

RECENZJA

**Rozprawy doktorskiej Pani mgr Kingi Arey Wiśniewskiej
pt. „Sinice i mikroglony w aerozolach atmosferycznych
w strefie brzegowej Zatoki Gdańskiej”
(ang. “*Cyanobacteria and microalgae in atmospheric aerosols
in the coastal zone of the Gulf of Gdansk*”)**

1. Podstawa prawna recenzji

Recenzja została wykonana w odpowiedzi na pismo prof. dra hab. Wojciecha Tyłmanna, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego nr 0002/1164/2023, z dnia 20. 06. 2023 roku. Przygotowano ją zgodnie z umową zawartą w dniu 04.07 2023 roku na podstawie tekstu w przesłanym egzemplarzu pracy.

2. Ogólna charakterystyka recenzowanej pracy

Rozprawa doktorska mgr Kingi Wiśniewskiej, pt. “*Cyanobacteria and microalgae in atmospheric aerosols in the coastal zone of the Gulf of Gdansk*”, została wykonana pod kierunkiem dr hab. Anity Lewandowskiej, profesor Uniwersytetu Gdańskiego w Katedrze Oceanografii Chemicznej i Geologii Morza przy współpracy z dr hab. Sylwią Śliwińską-Wilczyńską z Katedry Funkcjonowania Ekosystemów Morskich, na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego w ramach Środowiskowego Studium Doktoranckiego Uniwersytetu Gdańskiego. Badania były finansowane z kolejno pozyskiwanych grantów naukowo badawczych, w tym dwóch z NCN-u oraz z grantu NAWA i BW - projekt własny Uniwersytetu Gdańskiego. Pragnę podkreślić, że w dwóch grantach: PRELUDIUM 17 i BW dla młodych naukowców Doktorantka była kierownikiem, a w kolejnych dwóch NAWA i NCN OPUS 14 wykonawcą. Przedstawiona rozprawa doktorska jest zbiorem czterech spójnych tematycznie artykułów naukowych:

- 1. Wiśniewska K., Lewandowska A., Śliwińska-Wilczewska S.** 2019. *The importance of cyanobacteria and microalgae present in aerosols to human health and the environment – Review study.* Environment International, 131, 104964. DOI: 10.1016/j.envint.2019.104964;
- 2. Wiśniewska K., Śliwińska-Wilczewska S., Savoie M., Lewandowska A.** 2022. *Quantitative and qualitative variability of airborne cyanobacteria and microalgae and their toxins in the coastal zone of the Baltic Sea.* Science of The Total Environment, 826, 154152, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.154152.
- 3. Wiśniewska K., Śliwińska-Wilczewska S., Lewandowska A.** 2022. *Airborne microalgal and cyanobacterial diversity and composition during rain events in the southern Baltic Sea region.* Scientific Reports, 12, 2029. DOI: 10.1038/s41598-022-06107-9.

4. Wiśniewska K., Lewandowska A.U., Śliwińska-Wilczewska S., Staniszevska M., Budzałek G. 2023. *The ability of airborne microalgae and cyanobacteria to survive and transfer the carcinogenic benzo(a)pyrene in coastal regions*. *Cells*, 12, 1073. DOI: 10.3390/cells12071073.si 2.

