

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 12 sierpnia 2022 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Gabryszuk
na temat „Badanie wpływu zjawisk geofizycznych związanych ze
zmianami klimatu na niepływowe zmiany długości doby ziemskiej”
przygotowanej pod kierunkiem
prof. dra hab. inż. Wiesława Koska

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na powołanie mnie w dniu 25 maja 2022 roku przez Radę Dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie na recenzenta ww. rozprawy doktorskiej (pismo nr 3DIŚiG-520-1/2019-2022 z dnia 26 czerwca 2022 roku).

1 Znaczenie problemu badawczego i ocena hipotezy badawczej

Zmiany długości doby ziemskiej pozwalają w ilościowy sposób scharakteryzować zmiany prędkości obrotowej Ziemi. Obok poprawek precesyjno-nutacyjnych oraz współrzędnych bieguna ziemskiego należą do parametrów ruchu obrotowego Ziemi (EOP – Earth Orientation Parameters). Charakteryzują się nieregularną oraz regularną zmiennością o różnych okresach, amplitudach i fazach. Ich występowanie jest powodowane przez liczne procesy geofizyczne, zarówno związane z efektami pływowymi, jak i niepływowymi. Pływy są jednak modelowane z wysoką dokładnością, co pozwala na odjęcie części sygnału im odpowiadającego od szeregu czasowego zmian długości doby ziemskiej. W ten sposób powstają dane o niepływowych zmianach długości doby, które są nie tylko kluczowe z perspektywy geodezji (parametry EOP są bowiem potrzebne do transformacji między ziemskim a niebieskim układem odniesienia), ale też stanowią bardzo ważny wskaźnik różnych procesów środowiskowych zachodzących w skali globalnej.

Pani mgr inż. Justyna Gabryszuk podjęła się w swojej rozprawie doktorskiej zbadania związków między niepływowymi zmianami długości doby ziemskiej a licznymi szeregi czasowymi opisującymi: atmosferę w ujęciu globalnym (m.in. składowa osiowa momentu pędu atmosfery charakteryzująca efekty wiatrów strefowych), atmosferę w skali

regionalnej czy lokalnej (m.in. indeks Oscylacji Południowej), ocean w skali regionalnej i lokalnej (m.in. indeks Niño 3), aktywność słoneczną (np. liczba Wolfa). Zależności między niepływowymi zmianami długości doby ziemskiej a ww. szeregami czasowymi charakteryzującymi różne procesy geofizyczne, czy szerzej środowiskowe, są interesujące z uwagi na wielość regularnych i nieregularnych sygnałów obecnych w zmianach prędkości obrotowej Ziemi. W rozważanym przez Doktorantkę okresie badań niepływowe zmiany długości doby ziemskiej cechują się bowiem długookresowym trendem malejącym, długo-okresowymi oscylacjami o okresach 9,3 i 18,6 roku, oscylacjami rocznymi i półrocznymi oraz silną nieregularną oscylacją o okresie 2–7 lat odpowiadającą El Niño/Southern Oscillation (ENSO).

Wielość tych oscylacji oraz różnorodność wybranych szeregów czasowych, które są wrażliwe na zmiany klimatyczne, daje możliwość znalezienia nieoczywistych związków. Te nieoczywiste zależności mogą być wykrywane metodami analizy Fouriera, a w szczególności technikami umożliwiającymi poszukiwanie oscylacji o zmiennych amplitudach i fazach, pobudzanych przez pewne procesy geofizyczne. Takie metody badawcze wybrała Doktorantka, by zweryfikować hipotezę, że w szeregu czasowym zmian długości doby ziemskiej istnieją nieregularne oscylacje szerokopasmowe pobudzone losowo przez wymianę momentu pędu stałej Ziemi z momentem pędu atmosfery w okresach do około 2 lat i oscylacją ENSO o okresie kilku lat. Hipoteza jest poprawnie postawiona, a jej weryfikacja może wnieść nową wiedzę na temat przyczyn zmienności długości doby ziemskiej. Należy jednak zaznaczyć, że nowatorski charakter pracy nie wiąże się z samym pobudzeniem zmian długości doby przez atmosferę, które jest opisane w literaturze, ale z cechami tego pobudzania: Doktorantka weryfikuje odpowiednimi metodami analizy danych nieregularność oscylacji, która ma charakter losowy. Rozprawa doktorska nie ogranicza się jednak tylko do weryfikacji powyższej hipotezy, ale jest też poświęcona innym zmiennym/procesom, które mogą mieć wpływ na zmiany prędkości obrotowej Ziemi. Jest to zatem kompleksowe studium na temat znanych i potencjalnych czynników determinujących zmiany długości doby.

