

Prof. dr hab. inż. Joanna Pisarska
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Instytut Chemii
ul. Szkolna 9, 40-007 Katowice

Katowice, 26.06.2026r.

**Recenzja osiągnięcia naukowego,
dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr Ewy Wierzbickiej
z Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie
(postępowanie o nadanie stopnia doktora habilitowanego)**

Pani dr Ewa Wierzbicka jest absolwentką Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, w którym na Wydziale Chemii, w Zakładzie Chemii Fizycznej i Elektrochemii uzyskała w 2010 roku stopień licencjata, a w roku 2012 magistra. Na tym samym Wydziale Uniwersytetu Jagiellońskiego w roku 2016 obroniła swoją rozprawę doktorską i uzyskała stopień naukowy doktora nauk chemicznych w zakresie chemii. Rozprawę doktorską zatytułowaną "*Electrochemical sensors for epinephrine determination based on gold nanostructures*" zrealizowała pod opieką Pana dr hab. Grzegorza Sulki, prof. UJ. Recenzentami w przewodzie doktorskim byli prof. dr hab. inż. Krzysztof Fitzner oraz dr hab. inż. Wojciech Simka.

Pracę zawodową Pani dr Ewa Wierzbicka rozpoczęła w lipcu 2017 roku (do 29.10.2018) w Uniwersytecie Complutense w Madrycie, gdzie na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Metalurgicznej otrzymała stanowisko pracownika badawczego w międzynarodowym projekcie finansowanym przez Komisję Europejską z programu Clean Sky 2 Horizon 2020, w projekcie ALMAGIC: "*Aluminium and Magnesium Alloys Green Innovative Coatings*". W latach 2018-2019 została zatrudniona na stanowisku asystenta naukowego w Uniwersytecie Friedricha-Alexandra, na Wydziale Materiałoznawstwa, w Instytucie Nauk o Powierzchni i Korozji w Erlangen w Niemczech. Od października 2019 do czerwca 2020 roku w tej samej Uczelni i na tym samym Wydziale pracowała na stanowisku stypendystka/naukowiec wizytujący w ramach stypendium badawczego Humboldta dla naukowców ze stopniem doktora, przyznanego przez Fundację Alexandra von Humboldta.

Następnie od września 2020 do stycznia 2022 roku, w ramach drugiej części uzyskanego stypendium badawczego Humboldta dla naukowców ze stopniem doktora, pracowała na stanowisku stypendystka/naukowiec wizytujący w Uniwersytecie Humboldta w Berlinie, w Instytucie Chemii, w Grupie Materiałów Funkcjonalnych. W latach 2022-2025 dr Ewa Wierzbicka związała swoją karierę zawodową z Wojskową Akademią Techniczną im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie, w której rozpoczęła pracę na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczych na Wydziale Nowych Technologii i Chemii, w Instytucie Inżynierii Materiałowej, gdzie kierowała projektem naukowym przyznanym po powrocie do kraju w ramach projektu NAWA Polskie Powroty (BPN/PPO/2021/1/00002). Od maja 2025 roku nadal związana jest zawodowo z Wojskową Akademią Techniczną i pracuje na Wydziale Nowych Technologii i Chemii, w Instytucie Fizyki Technicznej na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych.

Rozprawa habilitacyjna Pani dr Ewy Wierzbickiej pod tytułem “Nowe strategie modyfikacji nanostruktur TiO_2 w celu zwiększenia wydajności fotokatalitycznego i fotoelektrochemicznego wydzielania wodoru z roztworów wodnych” obejmuje cykl ośmiu publikacji o spójnej tematyce, które ukazały się w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, należących do *Journal Citation Reports* (JCR), o wysokich współczynnikach wpływu. Średnia wartość przypadająca na jedną pracę wynosi 9,56, biorąc pod uwagę rok wydania artykułu. W cyklu habilitacyjnym nie ma publikacji samodzielnych Habilitantki, wszystkie są wieloautorskie. W pięciu z nich Pani dr Ewa Wierzbicka pełniła rolę autora korespondującego, w jednym przypadku wspólnie z innym współautorem, w pięciu artykułach była również pierwszym autorem, a w pozostałych jednym z wielu współautorów. Dołączone do Autoreferatu oświadczenia współautorów publikacji potwierdzają wkład wszystkich autorów w przygotowanie publikacji naukowych, które są podstawą osiągnięcia naukowego przedstawionego w prowadzonym postępowaniu awansowym.