Wymienione wyżej prace opublikowane zostały w cenionych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, ukazały się w okresie 5 lat, trzy ostatnie w latach 2022/2023. Doktorantka jest pierwszą autorką we wszystkich czterech publikacjach. Jej wkład w powstanie kolejnych opracowań wahał się od 50 do 60 %, był duży i równomierny zważywszy na fakt, że obok Niej udział w kontrybucji miały 2 do 4 osób. Biorąc pod uwagę parametry bibliometryczne czasopism, w tym punktację zgodną z wykazem MNIŚW oraz udział Doktorantki w powstaniu kolejnych prac potwierdza, że uzyskała łącznie 358 punktów co stanowi 57% udziału we wszystkich przedstawionych opracowaniach. Wg wykazu bazy Web of Science tylko praca z 2023 roku nie jest cytowana, dla 3 pozostałych odnotowano 78 cytowań, szczególnie dużo (67) ma pierwsza praca z 2019 roku. Index Hirscha mgr Kingi Wiśniewskiej wynosi 9.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska, jest opracowaniem liczącym 107 stron, w skład którego wchodzi: strona tytułowa, spis treści, ciekawie opracowane streszczenie graficzne wraz ze streszczeniem tekstowym polsko i angielskojęzycznym, lista publikacji stanowiących kolejne rozdziały rozprawy oraz dodatkowo lista prac, współautorstwa Doktorantki, opublikowanych w czasopismach indeksowanych. Obydwie listy opatrzone są analizą bibliometryczną. W dalszej części Doktorantka zamieściła uzasadnienie podjęcia badań w ramach doktoratu wraz z określeniem celu i hipotez badawczych. W kolejnym rozdziale, *Materiał i metody badawcze*, Doktorantka omówiła szczegółowo zastosowane techniki i narzędzia badawcze. Zasadniczą część pracy stanowią kolejne wspomniane wyżej 4 publikacje wraz z oświadczeniami Autorki i Współautorów, dotyczące wkładu w powstanie poszczególnych publikacji. Całość jest zwieńczona autorskim podsumowaniem, uzyskanych rezultatów badań w formie 3 podrozdziałów oraz bogatym spisem cytowanej literatury (91 pozycji). Dodatkowym elementem pracy są zestawione na końcu załączniki (5) przedstawiające wieloaspektową analizę udziału różnych taksonów cyjanobakterii i glonów w aerozolah odnotowanych na różnych kontynentach.

3. Szczegółowa charakterystyka poszczególnych części

Z wyżej przedstawionej charakterystyki układu pracy widać wyraźnie, że w strukturze pracy znalazły się wszystkie potrzebne rozdziały, logicznie powiązane ze sobą, stanowiące zwartą całość. Wprowadzenie do tematyki badań stanowi bardzo dobrze przygotowane krótkie streszczenie pisemne wraz z graficznym, co daje wyobrażenie o tematyce przeprowadzonych badań. Ciekawie przedstawia się rozdział 6, (str. 11-12) autorski, uzasadniający podjęcie badań. Doktorantka przedstawia w nim definicję pojęcia bioaerozole, których składniki, czyli cyjanobakterie i glony były obiektami jej badań. Podjęcie badań uzasadnia w oparciu o szczegółowe studia literatury z zakresu (Wiśniewska i inni 2019), zwracając uwagę na wciąż mało poznane zagadnienia koncentracji toksyn cyjanobakterii w aerozolah i oddziaływanie tych mikroorganizmów na człowieka. Zawarła też ciekawe dane o historii badań nad mikroorganizmami aerofitycznymi, między innymi przywołała wyniki badań Karola Darwina, który już ponad 180 lat temu, w 1840 roku, stwierdził występowanie 18 taksonów okrzemek w aerozolah wody morskiej. Niewątpliwie zapoznanie się

Doktorantki z bogatą literaturą światową dotyczącą mikroorganizmów występujących w aerozolach, rozwijanymi trendami badawczymi nad bioaerozolami było impulsem do dalszych działań naukowych, czyli określenia celu i hipotez badawczych, które zamieściła w rozdziale 7 (str. 13). Głównym celem rozprawy doktorskiej było „dostarczenie kompleksowych danych o występowaniu sinic i mikroglonów w aerozolach atmosferycznych w strefie przybrzeżnej Morza Bałtyckiego”. Dla jego realizacji Doktorantka wyznaczyła kolejne cząstkowe cele badawcze takie jak: określenie składu taksonomicznego i liczebność mikroorganizmów w aerozolach i deszczówce, określenie czynników wpływających na ich zmienność występowania w skali dobowej i sezonowej oraz ich potencjalnej roli jako zagrożenia dla zdrowia ludzi. Słusznie, w tej też części, Doktorantka przedstawiła 3 hipotezy badawcze. W pierwszej poprawnie założyła, że sinice i mikroglony są obecne w atmosferze strefy przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej przez cały rok sugerując, że jest to konsekwencją wzrostu temperatury powietrza w ostatnich dekadach. W drugiej hipotezie założyła, że czynnikiem warunkującym występowanie sinic i mikroglonów w atmosferze strefy brzegowej Zatoki Gdańskiej są opady deszczu. Bardzo ciekawą i wynikającą z poprzednich jest hipoteza trzecia, w której Autorka zakłada, że unoszące się w powietrzu cyjanobakterie (sinice) i mikroglony mogą być zagrożeniem dla zdrowia ludzi jako źródło toksyn oraz nośnik benzo(a)pirenu, który jest wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi. Rozdział *Cele i hipotezy badawcze* kończy się zestawem 7 poprawnie sformułowanych zadań (obejmujących prace terenowe, taksonomiczne, laboratoryjne i eksperymentalne) służących osiągnięciu celu i weryfikacji przedstawionych hipotez badawczych. W kolejnym rozdziale *materiał i metody badawcze* Doktorantka omówiła wykorzystane techniki i metody badawcze: do zbioru materiałów aerozolowych, badań taksonomicznych, biochemicznych, fizjologicznych, oraz metody statystyczne i matematyczne.

