Prof. dr hab. Mirosław Załużny
Instytut Fizyki UMCS

Ocena działalności naukowo-badawczej i dydaktycznej dr hab. Ewy Popko w związku z wystąpieniem o nadanie tytułu profesora nauk fizycznych

Dr hab. E. Popko ukończyła studia fizyczne (sekcja doświadczalna) na Uniwersytecie Wrocławskim w 1975 r. W tym samym roku została zatrudniona w Instytucie Fizyki Politechniki Wrocławskiej na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki (WPPT). Aktualnie kandydatka jest profesorem nadzwyczajnym na wyżej wspomnianym wydziale.

Stopień doktora nauk fizycznych (w specjalności fizyka ciała stałego) kandydatka otrzymała na macierzystej uczelni w 1985 r., na podstawie rozprawy *„Zjawiska transportu prądu przez złącze p-n $Cd_{1-x}Hg_xTe$"* wykonanej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. J. Pawlikowskiego. Praca została wyróżniona Indywidualną Nagrodą MNSWiT.

Do chwili otrzymania stopnia doktora nauk fizycznych dorobek naukowy kandydatki obejmuje osiem jedno- i wieloautorskich artykułów opublikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej. Zainteresowania dr hab. E. Popko koncentrowały się wówczas na eksperymentalnych badaniach elektronowych i optycznych właściwości kryształów mieszanych $Cd_{1-x}Hg_xTe$ i $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$ w kontekście zastosowań tych materiałów w detektorach podczerwieni. W szczególności kandydatka była zainteresowana badaniem prądów tunelowych uwarunkowanych obecnością poziomów domieszkowych. W badaniach wykorzystywała raczej standardowe metody eksperymentalne takie jak: (i) pomiar efektu Halla, (ii) pomiar właściwości (charakterystyk) optycznych metodami elektrycznymi (charakterystyki prądowo- napięciowe oraz rezystancji różniczkowej w funkcji temperatury od 10 K do 300 K) oraz (iii) bezpośredni pomiar widm czułości spektralnej złącz. W *Autoreferacie* dr hab. E. Popko podkreśla, że w czasie pracy nad rozprawą zdobyła duże doświadczenie w zakresie wyżej wspomnianych technik, co było bardzo pomocne w dalszym rozwoju naukowym. Spośród publikacji powstałych w trakcie przygotowywania rozprawy wyróżnia się artykuł - P. Becla i E. Popko, *„Electrical properties of infrared photovoltaic $Cd_xHg_{1-x}Te$ detectors"* Infrared Physics **21**, 323 (1981). Należy on do grupy najczęściej cytowanych prac w całym dorobku publikacyjnym kandydatki (ponad dziesięć obcych cytowań).

Po uzyskaniu stopnia doktora, obiektem badań naukowych dr. hab. E. Popko pozostają nadal struktury półprzewodnikowe. Poprzez nawiązywanie współpracy z innymi

ośrodkami krajowymi i zagranicznymi kandydatka rozszerza jednak zestaw badanych materiałów o: Zn_3P_2, $GaAs_{1-x}Sb_x$, $Al_xGa_{1-x}As$ typu *p,* oraz $Cd_{1-x}Mn_xTe$. Kandydatka rozbudowuje również swój warsztat badawczy poprzez zakup aparatury do pomiarów DLTS, pozwalających na określenie podstawowych parametrów defektów i domieszek w materiałach półprzewodnikowych.

Badania prowadzone przez kandydatkę koncentrują się na spektroskopii defektów (głównie centrów DX) w Cd_{1-x} Mn_xTe:Ge i $Cd_{1-x}Mn_xTe$:In. Otrzymuje ona szereg nowych ciekawych wyników eksperymentalnych, które, po starannym opracowaniu teoretycznym (dopasowaniu do odpowiednich modeli), rozszerzają znacznie naszą wiedzę o centrach DX w półprzewodnikach półmagnetycznych. W tym miejscu należy wspomnieć, że obok badań związanych z centrami DX, kandydatka prowadziła też badania, w których z powodzeniem stosowała technikę DLTS do identyfikacji i charakteryzacji defektów indukowanych różnym rodzajem promieniowania jonizującego we wspomnianych związkach III-V.

Podstawą do otrzymania przez kandydatkę (w 2005 r. na macierzystym wydziale) stopnia naukowego doktora habilitowanego była rozprawa habilitacyjna pt. *''Spektroskopia defektów metastabilnych. Centra DX w* $Cd_{1-x}Mn_xTe$*"*. Na dorobek publikacyjny dr hab. E. Popko, powstały w okresie od doktoratu do habilitacji (tj. latach 1985-2005), składa się ponad 60 artykułów opublikowanych głównie w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej. Z reguły są to prace zespołowe. (Uwaga ta odnosi się również do późniejszych publikacji dr hab. E. Popko.) Fakt ten można tłumaczyć złożonością badanych zjawisk/obiektów. Implikuje to konieczność stosowania wielu, wzajemnie uzupełniających się metod i technik eksperymentalnych, a tym samym wymusza pracę w zespołach, często z różnych ośrodków badawczych. W tym kontekście należy podkreślić, dużą aktywność kandydatki w zakresie nawiązywania efektywnej współpracy naukowej z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Niewątpliwie, pomocne w tym były, zarówno wielokrotne (krótko i średnio terminowe) wyjazdy dr hab. E. Popko do zagranicznych ośrodków badawczych, jak i jej aktywne uczestnictwo w wielu konferencjach międzynarodowych.

Wysoki profesjonalizm i kompetencje w swojej specjalności, w połączeniu z dużą aktywnością naukową sprawiają, że jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego, kandydatka zyskała uznanie w kręgach specjalistów krajowych i zagranicznych. Przykładem potwierdzającym powyższe stwierdzenie może być między innymi fakt zaproszenia dr hab. E. Popko do napisania rozdziału p.t. *On the photoionization cross section of DX centers* w książce naukowej *Defects and diffussion in semiconductors – An annual retrospective* VII. Zurich: Trans Tech Publ., 2004. Należy

również zaakcentować fakt, że wyżej wspomniane kompetencje kandydatki zostały docenione także przez władze macierzystej jednostki, gdyż od 1995 r. jest ona kierownikiem kilkuosobowego zespołu badawczego będącego jednocześnie zespołem Laboratorium Badania Półprzewodników.

Po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego kandydatka pogłębia i w sposób istotny rozszerza dotychczasową tematykę badawczą. Staje się to możliwe dzięki rozbudowie (w 2004 r.) zaplecza badawczego o aparaturę do spektroskopii impedancyjnej. Bardzo istotne dla rozwoju naukowego kandydatki było utworzenie (w 2009 r.) Laboratorium Fotowoltaiki i związany z tym jej aktywny udział w zakupie nowoczesnej aparatury badawczej (miedzy innymi: spektrometru ramanowskiego, przestrajanego lasera impulsowego i mikroskopu AFM). Poprzez współpracę naukową z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi kandydatka rozszerza też zestaw badanych struktur o materiały półprzewodnikowe (lite i nanostrukturyzowane) na bazie GaN i ZnO, głównie pod kątem ich zastosowań fotowoltaicznych.

Osiągnięcia z omawianego teraz okresu, o największej wartości naukowej, zostały zebrane i zwięźle omówione w rozdziale VI *Autoreferatu*. (Należy podkreślić, że wyżej wspomniany *Autoreferat* został bardzo starannie przygotowany przez kandydatkę. Brakuje mi jedynie informacji dotyczących wkładu kandydatki i jej zespołu w publikacjach [1,4-11] omawianych w rozdziale VI. Prace te powstały bowiem przy współpracy z grupami badawczymi z innych ośrodków. Zauważyłem również, że na stronach 6 i 24 pojawiają się różne daty obrony pracy doktorskiej.)

