Dr hab. Marek Kisielewski, prof. UwB
Wydział Fizyki
Uniwersytet w Białymstoku

Białystok, 30.11.2017

Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego:
**„*Magnetyzm i struktura elektronowa wybranych funkcjonalnych materiałów spintronicznych: badania selektywne pierwiastkowo*"**
i aktywności naukowo-badawczej,
a także dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego
oraz współpracy międzynarodowej
**dr Iwony Agnieszki Kowalik-Arvaniti,**
przygotowana w ramach postępowania habilitacyjnego.

## Wstęp

Niniejszą recenzję przygotowałem w oparciu o następujące dokumenty, dostarczone w formie elektronicznej:

1) Autoreferat w języku polskim
2) Kopie publikacji
3) Raport cytowań publikacji
4) Oświadczenia współautorów
5) Oświadczenie habilitanta o indywidualnym wkładzie

oraz w oparciu o obowiązujące następujące przepisy prawne:

1) ***USTAWĘ*** *z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dziennik Ustaw, 27 września 2017, Poz. 1789.*
2) ***Rozporządzenie*** *Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego Dziennik Ustaw Nr 196 poz. 1165.*

Zgodnie z Art. 18a, ust.7 w/w *USTAWY*, moim zadaniem jest ocena „*czy osiągnięcia naukowe wnioskodawcy spełniają kryteria określone w art. 16*" w/w *USTAWY*. Najważniejszy – z mego punktu widzenia – fragment artykułu 16 ma brzmienie następujące:

*„Art. 16. 1. Do postępowania habilitacyjnego może zostać dopuszczona osoba, która posiada stopień doktora oraz osiągnięcia naukowe lub artystyczne, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej lub artystycznej oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną.*

*2. Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1, może stanowić: 1) dzieło opublikowane w całości lub w zasadniczej części, albo cykl publikacji powiązanych tematycznie; 2) zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne; 3) część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego."*

Biorąc pod uwagę w/w przepisy, dokonałem podziału niniejszej recenzji na cztery części:

A. Ocena osiągnięcia naukowego
B. Ocena aktywności naukowo-badawczej
C. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej
D. Podsumowanie i wniosek końcowy

## A. Ocena osiągnięcia naukowego

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe ma formę zbioru dziewięciu prac, opublikowanych w latach od 2010 do 2016, oznaczonych przez Habilitantkę numerami od **H1** do **H9**, spośród których: (i) sześć ukazało się w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), takich jak Acta Physica Polonica A (**H2**), Physical Review B (**H3**, **H5**), Physica Status Solidi (**H4**), Scientific Reports (**H7**) oraz Advanced Materials (**H8**); (ii) dwie zostały wydane w Journal of Physics: Conference Series jako raporty pokonferencyjne (**H1**, **H6**); (iii) jedna jest związana ze zgłoszeniem patentowym w United States Patent and Trademark Office (**H9**). Prawie wszystkie prace, oprócz **H2**, są wieloautorskie, co jest sprawą typową w przypadku raportowania wyników osiągniętych w fizyce eksperymentalnej.

Zawartość merytoryczna prac od **H1** do **H9** przedstawia się następująco:

W pracy **H1** zaprezentowana została aparatura pomiarowa, za pomocą której wykonano większość badań eksperymentalnych składających się na osiągnięcie habilitacyjne, czyli linia I1010 w pierścieniu kumulacyjnym MAX-II (1.5 GeV) w laboratorium synchrotronowym MAX-lab w Lund w Szwecji, wraz ze stacjami końcowymi. Źródłem promieniowania rentgenowskiego o wysokiej jasności i o energii kwantów od 0.2 do 1.7 keV jest w tej linii eliptycznie polaryzujący undulator (EPU), który jest w stanie generować wiązkę o dowolnie wybranej polaryzacji – od liniowej (poziomej i pionowej), poprzez eliptyczną, do kołowej o różnej skrętności. Jedna ze stacji końcowych tej linii została wyposażona w komorę ultra-wysokiej próżni (UHV), w której próbka może być ochłodzona do temperatury 20 K i poddana działaniu dowolnie skierowanego w przestrzeni pola magnetycznego o indukcji do 1T, generowanego przez układ ośmiu elektromagnesów. Takie parametry zostały zaprojektowane i osiągnięte z myślą o precyzyjnych badaniach wkładu poszczególnych atomów do właściwości magnetycznych w układach rozcieńczonych magnetyków, z wykorzystaniem takich technik jak rentgenowski magnetyczny dichroizm kołowy (XMCD - X-ray magnetic circular dichroism), rentgenowski magnetyczny dichroizm liniowy (XLMD - X-ray linear magnetic dichroism) czy też rentgenowskie rezonansowe rozpraszanie magnetyczne (XRMS - X-ray resonant magnetic scattering). Z widm XMCD możliwe jest bowiem bezpośrednie uzyskanie informacji o momentach magnetycznych orbitalnym i spinowym, stosując magnetooptyczne reguły sum. Warto podkreślić, że Habilitantka brała aktywny udział w montażu, kalibracji, uruchomieniu tej linii i w pomiarach testowych. Według oświadczenia Habilitantki, jej indywidualny wkład w przygotowanie tej pracy wynosił 70%.