Wyniki przeprowadzonych badań, szczegółowe ich omówienie i odpowiedzi na postawione hipotezy badawcze Doktorantka zamieściła w kolejnych 4 artykułach opublikowanych w latach 2019-2023 powstałych w wyniku kooperacji zespołu badawczego ze znaczącym udziałem Doktorantki.

W publikacji pierwszej (*The importance of cyanobacteria and microalgae present in aerosols to human health and the environment – Review study*) Doktorantka wykonała analizę stanu wiedzy zawartej w 101 pracach naukowych prowadząc przegląd pod kątem sformułowanych w pracy doktorskiej hipotez i zadań badawczych jak: mechanizmy emisji mikroorganizmów do atmosfery; wpływu czynników meteorologicznych na sinice i mikroglony przenoszone drogą powietrzną; rozkład wielkości cyjanobakterii i mikroglonów spotykanych w powietrzu i przebieg ich cyklu dobowego i sezonowego oraz wahania stężenia; występowanie mikroglonów i sinic na lądzie i ich roli w transporcie substancji szkodliwych; wpływ mikroglonów i sinic przenoszonych drogą powietrzną na zdrowie człowieka. Przygotowany przegląd literatury opiera się na opublikowanych wynikach pomiarów dotyczących bioaerozoli, łącząc osiągnięcia naukowców ostatniego stulecia z najnowszymi doniesieniami i trendami badawczymi. Należy podkreślić, że omówiła też luki w badaniach nad rolą organizmów przenoszonych drogą powietrzną w transporcie szkodliwych substancji chemicznych takich jak WWA i metale ciężkie. Pomysłowo, w tym opracowaniu, zamieściła szereg map wskazując na nich miejsca zrealizowanych badań nad mikroorganizmami w aerozolach przy jednoczesnym określeniu potencjalnego udziału organizmów niebezpiecznych dla zdrowia człowieka. Ta praca jest swoistego rodzaju

kompedium wiedzy o postępach badań nad mikroorganizmami występującymi w bioaerozolach.

W publikacji drugiej (*Quantitative and qualitative variability of airborne cyanobacteria and microalgae and their toxins in the coastal zone of the Baltic Sea.*) przedstawiono wyniki badań z zastosowaniem nowatorskiej metody do pobierania próbek (ciekłego medium) metodą impaktora sześciokaskadowego. Dzięki tej metodzie określono liczbę sinic i mikroglonów, która wahała się od zera do 1685 komórek m^{-3} . Wykazano, że cyjanobakterie i mikroglony mają negatywny wpływ na zdrowie ludzi; prawie 30% potencjalnie szkodliwych sinic i mikroglonów było wystarczająco małych, aby dotrzeć do oskrzeli. Zdołano określić dobową i sezonową zmienność jakościową i ilościową cyjanobakterii i mikroglonów przenoszonych drogą powietrzną zarówno w sezonach wegetacyjnych, jak i niewegetacyjnych w strefie przybrzeżnej. Potwierdziła, że poza wirusami i bakteriami obecne w atmosferze sinice i mikroglony odgrywają też ważną rolę w środowisku, wpływając na budżet promieniowania Ziemi poprzez pochłanianie i rozpraszanie promieniowania słonecznego.

