Kraków 25.01.2022

Dr. hab. inż. Roman Major prof. PAN

Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN

30-059 Kraków ul. Reymonta 25

RECENZJA

(dot. Dorobku zawodowego dr inż. Katarzyny Arkusz ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna)

1. Informacje ogólne

Dr inż. Katarzyna Arkusz jest absolwentką Uniwersytetu Zielonogórskiego, Wydziału Elektroniki, Informatyki i Telekomunikacji oraz Wydziału Mechanicznego. Na wydziale mechanicznym Pani Arkusz ukończyła studia dwustopniowe na Wydziale Elektroniki, studia inżynierskie. Na podstawie tego etapu edukacji widać, że życiorys naukowy Habilitantki kształtował się już od studiów pierwszego stopnia w obrębie inżynierii biomedycznej w zakresie systemów mikro informatycznych oraz w zakresie biomechaniki ze szczególnym uwzględnieniem inżynierii biomateriałów i badań biomedycznych.

Dr inż. Katarzyna Arkusz kontynuowała kształcenie na III stopniu studiów doktoranckich na Akademii Górniczo- Hutniczej na Wydziale Elektroniki, Automatyki i Inżynierii Biomedycznej. Praca doktorska powstała z zakresu biocybernetyki i inżynierii biomedycznej w szczególności opracowaniu elektrochemicznego biosensora.

Podsumowując tą cześć dorobku, wykształcenie dr Katarzyny Arkusz oceniam bardzo wysoko. Należy podkreślić silne ukierunkowanie i dążenie do wyspecjalizowania się w konkretnej dziedzinie w zakresu inżynierii biomedycznej, ale jednocześnie wielokierunkowe zainteresowania badawcze Habilitantki. Zrealizowane prace zarówno inżynierskie, magisterska i doktorska, która została wyróżniona w ostatecznej ocenie, świadczą o mocno interdyscyplinarnym charakterze prac, które Habilitantka realizowała od poziomu nauk podstawowych, sukcesywnie dążąc do rozwiązań technologicznych.

Oprócz imponującego wykształcenia, na uwagę zasługuje doświadczenie zawodowe, które Pani doktor zdobywa już od 2010 roku będąc zatrudnioną jako: Inżynier dializacyjny w Szpitalu Wojewódzkim w Zielonej Górze. Kolejne szczeble naukowe Pani doktor związała z Uniwersytetem Zielonogórskim uzyskując kolejno zatrudnienie na poziomie technicznym, następnie, asystenta po adiunkta, pełniącego równocześnie role kierownicze. Powierzenie roli kierowniczej w jednostce Naukowej zawsze łączy się z zaufaniem jakie dana osoba zyskała poprzez swoją pracę i poprzez udowodnienie swoich szerokich kompetencji technicznych i behawioralnych. Aktualnie Pani Doktor Katarzyna Arkusz jest kierownikiem Katedry Inżynierii Biomedycznej. Stanowisko to piastuje od 2015 roku, wcześniej jako kierownik Zakładu, aktualnie jako kierownik Katedry.

Tą część dorobku również oceniam jako imponującą i wyróżniającą się.

2. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

Główny kierunek badań dr inż. Katarzyny Arkusz dotyczył określenia mechanizmu adsorpcji substancji biologicznej na powierzchni nanorurek tlenku tytanu. Uzyskane wyniki badań Habilitantka przedstawiła w opracowaniu monograficznym zatytułowanym „Wpływ modyfikacji wielofunkcyjnych macierzy nanorurek ditlenku tytanu na właściwości adsorpcyjne" oraz w cyklu sześciu prac naukowych. Większość prac charakteryzuje wysoki współczynnik oddziaływania (ang. impact factor IF). We wszystkich pracach zgłoszonych do osiągnięcia habilitacyjnego, dr Katarzyna Arkusz była pierwszym autorem.

Przedstawione do oceny prace są oryginalne i posiadają wysoką wartość poznawczą. Wieloautorskie prace, które są wysokopunktowane udowadniają, że autorka była w stanie podjąć bardzo wartościową współpracę w swojej dziedzinie. Zgłoszony do oceny dorobek publikacyjny tworzy spójną całość. W pierwszych pracach Habilitantka przedstawiła wyniki dotyczące wytworzenia nanorurek, w kolejnych modyfikacji termicznej, w następnych modyfikacji chemicznej w odniesieniu do właściwości adsorpcyjnych, do których odwoływała się we wszystkich pracach. Ostatnie dwa opracowania dotyczą wyznaczenia właściwości mechanicznych i antybakteryjnych. Przeanalizowanie wszystkich prac rysuje bardzo wyraźny obraz całego zagadnienia.

W Autoreferacie Habilitantka podkreśliła, że głównym osiągnieciem naukowym mającym wpływ na rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna jest wykazanie wpływu morfologii powierzchni nanorurek tlenku, modyfikacji termicznej i chemicznej na właściwości biologiczne, biointergrację i septyczność.

