



Rzeszów, 15 lipca 2026 r.

Dr hab. inż. Maciej Motyka, prof. ucz.
Katedra Przeróbki Plastycznej
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechnika Rzeszowska
Al. Powstańców Warszawy 8, 35-029 Rzeszów

RECENZJA

**osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej dr Ewy WIERZBICKIEJ
w związku z postępowaniem habilitacyjnym wszczętym w dniu 16.01.2026 r.
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria
materiałowa**

Podstawę wykonania recenzji stanowią: Uchwała Nr 20/RDN_IMat/2026 Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Materiałowa” Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie z dnia 14.05.2026 r. i pismo Jej Przewodniczącego – prof. dr. hab. inż. Tomasza Czujko – z dnia 14.05.2026 r. oraz otrzymana dokumentacja dotycząca całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Kandydatki.

1. Informacje ogólne – sylwetka Kandydatki do stopnia naukowego

Dr Ewa Wierzbicka ukończyła studia wyższe na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, uzyskując w 2012 r. tytuł zawodowy magistra. W 2016 r., na tym samym Wydziale, uzyskała stopień doktora w dyscyplinie nauk chemicznych, na podstawie rozprawy nt. *Electrochemical sensors for epinephrine determination based on gold nanostructures*, przygotowanej pod opieką naukową dr. hab. Grzegorza Sułka, prof. UJ. Doświadczenie zawodowe w pracy naukowo-badawczej zdobywała głównie za granicą – jako pracownik badawczy w międzynarodowym projekcie *Aluminium and Magnesium Alloys Green Innovative Coatings (ALMAGIC)* w Uniwersytecie Complutense w Madrycie (10.2017-07.2018), następnie jako asystent naukowy w Uniwersytecie Fryderyka i Aleksandra w Erlangen i Norymberdze w Niemczech (09.2019-06.2020), a także naukowiec wizytujący (również w Uniwersytecie Humboldtów w Berlinie) w ramach stypendium badawczego Humboldta dla naukowców ze stopniem doktora



(10.2019-01.2022). W 2022 r. powróciła do Polski i rozpoczęła pracę na Wydziale Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej im Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie – początkowo w Instytucie Inżynierii Materiałowej, a od 2025 r. w Instytucie Fizyki Technicznej, w którym zatrudniona jest do chwili obecnej na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych.

Z danych postępowań awansowych wszczętych po 1.10.2019 r., udostępnionych na zintegrowanej platformie informacyjnej RAD-on, wynika, że Pani dr Ewa Wierzbicka ubiega się o stopień naukowy doktora habilitowanego po raz pierwszy.

2. Ocena osiągnięć naukowych stanowiących podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Najważniejsze osiągnięcia naukowe dr Ewy Wierzbickiej, przyjęte przez nią za podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, przedstawiono w formie cyklu publikacji naukowych powiązanych tematycznie, zatytułowanego *Nowe strategie modyfikacji nanostruktur TiO_2 w celu zwiększenia wydajności fotokatalitycznego i fotoelektrochemicznego wydzielania wodoru z roztworów wodnych..* Stanowi go 8 współautorskich artykułów naukowych [4.H1-4.H8] opublikowanych w latach 2019-2025, których sumaryczny współczynnik wpływu $IF = 65,1$ (średnia wartość IF na publikację – 8,14), a łączna liczba punktów wg wykazu MNiSW wynosi 1140.

Problematyka badawcza wyselekcjonowanych prac naukowych dotyczy aktualnych zagadnień z zakresu ekologicznych metod wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych. Habilitantka skupiła się w nich na technologiach wodorowych, których fundamentem są procesy fotokatalitycznego (PC) wydzielania wodoru oraz fotoelektrochemicznego (PEC) rozkładu wody. Ich podstawą fizyczną jest natomiast zjawisko generowania par dziura-elektron przez półprzewodniki, w wyniku absorpcji światła słonecznego. Półprzewodnikiem powszechnie stosowanym w obu procesach jest tlenek tytanu (IV), który pomimo wielu zalet – jak np. dostępność i niska cena, posiada też ograniczenia, wynikające głównie z małej zdolności do absorpcji promieniowania słonecznego i małej intensywności reakcji zachodzących na granicy ciało stałe/elektrolit. Efektywnym sposobem zwiększania tego rodzaju aktywności półprzewodników okazała się ich nanostrukturyzacja, którą w odniesieniu do TiO_2 rozwijała Habilitantka. Wyniki Jej badań w tym zakresie, ujęte w cyklu publikacji [4.H1-4.H8], dotyczą zastosowania różnych wariantów syntezy nanostrukturalnego TiO_2 i jego modyfikacji, które w moim odczuciu są raczej technikami, a nie strategiami – jak przyjęto w jego tytule. Głównym ich celem było uzyskanie nanostrukturalnego TiO_2 najefektywniej zwiększającego wydajność procesów PC i PEC, a także szczegółowa analiza jego właściwości, istotnych w tym aspekcie.