W publikacji trzeciej (*Airborne microalgal and cyanobacterial diversity and composition during rain events in the southern Baltic Sea region*) Doktorantka przedstawia wyniki badań skuteczności wymywania w porze deszczowej cyjanobakterii i mikroglonów przenoszonych drogą powietrzną w Zatoce Gdańskiej (południowy Bałtyk). Po raz pierwszy określono liczbę i rodzaj cyjanobakterii i mikroglonów w próbkach wody deszczowej oraz w powietrzu przed opadami deszczu i po nich. Stwierdziła, że cyjanobakterie i mikroglony przenoszone drogą powietrzną są powszechnie spotykane w atmosferze i mogą stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi. Uzyskane wyniki znacząco podnoszą poziom wiedzy na temat autekologii sinic i mikroglonów obecnych w powietrzu.

W publikacji czwartej (*The ability of airborne microalgae and cyanobacteria to survive and transfer the carcinogenic benzo(a)pyrene in coastal regions*) Doktorantka omówiła rezultaty badań eksperymentalnych dotyczących wzrostu liczby komórek wielu sinic i mikroglonów po dodaniu B(a)P. Dlatego nawet niewielkie zanieczyszczenie powietrza benzo(a)pirenem może sprzyjać ich rozwojowi. Badania doprowadziły do wyselekcjonowania i oceny organizmów najbardziej podatnych na stres komórkowy po ekspozycji na benzo(a)piren. Na ich podstawie dowiedziono, że zielenice mają największy potencjał degradacji WWA, tym samym istnieje możliwość wykorzystania ich w bioremediacji.

W oparciu o uzyskane wyniki badań, zawarte w 4 kolejnych publikacjach stanowiących trzon rozprawy doktorskiej, Autorka przedstawiła obszerne autorskie podsumowanie uzyskanych wyników weryfikując kolejne hipotezy w rozdziale 10 - *Podsumowanie uzyskanych rezultatów badań.*

Badania wykonane w ramach pracy doktorskiej potwierdziły, zgodnie z hipotezą pierwszą, stałą obecność cyjanobakterii i glonów w aerozolach tak Wybrzeża Bałtyku jak i całego świata. Doktorantka na bazie analizy danych literaturowych i badań własnych sporządziła listę taksonów występujących w bioaerozolach, na której znalazło się 49 taksonów cyjanobakterii, 65 zielenic, 31 okrzemek, 2 taxony charophyta, 4 miozoa i 1 takson euglenozoa. Z Polski zestawiła notowania składu bioaerozoli (od 2018 roku) wykazując w nich udział 61 taksonów zarówno cyjanobakterii jak i mikroglonów. Dowiodła też, że ich liczebność jest związana zarówno z temperaturą powietrza, porą roku oraz cyklami dobowymi i miesięcznymi (Wiśniewska i inni 2019, 2022).

Mając na uwadze różne czynniki środowiskowe Doktorantka postawiła drugą hipotezę badawczą związaną z ich wpływem na skład taksonomiczny i liczebność taksonów w

badanych bioaerozolach. Wykazała wraz ze współautorkami, że liczebność i zróżnicowanie taksonomiczne sinic i mikroglonów w aerozolah atmosferycznych w strefie przybrzeżnej Zatoki Gdańskiej przejawia się sezonowymi wahaniami i wpływ na nie mają różne parametry meteorologiczne (Wiśniewska i inni 2022, 2022a). Potwierdziła, że głównymi czynnikami są: opady atmosferyczne, temperatura i wilgotność powietrza, prędkość i kierunek wiatru, poziomy ruch mas powietrza, oraz okres nasłonecznienia (fotoperiod). Doktorantka podkreśla, że procesy emisji sinic i mikroglonów jest najbardziej efektywny w okresie zakwitów cyjanobakterii i mikroglonów, czyli wysokiej produkcji pierwotnej (Wiśniewska 2022, 2023).