Tematyka naukowa podjęta w publikacjach wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej jest istotna z punktu widzenia naukowego, a jednocześnie niesie duży potencjał aplikacyjny. Ogniskuje się wokół technologii produkcji wodoru, który może być ze względu na wysoką wartość opałową oraz ograniczenie tzw. śladu węglowego, postrzegany jako obiecujące źródło energii, zastępujące klasyczne paliwa kopalne. Ciągły wzrost zapotrzebowania na energię powoduje, że rozwój alternatywnych technologii jej pozyskiwania i magazynowania, staje się we współczesnej gospodarce i polityce energetycznej jednym z najistotniejszych problemów. Do najbardziej ekologicznych technologii produkcji wodoru należą procesy

fotokatalitycznego (PC) oraz fotoelektrochemicznego (PEC) rozkładu wody, których podstawą działania jest wykorzystanie odpowiednich materiałów półprzewodnikowych. Materiały te na skutek absorpcji światła słonecznego generują pary elektron-dziura. Niezwykle istotne jest tu odpowiednie położenie poziomów energetycznych półprzewodnika i pasma walencyjnego półprzewodnika względem potencjałów redoks reakcji rozkładu wody. W procesie PC obie reakcje zachodzą na powierzchni katalizatora, dlatego aby uniknąć reakcji odwrotnej, czyli przejścia produktów gazowych do wody, do układu dodaje się czynnik wychwytyjący dziury (najczęściej alkohol). Z kolei w procesach PEC rozkładu wody, reakcje utleniania i redukcji są rozdzielone i zachodzą odpowiednio na powierzchni fotoelektrokatalizatora oraz przeciwelektrodzie. Dla półprzewodników typu n, na powierzchni materiału aktywnego zachodzi proces utleniania, dlatego pasmo walencyjne stosowanego materiału musi mieć wyższy potencjał niż potencjał utleniania wody. Materiałem, który spełnia powyższe wymagania i powszechnie stosowanym w obu technologiach PC jak i PEC, jest tlenek tytanu (IV). Chociaż posiada on odpowiednią strukturę elektronową, charakteryzuje się stabilnością, jest dostępny i tani, w czystej postaci jego aktywność jest niewielka. TiO_2 absorbuje jedynie 5% promieniowania słonecznego z zakresu UV, wykazując znaczną rekombinację fotogenerowanych nośników ładunku i powolną kinetykę reakcji na granicy faz półprzewodnik/elektrolit. Przełomem w dziedzinie katalizy był rozwój technologii materiałów nanostrukturalnych o nieporównywalnie większej liczbie dostępnych centrów aktywnych w stosunku do klasycznych materiałów. Dotychczas jednak nie zostały osiągnięte wystarczające wydajności procesów PC i PEC generowania wodoru, które mogłyby zostać skomercjalizowane. Problem naukowy związany z modyfikacją nanostruktur TiO_2 umożliwiającą przezwycięzenie wymienionych ograniczeń pozostał nadal aktualny. Habilitantka podjęła w swoich badaniach wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego aktualną i niezwykle ważną problematykę opracowania strategii syntezy materiałów opartych na nanostrukturalnym TiO_2 w celu poprawy jego właściwości. Rozwiązanie postawionego problemu miało zostać osiągnięte poprzez zaproponowane połączenie różnych zaawansowanych technik syntezy materiałów jak: anodyzacja do syntezy nanorurek TiO_2 połączona z osadzaniem elektrochemicznym nanodrutów Au [H1, H2], osadzanie warstw ALD na nanorurkach TiO_2 w celu wytworzenia heterostruktur $\text{TiO}_2\text{-AuPt}$ oraz $\text{TiO}_2\text{-MoS}_2$ [H2, H8], wygrzewanie redukcyjne nanorurek, nanoproszków i monokryształów TiO_2 w atmosferze wodoru w celu wprowadzenia defektów punktowych $\text{Ti}^{3+}\text{-V}_\text{o}$ [H3, H4], indukowanie defektów $\text{Ti}^{3+}\text{-V}_\text{o}$ z użyciem światła [H5-H7], czy też modyfikacja TiO_2 katalizatorem platynowym (Pt) w postaci pojedynczych atomów [H7]. Kolejnym wątkiem

