

Dr hab. inż. Jan WOJTYSIAK

Instytut Technologii Eksploatacji-Państwowy Instytut Badawczy Radomiu

Zakład Techniki Włókienniczych w Łodzi

Recenzja osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej
dr. inż. Magdaleny TOKARSKIEJ w związku z wszczęciem postępowania
habilitacyjnego na temat:

„NOWE PODEJŚCIE DO OCENY WŁAŚCIWOŚCI ELEKTROPRZEWODZĄCYCH
WŁÓKIENNICZYCH STRUKTUR ANIZOTROPOWYCH”

Recenzję wykonałem na podstawie pisma Dziekana Wydziału Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów Politechniki Łódzkiej z dnia 6-go maja 2015r. informującego o powołaniu mnie Uchwałą Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów (z dnia 10-go kwietnia 2015r.) na recenzenta osiągnięć naukowych oraz oceny istotnej aktywności naukowej dr. inż. Magdaleny Tokarskiej, która ubiega się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie włókiennictwo.

Sylwetka zawodowa habilitantki

Dr inż. Magdalena Tokarska jest absolwentem Wydziału Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej, którą ukończyła w 1998r i w tymże roku podjęła pracę na stanowisku asystenta w Instytucie Maszyn i Urządzeń Włókienniczych PŁ. Z początkiem 1999r zatrudniona została także na stanowisku asystenta, lecz w Katedrze Odzieżownictwa i Tekstroniki z późniejszą jej zmianą nazwy na Katedrę Automatykacji Procesów Włókienniczych. W latach, od października 2006 roku do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta, kolejno w Katedrze jak wyżej, a od stycznia 2010r. ponownie w Katedrze Odzieżownictwa i Tekstroniki, po czym od kwietnia 2013r do dnia dzisiejszego zatrudniona jest w Instytucie Architektury Tekstyliów PŁ.

Zdobyte w tym okresie doświadczenie badawcze i naukowe w zakresie tekstroniki, automatyki oraz technologii budowy tkanin zaowocowało ciekawym i istotnym dla rozwoju naukowych podstaw tekstroniki opracowaniem monograficznym, które jest przedmiotem niniejszej recenzji, łączącym w sobie zdobytą interdyscyplinarną wiedzę w jedną merytorycznie spójną całość obejmującą ocenę właściwości

elektroprzewodzących włókienniczych płaskich struktur anizotropowych w nowym własnym ujęciu.

Ocena osiągnięcia naukowego

Zaprezentowane osiągnięcie naukowe habilitantki przedstawione w postaci monografii o tytule „*Nowe podejście do oceny właściwości elektroprzewodzących włókienniczych struktur anizotropowych*” wydanej w Zeszytach Naukowych Politechniki Łódzkiej Nr 1135 (Rozprawy Naukowe, Z. 436) liczącej łącznie 124 strony, w tym z obszernym wykazem literatury, stanowi autorski sposób ujęcia elektroprzewodnictwa anizotropowych struktur płaskich, ze szczególnym uwzględnieniem struktur tkackich, z uwagi na ocenę ich właściwości elektroprzewodzących. Zakres tematyczny monografii obejmuje sześć rozdziałów.

Materiały o własnościach elektroprzewodzących stanowią nowoczesną grupę tekstyliów w postaci wyrobów płaskich bądź liniowych, które cechują się m. in. giętkością, elastycznością, a w użytkowaniu bezpośrednim człowieka stwarzają odczuwalny komfort. To sprawia, że znajdują one coraz szersze zastosowanie w takich obszarach jak ochrona zdrowia, medycyna, sport, ratownictwo, służby mundurowe, łączność etc. Zespolenie elektroprzewodzących tekstyliów z układami elektronicznymi i efekty stąd wynikające, stało się od niedawna podstawą rozwoju nowego kierunku we włókiennictwie, jakim jest tekstronika.

W dość dobrze skondensowanym *Wstępie* monografii (*rozdział 1*), habilitantka scharakteryzowała obszar aplikacyjnych możliwości wyrobów tekstronicznych zawierających w swojej budowie różnego rodzaju tekstylne czujniki, linie sygnałowe itp. pozwalające na monitorowanie - w zależności od potrzeb, wielu parametrów fizjologicznych człowieka. Podkreśliła, że materiały tekstylne ze względu na swoją niejednorodną i skomplikowaną strukturę wewnętrzną i porowatość zazwyczaj charakteryzują się odpowiednią anizotropią. To sprawia, że rezystancje pobranych do badań próbek różnią się między sobą.

