

Prof. dr hab. Tomasz Goryczka
Instytut Inżynierii Materiałowej
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Uniwersytet Śląski



Recenzja

dorobku naukowego oraz aktywności naukowej dr inż. Sebastiana Wachowskiego w ramach postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa

1. Podstawa formalna sporządzenia recenzji

Podstawę sporządzenia niniejszej recenzji stanowi pismo Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Gdańskiej, prof. dr hab. inż. Marii Gazdy, z dnia 27 października 2025 r., sygn. 52/RDNIM/2025, dotyczące powołania recenzenta do składu komisji w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Sebastiana Wachowskiego.

Ocena dotyczy dorobku naukowego oraz aktywności naukowej kandydata, realizowanej w ramach postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa, i została przygotowana na podstawie przedłożonej dokumentacji.

Recenzję sporządzono zgodnie z obowiązującymi na Politechnice Gdańskiej wytycznymi dla recenzentów w postępowaniach habilitacyjnych.

2. Podstawowe dane o kandydacie oraz przebieg pracy naukowo-zawodowej

Dr inż. Sebastian Wachowski uzyskał stopień doktora nauk fizycznych w dniu 27 stycznia 2017 r. na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej. Podstawą nadania stopnia była rozprawa doktorska pt. „Wpływ domieszkowania na strukturę i właściwości elektryczne niobianu lantanu”, przygotowana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Marii Gazdy. Recenzentami rozprawy doktorskiej byli prof. dr hab. Franciszek Krok oraz dr hab. inż. Konrad Świerczek, prof. nadzw. AGH.

Z załączonej dokumentacji postępowania habilitacyjnego nie wynika, aby Kandydat uprzednio ubiegał się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Przebieg pracy naukowo-zawodowej dr inż. Sebastiana Wachowskiego obejmuje zatrudnienie w krajowych i zagranicznych jednostkach naukowych. W latach 2015–2016 kandydat realizował działalność badawczą w Zakładzie Elektrochemii Ciała Stałego Uniwersytetu w Oslo (Norwegia). W kolejnych latach (2016–2017) był związany z Katedrą Fizyki Ciała Stałego Politechniki Gdańskiej, gdzie pracował na stanowisku asystenta. Następnie, w okresie 2017–2019, kontynuował działalność naukową na Politechnice Gdańskiej, będąc zatrudnionym na stanowisku adiunkta w ramach stażu podoktorskiego

realizowanego w międzynarodowym projekcie M-ERA.NET. Od 2019 r. pozostaje zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Gdańskiej.

3. Obowiązujące przepisy prawa oraz kryteria oceny

Opracowanie recenzji w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego zostało przeprowadzone na podstawie przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.), w brzmieniu obowiązującym na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego.

Zgodnie z art. 219 wskazanej ustawy, podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego jest wykazanie się przez kandydata istotnymi osiągnięciami naukowymi, stanowiącymi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej, a także istotną aktywnością naukową realizowaną po uzyskaniu stopnia doktora. Ocena dorobku kandydata obejmuje w szczególności analizę jakości, spójności i oryginalności osiągnięcia naukowego wskazanego jako podstawa postępowania habilitacyjnego, stopnia samodzielności naukowej oraz całokształtu działalności badawczej, dydaktycznej oraz popularyzujących naukę.

4. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczący wkład w rozwój dyscypliny

Jako podstawę postępowania habilitacyjnego dr inż. Sebastian Wachowski wskazał główne osiągnięcie naukowe w formie cyklu 11 publikacji naukowych, oznaczonych w autoreferacie, jako P1–P11, zatytułowanego: „*Modyfikacja właściwości perowskitowych kobaltytów i żelazianów pod kątem zastosowania ich jako elektrody w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych*”. Publikacje wchodzące w skład cyklu zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych o dobrej renomie w obszarze inżynierii materiałowej i nauki o materiałach, takich jak *Acta Materialia*, *Journal of the European Ceramic Society*, *Journal of the American Ceramic Society*, *Chemistry – A European Journal* oraz *Applied Materials Today*. Dobry poziom naukowy cyklu potwierdza jakość czasopism, w których prace zostały opublikowane, charakteryzujących się współczynnikami wpływu mieszczącymi się w przedziale od 2,4 do 8,3.

Prace wchodzące w skład ocenianego cyklu mają charakter, wieloautorski, co odzwierciedla prowadzenie badań w ramach zespołów krajowych i międzynarodowych oraz potwierdza zdolność Kandydata do współpracy naukowej i funkcjonowania w zespołach badawczych. Z analizy danych zestawionych w autoreferacie wynika, że dr inż. Sebastian Wachowski jest pierwszym autorem w trzech publikacjach, odpowiadając w nich za przygotowanie zasadniczej części tekstu, co wskazuje na jego wiodącą rolę na etapie prezentacji i interpretacji wyników badań. Kandydat w zdecydowanej większości prac był inicjatorem koncepcji badawczej, odpowiadał za dobór składu chemicznego badanych materiałów, planowanie eksperymentów oraz interpretację wyników. W szczególności dotyczyło to decyzji materiałowych kluczowych z punktu widzenia inżynierii materiałowej, takich jak wybór obsady podsięci A i B w perowskitach, zakres domieszkowania, kontrola niestechiometrii tlenowej oraz warunki obróbki cieplnej determinujące mikrostrukturę i właściwości funkcjonalne.

