

Dr hab. inż. Jadwiga **KRÓLIKOWSKA**
Politechnika Krakowska
Instytut Zaopatrzenia w Wodę
i Ochrony Środowiska

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jarosława **GÓRSKIEGO** pt. „Analiza szeregów opadowych dla potrzeb hydrologii miejskiej na przykładzie Kielc”

1. Podstawa formalna recenzji

Recenzję opracowano w związku z pismem Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, znak ID-60/13 z dnia 11.03.2013 roku oraz na podstawie umowy o dzieło z dnia 12.03.2013 roku.

2. Charakterystyka rozprawy

Praca ma charakter teoretyczno-badawczy, z praktycznym zastosowaniem. Na podstawie przeprowadzonej analizy modeli opadowych zaplanowane zostały badania i analiza szeregów opadowych dla potrzeb hydrologii miejskiej na przykładzie zarejestrowanych w ramach własnych badań terenowych szeregów opadowych w latach 2009-2011 dokonanych w Kielcach. Pierwsza grupa analizowanych modeli opadowych obejmowała tradycyjnie stosowane, opracowane na podstawie długoletnich obserwacji opadów, a druga (współczesna) dotyczyła modeli fizykalnych, opartych na empirycznym przyporządkowaniu częstości występowania zmierzonych szeregów wysokości opadów w czasie ich trwania oraz modeli probabilistycznych, opracowanych na podstawie doboru teoretycznych rozkładów prawdopodobieństwa występowania zmierzonych szeregów częstości opadów. Wyniki prowadzonych badań poddano następnie ocenie i weryfikacji przy wykorzystaniu nowoczesnych metod interpretacyjnych, potwierdzając hipotezę o fraktalnym i multifraktalnym charakterze szeregów opadowych z Kielc. Stały się one podstawą do opracowania lokalnego modelu opadowego (kaskady losowej). Statystyczna ocena jakości syntetycznych szeregów opadowych generowanych przez zbudowaną kaskadę mikrokanoniczną dotyczyła prawidłowości naśladowania nieciągłego i zmiennego w czasie multifraktalnego procesu opadowego zdiagnozowanego w szeregach rejestracyjnych z Kielc.

Studia dotyczące zastosowania kaskady mikrokanonicznej do generowania syntetycznych szeregów opadowych dla potrzeb hydrologii Kielc zostały odniesione do badań przeprowadzonych dla innych obszarów Polski oraz w Niemczech.

Pracę stanowi tekst rozprawy w ilości 133 stron, w tym 56 rysunków i wykresów, 8 tabel rozmieszczonych w tekście oraz streszczenia w języku angielskim.

W rozprawie można wyróżnić:

- wstęp, oraz cel i zakres pracy,
- charakterystykę obiektu badań,
- część literaturową, obejmującą metodykę opracowania szeregów opadowych, przy pomocy nowoczesnych narzędzi,
- wyniki badań i ich dyskusję,
- podsumowanie i wnioski końcowe.

3. Ocena celowości podjęcia tematu

Stosowane w praktyce projektowej modele obliczeniowe deszczów miarodajnych do wymiarowania sieci kanalizacyjnych, zarówno te o zasięgu ogólnopolskim jak i lokalnym okazują się niewystarczające i prowadziły bądź do przewymiarowania bądź niedoszacowania przepływów obliczeniowych w kanałach. Utrudniony dostęp do obserwacji opadowych prowadzonych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz stosowana metodyka pomiarów wysokości opadów nie umożliwia stworzenia szeregów opadowych o wysokiej rozdzielczości czasowej 5 minut, wymaganej do modelowania hydrodynamicznego systemów odwodnienia, na bazie rozdziału sum dobowych opadów. Stąd potrzeba badań dla stworzenia możliwości analizy szeregów opadowych dzięki uzyskaniu rezultatów w odpowiednio wyposażonym i zlokalizowanym stanowisku badawczym. Jest to uzasadnione zarówno ze względów naukowych - przede wszystkim analizy szeregów opadowych z wykorzystaniem warsztatu multifraktalnego oraz podjęcia próby ich wykorzystania jako podstawy do opracowania modelu generatora syntetycznych szeregów opadowych, opartego o losową kaskadę mikrokanoniczną, jak i użytecznych - rozpoznanie przebiegu natężenia chwilowego opadu deszczu, odniesionego do lokalnych warunków terenowych miasta Kielce.