Przeprowadzona weryfikacja hipotezy trzeciej, ściśle powiązanej ze zdrowiem człowieka wskazała, że zagrożeniem mogą być sinice i mikroglony zawieszane w powietrzu jako źródło toksyn oraz poprzez przenoszenie benzo(a)pirenu. Ważnym zagadnieniem opisanym w pracy był związek między wielkością bioaerozoli, a ich depozycją w układzie oddechowym człowieka. Weryfikacja tej hipotezy pozwoliła na identyfikację organizmów szkodliwych obecnych w aerozolah, w tym z *Amphora* sp., *Bracteacoccus* sp., *Chlorococcum* sp., *Chlorosarcinopsis* sp., *Oocystis* sp., *Stichococcus* sp., *Nodularia* sp., *Nostoc* sp., *Synechocystis* sp., *Chrysochromulina* sp. i *Gymnodinium* sp.

Ostatni rozdział opracowania stanowią *Wnioski*. Doktorantka na podstawie uzyskanych wyników potwierdziła postawione w rozprawie doktorskiej wszystkie hipotezy badawcze i wyciągnęła cztery wnioski, które pokrywają się z treścią wspomnianych wcześniej hipotez i stanowią pewnego rodzaju podsumowanie całości pracy wraz z sugestią rozwijania dalszych badań związanych z problemami przenoszenia cyjanobakterii i glonów w aerozolah wód słonych i słodkich oraz mikroorganizmami aerofitycznymi.

4. Ogólna ocena pracy

Pomimo, że badania nad mikroorganizmami występującymi w różnego typu aerozolah atmosferycznych trwają ponad 180 lat (Wiśniewska i inni 2019), wciąż jest jeszcze wiele do zrobienia w tej dziedzinie, o czym świadczy powstała wieloprotblemowa praca doktorska Pani Kingi Arey Wiśniewskiej. Po zapoznaniu się z wynikami pracy doktorskiej stwierdzam, że dziedzina badań mikroorganizmów aerofitycznych, występującymi w aerozolah różnego typu będzie się rozwijała w kolejnych dekadach, zważywszy na fakt konieczności poznania gatunków cyjanobakterii i glonów czasowo lub stale żyjących w powietrzu.

Bardzo dużą wartością opiniowanej pracy jest wyczerpująco przygotowana analiza bibliografii o cyjanobakteriach i glonach znajdujących w aerozolah. Szczególnie cenne jest przedstawienie graficznych zasięgów tych badań w skali globalnej i porównanie z osiągnięciami krajowymi. W pracy podjęto się dokładnego rozpoznania i analizy czynników meteorologicznych mających wpływ na rozwój i utrzymywanie się różnych gatunków w aerozolah, umożliwiających ich przenoszenie lub nie. Ta problematyka z pewnością zainicjuje dalszy ciąg badań w kierunku migracji mikroorganizmów, ich zarodników dzięki różnorodnym ruchom mas powietrza, docierającego do nas z różnych kontynentów, a nawet z kosmosu.

W mojej ocenie Praca doktorska Pani Kingi Arey Wiśniewskiej jest dużym osiągnięciem zarówno w skali krajowej jak i międzynarodowej, bowiem wnosi nowe dane na temat składu gatunkowego cyjanobakterii i mikroglonów (29 taksonów) żyjących w aerozolah Wybrzeża Bałtyku Południowego wraz z założoną i utrzymywaną kolekcją

czystych kultur mikroorganizmów pozyskanych ze wspomnianych aerozoli, co umożliwia prowadzenie ciągłych badań nad autekologią wybranych gatunków.

Warty podkreślenia jest fakt przeprowadzenia kompleksowej analizy gatunków sinic i mikroglonów potencjalnie niebezpiecznych dla zdrowia ludzi, bowiem mogą być deponowane w najgłębszych odcinkach układu oddechowego człowieka. Tu po raz pierwszy zastosowano nowatorską metodę impaktora sześciokaskadowego do pobierania próbek (ciekłego medium). Dzięki tej metodzie określono liczbę sinic i mikroglonów, która wahała się od 0 do 1685 komórek w m³. Wykazano, że prawie 30% potencjalnie szkodliwych sinic i mikroglonów było wystarczająco małych, aby dotrzeć do oskrzeli.

