

prof. dr hab. inż. Barbara Ślusarek
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Tele- i Radiotechniczny
03-450 Warszawa
Ul. Ratuszowa 11



**Recenzja dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dr inż. Ewy Korzeniewskiej**

Podstawą opracowania recenzji jest pismo prodziekana Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. Michała Strzeleckiego z dnia 30 września 2019 r. w związku z decyzją Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów Naukowych (Nr BCK-VI-L-8325/2019) o powołaniu komisji habilitacyjnej dr inż. Ewy Korzeniewskiej w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika.

1. Podstawy formalne recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie przygotowanych przez dr inż. Ewę Korzeniewską dokumentów wraz ze złożonym wnioskiem o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego:

- kopia dyplomu doktora nauk technicznych w zakresie elektrotechniki,
- autoreferat w języku polskim zawierający tytuł osiągnięcia, informacje o posiadanych dyplomach i stopniach naukowych, informacje o dotychczasowym zatrudnieniu,
- wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytułach naukowych,
- autoreferat w języku angielskim,
- wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacje o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki,
- kopie artykułów wchodzących w skład osiągnięcia naukowego,
- oświadczenia współautorów,
- dane wnioskodawcy do korespondencji,
- aneks do autoreferatu w języku polskim,
- aneks do autoreferatu w języku angielskim.

2. Informacje ogólne

Dr inż. Ewa Korzeniewska jest absolwentką Wydziału Elektrotechniki i Elektroniki (obecna nazwa Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki) Politechniki Łódzkiej. Dyplom mgr inż. uzyskała w roku 1995 na kierunku elektrotechnika ze specjalnością automatyka i metrologia elektryczna.

Pracę doktorską w dyscyplinie elektrotechnika na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej obroniła w roku 2007. Tematem pracy było "Model stanu krytycznego nadprzewodnika wysokotemperaturowego". Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr inż. Jan Leszczyński.

Dr inż. Ewa Korzeniewska jeszcze przed uzyskaniem dyplomu mgr inż. została zatrudniona w Instytucie Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki.

Po uzyskaniu dyplomu mgr inż. Habilitantka rozpoczęła pracę na Politechnice Łódzkiej początkowo jako asystent w Zakładzie Materiałoznawstwa Instytutu Elektrotechniki Teoretycznej, Metrologii i Materiałoznawstwa na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki.

Od roku 2007 do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta w Zakładzie Inżynierii Materiałowej i Systemów Pomiarowych Instytutu Systemów Inżynierii Elektrycznej na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej.

Początkowe prace naukowe dr inż. Ewy Korzeniewskiej związane były z nadprzewodnictwem i ukierunkowane na modelowanie nadprzewodników wysokotemperaturowych. Prowadzone w tym okresie prace zaowocowały uzyskaniem w roku 2007 doktoratu. W ramach pracy doktorskiej Pani Ewa Korzeniewska opracowała matematyczny model stanu krytycznego nadprzewodnika wysokotemperaturowego z uwzględnieniem granularnej budowy nadprzewodników masywnych.

Po uzyskaniu doktoratu, dr inż. E. Korzeniewska rozpoczęła badania związane z opracowywaniem technologii umożliwiającej wytwarzanie sensorów tekstronicznych.

3. Ocena dorobku naukowego przedstawionego w jednotematycznym cyklu publikacji

Dr inż. Ewa Korzeniewska we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego przedstawiła do oceny jako swoje osiągnięcie naukowe cykl 14 artykułów naukowych opublikowanych w latach 2012 – 2018 pod tytułem:

„Wytwarzanie struktur tekstronicznych o predefiniowanych właściwościach elektrycznych metodą fizycznego osadzania próżniowego”

Tekstronika jest nową, szybko rozwijającą się dziedziną wiedzy. Rozwój ten związany jest z jednej strony z rozwojem technologii włókienniczych, a z drugiej strony z poszerzaniem

się zastosowań układów elektronicznych. Dziedzina ta łączy w sobie elektronikę, włókiennictwo, automatykę, metrologię oraz informatykę.

Systemy tekstroniczne znajdują zastosowanie zarówno w inteligentnych wyrobach użytkowych jak i w odzieży ochronnej m.in. dla pracowników służb ratowniczych. Jednym z elementów takich urządzeń są zintegrowane sieci czujników. Czujniki takie wykorzystują technologię fizycznego osadzania próżniowego dla otrzymania cienkich warstw przewodzących na podłożu tekstylnym.

