

Prof. dr hab. Tomasz Stobiecki
Katedra Fizyki Ciała Stałego AGH
Katedra Elektroniki AGH
e-mail: stobieck@uci.agh.edu.pl

Kraków, 3. 11. 2017

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej
i ocena dorobku naukowego dr Iwony Agnieszki Kowalik-Arvaniti “Magnetyzm i
struktura elektronowa wybranych funkcjonalnych materiałów spintronicznych:
badania selektywne pierwiastkowo”**

Poniższa ocena osiągnięć dr Iwony Agnieszki Kowalik-Arvaniti została przygotowana na podstawie następujących dokumentów datowanych na dzień 21. 04. 2017:

1. autoreferatu opartego na cyklu ośmiu monotematycznych publikacjach i opisie zgłoszenia patentowego (H9),
2. ośmiu publikacjach i opisie zgłoszenia patentowego (publikacja zgłoszenia patentowego US 2016/057859 A1) stanowiących osiągnięcie naukowe,
3. wykazu wszystkich opublikowanych prac naukowych wraz z oceną własnego udziału,
4. oświadczeniu dr Kowalik-Arvaniti o indywidualnym wkładzie w współautorskie publikacje stanowiące Jej dorobek naukowy,
5. oświadczeń współautorów,
6. dokumentach poświadczających aktywność naukowo-organizacyjną dr Kowalik-Arvaniti

oraz w oparciu o:

1. Ustawę z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. z 2016r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311).
2. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011, w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. Nr 196, poz. 1165).

Dr Iwona Agnieszka Kowalik-Arvaniti ukończyła studia z fizyki w 2001 roku pracą magisterską wykonaną w Instytucie Fizyki Doświadczalnej w Zakładzie Częstek i Oddziaływań Fundamentalnych „*Detekcja mionów z otoczki wiązki protonowej w kalorymetrze BAC (eksperyment ZEUS przy akceleratorze HERA)*” na wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (UW). Przed magisterką w ramach studiów I stopnia obroniła pracę licencjacką w Instytucie Fizyki Doświadczalnej w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego „*Morfologia powierzchni warstw GaN badana AFM*”. Już w czasie studiów zapoznała się, zarówno z badaniami powierzchni cienkich warstw półprzewodnikowych oraz metodami fizyki jądrowej dużych eksperymentów na akceleratorze HERA w DESY. W roku ukończenia studiów magisterskich (2001) podejmuje studia doktoranckie, które kończy w grudniu 2006 roku pracą doktorską: „*Stany 3d w strukturze elektronowej powierzchni GaN modyfikowanej warstwami zawierającymi metale przejściowe*” – promotor prof. dr hab. Bogdan Kowalski.

Podstawowym celem rozprawy doktorskiej pani Kowalik-Arvaniti były badania struktury elektronowej (podczas osadzania warstw metali przejściowych (TM) na powierzchni objętościowego GaN(0001)), metodą kątowno-rozdzielczej fotoemisji rezonansowej. W pracy zbadała wpływ pasma 3d cienkich warstw TM: Mn, Ti, Co na strukturę elektronową układu TM/GaN. Praca doktorska została wyróżniona w przez Polskie Towarzystwo Próżniowe w konkursie im. Janusza Groszkowskiego w 2007 roku. W okresie pracy nad doktoratem (lata 2004 – 2006) publikuje 11 prac wymienionych w bazie JCR (Journal Citation Reports).

Od 1 stycznia 2007 roku do chwili obecnej dr Kowalik-Arvaniti pracuje w Instytucie Fizyki Polskiej (IF PAN) w Oddziale Fizyki i Technologii Nanostruktur Półprzewodników Szerokoprzerwowych, w Zespole Mikroskopii i Spektroskopii Elektronowej. W okresie od 15. października 2007 do 15. stycznia 2009, będąc na urlopie naukowym, pracowała w laboratorium synchrotronowym MAX-lab Uniwersytetu w Lund.

Zgodnie z kryteriami określonymi w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1. 09. 2011 przedłożona recenzja będzie się składać z oceny osiągnięcia naukowego, oceny aktywności naukowej oraz innych osiągnięć naukowych i organizacyjnych powstałych przy okazji tych działań.

Ocena osiągnięcia naukowego

Dr Iwona Agnieszka Kowalik-Arvaniti zgłosiła, zgodnie z art.16 ust.2 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 roku, cykl 8. publikacji i opis 1 patentu US2016057859 pod wspólnym tytułem: „*Magnetyzm i struktura elektronowa wybranych funkcjonalnych materiałów spintronicznych: badania selektywne pierwiastkowo*” jako osiągnięcie naukowe. Prace te są powiązane ze sobą tematycznie i można niewątpliwie je uznać za jednotematyczny cykl publikacji, o którym jest mowa w art.16 ust.2 pkt 1 Ustawy. Dołączone do autoreferatu oświadczenia współautorów tych prac potwierdzają jednoznacznie wiodącą rolę dr Iwony Agnieszki Kowalik-Arvaniti przy ich powstawaniu.

Zbiór ośmiu publikacji i opis patentowy, których autorką bądź współautorką jest pani dr Iwona Agnieszka Kowalik-Arvaniti jest kompletnym opracowaniem badań eksperymentalnych wybranych funkcjonalnych materiałów spintronicznych z zastosowaniem technik spektroskopowych wykorzystujących promieniowanie synchrotronowe. Badane przez Habilitantkę materiały to szerokoprzerwowe półprzewodniki półmagnetyczne (*DMS – Diluted Magnetic Semiconductors*) GaN H3 i ZnO (prace H4, H5, H6) domieszkowane jonami pierwiastków magnetycznych 3d (Fe, Co) i jonami diamagnetycznego Bi w przypadku ZnO (H7). Natomiast efekt filtrowania spinowego wywołanego przez chiralne cząsteczki organiczne dr Kowalik-Arvaniti opisała w pracach H8 i H9 wykazując, że są to nowe półprzewodniki organiczne z perspektywą na zastosowania jako nowe materiały spintroniczne przeznaczone na filtry spinowe. Dwie prace H1 i H2 są opisem linii pomiarowej I1011 w laboratorium MAX-lab, przeznaczonej do badań absorpcji rentgenowskiej (XAS), magnetycznego dichroizmu kołowego (XMCD), i liniowego dichroizmu magnetycznego (XLMD) oraz rentgenowskiego rezonansowego rozproszenia magnetycznego (XRMS).

Prace zostały opublikowane w ciągu ostatnich siedmiu lat w czasopiśmie z bazy JCR dyskutujących zagadnienia fizyki ciała stałego takich jak: *Physical Review B* (2, IF=3.564),

Scientific Reports (1, IF=5.525), Advanced Materials (1, IF= 18.172), Physica Status Solidi B (1, IF=1.202), Acta Physica Polonica A (1, IF=0.54), Journal of Physics: Conference Series (2). W pięciu pracach pani dr Kowalik-Arvaniti jest autorem korespondencyjnym. Zachowując właściwe standardy etyki naukowej Habilitantka, przeprowadziła szczegółową analizę swojego wkładu w opublikowane prace wykazując, że we wszystkich jest ona autorką koncepcji badań w laboratoriach synchrotronowych, rezerwacji czasu na przeprowadzenie eksperymentów i ich finansowanie, przeprowadzenie badań (XAS) i (XMCD), analizę tych danych oraz udział w przygotowaniu publikacji. Swoją udział procentowy szacowała w granicach od 20% (H5), przez 32% (H9), 35% (H4), 40% (H7), 50% (H8), 70% (H1), 75% (H3 i H6) do 100% (H2 praca monoautorska). Wszyscy współautorzy zgodnie potwierdzili ocenę wspólnych wkładów przeprowadzoną przez Habilitantkę.

Dr Kowalik-Arvaniti przygotowała bardzo obszerny 43 stronicowy opis osiągnięcia naukowego, który praktycznie jest monografią habilitacyjną. Na początku autoreferatu uzasadniła celowość badań metodami spektroskopii wzbudzeń rezonansowych z użyciem promieniowania synchrotronowego do charakteryzacji nowych materiałów dla zastosowań w spintronice, następnie opisała zastosowane metody badawcze i grupy materiałów, które badała, zakończyła wnioskami na przyszłość i bardzo obszerną literaturą (95 pozycji).

Opierając się na autoreferacie i zbiorze publikacji przejdę do omówienia najważniejszych osiągnięć naukowych uzyskanych przez Habilitantkę. W rozdziale 2.4.1 i w pracach H1 i H2 dr Kowalik-Arvaniti omówiła swój znaczący wkład w projektowanie, zestawianie elementów (przede wszystkim cewek, elektromagnesów „octupole” - UHV i undulatora potrzebnych do eksperymentów XMCD i XLMD) oraz kalibrację wiązki synchrotronowej na linii I1011 w MAX-lab, w efekcie osiągnęła bardzo wysoki poziom czułości 10^{-4} atomowego przekroju czynnego na absorpcje w zakresie miękkiego promieniowania rentgenowskiego krawędzi K atomów tlenu i azotu konieczną do badania rozcieńczonych DMS ZnO i GaN. Aby wyznaczyć stopień polaryzacji kołowej promieniowania wychodzącego z undulatora, wykonała pomiary XMCD dla kalibracyjnych warstw ferromagnetycznego bcc Fe praca H2. Habilitantka nie ograniczyła się jedynie do technik eksperymentalnych dostępnych na linii I1011 w laboratorium MAX-lab (H1), w zależności od potrzeb do badań DMS stosowała, fotoemisyjną mikroskopię elektronową (PEEM, prace H3i H2), magnetyczną mikroskopię fotoelektronów (XMCD-PEEM) H2 i spinowo- oraz kątowo-rozdzielczą spektroskopię fotoemisyjną (ARUPS) H8. Do najważniejszych wyników uzyskanych przez dr Kowalik-Arvaniti (która jest pierwszym autorem prac H2 i H3) dla cienkich warstw(Ga,Fe)N otrzymanych metodą MOVPE (Metal Organic Vapor Phase Epitaxy) należy zaliczyć:

- wyznaczenie metodami XMCD i XAS momentu spinowego i orbitalnego atomów Fe w nanokryształach Fe_xN wytrąconych w postaci kropek kwantowych w sieci krystalicznej GaN,
- wyznaczenie (dzięki wysokiej czułości pomiarowej aparatury XMCD i XAS na linii I1011 MAX-lab) momentu magnetycznego atomów azotu oraz oznaczenie, korzystając z obliczeń *ab-initio*, wkładu magnetyczny stanów N(2p) H3,
- zobrazowanie składu chemicznego, kontrastu magnetycznego i „vorteksowej” struktury domenowej w nanokryształach Fe_xN o rozmiarach ok. 50 nm.

Badania warstw (Ga,Fe)N były realizowane we współpracy z *Institute of Semiconductor and Solid State Physics, Johannes Kepler University Linz* gdzie zostały wykonane próbki, dyfrakcja elektronowa LEED obliczenia *ab-initio* spektrów XAS i XMCD oraz pomiary XPEEM na wiązce Elettra synchrotronu w Trieste.

Kolejnym wyzwaniem eksperymentalnym w badaniach Habilitantki z grupy DMS były rozcieńczone tlenki magnetyczne (Zn,Co)O prace (H4, H5 i H6), które według obliczeń *ab-initio* mogą wykazywać wysokotemperaturowy ferromagnetyzm. Badania, głównie eksperymentalne, tym razem były prowadzone w szerokiej współpracy polskich grup związanych przede wszystkim z Instytutem Fizyki PAN, Instytutem Chemii Fizycznej PAN, Uniwersytetem Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie i zagranicznymi partnerami z *Depto. de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid* i *Department of Physics and Astronomy, Uppsala University*, w zakresie obliczeń *ab-initio*. Podobnie jak w przypadku rozcieńczonych azotków (Ga,Fe)N dr Kowalik-Arvaniti postanowiła metodami XAS i XMCD zbadać strukturę i rozmieszczenie ferromagnetycznych domieszek. Warstwy o różnym stosunku tlenków ZnO do CoO domieszkowane do 40% Co, wytworzone były metodą Atomic Layer Deposition (ALD) w szerokim zakresie temperatur 160° – 300° C na podłożu Si/SiO₂. Warstwy były charakteryzowane wszechstronnie różnymi metodami nano-/mikrostrukturalnymi (XRD, SEM, HR-TEM-cross-section, AFM, SIMS, XPS), następnie były starannie badane magnetycznie statycznymi pomiarami SQUID w szerokim zakresie temperatur. Pomiary XAS i XMCD, ze względu na nanokrystaliczne wytrącenia Co i Co_xO przeprowadziła w przypowierzchniowych obszarach warstwy ZnO (do głębokości 5 nm) oraz w obszarze krateru czyli jej dolnej części blisko podłoża (H4, H5 i H6)). Stwierdziła wytrącenia bogatych w Co klastrów, które indukują naprężenia sieci krystalograficznej ZnO. Obliczenia *ab-initio* z uwzględnieniem naprężeń sieci matrycy ZnO potwierdziły zmiany intensywności spektrów dla krawędzi O-K i Zn-L (H6). Jednak podstawowe badania określające przydatność (Zn,Co)O do zastosowań dla spintroniki to pomiary uprządkowania magnetycznego, analizowane przez pierwszego autora prof. M. Sawickiego w obszernej publikacji (H5 (*PRB* (2013)), *Homogenous and heterogeneous magnetism in (Zn,Co)O: from a random antiferromagnet to a dipolar superferromagnet by changing the growth temperature*) można podsumować następująco:

- warstwy nanoszone w 160°C wykazują krótko-zasięgowe oddziaływania antyferromagnetyczne jonów Co losowo rozmieszczonych w sieci ZnO,
- natomiast warstwy nanoszone w 200°C (i temperaturach wyższych) wykazują interfejsową fazę nanokrystalitów Co, która to faza jest odpowiedzialna za ferromagnetyzm w temperaturze pokojowej. Zdaniem autorów pracy H5 interfejsowy ferromagnetyzm można wyjaśnić modelem „*two-dimensional dipolar superferromagnets*”.

W związku z doniesieniami literaturowymi istnienia wysokotemperaturowego ferromagnetyzmu w warstwach ZnO domieszkowanych ciężkimi jonami Bi dr Kowalik-Arvaniti przeprowadziła badania XMCD dla krawędzi K tlenu w warstwach ZnBi_xO_{1-x} otrzymanych techniką depozycji laserem impulsowym (PLD), wykazała poprzez pomiar polaryzacji stanów spinowych O(2p) znaczny moment magnetyczny. Autorzy publikacji H7 (*Sci. Rep.* (2015) *Towards a new class of heavy ion doped magnetic semiconductors*

for room temperature applications) sugerują, że źródłem ferromagnetyzmu są dziury wprowadzone poprzez domieszkowanie jonami Bi oraz sprzężenie spinowo-orbitalne w połączeniu z oddziaływaniami p – p pomiędzy atomami Bi, Zn i O. Otrzymany wynik eksperymentalny został potwierdzony pasmowymi obliczeniami *ab-initio*. Praca H7 została wykonana w dużej grupie międzynarodowej (11 autorów), w której wyniki dr Kowalik-Arvaniti z pomiarów XMCD stanowią istotny element badań (ocenione na 40%).

W poszukiwaniach nowych materiałów dla zastosowań spintronicznych Habilitantka skierowała swoje zainteresowania na łańcuchy DNA o symetrii chiralnej, które mogą być zastosowane jako filtry i polaryzatory spinowe, opierając się na doniesieniach z pracy Göhler *et al. Science* 331, 894 (2011), w której autorzy pokazali, że dzięki wykorzystaniu chiralnych łańcuchów podwójnej helisy DNA osadzanych na złocie uzyskać można silną polaryzację spinową, osiągającą nawet 60%. Natomiast dr Kowalik-Arvaniti wraz z współautorami w pracy H8 pokazała więcej, że polaryzację spinową można uzyskać dzięki transmisji elektronów poprzez 1 - 2 monowarstwy homochiralnych cząsteczek DPED (niepotrzebny jest długi łańcuch DNA co daje istotną miniaturyzację).

Eksperyment fotoemisyjny z zastosowaniem techniki ARPUS dr Kowalik-Arvaniti, wraz ze współpracownikami, przeprowadziła na linii pomiarowej I3 zlokalizowanej na pierścieniu MAX III w MAX-lab. Finezja eksperymentu *in situ* polegała na osadzeniu na monokryształe Cu(100) monowarstwę Co(100) a na jej powierzchni monowarstwę homochiralnych cząsteczek DPED. W tych warunkach metoda ARUPS pozwoliła na scharakteryzowanie spinu spolaryzowanych fotoelektronów pochodzących z powierzchni Co(100) propagowanych poprzez monowarstwę molekularną cząsteczek DPED. Ponadto autorzy pracy H8 wykazali, że cząsteczki chiralne mogą działać jak polaryzatory spinowe, a nie tylko jako filtry gdyż uzyskali polaryzację spinową w wybranym kierunku przestrzeni, ta własność stała się przedmiotem patentu US2016057859 H9.

Publikacje, na które składa się osiągnięcie naukowe zebrały 62 obce cytowania, najczęściej cytowane są: H5 (20), H1 (13), H8 (9), H4 (9), H3 (7).

Podsumowując punkt dotyczący oceny osiągnięcia naukowego uważam, że prace od H1 do H8 stanowią spójny tematycznie zbiór publikacji zatytułowany "*Magnetyzm i struktura elektronowa wybranych funkcjonalnych materiałów spintronicznych: badania selektywne pierwiastkowo*", na szczególne podkreślenie zasługuje wszechstronność zastosowania przez Habilitantkę najnowocześniejszych metod spektroskopowych spinowo-czułych do charakteryzacji struktury elektronowej nie tylko półprzewodników klasy *DMS* ale również chiralnych łańcuchów organicznych. Uniwersalność eksperymentatorska Habilitantki jest w mojej ocenie niezwykła, gdyż wykazała ona nie tylko swobodę poruszania się w zaawansowanych technikach synchrotronowych, ale również w wysoko próżniowych technologiach nanoszenia cienkich i ekstremalnie cienkich warstw metodami: MBE, ALD i „sputtering”. Ponadto analiza badań, które przekazywała do wspólnych publikacji jest niezwykle głęboka fizycznie zawsze podparta modelami teoretycznymi.

W autoreferacie dr Kowalik-Arvaniti, komentuje potencjalne możliwości zastosowania materiałów typu *DMS* oraz chiralnych warstw organicznych w elektronice spinowej oceniając wydajność prądów spinowych tych materiałów, ale unika obiektywnego

komentarza, że wydajność prądów spinowych w metalicznych strukturach metal ciężki o właściwościach spinowo-orbitalnych (np. W, Ta, Pt)/ferromagnetyk (najczęściej Co, CoFeB, NiFe) osiąga już znaczne wartości przekraczające 30% w temperaturze pokojowej a w temperaturach helowych 55% (np. APL 109, 062407 (2016), Sci. Rep. 7, 968 (2017)).

Powyższa uwaga nie umniejsza w żadnym stopniu, według mojej oceny, **wyróżniających się osiągnięć w dyscyplinie fizyka dr Iwony Agnieszki.**

W związku z tym, co napisałem powyżej, moja ocena osiągnięcia naukowego doktor Iwony Agnieszki Kowalik-Arvaniti pt. *"Magnetyzm i struktura elektronowa wybranych funkcjonalnych materiałów spintronicznych: badania selektywne pierwiastkowo"* **jest bardzo pozytywna** i stwierdzam, że przedłożone osiągnięcie naukowe spełnia kryteria określone Rozporządzeniem Ministra NiSzW z dnia 1 września 2011 r. poz.1165.

Ocena aktywności naukowej

Łączna liczba publikacji, których autorem lub współautorem jest dr Kowalik-Arvaniti wymienionych w bazie JCR to 34 pozycje (z uwzględnieniem prac habilitacyjnych), przed doktoratem Habilitantka opublikowała 11 prac, po doktoracie 15, sumaryczny współczynnik wpływu IF=64,062, całkowita liczba cytowań 332 (WoS)/451 (Scholar Google) bez uwzględniania autocytowań 308 (WoS), indeks Hirscha H=9. Wyżej podane dane liczbowe wskazują na dużą aktywność naukową i dobre parametry bibliometryczne Habilitantki. Dr Kowalik-Arvaniti oprócz publikacji indeksowanych w bazie JCR jest współautorem 23 raportów (w 15. jest pierwszym autorem) publikowanych przez Międzynarodowe Laboratoria Promieniowania Synchrotronowego.

W dorobku publikacyjnym nie wchodzącym w osiągnięcie naukowe do najliczniej cytowanych prac, w których Habilitantka ma udział większy niż 30% należą:

- *Structural and optical properties of low-temperature ZnO films grown by atomic layer deposition with diethylzinc and water precursors* I.A. Kowalik, et al. Journal of Crystal Growth 311, 1096 (2009), (46 cytowania, udział Habilitantki 55%),
- *Extremely low temperature growth of ZnO by atomic layer deposition* E. Guziejewicz, I.A. Kowalik, et al., Journal of Applied Physics 103, 033515 (2008) (139 cytowań, udział Habilitantki 30%),
- *Extra-low temperature growth of ZnO by atomic layer deposition with diethylzinc precursor* I.A. Kowalik, et al. Acta Physica Polonica A 112, 401 (2007) (19 cytowań, 50% wkład Habilitantki).

Jeśli chodzi o raporty Międzynarodowych Laboratoriów Promieniowania Synchrotronowego Jej wkład w badania, analizę wyników i opracowania raportów w 15. przekracza 50 %. Powyższa analiza wszystkich opublikowanych osiągnięć naukowych Habilitantki udowadnia Jej wysoką specjalizację w spektroskopowych metodach z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego i metod fotoemisyjnych w laboratoriach MAX-lab.

Habilitantka przedstawiła bardzo długą listę publikacji konferencyjnych razem 11, sama wygłosiła na konferencjach i warsztatach międzynarodowych i krajowych 6 referatów zaproszonych, jest współautorką 7 referatów zaproszonych wygłoszonych przez współpracowników. Prezentacji ustnych, które wygłosiła na krajowych i międzynarodowych konferencjach ma 11, wygłoszonych przez współautorów 15, prezentacji plakatowych 63. Dzięki swojej ogromnej aktywności naukowej i wysokiej specjalizacji w technologiach cienkowarstwowych i badaniach synchrotronowych w latach 2002 – 2015 wygłosiła 17 seminariów naukowych w instytutach i uczelniach krajowych i zagranicznych. Ma też na swoim koncie artykuły w prasie hiszpańskiej. Niektóre dane i oryginalne rysunki z badań są cytowane w monografiach książkowych. Recenzuje publikacje dla czasopism: *Radiation Physics and Chemistry*, *Journal of X-ray Spectrometry*, *Cogent Physics*, *Acta Physica Polonica*, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms (NIMB)*.

Dr Kowalik-Arvaniti kierowała Polsko-Austriackim projektem: *Condensed and dilute magnetic nitrides: pinning the fundamental exchange interactions and the pathway to spintronic functionalities (2012-13)* oraz projektem, NCN: *Magnetic spectroscopy and spectro-microscopy of the low-dimensional magnetic structures(2012-16)*, w 4. projektach była wykonawcą.

Za szczególnie ważne, ze względu na specyfikę badań, jest Jej ogromne doświadczenie w projektach synchrotronowych, nabyte przez kierowanie 12 projektami oraz udział jako „co-applicant” w 30. To doświadczenie jest w tej chwili wykorzystywane w konsultacjach badań i projektowaniu stacji pomiarowych synchrotronu SOLARIS w Krakowie.

Oczywistym jest, że dr Kowalik-Arvaniti ma ogromną, wysoko ocenianą współpracę międzynarodową z wieloma wybitnymi naukowcami z całego świata gdyż to wykazała wieloma wspólnymi publikacjami, między innymi z uczonymi z: *MAX-laboratory Lund University*, *KTH Royal Institute of Technology Sztokholm*, *Uppsala University*, *Universidad Autonoma de Madrid*, *IMDEA Nanoscience Institute*, *Quantum Functional Semiconductor Research Centre*, *Dongguk University Seoul*.

Ocena osiągnięć dydaktycznych , popularyzatorskich i organizacyjnych

Działalność dydaktyczną Habilitantki polegała na wprowadzaniu użytkowników linii pomiarowej I1011, za którą była odpowiedzialna, w działanie, użytkowanie i wstępną analizę danych eksperymentalnych, jest to praca odpowiedzialna, gdyż stopień przygotowania naukowców, najczęściej doktorantów i młodych doktorów jest mocno zróżnicowany. Dydaktycznie udzielała się również w ramach *“Nordic and European Summer School in Synchrotron Radiation Science”* organizowanych przez MAX-lab.

Natomiast w ramach działalności popularyzatorskiej podczas wizyt szkół średnich oraz pikników naukowych i „dni otwartych” laboratorium MAX-lab dr Kowalik-Arvaniti demonstrowała i wyjaśniała możliwości wykorzystania linii I1011 i pożytek z badań synchrotronowych nie tylko dla nauki ale również dla społeczeństwa XXI wieku. Podobną działalność popularyzowania nauki Habilitantka realizowała podczas pikników naukowych w Polsce.

Do osiągnięć organizatorskich należy zaliczyć Jej sekretarzowanie International School & Conference on the Physics of Semiconductors w roku 2011.

Jednak prawdziwie naukowy wkład organizatorski, który dla naukowca ma szczególną wartość, to tworzenie nowoczesnego laboratorium w w przypadku dr. Kowalik-Arvaniti była to instalacja, projektowanie i budowa aparatury na rzecz linii pomiarowej I1011w MAX-lab.

Pani dr Kowalik-Arvaniti mając, według mojej oceny, wybitne osiągnięcia naukowe, jest osobą skromną, była wyróżniona za prace doktorską w konkursie im. Janusza Groszkowskiego w roku 2007, kilka lat później jej praca H8 *Enantiospecific spin polarization of electrons photoemitted through layers of homochiral organic molecules* opublikowana w *Advanced Materials* (IF= 18.172) została wyróżniona przez dyrekcję IF PAN jako jedno z najważniejszych osiągnięć Instytutu w roku 2014.

Wnioski końcowe i rekomendacja

Podsumowując stwierdzam, że zarówno cykl prac stanowiących osiągnięcie naukowe będące podstawą wystąpienia doktor Iwony Agnieszki Kowalik-Arvaniti o stopień doktora habilitowanego, jak i pozostałe prace z dorobku Habilitantki reprezentują wyróżniający się poziom naukowy i wnoszą istotny wkład w rozwój fizyki ciała stałego.

Uważam, że spełnione są warunki określone w ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311) dla osób ubiegających się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego i wnioskuję o dopuszczenie doktor Iwonę Agnieszkę Kowalik-Arvaniti do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