Należy w tym miejscu zaznaczyć, że badania podjęte przez Panią mgr inż. Justynę Gabryszuk mają nie tylko charakter podstawowy, ale są też aplikacyjne. Lepsze zrozumienie zmian długości doby, w szczególności oscylacji o regularnym i nieregularnym charakterze, pozwoli na przykład ulepszać modele służące do prognozowania tego parametru EOP.

2 Charakterystyka układu rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska liczy 130 stron maszynopisu, w co wliczone są: strona tytułowa, streszczenie w języku polskim, streszczenie w języku angielskim, podziękowania dla pro-

motora, spis treści, wykaz skrótów, osiem rozdziałów, podziękowania za udostępnienie programów komputerowych, spis literatury, wykaz rycin i wykaz tabel. Autorka zamieściła w pracy 80 rycin, które opracowała samodzielnie. Ryciny są przygotowane poprawnie i estetycznie. Rozprawa doktorska zawiera też sześć tabel. Spis literatury zawiera 220 pozycji, w większości artykułów naukowych opublikowanych w języku angielskim. W spisie literatury Pani mgr inż. Justyna Gabryszuk umieściła też raporty i materiały opublikowane na stronach internetowych, prawidłowo podając daty dostępu.

Recenzowana rozprawa doktorska składa się z ośmiu rozdziałów, choć w spisie treści brakuje rozdziału ósmego. Rozdział pierwszy to wstęp, w którym Doktorantka nakreśliła kontekst badań, sformułowała cele i hipotezę. W drugim rozdziale, podzielonym na pięć podrozdziałów, szczegółowo przedstawiono zmiany długości doby ziemskiej, uwzględniając pięć tematów związanych z historią, instytucjami zajmującymi się omawianą problematyką, parametrami orientacji Ziemi, efektami geofizycznymi oraz pływowymi i niepływowymi zmianami długości doby. W trzech podrozdziałach rozdziału trzeciego zawarte są informacje o ziemskim i niebieskim systemie oraz układzie odniesienia. Poruszony jest również problem transformacji między ziemskim i niebieskim systemem/układem odniesienia. Rozdział czwarty składa się z czterech podrozdziałów opisujących: satelitarne techniki laserowe (SLR – Satellite Laser Ranging; LLR – Lunar Laser Ranging), globalny system pozycjonowania (GNSS – Global Navigation Satellite System), system pozycjonowania z użyciem efektu Dopplera (DORIS – Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) oraz technikę geodezji kosmicznej jaką jest interferometria wielkobazowa (VLBI – Very Long Baseline Interferometry). W rozdziale piątym opisane są dane poddane analizie. Rozdział ten podzielony jest na trzy podrozdziały, a podział ten nawiązuje do podziału danych na: najważniejszy zbiór poddany badaniom (niepływowe zmiany długości doby ziemskiej), wskaźniki charakteryzujące dynamikę atmosfery i oceanów, indeksy aktywności słonecznej. Metody badań zostały szczegółowo opisane w rozdziale szóstym, który ma trzy podrozdziały dotyczące: transformacji Fouriera, transformaty Hilberta, metod analiz czasowo-częstotliwościowych. Wyniki badań zostały zaprezentowane w rozdziale siódmym. Składa się on z sześciu podrozdziałów tematycznie wyczerpujących zaplanowane badania. Rozdział ósmy zawiera podsumowanie i wnioski.

Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na mankament recenzowanej rozprawy doktorskiej, którym jest brak dyskusji wyników w świetle literatury przedmiotu. Ta powinna być przedstawiona w odrębnym rozdziale lub podrozdziale rozdziału siódmego. Brak dyskusji nie wpływa na pozytywną ocenę oryginalności wyników przedstawionych w rozdziale siódmym, jednak przedyskutowanie wyników jest naturalnym elementem pracy naukowej i zdecydowanie ułatwiłoby czytelnikowi przyswojenie treści.

3 Zawartość rozprawy doktorskiej i najważniejsze uwagi szczegółowe

Rozdział pierwszy rozprawy doktorskiej to krótki wstęp. Zawiera on wystarczające treści wprowadzające, w szczególności cele i hipotezę badań.

W rozdziale drugim Autorka przedstawiła zmiany długości doby ziemskiej. Szczególnie interesujący jest rys historyczny badań nad ruchem obrotowym Ziemi (podrozdział 2.1), w którym zmiany prędkości obrotowej Ziemi ujęte są w szerszym kontekście składowych rotacji Ziemi. Pani mgr inż. Justyna Gabryszuk wykonała też przegląd kluczowych organizacji zajmujących się problematyką rotacji Ziemi, w tym licznych służb prowadzących techniki SLR, LLR, DORIS, GNSS i VLBI oraz Międzynarodowej Służby Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia (IERS – International Earth Rotation Service). Rozdział drugi zawiera też charakterystykę parametrów EOP oraz czynników wpływających na zmiany prędkości obrotowej Ziemi. Pewne wątpliwości budzi notacja szeregu czasowego zmian długości doby (LOD – Length of Day), który to zbiór danych jest również określony w podrozdziale 2.4 jako Δ . Dalej w tym samym podrozdziale definiowany jest wzorem (2.1) przyrost ΔLOD . Powoduje to użycie symbolu Δ w różnych kontekstach. W podrozdziale 2.5 Autorka bardzo szczegółowo omówiła procesy wpływające na rotację Ziemi. Wspomniała o trzęsieniach Ziemi, podając jednak ich różne korelacje z LOD dla różnych okresów. W tym miejscu warto byłoby się powołać na prace Grossa i wcześniejsze studia Dahlena, w których dyskutowane są te związki. Również w podrozdziale 2.5 Doktorantka wspomina o zjawisku El Niño i szerszej oscylacji ENSO jako efektach mających wpływ na LOD. Mowa jest o cyrkulacji wiatru strefowego. Brakuje w tym miejscu podania nazwy oscylacji Walkera i związanej z nią oscylacji Hadley'a oraz wskazania ich roli w zmienności oscylacji ENSO. W podrozdziale 2.5 wspomniane są też możliwe związki ENSO z aktywnością słoneczną. Brakuje jednak opisu prawdopodobnych mechanizmów, które mogą na taką zależność wpływać.

Rozdział trzeci rozprawy doktorskiej dotyczy niebieskich i ziemskich systemów i układów odniesienia. Charakterystyka zawiera zarówno rys historyczny, jak i zestawienia realizacji Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia oraz Międzynarodowego Ziemskiego Systemu Odniesienia. Table 3.1 i 3.2, zawierające te zestawienia, są wartościowym dla czytelnika kompendium wiedzy na temat dostępnych realizacji tych systemów. Zostały opracowane przez Doktorantkę na bazie obszernej literatury przedmiotu.

Techniki geodezji satelitarnej oraz geodezji kosmicznej zostały scharakteryzowane w rozdziale czwartym. Zwrócono szczególną uwagę na rolę technik w wyznaczaniu zmian prędkości obrotowej Ziemi. Przedstawiono rys historyczny rozwoju omawianych rozwiązań oraz metody pomiaru.

