

Prof. dr hab. inż. Maria Gazda
Politechnika Gdańska

RECENZJA

Ocena osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr. Amrity Jain ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Materiałowa. Podstawę sporządzenia niniejszej recenzji stanowi Uchwała nr RN.0001.7.2025.UH.5 Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, z dnia 13 listopada 2025 r., dotycząca składu Komisji Habilitacyjnej dla dr Amrity Jain.

Podstawa merytoryczna opracowania recenzji:

Recenzję opracowałam na podstawie następujących dokumentów:

- 1) Autoreferat zawierający życiorys naukowy i osiągnięcia w działalności naukowobadawczej, dydaktycznej i organizacyjnej;
- 2) Wykaz osiągnięć naukowych;
- 3) Skan potwierdzający nostryfikację dyplomu doktorskiego;
- 4) Jednotematyczny cykl 10 publikacji będący podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego zatytułowany: „Opracowanie nowych zrównoważonych materiałów dla superkondensatorów z elektrolitami polimerowymi”
- 5) Skany nagród i innych dokumentów poświadczających aktywność naukową;
- 6) Kopie publikacji należących do cyklu.
- 7) Oświadczenia współautorów.

1. Informacje ogólne

Dr Amrita Jain ukończyła studia wyższe w 2009 r. a następnie, w 2014 roku otrzymała stopień naukowy doktora fizyki nadany Wydział Fizyki. Uniwersytet Techniczny w Jaypee, Guna w Indiach na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej pt. “Badania nad węglem aktywnym na bazie biomasy dla elektrochemicznych kondensatorów dwuwarstwowych”, której promotorem był prof. S.K. Tripathi. W 2018 roku dyplom doktora został nostryfikowany w IPPT PAN. Po ukończeniu studiów do maja 2010, A. Jain pracowała na swoim macierzystym uniwersytecie, a od lipca 2010 do października 2014 uczestniczyła w studiach doktoranckich na Uniwersytecie Technicznym w Jaypee, Guna, w Indiach. Po doktoracie, w okresie od lutego 2015 do listopada 2017 pracowała jako asystent na Manipal University w Dubaju. Dr Amrita Jain od listopada 2017 roku pracuje w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, przy czym przez pierwsze dwa lata była zatrudniona jako asystent w Zakładzie Teorii Ośrodków Ciągłych i Nanostruktur, od listopada 2019 do sierpnia

*Prof. dr hab. inż. Maria Gazda
Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej
Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej
Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk*

Email: maria.gazda@pg.edu.pl, tel. 58 347 66 15

2021 jako asystent w Pracowni Zaawansowanych Materiałów Kompozytowych Zakładu Mechaniki Materiałów a od września 2021 do teraz jako adiunkt w tym samym zakładzie.

2. Ocena osiągnięć naukowych o których mowa w art. 219 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku, z późniejszymi zmianami.

Dr Amrita Jain swoje osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny jako osiągnięcie habilitacyjne, zatytułowała "Opracowanie nowych zrównoważonych materiałów dla superkondensatorów z elektrolitami polimerowymi". Osiągnięcie składa się z cyklu 10-ciu publikacji powiązanych tematycznie. W skład cyklu wchodzi następujące prace:

1. **A. Jain**, M. Ghosh, M. Krajewski, S. Kurungot, M. Michalska, Biomass-derived activated carbon material from native European deciduous trees as an inexpensive and sustainable energy material for supercapacitor application, *Journal of Energy Storage* **34** (2021) 102178
2. S. R. Manippady, M. Michalska, M. Krajewski, K. Bochenek, M. Basista, A. Zaszczyńska, T. Czeppe, L. Rogal, **A. Jain***
One-step synthesis of a sustainable carbon material for high performance supercapacitor and dye adsorption applications *Material Science and Engineering B* **297** (2023) 116766
3. **A. Jain***, M. Michalska, A. Zaszczyńska, P. Denis, Surface modification of activated carbon with silver nanoparticles for electrochemical double layer capacitors, *Journal of Energy Storage* **54** (2022) 105367,
4. A. Witecka, P. Pietrzyk-Thel, M. Krajewski, K. Sobczak, A. Wolska, **A. Jain***, Preparation of activated carbon/iron oxide/chitosan electrodes for symmetric supercapacitor using electrophoretic deposition: A facile, fast and sustainable approach *Journal of Alloys and Compounds* **985** (2024) 174040,
5. **A. Jain**, S. R. Manippady, R. Tang, H. Nishihara, K. Sobczak, V. Matejka, M. Michalska, Vanadium oxide nanorods as an electrode material for solid state supercapacitor, *Scientific Reports* **12** (2022) 21024,
6. **A. Jain** and M. Michalska, Enhanced electrochemical properties of multiwalled carbon nanotubes modified with silver nanoparticles for energy storage application, *Materials Chemistry and Physics* **317** (2024) 129200,
7. M. Michalska, P. Pietrzyk-Thel, K. Sobczak, M. Janssen, **A. Jain***, Carbon framework modification; an interesting strategy to improve the energy storage and dye adsorption, *RSC Energy Advances* **317** (2024) 129200,
8. **A. Jain**, Y. Ziai, K. Bochenek, S. R. Manippady, F. Pierini, M. Michalska, Utilization of compressible hydrogels as electrolyte materials for supercapacitor applications, *RSC Advances* **13** (2023) 11503-11512,
9. P. Pietrzyk-Thel, **A. Jain***, K. Bochenek, M. Michalska, M. Basista, T. Szabo, P. B. Nagy, A. Wolska, M. Klepka, Flexible, tough and high-performing ionogels for supercapacitor application, *Journal of Materiomics* **11** (2025) 100833,
10. A. Gaurav, A. Das, A. Paul, **A. Jain***, B. D. Boruah, M-A. Jalebi, Could halide perovskites revolutionise batteries and supercapacitors: a leap in energy storage, *Journal of Energy Storage* **88** (2024) 111468.

