



Poznań, 29. 05. 2015.

## RECENZJA

**osiągnięcia naukowego na temat**  
**„Zbadanie właściwości elektrolitów polimerowych zawierających poli(tlenek etylenu) o**  
**strukturze liniowej lub strukturze rozgałęzionej gwiazdy”**  
**oraz całokształtu dorobku naukowego i dydaktycznego dr inż. Michała Marzantowicza, w**  
**związku z ubieganiem się o stopień doktora habilitowanego**

### 1. Dane ogólne o Habilitancie.

Dr inż. Michała Marzantowicz ukończył studia na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej w 2001 roku, uzyskując tytuł magistra inżyniera Fizyki Technicznej. Następnie rozpoczął studia doktoranckie, które zakończył w 2006 roku obroną dysertacji zatytułowanej *Badanie wpływu krystalizacji na własności elektryczne układów poli(tlenek etylenu) z solą litu*, której promotorem był prof. Franciszek Krok. Obecnie zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Zakładzie Joniki Ciała Stałego na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej.

### 2. Ocena dorobku naukowego

Całkowity dorobek naukowy Habilitanta przedstawiony w Autoreferacie obejmuje:

- 28 artykułów (26 w czasopiśmie posiadających współczynnik oddziaływania IF), w tym 13 po doktoracie;
- 2 patenty udzielone (w tym jeden samodzielny);
- szereg wystąpień i posterów na konferencjach krajowych i międzynarodowych, z których Kandydat przytacza 21 najważniejszych (w tym 18 na konferencjach międzynarodowych, w sumie 18 prezentacji przedstawionych osobiście przez Habilitanta).

Zdecydowana większość artykułów naukowych została opublikowana w czasopismach o zasięgu międzynarodowym i dobrym współczynniku oddziaływania, takich jak m. in. *Journal of Power Sources* (IF 3,52 – 4,28), *Electrochim. Acta* (IF 2,85 – 4,9), *Solid State Ionics* (1,57 – 2,65), *Journal of Non-Crystalline Solids* (1,36). Tylko dwie prace ukazały się w czasopismach nieposiadających współczynnika IF. Ogólnie zakres wartości IF czasopism, w których ukazały się prace dr inż. Marzantowicza, mieści się w zakresie od 0,33 do 4,28. Sumaryczny IF wszystkich publikacji (obliczony na podstawie bazy JCR wg roku opublikowania) wynosi 60,64. Średni IF przypadający na jedną pracę opublikowaną w czasopiśmie z listy filadelfijskiej jest wysoki i wynosi 2,3; jest więc to dorobek bardzo dobry. **Całkowita liczba cytowań (bez autocytowań), 261**, świadczy o zainteresowaniu pracami Kandydata. Natomiast **indeks Hirscha (indeks h) jest wysoki** jak na młodego naukowca **i wynosi 12**, co wskazuje, iż prace dr Marzantowicza mają wyrównany i wysoki poziom. Warto podkreślić, że prace obejmujące indeks h nie są jedynie pracami z zakresu przedstawionego osiągnięcia naukowego (w którym na ogół uwzględnia się prace najlepsze), ale również z zakresu innych badań Habilitanta.

Aktywność naukowa dr inż. Michała Marzantowicza obejmuje także uczestnictwo w licznych konferencjach naukowych krajowych i międzynarodowych. Aktywnie uczestniczył w 18 z nich (w tym w 15 konferencjach międzynarodowych), osobiście prezentując wyniki.

Dorobek Habilitanta obejmuje również dwa przyznane patenty, jeden związany ze sposobem wytwarzania i zastosowaniem polimerów będących obiektem jego badań oraz drugi związany z usprawnieniami technicznymi w laboratorium.

Aktywność naukowa Habilitanta oraz wysoki poziom publikowanych prac zaowocowały powierzeniem mu recenzji artykułów w znanych czasopismach, jak *Electrochimica Acta*, *Solid State Ionics*, *Journal of Power Sources*, *Journal of Non-Crystalline Solids*, *Applied Clay Science*, czy *Ionics* (łącznie 21 recenzji).

Dr Marzantowicz posiada doświadczenie w realizacji projektów badawczych: brał udział w realizacji 5 projektów (w tym 3 po doktoracie) finansowanych przez uczelnię, Centrum Doskonałości (5 Program Ramowy), KBN, European Science Foundation oraz MNiSW; w tym ostatnim grantie (lata 2009 – 2012) był kierownikiem.

Praca naukowa dr Marzantowicza skupia się na badaniach elektrolitów polimerowych, przy czym głównym przedmiotem badań są elektrolity zawierające poli(tlenek etylenu) (PEO) jako matrycę polimerową oraz sole litu jako czynnik przewodzący. Tematykę tę dr Marzantowicz podjął już w pracy magisterskiej, której wyniki opublikował w dwóch artykułach. Badania kontynuował na studiach doktoranckich, w ramach których potwierdził kluczowy wpływ ciągłości fazy amorficznej w matrycy

polimerowej na wielkość uzyskiwanej przewodności jonowej, a także wykazał wpływ stechiometrii krystalitów PEO sól litu na skład fazy amorficznej stałego elektrolitu. Podczas wykonywania pracy doktorskiej współpracował z partnerem zagranicznym. Obok prac w zakresie głównej tematyki badawczej, Habilitant zajmował się również badaniem właściwości materiałów elektrodowych o strukturze spinelu oraz badaniami sensorów tlenków azotu. We wszystkich pracach wykazał się zdolnościami inżynierskimi projektując aparaturę do prowadzonych przez siebie badań.

Badania podjęte po uzyskaniu stopnia naukowego doktora stanowiły kontynuację dotychczasowej tematyki. Głównym przedmiotem badań były elektrolity zawierające sól LiTFSI oraz matrycę zbudowaną z liniowego PEO o dużym ciężarze cząsteczkowym lub PEO o budowie gwiazdzistej. Publikacje powstałe w wyniku tych badań są podstawą recenzowanego osiągnięcia naukowego, które zostanie omówione w dalszej części niniejszego opracowania.

Oprócz eksperymentowania z matrycami z poli(tlenku etylenu) Habilitant brał udział w badaniach elektrolitów o innych matrycach, jak np. kopolimeru akrylonitrylu i akrylanu butylu, co doprowadziło do stwierdzenia odmiennego mechanizmu przewodzenia w tej matrycy niż w PEO. Do innych prac, w których uczestniczył Habilitant, należy analiza właściwości elektrolitów na bazie poliuretanów, w których czynnikiem przewodzącym była ciecz jonowa z kationem N-alkilo-N-metylopirolidyniowym i anionem TFSI, a także badanie wpływu dodatku krzemionki na przewodność stałych elektrolitów polimerowych. Dodatkowy obszar zainteresowań dotyczył budowy układu do pomiaru liczb przenoszenia jonów tlenu w wysokotemperaturowych przewodnikach ceramicznych do ogniw paliwowych.

### **3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę nadania stopnia doktora habilitowanego.**

Wzrastające zapotrzebowanie na urządzenia do gromadzenia energii, w szczególności przenośne, wymusza poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych. Popularnymi źródłami energii są ogniwa wielokrotnego ładowania, wykorzystujące jony litu. Zastosowanie stałego elektrolitu w formie membrany polimerowej zawierającej sól litu pozwoliło na wytworzenie urządzeń lżejszych, bardziej elastycznych i bardzo cienkich, dzięki czemu cieszą się coraz większym zainteresowaniem, jako alternatywa dla tradycyjnych akumulatorów litowo-jonowych. Problemem jednak jest często niska przewodność membran, stąd wiele wysiłku poświęca się ich poprawie ich właściwości. W tę niezwykle aktualną tematykę wpisują się badania dr Marzantowicza.

Przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe zatytułowane zostało „Zbadanie właściwości elektrolitów polimerowych zawierających poli(tlenek etylenu) o strukturze liniowej lub strukturze rozgałęzionej gwiazdy”.

Sformułowanie „rozgałęziona gwiazda” budzi pewne wątpliwości, ponieważ samo pojęcie gwiazdy wiąże się z istnieniem ramion, czyli rozgałęzień. Sformułowanie to powstało z niewłaściwego tłumaczenia określenia „*star-branched*”, co przekłada się na „*gwiazdziście rozgałęziony*”, a nie „rozgałęziona gwiazda” (zresztą w publikacji opisującej syntezę tych polimerów używane jest określenie „*star-shaped*”). Uważam również, iż należało użyć formy niedokonanej „badanie” zamiast dokonanej „zbadanie”, ponieważ nie sądzę, aby prace Habilitanta zamykały temat elektrolitów polimerowych na bazie poli(tlenku etylenu).

Recenzowane osiągnięcie naukowe stanowi monotematyczny zbiór 7 publikacji oraz obszerny komentarz. Sumaryczny IF prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wynosi 21,88, tak więc na jedną pracę przypada średnio 3,13, co jest wynikiem bardzo dobrym; wynika to z faktu, iż prace zostały opublikowane w często czytanych i cytowanych, renomowanych czasopismach (*Electrochimica Acta*, *Solid State Ionics*, *Journal of Power Sources*).

Wszystkie publikacje są wieloautorskie. Szacowany udział Habilitanta w tych pracach w większości przypadków przekracza, a w dwóch przypadkach wynosi 50%. W każdej z prac jest on pierwszym autorem i autorem do korespondencji, a opis wkładu Habilitanta w publikację jednoznacznie wskazuje na jego główną rolę. Pewien niedosyt budzi brak jednoautorskich, chociaż w obecnych warunkach są one coraz większą rzadkością.

Komentarz do publikacji został bardzo klarownie przedstawiony i jest podsumowaniem otrzymanych rezultatów. Opis wyników badań poprzedzony został wprowadzeniem oraz szeroko sformułowanym celem wykonanych badań. Dla układów zawierających matryce z liniowym PEO było to opracowanie modelu opisującego przebieg zachodzących w układzie przemian fazowych oraz określenie wpływu składu elektrolitu na właściwości elektryczne. Z kolei stałe elektrolity polimerowe na bazie gwiazdzistego PEO stanowiły całkowitą nowość naukową i badania dotyczyły wszelkich aspektów zachowania i budowy takich materiałów; celem w tym przypadku było otrzymanie stabilnego, amorficznego układu o dobrej przewodności jonowej. Omówienie poszczególnych publikacji wyraźnie pokazuje postęp badań – od otrzymania wyjściowych układów i ich zbadania poprzez próby modyfikacji łącznie ze zmianą budowy matrycy (przy zachowaniu jej tożsamości chemicznej) do dalszych modyfikacji na drodze funkcjonalizacji prowadzącej

do zmiany charakteru matrycy na polielektrolit. Publikacja H1 dotyczy badania układów o różnej stechiometrii EO:Li, publikacja H2 - układu o jednej stechiometrii w różnych warunkach historii temperaturowej wraz z modelem dotyczącym wpływu przemian fazowych i związanej z nim segregacji faz na właściwości elektryczne elektrolitów polimerowych. W publikacji H5 zastosowano spektroskopię Ramana do badania składu kompleksów polimer-sól litu, w publikacji H3 przedstawiono analizą porównawczą elektrolitów o różnej zawartości soli. Publikacje H4, H6 i H7 dotyczą zastosowania w charakterze matrycy polimerów gwiazdzistych, w tym funkcjonalizowanych, wykorzystania układów „polimer w soli” – o dużej zawartości elektrolitu, badania zależności temperaturowych przewodności oraz wpływu segregacji faz i krystalizacji, wprowadzenia dodatkowych soli, itp.

Do najważniejszych osiągnięć opisanych w cyklu publikacji zaliczyć można: (i) opracowanie modelu wyjaśniającego przebieg zjawisk krystalizacji i topnienia w elektrolitach polimerowych, (ii) opis procesów fizycznych na złączu elektroda-elektrolit polimerowy przy pomiarze z elektrodami blokującymi, (iii) wykazania możliwości uzyskania stanów metastabilnych o podwyższonej przewodności jonowej w elektrolitach typu „polimer w soli”, czy (iv) wytworzenie polielektrolitów z kationem litowym o dobrej przewodności jonowej i niskiej temperaturze zeszklenia na drodze odpowiedniej funkcjonalizacji polimerów gwiazdzistych. Uzyskanie takich wyników wymagało odpowiedniego poziomu naukowego prac, czego dowodem jest opublikowanie ich w dobrych czasopismach zagranicznych.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego stwierdzam, że prezentuje ono wysoki poziom, a **przedstawione wyniki badań stanowią znaczący wkład w istniejący stan wiedzy** w zakresie badania stałych elektrolitów polimerowych na bazie poli(tlenku etylenu). Atrakcyjność tematyki badawczej, sposób podejścia do rozwiązywania problemów naukowych, a także poziom dyskusji wyników pozwalają z całym przekonaniem stwierdzić, że osiągnięcie naukowe spełnia wymagania stawiane tego typu pracom.

#### **4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej oraz współpracy z innymi ośrodkami**

##### Działalność dydaktyczna:

Dr inż. Michał Marzantowicz zaangażowany jest w prowadzenie różnych form zajęć dydaktycznych na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej. Jego obowiązki obejmują prowadzenie wykładów (*Fizyka*, a także wykłady specjalistyczne i obieralne), ćwiczeń rachunkowych (*Fizyka* oraz *Fizyka Ciała Stałego*, przedmioty specjalistyczne i obieralne) i

zajęć laboratoryjnych (*Fizyka*). Bierze także udział w tworzeniu programu nowych przedmiotów (wykłady podstawowe i specjalistyczne, materiały do wykładów, instrukcje, skrypt).

W ramach działalności dydaktycznej prowadzi również prace dyplomowe; dotychczas był promotorem 5 prac inżynierskich oraz 3 magisterskich (o ile określenie „opiekun” jest równoznaczne z określeniem „promotor”). Obecnie jest opiekunem dwóch prac magisterskich i jednej inżynierskiej. W tym zakresie jest to dorobek dość skromny. Natomiast w 2014 roku został powołany na promotora pomocniczego rozprawy doktorskiej swojego byłego magistranta (tematyki rozprawy nie podano).

#### Działalność popularyzatorska:

Do działalności popularyzatorskiej dr Marzantowicza zaliczyć można prowadzenie wykładów i ćwiczeń o charakterze pokazowym i popularnonaukowym.

#### Działalność organizacyjna:

Działalność organizacyjna Habilitanta obejmuje udział w organizacji konferencji międzynarodowych; do jego obowiązków należało m. in. redakcja materiałów konferencyjnych czy pozyskiwanie sponsorów. Inny aspekt działalności organizacyjnej to współpraca w organizacji wystaw, dni otwartych oraz pokazów popularnonaukowych (również dla telewizji).

W latach 2008 – 2013 dr Marzantowicz był członkiem Rady Wydziału Fizyki PW, a od 2006 roku jest przewodniczącym Komisji Stypendialnej Wydziału Fizyki PW.

#### Współpraca z jednostkami naukowymi i przemysłem:

Dr Marzantowicz ma na swoim koncie współpracę Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych w Łodzi; współpraca ta zaowocowała istotną częścią dorobku Habilitanta wchodzącego w skład recenzowanego osiągnięcia naukowego. Współpracował również z Instytutem Chemii Fizycznej PAN. Jego kontakty zagraniczne wiążą się ze współpracą z Deutsches Kunststoff Institut w Darmstadt, w którym odbył 4 staże krótkoterminowe oraz z Università di Pavia, który wizytował trzykrotnie. Współpraca przemysłowa obejmowała wspólny udział z firmą Bosch GmbH w projekcie badawczym sensorów tlenków azotu „SMART” finansowanym przez UE.

#### Nagrody za działalność naukową:

Działalność naukowa dr Marzantowicza została uhonorowana indywidualną nagrodą II stopnia Rektora PW w 2006 roku oraz 3 nagrodami zespołowymi I stopnia Rektora PW w latach 2007-2008, 2009-2010 oraz 2011-2012. Habilitant uzyskał również stypendium Fiata za najlepszą pracę magisterską w 2001 roku.

## 5. Wniosek końcowy

Moja ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę nadania stopnia doktora habilitowanego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Michała Marzantowicza jest bardzo pozytywna. Habilitant posiada spójny tematycznie dorobek stanowiący istotny wkład w projektowanie i poznanie stałych elektrolitów polimerowych na bazie PEO. Wysoko oceniam również poziom naukowy wykonanych prac.

Omówione powyżej osiągnięcia Habilitanta w różnych dziedzinach pozwalają na **wysoką ocenę jego aktywności naukowej**. Liczne artykuły opublikowane w bardzo dobrych czasopismach światowych, a także aktywny udział w konferencjach krajowych i zagranicznych, świadczy o dużym zaangażowaniu i aktywności naukowej dr Marzantowicza.

Pozytywną cechą aktywności naukowej jest również współpraca Habilitanta ze znaczącymi zagranicznymi i krajowymi ośrodkami naukowymi, w wyniku której powstały wspólne publikacje. Pewnym mankamentem może być brak dłuższego stażu zagranicznego, co jednak w dużym stopniu kompensują wielokrotne wyjazdy krótkoterminowe.

Podsumowując stwierdzam, że Habilitant wykazuje predyspozycje i przygotowanie merytoryczne do samodzielnego prowadzenia badań naukowych oraz pracy ze studentami. Uważam, że całokształt dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Michała Marzantowicza spełnia wymagania określone w ustawie z dn. 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki, przy uwzględnieniu rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej o nadanie dr inż. Michałowi Marzantowiczowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych, w dyscyplinie fizyka.

*Ewa Andrzejewska*

Ewa Andrzejewska