

Prof. dr hab. inż. Piotr Jasiński
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji
i Informatyki
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

Recenzja osiągnięć naukowych i aktywności naukowej

dr inż. Agnieszki Łękawy-Raus

ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Niniejszą recenzję wykonano w odpowiedzi na pismo RPW/18784/2021 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektroniki i Elektrotechnika Politechniki Warszawskiej, prof. Tomasza Stareckiego, z 7 grudnia 2021, w związku z wnioskiem dr inż. Agnieszki Łękawy-Raus, skierowanym w dniu 1 czerwca 2021 do Rady Dyscypliny za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej, w którym jego Autorka zwróciła się o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika. Recenzję wykonano zgodnie z zapisami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Tytuł magistra inżyniera Agnieszce Łękawy-Raus nadano w dyscyplinie elektrotechnika w Politechnice Lubelskiej (tytuł pracy magisterskiej: Application of spin valve giant magnetoresistance sensors in bioelectromagnetism”) w 2008 roku. Stopień doktora nauk technicznych uzyskała w dyscyplinie Materials Science and Metallurgy w University of Cambridge, Trinity College (tytuł rozprawy „Carbon nanotube fibers for electrical wiring applications”, promotorzy: K. Koziół, A. Windle) w 2013 roku. Praca zawodowa obejmuje stanowisko post-doca w University of Cambridge (2013-2016) oraz adiunkta na Wydziale Mechatroniki, Politechniki Warszawskiej (2016-obecnie).

I. Ocena osiągnięcia naukowego

We wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego Habilitantka deklaruje osiągnięcie naukowe w postaci monografii naukowej pt. „Makroskopowe przewodniki elektryczne z nanorurek węglowych”, która ukazała się nakładem *Oficyny Wydawniczej Politechniki Warszawskiej* w 2021 roku. W monografii Habilitantka przedstawia osiągnięcia własne na tle stanu wiedzy w tematyce makroskopowych przewodników elektrycznych z nanorurek węglowych. Monografia (104 strony) składa się z 4 głównych rozdziałów (71 stron). Ponadto, w monografii znajduje się przedmowa, wykaz skrótów, podsumowania i bibliografia (252 pozycje).

W rozdziale 1 przedstawiono krótki rys historyczny dotyczący odkrycia nanorurek węglowych, opisano budowę, rodzaje i właściwości nanorurek w nanoskali oraz klasyfikację makrostruktur nanorurkowych. Ponadto, w rozdziale tym znajduje się opis wpływu morfologii na przewodność elektryczną nanorurek, który odnosi się do wyników własnych ([10] z zestawienia poniżej, Carbon 84 (2015), Scr. Mater. 106 (2015)). W rozdziale tym przedstawiona została również analiza zależności teoretycznych struktur nanorurkowych (jak chiralność) w powiązaniu do ich właściwości elektrycznych, która w znacznej części odnosi się do pracy własnej [2].

W rozdziale 2 Habilitantka opisuje zagadnienia związane z włóknami nanorurkowymi (makroprzewodniki nanorurkowe 1D), w tym procesy ich produkcji oraz możliwości poprawy ich przewodności właściwej poprzez ich domieszkowanie. W tym zakresie powołuje się na wyniki opublikowane w [7], [1], [14] i [15]. W publikacji [7] są przedstawione wyniki badań z nanorurkami domieszkowanymi materiałami dotąd nie testowanymi oraz znajduje się opis wyznaczenia parametrów krytycznych procesów oczyszczania i domieszkowania. W publikacji [1] Habilitantka wskazuje, że włókna poddane procesom hybrydyzacji grafenem pozwalają na zwiększenie efektywności domieszkowania tych włókien. W tym rozdziale Habilitantka podejmuje również zagadnienia związane z izolacją włókien nanorurkowych i, między innymi, przedstawia wyniki swoich badań dotyczących termoutwardzalnych polimerów poliestrowo-imidowych oraz termoplastycznych polimerów (Carbon 68 (2014), [2], Adv. Funct. Mater. 24 (2014), [3]). Prace związane z izolacją włókien nanorurkowych pozwoliły na zastosowanie ich w maszynach elektrycznych: transformatora, silnika prądu stałego, bezszczotkowego silnika prądu stałego oraz grzejników tekstronicznych – wyniki te zostały również częściowo opublikowane w Adv. Funct. Mater. 24 (2014), [3], [5].