naukowym analizowanym przez Panią dr Wierzbicką było otrzymanie materiałów o możliwie najwyższej wydajności procesów PC wydzielania wodoru lub PEC rozkładu wody [H1-H3, H5-H8]. Szczegółowa analiza właściwości otrzymanych materiałów, pod kątem znalezienia zależności między rodzajem modyfikacji a aktywnością fotokatalityczną lub/i fotoelektrochemiczną zaproponowanych materiałów, została przeprowadzona z wykorzystaniem zaawansowanych technik badawczych jak transmisyjna i skaningowa mikroskopia elektronowa, spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego, spektroskopia fotoelektronów rentgenowskich oraz elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna [H1-H8]. Problematyka omówiona w cyklu publikacji poszerza wiedzę na temat podstawowych w dziedzinie inżynierii materiałowej wzajemnych zależności pomiędzy otrzymywaniem, strukturą i właściwościami, dotyczących nanomateriałów tlenkowych na bazie TiO_2 , wykorzystywanych w ekologicznych metodach produkcji wodoru oraz materiałów funkcjonalnych. Może się przyczynić do rozwoju inżynierii materiałowej w tym zakresie, a ponadto otworzyć nowe kierunki badań oraz możliwości aplikacyjne w energetyce odnawialnej.

Pani dr Ewa Wierzbicka wykazuje bardzo dużą aktywność naukową realizowaną w uczelniach i instytucjach naukowych w kraju i poza granicami. Współpracę tą rozpoczęła, po uzyskaniu stopnia doktora, od udziału w międzynarodowym projekcie finansowanym przez Komisję Europejską z programu Clean Sky 2 Horyzont 2020; „ALMAGIC: *Aluminium and Magnesium Alloys Green Innovative Coatings*”. Projekt dotyczył znalezienia alternatywnych strategii ochrony przed korozją wybranych stopów aluminium i magnezu, jako zamiennika komercyjnie stosowanych powłok ochronnych wykorzystujących związki chromu(VI). Wymiernym efektem udziału w tym projekcie było 6 publikacji z listy JCR (w 4 *autor korespondencyjny).

Badania przedstawione w pracy otwierającej cykl publikacyjny H1 Habilitantka rozpoczęła jeszcze podczas pobytu na stypendium naukowym Humboldta w Uniwersytecie Humboldta w Berlinie, a następnie kontynuowała po powrocie do kraju w ramach projektu NAWA Polskie Powroty, którego była kierownikiem. Projekt ten zapewnił środki na budowę zespołu badawczego, natomiast finansowanie badań pochodziło z projektu-komponentu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (2022/01/1/ST5/00019), w którym również pełniła rolę kierownika.

Optymalizację procesu wygrzewania w atmosferze wodoru różnych odmian polimorficznych TiO_2 , opracowanie wyników pomiarów fotokatalitycznego wydzielania wodoru z detekcją produktów metodą chromatografii gazowej (GC), opracowanie analiz

z użyciem skaningowej mikroskopii elektronowej, spektroskopii refleksyjnej UV-Vis, pomiarów dyfrakcji rentgenowskiej, spektroskopii ramanowskiej oraz interpretacji wyników dotyczących pomiarów fotoprądów i fotoelektrochemicznej wydajności kwantowej (IPCE), dokonała Kandydatka w ramach swojego pobytu na stypendium naukowym w Erlangen w Niemczech (FAU). Realnym rezultatem tej interesującej współpracy było nie tylko zdobycie doświadczenia, ale również powstanie publikacji H3.

