

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Kulik
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechniki Warszawskiej

Warszawa, dn. 13.02.2024

RECENZJA

jednotematycznego cyklu publikacji

dr inż. Marcina KRAJEWSKIEGO

pod tytułem

***„Wytwarzanie, charakteryzacja oraz zastosowanie nanomateriałów
zawierających żelazo”***

oraz

**ocena całokształtu osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i
popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej**

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, prof. dr hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego z dnia 11 grudnia 2023 roku (otrzymane 21.12.2023 r.) w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej nr DRKN.Z2.400.139.2023 z dnia 14 października 2023 roku powołującą część składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Marcinowi Krajewskiemu w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa, wszczętym w dniu 21 lipca 2023 roku.

Informacje ogólne

Dr inż. Marcin Krajewski jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej, gdzie uzyskał w roku 2009 tytuł zawodowy inżyniera, a w roku 2011 stopień naukowy magistra. Drugi stopień studiów realizował w ramach Europejskiego Programu Erasmus Mundus „*Materials for Energy Storage and Conversion*” prowadzonego przez dwa uniwersytety francuskie, jeden hiszpański i Politechnikę Warszawską. Po zakończeniu studiów, Habilitant odbył na Wydziale Fizyki

Uniwersytetu Warszawskiego studia doktoranckie w ramach tzw. Międzynarodowych Projektów Doktoranckich. W roku 2016 obronił rozprawę doktorską pt. „*Structural and magnetic properties of iron nanowires, iron nanoparticles and multiwall carbon nanotubes covered by iron oxides*”. W tym samym roku, jeszcze przed obroną pracy doktorskiej, został zatrudniony w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN, gdzie pracuje do dzisiaj w Pracowni Zaawansowanych Materiałów Kompozytowych w Zakładzie Mechaniki Materiałów. W latach 2016-2017 pracował na stanowisku starszego laboranta, w okresie 2017-2020 na stanowisku asystenta, a od 2020 r. jest zatrudniony na stanowisku adiunkta.

Ocena zgłoszonego osiągnięcia naukowego

Kandydat do stopnia naukowego doktora habilitowanego przedstawił do oceny osiągnięcie naukowe pod wspólnym tytułem „**Wytwarzanie, charakteryzacja oraz zastosowanie nanomateriałów zawierających żelazo**” w postaci cyklu 10 tematycznie powiązanych artykułów naukowych opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w latach 2017-2023 i oznaczonych we wniosku symbolami od **H1** do **H10**. Jeden artykuł jest autorski (**H2**), a pozostałe dziewięć to publikacje współautorskie, przy czym statystycznie przypada ok. siedmiu autorów na jeden artykuł (3 artykuły 5-autorskie, 2 artykuły 6-autorskie, 1 artykuł 7-autorski, 1 artykuł 8-autorski i 2 artykuły 9-autorskie). Warto podkreślić, że **we wszystkich artykułach Habilitant jest pierwszym autorem**. Również we wszystkich publikacjach współautorskich Habilitant **jest głównym pomysłodawcą badań i autorem koncepcji** tych prac, a także wytwórcą nanomateriałów do badań w postaci nanocząstek, nanowarstw i nanodrutów żelaza oraz stopów żelazo-nikiel i żelazo-kobalt. Prowadził również samodzielnie szereg badań. Była to głównie charakteryzacja wytworzonych materiałów pod względem morfologii, składu chemicznego i struktury. Samodzielnie wykorzystywał szereg technik badawczych, jak np. skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), spektroskopia rentgenowska z dyspersją energii (EDS), dyfrakcja promieni rentgenowskich (XRD), spektroskopia Ramana, analiza termogravimetryczna (TGA) i skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC). Brał udział w planowaniu badań prowadzonych przez współautorów wykorzystujących komplementarne techniki, np. transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM), spektrometria strat energii elektronów (EELS), fluorescencja

rentgenowska z dyspersją energii (EDXRF), rentgenowska spektrometria fotoelektronów (XPS), transmisyjna spektroskopia Mössbauera, spektrometria IR i UV-VIS oraz magnetometria z wibrującą próbką (VSM). Ponadto, **Habilitant prowadził analizę otrzymanych wyników badań, przygotowywał ostateczną wersję manuskryptów wszystkich artykułów** oraz był autorem korespondencyjnym tych publikacji.