Ocena osiągnięcia zawartego w cyklu publikacji naukowych

Cykl publikacji składa się z dziesięciu prac opublikowanych w czasopiśmie z bazy Journal Citation Reports (JCR) o sumarycznym współczynniku oddziaływania = 61,1 (1020 PM). Prace włączone do cyklu publikacji, zgodnie z danymi bazy Scopus były cytowane w sumie 305 razy.

Dr inż. Amrita Jain jest pierwszym autorem pięciu prac, a w sześciu jest autorem korespondencyjnym. Zgodnie z oświadczeniami Autorki, jej wkład do przedstawionych publikacji jest znaczący. W szczególności, w pracach H1, H4, H5 i H8-H10 wkład Autorki obejmuje współtworzenie koncepcji i/lub projektowanie eksperymentów lub zakresu prac.

Ponadto, we wszystkich pracach uczestniczyła aktywnie w opracowaniu i interpretacji wyników. Jest to, w mojej opinii ważne. Jej wkład jest dodatkowo potwierdzony oświadczeniami współautorów prac. W tym miejscu, muszę zaznaczyć, że jeden aspekt dotyczący oceny wkładu Autorki do poszczególnych prac zrobił na mnie złe wrażenie – ocena wkładu procentowego. Przede wszystkim uważam, że nie jest możliwe ocenić w procentach wkład jakiegokolwiek osoby do powstania publikacji naukowej. Niemniej jednak, jeśli już z jakiegoś powodu ktoś to robi, to powinien to głęboko przemyśleć. W przypadku prezentowanego cyklu prac, udziały Autorki sprawiają na mnie wrażenie zawyżonych. Przykładowo, przytoczę pracę H2, która najbardziej mnie zdziwiła. Praca ta ma dziewięcioro autorów oraz dodatkowo podziękowania wymieniają 4 osoby, które wykonywały różne pomiary. Zważywszy, że Autorka oceniła swój udział na 80% i zakładając, że praca osób wymienionych w podziękowaniach to w sumie np. 3%, dla pozostałych ośmiu zostaje po $17/8 = 2,1\%$. Przeliczając to na słowa i rysunki zawarte w publikacji – odpowiada to około 146-ciu słowom i $\frac{1}{4}$ jednego panelu na którymś z 9-ciu rysunków. Piszę to wszystko nie po to, żeby podważyć wkład Kandydatki, tylko aby zwrócić uwagę, że gdy stanie się tzw. samodzielnym naukowcem i będzie szefem zespołu, umiejętność docenienia pracy współpracowników stanie się bardzo ważna, jeszcze ważniejsza niż obecnie.

Podsumowując ten fragment recenzji, stwierdzam, że dr Amrita Jain pełniła znaczącą rolę w badaniach, które umożliwiły przedstawienie jednotematycznego cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie habilitacyjne.