W *rozdziale 2* przedstawiona została problematyka badań właściwości elektroprzewodzących płaskich wyrobów włókienniczych charakteryzowana miarą ich rezystywności elektrycznej. Ocena tych właściwości na podstawie pomiaru rezystywności, rezystancji powierzchniowej i rezystancji skośnej jest w literaturze szeroko opisana. Habilitantka bazując na stanie wiedzy literaturowej (256 pozycji) wykoncytowała, że dla gruntownej oceny właściwości elektroprzewodzących

tekstyliów z anizotropią, szczególnie w postaci wyrobów tkackich, należy przeprowadzić poszerzone badania i analizy oraz zweryfikować instrumentarium badawcze. Takie postawienie problemu pozwoliło sformułować tezę naukową, na podstawie której oparta została cała recenzowana monografia. W tezie obejmującej trzy istotne postulaty, habilitantka twierdzi, że *po pierwsze*, właściwości elektroprzewodzące tekstyliów można opisać funkcją anizotropii, *po drugie* doprecyzowanie warunków badań i poszerzenie zakresu pomiaru przy wyznaczaniu rezystancji powierzchniowej tekstyliów z anizotropią w znanej i dość prostej metodzie Van der Pauwa, uczyni ją pod pewnymi warunkami w pełni przydatną w badaniach materiałów tekstronicznych i wreszcie, *po trzecie*, do analizy niepewności pomiarów należy zastosować metodę Monte Carlo, jako najbardziej przydatną do tych zadań. Tak oceniona potrzeba nowego podejścia do oceny właściwości elektroprzewodzących płaskich tekstyliów anizotropowych stanowiła dobre podstawy do podjęcia badań naukowych dla osiągnięcia postawionego celu.

W rozdziale 3 habilitantka analizuje przepływ prądu w strukturze tekstylnej zarówno powierzchniowy jak i objętościowy, który jest procesem niezwykle skomplikowanym i zależnym od wielu czynników związanych m. in. z parametrami budowy strukturalnej wyrobu i parametrami środowiskowymi otoczenia. Stąd w badaniach metrologicznych po przyjęciu założenia, że badana próbka jest homogeniczna i izotropowa, stosuje się określone uwarunkowania zawarte w aktach normatywnych.

W dalszej części rozdziału przedstawia stan wiedzy w zakresie metod pomiarowych rezystywności tekstyliów nie elektroprzewodzących w świetle ważniejszych obowiązujących norm, dokonując ich analizy metrologicznej w pomiarach rezystancji powierzchniowej i rezystancji skrośnej w najczęściej stosowanych układach trójelektrodowych. Normy nie opisują badań liniowych i płaskich wyrobów tekstylnych o właściwościach elektroprzewodzących. Stąd kolejny opis stanu dotyczy wybranych wielopunktowych metod pomiaru rezystywności materiałów elektroprzewodzących, a w tym; metody dwupunktowej i czteropunktowej dotyczącej próbek „prostopadłościennych,” zmodyfikowanej czteropunktowej metody do próbek cienkich lub cienkich warstw przewodzących oraz metody ośmiopunktowej do określania rezystywności nadprzewodników.

Szczególne miejsce w tej analizie autorka poświęciła metodzie Van der Pauwa, która stanowi dość prostą i wysoko skuteczną metodę pomiaru rezystywności cienkich próbek jedno spójnych dowolnego kształtu. W metodzie tej czteropunktowe elektrody

umieszcza się na brzegach próbki i wykonuje pomiary natężenia i napięcia, Wartości pomierzone wstawia się do niebanalnego wzoru o postaci uwikłanej wynikającego z zaawansowanej matematyki. Metoda jest stosowana po dziś dzień w fizyce półprzewodników, a nawet w zastosowaniach nanotechnologii (grafen).

Szczegółowo przeanalizowana przez autorkę metoda, uznana została przez nią jako właściwa, gdyż stosowana może być do próbek o dowolnych wymiarach, rozwiązując ponadto problem identyfikacji sposobu przepływu powierzchniowego

i objętościowego prądu w skomplikowanej ich anizotropowej strukturze tekstylnej.

W rozdziale 4 autorka analizuje anizotropię płaską właściwości elektroprzewodzących tekstyliów przywołując do oceny stopnia anizotropii współczynnik anizotropii, jako iloraz największej i najmniejszej wartości zmierzonej wielkości fizycznej. Generalnie ocena płaskiej anizotropii właściwości elektroprzewodzących wyrobów tkanych jest ważnym etapem badań z uwagi na ich docelowe przeznaczenie.