Dorobek naukowy dr inż. Ewy Korzeniewskiej związany jest właśnie z technologią wytwarzania takich struktur tekstronicznych.

W przedstawionym wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego dr inż. Ewa Korzeniewska przedstawiła główne problemy, które należało rozwiązać w celu wytworzenia struktur tekstronicznych.

Jednym z podstawowych problemów do rozwiązania był dobór podłoża tekstylnego, na którym możliwe jest wytworzenie struktury metalicznej o oczekiwanych właściwościach.

Przeprowadzona przez Habilitantkę wstępna analiza pokazała, że stosowanie tradycyjnych podłoży i metod osadzania warstw metalicznych nie pozwala na otrzymanie cienkich warstw metalicznych o określonych właściwościach elektrycznych, ich jednorodności, ciągłości powierzchni oraz znacznej odporności na czynniki mechaniczne.

W związku z tym dr inż. Ewa Korzeniewska rozpoczęła badania mające na celu znalezienie podłoży w obszarze kompozytów tekstylnych, które zapewniłyby możliwość wytwarzania struktur o pożądanym właściwościach. Przeprowadzone badania wstępne pozwoliły na wyselekcjonowanie trzech rodzajów materiałów, które pozwoliłyby na wytworzenie ciągłych cienkich warstw o pożądanym właściwościach:

- Goretex jednowarstwowy – tkanina nylonowa z pokryciem teflonowym,
- Membrana przepuszczająca parę wodną- tkanina poliestrowa pokryta teflonem, na którym dodatkowo naniesione są nanowłókna,
- Cordura – tkanina nylonowa laminowana warstwą poliuretanu.

Na tego typu podłożach dr inż. E. Korzeniewska wytworzyła warstwy elektroprzewodzące metodą fizycznego osadzania próżniowego, które zostały poddane badaniom mikroskopowym oraz pomiarom rezystywności. W autoreferacie Habilitantka przedstawiła przykładowe zdjęcia mikrostruktury, natomiast obszernie omówienie wyników tych badań zostało przedstawione w publikacji [EK-1], której jest współautorką.

Przeprowadzone badania pokazały, że dla otrzymania warstwy o stabilnych parametrach elektrycznych parametry procesu osadzania musiały być modyfikowane, ponieważ wpływają one na jakość i parametry wytworzonej warstwy. Badania wpływu parametrów technologicznych na właściwości otrzymanych struktur pozwoliły Pani doktor określić parametry procesu technologicznego pozwalające na wytworzenie struktur o zadawalających parametrach.

Właściwości elektryczne są jednym z istotnych parametrów struktur tekstronicznych. Warunkują one możliwość zastosowania tych struktur w urządzeniach przetwarzających dane. W prowadzonych badaniach nad wytwarzaniem struktur tekstronicznych konieczne było określenie rezystancji wytwarzanych struktur. Pomiary te przeprowadzono czteroelektrodową

metodą techniczną. Szczegółowy opis tych badań przedstawiono w publikacji umieszczonej w Przeglądzie Elektrotechnicznym pt. „Pomiar rezystancji powierzchniowej warstw cienkich o dowolnych kształtach wytworzonych na podłożach elastycznych” [EK-2], którego dr inż. E. Korzeniewska jest pierwszym autorem.

Wyniki badań właściwości elektrycznych pokazały, że materiałem podłoża, który umożliwia wytwarzanie cienkich struktur tekstronicznych o dobrych właściwościach jest Corodura, czyli tkanina nylonowa z pokryciem teflonowym.

Wyznaczenie parametrów pasożytniczych struktur pozwoli na uniknięcie szkodliwych rezonansów w przyszłych zastosowaniach praktycznych [EK-3].

Jakość wytworzonych cienkich warstw metalicznych można określić na podstawie analizy zdjęć z mikroskopu skaningowego. Inną metodą określania jakości struktur jest metoda termografii, która pozwala na analizę jakości w całej objętości wytworzonej warstwy, a nie tylko na jej powierzchni jak w przypadku mikroskopii skaningowej. Dr inż. Ewa Korzeniewska przeprowadziła tego typu badania, których szczegółowy opis opublikowała jako pierwszy autor w Przeglądzie Elektrotechnicznym [EK-4]. Do prowadzenia badań termograficznych wykonała struktury srebrne na elastycznym podłożu tekstylnym typu Cordura. Analiza zdjęć pokazała nie tylko obszary o jednorodnej strukturze, ale też obszary o strukturze niejednorodnej, co powoduje powstawanie lokalnych obszarów o zwiększonej rezystywności. W obszarach defektów następuje emisja ciepła.