Praca **H2**, która została w 100 % przygotowana przez Habilitantkę podczas prawie dwuletniego stażu w laboratorium MAX-lab oraz podczas regularnych czasów pomiarowych uzyskiwanych wraz z finansowaniem w laboratoriach synchrotronowych, stanowi zwarty przegląd zastosowania technik rentgenowskiej spektroskopii absorpcyjnej do charakteryzacji właściwości magnetycznych niskowymiarowych materiałów magnetycznych, w tym rozcieńczonych półprzewodników magnetycznych (DMS - diluted magnetic semiconductors). Praca zawiera omówienie podstaw fizycznych wykorzystywanych efektów, opis układu eksperymentalnego, sposób przeprowadzenia pomiarów XMCD i XLMD oraz informacje dotyczące analizy zarejestrowanych widm. Badając krawędzie absorpcyjne i wykorzystując dipolowe reguły wyboru dla przejść elektronowych, można wyznaczyć momenty magnetyczne poszczególnych pierwiastków składowych stopów lub układów wieloskładnikowych oraz znaleźć wkłady do momentu magnetycznego wnoszone przez różne poziomy elektronowe. Oprócz ilustrujących różne metody pomiarowe wyników badań absorpcyjnych na krawędzi $L_{3,2}$ żelaza dla kryształu Fe i na krawędzi $L_{3,2}$ dla warstw kobaltu, Habilitantka zaprezentowała również wyniki badań na krawędzi $K$ azotu w próbce GaN domieszkowanego żelazem na poziomie 1%, oraz na krawędzi $L_{3,2}$ kobaltu dla cienkiej warstwy (Zn,Co)O, a także wyniki uzyskane za pomocą techniki XMCD-PEEM (PEEM – photoemission electron microscopy) w postaci

mikrofotografii wizualizujących nanokrystality bogate w żelazo, znajdujące się na powierzchni matrycy (Ga,Fe)N, zarejestrowane w obszarze widmowym odpowiadającym krawędziom absorpcyjnym $L_3$ oraz $L_2$ żelaza. W przypadku tej pracy warto zwrócić uwagę na jej ogromny walor dydaktyczny i przydatność dla kolejnych pokoleń polskich badaczy, przygotowywujących się do wykorzystania opisanych w pracy technik w badaniach własnych, w kontekście uruchamianego w Krakowie synchrotronu Solaris.

W pracy **H3** znalazły się wyniki badań przestrzennego rozkładu i magnetyzacji poszczególnych pierwiastków w warstwach (Ga,Fe)N. Za pomocą techniki XPEEM (X-ray photoemission electron microscopy) stwierdzono, że następuje agregacja jonów żelaza prowadząca do powstania bogatych w żelazo nanokrystalitów, ulokowanych w pobliżu powierzchni próbki, mających rozmiary poniżej 50 nm i różny stopień zawartości azotu. Duży sygnał XMCD zmierzony na krawędziach $L_{3,2}$ żelaza pozwolił na połączenie wysokotemperaturowego ferromagnetyzmu ze stanami *3d* atomów Fe. Duża wartość momentu orbitalnego wskazała na dużą anizotropię i na odpowiadającą temu wysoką temperaturę blokowania, co stabilizuje ferromagnetyzm bogatych w żelazo krystalitów w temperaturze pokojowej. Z kolei sygnał XMCD na krawędzi *K* azotu pozwolił wywnioskować, że stan *2p* atomów N, dzięki silnemu sprzężeniu wymiennemu z jonami Fe, niesie sporą polaryzację spinową. Wyniki te, wsparte jeszcze obliczeniami *ab initio* (z wykorzystaniem programu *FEFF*) widm XMCD dla różnych nanokrystalitów $FeN_\delta$, pokazały, że nanokrystality o $0.25 < \delta < 0.33$ odpowiadają za ferromagnetyczne właściwości warstw (Ga,Fe)N, natomiast w przypadku $\delta > 0.5$ pojawia się silne oddziaływanie antyferromagnetyczne. Indywidualny wkład Habilitantki w przygotowanie tej pracy wynosił 75%. Należy dodać, że wyniki tych badań zostały również opublikowane w książce J. A. van Bokhoven and C. Lamberti, X-Ray Absorption and X-Ray Emission Spectroscopy: Theory and Applications (Wiley, ISBN 978-1-118-84423-6, 2016).