Drugą część pobytu w ramach stypendium im. Humboldta dr Wierzicka odbyła w Uniwersytecie Humboldta w Berlinie. Badania prowadzone w tej jednostce skupiały się głównie na syntezie materiałów na bazie anodowego, nanoporowego TiO_2 poddanego modyfikacjom celem uzyskania jak najwyższej wydajności fotoelektrochemicznego wydzielania wodoru. Efektem tej współpracy było pięć artykułów naukowych afiliowanych przez Uniwersytet Humboldta w Berlinie, z których w trzech dr Wierzicka pełniła rolę autora korespondującego, co dowodzi spełnienia ustawowego kryterium aktywności (Art. 219 ust. 1 pkt 3). W tym czasie prowadziła również współpracę z Uniwersytetem Jagiellońskim w Krakowie, w ramach prac nad otrzymywaniem nanoporowego tlenku cyrkonu(IV) pod kątem fotokatalitycznej dekoloryzacji barwnika wzorcowego - czerwieni metylowej. Prowadziła także współpracę z Wojskową Akademią Techniczną w Warszawie związaną z badaniem i syntezą nanodrutów otrzymywanych w procesie anodyzacji miedzi. Szeroką współpracę z ośrodkami zagranicznymi Pani dr Wierzicka kontynuowała po powrocie do kraju i uzyskaniu wspomnianego powyżej projektu NAWA Polskie Powroty, w trakcie którego powstało kilka publikacji we współpracy z wieloma zagranicznymi ośrodkami naukowymi jak: Katedra Chemii, Uniwersytetu Humboldta w Berlinie, Instytut Fizyki, IRIS Adlershof, Uniwersytet Humboldta w Berlinie, Centrum Helmholtza ds. Materiałów i Energii w Berlinie, Katedra Nauk Molekularnych i Nanosystemów, Uniwersytet Ca'Foscari w Wenecji, Centrum Badań Optoelektronicznych, Uniwersytet Minzu w Chinach, Wydział Fizyki, Uniwersytet w Lahore, w Pakistanie, Laboratorium Kinetyki i Katalizy, Wydział Chemii, Uniwersytet Los Andes, Mérida, w Wenezueli, Wydział Nauki o Materiałach i Inżynierii, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Morskiej i Materiałowej, Uniwersytet Techniczny w Delfcie, w Holandii oraz Wydział Fizyki, Uniwersytet Sfinksa w Egipcie. Skutecznie inicjowana i realizowana przez Kandydatkę współpraca naukowa z wieloma partnerami krajowymi i zagranicznymi, stanowi niezwykle cenny wkład w rozwoju naukowym Habilitantki, ale przede wszystkim zaowocowała wieloma wartościowymi publikacjami naukowymi.

Jak wynika z dostarczonej dokumentacji całkowity dorobek naukowy Pani dr Ewy Wierzbickiej obejmuje łącznie 32 artykuły naukowe; w tym 6 artykułów przed oraz 26 artykułów po uzyskaniu stopnia doktora. Sumaryczny Impact Factor IF opublikowanych prac (w dniu publikacji) wynosi 189,60; w tym przed doktoratem 23,52, a po doktoracie 166,08. Aktualny sumaryczny IF według bazy Journal Citation Reports™ 192,8; w tym przed doktoratem 36,6, a po doktoracie 156,2. Łączna liczba punktów według Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego wynosi - w dniu publikacji prac 3315, a aktualnie 4020. Liczba cytowań według bazy danych Scopus wynosi 916, w tym bez autocytowań 852, a według bazy Google Scholar 1049. Indeks Hirscha według bazy Scopus wynosi 18, bez autocytowań 17, a według Google Scholar 19.

W wykazie dorobku wymieniono przewodniczenie 2 sesjom konferencyjnym, udział w kilkunastu konferencjach naukowych. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitantka wygłosiła 1 wykład plenarny, 9 wykładów na zaproszenie, 5 popularyzatorskich wykładów na zaproszenie, 7 wystąpień ustnych oraz przedstawiła 2 wystąpienia posterowe. Aktywność konferencyjną wykazywała także przed doktoratem uczestnicząc w 16 konferencjach naukowych.

Z przedstawionej dokumentacji wynika, że Habilitantka przygotowała 54 recenzje publikacji naukowych (na podstawie wykazu ORCID) dla czasopism o zasięgu międzynarodowym, między innymi: *Nanoscale Advances*, *RSC Advances*, *Scientific Reports*, *Solar Energy Materials*, czy *Solar Cells*. Świadczy to o dużej rozpoznawalności w międzynarodowym środowisku naukowym. Odebrała także kilka krótkich staży badawczych w VIGO Photonics S.A. w Ożarowie Mazowieckim (1-30.09.2025), w Uniwersytecie Humboldta w Berlinie, w Instytucie Chemii i IRIS Adlershof, w Berlinie (26.03-1.04.2023) oraz w Palacký Universitet - CATRIN - Regional Centre of Advanced Technologies and Materials (RCPTM) w Ołomuńcu (26.01.-5.02.2020).