Habilitantka przeprowadziła obliczenia bilansu ciepła oraz analizę pola temperaturowego zarówno systemu elektronicznego jak i obszaru wokół ścieżek przewodzących. Do analizy termogramów zastosowano autorskie oprogramowanie. Wyniki tych analiz Autorka przedstawiła w publikacji w Open Physics w 2018 roku [EK-5].

Ze względu na ochronę wytworzonych struktur elektroprzewodzących będących częścią składową systemu tekstronicznego muszą być one zabezpieczone przed wpływem narażeń środowiskowych. W ramach prowadzonych badań dr inż. E. Korzeniewska przeprowadziła badania nad zastosowaniem warstw ochronnych na wytwarzanych strukturach. Wyniki tych badań zostały przedstawione w publikacji materiałów konferencyjnych The International Conference on Modern Electrical and Energy Systems [EK-6].

Struktury tekstroniczne, które stosowane są w wielu urządzeniach np. czujnikach narażone są na uszkodzenia mechaniczne spowodowane rozciąganiem, zginaniem czy ścieraniem. Czynniki te wpływają na zmianę rezystancji warstw elektroprzewodzących. W związku z tym Habilitantka przeprowadziła badania trwałości struktur pod wpływem obciążeń mechanicznych takich jak ścieranie, rozciąganie oraz zginanie. Wyniki tych badań pokazały dużą odporność warstw metalicznych wykonanych metodą fizycznego osadzania próżniowego na podłożu kompozytowym Cordura. Szczegóły tych badań zostały przedstawione w publikacji [EK-8]. Przeprowadzone też zostały badania określające odporność wytworzonych struktur na cykliczne naprężenia rozciągające i zginające. Wyniki tych badań zostały przedstawione w publikacji w Przeglądzie Elektrotechnicznym [EK-9] oraz [Ek-8].

Prowadzone badania pokazały, że kompozytowe materiały tekstylne, które są materiałem podłoża do wytwarzania struktur cienkowarstwowych nie charakteryzują się powtarzalnymi parametrami. Dotyczy to, między innymi, zróżnicowanej grubości warstwy

polimerowej, która jest bezpośrednim podłożem warstwy elektroprzewodzącej i decyduje o jej jakości. Konieczne okazało się więc opracowanie metody oszacowania grubości wyrównującej warstwy wierzchniej w kompozycie. Dr inż. E. Korzeniewska opracowała, więc unikalną metodę pomiarową grubości tych warstw. Została ona opisana w publikacji w czasopiśmie Polymers [EK-10]. W przeciwieństwie do metod mikroskopowych, które wymagają przekrojów poprzecznych próbek materiałów metoda ta jest nieinwazyjna.

Struktury tekstroniczne to nie tylko ścieżki elektroprzewodzące, ale także elementy biernie takie jak np. rezystory i cewki. Habilitantka brała udział w opracowaniu laserowej technologii wytwarzania elementów biernych w cienkich warstwach metalicznych naniesionych metodą osadzania próżniowego na podłoża kompozytowe.

Prowadzone przez dr inż. E. Korzeniewską badania pokazały, że opracowana technologia nanoszenia cienkich warstw pozwala na wytwarzanie ścieżek o różnych szerokościach, węższych od 1 mm, a także innych elementów o parametrach zmiennych w szerokim zakresie wykorzystując różne geometrie, długości i szerokości ścieżek. Wyniki tych badań zostały przedstawione w publikacjach [EK-11], [EK-12] i [EK-13].

W ramach działalności statutowej Habilitantka opracowała prototypową konstrukcję czujnika wilgotności. Czujnik taki może zostać zastosowany w tekstronicznych aplikacjach odzieżowych np. do pomiaru wilgotności skóry i został opisany w publikacji [EK-14].

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiony do oceny jednotematyczny cykl publikacji dotyczących wytwarzania struktur tekstronicznych metodą osadzania próżniowego wpisuje się w intensywny rozwój tekstroniki.

W ramach swoich badań Habilitantka opracowała i zoptymalizowała nowatorską technologię wytwarzania elektroprzewodzących struktur tekstronicznych o predefiniowanych wartościach rezystancji oraz odporności na uszkodzenia mechaniczne. Struktury te wytwarzane były metodą fizycznego osadzania próżniowego na kompozytowe podłoża tekstylne. W swoich badaniach opracowała ona też innowacyjne sensory, które wykorzystują elementy tekstroniczne.

