Joanna Kiryluk, Ph.D.
Associate Professor of Physics
Department of Physics and Astronomy
Stony Brook University
Stony Brook, NY 11794-3800
USA
Tel: +1 (631) 632-7734
E-mail: Joanna.Kiryluk@stonybrook.edu

Do: Przewodniczacy Rady Naukowej
Dyscypliny Nauki Fizyczne na Uniwersytecie Warszawskim

11 sierpnia 2026

Recenzja
w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne **dr Magdaleny Posiadały-Zezuli**.

Na podstawie wskazanych recenzentom wymagań dotyczących habilitacji z art. 219 ustawy 1 pkt 2 z dnia 20 lipca 2018 r. o Prawie o szkolnictwie wyższym i nauce, po zapoznaniu się z przedłożoną monografią "The Super-Kamiokande detector and its contribution to neutrino oscillation searches in the GeV energy range", wydaną w 2026 roku przez wydawnictwo Warsaw University Press, oraz dokumentacją dotyczącą innych osiągnięć naukowych potwierdzających znaczący wkład dr Magdaleny Posiadały-Zezuli w rozwój doświadczalnej fizyki neutrin wyrażam **pozytywną** opinię o wniosku o nadanie Jej stopnia doktora habilitowanego. Wnioskuję również o wyróżnienie osiągnięcia będącego podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego, co postaram się uzasadnić w poniższej recenzji.

Dr Magdalena Posiadała-Zezula uzyskała stopień doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w 2012 roku za pracę "Measurements of Hadronic Cross Section for Precise Determination of Neutrino Beam Properties in the T2K Oscillation Experiment". Od 2006 roku jej dorobek badawczy i osiągnięcia naukowe związane są z tematyką oscylacji neutrin w dziedzinie cząstek elementarnych i fizyki wysokich energii na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Oscylacje neutrin, dostarczające bezpośrednich dowodów na niezerową masę neutrin oraz wynikające z tego faktu kwantowe mieszanie ich zapachów, należą do kluczowych obszarów współczesnej fizyki cząstek elementarnych. W ciągu ostatnich dekad formalizm oscylacji 3 zapachów neutrin został solidnie ugruntowany. Parametry macierzy PMNS $\theta_{12}, \theta_{13}, \Delta m^2_{21}, |\Delta m^2_{31,32}|$ zostały zmierzone z kilkuprocentową dokładnością, natomiast zwiększenie precyzji pomiaru kąta oscylacji θ_{23}, pomiar znaku $\Delta m^2_{31,32}$ (z ang. "mass ordering", Normal/Inverse Ordering) i fazy lamania symetrii CP δ_{CP} (z ang. "charge-parity") są obecnie celem intensywnych badań w dziedzinie fizyki oscylacji neutrin na świecie. Za odkrycie zjawiska oscylacji neutrin w 2015 roku została przyznana Nagroda Nobla

dwóm fizykom (T. Kajita oraz A.B. McDonald) z eksperymentow Super-Kamiokande (Super-K) w Japonii i Sudbury Neutrino Observatory (SNO) w Kanadzie. Odkrycie to jest niezaprzeczalnie jednym z dowodów na istnienie fizyki poza Modelem Standardowym, w którym neutrina są pozbawione masy. W 2016 roku osiągnięcia 5 eksperymentów z dziedziny fizyki oscylacji neutrin: Daya Bay, KamLAND, SNO, Super-K i K2K/T2K (do którego należy dr Posiadała-Zezula), zostały wyróżnione przez środowisko międzynarodowe nagrodą "2016 Breakthrough Prize in Fundamental Physics". Indywidualnie, dr Magdalena Posiadała-Zezula jest laureatką dwóch nagród, przyznanych przez Rektora Uniwersytetu Warszawskiego, za osiągnięcia naukowe (2017) oraz za działalność naukową i dydaktyczną (2021). Od 2012 roku swoją działalność naukową dr Posiadała-Zezula prowadziła w następujących międzynarodowych wielkoskalowych programach doświadczalnych: the SPS Heavy Ion and Neutrino Experiment (NA61/SHINE) w ośrodku CERN w Szwajcarii oraz Super-Kamiokande (Super-K), Tokai-to-Kamioka (T2K) i przyszłym Hyper-Kamiokande (Hyper-K) w Japonii. Jej istotny wkład i działalność w wyżej wymienionych eksperymentach koncentrowały się wokół pomiaru różniczkowych przekrojów czynnych na produkcję naładowanych pionów w oddziaływaniach p+C w NA61/SHINE, kalibracji fotopowielaczy PMT detektora Super-K, analizy danych oscylacji neutrin atmosferycznych w Super-K i T2K oraz przygotowaniach do udziału w planowanym eksperymencie Hyper-K. Uzyskane wyniki są przedmiotem publikacji naukowych z tych eksperymentów w takich renomowanych czasopismach jak np. Physical Review Letters, a także prezentacji w imieniu tych współprac na głównych międzynarodowych konferencjach i warsztatach z dziedziny fizyki neutrin (np. Neutrino 2024) oraz przedłożonej monografii autorstwa Kandydatki.

Ocena działalności i osiągnięć naukowych

Dr Magdalena Posiadała-Zezula jest współautorką 139 publikacji międzynarodowych współprac T2K, Super-K oraz NA61/SHINE w czasopismach naukowych, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora w 2012 roku (wg bazy Web of Science, stan na 21.04.2026), z czego liczba cytowań każdej z 20 publikacji przekracza 50 (wg bazy Web of Science, stan na 13.04.2026). Jej indeks Hirscha wynosi 42 a łączna liczba cytowań, których jest współautorką, przekracza 9 000 z wyłączeniem autocytowań (wg bazy HEP INSPIRE, stan na 13.04.2026). Przykładowo analiza oscylacji neutrin w Super-K i T2K, będąca częścią monografii habilitacyjnej i opublikowana w Phys. Rev. Lett. w 2025 roku, w ciągu roku od publikacji osiągnęła już ponad 50 cytowań (wg HEP INSPIRE, stan na 10.08.2026). Taka pozycja bibliometryczna znacząco wyróżnia Kandydatkę na tle typowych osiągnięć na tym etapie kariery naukowej w dziedzinie fizyki doświadczalnej wysokich energii. W latach 2018-2024 dr Magdalena Posiadała-Zezula pełniła szczególnie wymagającą funkcję Publication Board deputy chair w T2K, będąc odpowiedzialną za wszystkie publikacje tej współpracy przez okres 6 lat. W ciągu tego okresu współpraca T2K opublikowała między innymi artykuł w renomowanym czasopiśmie Nature (2020) dotyczący wyników limitu na fazę łamania symetrii CP w oscylacji neutrin, którego przygotowanie do publikacji nadzorowała, pełniąc funkcję Publication Board deputy chair. Od publikacji artykuł ten uzyskał wg bazy HEP INSPIRE ponad 700 cytowań (wg HEP INSPIRE, stan na 10.08.2026). Prestiż publikacji w czasopismach takich jak wspomniane Nature czy Phys. Rev. Lett. jest bezsprzecznie szczególnym osiągnięciem i ogromnie wpływa na wkład Kandydatki w rozwój dyscypliny naukowej.

Szczególnym osiągnięciem dr Posiadały-Zezuli jest plenarna mowa w imieniu Super-K na "XXXI International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics", Neutrino 2024 we

Włoszech. Z doświadczenia wiem, że wygłaszanie mów plenarnych na głównych międzynarodowych konferencjach i workshopach z dziedziny fizyki neutrin oraz fizyki wysokich energii, jakimi niewątpliwie są Neutrino 2024, NuTel 2023, Miami 2014 czy NuInt 2014, jest ogromnym wyróżnieniem i dowodem uznania przez członków współprac międzynarodowych Super-K i T2K do ich reprezentacji przez dr Posiadałę-Zezulę. Wskazuje też na imponujące i skuteczne osiąganie przez Kandydatkę wyników naukowych wielkiego kalibru i ich prezentację. Dr Magdalena Posiadała-Zezula jest uznanym i cenionym światowej klasy ekspertem w dziedzinie fizyki neutrin, cenionym również w kraju. Od 2022 roku jest koordynatorem w Super-K silnej Polskiej Grupy Neutrinowej, w skład której wchodzą badacze z Uniwersytetu Warszawskiego, Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ), Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Śląskiego, Uniwersytetu Wrocławskiego oraz Instytutu Fizyki Jądrowej PAN. W 2023 roku przedstawiła referat plenarny "Studies of atmospheric neutrinos at Super-Kamiokande detector"na konferencji "Particle Astrophysics in Poland" w Krakowie. W sumie, od 2012 roku, dr Magdalena Posiadała-Zezula przedstawiła 6 referatów plenarnych i 3 referaty na sesjach równoległych konferencji i warsztatów z dziedziny fizyki neutrin. Dr Posiadała-Zezula angażuje się także w organizację konferencji naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Była członkiem komitetu naukowo-organizacyjnego konferencji WCD-2025 w Krakowie, gdzie przewodniczyła sesjom "Other Neutrino Experiments" oraz "Beyond the Standard Model", a także współorganizowała konferencję NuInt 2018 w Gran Sasso, koordynując sesję "Neutrino-flux predictions". Ponadto zasiadała w komitetach organizacyjnych warsztatów TMEX 2018 oraz konferencji DISCRETE 2016 w Warszawie, w której pełniła również funkcję koordynatora sesji neutrinowej. Świadczy to o jej rosnącej roli w kształtowaniu agendy naukowej środowiska fizyki neutrin, wykraczającej poza indywidualną działalność badawczą.

