

Katowice, 12. 02. 2024 r.

## Recenzja

### dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr Iwony Lazar

ubiegającej się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne

Recenzja jest sporządzona na zlecenie Rady Instytutu Fizyki Uniwersytetu Śląskiego (pismo z dnia 5 grudnia 2023 r.). Dotyczy dokumentów przygotowanych przez Habilitantkę, zawierających wnioski o przeprowadzenie postępowania wraz z załącznikami:

1. Kopia dyplomu doktorskiego Wnioskodawcy,
2. Autoreferat (w j. polskim i angielskim),
3. Wykaz osiągnięć naukowych (w j. polskim i angielskim),
4. Oświadczenia Współautorów publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe,
5. Kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe (H1-H9).

Dokumenty te otrzymałam 15 grudnia 2023 r.

Postępowanie jest prowadzone na podstawie Ustawy z dnia 20.07.2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Zgodnie z art. 219 tej Ustawy, 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 wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub*
  - b) *1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub*

- c) I 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.

## Informacje wstępne

Pani dr Iwona Lazar ukończyła studia na kierunku fizyka na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. W czasie ich trwania studiowała również na Uniwersytecie w Metz we Francji - była laureatką konkursu i stypendystką programu European Mobility Scheme for Physics Students (EMSPS) oraz programu SOCRATES. W roku 2000 obroniła pracę magisterską pt. „*Temperaturowe zmiany współczynników sprężystości w wybranych piezoelektrykach typu perowskitu. Rozpraszanie ramanowskie w kryształach  $Na_{0,5}Bi_{0,5}TiO_3$  w pobliżu przejść fazowych*”. Praca ta została wyróżniona w konkursie Instytutu Fizyki Uniwersytetu Śląskiego na najciekawszą pracę magisterską z dziedziny fizyki ciała stałego. Następnie podjęła studia doktoranckie na tym samym wydziale. W 2005 roku obroniła pracę doktorską pt. „*Aktywność piezoelektryczna i właściwości sprężyste wybranych związków o właściwościach ferroelektrycznych*”, której promotorem był prof. dr hab. Krystian Roleder, uzyskując stopień doktora nauk fizycznych.

Swoją karierę zawodową Habilitantka związała z Instytutem Fizyki Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego, obecnie Wydziału Nauk Ścisłych i Technicznych. Pracuje tam od 2004 roku, najpierw na stanowisku asystenta, a od 2005 r. na stanowisku adiunkta. W latach 2007 – 2016 Habilitantka przebywała na urlopach macierzyńskich i wychowawczych, w związku z urodzeniem trójki dzieci – gratuluję! Fakt ten sprawia, że czas który upłynął od doktoratu efektywnie jest o 9 lat krótszy, niż to wynika z kalendarza. W roku 2016 dr Iwona Lazar wznowiła swoją aktywność naukową nawiązując współpracę z renomowanymi ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. Rezultaty swoich badań prezentowała na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Opublikowała je również w czasopiśmie indeksowanych w bazie Web of Science – łącznie 28 prac. W chwili składania dokumentacji całkowita liczba cytowań prac Habilitantki wg bazy WoS i Scopus bez autocytowań wynosiła odpowiednio 380 i 382, a indeks Hirscha – 8. Jej aktualny sumaryczny Impact Factor wynosi 73,923, a sumaryczna punktacja MEiN - 1 680. Są to parametry bardzo dobre, świadczące o tym, że publikowane wyniki są ważne i zauważalne w środowisku naukowym.

20 lipca 2023 roku złożyła wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.

## Ocena osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego

Jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego dr Iwona Lazar wskazała cykl artykułów naukowych powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem „*Modyfikacja struktury krystalicznej a właściwości ferroiczne kryształów i ceramiki  $PbZr_{1-x}Ti_xO_3$  (PZT)*”. W skład tego cyklu wchodzi 9 artykułów:

- H1. Franke, I.; Roleder, K.; Mitoseriu, L.; Piticescu, R.; Ujma, Z. High-temperature macroscopic piezoelectricity in Nb-doped  $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$  ceramics driven by the existence of polar regions. *Physical Review B* 2006, 73 (14), 144114. doi:10.1103/PhysRevB.73.144114
- H2. Lazar, I.; Adamczyk-Habrajska, M.; Pawelczyk, M.; Górny, M.; Zawada, A.; Roleder, K. Piezoelectric and elastic properties of relaxor-like PZT: Ba ceramics. *Journal of Electroceramics* 2018, 40 (3), 203-210. doi.org/10.1007/s10832-018-0121-6
- H3. Lazar, I.; Kajewski, D.; Majchrowski, A.; Soszyński, A.; Koperski, J.; Roleder, K. A contribution to understanding the complex phase diagram of PZT compounds. *Ferroelectrics* 2016, 500 (1), 67-75. dx.doi.org/10.1080/00150193.2016.1229111
- H4. Lazar, I.; Oh, S. H.; Ko, J.-H.; Zajdel, P.; Kajewski, D.; Majchrowski, A.; Piecha, J.; Koperski, J.; Soszyński, A.; Roleder, K. Additional phase transition in a  $\text{PbZr}_{0.87}\text{Ti}_{0.13}\text{O}_3$  single crystal. *Journal of Physics D: Applied Physics* 2019, 52 (11), 115302. doi.org/10.1088/1361-463/aafc0c
- H5. Lazar, I.; Majchrowski, A.; Soszyński, A.; Roleder, K. Phase Transitions and Local Polarity above TC in a  $\text{PbZr}_{0.87}\text{Ti}_{0.13}\text{O}_3$  Single Crystal. *Crystals* 2020, 10 (4), 286. doi:10.3390/cryst10040286
- H6. Lazar, I.; Majchrowski, A.; Kajewski, D.; Soszyński, A.; Roleder, K. Strong piezoelectric properties and electric-field-driven changes in domain structures in a  $\text{PbZr}_{0.87}\text{Ti}_{0.13}\text{O}_3$  single crystal. *Acta Materialia* 2021, 216, 117129. doi.org/10.1016/j.actamat.2021.117129
- H7. Lazar, I.; Whatmore, R. W.; Majchrowski, A.; Glazer, A. M.; Kajewski, D.; Koperski, J.; Soszyński, A.; Piecha, J.; Loska, B.; Roleder, K. Ultrahigh Piezoelectric Strains in  $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$  Single Crystals with Controlled Ti Content Close to the Tricritical Point. *Materials* 2022, 15 (19), 6708. doi.org/10.3390/ma15196708
- H8. Lazar, I.; Oboz, M.; Kubacki, J.; Majchrowski, A.; Piecha, J.; Kajewski, D.; Roleder, K. Weak ferromagnetic response in  $\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$  single crystals. *Journal of Materials Chemistry C* 2019, 7 (36), 11085-11089. doi:10.1039/c9tc03710a
- H9. Lazar, I.; Rodenbücher, C.; Bihlmayer, G.; Randall, C. A.; Koperski, J.; Nielen, L.; Roleder, K.; Szot, K. The Electrodegradation Process in PZT Ceramics under Exposure to Cosmic Environmental Conditions. *Molecules* 2023, 28 (9), 3652. doi.org/10.3390/molecules 28093652,

które zostały opublikowane w czasopismach cieszących się renomą w środowisku naukowym. Świadczą o tym ich wysokie wartości IF i wysoka punktacja MEiN (np. *Acta Materialia* - 9,209/200, *Journal of Materials Chemistry C* - 8,067/140, *Molecules* - 4,927/140, *Physical Review B* - 3,908/140, *Materials* - 3,748/140, *Journal of Physics D: Applied Physics* - 3,409/70). Publikacje te są wieloautorskie, ale Habilitantka jest pierwszym autorem każdej z nich. Jej udział w ich powstaniu był kluczowy i wiodący. Można to stwierdzić na podstawie oświadczenia Habilitantki, ale też oświadczeń pozostałych współautorów.

Autoreferat Habilitantki zawiera syntetyczne ujęcie problematyki naukowej podjętej we wskazanym cyklu artykułów, który zgodnie z nadanym mu wspólnym tytułem dotyczy określenia wpływu modyfikacji struktury kryształów i ceramiek PZT na ich właściwości ferroiczne. Modyfikacja struktury badanych materiałów była konsekwencją domieszkowania ceramiek PZT obcymi jonami, powstania różnego stopnia zdefektowania podczas hodowli kryształów bądź efektem efuzji tlenu z ceramiki PZT.