Dr inż. Marcin Krajewski, jako absolwent politechnicznego wydziału chemicznego, prowadzi interdyscyplinarną działalność naukową w dyscyplinie inżynieria materiałowa wykorzystując nabyte kompetencje z różnych obszarów nauki, takich jak np. chemia, fizyka czy nanotechnologia. Elementem łączącym różne wątki Jego badań jest żelazo wykorzystywane do wytwarzania nanomateriałów w postaci nanoproszków, nanowarstw i nanodrutów. W swoich badaniach próbuje określić korelację pomiędzy kształtem, rozmiarem i składem chemicznym nanomateriałów, nanostopów i nanokompozytów zawierających żelazo, a ich właściwościami. Uzyskane wyniki badań mają zarówno wartość poznawczą jak i duże znaczenie aplikacyjne. Wytwarzane i badane przez Habilitanta nanostruktury mogą być stosowane np. w urządzeniach do magazynowania i konwersji energii (baterie litowo-jonowe, superkondensatory), jako materiały do ekranowania podczerwieni, a także do oczyszczania wody z barwników syntetycznych. Całość tematyki przedstawionej w ocenianym cyklu 10 publikacji można podzielić na pięć spójnych ze sobą obszarów tematycznych.

Pierwszy z nich został przedstawiony w publikacjach **H1** i **H4**. Dotyczy on zagadnienia wytwarzania wielościennych nanorurek węglowych pokrytych tlenkami żelaza i badania ich właściwości pod kątem zastosowania na elektrody w urządzeniach do magazynowania energii. Autor zaproponował **oryginalną metodę funkcjonalizacji powierzchni nanorurek** poprzez uzupełnienie typowej procedury ich aktywacji w kwasach nieorganicznych dodatkowo poprzez ich nasączenie wodnym roztworem amoniaku. Opracowana przez Habilitanta procedura wytwarzania nanokompozytów złożonych z nanorurek węglowych pokrytych tlenkami żelaza $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ lub Fe_3O_4 okazała się efektywną metodą wytwarzania materiału anodowego o dobrych właściwościach, przydatnego do produkcji, odpowiednio, baterii litowo-jonowych lub superkondensatorów.

Drugi obszar tematyczny obejmuje wytwarzanie bimetalicznych nanostruktur druto-podobnych z wykorzystaniem zewnętrznego pola magnetycznego jako

parametru reakcji chemicznej i został przedstawiony w publikacjach **H2**, **H5** i **H6**. Habilitant dokonał obszernego przeglądu literaturowego tego zagadnienia, które przedstawił w swoim artykule autorskim **H2**. Publikacje **H5** i **H6** zawierają eksperymentalne wyniki badań druto-podobnych struktur wytworzonych przez Habilitanta ze stopów Fe-Ni i Fe-Co zawierających 25, 50 i 75 % żelaza. Druto-podobne nanomateriały Habilitant wytworzył za pomocą reakcji redukcji prowadzonej w zewnętrznym polu magnetycznym generowanym przez układ magnesów umieszczonych w specjalnie zaprojektowanym przez Habilitanta uchwycie. Należy podkreślić, że **konstrukcja uchwytu i całego stanowiska** do syntezy indukowanej polem magnetycznym **jest przedmiotem zgłoszenia patentowego** w Urzędzie Patentowym RP (M. Krajewski, Ł. Cichacki, „Stanowisko do syntezy indukowanej polem magnetycznym” - zgłoszenie patentowe nr 435602 z 7 października 2020r.). Wyniki badań przedstawione w pracach **H5** i **H6** są niezwykle obiecujące i otwierają duże możliwości prowadzenia dalszych badań. Dr inż. Marcin Krajewski wykazał, że metoda syntezy indukowanej polem magnetycznym jest perspektywicznym sposobem tworzenia łańcuchów nanocząstek F-Co/Fe-Ni, które nie tworzą gęstych aglomeratów i są stabilne w warunkach otoczenia. Materiały te mogą być interesującym obiektem badań pod kątem ich zastosowania jako katalizatorów, absorbentów mikrofal, czujników pola magnetycznego lub elementów ekranów magnetycznych.