Z przedstawionych do oceny osiągnięcia naukowego 14 publikacji 6 znajduje się w bazie Journal Citation Report.

4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo – badawcze

Głównym obszarem zainteresowań naukowych dr inż. Ewy Korzeniewskiej, które przedstawiła jako swoje osiągnięcia naukowe są cienkie warstwy tekstroniczne. Jednak zakres jej badań jest szerszy. Prowadziła badania związane z oddziaływaniem impulsowego pola elektrycznego na winogrona, które są surowcem w przemyśle winiarskim. Habilitantka prowadziła też badania związane z modyfikacją powierzchni materiałów i polimerów z wykorzystaniem wiązki laserowej.

Impulsowe pole elektryczne jest jednym z czynników stosowanych do nietermicznego suszenia i konserwacji żywności. W ramach prowadzonych badań określono wpływ impulsowego pola elektrycznego na jakość wina poprzez określenie zawartości związków fenolowych. Wyniki tych badań przedstawiono w 2 publikacjach w Przeglądzie Elektrotechnicznym, których Habilitantka jest współautorką - [EKU-1], [EKU-2].

Badania z zastosowaniem optycznej tomografii koherentnej pokazały, że działanie impulsowego pola elektrycznego zwiększa ilość składników prozdrowotnych w winogronach i w konsekwencji w winie [EKU-3].

Prowadzone przez dr inż. Ewę Korzeniewską badania nad cienkimi warstwami metalicznymi na powierzchni tkanin pokazały problemy związane z pillingu tkaniny tzn. tworzeniem się na powierzchni podłoża włóknistych guzełków. Konieczne okazało się zmodyfikowanie warstwy wierzchniej tkaniny. Koncepcja Habilitantki polegała na wykorzystaniu wiązki laserowej w celu zmniejszenia efektu pillingu. Badania prowadzone w tym zakresie pozwoliły na złożenie 2 wniosków o ochronę patentową:

- „Sposób zmniejszania tendencji wyrobów tekstylnych do pillingu – P.426907
- „Sposób oceny tendencji wyrobów tekstylnych do pillingu – P.426910

Metoda zmniejszenia tendencji wyrobów tekstylnych do pillingu poprzez oddziaływanie wiązki światłowodowego lasera na powierzchnię podłoża włókienniczych została przedstawiona w publikacjach w Przeglądzie Elektrotechnicznym i Polymers – [EKU-4], [EKU-5].

W przedstawionych do oceny materiałach Autorka przedstawia wykaz 14 publikacji naukowych nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego znajdujących się w bazie Journal Citation Report oraz listę 8 publikacji indeksowanych w bazie Web of Science także nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

Prace projektowe realizowane przez dr inż. E. Korzeniewską związane były z dostosowaniem istniejącego systemu próżniowego do możliwości nanoszenia cienkich warstw metodą fizycznego osadzania próżniowego na wyroby włókiennicze. Opracowany przez Nią system dozowania gazu jest obecnie integralną częścią systemu próżniowego. Prace te zwiększyły potencjał badawczy uczelni i rozszerzyły zakres możliwych do wykonywania badań.

Dr inż. Ewa Korzeniewska jest współautorem 1 patentu pt. „Sposób wytwarzania warstw superhydrofobowych na powierzchni kauczuków akrylonitrylowego i butadienowo-styrenowego, zawierających nanorurki węglowe”. Patent został przyznany przez Urząd Patentowy RP w roku 2017.

Dr inż. E. Korzeniewska jest współautorką 33 publikacji w czasopismach poza listą JCR i w bazie Scopus. Jest też współautorką 1 rozdziału w monografii „Wybrane zagadnienia w inżynierii mechanicznej”, wydanej przez Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej.

Sumaryczny Impact Factor wszystkich publikacji wynosi 14,88.

W przedstawionych dokumentach Habilitantka przedstawiła liczbę cytowań:

- liczba cytowań według bazy Web of Science – 110
- liczba cytowań według bazy Web of Science bez autocytowań – 84
- liczba cytowań według bazy Scopus – 282
- liczba cytowań według bazy Scopus bez autocytowań – 178

Suma punktów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego za publikacje według bazy Web of Science – 368, według bazy Scopus – 550.

W dokumentach przedstawiono też Indeks Hirscha:

- według bazy Web of Science - 7
- według bazy Scopus – 9

Dr inż. E. Korzeniewska była wykonawcą w 1 projekcie badawczym finansowanym w latach 2012 – 2015 przez NCBiR.

