

Załącznik nr 1 – UZASADNIENIE

Wymogi, które muszą być spełnione przez osobę starającą się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego określa Art. 219 USTAWY z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024r. poz. 1571.) zwana dalej Ustawą:

Art. 219.

1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:
 - 1) Posiada stopień doktora;
 - 2) Posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 1 monografię naukową, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
 - 3) Wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.
2. Osiągnięcie, o którym mowa z ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

Ad 1.1 – (Art. 219 ust. 1 pkt 1 Ustawy) Stopień doktora

Stopień Doktora w dziedzinie Fizyki (PhD in Physics) został nadany Habilitantowi w Centre for Doctoral Training in Controlled Quantum Dynamics, Imperial College London, w styczniu 2018r.

Ad 1.2b – (Art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy) Ocena osiągnięć naukowych

Jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne dr John Selby przedstawił cykl 13 publikacji współautorskich pod zbiorczym tytułem „Spostrzeżenia na temat podstaw fizyki i przetwarzania informacji wynikające z paradygmatu

uogólnionych teorii probabilistycznych”, które ukazały się w latach 2018-2014, po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia doktora nauk fizycznych. W pięciu z nich dr John Selby jest pierwszym autorem, a w jedenastu – autorem korespondencyjnym. Wyodrębnienie indywidualnego, merytorycznego wkładu Habilitanta w powstanie tych prac w celu dokonania oceny jego osiągnięć stanowiących wkład w rozwój określonej dyscypliny możliwe jest na podstawie oświadczeń Habilitanta i pozostałych współautorów. Oświadczenia zawierają szczegółowy opis merytorycznego wkładu poszczególnych autorów i wskazują na dominujący wkład Habilitanta w te publikacje.

Wszyscy recenzenci dokonali szczegółowej merytorycznej oceny osiągnięć naukowych Habilitanta z punktu widzenia wymagań określonych w art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy. Wszystkie recenzje są obiektywne i rzetelne i zawierają jednoznaczną pozytywną konkluzję wraz z uzasadnieniem.

Dokonując oceny osiągnięcia naukowego Habilitanta, **prof. Czachor** pisze:

„Autor wyodrębnił w swym autoreferacie cztery klasy analizowanych zagadnień: przetwarzanie informacji, kontekstowość, zasoby kwantowe i związki uogólnionych teorii probabilistycznych z grawitacją. Część analiz dotyczy zagadnień związanych z kryptografią i problemem bezpieczeństwa, widzianym z perspektywy możliwych hipotetycznych teorii uogólnionych (skorelowane procesy losowe, niepodrabialne kwantowe pieniądze). Analizowane są korzyści obliczeniowe ukryte w uogólnionej kontekstowości i możliwości jej testowania, a także potencjalne nowe testy nieklasyczności układów kodujących informację. Zasoby kwantowe analizowane są pod kątem sterowania i własności tzw. kanałów niesygnalizacyjnych. Zagadnienia dotyczące grawitacji dotyczą zarówno grawitacji jako teorii posiadającej bliżej niesprecyzowany status formalny (jako elementu uogólnionej teorii probabilistycznej), jak i ewentualnych ograniczeń na strukturę formalną hipotetycznej grawitacji kwantowej. Są to wszystko zagadnienia ważne i budzące powszechne zainteresowanie środowiska badającego struktury kwantowe i ich uogólnienia.”

Dokonując oceny osiągnięcia naukowego Habilitanta, **prof. Kurzyński** pisze:

„Przedstawiony cykl składa się z trzynastu wieloautorskich prac oznaczonych [A-M], które ukazały się w znakomitych międzynarodowych czasopismach naukowych. We wszystkich pracach dr Selby odegrał istotną, bądź wiodącą rolę, co potwierdzają oświadczenia współautorów. Uważam, że przedstawiony cykl może śmiało stanowić podstawę nadania stopnia doktora habilitowanego.”

„Uważam, że główną wartością prac [A, B, C] nie są same wyniki dotyczące protokołów przetwarzania informacji, lecz demonstracja, że metody optymalizacji stożkowej oraz programowanie pótnieskończone mogą być skutecznymi narzędziami w analizie uogólnionych teorii probabilistycznych. Może to mieć istotne znaczenie dla dalszych badań w tej dziedzinie.”