Badania zawarte w przedstawionych do oceny pracach zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach wielu prestiżowych projektów, w większości których Habilitantka była koordynatorem. Mała wątpliwość może pojawić się w przypadku publikacji będących wynikiem realizacji Grantu Diamentowego. Jest to grant dedykowany dla wybitnie uzdolnionych absolwentów studiów pierwszego stopnia lub studentów po ukończeniu trzeciego albo czwartego roku jednolitych studiów magisterskich. Po przeanalizowaniu otrzymanych dokumentów stwierdzam, jednak, że osiągnięcie to zalicza się do osiągnięć habilitacyjnych. Habilitantka otrzymała stopień Doktora w roku 2014, grant realizowany był do roku 2015. Dr Katarzyna Arkusz nie zmieniła całkowicie profilu zainteresowań naukowych po doktoracie i ostatnią fazę realizacji Grantu poświęciła tematyce, która zgłosiła do osiągnięcia habilitacyjnego.

Badania prowadzono poprzez określenie wpływu parametrów morfologicznych i strukturalnych w odniesieniu na właściwości adsorpcyjne, elektryczne i stabilność chemiczną i mechaniczną. Habilitantka przed uzyskaniem stopnia doktora prowadziła prace dotyczące możliwości zastosowania nanorurek tlenku tytanu (IV) jako podłoża impedancyjnego biosensora do oznaczania interleukiny- 8, a praca doktorska dotyczyła opracowania biosensorów do oznaczania interleukiny- 6, interleukiny- 8 oraz czynnika martwicy nowotworów alfa (TNFα).

Kontynuacja badań naukowych, których zalążkiem były badania przeprowadzone w trakcie badań wykonywanych przed Doktoratem świadczy o głębokim zrozumieniu tematyki i znalezieniu prawdziwej pasji naukowej. Badania dotyczące pracy doktorskiej i dorobku habilitacyjnego nie mogą być powiązane i tak to jest również w przypadku ocenianego dorobku. Przedstawione do oceny osiągnięcia stanowią całkowicie odrębne zagadnienia, ale posiadają wspólny mianownik jakim są powłoki nanorurki tlenku tytanu. Wcześniejsze zainteresowania przed uzyskaniem stopnia Doktora skupiały się na opracowaniu czujników elektrochemicznych na bazie nanorurek tlenku tytanu. Po uzyskaniu stopnia naukowego Doktora skoncentrowane

były na określeniu mechanizmu interakcji pomiędzy substancjami biologicznymi, a nanorurkami tlenku tytanu. Ciągłość tematyczna, a zarazem jednoznacznie nakreślona odmienna ścieżka specjalistyczna, w ocenianym zagadnieniu, może świadczyć o bardzo dobrym zgłębieniu zagadnienia ze szczególnym uwzględnieniem wątku aplikacyjnego. Podjęte badania doprowadziły do opracowania podłoża, którego właściwości adsorpcyjne i antybakteryjne Pani Dr Arkusz mogła z powodzeniem kontrolować. Właściwość ta, z materiałowego punktu widzenia, nie jest prosta do jednoznacznego zaplanowania. Na podstawie przedstawionych do oceny prac, stwierdzam, że Habilitantka opanowała proces wytwarzania takich skomplikowanych struktur bardzo dobrze. Na uwagę i pochwałę zasługuje wytworzenie pilotażowej serii materiałów wszczepialnych z możliwością uwalniania leku oraz użycie biopolimerów jako implant długotrwały.

W autoreferacie Habilitantka bardzo jasno uzasadniła podjęcie celu głównego, który starała się osiągnąć na podstawie realizowanych projektów. W tym miejscu mam pewne zastrzeżenia dotyczące definicji celu. Cel, wg wytycznych [DIN 69905] jest to weryfikowalny efekt i/lub żądanie zrealizowania całego zakresu zadań w projekcie. Aby umożliwić dokonanie skutecznej weryfikacji powodzenia pracy lub projektu, musi on być kwantyfikowalny, tj. mierzalny, ponieważ cele są pomocne jedynie wtedy, gdy można je przekształcić w zdefiniowane cele ilościowe. Oczywistym jest, że poprawnie zdefiniowane muszą one być także osiągalne. Zgodnie z przyjętymi założeniami należy jasno zdefiniować cel główny, który jest osiągalny poprzez cele produktowe. Zdefiniowanie celu jako „Analiza…" nie uważam za prawidłowe. Celem nie powinna być badanie, ponieważ osiągnięcie wyznaczonego celu jest możliwe poprzez przeprowadzone analizy. Moje wątpliwości i zastrzeżenia dotyczące tego fragmentu mają jedynie charakter polemiczny i na tle przedstawionych do oceny osiągnięć są marginalne.

