



Rzeszów, 29 stycznia 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 Amrity JAIN  
w związku z postępowaniem habilitacyjnym wszczętym w dniu 1.08.2025 r.  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria  
materiałowa**

Podstawę wykonania recenzji stanowią: Uchwała Nr RN.0001.7.2025.UH.5 Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie z dnia 13.11.2025 r. i pismo Jej Przewodniczącego – prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Kowalskiego – z dnia 14.11.2025 r. oraz otrzymana dokumentacja dotycząca całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Habilitantki.

### 1. Informacje ogólne – sylwetka Kandydatki do stopnia naukowego

Dr Amrita Jain ukończyła studia wyższe na Wydziale Fizyki Barkatullah University (Indie), uzyskując w 2009 r. tytuł zawodowy magistra fizyki. W 2014 r. na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Technicznego w Jaypee (Indie) uzyskała stopień doktora fizyki, na podstawie rozprawy nt. *Badania nad węglem aktywnym na bazie biomasy do elektrochemicznych kondensatorów dwuwarstwowych* (przygotowywanej pod opieką naukową prof. S.K. Tripathi). Doświadczenie zawodowe w pracy naukowo-badawczej Habilitantka zdobywała najpierw w swoim kraju – na stanowisku asystenta na Wydziale Fizyki Barkatullah University (07.2009-05.2010), a następnie jako doktorantka na Uniwersytecie Technicznym w Jaypee (2010-2014). W latach 2015-2017 objęła stanowisko badawcze (zakładam, że w ramach *post-doctoral position*) w School of Engineering and Information Technology, Manipal University w Dubaju (Zjednoczone Emiraty Arabskie). W listopadzie 2017 r. rozpoczęła pracę w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie, którą kontynuuje do dnia dzisiejszego – początkowo jako asystent w Zakładzie Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur,

a obecnie na stanowiska adiunkta w Pracowni Zaawansowanych Materiałów Kompozytowych, wchodzącej w strukturę Zakładu Mechaniki Materiałów.

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

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

Osiągnięcia naukowe dr inż. Amrity Jain, przyjęte za podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, przedstawiono w formie cyklu publikacji naukowych powiązanych tematycznie, zatytułowanego *Opracowanie nowych zrównoważonych materiałów dla superkondensatorów z elektrolitami polimerowymi*. Stanowi go 10 współautorskich artykułów naukowych [5.H1-H10] opublikowanych w latach 2021-2025, których sumaryczny współczynnik wpływu  $IF = 65,4$  (a nie 61,3 jak podano w *Autoreferacie*) (średnia wartość  $IF$  na publikację – 6,54), a łączna liczba punktów wg wykazu MNiSW wynosi 950 (a nie 1020, jak wychodzi po dodaniu wartości podanych przez Habilitantkę – czasopisma, w którym opublikowano [5.H7], nie ma w wykazie MNiSW).

Problematyka badawcza wyselekcjonowanych osiągnięć naukowych dotyczy aktualnych zagadnień z zakresu wytwarzania energii z odnawialnych źródeł i jej magazynowania. Habilitantka skupiła się na superkondensatorach (SC) uznawanych za alternatywę baterii i ogniw paliwowych. W elektrochemicznych kondensatorach dwuwarstwowych (EDLC) elektrodę najczęściej stanowi węgiel aktywny, wytwarzany kosztownymi i szkodliwymi dla środowiska metodami. Motywacją podjętych badań było obniżenie kosztów jego produkcji, przyjmując za surowiec bioodpady. Założono również, że spośród roztworów stosowanych na elektrolity w SC., największy potencjał wykazują żelowe elektrolity polimerowe (GPE). Głównym celem badań przedstawionych w cyklu prac [5.H1-H10] było otrzymanie nowych elektrolitów i materiałów na elektrody w konstrukcji ogniw SC. Zwraca uwagę duży stopień interdyscyplinarności tych badań, czego Habilitantka wydaje się mieć świadomość, podkreślając, że „Badania przedstawione w publikacjach naukowych [H1]-[H10] należą do dyscypliny inżynierii materiałowej, ponieważ koncentrują się na rozwoju nowych materiałów elektrodowych i elektrolitowych do produkcji ogniw SC o wysokiej wydajności ...” (str. 9 *Autoreferatu*).