Na miano szczególnego osiągnięcia naukowego dr Magdaleny Posiadały-Zezuli zasługuje również projekt SONATA BIS "Study of Neutrino Oscillations in the upgraded Super-Kamiokande detector"(2023-2028), którego jest kierownikiem. Przyznanie finansowania tego grantu przez Narodowe Centrum Nauki pozwoliło na stworzenie nowego zespołu badawczego na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, do którego obecnie należą - oprócz kierownika dr Posiadały-Zezuli - adiunkci dr H. Adhikary i dr Y. Prabhu, doktoranci M. Girguś i P. Govindaraj oraz studentka studiów magisterskich P. Golak. Wkład tego zespołu w Super-K/T2K jest wszechstronny, widoczny i doceniany. Dr Adhikary kontynuuje i rozwija jej własne prace nad kalibracją detektora. Doktorant M. Girguś opracował nowy algorytm klasyfikacji zdarzeń częściowo zawartych (PC) w czynnej objętosci detektora na potrzeby analizy oscylacyjnej opartej na zmiennej L/E. Doktorant P. Govindaraj rozwija pełny model symulacyjny detektora SK w oparciu o pakiet Geant4 (SK-G4). Prowadzi również studia Monte Carlo wpływu pola geomagnetycznego na detektor. Dr Prabhu między innymi testuje najnowsze dane zbierane przy zwiększonej intensywności wiązki T2K i domieszce Gd w Super-K do analiz oscylacyjnych. Wyniki były prezentowane przez członkow grupy na zebraniach współprac oraz konferencjach i warsztatach. Ta różnorodna, lecz spójna działalność zespołu potwierdza zarówno szeroki zakres kompetencji zbudowanych przez Kandydatkę, jak i realny, uznawany przez współprace Super-K i T2K wkład jej grupy badawczej.

Dr Magdalena Posiadała-Zezula prowadzi na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego regularną działalność dydaktyczną, obejmującą zarówno zajęcia dla studentów fizyki, jak i wykłady w języku angielskim skierowane do studentów starszych lat i doktorantów. Prowadzi również indywidualne warsztaty naukowe dla studentów w ramach programu SDNSP. W 2024

roku dr Posiadała-Zezula otrzymała **Wyróżnienie Dydaktyczne**, przyznane przez studentów Wydziału Fizyki UW za prowadzenie zajęć w ramach kursu "Fizyka II (Elektryczność i magnetyzm)", co stanowi niezależne potwierdzenie wysokiej jakości Jej pracy. Warto podkreślić, że działalność dydaktyczna uzupełnia intensywną pracę Kandydatki jako promotorki i promotorki pomocniczej. Od roku 2012, po uzyskaniu doktoratu, dr Posiadała-Zezula była promotorką 6 licencjatów, 4 prac magisterskich oraz promotorką pomocniczą 3 doktoratów z dziedziny fizyki neutrin (w tym dwóch obecnie prowadzonych w ramach jej projektu SONATA BIS). Przykladowo, jej doktorant M. Girguś na konferencji Neutrino 2026 zaprezentował w imieniu współpracy Super-K nowe wyniki oscylacji atmosferycznych neutrin mionowych, dołączając do istniejacych danych SK-I–V (1996–2020), będących jednym z tematow jej monografii i publikacji Super-K [93], dane z SK-VI (2020-2022, faza z SK-Gd). Podkreśla to umiejętności dr Posiadały-Zezuli jako promotora i koordynatora oraz jej doskonałe przygotowanie do samodzielnego nadzorowania prac doktorskich. Aktywność dr Posiadały-Zezuli na Wydziale Fizyki UW obejmowała także pełnienie takich funkcji jak członkostwo w Radzie Wydziału Fizyki (2015–2016) oraz w Radzie Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne (2019–2020). Dr Magdalena Posiadała-Zezula aktywnie angażuje się w popularyzację nauki. Kilkukrotnie wygłaszała referaty popularnonaukowe i występowała w mediach ogólnopolskich (Radio TOK FM 2015, 2016) poświęconych fizyce neutrin. W ramach Festiwalu Nauki współprowadziła warsztaty "Jak zobaczyć coś niewidzialnego" (2014-2015). Ta działalność świadczy o zaangażowaniu Kandydatki w przybliżanie fizyki cząstek elementarnych i fizyki neutrin szerokiemu gronu odbiorców, wykraczającym poza środowisko naukowe.