Doceniając działalność naukową Habilitantki Dziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki w roku 2009 i 2010 przyznał Jej nagrodę indywidualną.

Podczas swojej dotychczasowej działalności naukowej Habilitantka wygłosiła referaty naukowe na 15 międzynarodowych konferencjach naukowych i 20 konferencjach krajowych.

5. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski

W latach 2010 – 2012 dr inż. E. Korzeniewska brała udział jako wykładowca w projekcie dofinansowanym w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, natomiast w latach 2012 – 2013 jako ekspert i stażysta w projekcie w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. W latach 2013 – 2014 uczestniczyła ponownie jako ekspert i stażysta w Programie Operacyjnym Kapitał Ludzki. Celem tego projektu był transfer wiedzy pomiędzy ośrodkami naukowymi, a sektorem biznesu.

Innym projektem, w którym uczestniczyła Habilitantka jako ekspert to projekt finansowany przez Unię Europejską w ramach Funduszu Społecznego, którego celem była poprawa komunikacji między uczelniami i przedsiębiorcami.

Dr inż. E. Korzeniewska uczestniczyła w licznych konferencjach i sympozjach w tym w 2 jako prelegent zapraszany. Niezależnie od uczestnictwa w konferencjach w charakterze wygłaszającego Habilitantka jest członkiem oraz przewodniczącym komitetu organizacyjnego dwóch konferencji międzynarodowych.

W roku 2015 Łódzkie Centrum Doskonalenia Naukowego i Kształcenia Praktycznego przyznało Jej tytuł Kreatora Innowacji za działanie na rzecz edukacji dzieci i młodzieży.

E. Korzeniewska jest członkiem Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu oraz Stowarzyszenia Elektryków Polskich. W obu stowarzyszeniach pełni funkcję sekretarza naukowego.

Jako pracownik Politechniki Łódzkiej E. Korzeniewska aktywnie uczestniczy w akcjach promocyjnych Politechniki Łódzkiej, jednocześnie aktywnie współpracuje ze szkolnictwem gimnazjalnym i średnim.

Podczas pracy w Politechnice Łódzkiej w latach 2014-2016 była opiekunem naukowym Studenckiego Koła Innowatorów Metrologii.

Habilitantka pełniła rolę promotora pomocniczego w zakończonym doktoracie, a obecnie jest promotorem pomocniczym w 2 doktoratach.

Nawiązanie przez Habilitantkę współpracy z University of Maribor zaowocowało wspólnymi badaniami i trzymiesięcznym stażem w tej uczelni oraz wspólnymi publikacjami.

Odbyła ona także dwa półroczne staże w przedsiębiorstwach w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.

Dr inż. E. Korzeniewska jest recenzentem wielu publikacji w 13 czasopismach naukowych głównie zagranicznych.

Habilitantka była także uczestnikiem wielu kursów dydaktycznych umożliwiających rozwój nowych metod kształcenia.

6. Ocena końcowa i wnioski

Przedstawiony do oceny jednotematyczny cykl publikacji pod wspólnym tytułem „Wytwarzanie struktur tekstronicznych o predefiniowanych właściwościach elektrycznych metodą fizycznego osadzania próżniowego” pokazuje że, dr inż. Ewa Korzeniewska wnosi znaczny wkład w rozwój dziedziny nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika.

Prowadzone przez Habilitantkę badania pozwoliły na opracowanie i zoptymalizowanie nowatorskiej technologii wytwarzania elektroprzewodzących struktur tekstronicznych. Struktury tego typu stosowane być mogą w sensorach tekstronicznych. Badania te stanowią znaczący wkład w rozwój tekstroniki, a w efekcie w rozszerzenie zakresu zastosowania tego typu elementów. O istotnym wkładzie dr inż. Ewy Korzeniewskiej w ten obszar działalności świadczy duża liczba cytowań publikacji, których jest współautorem.

Dr inż. E. Korzeniewska bierze czynny udział w konferencjach naukowych zarówno jako prelegent, ale też jako współorganizator i członek ich komitetów naukowych.

Na podstawie przedstawionej dokumentacji i jej analizie stwierdzam, że dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr inż. Ewy Korzeniewskiej spełnia wymagania Ustawy o „Stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki”.

W związku z moją pozytywną oceną popieram wnioski w sprawie nadania dr inż. Ewie Korzeniewskiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika.