozdział 6) zabrakło informacji jak szybko przebiegał proces iteracyjny dla poszczególnych zbiorów obserwacji.
6. W rozdziale 6 na stronie 137 wprowadzono oznaczenie przewyższeń pomierzonych dwukrotnie w poszczególnych epokach pomiarowych w postaci np. h_{12}^{II} , które, moim zdaniem, jest trochę mylące (intuicyjnie poszukujemy na rysunku 6.1.1 przewyższenia pomiędzy punktem 1 a 2), w związku z tym wyjaśnienie które znalazło się na stronie 140 „... (pierwsza z obserwacji h_1 w drugiej epoce)...” powinno zostać umieszczone bezpośrednio pod zdefiniowanymi wektorami obserwacji.
 7. Na stronie 147 mamy stwierdzenie „... a zatem M_{split} estymacja może być alternatywą dla tych metod, szczególnie, gdy przemieszczenia pionowe punktów są znaczące.” – dla przyszłego wykorzystania zaproponowanego podejścia warto byłoby wskazać jakie wartości Doktorantka uznaje za znaczące? Czy alternatywna możliwość zastosowania jaką daje M_{split} estymacja będzie to zależała jedynie od wartości przemieszczenia czy może również od innych czynników i uwarunkowań?
 8. W przypadku wyznaczania przemieszczeń pionowych możemy mieć do czynienia z sytuacją, tworzenia się na obiekcie podlegającym pomiarowi grup punktów, których liczebności wcześniej nie przewidziano. Jest to istotny problem w kontekście identyfikacji przemieszczeń na obiektach, które podlegają zjawiskom nierównomiernego osiadania. Jaki wówczas Doktorantka zaproponowałaby tok postępowania w biorąc pod uwagę proponowane w rozprawie rozwiązania?
 9. W rozdziale 7 występuje stwierdzenie „W przypadku błędów grubych o dużych wartościach najlepsze wyniki uzyskiwane są...”, w którym brakuje wskazania jakie błędy grube Doktorantka uważa za te o dużych wartościach? Dla przyszłych zastosowań inżynierskich, przede wszystkim w geodezyjnym monitoringu obiektów budowlanych, ważne byłoby podanie takiej informacji.
 10. Doktorantka przeprowadziła szczegółowe testy numeryczne (rozdział 5), których wyniki pozwoliły na identyfikację najlepszych par punktów startowych, paramentów sterujących oraz liczby iteracji pozwalających na osiągnięcia minimum funkcji celu. Zabrakło jednak wskazówek, które ułatwiłyby wykorzystanie wniosków płynących z testów numerycznych w praktyce geodezyjnej.

4.2. Uwagi dotyczące redakcji rozprawy

Rozprawa jest napisana na bardzo dobrym poziomie językowym i edytorskim, z prawidłowym układem poszczególnych rozdziałów i podrozdziałów. Mam jednak kilka uwag o charakterze porządkującym. Jednocześnie proszę aby Doktorantka nie ustosunkowywała się do nich w trakcie publicznej obrony rozprawy doktorskiej:

1. Spis stosowanych w pracy oznaczeń znajdujący się na stronie 83 powinien pojawić się raczej na początku rozprawy, taka lokalizacja usystematyzowałaby zastosowany system skrótów.
2. Prezentowane w pracy histogramy są mało czytelne, dla lepszej przejrzystości, a przede wszystkim dla potrzeb analiz uzyskanych wyników, należałoby zastosować inną skalę rysunków.

3. Strona 26 – jest „.....gdzie $F(y)$ i $G(z)=F(z-\Delta)$...”, powinno być „gdzie $F(y)$ i $G(z)=F(y-\Delta)$ ”.
4. Strona 45 – powinno być $\mathbf{g}_1(\widehat{\mathbf{X}}_{(1)}, \widehat{\mathbf{X}}_{(2)})$ i $\mathbf{g}_2(\widehat{\mathbf{X}}_{(1)}, \widehat{\mathbf{X}}_{(2)})$ zamiast zastosowanego przez Doktorantkę $\mathbf{g}_1(\mathbf{X}_{(1)}, \mathbf{X}_{(2)})$ i $\mathbf{g}_2(\mathbf{X}_{(1)}, \mathbf{X}_{(2)})$.
5. Rozdział 3 – brakuje zdefiniowania δX_g oraz δX_l jako przedziałów odporności globalnej i lokalnej, można było również powiązać oznaczenia z rysunkiem 3.1.
6. Na stronie 54 Doktorantka wprowadziła oznaczenie $\Delta X_{(1,2)}$, którego objaśnienie znalazło się dopiero na stronie 65. Oczywiście, że sam zapis jest zrozumiały i bez objaśnień, ale jeżeli decydujemy się na wyjaśnienie oznaczeń to powinno to nastąpić bezpośrednio po ich wprowadzeniu w tekście.

7. Wnioski

W recenzowanej rozprawie doktorskiej mgr inż. Patrycja Wyszowska rozwiązała oryginalne zagadnienie jakim było opracowanie nowych, odpornych wariantów M_{split} estymatorów. Zaproponowane warianty powstały w wyniku implementacji klasycznych metod odpornych oraz modyfikacji funkcji wpływu kwadratowej M_{split} estymacji. Doktorantka wykazała się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem, umiejętnością planowania badań, rozwiązywania problemów teoretycznych oraz prowadzenia analiz empirycznych. Doktorantka przeprowadziła w szerokim zakresie testy numeryczne zaproponowanych wariantów dla przykładowych zbiorów obserwacji geodezyjnych, potwierdzając w ten sposób możliwości praktyczne nowych wariantów M_{split} estymatorów.

Oceniam, że rozprawa stanowi rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego oraz potwierdza, że Doktorantka posiada ogólną wiedzę teoretyczną i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa wnosi wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie geodezja i kartografia (inżynieria lądowa i transport), ma znaczenie praktyczne oraz jest opracowana na bardzo dobrym poziomie naukowym i redakcyjnym.

Uwagi krytyczne nie obniżają bardzo dobrego, moim zdaniem, poziomu merytorycznego i ogólnej wysokiej oceny dysertacji. Uwagi mają charakter porządkowy lub dyskusyjny i mam nadzieję, że przynajmniej w części będą pomocne Doktorantce podczas przygotowywania prac naukowych w przyszłości.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Patrycji Wyszowskiej pt. „*Uodporniona M_{split} estymacja i jej podstawowe zastosowania*” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w ustawie z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz w ustawie z dnia 20.07.2018 r. prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z tym stawiam wniosek o przyjęcie przedłożonej rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Maria Mrówczyńska