Mając na uwadze obszerność informacji zawartych w *Autoreferacie* skoncentruję się przede wszystkim na tej grupie publikacji które mogą mieć istotne konsekwencje dla rozwoju uprawianej przez kandydatkę dziedziny naukowej, a tym samym mogą zainteresować szersze grono badaczy. Do tego typu prac można niewątpliwie zaliczyć dwa artykuły, opublikowane w *J. Appl. Phys.* **103**, 063720 (2008); **103**, 114902 (2008). Prace te dotyczą badanych już wcześniej przez kandydatkę związków II-VI na bazie CdTe. W pierwszej z nich dokonano charakteryzacji głębokich poziomów domieszkowych przy użyciu komplementarnej do DLTS techniki termicznie stymulowanego prądu. W drugiej z wymienionych prac badane są efekty związane z centrami DX. W pracy tej do analizy wyników eksperymentalnych (kinetyki fotoprzewodnictwa i fotopojemności) zastosowano nowatorskie (statystyczne) podejście. Powyższe prace znalazły już znaczny oddźwięk w środowisku (odpowiednio 19 i 14 cytowań). Nie ulega wątpliwości, że pozostałych dziewięć prac znajdujących się na sporządzonej przez kandydatkę liście, również w sposób

istotny wzbogaca naszą wiedzę o wpływie defektów na prace wybranych przyrządów półprzewodnikowych.

Wyniki badań prowadzonych po habilitacji zostały zebrane w ponad 60 artykułach opublikowanych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym (głównie z listy filadelfijskiej). Kilka prac ukazało się w materiałach z konferencji międzynarodowych. Kandydatka wygłosiła cztery referaty zaproszone - jeden na międzynarodowej konferencji (Taiwan) oraz trzy w krajowych i zagranicznych placówkach naukowych (Politechnika Warszawska, Technical University Dresden, Missouri Kansas City University.) Przygotowała również ponad dwadzieścia recenzji prac nadsyłanych do: *Optica Applicata, Physica B, Thin Solid Films, Material Science, Mat. Chem. and Physics,* oraz *J. Appl. Phys.*

Od strony ilościowej, dorobek publikacyjny powstały po habilitacji jest porównywalny z dorobkiem powstałym w okresie przygotowywania rozprawy habilitacyjnej. Jego ciężar gatunkowy jest jednak znacznie wyższy, a czasopisma, w których ukazały się omawiane teraz prace dr hab. E. Popko, charakteryzują się w zdecydowanej większości wysokim IF.

Łączna liczba prac naukowych powstałych z udziałem kandydatki i opublikowanych w wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym (głównie w czasopismach z listy filadelfijskiej) liczy aktualnie prawie 140 pozycji. Podane w materiałach wskaźniki bibliometryczne całego dorobku publikacyjnego dr hab. E. Popko są następujące: liczba cytowań ogółem – 162, liczba cytowań bez autocytowań – 83; H = 6 (na dzień 16.10. 2015 r.). Nie są to wysokie wskaźniki, szczególnie gdy uwzględnimy, iż dotyczą one dorobku publikacyjnego z ponad trzydziestu lat. Z bazy Scopus wynika jednak, że liczba cytowań systematycznie rośnie. Już w pierwszych trzech miesiącach br. prace kandydatki zostały zacytowane w ośmiu artykułach. Warto również zaakcentować fakt, że kandydatka systematycznie powiększa swój dorobek publikacyjny. W wyżej wspomnianym okresie ukazały się już dwa kolejne artykuły dr hab. E. Popko.