Ocena merytoryczna osiągnięcia zawartego w cyklu publikacji naukowych

Cykl publikacji przedstawia szereg wyników dotyczących opracowania i scharakteryzowania materiałów elektrodowych i elektrolitowych dla superkondensatorów. Kandydatka określiła ogólny cel naukowy prac jako otrzymanie nowych, wielofunkcyjnych, zrównoważonych, trwałych i bezpiecznych dla środowiska materiałów elektrodowych i elektrolitowych oraz wykorzystanie ich w konstrukcji superkondensatorów. W szczególności, przedmiotem badań były materiały węglowe pochodzenia roślinnego, kompozyty węglowe z nanocząstkami metalu lub tlenku metalu, oraz żelowy elektrolit polimerowy. Tematyka opisanych prac jest aktualna i ważna szczególnie w kontekście rozwoju nowoczesnych i zrównoważonych urządzeń elektrochemicznych do magazynowania energii szczególnie dla zastosowań wymagających niezbyt dużych energii i mocy.

Dr Amrita Jain w ramach prac należących do cyklu przedstawiła technologię wytwarzania, modyfikacji oraz właściwości materiałów węglowych wytworzonych z liści drzew liściastych [H1] oraz z grzybów [H2], kompozytów złożonych z materiału węglowego oraz nanocząstek srebra [H3, H6], miedzi [H7], magnetytu [H4] i tlenku wanadu [H5]. Koncepcja, aby wykorzystywać lokalnie dostępne rośliny do wytwarzania materiałów węglowych jest bardzo ciekawa chociaż przesadą jest stwierdzenie, że jest to pomysł Habilitantki - produkty pyrolizy drewna i innych roślin rosnących lokalnie były używane w różnych celach, np. jako pigmenty a także jako materiały do magazynowania energii (węgiel drzewny) od około 3000 roku p.n.e.

Opracowane i zbadane materiały stanowiły materiały elektrodowe dla superkondensatorów. Ponadto, Kandydatka w pracy [H8] pracowała nad superkondensatorem złożonym z hydrożelowego elektrolitu polimerowego z dodatkiem węgla i materiału elektrodowego będącego nanokompozytem tlenków kobaltu i nanocząstek srebra. Z kolei praca [H9] poświęcona jest opracowaniu elektrolitu dla superkondensatora na bazie polimeru i cieczy jonowej. Cykl niewątpliwie stanowi ciekawą i spójną serię publikacji połączonych ze sobą przedmiotem badań, tzn. materiałami opracowywanymi i modyfikowanymi w celu udoskonalenia działania superkondensatorów. Za szczególnie ciekawy uważam wynik pracy [H9], w ramach której opracowano elektrolit polimerowy złożony z PVA i uwięzionej w polimerze cieczy jonowej, który okazał się materiałem stabilnym, o maksymalnym odkształceniu prawie 100%, znakomitym dla urządzeń elastycznych. Szkoda, że nie zbadano przewodności elektrycznej w warunkach odkształcenia. Praca [H10] najmniej wpisuje się do cyklu. Sama w sobie jest to praca ciekawa, ale równie dobrze mogłoby jej nie być w cyklu..

Warto podkreślić, że Kandydatka wraz ze współpracownikami, poza testowaniem np. różnych nanocząstek lub biosurowców do wytwarzania węgla aktywnego, stosowała także różne metody i warunki wytwarzania, rozdrabniania i aktywowania węgla oraz dodawania do niego nanocząstek. Przykładowo, materiał biologiczny w pracy [H1] był ogrzewany przez 10 minut w temperaturze w zakresie 500-700°C (nawiasem mówiąc, pierwszy raz widzę, aby warunki podawać tak nieprecyzyjnie) i rozdrabniany/aktywowany metodą kawitacji, a w pracy [H2] – zwęglanie prowadzono przez 5 godzin w 300°C, a aktywizację metodą chemiczną z użyciem KOH w wysokiej temperaturze. Warto zauważyć jest także to, że dr A. Jain prowadziła badania wykorzystując różne zaawansowane metody charakteryzacji materiałów oraz ich właściwości. Na przykład, była to dyfraktometria rentgenowska, spektroskopia Ramana, skaningowa i transmisyjna mikroskopia elektronowa, rentgenowska spektroskopia fotoelektronowa, BET, elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna, spektroskopia UV-Vis i termogravimetria.

Wszystkie prace ocenianego cyklu publikacji są ciekawe i wartościowe, chociaż w większości z nich (poza [H9]) zabrakło mi porównania z innymi wynikami oraz merytorycznego podsumowania. W autoreferacie też tego brakuje. Precyzując, każda praca porównuje prawidłowo próbki badane w ramach danej pracy ale nie odnosi się konkretnie do materiałów/próbek opisanych wcześniej. Na przykład, nie znalazłam analizy, czy węgiel aktywny wytworzony z liści, czy z grzybów, czy może z innego biologicznego surowca jest bardziej odpowiedni pod względem właściwości jako węgiel aktywny dla superkondensatorów. To samo dotyczy braku porównania kompozytów z różnymi nanocząstkami.