Prace [4.H1] i [4.H2] dotyczą syntezy nanorurek TiO_2 połączonej z osadzaniem elektrochemicznym nanodrutów Au. W pierwszej zaprezentowano koncepcję mikrostruktury typu rdzeń-powłoka utworzonej z nanorurek TiO_2 wypełnionych złotymi nanodrutami do zastosowań w procesie PEC rozkładu wody. W opracowanej metodzie zastosowano wielostopniowe anodowanie blachy tytanowej do wytworzenia nanorurek, a następnie osadzanie elektrochemiczne w ich wnętrzu złotych nanodrutów, do całkowitego wypełnienia struktury i jednorodnego pokrycia warstwy tlenkowej cienkim filmem (usuwanego z podłoża w ostatnim etapie procesu). Jej istotą było uzyskanie cienkiej warstwy amorficznej tlenku tytanu pod warstwą krystalicznych nanorurek TiO_2 . Habilitantka podkreśla w *Autoreferacie* (str. 11) innowacyjność takiej syntezy i przełomowy charakter pracy [4.H1] (czego potwierdzeniem jest nagroda w plebiscycie na najlepszą pracę roku 2022 w czasopiśmie *Materials Horizons*). W publikacji tej przedstawiono szczegółową charakterystykę opracowanego materiału, której podstawę stanowią wyniki wielu zaawansowanych badań, m.in. SEM, EDX, HRTEM, HAADF, XPS, EIS czy XRD. Potwierdzono obecność nanodrutów Au wewnątrz nanorurek TiO_2 , a tym samym skuteczność zastosowanej metody syntezy. Wykazano w otrzymanym materiale, że TiO_2 pełni funkcje absorbera światła, a nanodrutu na cienkim filmie Au kolektora wzbudzonych elektronów. Pozwoliło to zwiększyć przewodnictwo oraz koncentrację elektronów w porównaniu z niemodyfikowanymi nanorurkami TiO_2 na podłożu Ti, przez co opracowany materiał wykazał czterokrotnie większą aktywność w PEC w porównaniu do próbki referencyjnej.

W kolejnej pracy cyklu ([4.H2]) przedstawiono efekty modyfikacji metody wytwarzania warstwy nanorurek TiO_2 z następnym osadzaniem elektrochemicznym, polegającej na dodaniu etapu osadzania warstw ALD platyny. Habilitantka i przy tej okazji podkreśla, że takie rozwiązanie zostało opublikowane po raz pierwszy, przypisując sobie jego autorstwo (str. 13 *Autoreferatu*). Modyfikację procesu wytwarzania zastosowano w celu poprawy wydajności procesu PC wydzielania wodoru. Nanorurki TiO_2 ponownie pełniły funkcję absorbera światła, natomiast nanodrutu bimetaliczne Pt/Au separatora ładunków oraz współkatalizatora wydzielania wodoru. Obecność warstwy ALD przyczyniła się do bardziej równomiernego pokrycia wnętrza nanorurek platyną, wspomagając proces późniejszego osadzania elektrochemicznego, a także zwiększenia wydajności procesu PC (Pt w większym stopniu przyspiesza wydzielanie wodoru w porównaniu z Au). Na podstawie analizy wyników SEM, HR-TEM, HAADF, EDX oraz XRD ustalono, że warstwa absorbera (TiO_2) o grubości 10 μm zapewnia najlepszą wydajność procesu PC – 170 razy większą w porównaniu z próbką referencyjną, w której nanorurki tytanowe na podłożu Ti wytworzono w identycznych warunkach anodowania. Zaproponowana architektura fotokatalizatora zapewniła mu bardzo dobrą przewodność

(30-krotnie mniejszy moduł impedancji dla niskich częstotliwości w porównaniu z niemodyfikowanymi nanorurkami TiO_2). Osiągnięciem naukowym tych badań, w mojej ocenie, jest ustalenie roli warstwy ALD Pt w zapewnieniu integralności złącza metal-półprzewodnik.

Habilitantka przekonując do skuteczności proponowanych metod modyfikacji nanorurek TiO_2 słusznie zwraca uwagę na kwestie ograniczonego dostępu i wysokiej ceny zastosowanych metali szlachetnych. Wskazuje przy tym na swoje publikacje [W1] i [W2], które nazywa „wspierającymi” (str. 7 *Autoreferatu*), świadczące o Jej zaangażowaniu w prace badawcze nad zastąpieniem Pt stopem PtCu czy zminimalizowaniem zawartości Au na drodze stabilizacji ligandami.

W obszarze badań w zakresie modyfikacji fotokatalizatorów bez użycia metali szlachetnych Habilitantka za istotne uznaje również swoje osiągnięcia naukowe i uwzględnia je w cyklu publikacji. Przedstawia pracę [4.H3], w której przeprowadzono analizę wpływu warunków wygrzewania redukcyjnego w atmosferze wodoru na intensywność procesu PC z użyciem brukitu, anatazu i rutylu. Wykazano, że czas wygrzewania brukitu w temperaturze 500°C determinuje aktywność katalizatora pod wpływem światła słonecznego, a zredukowany brukit przewyższa wydajnością anataz i rutyl wygrzewane w tych samych warunkach. Stwierdzono m.in., że redukcja brukitu prowadzi do zwiększenia fotoelektrochemicznej wydajności kwantowej (IPCE) tylko w zakresie długości fal promieniowania UV (a nie w świetle widzialnym, jak postulowano wcześniej w literaturze przedmiotu). Natomiast anataz, który jest bardziej stabilną odmianą polimorficzną TiO_2 , wymaga dłuższej redukcji dla osiągnięcia maksymalnej swojej wydajności. W pracy udowodniono również, że zredukowany brukit wykazuje wyższą wydajność w procesie PC wydzielania wodoru w porównaniu do zredukowanego anatazu i rutylu, a rzeczywistym źródłem poprawy właściwości zredukowanego tlenku jest obecność defektów punktowych $\text{Ti}^{3+}\text{-VO}$, pełniących rolę współkatalizatora (wbrew wcześniej formułowanym hipotezom).