Habilitantka wykorzystła ideę metody Van der Pauwa z czterema elektrodami odpowiednio rozmieszczonymi na powierzchni próbki i wykorzystła ją w badaniach właściwości elektroprzewodzących włókienniczych struktur anizotropowych. Następnie wprowadziła; funkcję anizotropii, która określa zależność rezystancji od kąta wyznaczającego kierunek dla którego została wyznaczona wartość rezystancji próbki, kryterium określające kiedy materiał próbki ma właściwości anizotropowe, a kiedy izotropowe oraz miarę płaskiej anizotropii charakteryzowanej odpowiednim wskaźnikiem analitycznym.

W celu przeprowadzenia badań eksperymentalnych habilitantka opracowała stanowisko pomiarowe przeznaczone do wielowariantowych badań próbek tkanin o różnych właściwościach elektroprzewodzących zbudowane z różnych przędz o splotach płóciennych i skośnych. Dla tych próbek zostały wyznaczone charakterystyki napięciowo – prądowe, a następnie przeprowadzone zostały badania płaskiej anizotropii tkanin poprzez wyznaczenie dla nich krzywych anizotropii. Uzyskane wyniki z badań płaskiej anizotropii dowiodły, że właściwości elektroprzewodzące tkanin można opisać za pomocą funkcji anizotropii, co świadczy o pozytywnej weryfikacji pierwszej części postawionej tezy naukowej.

W rozdziale 5 opisana została koncepcja (moim zdaniem sposób według opracowanej koncepcji) pomiaru rezystancji powierzchniowej na przykładzie elektroprzewodzących tkackich struktur anizotropowych przy zastosowaniu metody

Van der Pauwa. Pomiary przeprowadzono na tych samych próbkach tkanin, dla których wykonano badania płaskiej anizotropii. Warunkiem stosowania metody Van der Pauwa jest sprawdzenie, czy dla badanych próbek tekstylnych spełnione są określone w metodzie wymagane warunki dotyczące ich geometrii, spójności struktury i homogeniczności. Te warunki habilitantka zidentyfikowała za pomocą opracowanych; miary geometrii próbki, miary spójności struktury tkaniny i wskaźnika homogeniczności. Następnie opracowała sposób korekcji wartości rezystancji uzyskanych dla różnych odległości elektrod od brzegu próbki. Wykorzystując modele regresji (przy poziomie istotności 0,05) uzyskała możliwość obliczenia (korzystając programu *STATISTICA*) wartości rezystancji próbek tkanin elektroprzewodzących, gdy cała powierzchnia każdej elektrody znajdowałaby się na ich brzegu. Zmierząc do określenia rezystancji powierzchniowej próbek tkanin posiadających cechy struktury objętej metodą badań, dokonała - w oparciu o równanie Van der Pauwa rozszerzone na próbki anizotropowe - stosownych obliczeń (korzystając z programu *MATHEMATICA*) tych rezystancji.

Otrzymane wyniki z przeprowadzonych badań pozytywnie weryfikują drugą tezę cząstkową, stwierdzając, że metoda Van der Pauwa umożliwia określanie rezystancji powierzchniowej elektroprzewodzących tkanin anizotropowych pod warunkiem odwzorowania cech struktury obiektu włókienniczego wymaganych w metodzie Van der Pauwa. Następnie habilitantka opracowała i przeprowadziła analizę i ocenę niepewności wyznaczenia rezystancji powierzchniowej tkanin (charakteryzujących się płaską anizotropią właściwości elektroprzewodzących) uwikłanej równaniem Van der Pauwa w oparciu o wybraną do tego celu metodę Monte Carlo. Punktem wyjścia do oceny niepewności tą metodą jest złożoność modelu rezystancyjnego w przypadku próbek o kształcie kołowym. Przeprowadzonymi wynikami obliczeniowymi pozytywnie zweryfikowała trzecią tezę cząstkową o wyznaczeniu niepewności pomiarów na modelu rezystancyjnym metodą Monte Carlo.

W rozdziale 6 przedstawione zostało podsumowanie i wnioski, w których habilitantka wskazuje jakie jej zdaniem zawarte są oryginalne osiągnięcia osobiste w monografii oraz syntetyzuje całość opracowania i wyszczególnia wnioski z tej syntezy płynące.

W podsumowaniu tej części dorobku naukowego stwierdzam, że monografia wnosi nowe dobrze przedstawione autorskie podejście do zagadnień identyfikujących właściwości elektroprzewodzące włókienniczych struktur anizotropowych. Skonkretyzowane metody pomiarowe i statystyczne, stanowią dobry materiał do

szerszego i precyzyjniejszego poznania naukowego o specyficznych właściwościach materiałów włókienniczych z anizotropią, w szczególności mających zastosowanie jako specjalizowane elementy i przetworniki generujące i przekazujące odpowiednie sygnały do profesjonalnych układów elektroniki.

Stan wiedzy bardzo dobrze udokumentowany i poparty odpowiednim przywołaniem w tekście monografii, co daje wiarygodny ogląd w przedmiocie zagadnienia.

O jakości monograficznego opracowania naukowego świadczy moim zdaniem oryginalność, wyrazistość oraz dobre podstawy poznania naukowego.

Istotna aktywność naukowa i jej ocena

Dorobek naukowy habilitantki silnie wzbogaca aktywny udział, głównie publikacyjny w uznanych czasopismach naukowych i realizacyjny w ramach ważniejszych projektów naukowo – badawczych. Stąd tę aktywność określiłem poprzez:

1) wykazane publikacje naukowe w czasopismach, które znajdują się w bazie Journal Citation Reports, w ogólnej liczbie 14 opublikowanych po uzyskaniu dr.n.t. (+3 przed doktoratem), w publikacjach innych, niż znajdujące się w bazie – 8 publikacji, a także poza własną monografią, udział w monografii „Metrologia dziś i jutro – 2011” (wydawnictwo Politechnika Białostocka) w postaci rozdziału na temat *Zagadnienia metrologiczne w elektrosymulacji mięśni* oraz przygotowane i wygłoszone (po uzyskaniu dr. n.t.) łącznie 20 referatów, (w tym 11 zagranicą),

2) oryginalne osiągnięcia technologiczno – konstrukcyjne po zrealizowaniu następujących projektów:

- POIG, *Tekstroniczny system do elektrosymulacji mięśni*, w którym prowadziła ocenę elektroprzewodzących płaskich wyrobów tekstylnych pod kątem zastosowania jako odpowiednie elektrody, opracowując przed tym ilościowe kryteria ich wyboru. Brała również udział w opracowaniu i wykonaniu prototypów tekstronicznych opasek na łokieć przedramię i podudzie jako elektrosymulatorów mięśni do oceny których wybrała metodę ekspertów.

- DIGITEX (6PR), w ramach zadania badawczego pt. *Optymalizacja sterowania procesem utwardzania promieniowaniem UV warstw nadrukowanych na płaskie tekstylia w procesie druku cyfrowego* wkład habilitantki polegał na współpracowaniu koncepcji modelowego pomiaru natężenia i dawki promieniowania UV podczas procesu utwardzania, co pozwoliło określić odległość lampy od próbki oraz częstotliwości napięcia zasilania do określonej dawki promieniowania przy określonej

długości fali. Wyniki tych badań zostały opublikowane w dwóch publikacjach czasopisma *Fibres & Textiles in Eastern Europe*.

- projekt celowy STRAŻAK, w ramach którego habilitantka realizowała zadanie pt. „Wykonanie niekomercyjnych układów do pomiaru temperatury, skóry pod odzieżą i temperatury zewnętrznej oraz układów zbierania i przetwarzania danych do prototypu ubrania strażackiego”, dokonując oceny metrologicznej układów do pomiaru temperatury łącznie z opracowaniem procedury korekcji wskazań badanych czujników temperatury.

3) udzielony patent na wynalazek "Fantom do testowania elektrod tekstylnych w elektrosymulacji prądowej mięśni", gdzie habilitantka jest jego współtwórcą, prezentowany dwukrotnie na różnych wystawach wynalazków.

4) udział w różnych opracowaniach zbiorowych dokumentujących prace badawcze i ekspertyzy (habilitantka ma 22 udziały w tych opracowaniach),

5) wskaźniki oceny charakterystycznej, gdzie habilitantka zestawiała:

- sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy JCR – 11,638

- punktacja MNiSW razem – 225,1

- łączna liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science – 59, bez autocytowań 34. Według bazy Scopus, odpowiednio 90 i 48,

- index Hirsza według bazy WoS – 5, według bazy Scopus również – 5,

6) występowanie w różnorodnych pracach naukowych i ekspertyzach, jako:

a) wykonawca w 4 projektach międzynarodowych oraz w 6 projektach krajowych,

b) główny wykonawca w 2 projektach,

c) koordynator dwóch zadań w projekcie badawczym NCBiR.

Za działalność naukową habilitantka otrzymała dwa Złote medale na dwóch międzynarodowych wystawach innowacji w Warszawie (2008 i 2010r) za dwa różne projekty, w których brała bezpośredni udział w ich realizacji, Srebrny medal za projekt wystawiony w Chinach na podobnej wystawie, dwa Dyplomy MNiSW na XVI i XVIII Gieldzie Wynalazków w Warszawie (2009 i 2011r) oraz List gratulacyjny JM Rektora PŁ z okazji otrzymania Srebrnego medalu w Chinach.