W pracy **H4** udowodniono, że obserwowany w temperaturze pokojowej ferromagnetyzm warstw (Zn,Co)O, wytworzonych w niskiej temperaturze metodą ALD (atomic layer deposition), związany jest z metalicznymi klastrami kobaltu ulokowanymi na granicy warstwy (Zn,Co)O i podłoża krzemowego. Wykorzystano przy tym takie techniki jak SIMS (secondary-ion mass spectroscopy), magnetometria SQUID (superconducting quantum interference device), CL (cathodoluminescence), XPS (X-ray photoelectron spectroscopy) oraz XMCD. Indywidualny wkład Habilitantki w przygotowanie tej pracy, związany głównie z uzyskaniem dostępu do synchrotronu, pomiarami i analizą widm XMCD, wynosił 35%.

W pracy **H5** (stosunkowo obszernej bo liczącej 16 stron i przygotowanej przez 24 autorów) kontynuowano badania warstw (Zn,Co)O wytworzonych metodą ALD w różnych temperaturach. Stwierdzono, że o ile wszystkie próbki wytworzone w temperaturze 160°C wykazują magnetyczne właściwości charakterystyczne dla rozcieńczonych półprzewodników magnetycznych z grupy II-IV, to o tyle w przypadku wyższej temperatury osadzania, tj. 200°C i więcej, metaliczne nanokryształy kobaltu lokują się w dwóch miejscach, dając albo wkład superparamagnetyczny w przypadku nanokryształów rozproszonych w objętości, albo wkład ferromagnetyczny w przypadku nanokryształów ulokowanych na granicy warstwa (Zn,Co)O / podłoże i tworzących gęsty dwu-wymiarowy rozkład przestrzenny ziaren sprzężonych dipolarne. Lista zastosowanych w tej pracy nowoczesnych technik eksperymentalnych jest imponująca, bowiem zawiera takie techniki jak: SIMS, EPMA (electron probe micro-analysis), XRD (X-ray-diffraction), XANES (x-ray absorption near-edge structure), XPS, EXAFS (extended x-ray absorption fine structure), HR-TEM (high-resolution transmission electron microscopy) z możliwością analizy chemicznej, XMCD oraz SQUID. Swój indywidualny wkład w przygotowanie tej pracy, związany głównie z uzyskaniem dostępu do synchrotronu, pomiarami i analizą widm XMCD, Habilitantka oceniła na 20%.

Praca **H6** dokumentuje korelację zmian intensywności widm absorpcji promieniowania X na krawędziach absorpcji poziomów rdzeniowych wszystkich atomów składowych warstw (Zn,Co)O i temperatury osadzania próbek metodą ALD. Badając eksperymentalnie widma XAS (x-ray absorption spectroscopy) w obszarach widmowych odpowiadających krawędzi absorpcji *L* kobaltu, krawędzi *L* cynku i krawędzi *K* tlenu, oraz modelując *ab initio* te widma przy pomocy oprogramowania *FEFF*, stwierdzono występowanie małych bogatych w kobalt klastrów wewnątrz sieci Zn, które powodują lokalne naprężenia tej sieci. Związane z tym małe zmiany struktury sieci ZnO wyjaśniają zaobserwowane zmiany intensywności widm. Na uwagę zasługuje tu wniosek końcowy, że możliwe jest wytworzenie próbek o odpowiednich właściwościach, takich jak np. ferromagnetyzm, jeżeli połączy się dobór odpowiedniej temperatury wzrostu warstw w metodzie ALD z badaniem widm XAS. Tym razem indywidualny wkład Habilitantki w przygotowanie tej pracy wynosił 75%.