Omawiane dotychczas fakty uprawniają do stwierdzenia, że zarówno jakość, jak i rozmiar dotychczasowego dorobku naukowego kandydatki znacznie przekraczają wymagania stawiane w przewodzie habilitacyjnym. Nie ulega wątpliwości, że tematyka którą uprawia kandydatka jest aktualna i interesująca, szczególnie z punktu widzenia optymalizacji charakterystyk nowoczesnych półprzewodnikowych układów optoelektronicznych i fotowoltaicznych.

Kandydatka spełnia również ustawowe wymagania dotyczące posiadania doświadczenia w kierowaniu zespołami badawczymi. Jak już było wspomniane, od 1995 r., dr hab. E. Popko kieruje zespołem badawczym. Z zespołem tym zrealizowała (jako główny wykonawca) kilka grantów badawczych. Odbyła też (średnioterminowe) staże naukowe w krajowych i zagranicznych instytucjach.

Działalność dydaktyczna i organizacyjna po uzyskaniu stopnia dr. hab.

Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne dr. hab. E. Popko oceniam bardzo wysoko. Ponieważ lista tych osiągnięć jest wyjątkowo obszerna (patrz *Autoreferat* str. 67-73), wymieniam poniżej tylko najważniejsze z nich.

- Kandydatka była powołana dwukrotnie na recenzenta rozpraw habilitacyjnych.
- Pod kierunkiem dr hab. E. Popko wykonano cztery rozprawach doktorskie, z których dwie zostały wyróżnione.
- Kandydatka przygotowała pięć recenzji rozpraw doktorskich (Politechnika Warszawska -2, IF PAN w Warszawie -1, Politechnika Wrocławska -1 i Uniwersytet w Madrycie -1). Kolejna recenzja dotyczyła wniosku o nagrodzenie rozprawy doktorskiej obronionej na Uniwersytecie w Indiach.
- Dr hab. E. Popko kierowała ponad czterdziestoma pracami inżynierskimi i magisterskimi oraz przygotowała ponad trzydzieści recenzji wyżej wspomnianych prac.
- Lista zajęć dydaktycznych prowadzonych przez dr hab. E. Popko jest obszerna. Obok ćwiczeń rachunkowych i zajęć laboratoryjnych są na niej również wykłady z podstaw fizyki oraz wykłady specjalistyczne. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wyżej wspomniane zajęcia prowadzone były zarówno w języku polskim jak, i angielskim. Kandydatka przygotowała także kilk skryptów i obszerny zestaw materiałów pomocniczych do prowadzonych przez siebie zajęć dydaktycznych.
- Kandydatka od wielu lat kieruje pracownią dydaktyczną oraz współuczestniczy w tworzeniu nowych laboratoriów specjalistycznych.
- Należy podkreślić duże zaangażowanie kandydatki, zarówno w prace remontowo-modernizacyjne pomieszczeń laboratoryjnych IF P.Wr., jak i w zakupy aparatury naukowo-badawczej i dydaktycznej. Efekty jej aktywności w tym zakresie oceniam bardzo wysoko. Z wieloma z nich miałem możliwość zapoznać się osobiście.

Bardzo pozytywnie oceniam też osiągnięcia dr hab. E. Popko w dziedzinie popularyzacji fizyki (nagranie filmów dydaktycznych do kursu fizyki i ich udostępnienie na stronie internetowej, wykłady w ramach festiwalu nauki). Tego typu działalność jest szczególnie ważna dla utrzymania więzi pomiędzy naukowcami a resztą społeczeństwa. Pokazuje też społeczeństwu, że badania prowadzone w laboratoriach fizycznych mają nie tylko wartości poznawcze, ale są również motorem postępu cywilizacyjnego.

W podsumowaniu stwierdzam, że osiągnięcia naukowo-badawcze i dydaktyczne kandydatki spełniają wymagania stawiane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym... z dnia 14 marca 2003 r. Popieram wniosek o przyznanie dr hab. E. Popko tytułu profesora nauk fizycznych.

Lublin 4 – 04 – 2016 r.