Oceniając ten dorobek habilitantki należy stwierdzić, że nie jest on aż nadto imponujący, ale liczący się, zważywszy, że na Wydziale Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów PŁ - tekstronika jest dość „młodym” i nowym kierunkiem (jest jeszcze *in statu nascendi*). Stąd uważam, że te osiągnięcia habilitantki w zakresie

technologicznego rozwoju materiałów tekstronicznych oprócz walorów poznawczych stanowią wartościowy dorobek naukowy dobrze prezentujący habilitanta jako pracownika nauki „na zewnątrz” macierzystej uczelni.

Informacja o działalności dydaktyczno- organizacyjnej i popularyzującej naukę

Habilitantka jest kwalifikowanym nauczycielem akademickim z tytułu ukończenia Międzywydziałowego Studium Pedagogicznego na Politechnice Łódzkiej (1998r)

i w związku z tym prowadzi sporą liczbę zajęć ze studentami:

- 1) Wykłady z trzech przedmiotów (Tekstronika w ochronie zdrowia -studia I stopnia, Planowanie Eksperymentu -studia II stopnia, Bibliografia -studia III stopnia),
- 2) Ćwiczenia z Planowania Eksperymentów oraz Inżynierii Systemów łącznie z Analizą Systemową,
- 3) Laboratoria w 12 specjalnościach na studiach magisterskich (5 specjalności), studiach I stopnia (6 specjalności) i studiach II stopnia (1 specjalność).

Oprócz tego opracowała samodzielnie (lub brała udział) przy przygotowaniu instrukcji dla potrzeb ćwiczeń laboratoryjnych, a także była promotorem trzech prac dyplomowych magisterskich nie stroniąc od udzielania doktorantom indywidualnych konsultacji merytorycznych.

W działalności zewnętrznej prowadziła szkolenie i przygotowała niezbędne materiały obejmujące „Tendencje rozwojowe w procedurze obliczania niepewności”, brała udział w recenzowaniu publikacji w czasopismach międzynarodowych (Fibres & Textile in Eastern Europe, Textile Research Journal, Metrology and Measurement Systems i inne z tego obszaru), przygotowywała samodzielnie i zespołowo wnioski na projekty o dofinansowanie z różnych źródeł, jest ekspertem w OPI – Instytucie Badawczym W-wa, brała udział w doskonaleniu wiedzy własnej z zakresu MATLAB, STATISTICA, E-learning (analiza rozwiązań i wdrożeń – konferencja).

Od 2002r. jest administratorem strony internetowej W Instytucie Architektury Tekstyliów – Zakład Odzieżownictwa i Tekstroniki.

Oceniając ten zakres działalności uważam, że jest dość szeroki, co dobrze świadczy o wszechstronności i znajomości przedmiotów nauczania.

Podsumowanie i wniosek końcowy

W podsumowaniu całokształtu dorobku naukowego Pani dr. inż. Magdaleny Tokarskiej stwierdzam, że

- jasno sformułowane cele naukowego poznania w zaprezentowanej monografii konsekwentnie doprowadziły do ich osiągnięcia, co stanowi istotny wkład w dalszy rozwój tekstroniki,
- jakość ujęcia i opracowania monograficznego cechuje wyrazistość, spójność i kompleksowość nadając w ten sposób opracowaniu naukowemu oryginalność,
- przedstawione wyniki badań zawierają wystarczającą liczbę informacji, tak by można było realnie ocenić proces koncyptowania nad „ścieżką” naukowego dojścia do postawionego celu,
- łączny dorobek jest znaczący i wartościowy pokazujący ciągłość aktywności naukowo - badawczej i dydaktycznej w całym okresie działalności zawodowej,
- jest twórczym, doświadczonym i aktywnym nauczycielem akademickim, szczególnie skutecznym w organizacji warsztatu badawczego i laboratoryjnego.

Uwzględniając powyższe, zgodnie z obowiązującą ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z dnia 16 kwietnia 2003r.) oraz Rozporządzeniem MNiSW z dnia 1 września 2011r. w sprawie kryteriów oceny osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. Nr 196, poz. 1165) mając na uwadze Rozporządzenie MniSW z dnia 3 października 2014r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w postępowaniu habilitacyjnym (Rozdział 2) stwierdzam, że dr inż. Magdalena Tokarska spełnia wszystkie wymogi niezbędne do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie włókiennictwo.