Analiza danych bibliometrycznych publikacji wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego dr inż. Sebastiana Wachowskiego wykazała, że artykuły spotkały się z dobrym i zauważalnym odzewem w międzynarodowym środowisku naukowym odzwierciedlonym w ich cytowalności. W tym kontekście należy podkreślić, że największy udział w generowaniu cytowań mają dwie publikacje cyklu, oznaczone, jako P4 oraz P11, obie opublikowane w 2018 r. Publikacja P4 osiągnęła 117 cytowań zewnętrznych, natomiast praca P11 – 15 cytowań. Pozostałe publikacje wchodzące w skład cyklu zostały opublikowane w latach 2020–2025, w tym trzy prace w 2025 r. Fakt ten oznacza, że czas ich funkcjonowania w obiegu naukowym jest relatywnie krótki i nie sprzyja jeszcze osiągnięciu wysokich wskaźników cytowań. W tym kontekście aktualny poziom cytowalności całego cyklu, liczony bez autocytowań, należy ocenić jako adekwatny do czasu od momentu opublikowania, z wyraźnym potencjałem dalszego wzrostu. Fakty te potwierdzają naukowy charakter oddziaływania Kandydata oraz jego trwałą obecność w międzynarodowym obiegu literatury naukowej.

Wkład dr inż. Wachowskiego w powstanie publikacji potwierdzają przedłożone oświadczenia współautorów. Zostały one sporządzone w formie ujednoliconej i formalnie spełniają wymagania dokumentacyjne postępowania habilitacyjnego. Należy jednak zauważyć, że większość tych oświadczeń ma charakter ogólnikowy, ograniczając się do wskazania kategorii udziału (np. metodologia, badania, analiza formalna, opracowanie tekstu), bez bliższego doprecyzowania zakresu i charakteru wkładu merytorycznego poszczególnych współautorów. Na tym tle pozytywnie wyróżniają się oświadczenia dr Corneliu Ghica czy dr Karola Leszczyńskiego, w których wkład współautorów został opisany w sposób konkretny i jednoznaczny, z wyraźnym odniesieniem do określonych technik badawczych, etapów realizacji badań oraz obszarów merytorycznych. W szczególności wskazanie odpowiedzialności za badania z wykorzystaniem transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM), a także za konkretne aspekty metodologiczne i analityczne, pozwala na precyzyjne przypisanie ról w ramach zespołu autorskiego. Tego rodzaju forma oświadczeń stanowi wartościowy wzorzec, który w istotnym stopniu ułatwia ocenę rzeczywistego wkładu poszczególnych autorów. Jednocześnie należy podkreślić, że kluczowe znaczenie dla oceny samodzielności naukowej Kandydata mają oświadczenia złożone przez samego dr inż. Sebastiana Wachowskiego, w których szczegółowo określono jego wkład w poszczególne publikacje. Oświadczenia te, potwierdzone własnoręcznym podpisem Kandydata, stanowią podstawowy i rozstrzygający element dokumentacji w zakresie przypisania autorstwa i odpowiedzialności merytorycznej za przedstawione wyniki badań. W tym kontekście ogólnikowy charakter części oświadczeń współautorów nie podważa oceny samodzielności naukowej Kandydata, choć ogranicza ich wartość informacyjną jako materiału pomocniczego.

Główne osiągnięcie naukowe przedstawione w autoreferacie zostało opracowane w sposób bardzo staranny i kompletny, obejmując wszystkie istotne elementy wymagane dla spójnej analizy materiałów funkcjonalnych w ujęciu inżynierii materiałowej. Struktura opracowania jest logiczna i prowadzi czytelnika od zagadnień wprowadzających, poprzez badania podstawowe, aż do aspektów aplikacyjnych. We wstępie Kandydat syntetycznie przedstawia aktualny stan wiedzy dotyczący perowskitowych materiałów tlenkowych wykazujących przewodnictwo protonowe, uzasadnia wybór badanych układów materiałowych oraz precyzuje motywację badań w kontekście zastosowań w protonowych ceramicznych

ogniwach elektrochemicznych. Kandydat przeprowadził spójną i konsekwentną analizę materiałów perowskitowych, rozpoczynając od charakterystyki ich struktury krystalicznej, a następnie stopniowo rozszerzając zakres badań o zagadnienia bezpośrednio determinujące właściwości funkcjonalne. Wykazał, że stabilność strukturalna oraz zmiany parametrów sieci krystalicznej są ściśle związane ze składem chemicznym badanych układów i stanowią punkt wyjścia do dalszej analizy ich rzeczywistej struktury, w tym stopnia zdefektowania. Uzyskane wyniki były podstawą do kolejnego etapu badań, obejmującego szczegółową analizę niestechiometrii tlenowej, w której Kandydat wykazał jej kluczową rolę w kształtowaniu struktury krystalograficznej oraz charakteru defektów w badanych materiałach. Takie ujęcie umożliwiło Kandydatowi logiczne przejście do oceny właściwości materiałowych związanych z rozszerzalnością chemiczną i cieplną, które zostały jednoznacznie rozróżnione pod względem mechanizmów fizycznych oraz znaczenia dla stabilności materiałów w warunkach eksploatacyjnych.