Praca **H7** dotyczy również badań związku ZnO, ale tym razem domieszkowanego bizmutem Bi za pomocą metody PLD (Pulsed Laser Deposition). Przedstawione w niej wyniki eksperymentalne i obliczenia *ab initio* wskazują na to, że Autorom udało się uzyskać rozcieńczony półprzewodnik magnetyczny nowej klasy, posiadający właściwości ferromagnetyczne w temperaturze pokojowej. W tym przypadku ferromagnetyzm ma charakter pasmowy i związany jest ze sprzężeniami *p-p* oddziaływań pomiędzy atomami bizmutu, cynku i tlenu oraz z silnym oddziaływaniem spin-orbita wnoszonym do sieci ZnO przez atomy domieszki – ciężki pierwiastek *p*. W pracy wykorzystano magnetometrię SQUID oraz techniki XAS i XMCD, rejestrując widma absorpcyjne w obszarze widmowym krawędzi *K* tlenu i wykorzystując w detekcji albo tryb TEY (total electron yeld – sygnał z głębokości do 5 nm) albo TFY (total fluorescence yeld – informacja z głębokości rzędu 100 nm). Swój indywidualny wkład w przygotowanie tej pracy, związany głównie z uzyskaniem dostępu do synchrotronu oraz z pomiarami i analizą widm XMCD, Habilitantka oceniła na 40%.

W pracy **H8** przedstawiono wyniki pomiarów polaryzacji spinowej indukowanej w strumieniu elektronów emitowanych przez warstwę homochiralnych cząstek zaabsorbowanych na powierzchni kobaltu. Wykorzystano przy tym dwóch enancjomery związku o nazwie 1,2-difenylo-1,2-etanediol (DPED). W obu przypadkach wykryto w temperaturze pokojowej wyraźną polaryzację spinową, porównywalną co do wartości do polaryzacji wnoszonej przez ferromagnetyczną podkładkę kobaltu. Dużą niespodzianką było odkrycie, że zamiana jednego enancjomeru na jego lustrzane odbicie nie spowodowała odwrócenia znaku polaryzacji, ale spowodowała zmianę kierunku polaryzacji spinowej. Ustalono, że takie zachowanie może być związane z różnicą w geometrii adsorpcji obu enancjomerów na powierzchni metalu. Autorzy pracy wyrazili przekonanie, że uzyskane przez nich wyniki mogą znaleźć zastosowanie m.in. w spintronice opartej na cząsteczkach organicznych, a także mogą przyczynić się do wyjaśnienia pochodzenia asymetrii chiralności występującej ogólnie w przyrodzie. W pracy wykorzystano technikę LEED (low energy electron diffraction) oraz ARUPS (angle resolved ultraviolet photoemission spectroscopy) o rozdzielczości energetycznej i pędowej. Indywidualny wkład Habilitantki w przygotowanie tej pracy wynosił 50%.

Praca **H9**, oparta na wynikach pracy H8, związana jest z przedstawionym do opatentowania w Biurze Patentowym US wynalazkiem urządzenia i metody do kontroli orientacji spinu elektronu i prądu spinowego. Urządzenie do filtrowania spinu elektronu jest złożone z dwóch elektrod i z umieszczonej pomiędzy nimi warstwy chiralnych cząsteczek. Warstwa cząsteczek chiralnych zawiera w sobie jeden typ cząstek wewnętrznie chiralnych, które są rozmieszczone w sposób nieuporządkowany na pierwszej elektrodzie z określoną wstępnie orientacją preferencyjną i bez okresowości w długim zakresie. Dzięki zastosowaniu różnych enancjomerów możliwe jest sterowanie kierunkiem polaryzacji spinowej elektronów wzbudzanych za pomocą padającego promieniowania. Indywidualny wkład Habilitantki w

przygotowanie tej pracy wynosił 32%. W tym miejscu muszę wytknąć Habilitantce, że do dokumentu *„Kopie publikacji"* dołączyła kopię tej pracy o fatalnej jakości, praktycznie nieczytelną.