Prace [5.H1] i [5.H2] dotyczą wytwarzania węgla na elektrody SC z biomasy, uznawanej za alternatywę dla paliw kopalnych, jako naturalne, czyste i odnawialne źródło energii. Do badań wybrano lokalne biomasy roślinne. Pierwszą z nich stanowiła mieszanka liści europejskich drzew liściastych (brzozy, grabu i z rodziny bukowatych) –

źródło porowatego węgla otrzymywanego w procesie kawitacji [5.H1]. Za kryterium doboru takiego składu mieszanki przyjęto obecność heteroatomów w łańcuchu polimerowym, sprzyjających tworzeniu porów i modulacji morfologicznej podczas procesu pirolizy. Wykazano możliwość produkcji węgla z przyjętej mieszanki liści w procesie pirolizy w atmosferze powietrza, w zakresie temperatury 500-700°C. Otrzymany materiał węglowy poddano procesowi kawitacji w zbiorniku o pojemności 50 l (moc 2,5 kW) przez 3 godziny w temperaturze 70°C., z użyciem roztworu – mieszaniny kwasów HNO<sub>3</sub> i H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Morfologię i cechy strukturalne materiału po procesie kawitacji (CPK1) badano metodami skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), spektroskopii Ramana, rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronów (XPS) oraz analizy powierzchni BET. Stwierdzono dobrze rozwiniętą, porowatą powierzchnię materiału CPK1, a także częściową skuteczność procesu kawitacji w usunięciu zanieczyszczeń. Na podstawie szczegółowej charakterystyki elektrochemicznej przeprowadzonej w elektrolicie 1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> wykazano, że CPK1 cechują dobre właściwości magazynowania ładunku z pojemnością właściwą 24 F/g oraz doskonała stabilność cykliczna przez 10 000 cykli ładowania/rozładowania w symetrycznej konfiguracji SC.

Kolejną biomasę przyjętą do badań przez Habilitantkę, stanowiły grzyby zebrane z polskich lasów (maślaki). Stosując aktywację chemiczną, z biomasy wyprodukowano węgiel aktywny o dużej porowatości i powierzchni właściwej. Opracowano metodykę wytwarzania węgla pirolitycznego w wieloetapowym procesie obróbki grzybów (mycie, suszenie, piroliza, mielenie, nasączenie CaCl<sub>2</sub>), który poddano aktywacji chemicznej. Aktywację prowadzono w środowisku wodorotlenku potasu w zakresie temperatury 700-1000°C. Za najlepszy uznano materiał aktywowany w temperaturze 900°C – cechował się największą powierzchnią właściwą i mieszaną morfologią częściowo grafityzowanych i amorficznych faz, co zapewniło wymagane właściwości elektrochemiczne w aspekcie zastosowania w SC, który w tym przypadku osiągnął pojemność właściwą ~250 F/g oraz zdolność pracy do 20 000 cykli.

Badania przedstawione w pracach [5.H1] i [5.H2] zwieńczono weryfikacją praktyczną ogniów, co pozwoliło uznać Habilitantce, że ich cel w zakresie opracowania zrównoważonego materiału elektrody SC został osiągnięty.

Kolejne prace [5.H3-H7] z przedstawionego do oceny cyklu publikacji dotyczą kompozytów węglowych modyfikowanych tlenkami metali przejściowych, do zastosowania w SC. Motywacją do podjęcia badań w tym zakresie było zwiększenie gęstości energii i stabilności cyklicznej ogniów poprzez zastosowanie nowych materiałów na elektrody, wytwarzanych prostymi i opłacalnymi metodami. Habilitantka podkreśla istotną rolę w tych badaniach dr Moniki Michalskiej z VSB Technical University of

Ostrava (Czechy), która jest współautorką 8 publikacji z 10 wskazanych jako osiągnięcie naukowe Habilitantki.

Praca [5.H3] dotyczy opracowania niskotemperaturowej, chemicznej metody wytwarzania kompozytu na osnowie węgla aktywnego z nanocząstkami srebra, z zastosowaniem  $\text{AgNO}_3$ , jako źródła srebra. Wyniki badań elektrochemicznych kompozytu o różnej zawartości srebra porównano z czystym węglem aktywnym i zauważono prawie 3-krotne zwiększenie wydajności dla zawartości  $\sim 3\%$  mas. Ag (do 10 000 cykli). Uzyskana poprawa właściwości ogniów SC w wyniku modyfikacji węgla aktywnego stanowiła podstawę do kontynuowania prac w tym zakresie. W następnym etapie badań do modyfikacji użyto nanocząstek tlenku żelaza [5.H4]. Do uzyskania materiału elektrody zastosowano osadzanie elektroforetyczne (EPD) zamiast dotychczas stosowanego odlewania zawiesinowego. W procesie zastosowano chitozan jako spoiwo, co w kontekście przygotowania elektrod SC superkondensatorów metodą EPD było unikatowym podejściem, wg Habilitantki. Rozpuszczalność chitozanu w roztworze wodnym o niskim pH, pozwala uzyskać elektrolit odpowiedni do procesu EPD. Zawarte w nim dodatkowo naładowane cząsteczki chitozanu, poza funkcją spoiwa, pełnią jeszcze rolę środka ładującego powierzchnię dla pierwotnych ujemnie naładowanych cząsteczek – jak węgiel aktywny lub  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , podczas procesu katodowego. Zwrócono uwagę, że chitosan należy do niskokosztowych spoiw wytwarzanych na drodze destylacji alkalicznej chityny – drugim, najczęściej występującym polisacharydem w przyrodzie. Skonstruowany symetryczny SC wykazał pojemność właściwą  $\sim 55$  F/g, zadowalające wartości gęstości energii i gęstości mocy, a także dużą stabilność elektrochemiczną (do  $\sim 10$  000 cykli), połączoną z wydajnością sięgającą  $\sim 91,5\%$  w 5 000 cyklu.

W publikacji [5.H5] omówiono możliwość zastosowania nanoprętów tlenku wanadu jako materiału elektrod SC, odbiegając od głównej koncepcji badań, opartej na zastosowaniu węgla. Przedstawione w niej prace badawcze obejmowały opracowanie zmodyfikowanej metody syntezy zol-żel do wytwarzania nanoprętów  $\text{V}_2\text{O}_5$  z metawanadanu amonu. Problematyka tych badań w znacznym stopniu osadzona jest w obszarze elektrochemii, niemniej jednak jej efektem było wytworzenie elektrod o pojemności właściwej  $\sim 140$  F/g przy gęstości mocy  $\sim 2,3$  kW/kg i gęstości energii  $\sim 19,1$  Wh/kg, zapewniających ogniwom dużą wydajność i stabilnością do  $\sim 3$  000 cykli. Koncepcja kompozytów na osnowie węgla „powraca” w tematyce prac [5.H6] i [5.H7]. W badaniach opisanych w publikacji [5.H6] jako modyfikatora ponownie użyto nanocząstek srebra, z tym że przyjętą postacią węgla były wielościenne nanorurki węglowe (MWCNT). Habilitantka nawiązuje w *Autoreferacie* do swoich doświadczeń z elektrodami z MWCNT podczas realizacji pracy doktorskiej i wskazuje na trudności ze

stabilizacją ogniwa. Efekty modyfikacji nanocząstkami srebra poddano ocenie na podstawie analizy wyników badań metodami SEM, spektroskopii Ramana i analizy termogravimetrycznej. Funkcję elektrolitu w tej koncepcji ogniwa pełnił żel polimerowy na osnowie jonów magnezu. Uwzględniając wyniki badań elektrochemicznych oraz aspekty ekonomiczne uznano, że optymalną zawartością srebra w badanych kompozytach jest 3% mas. (podobnie jak w przypadku modyfikacji węgla aktywnego opisanej w publikacji [5.H3]). Opracowana charakterystyka ogniwa SC wskazywała na całkiem dobrą jego wydajność elektrochemiczną. Poprawy wydajności tych ogniw dotyczy również publikacja [5.H7], w której zaprezentowano możliwość modyfikacji węgla miedzią. Zastosowano niskotemperaturową technikę mokrej syntezy ultradźwiękowej do modyfikacji powierzchni węgla aktywnego nanocząsteczkami Cu. Wyniki badań z zakresu dyfraktometrii rentgenowskiej (XRD), spektroskopii Ramana czy mikroskopii elektronowej (SEM i TEM) potwierdziły, że procesami determinującymi tworzenie się kompozytu są adsorpcja i desorpcja  $N_2$  w temperaturze  $-196^\circ C$  (77K). Wykazano ponadto, że ogniwo SC z elektrodami z węgla modyfikowanego miedzią miało o ok. 60% większą pojemność właściwą, w porównaniu z ogniwem, w którym zastosowano elektrodę z węgla niemodyfikowanego.

Wyodrębnioną część cyklu publikacji dr Amrity Jain stanowią prace [5.H8] i [5.H9], poświęcone elektrolitom stosowanym w SC. Habilitantka za szczególnie przydatne w tym zakresie uznała elektrolity żelowe i materiały pokrewne, jako lepsze od elektrolitów ciekłych. W ramach badań przedstawionych w pracy [5.H8] opracowano hydrożele o właściwościach samoregenerujących, dużej ściśliwości i akceptowalnej wydajności elektrochemicznej - o dużym potencjale do zastosowania w zaawansowanych, elastycznych SC. Za materiał elektrody w zastosowanym układzie pomiarowym przyjęto tlenek kobaltu zmodyfikowany nanocząsteczkami srebra. Autorzy publikacji zwracają uwagę na nowatorskość takiego podejście, ponieważ hydrożele uznawano za zbyt kruche do tego typu zastosowania. Najlepszą wydajność elektrochemiczną zaobserwowano dla tlenku kobaltu modyfikowanego 5% mas. Ag. Inną grupą elektrolitów polimerowych, którym poświęcono pracę [5.H9], były tzw. jonożele, charakteryzujące się brakiem lotności, wysokim przewodnictwem jonowym, szerokim oknem potencjału oraz dużą stabilnością cieplną i elektrochemiczną. Przydatność opracowanego jonożelu, w postaci roztworu wodnego alkoholu poliwinylowego (PVA) i wodorosiarczanu 1-etylo-3-metyloimidazoliowy EMIM[ $HSO_4$ ], analizowano w układzie SC z elektrodami z MWCNT. Wyprodukowane ogniwo wykazywało pojemność właściwą  $\sim 39$  F/g, przy gęstości energii 5,5 Wh/kg i gęstości mocy 0,3 kW/kg.