3. Ogólna ocena dorobku naukowego i aktywności badawczej Habilitantki

Habilitantka, po uzyskaniu tytułu Doktora Nauk Technicznych była koordynatorem czterech projektów. Realizacja badań doprowadziły do stworzenia oryginalnego rozwiązania naukowego, które zostało opatentowane.

Poza prowadzeniem badań stanowiących główne osiągnięcie naukowe, Habilitantka uczestniczyła w wielu innych pracach, które zostały opublikowane z jej współautorstwem w renomowanych, wysokopunktowanych czasopismach. W ramach pozostałej działalności, pracę Pani Dr Arkusz można podzielić na dwa kierunki:

- wyjaśnienie mikromechanizmu rozpraszania energii w układzie lędźwiowo- miednicznym pod wpływem wysokoenergetycznego pionowego wymuszenia impulsowego
- określenie stabilności mechanicznej, biodegradację i mechanizm tworzenia biofilmu na materiałach poliuretanowych i materiałach metalicznych wytwarzanych metodą przyrostową.

Poza tym na podstawie współpracy z Wojskową Akademią Techniczną, Pani Arkusz realizowała prace z zakresu poprawy bezpieczeństwa i ochrony żołnierzy na misjach. Jej działalność dotyczyła analizy urazów układów tkankowych. Współpraca z Uniwersytetem Medycznym w Poznaniu oraz U-Merge Association zaowocowała możliwością rozwinięcia bardzo ciekawej dziedziny nauki związanej z oceną powinowactwa do inkrustacji i stanu drożności cewników naczyniowych.

Na podstawie dorobku projektowego można ocenić kompetencje Habilitantki w zakresie technicznym i behawioralnym. Te dwa pojęcia kompetencji opisane są w kontekście wymaganej wiedzy i doświadczenia. Wg mnie bardzo istotne jest posiadanie doświadczenia i wiedzy zarówno merytorycznej jak i interpersonalnej.

Działalność naukowa Habilitantki została licznie nagrodzona przez znamienite gremia naukowe. Dr Arkusz pełni również rolę edytora pomocniczego w czasopiśmie z listy JCR.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych

Bardzo ważnym punktem w ocenie dorobku Habilitantki jest doświadczenie organizatorskie. Do tego punktu nie mam zastrzeżeń, ponieważ dr Katarzyna Arkusz takie doświadczenie wykazała oraz udowodniła zdobycie kompetencji behawioralnych w zakresie organizatorskim poprzez, przede wszystkim, kierowanie zakładem Inżynierii Biomedycznej Uniwersytetu Zielonogórskiego. W latach 2015-2019 Habilitantka pełniła funkcję opiekuna kierunku inżynieria biomedyczna oraz członka Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia. Dr Arkusz brała udział w tworzeniu planów dydaktycznych zarówno na kierunkach inżynieria biomedyczna, mechanika i budowa maszyn, ale również na kierunku lekarskim i w ramach programu ERASMUS.

Imponujący dorobek Habilitanta wykazała w zakresie prowadzenia i recenzowania prac dyplomowych. Jest też promotorem pomocniczym dwóch prac doktorskich.

Długi staż jako opiekun koła naukowego, świadczy o chęci Habilitantki do dzielenia się wiedzą i doświadczeniem z młodymi ludźmi, studentami, szukającymi jeszcze swojej drogi na życie zawodowe.

Habilitantka brała czynny udział w organizacji konferencji na szczeblu zarówno krajowym jak i międzynarodowym.

Punkt dotyczący osiągnieć dydaktycznych oceniam wysoko i nie mam zastrzeżeń.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Działalność Habilitantki w obszarze naukowym jest mocno interdyscyplinarna. Osiągnięcia Pani doktor zostały wyróżnione licznymi prestiżowymi nagrodami nadanymi przez znaczące instytucje naukowe co pozwala jednoznacznie stwierdzić, że sylwetka naukowa dr Katarzyny Arkusz jest rozpoznawalna i wysoko oceniana, a jej wkład zainwestowany w rozwój wiedzy jest istotny i powinien stanowić wzór dla innych pracowników naukowo- dydaktycznych. Na podstawie przygotowanego autoreferatu, można stwierdzić, że Pani dr jest wybitnym specjalistą w dziedzinie nauk inżynieryjno- technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

Podsumowując, uważam dorobek pani Dr Katarzyny Arkusz za wyróżniający się. Habilitantka jest entuzjastą nauki w swojej dziedzinie i tą pasją pracy stara się również zarażać innych co jest niezwykle cenne.

Uwagi natury polemicznej nie wpływają na moją ogólną, bardzo pozytywną ocenę dorobku Habilitantki i całokształt Jej działalności oceniam jako wyróżniający się. Na tej podstawie stwierdzam, że dr inż. Katarzyna Arkusz spełnia wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

Dr hab. inż. Roman Major prof. PAN