Prezentowana praca stanowi odpowiedź na problemy odwodnienia obszaru miasta Kielce, w związku z którymi już w roku 2008 rozpoczęto w dwóch katedrach na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki badania statutowe pt. „Badanie ilości i jakości oraz sposobów retencjonowania ścieków z obiektów infrastruktury komunikacyjnej”, w ramach realizacji których wybudowano nowoczesnie wyposażony posterunek opadowy, a których kontynuację stanowi niniejsza rozprawa.

4. Merytoryczna ocena rozprawy

W bardzo obszernym wstępie (rozd. I) Autor wprowadza czytelnika w specyficzne cechy opadów atmosferycznych, które charakteryzują się dużą zmiennością czasową i przestrzenną. Następnie analizuje i ocenia stosowane w praktyce inżynierskiej modele obliczeniowe opadów różnych rodzajów, słusznie stwierdzając, że ustalone na ich podstawie przepływy miarodajne do wymiarowania kanałów, prowadzą do przewymiarowania bądź

niedoszacowania ich wielkości. Uzasadnia to zdaniem Autora rozprawę przeprowadzenie badań terenowych i analizę szeregów opadowych, przy wykorzystaniu najnowocześniejszej aparatury pomiarowej (elektronicznych deszczomierzy wagowych lub disdrometrów laserowych), usytuowanej na odpowiednim stanowisku badawczym w latach 2009 - 2011, a następnie interpretację uzyskanych rezultatów przy pomocy nowoczesnych metod interpretacyjnych. Działania te dobrze się wpisują w rozwój nowej gałęzi hydrologii-hydrologii miejskiej.

Rozdział 2 obejmuje cel i zakres pracy. Zarówno cel (użyteczny i naukowy) jak i zakres pracy właściwie uzasadniony, należy ocenić jako jednoznacznie precyzyjnie.

Natomiast zamiast zwyczajowej tezy rozprawy, zaprezentowano 3 hipotezy badawcze tj. 1) przyjęcie analizowanych szeregów opadowych za układy geometrii multifraktalnej, 2) dynamika procesów multifraktalnych może być odtworzona przez procesy kaskadowe oraz 3) czynnikiem istotnie wpływającym na jakość budowanych modeli kaskad mikrokanonicznych nie jest sama długość posiadanych szeregów obserwacyjnych ale rozdzielczość zapisu chwilowych natężeń opadu w szeregach obserwacyjnych. Hipotezy te dobrze charakteryzują zaplanowane działania interpretacyjne i stosowane do tego celu współczesne narzędzia.

W kolejnym rozdziale (3) przedstawiono charakterystykę obiektu badań usytuowanego w Kielcach prezentując położenie geograficzne, warunki klimatyczne (pkt 3.1), charakterystykę warunków opadowych (pkt 3.2), zilustrowanych zestawieniem sumy rocznych opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach lat 1993-2009 oraz stanowisko pomiarowe (pkt 3.3), którego posterunek opadowy usytuowano w północnej części miasta, eliminującej wpływ czynników zewnętrznych. Bazę badawczą dobrze ilustrują załączone zdjęcia. Jej wyposażenie pomiarowe, ocenione jako nowoczesne pozwoliło zgromadzić bazę danych obejmującą 478 391 2 - minutowych zapisów deszczów z terenu Kielc uzyskanych podczas 3 - letniej kampanii pomiarowej, będącej podstawą do prowadzenia dalszych analiz wg przyjętej ich metodyki.

Rozdział 4 charakteryzuje metodykę przeprowadzonych badań szeregów opadowych. Pierwsza jego część (pkt 4.1) obejmuje metodykę badań fraktalnych i multifraktalnych zarejestrowanych szeregów czasowych opadów. Badania własności fraktalnych i multifraktalnych uzyskanych szeregów opadowych zostały przeprowadzone z wykorzystaniem takich klasycznych narzędzi jak analiza widmowa, metoda funkcyjnego zliczania pudełek, metoda rozkładu prawdopodobieństwa/wielokrotnego skalowania oraz metoda momentu śladu. Narzędzia te znane i wykorzystywane od pewnego czasu na świecie, w kraju są nowością dzięki pracom Promotora rozprawy, które je zastosował przed kilkoma laty w badaniach szeregów opadowych z Wrocławia.

Następnie Autor rozprawy szczegółowo przybliży czytelnikowi charakterystykę tych narzędzi, podając jednocześnie warunki możliwości ich wykorzystania do przeprowadzonych badań, omawiając kolejno analizę widma szeregów opadowych (pkt 4.1.1), metodę funkcyjnego zliczania pudełek (pkt 4.1.2), metodę rozkładu prawdopodobieństwa/wielokrotnego skalowania (pkt 4.1.3) oraz metodę momentu śladu (pkt 4.1.4). Do dalszych działań tj. analizy numerycznej szeregów opadowych z Kielc z użyciem wcześniej omówionej metody TM wykorzystano zmodyfikowany program obliczeniowy TRACE, autorstwa Promotora rozprawy, obejmując skale czasowe λ od 1 do 16384, co odpowiadało czasom od 2 minut do prawie 23 dni. Natomiast rząd obliczanych momentów śladu był w przedziale 0 - 7.

Druga część omawianego rozdziału (pkt 4.2) prezentuje natomiast problematykę budowy modelu kaskady mikrokanonicznej, a szczególnie konstrukcji generatora kaskady. Jego elementem jest również opis metodyki oceny jakości syntetycznych szeregów opadowych. Pozytywne wyniki wstępnych badań multifrakalnych przeprowadzonych dla szeregów opadowych upoważniły Autora rozprawy do podjęcia próby ich modelowania przy pomocy kaskad losowych do odtwarzania drobno czasowej struktury szeregów opadowych, na podstawie znajomości jedynie wartości opadów zakumulowanych dla dłuższych okresów czasowych. Znacznie łatwiejsze jest bowiem pozyskanie bardziej ogólnej informacji opadowej w postaci lokalnych szeregów dobowych sum opadów. Narzędzia w postaci kaskad pozwalają na losowy rozdział tych sum dobowych na szeregi o minutowej rozdzielczości z zachowaniem specyficznych cech tych szeregów, charakteryzujących się nieciągłością i zróżnicowaniem wartości chwilowych natężenia deszczu. W tym konkretnym przypadku trafnie zastosowano kaskadę mikrokanoniczną przy wykorzystaniu modelu komputerowego w języku programowania Pascal. Kończącym elementem tych działań jest propozycja miary służącej porównaniu zgodności syntetycznych szeregów opadowych w stosunku do szeregów obserwacyjnych deszczomierza z Kielc i innych deszczomierzy z kraju i zagranicy (Niemiec).

Główną, najobszerniejszą częścią rozprawy jest rozdział 5 obejmujący wyniki badań i ich dyskusję. Zaprezentowano w nim i przedyskutowano rezultaty badań własnych przeprowadzonych dla szeregów opadowych, zarejestrowanych podczas trzech kampanii pomiarowych, podzielonych słusznie na dwa etapy. W pierwszym z nich zadaniem było sprawdzanie, czy objęte badaniami szeregi opadowe z Kielc wykazują właściwości fraktalne i multifrakalne oraz ocena jakości samej rejestracji opadów. Było to warunkiem przystąpienia do drugiego etapu badań. Ponieważ wynik był pozytywny, w kolejnym kroku opracowano lokalny model opadowy, oparty na kaskadzie mikrokanonicznej, dającej możliwość rozdziału dobowych sum opadów do syntetycznych szeregów opadowych o rozdzielczości czasowej 5 minut i strukturze wykazującej statystyczne podobieństwo do rzeczywistych lokalnych szeregów opadowych.

W pierwszej części tego rozdziału (pkt 5.1) scharakteryzowano i przeanalizowano wyniki rejestracji deszczów w Kielcach. Rezultatem tego była interpretacja statystyczna przy wykorzystaniu programu STATISTICA. Wyniki w postaci miesięcznej sumy opadów dla trzech letnich kampanii pomiarowych zestawiono tabelarycznie. W dalszej części zaprezentowano wykresy zarejestrowanych warstw opadów 2 - minutowych dla poszczególnych miesięcy okresu pomiarowego, a następnie miary statystyczne zbiorów zarejestrowanych niezerowych warstw opadów 2 - minutowych dla tego okresu. Mediana obserwowanych zbiorów wartości niezerowych warstw 2- minutowych deszczów wyniosła 0,1 mm, a przedział największej licznosci wahał się w granicach od 0,1 do 0,4 mm.

Następnie przeprowadzono podobną prezentację i ocenę wyników dla warstw deszczów 10 - minutowych, godzinowych i dobowych w okresie pomiarowym. Wyniki parametrów statystycznych były już nieco inne. Przykładowo dla warstwy opadów godzinowych mediana wyniosła od 0,4 do 0,3 mm, a przedział największej licznosci był w granicach 0,1-3,7 mm, natomiast dla dobowych warstw opadów analogiczne wartości wynosiły – mediana 1,8 i 1,7 mm, a przedział największej licznosci już był bardzo różny i w kolejnych latach wahał się w przedziale od 0,1 mm do 23,1 mm.

Przeprowadzona następnie ogólna charakterystyka zarejestrowanych szeregów opadowych wskazuje, że pomimo krótkiego okresu obserwacji mogą one być zdaniem Autora rozprawy reprezentatywne dla warunków opadowych w Kielcach. Podzielałm tą opinię, zachęciła ona Doktoranta do podjęcia dalszych badań nad opracowaniem generatora syntetycznych opadów wykorzystując posiadany zbiór pomiarowy.

Zgodnie z przyjętym tokiem postępowania, w dalszej części tego rozdziału (pkt 5.2) zaprezentowano rezultaty badania fraktalności i multifraktalności kieleckich szeregów opadowych stosując klasyczne metody wspomniane już wcześniej w pkt 4 recenzji takie metody jak analiza widm mocy szeregów opadowych, funkcyjne zliczanie pudełek, rozkładu prawdopodobieństwa/wielokrotnego skalowania oraz momentu śladu. Rezultaty uzyskiwane przy wykorzystaniu poszczególnych metod były porównywalne, a stwierdzone zbieżności traktowano jako potwierdzenie prawidłowości dokonanych obliczeń.

Wyniki tych obliczeń wymienionymi metodami zostały przedstawione w postaci wykresów. W przypadku stosowania analizy widm mocy szeregów, wyniki wykazały duże podobieństwo do wyników badań przeprowadzonych przez Promotora rozprawy dla szeregów z Wrocławia oraz innych badaczy europejskich, m.in. w Portugalii, Francji, a także zespołu Promotora dla 4 stacji niemieckich. Ogólne wyniki analizy widma dla Kielc należy ocenić jako charakteryzujące się skalowym (w zakresie częstotliwości odpowiadającej czasom w przedziale 24 godziny - 5 minut) charakterem zarejestrowanego ciągu pomiarowego opadów. Wykazały również podział na 2 odmienne rodzaje skalowania, wskazujące, że szeregi te nie są strukturami tylko o charakterze fraktalnym, ale bardziej multifraktalnym.

Również wyniki funkcyjnego zliczania pudełek dla zarejestrowanych szeregów opadowych przedstawiono w postaci wykresów w skali logarytmicznej. Porównanie wzajemne tych wykresów oraz wartości zestawionych tabelarycznie wykazało duże podobieństwo wyników z 3 - letniego okresu badawczego. Chociaż standardowe (wzrokowe) porównanie wykresów szeregów opadowych wykazywało duże ich zróżnicowanie i brak podobieństwa, to jednak zdaniem Autora rozprawy studiowane szeregi z punktu widzenia analizy obrazów fraktalnych i multifraktalnych wykazały bardzo duże prawdopodobieństwo, co zachęciło do podjęcia próby modelowania kieleckich szeregów opadowych przy wykorzystaniu kaskady losowej. Wykresy te były również podobne do opublikowanych wcześniej rezultatów innych autorów,

Kolejna zastosowana metoda rozkładu prawdopodobieństwa/wielokrotnego skalowania także została podsumowana graficznie przy pomocy podwójnie logarytmicznych wykresów zależności prawdopodobieństwa przewyższenia poziomów granicznych natężenia deszczu dla wybranych wartości w zakresie czasów od 2 minut do ok. 23 dni. Obliczenia wykonano przy użyciu Programu PDMS. Wykazały one zbieżność wyników z wynikami funkcyjnego zliczania pudełek. Porównywanie tych wyników obliczeń z innymi zrealizowanymi tą samą metodą, pochodzących z wodomierzy korytkowych, przez innych badaczy potwierdziło, że niskie natężenie deszczów w szeregach rejestracyjnych jest zawyżane, a wysokie natężenie - zaniżane.

Ostatnia z wykorzystanych metod to metoda momentu śladu, której wyniki przeprowadzone w programie TRACE także przedstawiono na wykresach. Były one zbliżone dla poszczególnych lat obserwacji i charakteryzowały się liniowymi zależnościami pomiędzy

logarytmami uśrednionych momentów śladu a logarytmami wartości skal czasowych, które w pewnych charakterystycznych obszarach podlegały zakłóceniom.

Opracowane na podstawie diskutowanych w rozprawie zależności skalowych momentów śladu, empiryczne wykresy funkcji skalowania momentów dla badanych szeregów opadowych miały podobny kształt, który jednak odbiegał istotnie od kształtu funkcji teoretycznej, przyjmowanej w teorii multifraktali. Dalsze dywagacje na ten temat wykazały jednak dualność obu empirycznie wyznaczonych analizowanych funkcji, co można potraktować jako potwierdzenie poprawności przeprowadzonych niezależnie analiz zarejestrowanych szeregów deszczów metodami rozkładu prawdopodobieństwa/wielokrotnego skalowania i momentu śladu.

W ostatniej części rozdziału 5 (pkt 5.3) zaprezentowano wyniki dotyczące generowania syntetycznych szeregów opadowych dla Kielc, obejmujące zarówno charakterystykę jak i dyskusję opracowanego generatora kaskady mikrokanonicznej, na tle wcześniejszych badań krajowych i zagranicznych, jak również statystyczną ocenę jakości syntetycznych szeregów opadowych generowanych przez opracowany model kaskady losowej. Podobnie jak w przypadku poprzednich metod, otrzymane wyniki dla Kielc zostały porównane do wyników uzyskiwanych przez innych badaczy w ostatnich latach, wykorzystujących mikrokanoniczne kaskady losowe do generowania syntetycznych szeregów opadowych dla potrzeb hydrologii miejskiej w Polsce i Niemczech. Przedstawiono również histogramy empirycznych współczynników rozpadu BDC dla szeregów opadowych z Kielc, uzyskane z wykorzystaniem algorytmu przesunięcia czasowego w zakresie: $5 = 1280$ minut.

Jakość uzyskanych w warunkach kieleckich syntetycznych szeregów opadowych porównano z współcześnie istniejącymi zbiorami studiów dotyczących stosowania kaskad mikrokanonicznych do generowania syntetycznych szeregów opadowych pochodzących z lokalizacji zarówno w kraju (Warszawa i Wrocław) jak i Niemiec (Deszczomierze A i B – Gauge A i B) o bardzo różnym okresie obserwacji i rozdzielczości zapisów chwilowego natężenia opadów. Zestawione tabelarycznie wyniki poddano estymacji nieliniowej w programie STATISTICA, której rezultaty dla poziomu ufności 95% ($\alpha = 0,05$) również zestawiono tabelarycznie. Konkluzją tych rozważań jest stwierdzenie, że „czynnikiem wpływającym na jakość budowanych modeli kaskad mikrokanonicznych nie jest tylko sama długość posiadanych szeregów obserwacyjnych”, a szeregi opadowe nawet 2 - 3 letnie mogą być wystarczające do konstruowania lokalnych generatorów syntetycznych szeregów opadowych dla potrzeb hydrologii miejskiej.

Ostatnim, 6 rozdziałem rozprawy jest bardzo obszerne podsumowanie i wnioski końcowe. W podsumowaniu Doktorant scharakteryzował zakres badań i ocenę ich rezultatów. Stanowi ono dobrą reasumpcję wykonanych prac, analizę i interpretację wyników przy wykorzystywaniu najnowszych metod, podkreślając trafnie, że dotychczasowe badania multifraktalne w Polsce są jeszcze rzadkością, a zawarte w opiniowanej rozprawie wg wiedzy jej Autora są drugie w kolejności po badaniach Promotora rozprawy dla szeregów wrocławskich.

Opracowany model komputerowy został wykorzystany do wygenerowania syntetycznych szeregów opadowych. Jakość tych szeregów została oceniona pod kątem właściwego odwzorowania w nich nieciągłości opadów i zmienności ich natężenia chwilowego. O ile nieciągłość opadów charakteryzowała się bardzo dobrą zgodnością

wartości prawdopodobieństwa wystąpienia okresów bezdeszczowych w szeregach syntetycznych i obserwacyjnych, o tyle tak dobrych rezultatów nie uzyskano w zakresie zmienności natężenia chwilowego opadów.

Podsumowanie rezultatów badań pozwoliło na sformułowanie 7 bardzo obszernych wniosków końcowych, będących merytoryczną oceną przedstawionych dokonań naukowych. Praca nie zawiera zarysowania zwyczajowych kierunków dalszych prac nad doskonaleniem metod (modelowania) oceny szeregów opadowych, być może dla innych warunków lokalizacyjnych i klimatycznych.

Spis literatury obejmuje 118 pozycji, w tym 54 publikacje obcojęzyczne (głównie w języku angielskim oraz niemieckim i rosyjskim). Spis literatury świadczy o dobrej znajomości przez Doktoranta licznego piśmiennictwa dotyczącego tematyki rozprawy, zarówno krajowego jak i zagranicznego, którą ze znanstwem zacytował w swojej rozprawie.

Reasumując merytoryczną ocenę rozprawy stwierdzam, że **mgr inż. Jarosław Górski** zaplanował i przeprowadził 3 - letnie badania szeregów opadowych na terenie Kielc, których wyniki wykorzystał do ich nowoczesnej interpretacji tj. wstępnych badań analitycznych z zastosowaniem warsztatu geometrii multifraktalnej, próby opracowania modelu generatora systematycznych danych opadowych dla Kielc dla potrzeb hydrologii miejskiej oraz studiów nad jakością syntetycznych szeregów opadowych generowanych z kaskady mikrokanoncznej, które następnie porównał z wcześniej publikowanymi badaniami innych autorów z innej części kraju i Niemiec.

Za istotny walor rozprawy należy uznać jej wysoki poziom naukowy oraz kompleksowy charakter zaprezentowanych rozważań. Posiada ona również efekt użyteczny tj. generowanie przez model kaskady mikrokanoncznej syntetycznych szeregów opadowych, które mogą być wykorzystane do projektowania i modelowania systemów kanalizacji deszczowej.

Hipotezy badawcze rozprawy postawione w rozdziale 2 należy uznać za udowodnione, cel rozprawy za wypełniony, a zakres rozprawy za zrealizowany.

Bardzo dobra znajomość problematyki rozprawy, literatury, nowoczesnych metod badawczych, a także sposób realizacji zadania naukowego świadczą o bardzo dobrym opanowaniu przez Doktoranta umiejętności rozwiązywania problemów naukowych.

5. Uwagi szczegółowe

Po przestudiowaniu tekstu rozprawy zgłaszam następujące uwagi szczegółowe:

- w pracy nadużywano liczby mnogiej rzeczowników,
- w spisie literatury brakuje publikacji Autora rozprawy,
- drobne błędy edytorskie.

6. Wniosek końcowy

Przedstawiona przez Pana mgr inż. **JAROSŁAWA GÓRSKIEGO** rozprawa doktorska pt. „Analiza szeregów opadowych dla potrzeb hydrologii miejskiej na przykładzie Kielec” stanowi istotne, wartościowe osiągnięcie jej Autora i wnosi oryginalny wkład do rozwoju wiedzy z zakresu modelowania szeregów opadowych przy pomocy nowoczesnych narzędzi interpretacyjnych w ramach hydrologii miejskiej.

Rozprawa spełnia w moim przekonaniu wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawarte w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku z późn. zmianami o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki [jedn. tekst Dz. U. Nr 84 poz. 455(2011)]. Wobec tego wnoszę o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Kraków, kwiecień 2013 roku.