Roztwór stały cyrkonianu ołowiu ( $\text{PbZrO}_3$ ) i tytanianu ołowiu ( $\text{PbTiO}_3$ ) czyli PZT, jest jednym z najpopularniejszych materiałów piezoelektrycznych, mającym szerokie praktyczne zastosowania. Może się więc wydawać, że należy też do grupy materiałów najlepiej zbadanych. Okazuje się jednak, że występuje w nim bogactwo zjawisk do dzisiaj wymagających wyjaśnienia. Nawet diagram fazowy PZT, który został zaproponowany dla ceramiek już niemal siedemdziesiąt lat temu, w świetle współczesnych badań wymaga modyfikacji. Tym bardziej dotyczy to kryształów PZT, które do niedawna udawało się wyhodować tylko z małą zawartością tytanu, mniejszą niż 10%. Opanowanie technologii produkcji kryształów PZT o większej zawartości tytanu jest ogromnym wyzwaniem.

Warto je było jednak podjąć ze względu na to, że w kryształach o stężeniu Ti z okolicy tzw. granicy morfotropowej spodziewano się najsilniejszych właściwości piezoelektrycznych. Niespodzianką jednak było odkrycie w takich kryształach właściwości magnetycznych. Wobec tych faktów Habilitantka postawiła sobie za zadanie zbadanie:

- przejść fazowych, efektów przedprzejściowych oraz lokalnego łamania symetrii powyżej  $T_C$  w kryształach PZT oraz domieszkowanych ceramikach PZT [H1–H5],
- źródeł silnego efektu piezoelektrycznego w kryształach PZT [H6, H7],
- właściwości magnetycznych kryształów PZT [H8],
- przejścia fazowego izolator-metal w ceramice PZT, wywołanego efuzją jonów tlenu, poddanej działaniu pola elektrycznego i niskiego ciśnienia parcjalnemu tlenu [H9].

Do badania przejść fazowych występujących w PZT zastosowała standardowe pomiary temperaturowej zależności przenikalności elektrycznej, ale też analizę temperaturowych zmian właściwości sprężystych i piezoelektrycznych w ceramikach o nominalnym składzie  $Pb(Zr_{0,52}Ti_{0,48})_{0,98}Nb_{0,02}O_3$ ,  $Pb_{0,75}Ba_{0,25}Zr_{0,70}Ti_{0,30}O_3$ . W tych domieszkowanych materiałach zależności  $\epsilon'(T)$  w okolicy  $T_C$  mają rozmyty i asymetryczny kształt, natomiast współczynniki piezoelektryczne wykazują wyraźne anomalie poniżej  $T_C$  i wcale nie znikają po jej przekroczeniu. Również współczynniki sprężystości dla  $T > T_C$  zachowują się nietypowo, tzn. wykazują anizotropię, co nie powinno mieć miejsca w materiale o symetrii regularnej. Autorka tłumaczy ten fakt fluktuacjami składu wewnątrz ziaren i nieporządkiem w podstrukturze Zr/Ti, których konsekwencją jest tworzenie się w wysokich temperaturach lokalnych obszarów polarnych o symetriach innych niż regularna. Obszary te są na tyle duże, by przez wzajemne oddziaływanie wygenerować makroskopową piezoelektryczność i anizotropię sprężystości. Istnienie tych obszarów zauważone zostało również w badaniach dyfrakcji rentgenowskiej. Nawet w znacznie wyższych temperaturach, w których już efekt piezoelektryczny jest niemierzalny, obszary o symetrii innej niż regularna nie znikają całkowicie. To lokalne łamanie symetrii ma miejsce nawet w bardzo wysokich temperaturach i jak się okazuje, nie tylko w ceramikach. W badanych kryształach  $PbZr_{0,87}Ti_{0,13}O_3$ , Autorka nie rejestrowała sygnału piezoelektrycznego w fazie paraelektrycznej. Można więc przyjąć, że w  $T > T_C$  makroskopowo mają one symetrię regularną, jednak obserwowane odstępstwo od prawa Curie-Weissa dowodzi, że lokalnie istnieją niecentrosymetryczne polarne obszary powyżej  $T_C$ . Potwierdza to dodatkowo niewielka dwójłomność optyczna zauważalna powyżej  $T_C$ .

