

Ocena osiągnięć naukowo-badawczych dr inż. Mariusza Zdrojka ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Podstawę postępowania habilitacyjnego dr Mariusza Zdrojka stanowi cykl 6 publikacji naukowych oraz zgłoszenie patentowe pod wspólnym tytułem „Badania własności pojedynczych nanorurek węglowych”. Choć od odkrycia nanorurek minęło już 20 lat, tematyka ta wciąż budzi żywe zainteresowanie o czym świadczy fakt, iż prace dr Zdrojka publikowane były w prestiżowych czasopismach, a sumaryczny Impact Factor tych 6 publikacji wynosi 52.9. Ponadto były one cytowane 180 razy, co moim zdaniem jest rezultatem bardzo dobrym. Tak duża liczba cytowań w przeciągu kilku lat wskazuje, iż prace, których współautorem jest Habilitant, zostały dostrzeżone w środowisku naukowym, pomimo ogromnej ilości publikacji poświęconych właściwościom i badaniom nanorurek. Ten sukces wiąże się też z faktem, iż przez kilka lat dr Zdrojek pracował w zespole prof. Bachtolda z Barcelony, który jest uznanym specjalistą w dziedzinie badań nanostruktur węglowych.

Przedstawione do oceny prace dr Zdrojka koncentrują się na badaniach właściwości elektrostatycznych, elektrycznych, mechanicznych oraz optycznych pojedynczych nanorurek węglowych, jedno i wielościennych, a otrzymane wyniki są bardzo ciekawe i mają istotne znaczenie, głównie z poznawczego punktu widzenia, jakkolwiek niektóre zaproponowane rozwiązania mogłyby w przyszłości zostać wykorzystane przy projektowaniu urządzeń dla nanoelektroniki.

Do istotnych osiągnięć Habilitanta należy zaliczyć zbadanie właściwości elektrostatycznych wielościennych nanorurek węglowych i wykazanie, iż ładunek elektryczny gromadzi się również na wewnętrznych ściankach nanorurki metalicznej, a zatem nanorurka zachowuje się odmiennie niż klasyczny kondensator (praca a1, Physical Review B, wkład Habilitanta 70%). Monitorowano również rozkład nadmiarowego ładunku elektrycznego wzdłuż osi nanorurki otrzymując, zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi, wzrost gęstości ładunku na jej końcach (praca a2, Physical Review B, wkład 45%). Na szczególne

podkreślenie zasługuje fakt, iż Habilitant nie tylko opracował i bardzo dobrze opanował technikę separacji pojedynczych nanorurek, ale także metody wstrzykiwania i detekcji ładunku za pomocą mikroskopu sił atomowych. Opracował też metodę pomiaru gęstości liniowej ładunku w nanorurkach. Kolejnym ważnym osiągnięciem jest zaprojektowanie urządzenia o geometrii tranzystora, w którym nanorurka podłączona jest do nanokontaktów i sprzężona z kropką kwantową (praca a3). Przejście elektronu pomiędzy rurką i kropką prowadzi do skokowej zmiany konduktancji nanorurki w funkcji napięcia bramkowego oraz przesunięcia tej krzywej wzdłuż osi napięcia. Pozwala to na detekcję pojedynczych elektronów, jak również dostarcza informacji o szerokości przerwy półprzewodnikowej kropki. Rezultaty opublikowano w prestiżowym Physical Review Letters, a dr Zdrojek ocenia swój wkład do tej publikacji na 80%. Badania te są nie tylko interesujące z poznawczego punktu widzenia, ale wykazują duży potencjał aplikacyjny. Efekt może być wykorzystany do kontroli transportu elektronowego w układach molekularnych.

Pracując pod kierunkiem prof. Bachtolda, dr Zdrojek brał udział w badaniach właściwości mechanicznych pojedynczych nanorurek (prace a4, a5). Wkład Habilitanta, oceniany na 10%, polegał na zaprojektowaniu i wykonaniu nanooscylatora złożonego z pojedynczej, naprężonej nanorurki, zawieszanej na metalicznych nanokontaktach i wykonującej drgania pod wpływem siły zewnętrznej. Pomiary wykazały, iż tak zaprojektowany rezonator charakteryzuje się dużą częstością podstawową oraz wysoką dobrocią, a wyniki opublikowano w niezwykle prestiżowym Nature Nanotechnology.

Zbadano również właściwości optyczne pojedynczych nanorurek węglowych, a otrzymane rezultaty, publikowane w Physical Review Letters (praca a6), mają znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne. Pomiary, przeprowadzone za pomocą spektroskopii ramanowskiej, pozwoliły na zaobserwowanie efektu antenowego. Wykazano mianowicie, iż w przypadku nanorurki, absorpcja liniowo spolaryzowanego światła jest silnie anizotropowa, a najefektywniej jest pochłaniane światło spolaryzowane wzdłuż osi. Ten ciekawy wynik dr Zdrojek otrzymał wraz z kierowanym przez siebie zespołem (wkład Habilitanta 60%). Dodatkowo zaobserwowano relację pomiędzy zmianami temperatury nanorurki, a zmianą polaryzacji światła. Rezultaty pracy a-6 stanowiły podstawę zgłoszenia patentowego, dotyczącego laserowego grzania nanoobjektów o znacznej anizotropii optycznej (praca a7, wkład Habilitanta 40%). Stwarza to możliwość kontroli temperatury układu poprzez sterowanie polaryzacją padającego światła.