Ocena monografii jako szczególnego osiągnięcia naukowego

Monografia "The Super-Kamiokande detector and its contributions to neutrino oscillation searches in the GeV energy range", wskazana jako "osiągnięcie naukowe"na podstawie Art. 219 ust. 1 pkt 2 z dnia 20 lipca 2018 roku o Prawie o szkolnictwie wyższym i nauce, jest opisem najnowszych analiz z tematyki oscylacji neutrin o energiach rzędu GeV zarejestrowanych przez detektor Super-Kamiokande. Rozdziały 3, 4 i 5 monografii poświęcone są fizycznym analizom danych oscylacji neutrin z Super-K oraz T2K i oszacowaniu czulosci przyszłego Hyper-K miedzy innymi na potencjalne odkrycie łamania symetrii CP, do których Kandydatka miała istotny wkład i są Jej szczególnym osiągnięciem naukowym.

Rozdział 1 jest zwięzłym wprowadzeniem do fizyki i formalizmu oscylacji neutrin trzech zapachow. W **Rozdziale 2**, przedstawiającym układy doświadczalne Super-K i T2K, autorka opisuje Jej ekspertyzę i wkład do przewidywań strumienia neutrin w analizach oscylacji T2K z wykorzystaniem pomiarów NA61/SHINE produkcji hadronów w oddziaływaniach wiązki protonów o pędzie 31 GeV/c z tarczą grafitową dla T2K. Wyniki pilotowego run-u z roku 2007, opublikowanego przez NA61/SHINE [76], były tematyką pracy doktorskiej dr Posiadały-Zezuli [78]. Listę wszystkich pomiarów NA61/SHINE wykorzystanych w analizach T2K, włącznie z odnośnikami do publikacji, autorka przedstawiła w tabeli 2.4. Podstawą analizy zaprezentowanej w **Rozdziale 3** jest publikacja Super-K w Phys. Rev. D 109 (2024) 7 [93], która stanowi rozszerzenie poprzedniej analizy oscylacji neutrin [94], opublikowanej przez Super-K w Phys. Rev. D 97 (2018) 7, poprzez dodanie run-u SK-V oraz rozszerzenie aktywnej objętości (FV) detekcji neutrin. Oryginalne (nieprzypisane innym źródłom) Tabele 3.2 i 3.3 monografii, prezentujące odpowiednio czystości próbek MC dla rozszerzonej objętości czynnej oraz definicję siatki parametrów oscylacyjnych użytej w dopasowaniu, stanowią

dodatkowe, bezpośrednie potwierdzenie jej osobistego udziału w tej analizie. Uznaniem jej wkładu było członkostwo w 5-osobowym komitecie publikacyjnym flagowego artykułu Super-K dotyczącego tej analizy [93]. **Rozdział 4** poświęcony jest pierwszej wspólnej analizie Super-K i T2K, opublikowanej w renomowanym czasopiśmie Phys. Rev. Lett 134 (2025) 011801 [152]. Wkład dr Posiadały-Zezuli jest wyszczególniony między innymi w obydwu entuzjastycznych listach spokespeople współprac Super-K oraz T2K. Oryginalna Tabela 4.4, przedstawiająca prawdopodobieństwa a posteriori dla oktantu i hierarchii mas neutrin uzyskane z połączonego zbioru danych, jest jednym z potwierdzeń aktywnego udziału w uzyskaniu opublikowanych wyników. Dr Posiadała-Zezula wraz z Jej grupą badawczą rozwija metodologię, wykorzystujac nowoczesne techniki selekcji i analizy danych, niezbędną dla analiz kolejnych wspólnych projektów. Przedstawione w **Rozdziale 5** wyniki symulacji Monte Carlo (MC) dla przyszłego eksperymentu T2HK/Hyper-K oparte są na referencji [51], opublikowanej w Eur. Phys. J. C 86 (2026) 2, 170. Według przewidywań, dzięki znacząco (8-krotnie) większej objętości detektora i precyzji pomiarów Hyper-K w porównaniu do Super-K pozwoli na potencjalne odkrycie (na poziomie 5σ) łamania symetrii CP w sektorze leptonowym δ_{CP} oraz na wyznaczenie hierarchii mas neutrin.