Związki PZT o stężeniu Ti ok. 13 % charakteryzują się strukturalnym współlistnieniem faz romboedrycznej i jednoskośnej w każdej temperaturze poniżej  $T_C$ . Autorka zaobserwowała poniżej  $T_C$  anomalie na temperaturowych zależnościach przenikalności elektrycznej, współczynników piezoelektrycznych, współczynników sprężystości, dwójłomności optycznej, rozpraszania Brillouina, i in. Zinterpretowała je jako efekt niezauważonej dotąd w kryształach strukturalnej przemiany między nisko i wysokotemperaturowymi ferroelektrycznymi fazami romboedrycznymi  $RL(R3c) \Leftrightarrow RH(R3m)$ . Odkrycie tego dodatkowego przejścia fazowego jest istotnym osiągnięciem, które potwierdzone zostało badaniami rentgenowskimi. Przeprowadzenie tych badań pozwoliło również zweryfikować informacje na temat struktury fazy FE, do niedawna uznawanej średnio za romboedryczną. Autorka potwierdziła, że należy ją uznać średnio za jednoskośną. Przeprowadzona



analiza populacji domen ferroelektrycznych doprowadziła do tego samego wniosku. Właśnie dominacja w fazie FE struktury o symetrii jednoskośnej uznana została przez dr Lazar za uzasadnienie zaobserwowanego w kryształach  $\text{PbZr}_{0,87}\text{Ti}_{0,13}\text{O}_3$  i  $\text{PbZr}_{0,95}\text{Ti}_{0,05}\text{O}_3$  gigantycznego efektu piezoelektrycznego. W komórce perowskitu o takiej symetrii łatwo jest zrealizować rotację wektora polaryzacji wzdłuż przekątnych przestrzennych i przekątnych ścian w polu elektrycznym, stąd obserwowana drastyczna zmiana współczynnika piezoelektrycznego.

Ważnym efektem prowadzonych przez Habilitantkę badań było odkrycie w kryształach PZT o niestechiometrycznym składzie, a tym samym bardzo zdefektowanych, właściwości ferromagnetycznych. Dowodem na ich istnienie jest zarejestrowana pętla histerezy magnetycznej. W kryształach poddanych badaniom magnetycznym nie występowały żadne magnetyczne zanieczyszczenia. Badania XPS wykazały jedynie niedobory tlenu i ołowiu oraz obecność jonów  $\text{Ti}^{3+}$ , natomiast badania magnetyczne kryształu  $\text{PbZrTiO}_3$  dowiodły jego diamagnetycznego charakteru. Stąd wniosek, kluczowym czynnikiem odpowiedzialnym za ferromagnetyzm PZT jest tytan, konkretnie  $\text{Ti}^{3+}$ . (W świetle wyników zaprezentowanych w pracy [8], może warto dla sprawdzenia wykonać badania pętli histerezy w próżni?) Występowanie w PZT zarówno właściwości ferroelektrycznych jak i ferromagnetycznych pozwala go zaklasyfikować do multiferroików, bardzo atrakcyjnych z punktu widzenia potencjalnych zastosowań.

Modyfikacja struktury wywołana efuzją tlenu z ceramiki PZT w polu elektrycznym powoduje znaczny wzrost przewodnictwa elektrycznego tego materiału. Prowadzi to w konsekwencji do przekształcenia dielektryka w metal. Ten proces swoistej elektrodegradacji autorka uznała za niekorzystny, gdyż wpływa na stabilność funkcjonowania urządzeń w ekstremalnych warunkach, np. w kosmosie. Zbadanie mechanizmu tego efektu pozwoliło Autorce opracować metodę „samonaprawy” materiału, tzn. przywrócenia mu właściwości izolatora przez ponowne wprowadzenie do ceramiki tlenu pod ciśnieniem 200 mbar (czy na pewno?). Proces ten może być stymulowany termicznie bądź skuteczniej – wymuszony elektrycznie.