Podsumowując ten krótki przegląd zawartości merytorycznej poszczególnych prac składających się na osiągnięcie naukowe muszę stwierdzić, że:

1. Zakres tematyczny prac związany jest z badaniami materiałów nadających się do zastosowania w spintronice, jakimi są z jednej strony rozcieńczone półprzewodniki magnetyczne, takie jak szerokopasmowe półprzewodniki GaN i ZnO domieszkowane zarówno pierwiastkami magnetycznymi z bloku *d* (żelazo, kobalt) jak również diamagnetycznymi pierwiastkami z bloku *p* o dużej liczbie atomowej (bizmut), a z drugiej strony warstewki chiralnych cząsteczek organicznych, mające w odpowiednich warunkach zdolność oddziaływania na spin przelatujących przez nie elektronów. Autorzy prac włożyli ogromny wysiłek w wyjaśnienie związku pomiędzy właściwościami magnetycznymi a strukturą elektronową i morfologiczną badanych materiałów, stosując ogromną ilość zaawansowanych technik eksperymentalnych, spośród których szczególną rolę odegrały techniki synchrotronowe będące specjalnością Habilitantki, takie jak XMCD czy XAS, umożliwiające wyznaczenie momentów magnetycznych orbitalnych i spinowych wnoszonych przez poszczególne pierwiastki składowe. **Biorąc to pod uwagę, mogę bez cienia wątpliwości zaklasyfikować oceniane osiągnięcie naukowe jako *„cykl publikacji powiązanych tematycznie"* i skonstatować, że tytuł osiągnięcia naukowego odpowiada jego zawartości merytorycznej. Oznacza to spełnienie wymogu formalnego określonego w Art. 16, ust.2, p.1 wymienionej we wstępie *USTAWY*.**

2. **Osiągnięcie naukowe spełnia także wymóg formalny dotyczący prac wieloautorskich zapisany w Art.16, ust.2, p.3 w/w *USTAWY*, bowiem stanowi *„część pracy zbiorowej"*, w której *„opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego"*.** Jak bowiem wynika z dokumentu *„Oświadczenie habilitanta o indywidualnym wkładzie"*, Habilitantka była odpowiedzialna głównie za pomiary absorpcyjne w zakresie promieniowania rentgenowskiego, z czym związany był nie tylko sam proces rejestracji i analizy widm czy modelowania *ab initio*, ale również realizacja procedur uzyskiwania dostępu do wiązki synchrotronowej i pozyskiwania źródeł finansowania tych badań. Procentowy udział Habilitantki w przygotowaniu poszczególnych prac, wahał się w granicach od 32% do 100%, co – jak sobie policzyłem – daje średnią wartość 55.22% na jedną pracę i w sposób wymierny potwierdza jej znaczące zaangażowanie. Wiodącą rolę Habilitantki w zakresie badań synchrotronowych potwierdza też analiza zawartości dokumentu *„Oświadczenia współautorów"*. **Tak więc „wydzielone zagadnienie" opracowane przez Habilitantkę daje się zdefiniować bardzo precyzyjnie, a moja ocena jej indywidualnego wkładu jest jednoznacznie pozytywna.**

3. Wszystkie przedstawione wyniki są w mojej opinii bardzo ciekawe i mają dużą wartość naukową. Dotyczą one jednego z najbardziej gorących obszarów badawczych współczesnej fizyki magnetyzmu, jaką jest projektowanie i produkowanie materiałów o z góry założonych właściwościach do różnorakich zastosowań, w tym do zastosowań w spintronce, Wyniki zostały uzyskane z wykorzystaniem wielu zaawansowanych i wyrafinowanych technik eksperymentalnych i zostały opracowane bardzo rzetelnie. Kryją też w sobie ogromny potencjał aplikacyjny. Szczególnie spektakularne jest – moim zdaniem – wytworzenie, przebadanie i wyjaśnienie mechanizmu powstania właściwości ferromagnetycznych w półprzewodniku ZnO domieszkowanym bizmutem (praca H7), oraz opracowanie nowego polaryzatora spinowego działającego w oparciu o warstwę cząstek chiralnych (praca H8), co zostało zgłoszone do opatentowania (H9). Warto dodać, że praca H8 natychmiast spotkała się z uznaniem środowiska naukowego, bowiem wynik w niej zaprezentowany dostał się na okładkę prestiżowego czasopisma Advanced Materials, natomiast sama praca została uznana za jedno