Trzecim obszarem tematycznym jest wysokotemperaturowe utlenianie nanomateriałów zawierających żelazo. Habilitant przeprowadził serię wygrzewań nanocząstek żelaza oraz nanołańcuchów Fe-Co i Fe-Ni stosując różne atmosfery i temperatury. Wyniki przeprowadzonych badań zostały przedstawione w publikacjach **H3**, **H7** i **H8**. Autor określił stabilność termiczną i podatność tych materiałów na reakcję z tlenem, co jest ważne w kontekście ich zastosowania w takich dziedzinach jak kataliza czy absorbery elektromagnetyczne.

Czwarty obszar tematyczny obejmuje badania nanocząstek żelaza jako wypełniacza kopolimeru i ich zastosowanie do wytwarzania materiałów ekranujących podczerwień. Należy zauważyć, że są to nowoczesne materiały mogące znaleźć wiele zastosowań, np. w produkcji odzieży ekranującej podczerwień, filtrów słonecznych, światłowodów czy też „inteligentnych” okien.. Wyniki badań tych materiałów zostały przedstawione w publikacji **H9**. Otrzymane przez Habilitanta wyniki wskazują, że właściwości ekranujące podczerwień można kontrolować

regulując udział objętościowy nanocząstek żelaza w polimerowej folii. Jest to niewątpliwie perspektywiczny kierunek badań naukowych i zapewne będzie kontynuowany przez Habilitanta.

Piąty (ostatni) obszar tematyczny został zaprezentowany w publikacji **H10**. Dotyczy on zagadnienia wykorzystania nanołańcuchów żelazowych do oczyszczania wody z barwników syntetycznych. Zagadnienie oczyszczania wody z różnych zanieczyszczeń, w tym z barwników syntetycznych, które często są toksyczne, rakotwórcze i/lub mutagenne, jest niezwykle ważne i dlatego absorbuje wielu badaczy na świecie. Nanocząstki żelaza zero-wartościowego są uznawane za bardzo dobry materiał do usuwania zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych z wody. Jednak problemem jest ich tendencja do tworzenia aglomeratów w celu zmniejszenia energii powierzchniowej. Aby rozwiązać ten problem, Habilitant wykorzystał opracowane przez siebie stanowisko do wytwarzania nanołańcuchów zbudowanych z nanocząstek żelaza. Następnie zastosował wytworzone nanołańcuchy żelaza zerowartościowego jako adsorbenty dwóch rakotwórczych barwników: fioletu krystalicznego, który jest barwnikiem kationowym i czerwieni Kongo, który jest barwnikiem anionowym. Przeprowadzone badania wykazały, że właściwości sorpcyjne nanołańcuchów żelaza dla obu badanych barwników są lepsze lub porównywalne do właściwości innych materiałów sorpcyjnych opisanych w literaturze.

Po analizie publikacji **H1-H10**, przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne dr inż. Marcina Krajewskiego, zgadzam się z Habilitantem, że do najważniejszych osiągnięć naukowych tam opisanych należy zaliczyć:

- (1) Stwierdzenie, że tworzenie aglomeratów jest charakterystyczne dla wolnostojących nanocząstek zawierających żelazo (**H3, H4, H9**) oraz wykazanie, że możliwe jest ich rozseparowanie poprzez osadzanie na podłożach takich jak np. wielościenne nanorurki węglowe (**H1, H4**) lub poprzez wytworzenie nanołańcuchów nanocząstek stosując syntezę indukowaną polem magnetycznym (**H2, H5, H6, H10**).
- (2) Opracowanie technologii wytwarzania amorficznych, druto-podobnych nanołańcuchów żelazo-nikiel i żelazo-kobalt za pomocą innowacyjnej metody reakcji redukcji w zewnętrznym polu magnetycznym (**H2, H5, H6**).
- (3) Opracowanie technologii wytwarzania folii z PVDF-HFP [poli(fluorku winylidenu-koheksafluoropropylenu)] wypełnionych nanocząstkami żelaza i ich zastosowanie jako materiału ekranującego bliską i średnią podczerwień (**H9**).

(4) Wykorzystanie wielościennych nanorurek węglowych pokrytych nanocząstkami Fe_3O_4 jako materiału anodowego dla superkondensatorów z wodnym roztworem 1M chlorku potasu jako elektrolitu, który jest bezpieczniejszy niż elektrolity alkaliczne bądź kwasowe. Ponadto, wytworzony przez Habilitanta materiał elektrodowy charakteryzuje się dobrą pojemnością sięgającą 143 F g^{-1} (**H4**).