W rozdziale 3 Habilitantka opisuje zagadnienia związane przewodnikami dwuwymiarowymi, które mogą być pokryciami przewodzącymi, jak i elementami wolnostojącymi. Wytworzenie pokryć przewodzących dzieli na te wykonane z proszków oraz z makrostruktur nanorurkowych, dla których opisuje wpływ stosowanych technologii wytwarzania na morfologię i przewodność elektryczną. W rozdziale tym Habilitantka odnosi się do prac własnych [6], [8], [12], w których struktury nanorurkowe łączy z drewnem. Są to bardzo ciekawe rozwiązania, w których możliwa jest integracja elementów funkcjonalnych z nanorurek w drewnie: półprzezroczystych pokryć elektrostatycznych, czujników siły nacisku, czujników wystąpienia cieczy, czujników temperatury oraz grzałek. Ponadto, w rozdziale 3 odnosi się do struktur wolnostojących w postaci mat i filmów nanorurkowych, dla których przytacza własne wyniki [5], gdzie opisuje możliwość przytwierdzania do podłoża struktur o wzdłużnym ułożeniu nanorurek. Rozwiązanie to wykorzystuje do wytworzenia przezroczystych grzałek, gdzie nanostruktury są klejone lub laminowane do folii PET.

W rozdziale 4 Habilitantka opisuje kompozyty składające się z nanorurek i polimerów. Wskazuje, że kompozyty takie mogą być przewodzące, a ponadto mają większą wytrzymałość mechaniczną i przewodność termiczną w porównaniu do samoistnych struktur polimerowych. Habilitantka odnosi się do prac własnych [4], gdzie wykorzystuje popularną technikę infiltracji do wytworzenia kompozytu. Pozwala to zachować większość połączeń sieci nanorurkowych, a dzięki temu przewodność elektryczną. Infiltrację nanorurek żywicą wykorzystuje na potrzeby ochrony ogromowej samolotów [4]. W rozdziale tym przedstawia wyniki prac opublikowanych w [5] związanych z łączeniem filmów nanorurkowych z polimerami termoplastycznymi o wysokiej lepkości. Pozwala to na uzyskanie termoformowanych kształtów o stabilnej przewodności elektrycznej. Ponadto w rozdziale tym Habilitantka przedstawia wyniki prac łączenia proszków nanorurkowych z elastomerem termoplastycznym opublikowane w [9]. Użycie tego polimeru pozwoliło na uzyskanie znaczne większego zakresu elastyczności w porównaniu do włókien nanorurkowych. Ponadto przedstawia rezultaty prac opublikowane w [12], w których łączy proszek nanorurkowy z wiórami drewnianymi w celu zmniejszenia palności płyt drewnianych. Rozwiązanie to może być również wykorzystane do wytworzenia grzałek drewnianych w celu suszenia konstrukcji narażonych na wilgoć.

Jak wskazano w opisie zawartości monografii, w każdym z rozdziałów Habilitantka odnosi się do publikacji, których jest współautorem. Ponadto, w monografii wskazuje oryginalny wkład w rozwój dyscypliny odnosząc się z rozwiązaniami własnymi do stanu wiedzy w tematyce przewodników zbudowanych ze struktur nanorurkowych. Zdaniem

recenzenta zaprezentowana monografia bardzo przejrzysto przedstawia wkład Habilitantki w rozwój dyscypliny. **Podsumowując, monografia wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika, ponieważ zawiera nowatorskie koncepcje i wyniki Autora zestawione z odpowiednio scharakteryzowaną problematyką naukową i właściwym odniesieniem się do literatury przedmiotu, z której wynika również istotne znaczenie kierunku prowadzonych badań.** Ponadto tematyka prowadzonych badań jest ważna i aktualna, ponieważ materiały nanorurkowe dopiero mogą zostać wykorzystane w szerszej skali do przesyłania energii elektrycznej. W porównaniu do miedzi i aluminium nawet w silnych kwasach ich rezystancja nie ulega zwiększeniu. Ponadto efektywniej oddają ciepło. Zatem, przewodniki nanorurkowe mogą znaleźć komercyjne zastosowania, o ile cena masowej produkcji nanorurek zostanie obniżona do akceptowalnego przez rynek poziomu oraz zostaną opracowane efektywne metody produkcji makroskalowych przewodników nanorurkowych. To ostatnie zadanie w skali laboratoryjnej jest przedmiotem badań Habilitantki.