z najważniejszych osiągnięć naukowych Instytutu Fizyki PAN w 2014 roku. Jak już wspomniałem na początku niniejszej części recenzji, sześć spośród dziewięciu prac zostało opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR. Teraz przyszła pora na dorzucenie informacji, że ich łączny impact factor (zgodnie z rokiem opublikowania) jest bardzo wysoki i wynosi 31.993. Natomiast łączna liczba cytowań prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego jest także stosunkowo wysoka i wynosi 59, pomimo tego, że prace te opublikowane były stosunkowo niedawno. **To wszystko skłania mnie do wyrażenia głębokiego przekonania, że oceniane osiągnięcie naukowe stanowi *„znaczny wkład"* Habilitantki w rozwój fizyki, a to oznacza spełnienie pierwszego kluczowego merytorycznego warunku określonego w Art.16, ust.1 w/w *USTAWY*, niezbędnego do dopuszczenia Habilitantki do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**

## B. Ocena aktywności naukowo-badawczej

Stopień doktora nauk fizycznych Habilitantka uzyskała w grudniu 2006 roku w Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, broniąc pracę doktorską zatytułowaną "*Stany 3d w strukturze elektronowej powierzchni GaN modyfikowanej warstwami zawierającymi metale przejściowe*", przygotowaną w IF PAN w Oddziale Spektroskopii Ciała Stałego, w Zespole Spektroskopii Elektronowej pod opieką prof. dr hab. Bogdana Kowalskiego, z wykorzystaniem takich technik jak fotoemisja rezonansowa i kątowo rozdzielcza, AFM (atomic force microscopy), SIMS i SQUID. Od 1 stycznia 2007 została zatrudniona w IF PAN w Oddziale Fizyki i Technologii Nanostruktur Półprzewodników Szerokoprzerwowych, w Zespole Mikroskopii i Spektroskopii Elektronowej, na stanowisku adiunkta, a od 1 stycznia 2016 do chwili obecnej w tym samym Zespole na stanowisku asystenta. Początkowo zajmowała się optymalizacją parametrów wzrostu (takich jak temperatura, czasy pulsu i pompowania prekursorów) oraz charakteryzacją warstw niedomieszkowanego ZnO, wytwarzanego metodą ALD, badając strukturę, orientację krystalograficzną oraz jakość warstw przy użyciu dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) i AFM. Badała także ich właściwości optyczne za pomocą fotoluminescencji (PL) i prowadziła pomiary przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). W okresie od 15 października 2007 do 15 stycznia 2009 przebywała na urlopie bezpłatnym w IF PAN, pracując w ramach stypendium podoktorskiego w laboratorium synchrotronowym MAX-lab, Uniwersytet w Lund, Szwecja. I to właśnie tam wzięła udział w instalacji, kalibracji, uruchomieniu i koordynacji pierwszego etapu eksploatacji nowej linii pomiarowej I1011, zapoznając się z technikami XAS, XMCD, XLMD i XRMS w zakresie miękkiego promieniowania rentgenowskiego i zdobywając doświadczenie w wykorzystaniu tych technik do badania wyjątkowo słabych sygnałów magnetycznych generowanych przez układy DMS, a także zapewniając techniczną oraz naukową obsługę użytkowników tej nowej linii pomiarowej.

Aby ocenić aktywność naukowo-badawczą Habilitantki zgodnie z kryteriami zawartymi w wymienionym we wstępie *Rozporządzeniem*, najlepiej będzie przytoczyć parę liczb.

I tak, w poniższej tabeli zebrałem takie parametry, jak liczba publikacji naukowych Habilitantki znajdujących się w bazie JCR, Impact Factor zgodnie z rokiem opublikowania, liczba cytowań wg bazy Web of Science oraz średni procentowy udział Habilitantki w przygotowaniu prac, a wszystko to z rozbiciem na prace opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora, prace opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora ale niewchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego i wreszcie prace tworzące osiągnięcie:

| Publikacje: | Liczba publikacji w bazie JCR | IF zgodnie z rokiem opublikowania | Liczba cytowani wg bazy WoS | Średni udział |
|---|---|---|---|---|
| 1) opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora | 11 | 15,216 | 37 | 29% |
| 2) opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora niewchodzące w skład osiągnięcia, | 15 | 16,853 | 236 | 25% |
| 3) wchodzące w skład osiągnięcia | 6 | 31,993 | 59 | 55% |
| razem: | 32 | 64,062 | 332<br>bez autocytowań: 308 | |

A oto jeszcze parę innych, istotnych parametrów:

Indeks Hirscha Habilitantki według bazy Web of Science ma wartość równą 9.