„Praca [G] wprowadza geometryczne kryterium istnienia uogólnionego niekontekstualnego modelu ontologicznego — zanurzenie w sympleksie. (...) Wynik ten prowadzi do nowych metod wykrywania silnej nieklasyczności. Wyniki tej pracy zostały rozszerzone w pracy [I], a na ich podstawie zaproponowano liniowy program do testowania nieklasyczności — praca [M]. Program jest dostępny w repozytorium GitHub. Uważam, że ze względu na jego dostępność i

względnej prostotę, wspomniany program z pewnością zostanie wykorzystany przez innych naukowców w badaniach nad nieklasycznością układów kwantowych oraz uogólnionych teorii prawdopodobieństwa.”

„W pracy [H] wykazano, że dla uogólnionej kontekstualności niekompatybilność pomiarów nie jest konieczna, co jeszcze bardziej uwydatnia różnice między tym podejściem a klasyczną wersją kontekstualności sformułowaną przez Kochena i Speckera. Autorzy proponują metodę umożliwiającą zastąpienie dowolnego zbioru niekompatybilnych pomiarów pojedynczym, nieostrym pomiarem, który nadal spełnia ograniczenia narzucone przez niekontekstualny model. Ponadto przedstawiają przykład takiej kontekstualności dla pojedynczego kubitu. Wynik ten ma istotne znaczenie z fundamentalnego punktu widzenia, ponieważ otwiera nowe perspektywy w badaniach nad kontekstualnością.”

„Praca [L] dotyczy związku między uogólnioną niekontekstualnością a podteorią stabilizatorów, która opisuje specjalną klasę stanów kwantowych, operacji i pomiarów. Podteoria ta charakteryzuje się efektywnym opisem klasycznym (zgodnie z twierdzeniem Gottesmana-Knilla) i odgrywa kluczową rolę w protokołach korekcji błędów. Autorzy wykazują, że w przestrzeniach Hilberta o nieparzystym wymiarze jedynymi nieujemnymi rozkładami kwaziprawdopodobieństwa opisującymi podteorię stabilizatorów są dyskretne funkcje Wignera wyprowadzone przez Grossa. Wynik ten łączy podteorię stabilizatorów z niekontekstualnym modelem Spekkensa. Co więcej, w przestrzeniach Hilberta o parzystym wymiarze uogólniona kontekstualność jest nieunikniona. Wyniki tej pracy mają istotne znaczenie dla obliczeń kwantowych, ponieważ wskazują, które elementy obliczeń mogą wykazywać właściwości nieklasyczne.”

„Ostatnia praca z cyklu, oznaczona jako [F], odbiega od głównej tematyki. Niemniej jednak porusza niezwykle interesujące zagadnienie: czy wykrycie splątania pomiędzy dwoma masywnymi obiektami kwantowymi, powstałego na skutek oddziaływań grawitacyjnych, oznacza, że grawitacja ma naturę kwantową? Jest to kluczowe pytanie, ponieważ od dawna naukowcy starają się sformułować kwantową teorię grawitacji. W pracy udowodniono twierdzenie, które daje twierzącą odpowiedź na to pytanie. Co więcej, autorzy wykorzystują uogólnione teorie probabilistyczne, pokazując, że stanowią one naturalne narzędzie do badania nieklasycznych aspektów grawitacji.”

Dokonując oceny osiągnięcia naukowego Habilitanta, **prof. Puchała** pisze:

„Wyniki badań habilitanta mają istotne znaczenie dla fizyki teoretycznej i informatyki kwantowej. Przede wszystkim, jego prace pozwalają lepiej zrozumieć podstawy mechaniki kwantowej, szczególnie w kontekście jej zgodności i różnic względem innych potencjalnych teorii probabilistycznych. Jest to kluczowe nie tylko dla fundamentalnej fizyki, ale także dla zastosowań praktycznych, takich jak kryptografia kwantowa i obliczenia kwantowe.

Jednym z istotnych osiągnięć jest wykazanie, że pewne struktury matematyczne pozwalają na jednolite ujęcie problemów optymalizacyjnych w teorii klasycznej, kwantowej i w ramach uogólnionych teorii probabilistycznych. Może to prowadzić do nowych metod analizy i optymalizacji systemów kwantowych, co jest istotne zarówno dla rozwoju teoretycznego, jak i dla technologii związanych z komputerami kwantowymi.

Habilitant przyczynił się również do lepszego zrozumienia fundamentalnych właściwości nieklasycznych systemów kwantowych. Jego badania nad kontekstualnością i uogólnionymi modelami probabilistycznymi rzucają nowe światło na fundamentalne pytania dotyczące natury rzeczywistości fizycznej. Wyniki tych badań mogą mieć zastosowanie w nowych paradygmatach obliczeniowych i komunikacyjnych, w tym w opracowywaniu odpornej na błędy kwantowej teorii informacji.

