



Białystok, 06.02.2024 r.

Recenzja osiągnięcia habilitacyjnego Pana dr. inż. Marcina Krajewskiego pt.:
„Wytwarzanie, charakteryzacja oraz zastosowanie nanomateriałów zawierających żelazo”
oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
w związku ze wszczętym postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora
habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria
materiałowa.

1. Podstawa wydania opinii.

Podstawą formalną sporządzenia przedstawionej recenzji jest uchwała nr 9/H/2023 Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN z dnia 30 listopada 2023 r. dotycząca wyznaczenia mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa dr. inż. Marcina Krajewskiego. Opinia została przygotowana na podstawie załączonego do wniosku dorobku oraz innych wymaganych dokumentów. Podstawą prawną oceny osiągnięć naukowych Kandydata ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego jest art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (tj.: Dz.U. z 2018 poz. 1668 z późn. zm.), w związku z tym moja recenzja uwzględnia wymienione tam kryteria.

2. Informacje ogólne - wykształcenie, sylwetka naukowa i kariera zawodowa Habilitanta.

Dr inż. Marcin Krajewski ukończył w 2009 r. studia inżynierskie na kierunku Technologia Chemiczna, Wydział Chemii Politechniki Warszawskiej. Następnie podjął tam studia magisterskie, które zakończył w 2011 r. obroną pracy magisterskiej zatytułowanej „*Direct electropolymerization of copolymer electrolyte into nanostructured electrodes for hybrid 3D microbatteries*” realizowanej w ramach Programu Erasmus Mundus we współpracy pomiędzy: Université de Picardie Jules Verne, Université de Provence, Universidad de Cordoba i Politechniką Warszawską, pod kierunkiem prof. T. Djeniziana (Université de Provence) oraz dr inż. R. Borkowskiej (Politechnika Warszawska). W latach 2011-2016 Habilitant na Uniwersytecie Warszawskim (Wydział Fizyki) realizował Międzynarodowe Projekty Doktoranckie, które zakończył obroną w 2016 r. pracy doktorskiej

zatytułowanej „*Structural and magnetic properties of iron nanowires, iron nanoparticles and multiwall carbon nanotubes covered by iron oxides*” – promotor prof. dr hab. D. Wasik. Od 2016 r. do dnia dzisiejszego dr inż. Marcin Krajewski pracuje w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN, gdzie awansował od starszego laboranta do adiunkta.

Habilitant w okresie swojej kariery naukowej odbył kilka międzynarodowych staży naukowych (Tunghai University – Tajwan, Jilin University – Chiny, Tatung University – Tajwan, Universite de Provence – Francja). Krajowa zawodowa działalność naukowa dr. inż. Marcina Krajewskiego nie jest również ograniczona do jednego ośrodka, dzięki czemu Habilitant miał okazję współpracować z wieloma renomowanymi uczonymi z kraju i ze świata, co wypełnia wymóg prowadzenia badań naukowych we współpracy krajowej lub zagranicznej o czym świadczą powstałe publikacje.

Całkowity dorobek naukowy Habilitanta, to 40 prac o współczynniku oddziaływania od około 0,7 do 7,2.

Analiza sylwetki zawodowej Habilitanta pozwala stwierdzić, że mamy do czynienia z dojrzałym, potrafiącym współpracować w większym zespole naukowcem.

3. Ocena osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego.

Dr inż. Marcin Krajewski, jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego przedstawił cykl dziesięciu powiązanych tematycznie publikacji zatytułowanych: „*Wytwarzanie, charakterystyka oraz zastosowanie nanomateriałów zawierających żelazo*”. Cykl 10 spójnych tematycznie publikacji naukowych oznaczono w autoreferacie symbolami od H1 do H10. We wszystkich pracach Habilitant jest zarówno pierwszym autorem, jak i autorem korespondencyjnym. Kandydat opublikował swoje prace w takich periodykach jak: *Electrochimica Acta*, *Nanoscale*, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, *Journal of Energy Storage*, *Materials Chemistry and Physics*, *Crystal Growth and Design*, *Metallurgical and Materials Transactions A*, *Materials*, *Macromolecular Rapid Communications*, *Langmuir*, które są dobrze rozpoznawalne w międzynarodowym środowisku naukowym. Sumaryczny współczynnik oddziaływania prac z cyklu wynosi 41,938 (co daje średnią 4,2 na pracę), całego dorobku zaś 130,786. Index Hirsha Habilitanta równy jest 9. Są to dane bibliometryczne porównywalne z występującymi w innych składanych wnioskach, zatem można je uznać za wystarczające o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego.