Habilitantka opublikowała także – jako współautorka – 37 publikacji naukowych w czasopismach nie znajdujących się w bazie JCR, w tym 23 raporty publikowane przez międzynarodowe laboratoria promieniowania synchrotronowego (ze swoim średnim udziałem w wysokości 52%) oraz 13 publikacji pokonferencyjnych i długich abstraktów (w tym przypadku Habilitantka nie określiła swego udziału).

Habilitantka ma na swoim koncie jedno zgłoszenie patentowe (H9).

Wygłosiła także 6 referatów zaproszonych na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych (w Rosji, Szwecji i w Polsce) i była współautorką 8 referatów zaproszonych wygłoszonych przez inne osoby. Wygłosiła również 11 referatów konferencyjnych (we Włoszech, Wielkiej Brytanii, Niemczech i w Polsce) oraz brała udział w przygotowaniu 15 referatów przedstawionych przez współautorów. Zaprezentowała także 63 plakaty konferencyjne.

Habilitantka brała udział w realizacji 6 dużych międzynarodowych lub krajowych projektów badawczych, finansowanych przez takie instytucje jak NCN, KBN, Carl Tryggers Foundation for Scientific Research (Sweden) oraz European Research Council. W przypadku projektu finansowanego przez NCN pełniła rolę kierownika projektu.

Oprócz tego uzyskała łącznie 43 projekty (w tym w 12 przypadkach jako kierownik projektu, a w 31 - jako współwykonawca) na pokrycie kosztów 1-2-tygodniowych badań w Large Scale Facilities w ramach programów EU Transnational Access Programs, takich jak CALIPSO, ELISA oraz w ramach projektu Baltic Science Link finansowanego przez Swedish Research Council.

Jak już wspomniałem powyżej Habilitantka uczestniczyła w jednym długoterminowym stażu w laboratorium promieniowania synchrotronowego MAX-lab, przy Uniwersytecie w Lund, Szwecja. Oprócz tego „zaliczyła" także 51 krótkich, 1-2-tygodniowych, pobytów naukowych w zagranicznych ośrodkach synchrotronowych w latach od 2002 do 2016 (policzenie tych krótkich pobytów było trochę utrudnione, bowiem na stronie 74 Autoreferatu występują pewne nieciągłości w numeracji poszczególnych pozycji).

Za działalność naukową otrzymała dwie krajowe nagrody, a mianowicie wyróżnienie w krajowym konkursie im. Janusza Groszkowskiego w kategorii rozpraw doktorskich w dziedzinie próżni, organizowanym przez Polskie Towarzystwo Próżniowe w 2007 roku oraz uznanie pracy H8 jako jednego z najważniejszych osiągnięć naukowych Instytutu Fizyki PAN w 2014 roku.

**Wszystkie przytoczone powyżej liczby, a więc stosunkowo wysokie wartości parametrów bibliometrycznych, liczne wystąpienia konferencyjne, duża ilość zrealizowanych projektów badawczych i znaczący udział w stażach naukowych, świadczą według mnie w sposób niezbity o tym, że Habilitantka przez cały czas *„wykazuje się istotną aktywnością naukową"*, co oznacza spełnienie drugiego kluczowego merytorycznego warunku określonego w Art.16, ust.1 w/w *USTAWY*, niezbędnego do dopuszczenia Habilitantki do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**