Efektom kontynuacji tych badań jest praca [4.H4], w której przeanalizowano nanoproszki o określonej chropowatości powierzchni oraz naturalny monokryształ brukitu z defektami wewnętrznymi i zanieczyszczeniami. Uwzględniając subtelność zjawiska tworzenia defektów punktowych, do badań przyjęto materiały o bardzo wysokim stopniu uporządkowania struktury – epitaksjalne warstwy anatazu TiO_2 (001) o grubości około 100 nm, osadzone na monokryształach SrTiO_3 (100) metodą PLD. W tym przypadku przeprowadzono redukcję warstw anatazu poprzez wygrzewanie w atmosferze wodoru w zakresie temperatury $300\text{--}700^\circ\text{C}$ i czasu 0-16h. Najwyższą wydajność procesu PC wydzielania wodoru z roztworu woda/metanol uzyskano po wygrzewaniu w temperaturze 500°C (1h). Zmiany mikrostruktury i struktury badanych materiałów

charakteryzowano z zastosowaniem technik XRR, AFM, TEM, SAED i XRD. Ujawniono, że ze zmniejszeniem grubości warstwy anatazu zwiększa się grubość warstwy powierzchniowej zawierająca defekty. Określono wpływ warunków redukcji wodorowej na chropowatość powierzchni wygrzewanego materiału. Potwierdzono, że efektem zwiększenia temperatury i/lub czasu wygrzewania jest większa liczba defektów na powierzchni i w objętości warstwy. Wyniki przedstawione w pracy [4.H4] potwierdzają hipotezę, że defekty $Ti^{3+}-V_O$ odgrywają bezpośrednią i kluczową rolę w zwiększeniu aktywności fotokatalitycznej zredukowanych warstw TiO_2 . Wykazano ponadto, że zbyt duży stopień zredukowania warstw prowadzi do pogorszenia wydajności procesu PC.

Zagadnienia indukcji defektów $Ti^{3+}-V_O$ światłem Habilitantka uznaje za istotne w swojej działalności badawczej, a rezultaty uzyskane w tym zakresie zalicza do swoich głównych osiągnięć naukowych. W pracy [4.H5], wg Niej pionierskiej, wskazuje na pozytywny wpływ tak wytworzonych defektów na procesy PC i PEC wydzielania wodoru. Do badań przyjęto nanocząstki anatazu oraz anodowane warstwy nanorurek na podłożu tytanu. Na podstawie analizy wyników cyklicznych eksperymentów z użyciem tego samego katalizatora stwierdzono, że szybkość produkcji wodoru w kolejnych cyklach się zwiększa, co wg Habilitantki udowadnia kumulowanie się defektów, pomimo przepłukiwania układu azotem i przerw w oświetlaniu. Analiza wyników badań i pomiarów SEM, XRD, XPS oraz HR-TEM nie wykazała zmiany właściwości materiałów w wyniku naświetlania. Potwierdzono natomiast zwiększenie absorpcji optycznej w zakresie światła widzialnego. Ustalono, że indukowanie defektów $Ti^{3+}-V_O$ i ciemnienie katalizatora pod wpływem światła UV nie zmienia energii pasma wzbronionego, co jest w zgodzie z wynikami opublikowanymi w pracach [4.H3] i [4.H4]. Za najważniejsze osiągnięcia w tej pracy Habilitantka uważa odkrycie nowej metody indukowania defektów $Ti^{3+}-V_O$ i udowodnienie, że stany indukowane światłem umożliwiają aktywację procesu PC.

Problematyka przedstawiona w publikacji [4.H6] stanowi kontynuację badań nad indukowanymi światłem defektami $Ti^{3+}-V_O$ w strukturze TiO_2 , nawiązując do aspektu ich stabilności w kontakcie z powietrzem. Głównym ich celem była poprawa jakości uzyskiwanej warstwy poprzez uzyskanie założonej morfologii oraz oczyszczenie z pozostałości elektrolitu zawierającego glikol etylenowy i jony fluorkowe. W efekcie ich realizacji uzyskano rezultaty odmienne od spodziewanych, jak np. generowanie fotoprądu w próbkach poddanych procesowi mycia w podgrzanym etanolu, którego gęstość zwiększała się z każdym kolejnym impulsem padającego światła. W przeciwieństwie do poprzedniej pracy ([4.H5]) defekty nie tworzyły się od razu po ekspozycji materiału na powietrze tylko w roztworze zawierającym tlen, a uzyskany kolor nie ulegał zmianie pomimo kontaktu z powietrzem. Zauważono, że cecha ta dotyczy

wyłącznie defektów powierzchniowych Ti^{3+} indukowanych światłem w próbkach amorficznych. Podobnie jak w pracy [4.H4] potwierdzono, że obecność defektów Ti^{3+} determinuje przewodnictwo próbek, czego efektem jest zwiększenie wydajności procesu PEC rozkładu wody.

Wykorzystanie zjawiska indukowania światłem defektów Ti^{3+} w strukturze TiO_2 stanowi podstawę kolejnych badań Habilitantki. W pracy [4.H7] zaproponowano nowatorską koncepcję redukcji Pt do postaci jednoatomowej za pomocą generowanych światłem defektów punktowych w amorficznych warstwach nanorurek TiO_2 . Pozwoliło to zwiększyć jego wydajności w procesie PC wytwarzania wodoru, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości Pt. U podstaw takiego rozwiązania leży proces redukcji galwanicznej, w której defekt punktowy Ti^{3+} ulega utlenieniu, a rozpuszczone w roztworze prekursora jony Pt są redukowane, tworząc pojedyncze atomy metalu. Opisane prace eksperymentalne obejmowały określenie stężenia Pt w postaci jednoatomowej w roztworze prekursora (kwasie heksachloroplatynowym), w którym zanurzano amorficzne nanorurki TiO_2 z indukowanymi światłem defektami Ti^{3+} -Vo. Szczegółową charakterystykę materiału opracowano na podstawie wyników pomiarów widm EPR, analiz: SEM/EDX, DRS, XRD, XPS oraz HR-TEM/SAED. Potwierdzono obecność pojedynczych atomów Pt, a także jej pozytywny wpływ na wydajność procesu PEC w TiO_2 (analogicznie do roli defektów Ti^{3+} opisanych w publikacjach [4.H5] i [4.H6]). Dobrano warunki procesu syntezy pozwalającego wytwarzać fotokatalizator o bardzo wysokiej wydajności, stabilności i powtarzalności. Habilitantka podkreśla (na str. 26 *Autoreferatu*), że atutem opracowanych metod syntezy przedstawionych w pracach [4.H6] i [4.H7] jest większe bezpieczeństwo pracy w porównaniu z redukcją w atmosferze wodoru w wysokiej temperaturze, a także małe zużycie substratów i energii oraz prostota procesu. Wskazuje również na swoje zaangażowanie w badania o tematyce pokrewnej, dotyczące zredukowanych form tlenków metali w połączeniu z metalami szlachetnymi i opisane w pracach „wspierających” [W3] i [W4].

Tematyka badań przedstawionych w publikacji [4.H8] – ostatniej w cyklu – nawiązuje do zagadnień syntezy heterostruktur, celem poprawy absorpcji światła widzialnego. W pracy zaproponowano koncepcję wytwarzania nanoporowatych heterostruktur w wyniku łączenia tlenków anodowych TiO_2 z dodatkową warstwą materiału osadzanego ALD. Dokonano syntezy MoS_2 osadzonego metodą ALD na nanorurkach TiO_2 w celu zwiększenia wydajności procesu PEC rozkładu wody. Wykazano możliwość wytwarzania amorficznych warstw MoS_2 z użyciem nowego prekursora ($\text{C}_7\text{H}_8\text{Mo}(\text{CO})_3$). Zakres prac obejmował również optymalizację procesu syntezy takiej heterostruktury, której podstawę stanowiło określenie grubości warstwy MoS_2 przy zachowaniu stałej grubości warstwy TiO_2 , pozwalającej uzyskać maksymalną odpowiedź fotoprądową pod wpływem

promieniowania z zakresu światła widzialnego. Stwierdzono silną korelację między wydajnością procesu PEC, a grubością warstwy MoS₂. Wykazano, że jej obecność na nanorurkach TiO₂ znacząco zwiększa zdolność absorpcji światła w zakresie widzialnym fotoelektrokatalizatora, a tym samym wydajność procesu PEC rozkładu wody.

W podsumowaniu charakterystyki cyklu 8 publikacji współautorstwa dr Ewy Wierzbickiej mogę stwierdzić, że stanowią bogate i wartościowe kompendium wiedzy z zakresu wytwarzania i charakteryzowania półprzewodników (głównie TiO₂) stosowanych w procesach PC i PEC produkcji wodoru. Przyjęcie go za osiągnięcie naukowe, w rozumieniu art. 219 obowiązującej Ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, wymaga jednak wykazania powiązania tematycznego jego składowych. Habilitantka podkreśla w *Autoreferacie* (na str. 33), że „*Przedstawiony cykl badań stanowi spójne i oryginalne osiągnięcie naukowe, oraz wnosi istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej ...*” – dokonując dość odważnej oceny swojego dorobku, która w postępowaniu awansowym powinna raczej pozostawać w gestii wyznaczonych recenzentów. Przychylając się do poprawności pierwszej z tez wyrażonych w tej samoocenie przyznaję, że publikacje [4.H1]-[4.H8] są tematycznie spójne i korelują z przyjętym tytułem cyklu *Nowe strategie modyfikacji nanostruktur TiO₂ w celu zwiększenia wydajności fotokatalitycznego i fotoelektrochemicznego wydzielania wodoru z roztworów wodnych* (niezależnie od wyrażonych wcześniej wątpliwości dotyczących użycia terminu „strategia”). Przedstawione w nich badania cechuje wielowątkowość i brak chronologii w kolejności ich przedstawienia w cyklu. Mimo to, dostrzegam wspólną myśl przewodnią i logikę w obieraniu kierunków kolejnych badań. Do zweryfikowania drugiej tezy sformułowanej w przytoczonym cytacie niezbędna jest ocena wkładu wybranych osiągnięć naukowych w rozwój określonej dyscypliny naukowej, zgodnie z zapisami przywołanego wcześniej art. 219 Ustawy. To z kolei, w przypadku osiągnięć przedstawianych w cyklu wieloautorskich publikacji, wymaga doprecyzowania i udokumentowania udziału kandydatki/kandydata do stopnia naukowego w ich powstanie. Realizacja badań interdyscyplinarnych w międzynarodowej grupie badaczy, w renomowanych uczelniach europejskich, jest bez wątpienia atutem Kandydatki do stopnia doktora habilitowanego. Trudno jednak pominąć fakt, że swoje najważniejsze osiągnięcia naukowe potwierdza 8 wieloautorskimi publikacjami (od 6 do 14 autorów), które poza nią firmuje jeszcze swoim nazwiskiem 34 naukowców afiliujących jednostki naukowe z Niemiec (25), Polski (7) i Włoch (2). Dominacja współautorów z Niemiec jest oczywista, biorąc pod uwagę fakt, że większość prac ujętych w cyklu powstała i została opublikowana w czasie, w którym Habilitantka realizowała staż, a następnie stypendium Humboldta w Erlangen i Berlinie. Prawie wszyscy współautorzy cyklu publikacji złożyli stosowne oświadczenia (zał. 5), w których określili swój wkład w ich powstanie.

W otrzymanej dokumentacji nie znalazłem jednak oświadczeń p. Esstelle Jozwiak ([4.H2]) i p. JeongEun Yoo ([4.H5]). Jest to ewidentne uchybienie formalne, którego istotność trudno mi ocenić – dane dotyczące wkładu autorów w powstanie publikacji [4.H2] są w niej zawarte, podczas gdy w pracy [4.H5] już nie. Nie ułatwia to ustalenia faktycznej roli Habilitantki w procesach planowania badań, ich realizacji czy interpretacji uzyskanych wyników. W oświadczeniach autorzy określili swój wkład w powstanie poszczególnych dzieł, który w dużym uogólnieniu polegał na planowaniu badań (6), zapewnieniu zaplecza badawczego (12), realizacji eksperymentów/pomiarów (25), analizie wyników (27), przygotowaniu manuskryptu (26) czy odpowiedzi na uwagi recenzentów (12) – nie odnosząc się w żaden sposób do zadeklarowanego wkładu Habilitantki. Oczywiście, nie wyklucza to Jej wiodącej roli podczas realizacji tych badań, ale i też nie potwierdza jednoznacznie. Świadczą o niej, bez wątpienia, pozycja Jej nazwiska w spisie autorów publikacji włączonych do cyklu – pięciokrotnie na pierwszym miejscu ([4.H1], [4.H3], [4.H4], [4.H5], [4.H6]) – oraz pełnienie funkcji autora korespondencyjnego, również pięciokrotnie ([4.H1], [4.H2], [4.H6], [4.H7], [4.H8]). Za podstawę swojej oceny, muszę więc przyjąć deklaracje Kandydatki do stopnia naukowego zawarte w *Autoreferacie*, poparte danymi bibliograficznymi oraz udziałem w projektach badawczych. Najmniej wątpliwości budzą publikacje [4.H1] (1-szy autor), [4.H2] (autor korespondencyjny), [4.H6] (1-szy autor) i [4.H7] (autor korespondencyjny), które są efektem realizacji 2 grantów badawczych (BPN/PPO/2021/1/00002 oraz 2022/01/1/ST5/00019) kierowanych przez Habilitantkę. W publikacji [4.H3] autorzy korespondencyjni – profesorowie Marco Altomare i Patrik Schmuki – uczestniczyli we wszystkich etapach procesu badawczego i redakcyjnego – od planowania eksperymentów po przygotowanie odpowiedzi na uwagi recenzentów. Dr Ewa Wierzbicka wskazuje w *Autoreferacie* (str. 5), że jako pierwsza autorka tej publikacji odpowiadała za całokształt realizowanych badań, brała udział w dyskusji ich wyników, a także wykonała badania SEM. Podkreśla, że samodzielnie przeprowadziła optymalizację procesu wygrzewania w atmosferze wodoru różnych odmian polimorficznych TiO_2 . Podobny zakres aktywności zdefiniowała dla pracy [4.H4], w której funkcję pierwszego autora dzieli z Johannesem Will'em – w mojej ocenie co najmniej w równym stopniu zaangażowanym w jej powstanie (wg danych zwartych w jego oświadczeniu). Do swojego wkładu w powstanie publikacji [4.H5] Habilitantka zalicza (na str. 6 w *Autoreferacie*): nadzór nad planem badań, uczestnictwo w dyskusjach merytorycznych dotyczących uzyskanych wyników, samodzielne prowadzenie badań i opracowanie rezultatów większości pomiarów, interpretację wyników EPR, a także zaangażowanie w proces edycyjny i korekcyjny manuskryptu. Cykl publikacji zamyka praca [4.H8], której pierwszym autorem jest Chengxu Shen – wiodącym, jak można wnioskować zarówno na podstawie samej pozycji w spisie autorów,