Istotnym elementem osiągnięcia była analiza defektów protonowych, w której Kandydat przedstawił mechanizmy ich powstawania, określił ich koncentrację oraz wykazał ich bezpośredni wpływ na przewodnictwo. Część ta stanowi centralny punkt całego opracowania, łącząc wyniki badań strukturalnych z właściwościami transportowymi i funkcjonalnymi materiałów. Wypełniając założenia definicji inżynierii materiałowej, Kandydat rozszerzył zakres badań o zagadnienia związane z wytwarzaniem, w tym zastosowanie addytywnych metod wytwarzania. Przedstawienie parametrów przygotowania proszków, procesu spiekania oraz laserowego formowania materiałów wskazuje na świadome powiązanie badań podstawowych z technologią wytwarzania oraz dążenie do praktycznego wykorzystania uzyskanych wyników.

Całość rozważań Kandydat uzupełnił o badania stabilności materiałów w atmosferach zawierających H_2S , lokując swoje prace w kontekście realnych warunków eksploatacyjnych urządzeń elektrochemicznych. Fakt ten potwierdza aplikacyjny wymiar głównego osiągnięcia naukowego. Wnioski sformułowane w końcowej części opracowania w sposób spójny i uporządkowany podsumowują najważniejsze rezultaty uzyskane w ramach realizacji głównego osiągnięcia naukowego. Należy jednak zauważyć, że mają one przede wszystkim charakter syntetyzujący i opisowy.

W mojej ocenie zasadniczą wartością głównego osiągnięcia habilitacyjnego Kandydata jest kompleksowe i konsekwentne podejście do problemu projektowania perowskitowych materiałów tlenkowych wykazujących przewodnictwo protonowe, łączące badania strukturalne, defektowe i właściwościowe z analizą stabilności oraz potencjału aplikacyjnego. Przedstawione wyniki tworzą spójną całość, wnosząc istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej i nauki o materiałach w obszarze materiałów funkcjonalnych dla elektrochemicznych systemów konwersji energii.

Stąd za najważniejsze osiągnięcia głównego osiągnięcia habilitacyjnego należy uznać:

1. ***Opracowanie i szczegółową charakterystykę serii perowskitowych materiałów tlenkowych o zróżnicowanym składzie chemicznym***, w szczególności poprzez kontrolowaną obsadę podsięci A (Ba, Sr, lantanowce) oraz B (Co/Fe), co umożliwiło świadome sterowanie rzeczywistą strukturą krystaliczną materiałów.
2. ***Zbadanie wpływu modyfikacji składu chemicznego na właściwości transportowe***, w tym na przewodnictwo protonowe oraz mieszane przewodnictwo jonowo-elektronowe, z

uwzględnieniem roli niestechiometrii tlenowej i procesów uwodnienia jako czynników determinujących mechanizmy transportu.

3. ***Analizę stabilności strukturalnej i termochemicznej badanych materiałów*** w warunkach istotnych z punktu widzenia zastosowań elektrochemicznych, obejmującą zarówno atmosfery suche, jak i wilgotne.
4. ***Rozpoznanie oraz kontrolę zjawisk mikrostrukturalnych i powierzchniowych***, w szczególności procesów eksolucji nanocząstek, wraz z oceną ich wpływu na aktywność elektrodową i trwałość materiałów.
5. ***Ocenę przydatności badanych perowskitów, jako materiałów elektrodowych w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych***, opartą na konsekwentnym powiązaniu wyników badań podstawowych z wymaganiami aplikacyjnymi.

Na tym tle zasadne jest sformułowanie kilku uwag i pytań o charakterze merytorycznym, odnoszących się do wybranych aspektów metodycznych oraz interpretacyjnych publikacji wchodzących w skład osiągnięcia. Poniższe pytania nie podważają wartości naukowej przedstawionych wyników, lecz mają na celu ich doprecyzowanie oraz pogłębienie dyskusji nad zastosowanymi metodami i zaproponowanymi interpretacjami.