Habilitantka w Autoreferacie na stronie 2 przedstawia listę swoich 11 najważniejszych osiągnięć naukowych. Recenzent nie ma uwag krytycznych do tej listy. Subiektywnie, bazując na monografii oraz załączonych artykułach, recenzent szczególnie docenia osiągnięcia Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika polegające na:

- opracowaniu metod wytwarzania elektronicznych komponentów: elastycznego rezystora, kondensatora luminescencyjnego i cewki;
- opracowaniu metod wytwarzania przezroczystych i giętkich grzałek;
- opracowaniu technik impregnacji drewna nanorurkami;
- pracach związanych z wytwarzaniem hybrydowych włókien nanorurkowo-tekstylnych;
- pracach związanych z nowojowymi włóknami nanorurkowymi.

Podsumowując, w ocenie recenzenta przedstawione przez Habilitantkę osiągnięcia wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika.

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

Habilitantka do oceny dorobku habilitacyjnego zgłosiła następujące publikacje:

Numer	Czasopismo	Rok publikacji	Cytowania bez autoc.	Impact Factor	Punkt. MEiN
[1]	ACS Appl. Mater. Int.	2019	11	8,456	200
[2]	Scripta Mater.	2017	37	4,163	35 (2017)
[3]	Carbon	2021	1	8,821	140
[4]	Carbon	2020	6	8,821	140
[5]	Materials	2020	2	3,057	140
[6]	Composites Part A.	2019	4	6,282	140
[7]	Sci. Rep.	2018	3	4,011	40 (2018)
[8]	Prog. Org. Coat.	2018	9	3,420	100
[9]	Nanomaterials	2019	4	4,034	70
[10]	Sci. Rep.	2017	9	4,011	40 (2017)
[11]	Cellulose	2020	2	4,210	100
[12]	Drewno	2019	1	0,857	70
[13]	Proc. SPIE	2017	1		15
[14]	Proc. SPIE	2017	0		15
[15]	Proc. SPIE	2018	0		15
[16]	Proc. SPIE	2017	0		15
[17]	Proc. SPIE	2018	1		15

oraz 3 patenty. Z formalnego punktu widzenia patenty raczej nie powinny wchodzić do oceny istotnej aktywności naukowej. Jednakże, należy docenić wkład Habilitantki w prace rozwojowe.

Jak to zostało zauważone w poprzednim punkcie recenzji, rezultaty prac prezentowane w publikacjach Habilitantki stanowią znaczną część monografii habilitacyjnej. Nie jest jednak dla recenzenta zrozumiały dobór przedstawionych do oceny publikacji. Należy przypuszczać, że do oceny zostały wybrane publikacje opublikowane po 2017 roku (nie ma w zestawie starszych). Jednakże, w monografii habilitacyjnej szeroko opisane i bardzo ciekawe są wyniki prac prezentowanych, na przykład, w publikacjach: Adv. Funct. Mater. 24 (2014), Carbon 84 (2015), Scr. Mater. 106 (2015), Carbon 68 (2014). Z drugiej strony, publikacje [13..17] opublikowane w proceedings pokonferencyjnych w większości nie są szeroko omawiane w

monografii, a ponadto nie posiadają Impact Factora i są znacząco mniej razy cytowane niż pozostałe. Dlatego wydaje się, że bez większego uszczerbku na jakości wniosku, Habilitantka mogłaby pominąć te publikacje w zestawieniu zgłoszonym do oceny.

Należy podkreślić, że publikacje [1..11] mają wysoki lub bardzo wysoki Impact Factor oraz w większości zostały już zauważone przez społeczność naukową pomimo relatywnie krótkiego czasu od publikacji. Szczególne zainteresowanie wzbudziła publikacja [2] opublikowana w Scripta Materialia w 2017 roku, która posiada już 37 cytowań bez autocytowań. W publikacji tej Habilitantka prowadzi głównie rozważania teoretyczne związane z wpływem różnych właściwości mikrostrukturalnych na przewodność elektryczną włókien nanorurkowych.

Istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni jest bardzo bogata u Habilitantki. Dyplom magisterski realizowała w Kanazawa University w Japonii. Efektem stażu było 5 publikacji naukowych. Następnie Habilitantka wyjechała w ramach Erasmusa do Cambridge University, z którym związała się na dłużej realizując studia doktoranckie, broniąc doktorat oraz odbywając staż podoktorski. W sumie ponad 8 lat pracy naukowej w Cambridge University, którymi można by rozdzielić kilka procedur habilitacyjnych. Efekty publikacyjne pobytu w Cambridge są bardzo bogate, zaś rezultaty prac również ujęte w monografii habilitacyjnej. W trakcie pobytu w Cambridge odbyła również miesięcznych staż badawczy w Los Alamos National Laboratories w USA.