Habilitantka wykazuje w swoim dorobku również doświadczenie dydaktyczne; sprawowała rolę opiekuna pomocniczego przy realizacji dwóch prac licencjackich (2013-2014 i 2014-2015) i jednej magisterskiej (2013-2015). W Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie w latach 2012-2016 prowadziła zajęcia laboratoryjne z Chemii fizycznej jako prowadzący i asystent prowadzącego oraz z Eksperymentalnych metod fizykochemicznych w nanotechnologii jako asystent prowadzącego. W trakcie swojego pobytu w UCM w Madrycie nadzorowała badania do pracy licencjackiej zatytułowanej "PEO coatings using different electrolytes and inhibitors" (2017-2018). W latach 2018-2020 sprawowała opiekę nad dwoma doktorantami w FAU w Erlangen. W Wojskowej Akademii Technicznej

proceeds from 2025 laboratory courses in Physics. She was an expert evaluating applications in the NAWA program in 2024 and 2025 and a member of the jury of the Societas Humboldtiana Polonorum award for the best scientific presentation at the workshops „Kuznia Młodych Talentów” organized by the Young Scholars of the Polish Academy of Sciences. Her popularization activities include lectures at the Young Scholars of the Polish Academy of Sciences, the Polish Home for Scientists from Abroad – success stories conference, the Humboldt Fellowship conference organized by the Institute of Experimental Biology PAN in Warsaw. Broadly understood popularization activities of Dr. Ewa Wierzbicka also include an interview for the Materials Horizons (RSC) journal, publication of research results (awarded II prize in the plebiscite „Outstanding Paper Awards”) for the Materials Horizons (2022), popularization interviews on the WAT internet site, or the NAWA „Kierunek Nauka” podcast on YouTube. She is a member of the Executive Board of the Societas Humboldtiana Polonorum (SHP), a member of the International Electrochemical Society (ISE) and a member of the Royal Society of Chemistry, a member of the Editorial Board of the Carbon Energy – John Wiley & Sons journal, a guest editor for the special issue in Nanomaterials MDPI: Fabrication and Applications of Nanostructured Anodic Oxides and a member of the editorial board of the Crystals: Nanostructured Crystalline Materials journal. She is a member of the Young Scholars of the Polish Academy of Sciences Program Board.

Dr. Ewa Wierzbicka also has in her portfolio the management and participation in scientific projects. She managed the NAWA Polish Returns project: „Anodic TiO₂ membranes of the core-shell type for applications in photocatalysis and photoelectrochemical hydrogen production”, financed by the National Research Agency (Polish BPN/PPO/2021/1/00002, Military Academy of Technology), while the financing of the research came from the project-component of the research financed by the National Science Centre (NCN) 2022/01/1/ST5/00019. She is also a contractor in the SHENG 3 project (Polish-Chinese) financed by the National Science Centre (NCN) 2023/48/Q/ST7/00144. She was employed as a research assistant in the international project financed by the European Commission from the Clean Sky 2 Horizon 2020 program at the Complutense University in Madrid. She also participated as a contractor in the Iuventus plus project financed by the Ministry of Science and Higher Education nr IP2012 057372 implemented at the Jagielloński University in Kraków.

*W podsumowaniu stwierdzam, że Pani dr Ewa Wierzbicka spełnia warunki nadania stopnia doktora habilitowanego, które zostały unormowane w art. 219 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce; posiada tytuł doktora, przedstawiła cykl spójnych tematycznych prac wchodzących do rozprawy habilitacyjnej, które ukazały się w renomowanych czasopismach z Listy Filadelfijskiej, takich jak *Materials Horizons*, *International Journal of Hydrogen Energy*, *Journal of Materials Chemistry A*, *Chemistry-Sustainability-Energy-Materials (ChemSusChem)*, *Advances Materials Interfaces* o wysokich współczynnikach wpływu oraz wykazała istotną aktywność naukową zrealizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Szczególną uwagę zwracają wyniki opublikowane w czasopiśmie o bardzo wysokim współczynniku wpływu (H1) (IF=13,3) i punktacji według wykazu MNiSW 200 pkt. Brała udział w projektach badawczych i odbyła staże naukowe, co z pewnością przyczyniło się znacznie do Jej rozwoju naukowego. Prowadzone przez Nią badania ukazują się w wysoko punktowanych czasopismach naukowych, co odzwierciedla ich znaczny wpływ na rozwój inżynierii materiałowej. Biorąc pod uwagę osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne Kandydatki stwierdzam, że Pani dr Ewa Wierzbicka spełnia wymogi ustawowe określone w ustawie Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późniejszymi zmianami) stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