Podsumowując, mimo powyższych uwag krytycznych, uważam, że wyniki badań należące do cyklu publikacji naukowych stanowią istotne osiągnięcie. Opisane osiągnięcie należy do inżynierii materiałowej i wnosi do niej znaczący wkład istotnie wzbogacając wiedzę dotyczącą materiałów elektrodowych i elektrolitowych dla superkondensatorów. Badania dotyczące

materiałów elektrodowych znacząco poszerzają zakres wiedzy o tej grupie materiałów, szczególnie o materiałach węglowych i ich nanokompozytach. Z kolei badania materiałów elektrolitowych uważam za najbardziej innowacyjne. Cykl publikacji w spójny sposób prezentuje wyniki pracy Habilitantki. Nie mam też wątpliwości co do wiodącego udziału Habilitantki w przedstawionych badaniach.

Ocena pozostałych osiągnięć naukowych dr Amrity Jain

Pozostałe osiągnięcia naukowe dr Amrity Jain w większości dotyczą tematyki bardzo zbliżonej do tematu osiągnięcia habilitacyjnego. Obejmują one wytwarzanie wielu rodzajów materiałów węglowych wytworzonych z biomasy i badanie ich jako materiałów elektrodowych (np. łupiny migdałów i kokosów, odpady z trzciny cukrowej, nienadająca się do użycia żywność, tyko i inne) [B1, B2, B13, B20, B23, B27, B29]; badania innych materiałów elektrodowych dla superkondensatorów lub innych urządzeń elektrochemicznych (np. materiały polimerowe oraz tlenki nieorganiczne) [B7, B10, B12, B19, B21, B22] oraz badania związane z opracowaniem elektrolitów dla superkondensatorów lub ogniw fotoelektrochemicznych [B3, B5, B6, B9, B14, B16, B18, B19, B33, B34]. Mimo, że większość badań i osiągnięć Habilitantki skupia się na tematyce związanej z superkondensatorami, można znaleźć kilka prac wychodzących poza rutynę. Przykładowo, uczestniczyła Ona w badaniach związanych z wytwarzaniem struktur fotonicznych [B4], współpracowała w opracowaniu przeglądu literaturowego na temat węglowych i grafenowych kropek kwantowych [B11] i materiałów stosowanych w fotolitografii [B26]. Najbardziej swoją odmiennością zwróciła moją uwagę praca poświęcona badaniu przewodności cieplnej kompozytów $AlSi_{12}/Al_2O_3$ [B15].

Ocena całości dorobku naukowego i aktywności naukowej

Cały dorobek naukowy Kandydatki oceniam jako spójny, należący do dyscypliny inżynieria materiałowa i wnoszący istotny wkład do dyscypliny. Osiągnięcia naukowe dr A. Jain łączy ogólny, aplikacyjny cel prowadzonych badań związany z rozwojem technologii superkondensatorów. Większą część dorobku łączy także typ materiałów, które opracowuje i dla których opracowuje technologię wytwarzania. Całkowity dorobek naukowy dr Amrity Jain, razem z 10-ma pracami zawartymi w osiągnięciu naukowym, zgodnie z listą prac wymienionych w Wykazie to 44 prace, z których 39 to prace z listy JCR o sumarycznym współczynniku oddziaływania wynoszącym 182 (suma punktów ministerialnych to 3610). Poza tym, że jest współautorką wielu prac, dr Jain uczestniczyła też w recenzowaniu 34 prac innych naukowców przedstawionych do opublikowania w czasopismach z listy JCR. Habilitantka ma także w swoim dorobku osiągnięcia potencjalnie o znaczeniu praktycznym, gdyż jest współautorką dwóch zgłoszeń patentowych. Są one jeszcze w trakcie rozpatrywania.

Za wartą podkreślenia uważam dużą aktywność naukową Habilitantki. Osiemnastokrotnie prezentowała Ona wyniki badań na międzynarodowych i krajowych konferencjach lub seminariach. Wśród prezentacji, 15 było prezentacjami ustnymi, przy czym dwie z nich były zaproszonymi wykładami. W mojej opinii, jest to dobry wynik na tym etapie kariery naukowej.

Habilitantka jest także członkinią komitetu redakcyjnego (Senior Editor) czasopisma Scientific Reports w sekcji Energy, członkinią komitetu redakcyjnego (Associate Editor) czasopisma Frontiers in Energy Research w sekcji Nano Energy oraz członkinią tematycznego panelu doradczego czasopisma Energy Materials (MDPI). Była także redaktorem wydania specjalnego pt. "Synthesis & Devices of Graphene-based 2D Nanomaterials for Energy Storage and Conversion" czasopisma Nanomaterials (MDPI). To świadczy o Jej rozpoznawalności wśród naukowców zajmujących się technologiami materiałowymi dla superkondensatorów.