jak i informacji zamieszczonych w jego oświadczeniu o wkładzie w powstanie tego dzieła. Dr Ewa Wierzbicka do głównych swoich zadań w tym zakresie zalicza pieczę nad realizacją zaplanowanych prac badawczych, w tym planowanie oraz nadzór nad realizacją badań prowadzonych przez pierwszego autora – doktoranta, jak się okazuje. Ponadto wskazuje na samodzielne przeprowadzenie optymalizacji syntezy nanoporowatych warstw anodowych (choć zasadność użycia terminu „optymalizacja” w tym i innych miejscach tekstu *Autoreferatu* budzi wątpliwości), nadzorowanie procesu PEC wydzielania wodoru, wykonanie pomiarów spektroskopii refleksyjnej UV-Vis oraz impedancyjnej (EIS). **Pomimo wykazanych wcześniej obiekcji, informacje zawarte we wniosku oceniam jako wystarczające do uznania, że wkład dr Ewy Wierzbickiej w powstanie wieloautorskich publikacji wchodzących w skład cyklu zatytułowanego *Nowe strategie modyfikacji nanostruktur TiO₂ w celu zwiększenia wydajności fotokatalitycznego i fotoelektrochemicznego wydzielania wodoru z roztworów wodnych* był największy.** Nie mam jednak pełnego przekonania, że osiągnięcia naukowe w nich przedstawione są osiągnięciami Habilitantki, w takim stopniu jak do tego przekonuje w *Autoreferacie*. Jej autorstwo idei i koncepcji zrealizowanych badań, wielokrotnie podkreślane, nie zostało potwierdzone w jakikolwiek sposób przez któregośkolwiek ze współautorów.

Abstrahując od ustalenia wkładu Habilitantki w powstanie prac stanowiących podstawę ubiegania się o nadanie Jej stopnia doktora habilitowanego, weryfikacji wymaga również poprawność wyboru dyscypliny naukowej. Nie trudno odnieść wrażenia, że zarówno tematyka badawcza cyklu, jak i zdecydowana większość czasopism, w których je opublikowano (*Journal of Materials Chemistry A* czy *ChemSusChem*), nawiązują do chemii materiałów. Sama Kandydatka do stopnia naukowego doktora habilitowanego (dr nauk chemicznych) wydaje się być tego świadoma, podkreślając we wniosku, że „Przedstawiony cykl publikacji [H1–H8] stanowi spójne i oryginalne osiągnięcie naukowe w dyscyplinie inżynieria materiałowa, ...” (str. 10 *Autoreferatu*). W tym miejscu należy oddać Autorce, że wszystkie czasopisma ujęte w cyklu Jej publikacji, na obowiązującym wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych ogłoszonym przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (w komunikacie z dnia 5 stycznia 2024 r.) są przypisane do dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa. Dlatego mając to na uwadze, jak również interdyscyplinarny charakter badań prowadzonych w ramach szeroko pojętej inżynierii materiałowej, jej wybór jako właściwej dla procedowania tego postępowania habilitacyjnego uznaję za akceptowalny.

Analiza głównych osiągnięć naukowych dr Ewy Wierzbickiej, przedstawionych w cyklu publikacji naukowych powiązanych tematycznie, pozwala mi stwierdzić, że

problematyka badawcza, której dotyczą, jest aktualna. Implementacja technologii produkcji wodoru wpisuje się w strategię zrównoważonego rozwoju – uznawanej za kluczową dla długoterminowej stabilności gospodarczej, ochrony środowiska oraz dobrobytu społecznego. O wysokim poziomie naukowym przedstawionych wyników świadczy renoma i duży współczynnik oddziaływania czasopism, w których je opublikowano. Są efektem badań realizowanych w uznanych ośrodkach naukowych w kraju i za granicą, przez zespół badawczy złożony z ekspertów z zakresu chemii i fizyki, inżynierii chemicznej, chemii nieorganicznej, fotokatalizy, biochemii, ale i również inżynierii materiałowej. Rolę Habilitantki w tym gronie można uznać za kluczową, a zakres wykonanych przez Nią badań za wpisujący się w schemat zgłębiania zależności pomiędzy strukturą, mikrostrukturą, właściwościami i zastosowaniem materiałów, znamienny dla dyscypliny inżynieria materiałowa. Za najważniejsze Jej osiągnięcia naukowe przedstawione w cyklu wybranych artykułów naukowych uznają:

- opracowanie nowych technik syntezy nanostrukturalnych materiałów na podstawie TiO_2 , dedykowanych do PC i PEC wytwarzania wodoru, których podstawą jest połączenie procesów anodowania, osadzania elektrochemicznego, indukowania defektów punktowych oraz domieszkowania pojedynczymi atomami współkatalizatora,
- wykazanie możliwości sterowania mikrostrukturą materiałów w skali nanometrycznej (synteza nanoproszków, nanorurek, nanodrutów czy cienkich warstw epitaksjalnych) i strukturą na poziomie atomowym (defekty punktowe, warstwy ALD), a w efekcie zwiększenie ich wydajności w procesach PC i PEC generowania wodoru,
- opracowanie kompleksowej charakterystyki wytwarzanych materiałów zaawansowanymi technikami badawczymi,
- ujawnienie nowych cech modyfikowanych materiałów, tworząc podstawy do dalszego rozwoju materiałów funkcjonalnych o potencjale aplikacyjnym w technologiach wodorowych.