Wielką zaletą rozprawy jest fakt, że Doktorantka nie kończy prowadzonych badań, lecz nakreśla przyszłe plany badawcze, zwracając uwagę na konieczność dokładniejszego zbadania, jak daleko bioaerozole wraz z mikroorganizmami są transportowane w głąb lądu; uważa, że wskazane byłoby zbadanie, czy obecne w powietrzu atmosferycznym mikroglony i sinice występują również w środowisku domowym; podkreśla konieczność zbadania procesów chemicznych i fizycznych zachodzących podczas ich podróży oraz fragmentacji lub lizy komórek, mechanizmów absorpcji lub adsorpcji związków chemicznych podczas emisji sinic i mikroglonów z powierzchni morza do powietrza.

Praca napisana jest poprawnym językiem naukowym w sposób przejrzysty i staranny. Część graficzna rozprawy jest dobrze opracowana, przedstawiona i opisana zarówno w tekście maszynopisu jak i pracach będących częściami składowymi całości.

W świetle przeprowadzonej analizy pracy doktorskiej, danych dotyczących rozwoju naukowego Doktorantki, bardzo wysoko oceniam jej udział w 4 projektach badawczych, w tym dwóch indywidualnych, które umożliwiły nie tylko sfinansowanie badań, ale także udział w pracach badawczych i nabycie umiejętności współpracy zespołowej w grupie doświadczonych badaczy. Rezultaty tego, są uwidocznione w wieloautorskich publikacjach naukowych, 4 przedstawionych w ramach doktoratu mgr Kingi Arety Wiśniewskiej, oraz 19 pozostałych. Pragnę podkreślić, że robi duże wrażenie liczba publikacji o wysokim IF i o zasięgu międzynarodowym, opublikowana po zaledwie 5 latach od ukończenia studiów magisterskich na Uniwersytecie Gdańskim.

4.1. Uwagi krytyczne

Nie zauważyłem istotnych uchybień, błędów w pracy doktorskiej Pani mgr Kingi Arety Wiśniewskiej, moje uwagi są natury technicznej, nie mają wpływu na wartość merytoryczną pracy:

- w pracy zamieszczone kopie fotografii niektórych mikroorganizmów, są one bardzo złej jakości i nie odzwierciedlają rzeczywistego obrazu odnotowanych taksonów, dotyczy to przede wszystkim: Fig. 1. Publ. I; Fig. 3, Publ. III; Fig. S1, App. II; Fig. S1 str. 103., (bardzo pomocny okazał się dostęp do prac w wydaniu elektronicznym);
- mylne ustawienie kolejności stron 20/19 i 75/76;
- szkoda że w badaniach Doktorantka nie uwzględniła wpływu falowania wody i wysokości fal na unoszenie się mikroorganizmów i potencjalnych składników bioaerozoli.

5. Wniosek końcowy

Przygotowana przez Panią mgr Kingę Aretę Wiśniewską rozprawa doktorska, pod opieką dr hab. Anity Lewandowskiej prof. UG oraz dr hab. Sylwii Śliwińskiej-Wilczewskiej, świadczy o posiadaniu przez Doktorantkę wystarczającej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie nauki o Ziemi i Środowisku. Nie mam wątpliwości, że zaplanowane i wykonane kompleksowe badania oraz interpretacja uzyskanych wyników dowodzi, że Pani Kinga Areta Wiśniewska jest bardzo dobrze przygotowana do samodzielnego prowadzenia badań naukowych, do organizowania i pracy w zespole oraz zarządzania nim. W mojej ocenie praca jest oryginalnym, wieloaspektowym opracowaniem badawczym dostarczającym wiele nowych danych o obecności w powietrzu różnych taksonów glonów i sinic oraz przemieszczaniu się ich w kierunku lądu od wybrzeży Bałtyku Południowego. Praca ma też dużą wartość aplikacyjną, bowiem wskazuje metody szybkiego wykrywania w aerozolu gatunków toksycznych, sinic i glonów.

Praca doktorska Pani Kingi Arety Wiśniewskiej spełnia wymagania stawiane pracy doktorskiej zgodnie z zapisami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668, z późn. zm.). Wniosuję zatem do Rady Dyscypliny Nauk o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie Pani mgr Kingi Arety Wiśniewskiej do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze do uzyskania stopnia doktora.

Jednocześnie ze względu na nowatorski charakter badań oraz wysoki walor poznawczy prac wchodzących w skład doktoratu wniosuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.



Prof. dr hab. Konrad Wołowski