

Prof. dr hab. Elżbieta Jartych  
Politechnika Lubelska  
ul. Nadbystrzycka 38 A  
20-618 Lublin  
e.jartych@pollub.pl

Lublin, dnia 24 stycznia 2024 r.

**Recenzja dotycząca oceny osiągnięcia naukowego  
pt. „Spektroskopia mössbauerowska jako narzędzie do badania kosmosu i mózgu”  
w związku z wnioskiem dr inż. Przemysława Zygmunta Dudy o przeprowadzenie  
postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk  
ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne**

Opinia została przygotowana zgodnie z Uchwałą nr 6/11/2023 Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Fizyczne Politechniki Warszawskiej z dnia 16.11.2023.

### **1. Podstawowe dane o Kandydacie:**

Dr inż. Przemysław Zygmunt Duda, ur. 29.07.1964 r. w Radomsku, ukończył w 1988 r. studia o specjalności fizyka techniczna na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej. Stopień doktora nauk fizycznych pod promotorstwem prof. Włodzimierza Zycha uzyskał na podstawie rozprawy pt. „Zbadanie wpływu Pt i Pd na własności magnetyczne amorficznych stopów metalicznych” w 2004 r. na Wydziale Fizyki w Politechnice Warszawskiej.

### **2. Przebieg pracy naukowo-zawodowej:**

Kandydat pracował kolejno jako:

- asystent w latach 1988-1998 w Instytucie Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- szkoleniowiec w zakresie informatyki w latach 1998-2004 będąc jednocześnie doktorantem na studiach doktoranckich na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- adiunkt w latach 2004-2013 na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- starszy wykładowca w latach 2013-2020 na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- profesor uczelni w grupie pracowników dydaktycznych w okresie 2020-nadal.

### **3. Przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia danego postępowania habilitacyjnego, w tym obowiązujących kryteriach oceny:**

Na dzień wszczęcia postępowania habilitacyjnego obowiązuje Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zaś kryteria oceny są określone w art. 219 ustawy.

#### 4. Przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych:

a) tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

„Spektroskopia mössbauerowska jako narzędzie do badania kosmosu i mózgu”

b) dane naukometyczne na dzień wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego:

- sumaryczny współczynnik Impact Factor: **23,04**
- sumaryczna punktacja ministerialna: **1130 pkt.** (w tym 210 pkt. przed doktoratem; dane ze stycznia 2024)
- liczba cytowań: **128** (bez autocytowań 114) wg bazy Web of Science  
**137** (bez autocytowań 114) wg bazy Scopus  
**216** wg bazy Google Scholar
- indeks Hirscha **5** (wg WoS, Scopus), **7** (wg Google Scholar).

#### 5. Informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa Kandydata:

przed doktoratem (1988-2004):

**3** publikacje w czasopismach punktowanych

**1** publikacja nie ujęta na liście JCR

po doktoracie (2004-2024):

**1** monografia autorstwa Kandydata

**3** podręczniki z zakresu informatyki

**24** publikacje w czasopismach punktowanych

**11** publikacji nie ujętych na listach

Liczba wszystkich publikacji w latach 2004-2024 wynosi 39. Należy zauważyć, że ponad 61 % publikacji stanowią artykuły naukowe indeksowane w bazach Web of Science lub Scopus (posiadające współczynnik *Impact Factor*) lub znajdują się na liście czasopism Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Indeks Hirscha  $H = 5$  (lub 7) jest średnim wynikiem w dyscyplinie nauki fizyczne. Porównując dorobek publikacyjny Kandydata przed i po doktoracie można stwierdzić, że Kandydat po doktoracie znacznie powiększył swój dorobek naukowy.

#### 6. Informacja o najważniejszych czasopismach, w ramach których Kandydat publikował swoje prace naukowe:

W większości Kandydat publikował swoje prace naukowe w specjalistycznych czasopismach poświęconych meteorytom (11 prac w *Acta Societatis Meteoriticae Polonorum*, 20 pkt. na liście czasopism MNiSW) oraz spektroskopii mössbauerowskiej (7 prac w *Hyperfine*

*Interactions*, 40 pkt. na liście czasopism MNiSW). Najlepsze czasopisma, w których opublikował wyniki badań to *Meteoritics and Planetary Science*, 100 pkt. MNiSW, *Acta Physica Polonica A* (70 pkt.) oraz *Nukleonika* (70 pkt.). Część prac ukazała się także w czasopismach fizycznych i poświęcona była innym badaniom, nie wchodzącym w zakres osiągnięcia habilitacyjnego (np. *Physica Status Solidi A – Applied Research*, *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, *Optics and Laser in Engineering*, *Physics of the Solid State*, *Low Temperature Physics*, *Solid State Ionics*).

#### **7. Informacja, czy Kandydat odgrywał wiodącą rolę w ramach powstawania współautorskich prac naukowych:**

Wobec przedstawienia do oceny monografii pt. „Spektroskopia mössbauerowska jako narzędzie do badania kosmosu i mózgu” jako osiągnięcia naukowego, nie istnieje potrzeba określania wiodącej roli Kandydata w powstawaniu publikacji współautorskich.

#### **8. Ocena wskazanego przez Kandydata osiągnięcia naukowego, w tym, czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej:**

Oceny dokonano na podstawie monografii pt. „Spektroskopia mössbauerowska jako narzędzie do badania kosmosu i mózgu” oraz informacji dostarczonych przez Kandydata w autoreferacie i wykazie osiągnięć naukowych. Działalność naukowa Kandydata obejmuje okres do doktoratu (16 lat, 1988-2004) oraz po doktoracie (20 lat, 2004-2024).

W ramach pracy nad doktoratem Kandydat zajmował się badaniem wpływu Pt i Pd na właściwości magnetyczne amorficznych stopów metalicznych pod opieką prof. Włodzimierza Zycha.

Dwudziestoletni okres prac nad habilitacją Kandydata obejmował dwa szerokie zagadnienia naukowe, tj. zrozumienie mechanizmu tworzenia się meteorytów i wpływ koncentracji żelaza w tkankach mózgu ludzkiego na powstawanie chorób neurodegeneracyjnych. W obydwu obszarach Kandydat wykorzystywał spektroskopię mössbauerowską jako główną metodę badawczą. W przypadku meteorytów badania były skupione na chondrytach zwyczajnych typu H, L i LL, dla których określano właściwości strukturalne, skład chemiczny, stopień zwietrzenia czy stopień utlenienia jonów żelaza. Ważnym aspektem badań było wykazanie wpływu techniki pomiarowej spektroskopii mössbauerowskiej na powtarzalność wyników (sprawdzono m.in. wpływ liczby kanałów i temperatury pomiaru, wpływ metody numerycznego dopasowania widma). Spektroskopia mössbauerowska została wykorzystana do określenia zawartości podstawowych faz mineralogicznych w chondrytach, tj. oliwinu, piroksenu, kamacytu, troilitu w oparciu o założenie, że powierzchnie spektralne składowych widma przypisane poszczególnym fazom są wprost proporcjonalne do ilości danej fazy w meteorycie. Parametry oddziaływań nadsubtelnych wyznaczone z widm są identyczne (w granicach błędu) dla wszystkich faz występujących w meteorytach. Ponadto za pomocą spektroskopii mössbauerowskiej wykryto różnice pomiędzy skorupą obtopieniową a wnętrzem meteorytu określając procentowy udział jonów  $Fe^{3+}$  i wodorotlenków żelaza, co stanowi przyczynek do badań procesów zwietrzenia meteorytów podczas ich spadku na Ziemię.

Informacja uzyskana z opracowania widm mössbauerowskich o udziale procentowym danej składowej, a tym samym względnej ilości danej fazy mineralogicznej, nie wystarczyłaby do rozpoznania typu chondrytu. W tym celu opracowano i zastosowano metodę 4M, za pomocą której dokonano wielowymiarowej analizy dyskryminacyjnej, określono odległość Mahalanobisa i poziom podobieństwa danego chondrytu do jednego z typów. Z kolei zastosowanie metody 4M nie byłoby możliwe bez bazy danych, którą utworzono w kierowanym przez Kandydata Laboratorium Spektroskopii Mössbauerowskiej Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej. Baza powstała w oparciu o pomiary własne oraz wyniki opublikowane przez innych badaczy. Kandydat opracował program komputerowy pozwalający na klasyfikację chondrytów zwyczajnych metodą 4M. W odróżnieniu od innych metod klasyfikacji meteorytów, które są od dawna stosowane i są metodami jakościowymi, metoda 4M jest metodą ilościową i pozwala obliczyć odległość Mahalanobisa od środków ciężkości klastrów chondrytów typu H, L i LL oraz stopień podobieństwa badanego meteorytu do konkretnego klastra. Dzięki tej metodzie udało się poprawnie sklasyfikować meteoryt Goronyo jako chondryt typu L (poprzednio błędnie zaliczony do typu H), co jest dużym sukcesem grupy badawczej kierowanej przez Kandydata. Należy zaznaczyć, że spektroskopia mössbauerowska stanowi metodę komplementarną do metody mikros sondy elektronowej, która standardowo stosowana jest w badaniu składu meteorytów.

W badaniach tkanki mózgowej spektroskopia mössbauerowska wykazała, że widma próbek biologicznych zawierających małą ilość żelaza mogą być zafałszowane poprzez widmo tła od żelaza w okienkach licznika lub kriostatu. Problem ten został wyeliminowany poprzez odjęcie widma tła od widma zarejestrowanego dla danej próbki. W badaniach poszukiwana była korelacja pomiędzy powierzchnią spektralną widma mössbauerowskiego a zawartością żelaza w próbkach referencyjnych oraz próbkach tkanki mózgowej. Otrzymano poprawną krzywą kalibracyjną ze współczynnikiem korelacji równym 0,99, przy czym metoda z odejmowaniem tła okazała się nieco dokładniejsza niż metoda dopasowania widma dwoma dubletami. Wynik ten pozwala na stwierdzenie, że spektroskopia mössbauerowska stanowi wiarygodną metodę oznaczania stężenia żelaza w próbkach tkanek patologicznych. Ponadto występują korelacje pomiędzy odwrotnościami czasów relaksacji podłużnej  $T_1$  i poprzecznej  $T_2$  określonymi w magnetycznym rezonansie jądrowym (MRI) a zawartością żelaza w badanych strukturach mózgowych (tj. w istocie czarnej, gałce bladej i hipokampie). Dlatego, podobnie jak w przypadku badań meteorytów, spektroskopię mössbauerowską należy traktować jako metodę komplementarną do MRI.

Moje uwagi krytyczne do monografii pt. „Spektroskopia mössbauerowska jako narzędzie do badania kosmosu i mózgu” są natury redakcyjnej. Uważam, że informacja o konferencjach światowych i krajowych poświęconych spektroskopii mössbauerowskiej jest zbędna. W monografii dostrzegłam błędy językowe, tj. powtórzenia, sformułowania żargonowe lub błędne (np. transmitancja zamiast transmisja na osi pionowej Rys. 6), błędy interpunkcyjne i stylistyczne, pomyłka w numeracji rysunków w załącznikach numer 10 i 11. Nie wpływa to jednak na moją pozytywną ocenę merytoryczną całości monografii.

Według mojej opinii **osiągnięcie naukowe Kandydata stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne w zakresie badań meteorytów i tkanki mózgu człowieka.** W obydwu przypadkach tematyka badań prowadzonych w sposób systematyczny i komplek-

sowy jest bardzo ciekawa i aktualna. Na Ziemię wciąż spadają meteoryty a spektroskopia mössbauerowska, obok spektrometrii masowej, mikroskopii elektronowej z mikrosondą czy badań termofizycznych, stanowi rzetelną metodę badawczą, dzięki której można zakwalifikować meteoryt do odpowiedniej grupy lub stwierdzić jego autentyczność i kosmiczne pochodzenie. Z kolei badania tkanek mózgu ludzkiego są ważne w kontekście obserwowanej tendencji starzenia się społeczeństw i możliwego kryzysu społeczno-ekonomicznego.

Kandydat kieruje grupą fizyków z Politechniki Warszawskiej współpracującą z geologami i astronomami w kraju i za granicą. Oryginalnym pomysłem jest połączenie wyników spektroskopii mössbauerowskiej z wielowymiarową analizą dyskryminacyjną i odległością Mahalanobisa. Dzięki temu powstała nowatorska metoda ilościowa (metoda 4M), dzięki której można określić poziom podobieństwa badanego chondrytu do jednego z typów H, L lub LL. Uzyskane wyniki badań wnoszą wkład do ogólnego stanu wiedzy na temat powstawania Układu Słonecznego, procesów w nim zachodzących i panujących w nim warunków. W przypadku badań tkanek mózgowych, mimo że statystyka liczby pomiarów (a także liczba opublikowanych prac naukowych) może budzić zastrzeżenia, uzyskane wyniki wzbogacają stan wiedzy na temat mechanizmów neurodegeneracji w chorobach Parkinsona, Alzheimerera i postępującym porażeniu nadjądrowym.

Wszystkie wymienione wyżej osiągnięcia wskazują na to, że Kandydat jest wysokiej klasy specjalistą w zakresie wykorzystania spektroskopii mössbauerowskiej jako nieniszczącej, wiarygodnej i komplementarnej metody w badaniach właściwości zarówno meteorytów jak i tkanek ludzkiego mózgu.

#### **9. Informacja o spełnieniu przez Kandydata kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową:**

Aktywność naukowa Kandydata obejmuje pobyt na 3 stażach zagranicznych (Sheffield, United Kingdom, ZiBJ Dubna w Rosji oraz CERN w latach 1990-1997) oraz uczestnictwo w konferencji MECAME w Jerozolimie w 2027 r.. Kandydat był koordynatorem europejskiego projektu STEM4you(th) H2020 w latach 2016-2018 oraz projektu Erasmus+ MakeItReal w latach 2016-2018, które dotyczyły fizyki w aspekcie dydaktycznym. Ponadto Kandydat w latach 2012-2015 kierował projektem POKL eFizyka oraz w latach 2019-2022 Fizyka w 950 kapsułkach, które także dotyczyły działań edukacyjnych w zakresie fizyki. Na korzyść Kandydata przemawia fakt, że mimo iż projekty nie były *stricte* naukowe, to zdobycie wielomilionowych funduszy (40 mln PLN w 8 projektach) na pewno przyczyniło się do polepszenia infrastruktury Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej w celu prowadzenia badań naukowych.

#### **10. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę Kandydata do stopnia doktora habilitowanego:**

Wśród osiągnięć dydaktycznych Kandydata należy wymienić m.in.:

- organizację laboratorium Fizyki i Techniki Jądrowej,
- sprawowanie opieki nad dyplomantami (20 prac),
- wystąpienia na seminariach dla nauczycieli fizyki (4 prelekcje),

- prowadzenie pokazów z fizyki (w ponad 20 szkołach).

Osiągnięcia organizacyjne Kandydata obejmują m.in.:

- pełnienie funkcji sekretarza komitetu organizacyjnego XXXVIII Zjazdu Fizyków Polskich w Warszawie 11-16 września 2005 oraz członka komitetu organizacyjnego XLVI Nadzwyczajnego Zjazdu Fizyków 16-18 października 2020,
- pełnienie funkcji prodziekana ds. ogólnych na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej w 3 kolejnych kadencjach w latach 2012-2024,
- bycie członkiem Senatu PW w 2 kolejnych kadencjach w latach 2012-2020,
- praca w komisjach senackich jako członek w latach 2012-2020,
- pełnienie funkcji kierownika laboratorium Fizyki i Techniki Jądrowej w latach 2009-2013.

W działalności popularyzatorskiej Kandydat m.in.:

- przewodniczył konferencji „Druk 3D w edukacji, nauce i przemyśle”,
- przedstawił referat pt. „Z efektem Mössbauera na Marsie” na konferencji w Jaworznie w 2021 r.,
- przedstawił referaty na konferencji poświęconej przestępczości teleinformatycznej (Gdynia 2021 r.) oraz wyzwaniom współczesnej obronności (Warszawa 2023 r.).

#### **Inne informacje lub uwagi istotne dla wyrażonego stanowiska zawartego w recenzji:**

Według mojej opinii innymi istotnymi informacjami są:

- zaangażowanie Kandydata w proces kształcenia nowych kadr naukowych – był promotorem pomocniczym w 3 przewodach doktorskich z zakresu spektroskopii mössbauerowskiej (2) i techniki reaktorowej (1),
- 1 zgłoszenie patentowe dotyczące sposobu zwiększenia głębi ostrości obrazowania,
- wdrożenie 3 technologii z zakresu oprogramowania w fizyce, bankowości i transporcie.

#### **Podsumowanie:**

Biorąc pod uwagę wysoki poziom naukowy osiągnięcia habilitacyjnego w postaci monografii pt. „Spektroskopia mössbauerowska jako narzędzie do badania kosmosu i mózgu”, dobry poziom naukowy publikacji, duże zaangażowanie w działalność dydaktyczną i organizatorską na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej stwierdzam, że **Kandydat spełnia przesłankę**, o której mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Jednoznacznie **POZYTYWNE oceniam Kandydaturę** dr inż. Przemysława Zygmunta Dudy w procesie ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

*Eliżeta Janhocz*