Osiągnięcia te potwierdzają również o wysokie kompetencje Habilitantki w zakresie prowadzenia zaawansowanych i różnorodnych badań materiałów. Uzyskane przez Nią rezultaty znacząco rozszerzają wiedzę dotyczącą projektowania, wytwarzania i charakteryzowania fotokatalizatorów półprzewodnikowych, a tym samym wnoszą istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej.

3. Ocena aktywności naukowej i całokształtu dorobku naukowego

Dr Ewa Wierzbicka działalność naukową rozpoczęła w trakcie realizacji pracy doktorskiej na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Jej efektem było współautorstwo sześciu publikacji naukowych w wysoko punktowanych czasopismach jak *Sensors and Actuators B*, *Applied Surface Science* czy *Electrochimica Acta* (w pięciu pełniąc funkcję pierwszego autora), a także rozdziału monografii pt. *Nanoporous alumina*:

fabrication, structure, properties and applications (Springer). Ich tematyka dotyczyła głównie nanoporowatych powłok nanoszonych elektrochemicznie. Dorobek naukowy habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje kolejnych 30 publikacji – 27 artykułów naukowych (łącznie z wytypowanymi do cyklu) i 2 pokonferencyjne oraz 1 rozdział w monografii – w których wielokrotnie pełniła funkcję pierwszego autora (12) i/lub autora korespondencyjnego (13). W okresie tym wykazywała się ponadprzeciętną aktywnością naukową, szczególnie poza granicami kraju. Przez ponad 3 lata rozwijała swój warsztat badawczy w ośrodkach akademickich w Hiszpanii i Niemczech – w tym jako laureatka prestiżowego stypendium badawczego Humboldta dla naukowców ze stopniem doktora. Za ukoronowanie tych starań uznaję przyznanie Jej w 2022 r. stypendium Ministra Edukacji i Nauki dla wybitnych młodych naukowców, którego jest beneficjentem do dnia dzisiejszego. Rok wcześniej uzyskała finansowanie w ramach grantu NAWA Polskie Powroty, czego konsekwencją był powrót do kraju i rozpoczęcie pracy w Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, a także kierowanie komponentem badawczym finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki (2022/01/1/ST5/00019). Aktywność Habilitantki w zakresie realizacji projektów badawczych obejmuje również udział w programach: Juventus Plus (finansowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego – 2013-2015), Clean Sky 2 / Horizon 2020 (finansowanym przez Komisję Europejską – 2017-2018) oraz SHENG 3 (finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki – 202502026).

Praca naukowa dr Ewy Wierzbickiej była wielokrotnie doceniana przez środowiska naukowe związane głównie z chemią, czego dowodem są wyróżnienia i nagrody:

- nagroda Rektora Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu za osiągnięcia w dziedzinie nauki i badań naukowych w 2016 roku,
- nagroda im. prof. Tadeusza Żaka za najlepszą rozprawę doktorską w obszarze galwanotechniki, przyznawaną przez Polskie Towarzystwo Galwanotechniczne,
- wyróżnienie indywidualne *Emerging Investigator Series* oraz drugie miejsce w konkursie *Materials Horizons 2022 Outstanding Paper Awards* za publikację [4.H1] wykazaną w cyklu (przyznawane przez kapitułę wydawnictwa Royal Society of Chemistry).

Problematyka badawcza, którą podejmowała, obejmowała również aspekty aplikacyjne. Udział Habilitantki w projekcie *ALMAGIC*, w ramach programu Clean Sky / Horizon 2020, był dla Niej sposobnością do współpracy z sektorem gospodarczym. Badania nad syntezą powłok antykorozyjnych były realizowane w ścisłej współpracy z przemysłem. Dotyczyły, m.in., materiałów przeznaczonych na wybrane elementy konstrukcji silników lotniczych, produkowanych przez firmę MTU Aero Engines.

Na podstawie przeprowadzonej analizy zakresu i efektów prac badawczych, w które zaangażowana była dr Ewa Wierzbicka, Jej dotychczasową działalność naukową oceniam bardzo pozytywnie. Dorobek naukowy w znacząco stopniu powiększyła po uzyskaniu stopnia doktora, głównie dzięki dużej aktywności w zagranicznych ośrodkach naukowych, będąc członkiem międzynarodowej grupy badawczej. Tematyka tych badań w dużym stopniu nawiązuje do nauk ścisłych i przyrodniczych, co niewątpliwie wynika z wykształcenia Habilitantki. Uważam jednak, że pomimo nieścisłości, które wykażę w dalszej części, Jej zainteresowania naukowe ewaluowały. Jako doktor nauk chemicznych zaangażowała się w realizację badań z zakresu inżynierii materiałowej, najpierw w Uniwersytecie Complutense w Madrycie na Wydziale Chemii, a nie Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgicznej – jak twierdzi w *Autoreferacie* (str. 4), a następnie w Uniwersytecie Fryderyka i Aleksandra w Erlangen i Norymberdze, początkowo w Instytucie Chemii, a później w Instytucie Nauki o Materiałach – a nie na Wydziale Materiałoznawstwa jak napisała w *Autoreferacie* (str. 3).