1. Wnioski końcowe przedstawione w opracowaniu mają przede wszystkim charakter syntetyzujący i porządkujący uzyskane wyniki. W mniejszym stopniu wykorzystano je do sformułowania bardziej ogólnych zależności, które mogłyby znaleźć szersze zastosowanie poza analizowanymi układami materiałowymi. Czy Kandydat rozważał możliwość sformułowania takich uogólnień na podstawie zgromadzonego materiału badawczego?
2. W publikacji P3 zwraca uwagę relatywnie słaba jakość dopasowania dyfraktogramów (R_p na poziomie ok. 15–16%). Zakres analizowanych dyfraktogramów był stosunkowo wąski ($10\text{--}30^\circ 2\theta$), co przy niewielkiej liczbie refleksów teoretycznie powinno sprzyjać poprawie współczynników dopasowania. Z czego, zdaniem Kandydata, wynika tak niska jakość dopasowania i w jakim stopniu mogła ona wpływać na dokładność wyznaczania parametrów sieci komórki elementarnej, a w konsekwencji na obliczaną rozszerzalność chemiczną? Analiza krzywej różnicowej sugeruje możliwość problemów z dopasowaniem parametrów sieciowych — jak Kandydat interpretuje ten efekt?
Dodatkowo, w badaniach temperaturowych dopasowywano położenia atomów oraz parametry U_{iso} . Czy rozważano zastosowanie anizotropowych parametrów drgań atomowych (U_{aniso}), które w tego typu analizach mogą lepiej odzwierciedlać zachowanie struktury?
3. W publikacji P4 zastosowano metodę Le Bail'a do analizy dyfraktogramów. Czy, zdaniem Kandydata, różnice pomiędzy metodą Le Bail'a a metodą Rietvela, w szczególności w zakresie opisu profilu linii dyfrakcyjnych, mogą mieć istotny wpływ na dokładność wyznaczanych parametrów sieci komórki elementarnej? Czy parametry sieci uzyskane metodą Le Bail'a były weryfikowane lub przeliczane metodą Rietvela, zwłaszcza, że są one porównywane z wynikami przedstawionymi w publikacjach P1–P3?
4. W publikacji P6 średni rozmiar ziarna/cząstek wyznaczano na podstawie obrazów SEM. Metoda ta jest zasadna dla powierzchni względnie płaskich, jednak w przypadku obrazów przedstawionych na rysunkach 9 oraz 11 i 12, gdzie topografia powierzchni jest wyraźnie zróżnicowana, pojawiają się wątpliwości dotyczące porównywalności otrzymanych

wyników. Analogiczna sytuacja występuje w publikacjach P10 (rys. 4) oraz P11 (rys. 3c i 3d). Czy wpływ zróżnicowanej topografii na wyznaczanie średniego rozmiaru ziaren został uwzględniony w analizie i interpretacji wyników?

5. W materiałach uzupełniających do publikacji P6 (rys. 1–4) zwraca uwagę nienaturalny charakter tła dyfraktogramów. Czy jest to efekt zastosowania procedur wygładzania danych lub użycia skali logarytmicznej osi natężenia? Jeśli tak, w jaki sposób mogło to wpłynąć na dalszą analizę strukturalną?
6. W materiałach dodatkowych do publikacji P7 zauważalne jest pogorszenie ostrości obrazów SEM przy powiększeniach rzędu 20–50 tys. (rys. 3 i 4), podczas gdy obrazy uzyskane przy większych powiększeniach (100 tys., rys. 5–7) charakteryzują się bardzo dobrą jakością. Z czego, zdaniem Kandydata, wynika ta różnica jakości obrazów? W tym kontekście ponownie pojawia się pytanie o wiarygodność wyznaczania średniego rozmiaru ziaren na powierzchniach o zróżnicowanej topografii oraz o wpływ tego efektu na analizę porównawczą wyników.
7. W publikacji P7, na obrazach FFT uzyskanych z danych TEM (rys. S13), widoczny jest brak korekcji astygmatyzmu, co może wpływać na jakość obrazów oraz na dokładność wyznaczania odległości międzypłaszczyznowych. Ma to szczególne znaczenie w kontekście porównań z odległościami międzypłaszczyznowymi wyznaczonymi na podstawie symulowanych dyfraktogramów z kartoteki ICDD, zwłaszcza dla płaszczyzn o wskaźnikach (110). Jak Kandydat odnosi się do tych różnic i ich potencjalnego wpływu na interpretację wyników?
8. W publikacji P8 na rysunku 4c przedstawiono rozkłady pierwiastków mierzone metodą EDS wzdłuż linii przebiegającej przez obszar o nierównomiernej topografii. W takiej sytuacji zmienna odległość analizowanego obszaru od detektora może wpływać na intensywność sygnału. Czy Kandydat rozważył możliwość, że obserwowane różnice w rozkładzie pierwiastków mogą wynikać z efektów topograficznych, a nie wyłącznie ze zróżnicowania składu chemicznego ziaren?
9. W materiałach uzupełniających do publikacji P8 parametry sieci krystalicznej (tabela S2) podano z dokładnością do pięciu miejsc po przecinku (w Å), podczas gdy pomiary wykonano na dyfraktometrze Philips X'Pert Pro. Czy, zdaniem Kandydata, taka precyzja zapisu jest adekwatna do możliwości aparaturowych i jakości dopasowania (R_w przekraczające 12%)? Jak należy interpretować tę dokładność w kontekście nieidealnych współczynników dopasowania?