Warto zauważyć, że pozycja czasopism, w których zostały opublikowane artykuły z opiniowanego cyklu jest dobra i bardzo dobra. Łączny *Impact Factor* czasopism tych 10 publikacji wynosi 41,938, co daje średnią 4,2. Najwyższym wskaźnikiem $\text{IF}=7,233$ charakteryzuje się czasopismo *Nanoscale*, gdzie Habilitant opublikował autorski artykuł przeglądowy oznaczony symbolem **H2**. Z kolei artykuł **H3** został opublikowany w czasopiśmie *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, które w 2018 roku legitymowało się najniższym $\text{IF} = 2,683$.

Również warto dodać, że według bazy danych *SCOPUS* aż 9 z ocenianego zbioru 10 artykułów było cytowanych łącznie (luty 2024) 90 razy, po odrzuceniu autocytowań wszystkich współautorów. Przy czym wyróżniają się pod tym względem trzy artykuły: **H2** (2017), **H3** (2018) i **H4** (2019), które były cytowane odpowiednio 22, 16 i 25 razy. Pozostałe artykuły cytowano od 1 (**H7**-2021) do 9 (**H5**-2020) razy.

Reasumując należy podkreślić, że tematyka badań przeprowadzonych przez Habilitanta i przedstawionych jako osiągnięcie habilitacyjne, jest nowoczesna i niezwykle istotna z punktu widzenia wielu ważnych społecznie zastosowań. Potwierdzeniem tego jest również popularność czasopism, w których Habilitant opublikował swoje artykuły jak i duży rezonans środowiska naukowego, którego miernikiem jest liczba cytowań opiniowanych publikacji. Chciałbym podkreślić, że dr inż. Marcin Krajewski uzyskał szereg interesujących i oryginalnych wyników badań oraz opracował stanowisko do syntezy nanołańcuchów żelaza, które jest przedmiotem zgłoszenia patentowego do Urzędu Patentowego RP.

Ocena całokształtu dorobku naukowo-badawczego

Dorobek naukowy dr inż. Marcina Krajewskiego z okresu przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora obejmuje 6 współautorskich artykułów opublikowanych w czasopismach z listy JCR w latach 2015-2016. Warto podkreślić, że we wszystkich tych publikacjach Habilitant jest pierwszym autorem. Dotyczą one tematyki rozprawy

doktorskiej, czyli obejmują zagadnienia wytwarzania, charakteryzowania struktury i pomiaru właściwości magnetycznych nanodrutów i nanocząstek żelaza oraz wielościennych nanorurek węglowych pokrytych tlenkami żelaza. Należy zauważyć, że wszystkie artykuły z tego okresu zostały dostrzeżone przez międzynarodowe środowisko naukowe o czym świadczą ich cytowania. Dwa z nich doczekały się względnie dużej liczby cytowań: 29 (2015) i 32 (2016).

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Habilitant kontynuuje pracę naukową w tym samym obszarze tematycznym koncentrując się na syntezie nanomateriałów zawierających żelazo oraz badaniach ich struktury i właściwości użytkowych istotnych z punktu widzenia konkretnych zastosowań. Jednak należy zauważyć, że zainteresowania naukowe dr inż. Marcina Krajewskiego są znacznie szersze niż tematyka osiągnięcia habilitacyjnego. Habilitant prowadzi szeroko zakrojoną współpracę naukową krajową i międzynarodową. Do najważniejszych zagadnień spoza dorobku habilitacyjnego, którymi Habilitant zajmuje się we współpracy z innymi naukowcami można zaliczyć wytwarzanie nanomateriałów magnetycznych i ich zastosowania w nanomedycynie, a także wykorzystanie technik optycznych do badania struktury i pomiaru właściwości mechanicznych materiałów.

Warto podkreślić, że zdecydowana większość, gdyż aż 37 artykułów Habilitanta zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, co stanowi 86% całego dorobku publikacyjnego. Daje to imponującą średnią liczbę ponad 5 publikacji rocznie. Najlepiej cytowaną pracą Habilitanta jest współautorski artykuł *Biomass-derived activated carbon material from native European deciduous trees as an inexpensive and sustainable energy material for supercapacitor application*, opublikowany w 2021 r. w *Journal of Energy Storage*, który cytowano 98 razy.

Według bazy danych SCOPUS (luty 2024), całkowity dorobek publikacyjny Habilitanta obejmuje 43 publikacje, z których 32 były cytowane co najmniej 1 raz, po odrzuceniu autocytowań wszystkich współautorów. Całkowita liczba cytowań publikacji dr inż. Marcina Krajewskiego wynosi 322, a wartość indeksu *Hirscha* $H = 8$, który należy uznać za dobry, biorąc pod uwagę dyscyplinę inżynieria materiałowa i niedługi staż naukowy Habilitanta. Sumaryczny *Impact Factor* wszystkich publikacji Habilitanta wynosi 130,786 (10,644 – przed uzyskaniem stopnia doktora). Istniejące cytowania upoważniają mnie do stwierdzenia, że publikacje dr inż. Marcina Krajewskiego są oryginalne i cieszą się dużym zainteresowaniem międzynarodowego środowiska naukowego.

Habilitant prezentował wyniki swoich badań ustnie lub w formie plakatu na 14 konferencjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Dr inż. Marcin Krajewski był wykonawcą w dwóch projektach badawczych (NCN, OPUS 8) i kierownikiem w dwóch kolejnych projektach. Jeden to projekt badawczy finansowany przez Narodowe Centrum Nauki (**SONATA 12**), a drugi to projekt mobilności realizowany w ramach Porozumienia pomiędzy Polską Akademią Nauk a Narodową Radą Nauki i Technologii Tajwanu (NSTC).

Niewątpliwie dr inż. Marcin Krajewski jest osobą rozpoznawalną zarówno w krajowym jak i międzynarodowym środowisku naukowym. Dwukrotnie był powołany przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej NAWA na eksperta w programach Ulam NAWA (na rok 2021) i Bekker NAWA (na rok 2022). Ponadto, był recenzentem 26 artykułów naukowych na zaproszenie edytorów 19 prestiżowych czasopism z bazy JCR.

Potencjał intelektualny i osiągnięcia naukowe Habilitanta zostały dostrzeżone zarówno w macierzystym instytucie, gdzie otrzymał cztery **Nagrody Dyrektora IPPT PAN** (2019, 2020, 2021 i 2022) jak i na szczeblu ogólnokrajowym. Jest On laureatem **Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju 2021** w kategorii **Naukowiec Przyszłości** oraz otrzymał trzyletnie **Stypendium Ministra dla wybitnych młodych naukowców** przyznane na okres od lipca 2020 do czerwca 2023 przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Podsumowując tę część oceny działalności naukowej Habilitanta, z pełnym przekonaniem stwierdzam, że wykazał On zdecydowanie ponadprzeciętną aktywność naukową współpracując z wieloma naukowcami z kraju i zagranicy, o czym świadczą liczne publikacje współautorskie.

Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Dr inż. Marcin Krajewski, pracując w instytucie badawczym PAN na etacie naukowym adiunkta, ma ograniczone możliwości do prowadzenia działalności dydaktycznej. Tym niemniej, posiada on pewne doświadczenie również na tym polu, które zdobył przede wszystkim podczas studiów doktoranckich. Przez cztery lata prowadził ćwiczenia i zajęcia laboratoryjne z fizyki dla studentów Wydziału Fizyki i Wydziału Dziennikarstwa i Nauk Politycznych Uniwersytetu Warszawskiego.

Ponadto, już jako doktor wygłosił trzy wykłady w latach 2018-2021 dla studentów i pracowników *College of Physics, Jilin University* w Chinach oraz *Institute for Materials, University College London*. Ponadto wygłosił wykład w ramach Seminarium Zakładu Optyki Informacyjnej na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Wszystkie cztery wykłady dotyczyły zagadnienia syntezy nanodrutów magnetycznych, czyli tematyki prezentowanej w ramach osiągnięcia habilitacyjnego. Warto odnotować, że Habilitant zdobył **II miejsce w Konkursie na Wykład Młodego Naukowca** podczas międzynarodowej konferencji w Gdańsku we wrześniu 2018 r. (*13th International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials – NANOSMAT 2018*).

Warto zauważyć, że Habilitant popularyzował swoje osiągnięcia badawcze nie tylko wśród specjalistów, ale również wśród niespecjalistów. Brał udział w konkursie na najlepszy artykuł popularnonaukowy organizowanym przez Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN. Otrzymał wyróżnienie za publikację pt. „Co potrafi zdziałać pole magnetyczne podczas syntezy chemicznej nanomateriałów”. Udzielił również wywiadu popularnonaukowego dla portalu internetowego „Rzecz o innowacjach” na temat wyników uzyskanych w projekcie SONATA 12 finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki.

Habilitant prowadzi niezwykle aktywną, udokumentowaną wspólnymi publikacjami, współpracę naukową z sześcioma ośrodkami w kraju i sześcioma za granicą. Do najważniejszych ośrodków zagranicznych, z którymi współpracuje Habilitant należy zaliczyć **Tunghai University** w Taichung City w Tajwanie, **Jilin University** w Changchun w Chinach, **University of Maryland**, College Park w USA, **University College London** w Londynie w Wielkiej Brytanii, **University of Maribor** w Maribor w Słowenii oraz **Technical University of Ostrava** w Ostrawie w Republice Czeskiej. Z ośrodków krajowych można wymienić Wydział Fizyki, Uniwersytetu Warszawskiego, Instytut Fizyki PAN w Warszawie, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Śląskiego w Chorzowie, Wydział Mechaniczny Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu, Łukasiewicz - Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki w Warszawie oraz Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej.

Dr inż. Marcin Krajewski odbył trzy średnioterminowe staże zagraniczne w okresie przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora: w **Universite de Provence** w Marsylii we Francji (6 mies. w 2011r.) oraz w **Tatung University** w Tajpej w Tajwanie

(3 mies. w 2011/2012r. i 3 mies. w 2014r.). Ponadto, odbył dwa krótkoterminowe staże w **Jilin University** w Changchung w Chinach (2 tyg. w 2018 r.) i w **Tunghai University** w Taichung City w Tajwanie (1 tydzień w 2023 r.).

Stwierdzam, że dorobek Habilitanta wyczerpuje wszystkie kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego i spełnia wszystkie wymagania ustawowe.

Ocena końcowa i wnioski

Przedłożony mi do oceny cykl publikacji pod tytułem **„Wytwarzanie, charakteryzacja oraz zastosowanie nanomateriałów zawierających żelazo”** stanowi istotny wkład Habilitanta w dyscyplinę inżynieria materiałowa. **Uważam, że dr inż. Marcin Krajewski jest samodzielnym naukowcem specjalizującym się w wytwarzaniu i badaniu struktury oraz właściwości bogatych w żelazo nanomateriałów w postaci nanoproszków, nanowarstw i nanodrutów.** Przeprowadził On szereg nowatorskich badań i uzyskał wiele oryginalnych rezultatów. Spośród 43 publikacji Habilitanta, widocznych w bazie SCOPUS, większość dotyczy zagadnień przedstawionych w opiniowanym cyklu publikacji. O uznaniu dla tych publikacji przez międzynarodową społeczność naukową świadczą ich **cytowania** w liczbie **322** oraz **Indeks Hirscha H=8**.

Stwierdzam, że osiągnięcia naukowo-badawcze dr inż. Marcina Krajewskiego są znaczące i wnoszą wiele oryginalnych elementów poznawczych i aplikacyjnych. Wytwarzane i badane przez Habilitanta nanostruktury mogą być stosowane w urządzeniach do magazynowania i konwersji energii (baterie litowo-jonowe, superkondensatory), jako materiały do ekranowania podczerwieni, a także do oczyszczania wody z barwników syntetycznych. Habilitant opracował oryginalne stanowisko do syntezy nanołańcuchów żelaza, które jest przedmiotem zgłoszenia patentowego do Urzędu Patentowego RP.

Warto podkreślić, że 86% dorobku Habilitanta powstało w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Habilitant swoim dorobkiem naukowym wniósł istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.

Na podstawie dokonanej oceny osiągnięcia naukowego przedstawionego w cyklu 10 publikacji oraz oceny całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej stwierdzam, że dr inż. Marcin

Krajewski wykazał kompetencję i dojrzałość naukową w stopniu uzasadniającym uzyskanie samodzielności naukowej i spełnia wszystkie wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. z 2023 r., poz.742) stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Z pełnym przekonaniem popieram wniosek o nadanie dr inż. Marcinowi Krajewskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