Stwierdzam, iż z przyjemnością przeczytałam tę monografię. Jest unikatowym opisem rozwoju dziedziny oscylacji neutrin w międzynarodowych programach doświadczalnych, poczynając od legendarnego Super-K, T2K i przyszłego Hyper-K w Japonii. Tekst jest zwięzły, a omyłki są nieliczne. Bibliografia zawiera 180 referencji, które dobrze odzwierciedlają rozwój dziedziny. W rozdziale 5 dotyczącym przyszłych pomiarów oscylacji neutrin w Hyper-K (lub w Sec. 1.3.2) autorka mogłaby ewentualnie uwzględnić eksperymenty inne niż DUNE [52]. Przykładem jest IceCube-Upgrade 2025/26, którego czułość przyszłych pomiarów opublikowano w Phys. Rev. D 113 (2026) 7, 072009. Moje nieliczne sugestie dotyczące ewentualnej erraty tekstu są następujące:

Rozdział 1.2 "Three neutrino flavor oscillations in vacuum":
- w Eq. (1.4) w czlonie $-sin\theta \exp(-iE_2t)\ E_2$ powinno zostac zastąpione przez E_1;
- w Eq. (1.7) oraz w $t = L/c$ stałe c i $\hbar c$ moglyby zostać ominięte z powodu użycia w monografii jednostek naturalnych ($\hbar = c = 1$);
- w równaniu $E_i = p + \frac{m_i^2}{2p}$, pęd p powinien zostać zastąpiony przez p_i;
- w zdaniu ".... Eq.(1.9) can be rewritten by replacing Δm^2_{31} and θ_{13} by their matter-effective parameters from Eq.(1.11)"pojawia się pewna nieścisłość lub literówka, ponieważ w Eq.(1.9) nie występuje Δm^2_{31} lecz Δm^2.

Rozdział 1.3 "Experimental searches for neutrino oscillations":
- w tabeli 1.2 "The CNO cycle": w reakcji $^{13}N \rightarrow {}^{12}C + e^+ + \nu_e$ występuje albo literówka (12 zamiast 13) albo błąd niezachowania liczby barionowej.

Rozdział 4.2 "Neutrino event reconstruction with FITQUN":
- w podpisie rysunku Fig. 4.2 wartosc Δm^2_{32} podano w niepoprawnych jednostkach "MeV/c^2".

Bibliografia:
- referencje [67] i [68] są identyczne;
- referencja [101] zawiera niepoprawny odnośnik URL.

Powyższe uwagi dotyczą wyłącznie drobnych, głównie technicznych niedociągnięć redakcyjnych. Przegląd wszystkich 67 rysunków i 22 tabel zamieszczonych w monografii wskazuje na

niezwykle staranne oznaczanie źródeł. Rysunki bez odniesienia to niemal wyłącznie fotografie autorskie (m.in. Kandydatki podczas prac przy detektorach SK i T2K) oraz jeden schematyczny diagram Feynmana. Tabele bez odniesienia to w większości oryginalne zestawienia wyników własnych analiz Kandydatki i stanowią one doskonałe uzupełnienie publikacji współprac Super-K, T2K i Hyper-K, takich jak wspomniane tutaj [93,152,51]. Dr Posiadała-Zezula ma wszelkie predyspozycje, aby w nadchodzących latach odgrywać wiodącą rolę w fizyce neutrin, zarówno w Polsce, jak i na arenie międzynarodowej, w szczególności w rozpoczynającym się długofalowym programie Hyper-K. Uważam monografię za szczególne osiągnięcie naukowe Kandydatki oraz za niekwestionowany wkład w rozwój dziedziny oscylacji neutrin w ramach współprac Super-K, T2K i przyszlego Hyper-K.

Podsumowanie

Osiągnięcie naukowe złożone przez dr. Magdalenę Posiadałę-Zezulę do postępowania habilitacyjnego w postaci monografii, której jest jedyną autorką, rezultaty Jej prac badawczych w ramach międzynarodowych współprac NA61/SHINE, Super-K, T2K, Hyper-K i stanowiących znaczący wkład w rozwój doświadczalnej fizyki wysokich energii i neutrin, a także działalność w zakresie badań naukowych i ich organizacji (oraz dodatkowo działalność dydaktyczna i popularyzatorska) spełniają - i przewyższają - moim zdaniem wymagania dotyczące habilitacji z art. 219 ustawy 1 pkt 2 z dnia 20 lipca 2018 r. o Prawie o szkolnictwie wyższym i nauce. Biorąc powyższe pod uwagę, wnioskuję o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr Magdaleny Posiadały-Zezuli i wyróżnienie osiągnięcia będącego podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego.

Z poważaniem,
Joanna Kiryluk