Podsumowując, pomimo sformułowanych uwag i pytań o charakterze merytorycznym, całość przedstawionego głównego osiągnięcia naukowego należy ocenić bardzo wysoko. Osiągnięcie to ma charakter spójny, oryginalny i merytorycznie dojrzały, a jego znaczenie dla rozwoju dyscypliny inżynieria materiałowa nie budzi wątpliwości. W mojej ocenie spełnia ono wymagania określone w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, stanowiąc istotne osiągnięcie naukowe o znaczącym wkładzie w rozwój inżynierii materiałowej.

5. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Oprócz głównego osiągnięcia naukowego, które zostało wskazane przez Kandydata jako podstawa postępowania habilitacyjnego i ocenione w odrębnym rozdziale, Kandydat przedstawił również tzw. Osiągnięcie II, obejmujące badania nad przemianami fazowymi oraz przewodnictwem protonowym w tlenkach o wzorze ogólnym ABO_4 . Należy podkreślić, że przepisy ustawy (*Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*) wymagają wykazania się jednym istotnym osiągnięciem naukowym. W mojej opinii warunek ten został spełniony przez Kandydata i zrecenzowany w punkcie 4. Stąd konsekwentnie, "Osiągnięcie II" nie stanowi odrębnej podstawy postępowania habilitacyjnego, jednakże posiada istotną wartość merytoryczną i z powodzeniem może stanowić wkład do istotnej aktywności naukowej Kandydata. Przedstawione w tej części badania wnoszą nową wiedzę dotyczącą zależności pomiędzy składem chemicznym, strukturą krystaliczną, przemianami fazowymi oraz mechanizmami transportu protonowego w tlenkach typu ABO_4 , w tym w materiałach opartych na ortoniobianach lantanowców. Szczególną wartością jest pogłębiona analiza roli defektów i uwodnienia w kształtowaniu właściwości transportowych, prowadzona z wykorzystaniem metod doświadczalnych typowych dla inżynierii materiałowej i fizyki ciała stałego.

Z punktu widzenia całości dorobku Kandydata Osiągnięcie II pełni rolę zaplecza merytorycznego i kompetencyjnego, rozwijanego równolegle do badań nad perowskitowymi materiałami protonowymi wchodzącymi w skład głównego osiągnięcia habilitacyjnego. Jednocześnie dokumentuje ono ciągłość tematyczną prowadzonych badań, a nie zmianę profilu naukowego, oraz potwierdza, że Kandydat rozwijał swoje kompetencje w sposób konsekwentny, poszerzając zakres analiz o nowe układy materiałowe przy zachowaniu wspólnego mianownika problemowego.

Analiza wykazu osiągnięć naukowych wskazuje, że dorobek publikacyjny Kandydata, poza publikacjami wchodzącymi w skład głównego osiągnięcia (P1–P11) oraz Osiągnięcia II (A1–A6), obejmuje co najmniej kilkanaście artykułów naukowych opublikowanych zarówno przed uzyskaniem stopnia doktora, jak i w okresie po doktoracie. Publikacje te ukazały się w recenzowanych czasopismach o obiegu międzynarodowym z obszaru inżynierii materiałowej i nauki o materiałach, takich jak *Journal of Solid State Chemistry*, *Ceramics International*, *Solid State Ionics* czy *ChemistrySelect*. Dorobek sprzed uzyskania stopnia doktora koncentrował się przede wszystkim na badaniach tlenków typu ABO_4 , w szczególności domieszkowanych ortoniobianów lantanowców, obejmując analizę ich struktury krystalicznej, przemian fazowych oraz właściwości transportowych. Tematyka ta stanowi bezpośrednio zaplecze merytoryczne dla późniejszych badań prowadzonych po doktoracie i znajduje swoje rozwinięcie zarówno w "Osiągnięciu II", jak i w głównym osiągnięciu habilitacyjnym. Z kolei po uzyskaniu stopnia doktora Kandydat konsekwentnie rozwijał profil badawczy zmierzający w kierunku funkcjonalnych tlenkowych materiałów wykazujących przewodnictwo protonowe. Publikacje spoza formalnie wyodrębnionych osiągnięć dokumentują stopniowe poszerzanie zakresu badań m.in. o zagadnienia stabilności w atmosferach reaktywnych, mikrostruktury oraz metod wytwarzania.

Z przedstawionej dokumentacji nie wynika, aby Kandydat podejmował działalność badawczą w odmiennych obszarach materiałowych niezwiązanych z głównym nurtem jego badań. Aktywność naukowa Kandydata była realizowana w ramach jednego, jasno zdefiniowanego obszaru tematycznego, bez wyraźnych prób eksploracji innych klas materiałów lub zagadnień wykraczających poza problematykę objętą postępowaniem habilitacyjnym.

Istotnym elementem aktywności naukowej Kandydata jest systematyczny udział w konferencjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Kandydat był autorem lub współautorem kilkunastu wystąpień konferencyjnych, w tym wystąpień na zaproszenie, referatów ustnych oraz prezentacji posterowych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że liczba wystąpień ustnych wyraźnie przewyższa liczbę prezentacji posterowych, co świadczy o aktywnym udziale Kandydata w merytorycznej dyskusji naukowej oraz o zainteresowaniu jego wynikami ze strony organizatorów konferencji i seminariów. Ponadto analiza chronologiczna wskazuje, że zdecydowana większość wystąpień konferencyjnych przypada na okres po uzyskaniu stopnia doktora, co należy ocenić pozytywnie jako przejaw rosnącej samodzielności naukowej oraz zwiększającej się rozpoznawalności Kandydata. Struktura tej aktywności potwierdza, że udział w konferencjach nie miał charakteru incydentalnego, lecz stanowił stały element działalności naukowej.

Kandydat wykazał się również aktywnym udziałem w realizacji projektów badawczych, co stanowi istotny element jego aktywności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora. Z przedstawionej dokumentacji wynika, że brał czynny udział w siedmiu projektach badawczych, z czego cztery były realizowane po uzyskaniu stopnia doktora, a trzy rozpoczęły się jeszcze przed jego uzyskaniem. Projekty te były finansowane ze źródeł zewnętrznych, w tym w ramach konkursów międzynarodowych M-ERA.NET, projektów Narodowego Centrum Nauki, projektów finansowanych ze środków Norweskiej Rady Naukowej, a także w ramach programu Iuventus Plus. Na uwagę zasługuje fakt, że w dwóch projektach Kandydat pełnił funkcję kierownika, natomiast w pozostałych występował jako wykonawca lub główny wykonawca. Podobnie jak w przypadku aktywności konferencyjnej, również w tym obszarze widoczna jest wyraźna intensyfikacja działalności projektowej w okresie po uzyskaniu stopnia doktora, co potwierdza zdolność Kandydata do samodzielnego inicjowania i prowadzenia badań naukowych oraz do efektywnego funkcjonowania w zespołach projektowych.

Wśród projektów realizowanych po uzyskaniu stopnia doktora na uwagę zasługuje fakt, że Kandydat pełnił funkcję kierownika projektów finansowanych zarówno w ramach programu IDUB Politechniki Gdańskiej, jak i w ramach międzynarodowej infrastruktury badawczej CERIC-ERIC. Tematyka projektów była ściśle powiązana z obszarem działalności naukowej Kandydata. O ile projekty realizowane w ramach programu IDUB miały charakter uczelniany i koncentrowały się na pogłębieniu badań podstawowych prowadzonych w jednostce macierzystej, to udział w projektach CERIC-ERIC wiązał się z realizacją badań w ramach europejskiej infrastruktury badawczej, z wykorzystaniem specjalistycznej aparatury dostępnej w zagranicznych ośrodkach. Taki zakres tematyczny i organizacyjny projektów potwierdza zdolność Kandydata do samodzielnego formułowania problemów badawczych oraz prowadzenia badań w środowisku międzynarodowym.

Aktywność naukowa Kandydata obejmuje także udział w stażach oraz krótkoterminowych wizytach badawczych zarówno w krajowych, jak i zagranicznych ośrodkach naukowych. Wizyty te były realizowane w jednostkach o profilu badawczym zbieżnym z tematyką prowadzonych przez Kandydata badań i stanowiły uzupełnienie jego działalności naukowej. Należy jednak zauważyć, że w przypadku części wymienionych przez Kandydata mobilności okres pobytu został określony ogólnikowo jako „wizyta kilkudniowa”, bez precyzyjnego wskazania dat lub czasu jej trwania. Fakt ten nie podważa samej zdolności do mobilności naukowej, jednakże precyzyjne określenie ram czasowych pobytów ułatwiłoby ich ocenę formalną i stanowiłoby pełniejszą dokumentację tej formy aktywności.

Zestawiając przedstawione powyżej elementy aktywności naukowej Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora, należy podkreślić, że miała ona charakter zewnętrzny i była realizowana w więcej niż jednej jednostce naukowej. Obejmowała nie tylko udział w projektach i publikacjach, lecz również aktywne uczestnictwo w planowaniu badań, rozwijaniu współpracy międzynarodowej oraz długofalowe kontakty naukowe.

Szczególną rolę w tej aktywności odgrywa wieloletnia współpraca z Uniwersytetem w Oslo, zapoczątkowana jeszcze na etapie studiów doktoranckich i kontynuowana po uzyskaniu stopnia doktora. Obejmowała ona zarówno krótkoterminowe pobyty badawcze, jak i zatrudnienie na stanowisku badawczym w latach 2015–2016, a także udział w międzynarodowych projektach badawczych finansowanych m.in. w ramach programu M-ERA.NET. Współpraca ta była prowadzona w silnych zespołach badawczych zajmujących się zagadnieniami transportu jonowego, uwodnienia oraz stabilności termochemicznej tlenkowych materiałów funkcjonalnych, co pozostaje w ścisłym związku z tematyką głównego osiągnięcia naukowego Kandydata.

Aktywność zagraniczna Kandydata nie ograniczała się wyłącznie do Uniwersytetu w Oslo, lecz obejmowała również współpracę z Institute for Energy Technology (IFE), SINTEF AS oraz Colorado School of Mines, co potwierdzają listy referencyjne i deklaracje współpracy. Charakter tej aktywności wskazuje na trwałe relacje naukowe, a nie incydentalne kontakty, oraz na udział Kandydata w badaniach realizowanych w międzynarodowym środowisku naukowym, często o wyraźnym profilu aplikacyjnym.

Należy jednak zauważyć, że choć dokumentacja jednoznacznie potwierdza sam fakt mobilności naukowej oraz współpracy z zagranicznymi ośrodkami, nie zawsze możliwe jest precyzyjne przypisanie konkretnych publikacji do efektów wynikających z poszczególnych pobytów badawczych. Brakuje syntetycznego zestawienia publikacji powstałych bezpośrednio w wyniku danej współpracy lub mobilności, analogicznego do wykazu prac tworzących główne osiągnięcie naukowe. Co prawda przedstawienie takiego zestawienia nie jest wymagane przepisami ustawy, jednak dobre praktyki wskazują, że powinna ona obejmować również jednoznaczne wskazanie konkretnych publikacji stanowiących efekt danej aktywności.

Niezależnie od powyższych uwag stwierdzam, że dr inż. Sebastian Wachowski prowadził istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, aktywnie uczestnicząc w międzynarodowych zespołach badawczych, projektach oraz wspólnych publikacjach. Aktywność ta miała charakter ciągły, pozostawała merytorycznie spójna z tematyką badań własnych Kandydata i w mojej ocenie spełnia kryterium określone w art. 219 ust. 1 pkt 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

6. Ocena pozostałych osiągnięć w tym dydaktycznych, działalności popularyzującej naukę, organizacyjnej oraz współpracy z otoczeniem gospodarczym

Działalność dydaktyczna Kandydata była prowadzona głównie w obszarze inżynierii materiałowej, zarówno na studiach pierwszego, jak i drugiego stopnia. Kandydat uczestniczył w prowadzeniu oraz współtworzeniu zajęć dydaktycznych obejmujących zagadnienia związane z materiałami funkcjonalnymi i ceramicznymi, właściwościami materiałów oraz metodami ich charakterystyki. Aktywność ta pozostaje w bezpośrednim związku z profilem naukowym Kandydata i prowadzonymi przez niego badaniami. W autoreferacie wskazano również działalność dydaktyczną związaną z przedmiotami z zakresu fizyki, jednak miała ona charakter uzupełniający i nie stanowiła dominującego obszaru aktywności dydaktycznej.

Na uwagę zasługuje fakt, że wyraźne poszerzenie aktywności dydaktycznej Kandydata nastąpiło po 2020 r., wraz z ustabilizowaniem jego pozycji zawodowej na stanowisku adiunkta. Od tego czasu Kandydat pełnił funkcję promotora oraz opiekuna prac dyplomowych realizowanych na studiach pierwszego i drugiego stopnia, obejmujących tematykę związaną z inżynierią materiałową. Zakres tematyczny prowadzonych prac pozostawał spójny z jego zainteresowaniami badawczymi, co sprzyjało integracji działalności naukowej i dydaktycznej. Kandydat występował również w roli recenzenta prac dyplomowych, co potwierdza jego udział w procesie kształcenia i oceny efektów uczenia się. Całokształt przedstawionej działalności dydaktycznej wskazuje na systematyczne zaangażowanie w proces dydaktyczny, rozwijanej równolegle z prowadzoną działalnością naukową, i odpowiada standardom oczekiwanym na etapie postępowania habilitacyjnego.

Istotnym uzupełnieniem aktywności akademickiej Kandydata jest także jego działalność recenzencka na rzecz międzynarodowych czasopism naukowych, w szczególności periodyków o ugruntowanej pozycji w obszarze inżynierii materiałowej. Z przedstawionego wykazu wynika, że dr inż. Sebastian Wachowski pełnił rolę recenzenta m.in. dla czasopism takich jak *Journal of the European Ceramic Society*, *Ceramics International*, *Solid State Ionics* oraz *Journal of Materials Science*, należących do rozpoznawalnych periodyków w tej dyscyplinie. Zakres tematyczny recenzowanych prac pozostawał spójny z profilem naukowym Kandydata i obejmował zagadnienia związane z materiałami ceramicznymi i funkcjonalnymi. Aktywność ta świadczy o jego rozpoznawalności w środowisku naukowym oraz o zaufaniu redakcji do jego kompetencji merytorycznych w zakresie oceny jakości prowadzonych badań, stanowiąc jednocześnie element udziału w kształtowaniu standardów publikacyjnych w obszarze inżynierii materiałowej.