Do najważniejszych osiągnięć swojej rozprawy sama habilitantka słusznie zalicza:

- udowodnienie polarności obszarów z lokalnie zaburzoną symetrią powyżej  $T_C$ , przez obserwację zjawiska piezoelektrycznego i dwójłomności optycznej,
- odkrycie niezwykle silnej piezoelektryczności w kryształach PZT z niską zawartością tytanu oraz opisanie źródła jej występowania,
- odkrycie właściwości ferromagnetycznych w zdefektowanych kryształach PZT,
- zbadanie mechanizmów fizyko-chemicznych przejścia izolator-metal w ceramice PZT, występującego wskutek efuzji jonów tlenu podczas długotrwałego działania pola elektrycznego w warunkach próżni (elektro-degradacji),
- opracowanie techniki przywracania („samo-naprawy”) właściwości ferroelektrycznych ceramiki po elektro-degradacji.

Ponadto badania dr Iwony Lazar dostarczyły wielu informacji, stanowiących podstawę do poprawienia i uzupełnienia znanego z literatury diagramu fazowego PZT.

Nie mam wątpliwości, że recenzowana praca spełnia kryteria osiągnięcia naukowego, mogącego stanowić podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.

### Ocena pozostałych osiągnięć naukowych

Poza cyklem publikacji wskazanym jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego, dr Iwona Lazar jest współautorką 11 artykułów opublikowanych w uznanych, recenzowanych międzynarodowych czasopismach naukowych oraz licznych wystąpieniach na konferencjach krajowych (2) i międzynarodowych (14) m.in. w Anglii, w Czechach, we Włoszech, w Korei. Niektóre z wystąpień to były wykłady wygłoszone na zaproszenie organizatorów.

Od początku swojej działalności naukowej dr Iwona Lazar zajmowała się badaniem perowskitów tlenowych, o ogólnym wzorze  $ABO_3$  w różnej postaci. W szczególności interesowały ją właściwości sprężyste i piezoelektryczne takich materiałów, jak ceramiki NBT ( $Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ ), ceramiki PZT ( $PbZr_{1-x}Ti_xO_3$ ), ceramiki PZT z domieszką Nb i Sr ( $Pb_{0.95}Sr_{0.05}(Zr_{0.53}Ti_{0.47})_{0.98}Nb_{0.02}O_3$ ), ceramiki PZT–BM ( $(1-x)PbZr_{0.70}Ti_{0.30}O_3 - xBiMn_2O_5$ ), kryształy LN ( $LiNbO_3$ ), kryształy BaTiO<sub>3</sub> (BT), kryształy PZT ( $PbZr_{0.54}Ti_{0.46}O_3$ ), kryształy PZO:Nb ( $PbZrO_3:Nb_2O_5$ ), dla których wyznaczyła temperaturowe zależności zespolonych współczynników sprężystości, współczynników piezoelektrycznych i współczynników sprzężenia elektromechanicznego. Pod tym kątem badała też inne materiały, np. kryształy LBT ( $Li_2B_4O_7$ ). Analizowała wpływ domieszki Bi na odpowiedź piezoelektryczną ceramiki PZT. Na podstawie pomiarów właściwości dielektrycznych, piezoelektrycznych i optycznych analizowała mechanizmy odpowiedzialne za efekt piezoelektryczny w kryształach PZT o składzie zbliżonym do granicy morfotropowej. Warto podkreślić, że dr Lazar zajmuje się nie tylko badaniem, ale również hodowlą tych kryształów. Zespół, którego jest członkiem, potrafi wytworzyć kryształy dużych rozmiarów o bardzo dobrej jakości optycznej, co zasługuje na uznanie.

W kręgu zainteresowań Habilitantki są również zagadnienia dotyczące przejść fazowych oraz wpływ różnych czynników na nie. Czynnikiem tymi były domieszki, a co za tym idzie defekty, modyfikacje i zaburzenia struktury krystalicznej oraz wynikające z tego naprężenia wewnętrzne. Ich konsekwencją są zmiany właściwości optycznych, w szczególności dwójłomność optyczna badanie której p. dr Lazar wykorzystywała do analizy przejść fazowych. Były one badane w różnych materiałach, poza wymienionymi wcześniej również w kryształach BaTiO<sub>3</sub>, PbZrO<sub>3</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, Eu<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>] oraz w cienkich warstwach EuTiO<sub>3</sub> (ETO) na podłożu SrTiO<sub>3</sub> (STO). Te ostatnie materiały wykazują również właściwości magnetyczne. Niezbędne pomiary znacznie ułatwiła zaprojektowana przez dr Lazar przystawka do stolika mikroskopu optycznego. Jej zaletą jest to, że umożliwia w szerokim zakresie temperatur obserwację zmian struktury domenowej oraz pomiary dwójłomności przezroczystych próbek różnych rozmiarów, w polu elektrycznym o kierunku równoległym do wiązki padającego światła. Przystawka ta jest przedmiotem zgłoszenia patentowego.

Uzyskane w ramach prowadzonej działalności naukowej wyniki są owocem aktywnej współpracy naukowej prowadzonej z ważnymi ośrodkami w kraju i na świecie, a sama działalność

jest finansowana m.in. z projektów badawczych, w realizację i pozyskanie których angażowała się Habilitantka. Za swoją działalność naukowo-badawczą została trzykrotnie uhonorowana Nagrodą Rektora Uniwersytetu Śląskiego. Dwukrotnie została nagrodzona dodatkiem projakościowym za wysoko punktowane publikacje.

### *Współpraca naukowa*

Jeszcze w czasie studiów p. dr Iwona Lazar dążyła do poszerzania swoich horyzontów uczestnicząc w programach/konkursach umożliwiających zrealizowanie części programu studiów w ośrodkach zagranicznych. Tym sposobem dwa semestry studiowała na Uniwersytecie w Metz we Francji, gdzie również prowadziła badania naukowe. Później odbyła jeszcze kilka krótkoterminowych staży zagranicznych: dwutygodniowy staż w Instytucie Fizyki Czeskiej Akademii Nauk w Pradze (Czechy), tygodniowy staż w Institute of Energy and Climate Research (IEK) Forschungszentrum Jülich w Niemczech oraz tygodniowy staż w Oak Ridge National Laboratory Neutron Sciences (USA), który ze względu na ograniczenia covidowe został zredukowany do zdalnego udziału w eksperymencie.

Habilitantka nawiązała i umiejętnie prowadzi współpracę również z wieloma innymi ośrodkami naukowymi zarówno w kraju (Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Politechnika Częstochowska), jak i za granicą (Laboratorium Matériaux Optiques à Propriétés Spécifiques w Metz, Uniwersytet The Pennsylvania State w USA, Uniwersytet Oksfordzki, Uniwersytet w Warwick, Imperial College w Londynie, Uniwersytety Hallym i Asan w Korei, Czeska Akademia Nauk w Pradze, Instytut Maxa Plancka i Uniwersytet w Stuttgarcie – wymieniam tylko niektóre). Pełna lista ośrodków, z którymi współpracuje, jest zamieszczona w Autoreferacie.

### *Uczestnictwo w projektach badawczych*

Habilitantka brała udział w realizacji czterech projektów badawczych OPUS finansowanych przez NCN. Była kierownikiem jednego z tych projektów, a w pozostałych wykonawcą. Co najmniej jeden z nich jest w trakcie realizacji. Kierowała również projektem „Wpływ warunków panujących w kosmosie na funkcjonowanie materiałów piezoelektrycznych”, finansowanym w konkursie SWOBODA BADAŃ – II edycja organizowanego w ramach Inicjatywy Doskonałości Badawczej Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Brała również udział w realizacji dwóch międzyuczelnianych projektów interdyscyplinarnych (wymagających zgody Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych). Jeden z nich jest jeszcze w fazie realizacji.

### *Działalność popularyzatorska*

Dr Iwona Lazar prezentowała swoje osiągnięcia nie tylko w środowisku naukowym, ale dbała o ich rozpowszechnienie również poza nim. Aktywnie uczestniczyła w akcjach promocyjnych typu Śląski Festiwal Nauki, Powiatowe Dni Nauki, Dni Otwarte. Uczestniczyła w konkursach doświadczalnych „Puchar Witelona” organizowanych dla uczniów szkół podstawowych i średnich. Poszerzyła też ofertę wykładów dla szkół realizowanych w ramach projektów „Kształcenie dla Przyszłości” i „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”. Dbała też o rozbudzenie naturalnej dla młodego wieku ciekawości i zainteresowania fizyką, organizując warsztaty „Eksperymenty” dla

przedszkolaków i uczniów szkoły podstawowej. Za swoją działalność przyznano Jej Honorową Nagrodę "Złota tarcza" I Liceum Ogólnokształcącego im. Stefanii Sempołowskiej w Tarnowskich Górach.

### **Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego**

Jako nauczyciel akademicki dr Iwona Lazar prowadziła zajęcia dla studentów I i II stopnia oraz dla studentów studiów doktoranckich. Prowadziła konwersatoria i ćwiczenia rachunkowe z takich przedmiotów, jak: Podstawy fizyki (mechanika, optyka i budowa materii, elektryczność i magnetyzm), Fizyka doświadczalna (optyka i budowa materii), Fizyka, Termodynamika, Podstawy termodynamiki, Termodynamika procesów biologicznych, Elementy matematyki, Nauczanie fizyki w zakresie wybranej specjalności, Zastosowanie piezoelektryczności. Prowadziła również ćwiczenia laboratoryjne: I i II Pracownia fizyczna, Laboratorium fizyczne, Laboratorium z biofizyki, Podstawy fizyczne metod diagnostyki i terapii, Fizyka. Zajęcia te prowadziła zarówno w j. polskim, jak i angielskim. Poza tym dr Lazar była promotorem 3 prac magisterskich i 4 prac licencjackich/inżynierskich – autorzy dwóch uzyskali I i II miejsce w konkursach w ramach Ogólnopolskiej Konferencji Studentów Fizyki Medycznej i ogólnopolskiego Seminarium Fizyki. Pełniła też rolę tutora w programie „First Steps in Science”.

Dodatkowo dr Iwona Lazar czyniła wysiłki na rzecz poszerzenia ogólnoakademickiej oferty dydaktycznej zgłaszając swoje propozycje modułów realizowanych przez studentów studiów II stopnia. Przygotowała ofertę warsztatów specjalistycznych realizowanych w ramach międzynarodowej interdyscyplinarnej Szkoły Letniej „VINCI”. Brała aktywny udział w opracowaniu siatki studiów dla studentów studiów stacjonarnych I stopnia na kierunku matematyka, specjalność nauczycielska - nauczanie matematyki i fizyki.

Nie uchylała się od pełnienia i innych obowiązków. Była członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, członkiem komisji kwalifikującej studentów na wyjazdy na studia zagraniczne w ramach programu Socrates, była opiekunem studentów III roku ekonofizyki, opiekunem laureatki Konkursu o staż w Zespole Badawczym w Instytucie Fizyki. Była też przedstawicielem młodych pracowników naukowych w Radzie Instytutu Fizyki.

### **Wnioski końcowe**

Podsumowując, po analizie dorobku p. dr Iwony Lazar mogę stwierdzić, że w ciągu ostatnich lat znacznie powiększyła swój dorobek naukowy. Zarówno cykl artykułów naukowych wskazanych jako osiągnięcie naukowe, będące podstawą postępowania habilitacyjnego, jak i pozostałe publikacje Jej autorstwa, zawierają oryginalne i ważne wyniki. W czasie ich uzyskiwania Habilitantka wykazała się m.in. umiejętnością projektowania i prowadzenia eksperymentów, umiejętnością pozyskiwania funduszy na nie, umiejętnością nawiązywania kontaktów naukowych i współpracy oraz nawet talentem konstruktorskim. Posiada więc kompetencje pożądane u samodzielnego pracownika



naukowego. Jej pozostała aktywność naukowa, dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska dowodzi jej zaangażowania w działalność na rzecz społeczności akademickiej i lokalnej.

Stwierdzam, że dr Iwona Lazar posiada w dorobku osiągnięcie naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne, oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową w więcej niż jednej uczelni / instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Spełnia więc wymagania formułowane w art. 219 Ustawy z dnia 20.07.2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie dr Iwone Lazar do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego i rekomenduję nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.