Rozdział piąty zawiera charakterystykę zbiorów danych poddanych analizie w rozprawie doktorskiej. Charakterystyka ta jest jednak powierzchowna i ogranicza się do

podania głównych informacji o zbiorach danych (np. źródło, długość szeregu czasowego). W przypadku kluczowych dla rozprawy doktorskiej danych, takich jak szereg czasowy niepływowych zmian LOD, opis jest zbyt skrótowy. W szczególności brakuje podania znanych z literatury pięciu głównych składowych deterministycznych i informacji, z jakimi procesami geofizycznymi są związane. Zarówno w przypadku opisu szeregu czasowego zmian długości doby, jak i składowej osiowej momentu pędu atmosfery, zabrakło podania powszechnie znanej wiadomości o pochodzeniu ekstremalnie wysokich wartości w odniesieniu do zmienności regularnej, które powodowane są oscylacją ENSO. Charakterystyczne lokalne ekstrema widoczne są też na innych wykresach, np. lokalne minima w szeregu czasowym całkowitej irradiancji słonecznej (rys. 5.6). W pracy brakuje informacji, jakie czynniki odpowiadają za te ekstrema.

W rozdziale szóstym opisane są metody badawcze zastosowane przez Doktorantkę. Pewne wątpliwości budzi definicja szeregu czasowego jako ciągu liczbowego wielkości określających dynamikę zmian zjawiska. Dynamika zmian wiąże się z prędkością tych zmian, a w szeregu czasowym mogą być zestawiane wartości różnych zmiennych, nie tylko opisujących ich dynamikę. W rozdziale szóstym scharakteryzowane jest przekształcenie Fouriera, transformata Hilberta oraz podane są ich własności. Bardzo interesujący jest podrozdział 6.3 poświęcony analizom czasowo-częstotliwościowym. Podane są wzory wykorzystane w badaniach. Autorka wykorzystuje środkowoprzepustowy filtr transformaty Fouriera oraz połączenie tego filtru z transformatą Hilberta. Pozwala to m.in. na wyznaczenie zmiennej w czasie amplitudy oscylacji. W rozprawie doktorskiej stosowane są też analizy widmowe, w szczególności widmo amplitudowe oraz jego wersja czasowo-częstotliwościowa. Ważną rolę w badaniach Pani mgr inż. Justyna Gabryszuk odgrywają współczynniki korelacji pozwalające na wykrycie związków w zależności od czasu i/lub częstotliwości. Są to: czasowo-częstotliwościowy współczynnik korelacji między szeregami czasowymi lub pomiędzy zmianami amplitud tych danych, współczynnik korelacji zależny od częstotliwości pomiędzy szeregami czasowymi lub między zmianami amplitud tych szeregów.

Najważniejszym rozdziałem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest rozdział siódmy. Zawiera prezentację oryginalnych wyników Doktorantki. W pierwszej części przedstawione są na rycinach widma amplitudowe badanych szeregów czasowych. W opisach rycin podane są najsilniejsze oscylacje wraz z ich okresami. Mankamentem pracy jest brak powiązania wielu spośród zidentyfikowanych oscylacji z możliwymi procesami, które mogą je powodować. Na przykład dla niektórych atmosferycznych szeregów czasowych (np. PNA, SOI, AAO, AO, NAO) zauważone są liczne oscylacje o okresach do około 100 dni. Każda z tych oscylacji klimatycznych jest jednak inna, chociażby ze względu na zasięg przestrzenny i zasięg oddziaływania poprzez telekoneksje. Dlatego też interpretacja wykrytych sygnałów w odniesieniu do geograficznych aspektów każdej z oscylacji

byłaby interesująca. Dobrze należy natomiast ocenić wnioskowanie dotyczące widma amplitudowego szeregów czasowych charakteryzujących aktywność słoneczną. Doktorantka zaobserwowała bowiem wspólną, powtarzającą się oscylację o okresie 27 dni i powiązała ją ze średnią rotacją Słońca wokół własnej osi. Ciekawym wynikiem jest też znalezienie 27-dniowej oscylacji w zmianach temperatury powierzchni łądu – zbieżność okresu oscylacji w szeregach czasowych aktywności słonecznej i temperaturze łądu została przez Autorkę uznana za przesłankę o wpływie aktywności słonecznej na temperaturę łądu.

Dalsza część rozdziału siódmego dotyczy badania zależności między analizowanymi szeregami czasowymi lub między zmianami ich amplitud. Wykorzystane zostały wspomniane wyżej specyficzne wersje współczynnika korelacji. W tym miejscu warto zadać dwa pytania. W jakim stopniu stosowane współczynniki korelacji są wrażliwe na to, że poszczególne dane wejściowe w każdej parze zawierają składowe deterministyczne i nie są realizacją próby losowej? Dlaczego nie wykorzystano koherencji falkowej do poszukiwania wspólnych oscylacji w dwóch szeregach czasowych? Autorka słusznie ograniczyła prezentację wyników czasowo-częstotliwościowego współczynnika korelacji do tych par szeregów czasowych, dla których te korelacje były bardzo wysokie lub średnie. Są to związki między niepływowymi danymi LOD a składową osiową momentu pędu atmosfery oraz pomiędzy niepływowymi danymi LOD a całkowitą irradancją słoneczną. Doktorantka zauważyła, że korelacja w obrębie pierwszej z tych par jest zgodna z aktualnym stanem wiedzy na temat pobudzania prędkości obrotowej Ziemi. Zauważyła też obecność rocznej i półrocznej oscylacji w przypadku pierwszej z par. Recenzent uznaje za bardzo interesujące wyniki dotyczące drugiej z opisanych wyżej par. Warto jednak zadać dwa pytania w kontekście uzyskanych wyników. Z jakimi procesami należy wiązać oscylację około 200-dniową we współczynniku korelacji między niepływowymi danymi LOD a całkowitą irradancją słoneczną? Dlaczego w niektórych, kilkuletnich okresach dla oscylacji rocznej i półrocznej korelacja zmienia znak na ujemny, co może sugerować zmianę fazy?

Zastosowanie zależnego od częstotliwości współczynnika korelacji między tymi samymi parami szeregów czasowych doprowadziło do wniosku o bardzo wysokiej zależności między niepływowymi danymi LOD a składową osiową momentu pędu atmosfery, w szczególności dla okresów dłuższych niż 10 dni. Ciekawsza jest jednak relacja uzyskana z zastosowaniem tego drugiego współczynnika korelacji, zachodząca dla pary niepływowe LOD – całkowita irradancja słoneczna. Występuje kilka wyraźnych lokalnych maksimum korelacji dla okresów 40, 110 i 200 dni (te zidentyfikowała Autorka), przy czym zaznaczają się też dla okresów roku i około 640–650 dni. Jak zinterpretować wzrost korelacji dla wykrytych okresów? Analiza współczynników korelacji między zmianami amplitud jest bardzo obszerna – zawiera wiele rycin i zestawień w tekście. Tę część rozprawy doktorantki trudno się jednak czytać z uwagi na małą liczbę uogólnień. Ciekawym wynikiem jest

zauważenie występowania oscylacji o okresie około 470 dni w zmianach amplitud kilku szeregów czasowych: niepływowych zmian długości doby oraz niektórych indeksów atmosferycznych (NAO, AO i PNA). Znalezienie przyczyn współwystępowania tych regularnych oscylacji w zmianach amplitud wymaga jednak dalszych studiów, wykraczających poza analizy statystyczne. Recenzent za ważne uznaje też znalezienie związku o okresie około dwóch lat między zmianami amplitud niepływowych LOD a zmianami amplitud indeksów Niño. Autorka podała prawdopodobną przyczynę – stratosferyczną oscylację QBO (Quasi-Biennial Oscillation), nie opisała jednak mechanizmu tych zależności. Ciekawe jest też występowanie oscylacji o okresach około 270, 300 i 500 dni w zmianach amplitud niepływowych szeregów czasowych LOD oraz średniej temperatury lądu, co może mieć implikację dla poszukiwania klimatologicznych czynników wpływających na prędkość obrotową Ziemi w długim horyzoncie czasowym. Innym ważnym spostrzeżeniem jest wykrycie oscylacji o okresie około 200 dni w zmianach amplitud niepływowych danych LOD i całkowitej irradiancji słonecznej (podobny okres znaleziono w analizach bazujących na czasowo-częstotliwościowym współczynniku korelacji).

Rozdział ósmy to krótkie podsumowanie rozpraw doktorskiej. W nim zawarte są najważniejsze wnioski. Doktorantka wybrała i krótko zinterpretowała najciekawsze zależności. Przed wnioskami brakuje jednak dyskusji wyników badań w świetle literatury przedmiotu.

4 Ocena rozprawy doktorskiej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska jest opracowaniem oryginalnym. Świadczy o tym zarówno wielość i szczegółowość analiz badanych szeregów czasowych, jak i wykorzystanie zaawansowanych metod analizy regularnych składowych występujących w szeregach czasowych. Wielość i szczegółowość analiz jest jednocześnie pewnym mankamentem rozprawy doktorskiej, gdyż Autorka nie przedstawiła zbyt wielu uogólnień czy też interpretacji.

Zdaniem recenzenta głównymi osiągnięciami naukowymi opisanymi w rozprawie doktorskiej są: identyfikacja związków niepływowych zmian długości z irradiancją słoneczną oraz z temperaturą lądu, wraz ze wskazaniem konkretnych okresów, również odpowiadających zmianom amplitud oscylacji. Wyniki badań pozwalają na weryfikację hipotezy badawczej, jednak czytelnik odnosi wrażenie, że sprawdzenie tezy nie jest kluczowym punktem opracowania.

Zdaniem recenzenta rozprawa doktorska prezentuje wyniki nowatorskich badań naukowych, realizowanych w obszarze geodezji i geofizyki. Zasługuje na wysoką ocenę, a wskazane wyżej niedociągnięcia czy kwestie dyskusyjne mogą skłaniać do dalszych studiów nad coraz lepszym zrozumieniem zmian długości doby ziemskiej.

5 Uwagi redakcyjne

- Na str. 16 i 17 jest „Uniwersal Time”, a powinno być „Universal Time”.
- W drugim akapicie podrozdziału 2.4 jest „doby Ziemskiej”, a powinno być „doby ziemskiej”.
- W siódmej linii drugiego akapitu podrozdziału 4.3 jest SBAB, a powinno być SBAS.
- W pierwszej linii czwartego akapitu podrozdziału 4.3 jest kontrolni, a powinno być kontroli.
- W rozdziale 5 adresy stron internetowych, z których pobrano dane, zostały wpisane w tekst (bez daty dostępu). Zdecydowanie lepszym rozwiązaniem byłoby ich zestawienie.
- W pierwszym zdaniu podrozdziału 5.3.1 jest „irradiacja Słoneczna”, a powinno być „irradiacja słoneczna”.
- W pracy doktorskiej popełniono dużo błędów interpunkcyjnych.
- Na rysunku 7.11 brakuje legendy objaśniającej zastosowane kolory.

6 Wniosek końcowy

Pani mgr inż. Justyna Gabryszuk przygotowała rozprawę doktorską, która dowodzi, że Doktorantka potrafi samodzielnie realizować badania naukowe. Zdecydowała się na zbadanie związków między niepływowymi zmianami długości doby ziemskiej a licznymi geofizycznymi czy szerzej środowiskowymi szeregami czasowymi. Poszukiwanie tych zależności przeprowadziła zaawansowanymi metodami analizy szeregów czasowych, głównie ich regularnych składowych. Praca doktorska Pani mgr inż. Justyny Gabryszuk zawiera oryginalne wyniki badań naukowych, które mają nie tylko poznawczy charakter, ale są też wartościowe z aplikacyjnego punktu widzenia. Lepsze zrozumienie niepływowych zmian długości doby i ich powiązań z procesami, na które wpływ mają zmiany klimatu, może pozwolić na poprawienie prognoz zmian prędkości obrotowej Ziemi. Niedociągnięciem pracy jest brak dyskusji wyników w świetle literatury przedmiotu, jednak nie wpływa to pozytywną ocenę obszernego i oryginalnego zbioru wyników uzyskanych przez Doktorantkę.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Gabryszuk pt. „Badanie wpływu zjawisk geofizycznych związanych ze zmianami klimatu na niepływowe zmiany długości doby ziemskiej” odpowiada wymogom określonym w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.

U. 2017 poz. 1789 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny inżynieria lądowa i transport Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o dopuszczenie Pani mgr inż. Justyny Gabryszuk do dalszych etapów postępowania doktorskiego.

Tomasz Niedzielski