Pozostając w sferze mankamentów *Autoreferatu*, pozwolę sobie zauważyć, że Habilitantka nie uwypukliła w nim swojej aktywności w zakresie prezentowania wyników badań na konferencjach naukowych. Z opisu aktywności naukowej w zagranicznych ośrodkach naukowych (pkt. 5 *Autoreferatu*) wynika, że wygłaszała referaty (w tym na zaproszenie) na międzynarodowych seminariach i konferencjach, a także była współautorką prezentacji i posterów.

Klarowne i nie budzące wątpliwości są natomiast dane naukometyczne Habilitantki. Na dzień podpisania wniosku o przeprowadzenie postępowania (tj. 16.01.2026 r.) przedstawiały się następująco:

- sumaryczny współczynnik cytowań czasopism, w których publikowała, wynosił $IF = 189,6$ bądź 192,8 – w zależności od przedstawionej interpretacji, której nie rozumiem,
- liczba cytowań wg bazy Scopus – 916 (bez autocytowań 852),
- indeks Hirsha wg bazy Scopus – 18 (bez autocytowań 17).

Uważam, że wartości te przewyższają wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w tym w dyscyplinie inżynieria materiałowa. Potwierdzają dużą wartość dorobku naukowego dr Ewy Wierzbickiej i świadczą o Jej rozpoznawalności w środowisku badaczy zajmujących się materiałami o właściwościach fotokatalitycznych. Formą uznania poziomu Jej pracy naukowej jest także powierzenie ponad 50 recenzji manuskryptów zgłaszanych do międzynarodowych czasopism naukowych, czy chociażby zaproszenie do grona ekspertów oceniających wnioski w programie Ulam NAWA.

4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzujących naukę

Dr Ewa Wierzbicka działalność dydaktyczną wykazywała już w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora – wspierając realizację prac licencjackich i magisterskich oraz prowadząc zajęcia laboratoryjne z przedmiotu *chemia fizyczna* na Uniwersytecie Jagiellońskim. W trakcie pobytu za granicą w ramach stypendium Humboldta pełniła opiekę nad dwoma doktorantami. W Wojskowej Akademii Technicznej prowadzi zajęcia laboratoryjne z *fizyki*.

Zdolności organizacyjne Habilitantki potwierdza bez wątpienia umiejętność zarządzania zespołami badawczymi, którą musiała nabyć kierując 5 projektami badawczymi. Jej działalność organizacyjna obejmowała również współorganizację warsztatów naukowych oraz udział w pracach komitetów redakcyjnych (m.in. czasopisma *Carbon Energy* wydawanego przez John Wiley & Sons, *IF* > 20).

Habilitantka angażowała się w przedsięwzięcia, których celem jest popularyzacja nauki. Brała udział w panelach dyskusyjnych i wykładach popularyzatorskich, głównie związanych z Jej członkostwem w Stowarzyszeniu Stypendystów Fundacji im. Aleksandra von Humboldta (*Societas Humboldtiana Polonorum*). Ponadto ma na swoim koncie wywiady popularyzatorskie publikowane w prasie naukowej, na stronach internetowych oraz platformach społecznościowych (np. YouTube).

W mojej ocenie, przedstawione aspekty aktywności naukowej i pozanaukowej Habilitantki potwierdzają Jej zaangażowanie działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy otrzymanej dokumentacji w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego stwierdzam, że zgromadzony dorobek naukowy dr Ewy Wierzbickiej jest na wysokim poziomie. Powstał w efekcie wieloletnich, interdyscyplinarnych badań prowadzonych we współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, w zdecydowanej większości po uzyskaniu stopnia doktora. Tworzą go głównie artykuły naukowe opublikowane w międzynarodowych czasopismach naukowych o dużym stopniu oddziaływania. Osiem z nich zestawiono w cykl zatytułowany *Nowe strategie modyfikacji nanostruktur TiO_2 w celu zwiększenia wydajności fotokatalitycznego i fotoelektrochemicznego wydzielania wodoru z roztworów wodnych*, który przyjęto za podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Mimo wieloautorskiego charakteru wybranych prac, utrudniającego ustalenie niektórych aspektów wkładu Habilitantki w ich powstanie, uznaję, że Jej rola w realizacji przedstawionych badań była wiodąca i kluczowa dla uzyskania wyników, które później

przyjęła za swoje główne osiągnięcia naukowe. Według mnie osiągnięcia te, jak i opublikowane wyniki innych badań, w które była zaangażowana, wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.

Przeprowadzona ocena dorobku naukowego Habilitantki pozwala mi stwierdzić, że osiągnięty przez Nią poziom naukowy oraz zdobyte doświadczenie badawcze w obszarze technologii materiałów do fotokatalitycznej i fotoelektrochemicznej produkcji wodoru są wystarczające do uzyskania statusu samodzielnego pracownika nauki. Dlatego uważam, że kandydatura dr Ewy Wierzbickiej spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Materiałowa” Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie o nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego.