Dzięki swojemu interdyscyplinarnemu podejściu, habilitant wnosi znaczący wkład do rozwijania narzędzi matematycznych i koncepcyjnych, które mogą znaleźć zastosowanie w dalszych badaniach nad kwantową teorią informacji i jej przyszłymi implikacjami dla nauki i technologii. Jego prace stanowią istotny wkład w rozwiązywanie otwartych problemów dotyczących ograniczeń i możliwości oferowanych przez mechanikę kwantową oraz jej relacji do innych formuł probabilistycznych.”

Dokonując oceny osiągnięcia naukowego Habilitanta, **prof. Życzkowski** pisze:

„Rozprawa dotyczy matematycznych podstaw teorii kwantowej. Autor wnosi kilka istotnych i trafnych wkładów do tzw. uogólnionych teorii probabilistycznych, które obejmują jako szczególny przypadek standardową teorię kwantową.

Dr Selby zaproponował oryginalne formalne podejście do uogólnionej kontekstualności oraz wprowadził modele ontologiczne dla uogólnionych teorii probabilistycznych. Kandydat opracował nowe testy dla uogólnionej kontekstualności i wykazał, że uogólniona kontekstualność powinna być uznana za kluczowy zasób, niezbędny do osiągnięcia przewagi kwantowej. Uzyskał również ważne wyniki dotyczące sterowania kwantowego (quantum steering) oraz teorii zasobów spójności kwantowej względem zadanej bazy. Inne osiągnięcia obejmują nowe schematy obserwacji nieklasyczności w układach fizycznych.

Na koniec warto podkreślić, że część prac składających się na habilitację dotyczy problemu pozornej niezgodności teorii grawitacji i teorii kwantowej. Dr Selby zaproponował model służący analizie efektów splątania kwantowego w układzie dwóch mas oddziałujących poprzez pole grawitacyjne. Kluczowy wniosek jest taki, że możliwa obserwacja efektów splątania kwantowego może być uznana jedynie za dowód, iż pole oddziaływania nie ma charakteru klasycznego.”

Ad 1.3 – (Art. 219 ust. 1 pkt 1 Ustawy) Ocena aktywności naukowej

Oceniając aktywność naukową, **prof. Czachor** pisze:

„Dr Selby jest współautorem 23 artykułów opublikowanych w bardzo dobrych czasopismach naukowych („dobrych”, czyli wysoko cenionych przez Ministerstwo, 200-punktowych, takich jak Physical Review Letters czy npj Quantum Information, lub cenionych nisko w rankingach ministerialnych, lecz posiadających długą tradycję publikowania fundamentalnych prac z podstaw fizyki kwantowej, takich jak Foundations of Physics, czy wreszcie czasopism nowych, lecz o bardzo dużym zasięgu, takich jak Quantum czy Entropy), 9 nieopublikowanych preprintów

w arXiv.org (z czego 8 nie uwzględniono w autoreferacie, gdyż pojawiły się latach 2024-2025, zapewne już po przygotowaniu wniosku), a także jednego artykułu opublikowanego w bardzo dobrych materiałach konferencyjnych. Żadna publikacja nie jest jednoautorska, co jest dość charakterystyczne dla osób współpracujących równocześnie z kilkoma zespołami badawczymi. Niemniej, zarówno po lekturze oświadczeń współautorów, jak i po analizie 13 prac wchodzących w skład przedstawionego cyklu publikacji, nie ulega dla mnie wątpliwości, iż dr Selby jest całkowicie samodzielnym fizykiem teoretykiem, posiadającym bardzo duże kompetencje w dziedzinie kwantowej teorii informacji - a przedstawiony cykl prac jest w dużym stopniu jego własnym dziełem. Zresztą, bardzo wysoka ranga czasopism, w których publikacje się ukazywały, całkowicie kompensuje ich wieloautorskość. W dniu składania rozprawy dane bibliograficzne dra Selby wyglądały następująco: wg Google Scholar, 31 recenzowanych prac, całkowita liczba cytowań 985, H-indeks 18; wg Web of Science, 21 recenzowanych prac, całkowita liczba cytowań 372 (bez autocytowań 281), H-indeks 14. Inną miarą rozpoznawalności dra Selby w środowisku naukowym są omówienia jego prac, pojawiające się w obiegu popularnonaukowym - przykładowo, dwa artykuły opublikowane przez redakcję New Scientist, czy artykuł w Physics Magazine, wydawanym przez American Physical Society.”

Oceniając aktywność naukową, **prof. Kurzyński** pisze:

„Dotychczasowa działalność naukowa dr. Selby’ego koncentrowała się wokół trzech międzynarodowych ośrodków badawczych. Obecnie kieruje zespołem badawczym w Międzynarodowym Centrum Teorii Technologii Kwantowych na Uniwersytecie Gdańskim. Wcześniej zdobywał doświadczenie w Perimeter Institute oraz na Uniwersytecie Waterloo w Kanadzie, gdzie uzyskał tytuł magistra fizyki teoretycznej i odbył staż podoktorski, a także w Imperial College London w Wielkiej Brytanii, gdzie ukończył studia magisterskie z fizyki i kontrolowanej dynamiki kwantowej oraz obronił doktorat z fizyki.

Dr Selby jest współautorem 44 prac naukowych dostępnych w serwisie arXiv, z czego ponad 30 zostało opublikowanych w renomowanych czasopismach, w tym pięć w prestiżowym Physical Review Letters, jedna w PRX Quantum oraz jedna w npj Quantum Information. Jego badania koncentrują się głównie na podstawach teorii kwantów.

O wysokiej randze jego działalności naukowej świadczy fakt, że pełnił rolę głównego badacza w sześciu projektach grantowych, koordynował jeden z węzłów w europejskim projekcie badawczym oraz uczestniczył jako wykonawca w kilku innych inicjatywach naukowych. Regularnie prezentuje swoje wyniki na międzynarodowych konferencjach oraz był wielokrotnie zapraszany do renomowanych ośrodków badawczych na wykłady i seminaria. Wykazuje się również znaczną aktywnością organizacyjną, angażując się w organizację konferencji, szkół i seminariów naukowych.

Wszystkie te osiągnięcia jednoznacznie wskazują, że dr Selby jest wybitnym młodym naukowcem, który w pełni zastępuje na nadanie stopnia doktora habilitowanego.”

Oceniając aktywność naukową, **prof. Puchała** pisze:

„Wszystkie artykuły przedstawione jako osiągnięcie naukowe opublikowane są w bardzo dobrych (w zakresie swojej specjalizacji) czasopismach.

Habilitant przed doktoratem opublikował 10 artykułów w recenzowanych czasopismach naukowych oraz 1 artykuł opublikowany w recenzowanych materiałach konferencyjnych. Po doktoracie 7, nie licząc 13 przedstawionych jako osiągnięcie naukowe.

Habilitant odegrał kluczową rolę w powstaniu publikacji składających się na osiągnięcie naukowe dotyczących uogólnionych teorii probabilistycznych oraz ich zastosowań w badaniach nad nieklasyczością, kontekstualnością i teorią zasobów. Jego wkład obejmował zarówno inicjowanie projektów, opracowywanie kluczowych idei i formalizmu matematycznego, jak i prowadzenie dowodów głównych wyników. Był także zaangażowany w proces przygotowywania manuskryptów, ich przesyłania do recenzji oraz odpowiadania na uwagi recenzentów. Jego specjalistyczna wiedza w zakresie formalizmu diagramowego i programowania matematycznego była nieoceniona przy opracowywaniu nowych metod analizy teoretycznej. W kilku projektach pełnił rolę lidera, kierując pracami zespołu badawczego oraz wyznaczając główne kierunki badań. Fakty te są potwierdzone odpowiednimi oświadczeniami współautorów.”

Oceniając aktywność naukową, **prof. Życzkowski** pisze:

„Oprócz dwunastu publikacji składających się na rozprawę habilitacyjną, dorobek naukowy dr. Selby’ego obejmuje również kilka innych wartościowych prac. Do osiągnięć naukowych kandydata należy także siedem artykułów napisanych po uzyskaniu stopnia doktora, które nie wchodzi w skład habilitacji. Zgodnie z bazą danych Web of Knowledge wszystkie 45 jego publikacji były cytowane łącznie ponad 1100 razy, przy czym najbardziej znany artykuł dotyczy rekonstrukcji teorii kwantowej na podstawie diagramatycznych założeń. Ta pojedyncza praca, opublikowana wspólnie ze Scandalo i Coecke w 2021 roku w czasopiśmie *Quantum*, została zacytowana ponad 80 razy. Biorąc pod uwagę, że publikacje z zakresu fizyki matematycznej są zazwyczaj cytowane rzadziej niż prace z innych działów fizyki, ten dorobek publikacyjny i cytacyjny należy uznać za znaczący.

Po obronie pracy doktorskiej dr Selby zdobył znaczne doświadczenie międzynarodowe, odbywając dłuższe wizyty badawcze w Argentynie, Japonii i Kanadzie. Współorganizował warsztaty poświęcone podstawom teorii kwantowej w Perimeter Institute w Waterloo (Ontario, Kanada) oraz konferencję dotyczącą logiki kwantowej, która odbyła się w Gdańsku w 2021 roku. Ponadto uczestniczył w wielu konferencjach międzynarodowych i prezentował swoje wyniki m.in. w Brazylii, Argentynie, Kanadzie, Stanach Zjednoczonych, Austrii, Francji, Portugalii oraz Wielkiej Brytanii. Recenzował liczne artykuły dla prestiżowych czasopism naukowych. Posiada bogate doświadczenie w realizacji projektów badawczych. John Selby uczestniczył w europejskim projekcie Horizon, a jako kierownik naukowy prowadził projekt Opus finansowany przez Narodowe Centrum Nauki (NCN). Ponadto kieruje międzynarodowym projektem QuantEra II dotyczącym optymalizacji zasobów dla obliczeń kwantowych, realizowanym w latach 2024–2027. Dr Selby prowadził również wykłady z podstaw teorii kwantowej w Perimeter Institute oraz na Uniwersytecie Gdańskim, a więc posiada doświadczenie dydaktyczne i w opiece nad doktorantami.”

Konkluzje recenzji

Podsumowując ocenę osiągnięć naukowych i aktywności naukowej, **prof. Czachor** stwierdza:

„Podsumowując, dr John H. Selby jest doświadczonym i samodzielnym fizykiem, rozpoznawalnym w światowym środowisku naukowym i posiadającym znaczący dorobek naukowy, a zatem spełniającym wszystkie ustawowe wymogi dotyczące stopnia doktora habilitowanego.”

Podsumowując ocenę osiągnięć naukowych i aktywności naukowej, **prof. Kurzyński** stwierdza:

„Przedstawione osiągnięcia naukowe spełniają wszystkie formalne i zwyczajowe wymogi stawiane w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, zatem wnioskuję o dopuszczenie dra Selbyego do dalszego etapu postępowania.”

Podsumowując ocenę osiągnięć naukowych i aktywności naukowej, **prof. Puchała** stwierdza:

„Uważam, że całokształt aktywności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej dr. Johna H. Selby’ego jest pozytywny i uważam, że spełnia ze znacznym nadmiarem wymagania stawiane przez stosowną ustawę. Na podstawie przedstawionej analizy popieram wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych dr. Johnowi H. Selby’emu.”

Podsumowując ocenę osiągnięć naukowych i aktywności naukowej, **prof. Życzkowski** stwierdza:

„Moim zdaniem cykl artykułów składających się na rozprawę habilitacyjną stanowi istotne osiągnięcie oraz znaczący wkład w podstawy teorii kwantowej. Uważam zatem, że rozprawa oraz cały dorobek publikacyjny dr. Johna Selby’ego spełniają wszystkie warunki wymagane do nadania stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z art. 221 ust. 8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Z przyjemnością rekomenduję zatem przejście do dalszych etapów procedury nadania dr. Johnowi Selby’emu tytułu doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych.”

Posiedzenie Komisji Habilitacyjnej

Na posiedzeniu Komisji habilitacyjnej dnia 6 maja 2025r. również **pozostali członkowie Komisji: prof. Marek Kuś** – przewodniczący, **prof. Marcin Wieśniak** – członek, **dr hab. Waldemar Kłobus** – sekretarz, przedstawili swoje opinie pozytywnie oceniając osiągnięcia naukowe Habilitanta oraz stwierdzili, że jego wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego spełnia wszystkie wymogi Ustawy, Art. 219 i poparli wniosek dra Johna Selby w sprawie nadania mu stopnia doktora habilitowanego.

W głosowaniu jawnym Komisja głosami: 7 – TAK, 0 – NIE i 0 – Wstrzymujących wyraziła pozytywną opinię w sprawie nadania dr. Johnowi Selby stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne, uznając spełnienie przesłanek warunkujących nadanie stopnia doktora habilitowanego, o których mowa w Art. 219 ust 1 pkt 1-3 Ustawy.

Przewodniczący Komisji Habilitacyjnej

Prof. dr hab. Marek Kuś