Wszystkie wymienione tutaj efekty, obserwowane w pojedynczych nanorurkach węglowych, niewątpliwie wzbogacają naszą wiedzę na temat tych nanoobjektów, a ponadto

mogą mieć znaczenie aplikacyjne. Z przekonaniem mogę więc stwierdzić, iż prace dr Zdrojka, zawarte w przedłożonym do oceny cyklu publikacji, wniosły znaczący wkład do badanej dziedziny.


Na uwagę zasługują również inne publikacje, których współautorem jest dr Zdrojek, a nie włączone do omawianego cyklu. Dotyczą one głównie badań ramanowskich nanorurek, a także grafenu i monowarstw disiarczku molibdenu. Opracowano technologię produkcji cienkich warstw nanorurek węglowych o wysokiej gęstości oraz przeprowadzono temperaturowe badania ramanowskie takich warstw, otrzymując szereg ciekawych wyników (praca b-25). Dr Zdrojek zaprojektował też układ badawczy do bezkontaktowych pomiarów przewodnictwa mikrofalowego, który wykorzystano do zbadania magnetorezystancji grafenu (praca b17). Metodę tę zastosowano także do badań cienkowarstwowych nadprzewodników wysokotemperaturowych (praca b18). Na uwagę zasługuje ponadto opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania nanostruktur węglowych metodą chemicznego osadzania.

Pełny dorobek Habilitanta obejmuje 32 publikacje, w tym 27 artykułów w czasopismach z bazy JCR, a sumaryczny Impact Factor wynosi 108.6. Artykuły w większości publikowane były w prestiżowych czasopismach naukowych i cytowane 336 razy, a indeks Hirsha wynosi 10. Dr Zdrojek uczestniczył w 25 konferencjach o charakterze międzynarodowym oraz 12 krajowych. Zwraca uwagę znaczna liczba referatów prezentowanych na konferencjach i wykładów prezentowanych zarówno w Polsce jak i za granicą. Wszystkie te dane świadczą o bardzo dużej aktywności naukowej Habilitanta. Jednocześnie wskazują, że badania prowadzone przez dr Zdrojka są znane i doceniane w środowisku naukowym. Na szczególne podkreślenie zasługuje też uczestnictwo w różnego rodzaju projektach naukowych. Dr Zdrojek pełnił rolę kierownika 7 znaczących projektów, w tym projektów Lider i Homing Plus oraz dwóch projektów europejskich. Jest również opiekunem i koordynatorem dwóch grantów diamentowych. Jako wykonawca uczestniczył w kilku projektach europejskich. Był też stypendystą rządu francuskiego. Należy tutaj nadmienić, iż stopień doktora uzyskał na Wydziale Fizyki PW oraz na Uniwersytecie w Lille, w ramach umowy co-tuttele, a praca w obu jednostkach została uznana za wyróżniającą się. Dr Zdrojek dwukrotnie uzyskał stypendium Ministra dla wybitnych młodych naukowców, jak również dwukrotnie nagrodę Rektora PW za osiągnięcia naukowe. Odbył 3 długoterminowe staże w zagranicznych ośrodkach naukowych.

Habilitant ma też znaczne osiągnięcia dydaktyczne. Prowadził wykłady dla studentów i doktorantów na temat nanostruktur węglowych (w języku angielskim) oraz szereg wykładów o charakterze popularyzatorskim. Wypromował 7 magistrów i kierował 6 pracami

inżynierskimi. Wykazuje też intensywną działalność organizacyjną, a na szczególną uwagę zasługuje pozyskanie funduszy i zbudowanie laboratoriów badawczych, nanostruktur i elektrono-litografii. Habilitant opiekuje się również 4 doktorantami.

Działalność naukową, organizacyjną i dydaktyczną dr Mariusza Zdrojka oceniam bardzo wysoko. Aktywność zawodowa Habilitanta wskazuje, iż jest on w pełni ukształtowanym pracownikiem naukowym, samodzielnym w prowadzeniu i organizacji badań, który z powodzeniem kieruje zespołem badawczym. Dr M. Zdrojek jest wysokiej klasy specjalistą, dobrze znanym w środowisku naukowym, a jego prace są często cytowane. Moim zdaniem spełnione są wszystkie wymagania określone przez ustawę o stopniach i tytule naukowym, jak również zwyczajowe wymagania stawiane pracom habilitacyjnym i wnioskuję o pozytywną weryfikację pana dr Mariusza Zdrojka w zakresie nadania mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.



Renata Świrkowicz