Większość prac cyklu (9) dr inż. Marcin Krajewski wykonał we współpracy z doświadczonymi uczonymi z kraju i zagranicy. Jedna publikacja (H2) włączona do cyklu to monoautorska praca przeglądowa Habilitanta na temat syntez indukowanych polem magnetycznym. Z umieszczonego opisu wkładu własnego, jak również oświadczeń współautorów wynika, że w pozostałych pracach cyklu wkład Habilitanta w opracowanie koncepcji pracy, planowanie eksperymentów, realizację i opis badań był dominujący.

Z autoreferatu wynika, że Habilitant wraz z współpracownikami uzyskał szereg interesujących wyników dotyczących otrzymywania, charakterystyki i zastosowania

materiałów niskowymiarowych zawierających żelazo. Związki żelaza są bardzo atrakcyjne ze względu na powszechność występowania tego pierwiastka w skorupie ziemskiej i wykorzystywanie go w wielu materiałach przemysłowych, użytkowych, inżynierskich i medycznych. Autor szczególny nacisk położył na wskazanie możliwego zastosowania związków hybrydowych takich jak tlenki żelaza – nanorurki węglowe w bateriach litowo-jonowych i superkondensatorach. Jego badania opisane w pracach [H1, H4] wskazały na wzrost pojemności otrzymywanych elektrod kompozytowych w porównaniu do jednofazowych (MWCNTs). Ponadto zaobserwowano, że w projektowanych układach pojemność elektrodowa może być utrzymana na dostatecznie wysokim poziomie (143 Fg^{-1}) bez stosowania elektrolitów alkalicznych.

Innym badanym przez Habilitanta i współpracowników zagadnieniem było opracowanie sposobu wzrostu bimetalicznych wydłużonych nanostruktur – podobnych do drutów w obecności zewnętrznego pola magnetycznego. Uzyskane formy miały zróżnicowany skład chemiczny w zależności od stężenia użytych prekursorów. Zauważono tu, istotny wpływ wyboru jonów Fe^{2+} czy Fe^{3+} na skład drutów. Wygrzewanie nanostruktur w szerokim zakresie temperatury również prowadzi do zróżnicowanych transformacji, co jest zależne od ich pierwotnego składu. Dwie ostatnie z serii prace H9 i H10 dotyczą zastosowania nanostruktur zawierających żelazo. Interesującym aspektem wykorzystania nanocząstek żelaza jest ich zdolność ekranowania promieniowania podczerwonego, co zostało przedstawione w pracy H9 Habilitanta. Efektywność żelaza niskowymiarowego w oczyszczaniu wody z barwników przemysłowych została potwierdzona w pracy H10.

Na podstawie analizy prac do najważniejszych osiągnięć Habilitanta zaliczyć można:

- Wykorzystanie MWCNTs pokrytych nanocząstkami tlenku żelaza, jako materiału anodowego superkondensatorów wykorzystujących roztwory wodne, jako elektrolity,
- Opracowanie technologii wytwarzania nanołańcuchów żelazo-nikiel i żelazo-kobalt,
- Opracowanie technologii wytwarzania folii wypełnionych nanocząstkami Fe,
- Wytwarzanie nanołańcuchów z nanocząstek stosując syntezę indukowaną polem magnetycznym,
- Opracowanie technologii pokrywania MWCNTs tlenkami żelaza,
- Wykorzystanie MWCNTs pokrytych nanocząstkami tlenku żelaza, jako materiału anodowego w bateriach litowo-jonowych,
- Zastosowanie nanołańcuchów żelaza jako absorbentów barwników syntetycznych.

W mojej ocenie, uzyskane wyniki stanowią istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej, a w szczególności nanotechnologii. Dotyczą opracowania nowych hybrydowych materiałów elektrodowych i struktur niskowymiarowych zawierających żelazo. Wskazane we wniosku prace stanowią oryginalny i ważny wkład naukowy w rozwój dyscypliny. Realizując przedstawiony cykl prac wykonanych wspólnie z bardziej doświadczonymi uczonymi trudno jest wyrokować jednoznacznie, do jakiego stopnia

Habilitant jest rzeczywiście niezależnym, samodzielnym uczonym, zdolnym do proponowania własnej tematyki, rozwijania własnych narzędzi badawczych, a w szczególności do kierowania młodą kadrą. Niemniej dr inż. Marcin Krajewski wykazał się zdolnością współpracy z szerokim gronem ekspertów z różnych dziedzin, co odbieram bardzo pozytywnie.

Podsumowując, osiągnięcie naukowe zatytułowane „Wytwarzanie, charakterystyka oraz zastosowanie nanomateriałów zawierających żelazo” spełnia wymagania stawiane osiągnięciom, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy.

4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

Poza głównym nurtem zainteresowań przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne, dr inż. Marcin Krajewski opisał również tematykę poboczną prowadzonych badań, którymi zajmował się przez lata swojej pracy naukowej. Dowodzi tego jego współautorstwo w 24 innych publikacjach (opublikowanych po doktoracie) nie wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego. Z punktu widzenia problemów współczesnego świata i zagrożeń cywilizacyjnych badania dotyczące opracowania nowych materiałów elektrodowych tlenku litowo-niklowo-manganowego lub litowo-tytanowego zasługują na największe uznanie. Ponadto uzyskane przez Habilitanta wyniki przeprowadzonych badań prezentowane były na konferencjach krajowych i zagranicznych. Dr inż. Marcin Krajewski aktywnie uczestniczy w realizacji grantów finansowanych z NCN, gdzie był wykonawcą w dwóch (UMO-2019/35/B/ST8/03131 i UMO-2014/15/B/ST8/043148). Uzyskał również finansowanie grantu własnego w ramach konkursu NCN SONATA 12 – *„Nowe funkcjonalne nanomateriały kompozytowe typu rdzeń-otoczka z rdzeniem żelazo-kobalt oraz żelazo-nikiel: wytwarzanie, właściwości oraz wpływ atmosfery utleniania i temperatury na wzrost otoczki”*. Był beneficjentem stypendium dla wybitnych młodych naukowców finansowanym przez MNiSW. Praca naukowa habilitanta była doceniana kilkakrotnie przez Dyrektora Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN o czym świadczą przyznane nagrody. Dr inż. Marcin Krajewski jest recenzentem w wielu periodykach naukowych oraz ekspertem w Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej (NAWA). Habilitant prowadzi intensywną współpracę krajową (*Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, Instytut Fizyki PAN, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej, Politechnika Warszawska*) i międzynarodową (*Tunghai University, Tajwan, Tatung University, Tajwan, University of Maryland, USA, Technical University of Ostrava, University of Maribor, Słowenia, Jilin University, Chiny, University College London*), w wyniku której powstało kilkanaście artykułów naukowych.

Niestety w swoim autoreferacie Habilitant nie przedstawia planów przyszłych badań.

Podsumowując, pozostałe osiągnięcia naukowe dr. inż. Marcina Krajewskiego oceniam je dobrze.

5. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

Ze względu na specyfikę ośrodka naukowego, w którym jest zatrudniony Habilitant jego działalność dydaktyczna jest bardzo skromna – kilka wykładów okazjonalnych i zajęcia prowadzone w latach 2011-2015, ale w moim mniemaniu nie powinna ona budzić wątpliwości.

Dr. inż. Marcin Krajewski starał się również promować naukę poprzez udział w konkursie na najlepszy artykuł popularnonaukowy organizowany przez IPPT PAN, jak również udzielał wywiadów na portalu internetowym „Rzecz o innowacjach”.

6. Ocena osiągnięć z zakresu współpracy Habilitanta w prowadzeniu projektów i współpracy z podmiotami otoczenia społecznego i gospodarczego.

Habilitant jest współautorem jednego zgłoszenia patentowego po uzyskaniu stopnia doktora (435602, 7/10/2020). Nie posiada udokumentowanej innej współpracy z sektorem gospodarczym czy technologicznym.


Ponad to po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant był kierownikiem w dwóch projektach: jednym finansowanym ze środków NCN oraz jednym realizowanym w porozumieniu pomiędzy Polską Akademią Nauk, a narodową Radą nauki i technologii Tajwanu (NSTC).

Podsumowując, aktywność projektowa jest wystarczająca.

7. Podsumowanie ogólne i wnioski końcowe.

Kandydat przedstawił dokumentację zgodnie z obowiązującymi przepisami. Opublikowane prace, które stanowią osiągnięcie Habilitanta, wpisują się w aktualne trendy badań dotyczących nanomateriałów. W moim mniemaniu Habilitant dojrzał do roli samodzielnego naukowca i ma predyspozycje do prowadzenia własnych badań naukowych. Całokształt osiągnięć dr. inż. Marcina Krajewskiego oceniam pozytywnie.

Zatem na podstawie całokształtu dorobku naukowego zgodnie z art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj.: Dz.U. z 2021 r. poz. 478), stwierdzam, że przedstawione do oceny spójne tematycznie osiągnięcie naukowe zatytułowane: „*Wytwarzanie, charakterystyka oraz zastosowanie nanomateriałów zawierających żelazo*” spełnia ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane habilitantom. Prace wchodzące w skład rozprawy stanowią oryginalny i wartościowy wkład w reprezentowaną dziedzinę nauki. W związku z tym wnoszę o dopuszczenie dr. inż. Marcina Krajewskiego do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.


dr hab. Beata Kalska-Szostko, prof. UWB