Ponadto, większość prac przedstawionych do oceny istotnej aktywności naukowej jest opublikowana wraz z współautorami zagranicznymi:

- [1] - Cranfield University; University of Cambridge.
- [2] - University of Cambridge; Pembroke College, University of Cambridge.
- [3] - National University of Singapore; University of Cambridge.
- [4] - Cranfield University; University of Cambridge; University of Bristol; Feynman Way Central.
- [5] - Pembroke College, University of Cambridge.
- [7] - Cranfield University.
- [8] - Cranfield University; University of Cambridge.
- [10] - Cranfield University; University of Cambridge; Pulsed Field Facility, Los Alamos.

Podsumowując, Habilitantka posiada przekonującą międzynarodową pozycję i wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

III. Ocena informacji naukometrycznej

Wskaźniki naukometryczne Habilitantki można przeanalizować w wykazie osiągnięć naukowych:

- Indeks Hirscha – 12
- Łączny Impact Factor publikacji – 135
- Liczba cytowań bez autocytowań – 667
- Punkty MEiN – 1520

W ocenie recenzenta wskaźniki naukometryczne jednoznacznie wskazują na duży dorobek naukowy Habilitantki. Na tle kandydatów do stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektronika wartości naukometryczne Habilitantki zdecydowanie plasują się powyżej wartości średnich.

IV. Ocena pozostałej działalności i aktywności naukowej, działalności rozwojowej oraz działalności dydaktycznej

Oprócz 17 pozycji zgłoszonych przez Habilitantkę jako istotna działalność naukowa, w dorobku można znaleźć 9 publikacji JCR opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Są to bardzo wysoko cytowane publikacje z lat 2014-2015 o wysokim lub bardzo wysokim Impact Factorze, w których Habilitantka w większości jest współautorem wiodącym. Oznacza to, że na barkach Habilitantki leżał ciężar zebrania rezultatów i przygotowania manuskryptu. Jak wcześniej zostało to wskazane, wyniki zaczerpnięte z tych publikacji są również częścią monografii habilitacyjnej.

Jak na relatywnie krótki czas po uzyskaniu doktoratu, Habilitantka może się pochwalić znaczną liczbą prezentacji proszonych: 8 wykładów zaproszonych na konferencjach międzynarodowych oraz 4 wykładów plenarnych. Ponadto, Habilitantka wygłosiła 6 prezentacji ustnych oraz przedstawiła 5 prezentacji plakatowych. Była ponadto członkiem komitetów organizacyjnych 2 konferencji międzynarodowych.

Habilitantka zdobyła doświadczenie w udziale i prowadzeniu projektów naukowych: była kierownikiem projektu NCBiR Lider realizowanego w Politechnice Warszawskiej oraz wykonawcą w 2 projektach Europejskich FP7 podczas pobytu w University of Cambridge. Wskazane w dorobku granty dziekańskie nie powinny się tam znaleźć, gdyż nie były zdobyte w ramach konkursów krajowych lub międzynarodowych.

Ponadto, Habilitantka posiada inne osiągnięcia naukowe i rozwojowe, między innymi, jest recenzentem w czasopismach międzynarodowych, jest współautorem 2 patentów międzynarodowych i 3 krajowych, uczestniczyła w pracach wdrożeniowych produktów znajdujących się obecnie w ofercie firm oraz brała udział w pracach paneli eksperckich.

W ramach działalności dydaktycznej przygotowała autorskie programy i przeprowadziła przedmioty: Electric Circuits 1 i 2, Nanotechnologies and nanomaterials, Materiały elektroniczne, Podstawy elektrotechnologii oraz Prezentacja idei i wyników badań/projektów na potrzeby nauki i biznesu. Ponadto, była opiekunem 7 prac inżynierskich oraz 2 prac magisterskich. Habilitantka zdobyła również doświadczenie w kształceniu doktorantów w związku z pełnieniem funkcji promotora pomocniczego.

Podsumowując, pozostały dorobek naukowy, rozwojowy i dydaktyczny Habilitantki jest więcej niż odpowiadający ogólnie przyjętym osiągnięciom kandydatów na stopień naukowy doktora habilitowanego.

V. Wniosek końcowy

Biorąc po uwagę przedstawioną ocenę osiągnięcia naukowego dr inż. Agnieszki Łękawy-Raus w postaci monografii naukowej pt. „Makroskopowe przewodniki elektryczne z nanorurek węglowych” oraz ocenę istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, stwierdzam, że aktywność naukowa Habilitantki **spełnia wymagania** określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce dotyczącym stopni naukowych.

Popieram zatem wniosek o nadanie dr inż. Agnieszce Łękawie-Raus stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.

Gdańsk, 06.04.2022 r.



Piotr Jasiński