Zwieńczeniem cyklu publikacji przedstawiających najważniejsze osiągnięcia naukowe dr Amrity Jain, przyjęte przez Nią za podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, miał być artykuł przeglądowy [5.H10]. W mojej ocenie przeprowadzenie przeglądu literatury z określonej tematyki badawczej, choć bezsprzecznie użyteczne w pracy badawczej, trudno uznać za znaczące osiągnięcie naukowe. Wątpliwości potęguje fakt, że załączona publikacja jest wieloautorska – Habilitantka jest wymieniona na czwartym miejscu w grupie 6 autorów, pełniąc funkcję autora korespondencyjnego. Z oświadczenia autorów zamieszczonego w publikacji (sekcja *CRedit authorship contribution statement*) wynika, że wkład Habilitantki w jej powstanie polegał na „walidacji, nadzorze i administracji projektem” (podobnie jak 5. i 6. Autora tej pracy). Ci sami współautorzy, w oświadczeniach przedstawionych w załączniku nr 6 wniosku, uwzględniają jeszcze „opracowanie zarysu artykułu”, co wg wydawcy czasopisma *Journal of Energy Storage* (Elsevier) było udziałem 1. i 2. autora. Niezależnie od tych rozbieżności, nie uznaję współautorstwa artykułu przeglądowego za osiągnięcie naukowe, zwłaszcza gdy ma stanowić podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Sama praca stanowi wartościowe kompendium wiedzy i aktualnych dokonań w zakresie halogenkowych materiałów perowskitowych, w aspekcie ich potencjalnego zastosowania w bateriach czy SC. Bez wątplenia ta tematyka wpisuje się w główny nurt badań Habilitantki i stanowi ich rozszerzenie (jak twierdzi w *Autoreferacie* – str. 25), jednak uwzględnienie publikacji w cyklu wydaje się być podyktowane dużą (największą spośród 10 wybranych artykułów) wartością współczynnika wpływu czasopisma ( $IF = 9,8$ ) – co uważam za niepotrzebne w przypadku legitymowania się wysokimi wskaźnikami bibliometrycznymi.

Ocena osiągnięć naukowych przedstawianych w cyklu wieloautorskich publikacji wymaga doprecyzowania i udokumentowania udziału kandydata/kandydatki do stopnia naukowego w ich powstanie. Taka forma publikowania wyników badań jest jak najbardziej zrozumiała, szczególnie gdy cechuje je interdyscyplinarność, wymagająca współpracy z ośrodkami specjalizującymi się w określonym ich obszarze. Tak postrzegam cykl publikacji [5.H1-H10] dr Amrity Jain, który współtworzy 29 naukowców afiliujących jednostki naukowo-badawcze z Polski (15), Indii (3), Czech (2), Japonii (2), Wielkiej Brytanii (2), Węgier (2), Australii (1), Norwegii (1) oraz Stanów Zjednoczonych (1). Wieloautorski charakter tych publikacji nie wyklucza wiodącej roli Habilitantki w ich powstanie. Potwierdzają ją współautorzy w oświadczeniach (zał. nr 6 wniosku), mimo że ich treść nie zawsze pokrywa się z informacjami zawartymi w publikacji – np. opisany wcześniej przypadek dotyczący pracy [5.H10] czy poświadczony udział Habilitantki w metodologii i badaniach opisanych w artykule [5.H1], podczas gdy z jego treści wynika, że obejmował opracowanie koncepcji, analizę

formalną, opracowanie manuskryptu i wizualizację. Wyjątek stanowi poddany przez mnie pod wątpliwość artykuł przeglądowy [5.H10], w którym Habilitantka swój udział w jego powstanie sama szacuje na 50% (zał. nr 4a, str. 3). W pozostałych przypadkach ([5.H1-H9]) wartość ta zawiera się w przedziale 60-80%, co jest trudne do precyzyjnego zweryfikowania na podstawie oświadczeń współautorów, w których nie określono ilościowo tej kwestii. Niemniej jednak z ich treści wynika, że wkład dr Amrity Jain w przygotowanie publikacji [5.H1-H9] był związany z: opracowaniem koncepcji badań oraz analizą i interpretacją uzyskanych wyników (we wszystkich wymienionych), planowaniem eksperymentów (w [5.H2-H9]), oceną przydatności wytworzonych materiałów do zastosowania w magazynowaniu energii (w [5.H3], [5.H5], [5.H7] i [5.H8]), wyborem materiałów do badań [5.H9], wytworzeniem elektrolitu [5.H4], a także prezentacją wyników [5.H4]. Szczególną pozycję Habilitantki w zespole autorów artykułów [5.H1-H9] podkreśla pełnienie w nich funkcji *pierwszego autora* (5-krotnie) i *autora korespondencyjnego* (4-krotnie). Charakter i zakres udziału Habilitantki w powstanie tych prac świadczy o Jej wiodącej roli w wytyczaniu kierunków badań i określaniu ich zakresu. Na tej podstawie uznaję, że wyniki w nich przedstawione są w głównej mierze osiągnięciami naukowymi Habilitantki.