Warunek formalny wymagający **zgodnie z art. 219.1 punkt 3)** wykazaniem się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej jest przez dr Armitę Jain spełniony w sposób oczywisty, zważywszy że cały początek jej kariery naukowej odbywał się na Wydziale Fizyki Jaypee University of Engineering and Technology w Indiach. Poza tym, Habilitantka współpracuje też z prof. P. K. Singhem z Sharda University w Indiach oraz z grupami badawczymi na Uniwersytecie w Ostrawie w Czechach, na w Tohoku w Japonii, w Szeged na Węgrzech oraz na Uniwersytecie w Oslo w Norwegii. Na podstawie informacji zawartej w autoreferacie mogę jednoznacznie stwierdzić, że współpraca z grupą z Uniwersytetu w Szeged na Węgrzech jest aktywnością „realizowaną w więcej niż jednej uczelni”. Co do pozostałych, trudno powiedzieć, jednak najważniejsze jest to, że współpraca jest skuteczna i owocna ponieważ przynosi wspólne prace oraz projekty, natomiast warunek formalny i tak jest spełniony.

Jako warty podkreślenia, aspekt aktywności naukowej dr Amrity Jain jest uczestnictwo w projektowych zespołach badawczych. Była kierownikiem polskiego zespołu projektowego w projekcie międzynarodowym „Projektowanie z poziomu atomowego materiałów na bazie węgla dla społeczeństwa nowej rzeczywistości” przyznanym w ramach konkursu w ramach konkursu międzynarodowego Visegrad Group (V4)-Japan Joint Research Program on Advanced Materials. Ponadto, obecnie jest członkiem zespołu projektowego międzynarodowego projektu „Porous Electrode Charging” finansowanego przez Norweską Radę ds. Badań Naukowych.

Za działalność naukową dr A. Jain była kilkakrotnie nagradzana: czterokrotnie otrzymała nagrodę Dyrektora IPPT PAN, krótkoterminowy grant w ramach programu wymiany naukowej finansowanego przez PAN w celu rozszerzenia współpracy badawczej, grant International Society of Solid State Ionics w ramach Young Researcher Support Program na prezentację pracy badawczej na konferencji Solid State Ionics oraz nagrodę dla młodego naukowca w sekcji nauk fizycznych przyznana przez Radę Nauki i Technologii Madhya Pradesh w Indiach.

Działalność dydaktyczna i popularyzatorska

Działalność dydaktyczna nie jest warunkiem koniecznym habilitacji, ale jest zawsze korzystna dla naukowca chcącego rozwijać się i współpracować z innymi, młodymi naukowcami lub przyszłymi naukowcami. Dr Amrita Jain prowadziła działalność dydaktyczną gdy pracowała na

uczelniah w Indiach i ZEA. Obecnie działalność dydaktyczna ogranicza się do sporadycznej opieki nad doktorantami. Habilitantka uczestniczyła też w kilku zdarzeniach popularyzujących naukę, np. w Ogólnopolskim Dniu Inżynierii Materiałowej.

Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z przedstawioną dokumentacją dotyczącą dorobku naukowo-badawczego Dr Amrity Jain stwierdzam, że główne osiągnięcie Habilitantki w postaci cyklu dziesięciu publikacji pt. „Opracowanie nowych zrównoważonych materiałów dla superkondensatorów z elektrolitami polimerowymi” oraz jej pozostałe osiągnięcia spełniają wymogi ustawowe i wnoszą znaczący wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Materiałowa. Całość przedstawionego dorobku dr Amrity Jain oceniam pozytywnie. Habilitantka pokazała, że jest ambitną i aktywną naukowczynią, która potrafi samodzielnie prowadzić badania naukowe, pracować w projektach i prowadzić zespoły badawcze a także potrafi formułować i rozwiązywać nowe problemy badawcze. Habilitantka wykazała się także wymaganym ustawowo prowadzeniem prac badawczych w zewnętrznych jednostkach badawczych.

Na podstawie pozytywnej oceny osiągnięć naukowych i całego dorobku naukowobadawczego stwierdzam, że zgodnie z obowiązującą ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z późn. zm., dr Amrita Jain spełnia warunki do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego. Wnioskuje zatem do Komisji Habilitacyjnej oraz Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN o dalsze procedowanie wniosku i nadanie dr Amricie Jain stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijsko-technicznych w dyscyplinie Inżynieria materiałowa.