Działalność popularyzująca naukę stanowi naturalne dopełnienie aktywności dydaktycznej Kandydata. Jej intensyfikacja przypada na lata 2017–2025 i pozostaje w wyraźnym związku z kolejnymi etapami kariery akademickiej. W tym okresie Kandydat uczestniczył w wydarzeniach takich jak dni otwarte, festiwale nauki oraz wykłady i prezentacje adresowane do uczniów szkół średnich i innych grup spoza środowiska akademickiego. Przekazywane treści dotyczyły w szczególności zagadnień związanych z inżynierią materiałową, w tym materiałów funkcjonalnych oraz nowoczesnych technologii materiałowych. Warto odnotować, że Kandydat rozpoczął tego typu aktywność już przed uzyskaniem stopnia doktora, prowadząc wykłady i zajęcia dla uczniów szkół ponadpodstawowych.

Uzupełnieniem opisanej wyżej działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej jest aktywność organizacyjna Kandydata, koncentrująca się przede wszystkim na zadaniach realizowanych na poziomie jednostki i wydziału. Kandydat uczestniczył w organizacji wydarzeń naukowych i popularyzujących naukę, w tym seminariów oraz przedsięwzięć skierowanych do studentów i uczniów, wspierając promocję kierunków studiów oraz działalności badawczej jednostki. Do jego obowiązków należał również udział w komisjach i zespołach o charakterze dydaktycznym, związanych m.in. z realizacją i oceną prac dyplomowych oraz procesem kształcenia studentów. Ponadto Kandydat uczestniczył w działaniach organizacyjnych związanych z rekrutacją kandydatów na studia oraz w inicjatywach wspierających rozwój i funkcjonowanie zaplecza dydaktyczno-badawczego jednostki. Działania te spełniają oczekiwania stawiane kandydatom na etapie postępowania habilitacyjnego.

Na tle pozostałych aktywności widoczna jest również obecność Kandydata w przedsięwzięciach realizowanych we współpracy z podmiotami gospodarczymi, obejmujących prace badawczo-rozwojowe o jasno określonym zakresie merytorycznym. Z przedstawionych informacji wynika, że Kandydat uczestniczył w trzech współpracach badawczo-rozwojowych prowadzonych z firmami zewnętrznymi. Ponadto brał udział w realizacji dwóch projektów badawczo-rozwojowych, w których główną tematyką były zagadnienia bezpośrednio związane z właściwościami i stabilnością materiałów funkcjonalnych. Zakres tych prac obejmował m.in. eksperymentalną charakterystykę materiałów, ocenę ich zachowania w warunkach zbliżonych do aplikacyjnych oraz interpretację wyników z punktu widzenia potencjalnych zastosowań. Współprace te miały charakter konkretnych zadań badawczych i pozostawały spójne z głównym nurtem badań Kandydata. W tym zakresie aktywność tę oceniam jako rzeczową i uzupełniającą profil naukowy.

Podsumowując tę część recenzji, stwierdzam, że dorobek dydaktyczny Kandydata, jego zaangażowanie organizacyjne i popularyzatorskie oraz współpraca z otoczeniem gospodarczym spełniają oczekiwania stawiane kandydatom na etapie postępowania habilitacyjnego.

7. Wniosek końcowy

Przeprowadzona analiza dorobku naukowego, głównego osiągnięcia habilitacyjnego oraz pozostałej aktywności zawodowej dr inż. Sebastiana Wachowskiego pozwala stwierdzić, że Kandydat spełnia wymagania określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.). Przedstawione główne osiągnięcie naukowe pt. „*Modyfikacja właściwości perowskitowych kobałtytów i żelazianów pod kątem zastosowania ich jako elektrody w protonowych ceramicznych ogniwach elektrochemicznych*” **stanowi istotny i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa**. Całokształt działalności naukowej Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora potwierdza jego istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji, w tym w środowisku międzynarodowym.

Ponadto, Kandydat wykazał się systematyczną aktywnością dydaktyczną, organizacyjną oraz popularyzatorską, a także podejmował współpracę z otoczeniem gospodarczym w formie

prac i projektów badawczo-rozwojowych. Zakres tej działalności odpowiada oczekiwaniom stawianym kandydatom na etapie postępowania habilitacyjnego i stanowi spójne oraz wartościowe uzupełnienie jego profilu naukowego.

Sformułowane uwagi mają charakter porządkujący, doprecyzowujący i nie deprecjonują ani wartości merytorycznej dorobku Kandydata, ani znaczenia jego osiągnięć naukowych. Nie wpływają one na moją jednoznacznie pozytywną ocenę spełnienia przez dr inż. Sebastiana Wachowskiego kryteriów wymaganych do nadania stopnia doktora habilitowanego.

W związku z powyższym *wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Gdańskiej o nadanie dr inż. Sebastianowi Wachowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.*

Tomasz Gągiczka