Formalna ocena cyklu publikacji, jako osiągnięcia naukowego w rozumieniu art. 219 obowiązującej Ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, wymaga wykazania ich powiązania tematycznego. W mojej opinii, poszczególne składowe cyklu zatytułowanego *Opracowanie nowych zrównoważonych materiałów dla superkondensatorów z elektrolitami polimerowymi* są tematycznie spójne. Zwraca uwagę wielowątkowość przedstawionych badań, która nie wymagała konsekwencji w doborze ich zakresu, co potwierdza brak chronologii w kolejności wytypowanych publikacji. Mimo to, dostrzegam wspólną myśl przewodnią i logikę w obieraniu kierunków badań w ramach wyodrębnionych trzech obszarów dotyczących materiałów i substancji stosowanych w SC: elektrod węglowych z biomasy ([5.H1] i [5.H2]), kompozytów węglowych i materiałów z tlenków metali przejściowych ([5.H3-H7]) oraz elektrolitów ([5.H8] i [5.H9]). Taki podział tematyki badawczej, zaproponowany przez Habilitantkę, dobrze uzasadnia wybór publikacji ([5.H1-H9]) do cyklu przedstawiającego Jej osiągnięcia naukowe. Jednocześnie poddaje w wątpliwość, co wyraziłem wcześniej, uwzględnienie pracy przeglądowej [5.H10].

Analiza osiągnięć naukowych dr Amrity Jain, przedstawionych w cyklu publikacji naukowych powiązanych tematycznie pozwala mi stwierdzić, że problematyka badawcza, której dotyczą, jest bardzo aktualna. Wpisuje się w strategię zrównoważonego rozwoju – ważnej i kluczowej dla długoterminowej stabilności gospodarczej, ochrony środowiska oraz dobrobytu społecznego. Podejmując się pracy

badawczej nad rozwojem technologii SC, Habilitantka wydaje się wychodzić naprzeciw wymaganiom wynikającym z rozwoju odnawialnych źródeł energii i konieczności jej magazynowania, szczególnie że potencjał aplikacyjny prowadzonych przez Nią badań jest w tym zakresie duży. Kandydatka do stopnia naukowego ma tego świadomość, co podkreśla w *Autoreferacie*: „Aktywnie pracuję i staram się wypełnić lukę między badaniami podstawowymi a komercjalizacją wyników, co prowadzi do nowych możliwości zastosowań przemysłowych, tworzenia miejsc pracy i wzrostu gospodarczego” (str. 27). Można jednak odczuć w tej kwestii pewien niedosyt, np. w zakresie doboru składników biomasy roślinnej – wybór określonego gatunku grzybów ogranicza jej dostępność (w przeciwieństwie do liści, które można uznać za masowo dostępne).

Znacznie wyżej oceniam aspekt naukowy badań przedstawionych w cyklu publikacji, który jest ważniejszy dla uzyskania stopnia. Ich interdyscyplinarny charakter z jednej strony jest atutem, z drugiej zaś utrudnia zakwalifikowanie do odpowiedniej/odpowiednich dyscyplin naukowych. Elektrochemia, która dominuje w badaniach Habilitantki, jest działem chemii. Ich celem było jednak opracowanie nowych materiałów, co stanowi istotę inżynierii materiałowej – z definicji interdyscyplinarnej. Co więcej, z formalnego punktu widzenia, artykuły ujęte w cyklu opublikowano w czasopiśmie, które w wykazie MNiSW przypisano do dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa (z wyjątkiem [5.H7], o czym pisałem wcześniej). Uznaję więc, że główne osiągnięcia naukowe Habilitantki mieszczą się w zakresie inżynierii materiałowej.

W podsumowaniu oceny wybranych składników dorobku naukowego dr Amrity Jain stwierdzam, że zawierają wyniki badań, zrealizowanych przy głównym Jej udziale. Zważywszy na ich wysoki poziom naukowy, opublikowanie w czasopiśmie o światowej renomie i dużym współczynniku oddziaływania, uznaję je za znaczące osiągnięcia naukowe w zakresie projektowania i zwiększania wydajności ogniw elektrycznych. Dotyczą trzech obszarów badawczych, jednak spójnych ze sobą tematycznie. Wyniki przedstawione w cyklu publikacji mają walory poznawcze i aplikacyjne. Rozszerzają wiedzę w zakresie elektrochemicznego wytwarzania materiałów węglowych na elektrody i modyfikacji składu chemicznego elektrolitów, szczególnie do zastosowania w SC. W badaniach przedstawionych w cyklu publikacji zastosowano zaawansowane techniki badań materiałów, wymagające wysokich kompetencji w zakresie ich obsługi. Chociaż w oświadczeniach współautorów publikacji szczególnie podkreślono udział Habilitantki w badaniach elektrochemicznych, to przeprowadzono przez Nią analiza i interpretacja wyników innych badań pozwala mi sądzić, że Jej warsztat badawczy jest znacznie szerszy.

Za najważniejsze osiągnięcia naukowe Habilitantki, przedstawione w cyklu publikacji poświęconym opracowaniu nowych zrównoważonych materiałów dla superkondensatorów z elektrolitami polimerowymi, uznają:

- opracowanie warunków procesu wytwarzania węgla aktywnego z biomas roślinnych i szczegółowej charakterystyki jego morfologii oraz struktury, a także elektrochemicznej w układzie SC, w którym pełni funkcję elektrody,
- zaprojektowanie i wytworzenie kompozytów węglowych modyfikowanych tlenkami metali przejściowych (Ag, V i Cu),
- opracowanie innowacyjnych hydrożelowych elektrolitów polimerowych do zastosowania w SC.

W mojej ocenie, potwierdza je 9 z 10 prac wybranych przez Habilitantkę, co uznają za wystarczające w procedurze ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Prace te dobrze i kompleksowo odzwierciedlają problematykę badawczą, którą Habilitantka zaczęła zgłębiać jeszcze podczas realizacji pracy doktorskiej, a w znacznie większym zakresie rozwinęła po uzyskaniu stopnia doktora. Jej osiągnięcia w tym zakresie, moim zdaniem wnoszą istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej.

### **3. Ocena aktywności naukowej i całokształtu dorobku naukowego**

Dr Amrita Jain karierę naukową rozpoczęła bezpośrednio po zakończeniu studiów w 2009 r., podejmując pracę asystenta. Rok później, rozpoczęła studia doktoranckie na Uniwersytecie Technicznym w Jaypee (Indie) i zajęła się problematyką wytwarzania węgla aktywnego z biomas do zastosowania w kondensatorów –którą konsekwentnie rozwija do dnia dzisiejszego. Wyniki Jej badań, które dzisiaj należałoby nazwać wstępnymi, opublikowała w 8 artykułach naukowych w czasopismach, w tym o zasięgu światowym (jak *Materials Science and Engineering B* czy *Journal of Solid State Electrochemistry*). Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowała współpracę z promotorem rozprawy – prof. S.K. Tripathi – oraz jego grupą badawczą. Jej efektem było opracowanie nowych rodzajów materiałów z biomasy roślinnej i zastosowanie ich jako elektrody SC. Równocześnie pracowała nad elektrolitami na podstawie cieczy jonowych. Jej obszar zainteresowań naukowych obejmował również, m.in., fluorescencyjne węglowo-grafenowe kropki kwantowe (w aspekcie ich zastosowania w procesie magazynowania energii czy w diodach elektroluminescencyjnych), struktury fotoniczne i fotolitografię, materiały na anody akumulatorów litowo-jonowych czy polimery przewodzące. W uznaniu doświadczenia i dorobku w zakresie porowatych materiałów węglowych, dr Amrita Jain została zaproszona do współudziału w napisaniu rozdziału książki *Handbook of Porous Carbon Materials, chapter: Porous Carbon Materials for Supercapacitor Applications*, opublikowanej przez wydawnictwo Springer w 2023 r. Jej dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora powiększył się o 24 artykuły

naukowe (m.in. w *Journal of Energy Storage, Materials Today: Proceedings, Metallurgical and Materials Transactions A* czy *Scientific Reports*) i 3 rozdziały w książkach i monografiach, nie licząc publikacji włączonych do cyklu, przedstawiającego osiągnięcia naukowe stanowiące podstawę do nadania stopnia naukowego.

Skład autorów publikacji w dorobku naukowym dr Amrity Jain świadczy o Jej szerokiej współpracy międzynarodowej (na co zwróciłem uwagę w analizie Jej udziału w powstaniu prac ujętych w cyklu – str. 6 *Recenzji*). Z racji pochodzenia, znaczna część Jej prac powstała we współpracy z naukowcami z Indii, głównie ze wspomnianym już prof. S.K. Tripathi z Mahatma Gandhi Central University (14 wspólnych publikacji i 2 prezentacje konferencyjne) oraz prof. P.K. Singh z Sharda University (5 wspólnych artykułów naukowych). Istotną rolę w uzyskaniu wyników badań, przyjętych przez Habilitantkę za główne osiągnięcia naukowe, miała dr Monika Michalska VSB Technical University of Ostrava w Czechach – co podkreślono w *Autoreferacie*. Efektem tej współpracy było opublikowanie 16 artykułów naukowych w czasopismach indeksowanych w bazie *Web of Science*. Część publikacji Habilitantki powstało w efekcie współpracy naukowej z prof. H. Nishiharą z Tohoku University w Sendai (Japonia), dr. Tamasem Szabo z University of Szeged (Węgry), prof. M. Janssenem z Norwegian University of Life Sciences (Norwegia) i prof. L. Manjakkal ze School of Computing and Engineering and the Built Environment (Wielka Brytania). Habilitantka nie wykazała we wniosku, że współpraca naukowa z wymienionymi ośrodkami wiązała się z Jej mobilnością. Nie podała również informacji o odbyciu stażu naukowego w trakcie zatrudnienia w jednostce macierzystej, co zwykle kandydaci do stopnia doktora habilitowanego dokumentują w swoich wnioskach. W przypadku dr Amrity Jain ustawowy wymóg „aktywności naukowej albo artystycznej realizowany w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej” (art. 219 ust. 1 pkt. 3 Ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*) został spełniony jeszcze przed zatrudnieniem w IPPT PAN w Warszawie – chociażby poprzez dwuletni staż podoktorski w Manipal University w Dubaju.

Aktywność Habilitantki w zakresie realizacji projektów badawczych obejmuje udział w trzech projektach, w tym dwóch międzynarodowych. W pierwszym (w ramach V4-Japan Joint Research Program “Advanced Materials”) nt. *Atomic Design of Carbon-based materials for New Normal Society* pełniła funkcję kierownika polskiej części projektu i drugiego lidera konsorcjum. W drugim finansowanym przez Norweską Radę ds. Badań Naukowych (w ramach grantu FRIPRO), nt. *Porous Electrode Charging*, była wykonawcą. W roli wykonawcy uczestniczyła również w realizacji projektu *Modelowanie i optymalizacja oddziaływań wiązek wirujących wektorowych z planarnymi strukturami*

plazmonowymi (w jednostce macierzystej), w ramach programu OPUS 10 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań.

Habilitantka jest współautorką dwóch wniosków patentowych: złożonego w Urzędzie Patentowym RP w 2024 r., pn. *Sposób wytwarzania węgla aktywnego z drewna odpadowego z jodły kaukaskiej poprzez chemiczną aktywację wspomnianego surowca, węgiel aktywny wytworzony tym sposobem oraz zawierający go superkondensator elektrochemiczny* oraz złożonego w Indiach w 2025 r., pn. *Eco-friendly PVA-XG blend polymer electrolyte for solid-state sodium ion batteries*.

Dr Amrita Jain uczestniczy w procesie kształcenia kadr naukowych pełniąc od 1.10.2023 r. funkcję promotora pomocniczego w postępowaniach doktorskich: mgr inż. Janhavi Sharma ze Szkoły Doktorskiej IPPT PAN w Warszawie oraz mgr inż. Martina Sarmana, uczestnika studiów doktoranckich w VSB Technical University of Ostrava w Czechach.

Działalność naukowa Habilitantki niejednokrotnie była nagradzana. Już na początku swojej kariery naukowej otrzymała nagrodę dla młodego naukowca w sekcji nauk fizycznych, przyznaną w 2012 r. przez Radę Nauki i Technologii Madhya Pradesh w Indiach, a rok później grant od *International Society of Solid State Ionics* (w ramach *Young Researcher Support Program*) na pokrycie uczestnictwa w *19<sup>th</sup> International Conference on Solid State Ionics* w Kioto, w Japonii. Będąc zatrudniona w IPPT PAN uzyskała krótkoterminowy grant w ramach programu wymiany naukowej finansowanego przez Polską Akademię Nauk w celu rozszerzenia współpracy badawczej, dzięki któremu odwiedziła Uniwersytet w Alicante w Hiszpanii (listopad 2024 r.). Natomiast za osiągnięcia naukowe otrzymywała Nagrodę Dyrektora IPPT, corocznie w latach 2022-2025.

W posumowaniu oceny aktywności naukowej dr Amrity Jain stwierdzam, że Jej dorobek naukowego odpowiada wymaganiom stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Został wypracowany w przeważającej części we współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, co czyni Ją rozpoznawalną w obszarze badań materiałów i zjawisk elektrochemicznych związanych z magazynowaniem energii. Inicjowała i realizowała interdyscyplinarne badania z pogranicza fizyki i chemii, w mojej opinii mieszczące się w ramach dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa. Ich efektem są 44 publikacje ujęte w bazie *Scopus* (wg wniosku – str. 42 *Autoreferatu* i str. 13 załącznika nr 5) w czasopiśmie, których sumaryczny współczynnik cytowań wynosił  $IF = 182,02$ . Liczba ich cytowań wynosiła 960 (912 – bez autocytoowań) w okresie przygotowywania wniosku przez Habilitantkę, co przekładało się na indeks Hirsha  $H = 16$  (również bez autocytoowań).

Dorobek Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora zwiększył się o 36 publikacji (wg bazy *Scopus*). Wyniki swoich badań prezentowała na seminariach i konferencjach naukowych: 6 przed uzyskaniem stopnia doktora (w Indiach, Japonii i Singapurze) i 12 po doktoracie (w Polsce, Austrii, Azerbejdżanie, Indiach, Japonii, Słowacji, USA, Wielkiej Brytanii, Zjednoczonych Emiratach Arabskich), głównie w formie referatu, wielokrotnie na zaproszenie. Posiada doświadczenie w zakresie realizacji międzynarodowych projektów badawczych, zarówno w funkcji kierownika zadań badawczych, jak i ich wykonawcy. O rozpoznawalności w środowisku naukowym i uznaniu poziomu pracy naukowej Kandydatki do stopnia doktora habilitowanego świadczy powierzenie Jej ponad 30 recenzji manuskryptów zgłaszanych do międzynarodowych czasopism naukowych, a także pełnienia funkcji członka redakcji – np. czasopisma *Scientific Reports* (Springer Nature).

#### **4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzujących naukę**

Typowa działalność dydaktyczna dr Amrity Jain obejmuje okres 2009-2017, przed i bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora, w trakcie zatrudnienia na stanowisku asystenta w dwóch uczelniach w Indiach, a następnie w Manipal University w ZEA. Prowadziła w tym czasie kursy licencjackie, m.in. z fizyki ciała stałego, mechaniki klasycznej czy inżynierii materiałowej i metalurgii oraz laboratoria z fizyki na studiach 1. stopnia. Podjęcie pracy w 2017 r. w Instytucie Podstawowych Podstaw Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, z racji jego specyfiki, wiązało się z ograniczeniem działalności dydaktycznej. Niemniej jednak, była opiekunem studentów studiów magisterskich i doktoranckich z Czech i Węgier uczestniczących w projekcie dotyczącym materiałów do magazynowania energii (w ramach programu wymiany Erasmus). Przez miesiąc sprawowała opiekę nad stażystką z Uniwersytetu Mohameda Bougara Boumerdes w Algierii, dzieląc się wiedzą z zakresu wytwarzania materiałów elektrodowych metodą elektroprzędzenia do zastosowań w magazynowaniu energii. Ocenę działalności organizacyjnej Habilitantki, jak i innych istotnych aspektów Jej aktywności, utrudnia sposób opracowania wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego – nie zamieszczono spisów treści obszernych załączników jak *Autoreferat* (nr 3) czy wykaz osiągnięć (nr 5), a wiele informacji jest w nich powielone. Mimo, że nie wyodrębniono działań, które można zaliczyć do działalności organizacyjnej Habilitantki, za takie uznaję organizację konferencji sprawozdawczej projektu AtomDeC w IPPT PAN w Warszawie (2023 r.) czy symposium w ramach *E-MRS 2024 - the Fall Meeting of the European Materials Research Society*, również w Warszawie (2024 r.). Brała udział w organizacji *Ogólnopolskiego Dni Inżynierii Materiałowej* – w 2023 i 2024 r. – oraz akcji promocyjnej *Poznajmy naukę o materiałach* dla uczniów szkoły podstawowej (2025 r.), wydarzeń, których celem była

popularyzacja nauki. Naukę popularyzowała jeszcze w Indiach, uczestnicząc w krajowych warsztatach na temat urządzeń do magazynowania/konwersji energii (2012 r.), w których wzięli udział uczniowie szkół średnich i studenci.

Podsumowując, przedstawione aspekty aktywności pozanaukowej Habilitantki potwierdzają Jej zaangażowanie działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską.

## 5. Wniosek końcowy

Na podstawie otrzymanej dokumentacji w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego stwierdzam, że zgromadzony dorobek naukowy dr Amrity Jain jest na wysokim poziomie. Jest efektem wieloletnich, interdyscyplinarnych badań prowadzonych we współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, w zdecydowanej większości po uzyskaniu stopnia doktora. Wybrane jego składniki – publikacje w międzynarodowych czasopismach naukowych o dużym stopniu oddziaływania – zestawiono w cyklu zatytułowanym *Opracowanie nowych zrównoważonych materiałów dla superkondensatorów z elektrolitami polimerowymi*, który przyjęto za podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Mimo ich wieloautorskiego charakteru dostrzegam wiodącą rolę Habilitanta w ich powstanie. Uważam, że przedstawione w nich osiągnięcia naukowe, choć według mnie we wszystkich, 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 i elektrolitów do ogniw magazynujących energię elektryczną są wystarczające do uzyskania statusu samodzielnego pracownika nauki. Dlatego uważam, że kandydatura dr Amrity Jain spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN o nadanie Jej stopnia naukowego doktora habilitowanego.