## C. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Na **dorobek dydaktyczny** Habilitantki składają się takie aktywności, jak: 1) zapoznanie kilkunastu grup użytkowników (złożonych z doktorantów, doktorów i profesorów) z zasadami działania układu eksperymentalnego na linii pomiarowej I1011 w laboratorium MAX-lab i sprawowanie opieki nad jego użytkowaniem; 2) uczestnictwo w przygotowaniach całodniowych sesji tzw. „hands on" na linii I1011 przeznaczonych dla doktorantów i młodych naukowców, ilustrujących badania magnetyczne z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego podczas praktycznych sesji "Nordic and European Summer School in Synchrotron Radiation Science" organizowanych przez MAX-lab, w tym przygotowanie eksperymentów dydaktycznych w zakresie XAS i XMCD, które były wykonywane przez grupy składające się z 3-4 studentów; 3) koordynacja projektu „CHIMES" European Training Network, zgłoszonego do konkursu w styczniu 2017 w ramach Marie-Curie Innovative Training Networks, którego celem jest edukacja młodych naukowców w obszarze nowych materiałów spintronicznych opartych na związkach organicznych; edukacja ta ma formę corocznych szkół specjalistycznych, specjalistycznych szkoleń akademickich oraz szkoleń w firmach; 4) opublikowanie przeglądowej pracy H2, o czym już wspomniałem w części A niniejszej recenzji.

**Dorobek popularyzatorski** Habilitantki obejmuje: 1) prezentację badań magnetycznych prowadzonych na linii I1011 dla różnych grup społecznych oraz podczas wizyt szkół średnich czy też „dni otwartych" laboratorium MAX-lab; 2) pełnienie funkcji sekretarza naukowego konferencji International School & Conference on the Physics of Semiconductors w okresie od czerwca do listopada 2011, w tym także prowadzenie strony internetowej konferencji; 3) uczestnictwo w organizacji 17. Pikniku Naukowego w Warszawie w 2013 roku, w tym prezentację eksperymentów w zakresie fizyki niskich temperatur; 4) członkostwo od 2002 roku w Polskim Towarzystwie Promieniowania Synchrotronowego, stawiającym sobie za cel działalność naukową i oświatową, a w szczególności wspieranie rozwoju badań naukowych z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego oraz popularyzację tego rodzaju badań w Polsce; 5) wygłoszenie 17 seminariów w Polsce i za granicą dotyczących wyników własnych badań.

W uzupełnieniu informacji o **współpracy międzynarodowej** w formie grantów i staży, o czym była już mowa w części B niniejszej recenzji, należy wymienić jeszcze nazwy 6 ośrodków, z którymi Habilitantka utrzymuje żywe kontakty naukowe: 1) MAX-laboratory, Lund University, Szwecja; 2) KTH Royal Institute of Technology, Sztokholm, Szwecja; 3) Uppsala University,

Szwecja; 4) Universidad Autonoma de Madrid, Hiszpania; 5) IMDEA Nanoscience Institute, Madryt, Hiszpania; 6) Quantum Functional Semiconductor Research Centre, Dongguk University, Seul, Republika Korei.

I jeszcze ostatnia ważna informacja: Habilitantka recenzowała publikacje w takich czasopismach jak: 1) Radiation Physics and Chemistry; 2) Journal of X-ray Spectrometry; 3) Cogent Physics; 4) Acta Physica Polonica; 5) Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms (NIMB).

**Podsumowując niniejszą część recenzji muszę stwierdzić, że o ile współpraca międzynarodowa prowadzona przez Habilitantkę zasługuje w mojej opinii na najwyższą ocenę, i o ile jej dorobek popularyzatorski nie budzi zastrzeżeń, to o tyle jej osiągnięcia dydaktyczne oceniam już nie tak wysoko. Wyraźnie brakuje tu chociażby takich działań, jak prowadzenie regularnych zajęć kursowych typu ćwiczenia rachunkowe, konwersatoria czy pracownie fizyczne, nie mówiąc już o opiece nad pracami licencjackimi lub magisterskimi, czy też o pełnieniu roli promotora pomocniczego w przewodach doktorskich. Usprawiedliwieniem jest tu oczywiście fakt zatrudnienia Habilitantki w instytucie PAN, gdzie realizacja takich zadań dydaktycznych jest mocno utrudniona.**

## D. Podsumowanie i wniosek końcowy

**Podsumowując części A, B i C niniejszej recenzji stwierdzam, że w mojej opinii dr Iwona Agnieszka Kowalik-Arvaniti spełnia wszystkie wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego określone w USTAWIE z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym, i że spełnia wszystkie najważniejsze kryteria zawarte w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r.**

**Dlatego wnioskuję o dopuszczenie dr Iwony Agnieszki Kowalik-Arvaniti do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**

Marek Kisielewski