

Dr hab. Marcin Molenda, prof. UJ
Uniwersytet Jagielloński
Wydział Chemii
Zakład Technologii Chemicznej
ul. Gronostajowa 2
30-387 Kraków
Tel: (12) 6862419
marcin.molenda@uj.edu.pl



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

**OCENA OSIĄGNIĘCIA HABILITACYJNEGO,
AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ
ORAZ DOROBKU NAUKOWO-DYDAKTYCZNEGO
PANA DR. INŻ. TOMASZA KAROLA PIETRZAKA
W ZWIĄZKU Z POSTĘPOWANIEM O NADANIE STOPNIA
DOKTORA HABILITOWANEGO W DZIEDZINIE NAUK ŚCISŁYCH
I PRZYRODNICZYCH W DYSCYPLINIE NAUKI FIZYCZNE**

Wydział Chemii

Pan dr inż. Tomasz Karol Pietrzak ukończył studia wyższe uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej w 2008 roku. W tym samym roku rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej. Stopień naukowy doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki uzyskał w roku 2012 na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „*Nowe nanomateriały oparte na szklach wanadanowo-fosforanowych i żelazowo-fosforanowych*”, której promotorem był pan prof. dr hab. Jerzy Garbarczyk. W trakcie studiów doktoranckich, w roku 2009, został zatrudniony na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej na stanowisku asystenta, a w 2013 roku awansował na stanowisko adiunkta w tej samej jednostce naukowej. Pan dr inż. Tomasz Pietrzak już na etapie studiów doktoranckich (rok 2011) odbył 2-miesięczny staż naukowy (visiting scholar) na Uniwersytecie w Pawii (Włochy), gdzie zajmował się badaniami właściwości elektrochemicznych nanokryształizowanych szkieł tlenkowych jako katod Li-ion. Rezultaty badań zostały opublikowane w dobrym czasopiśmie Solid State Ionics.

ul. Gronostajowa 2
30-387 Kraków
tel. +48 12 686 26 00
fax +48 12 686 27 50
sekretar@chemia.uj.edu.pl
www.chemia.uj.edu.pl



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Wydział Chemii

Kolejny 4-miesięczny staż naukowy post-doc (visiting scholar) odbył w roku 2013/2014 na renomowanym Massachusetts Institute of Technology (Department of Materials Science and Engineering) w zespole Prof. Gerbranda Cedera, gdzie zajmował się badaniami właściwości elektrochemicznych materiałów katodowych o strukturze NASICON'u do baterii sodowo-jonowych. Wyniki prac zostały opublikowane w bardzo dobrym prestiżowym czasopiśmie Chemistry of Materials. W roku 2019 odbył tygodniowy staż badawczy w ośrodku Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB am Deutschen Elektronen-synchrotron DESY (Niemcy) oraz miesięczny staż naukowy post-doc (visiting scholar) w Rensselaer Polytechnic Institute (Department of Materials Science and Engineering, USA), gdzie prowadził badania procesów transportu ciepła metodami dynamiki molekularnej w szklach i nanokompozytach SiO₂. Powyższe współprace naukowe z instytucjami zagranicznymi są potwierdzone przedłożonymi dokumentami oraz udokumentowane wspólnymi pracami naukowymi, dlatego też w tym aspekcie aktywność naukową Habilitanta oceniam bardzo wysoko.

Przedłożone do oceny dokumenty habilitacyjne prezentujące całokształt dorobku naukowego pana dr inż. Tomasza Karola Pietrzaka w szczególności obejmują cykl prac zrealizowanych w latach 2015-2020 i stanowiących osiągnięcie naukowe (w myśl art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce; Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) pod tytułem „*Wpływ termicznej nanokrystalizacji wybranych szkieł tlenkowych na ich właściwości fizyczne*”. Na przedmiotowy cykl prac składa się 10 pozycji indeksowanych w bazie *Journal Citation Reports* (JCR, tzw. *Lista Filadelfijska*), z czego 9 prac jest opracowaniami wieloautorskimi, w których w 6-ciu Habilitant jest pierwszym autorem. W 6-ciu publikacjach (60%) jest autorem korespondencyjnym, zaś średni deklarowany przez Habilitanta udział w pracach wynosi 49%. Powyższe, wraz z oświadczeniami współautorów i Habilitanta, bardzo dobrze oddaje charakter udziału dr inż. Tomasza Pietrzaka w przedmiotowych pracach, który należy uznać za istotny i wiodący.

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



Wszystkie prace cyklu zostały opublikowane w dobrych renomowanych międzynarodowych czasopismach branżowych z dziedziny inżynierii materiałowej i joniki ciała stałego, osiągając sumaryczny współczynnik wpływu *IF (Impact Factor)* wynoszący 25,173, co daje średnio 2,517 na publikację, co jest wartością dobrą w dyscyplinie.

Na całkowity dorobek naukowy dr inż. Tomasza Pietrzaka, zgodnie z przedłożoną dokumentacją, składa się 30 publikacji naukowych z czego 27 opublikowanych zostało w czasopismach indeksowanych w bazie JCR. Sumaryczny współczynnik wpływu prac Habilitanta wynosi $IF=74,77$ oraz 2150 punktów MNiSW. Analiza danych bibliograficznych w bazie *Scopus* zwraca indeks *Hirsha h* wynoszący 10 oraz 295 cytowań (163 bez autocytowań). Z powyższej puli prac, 25 pozycji Habilitant opublikował po doktoracie, co po uwzględnieniu ram czasowych wskazuje na ponadprzeciętną aktywność naukową, zaś całkowity dorobek naukowy należy uznać za znaczący.

Istotą oceny osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem habilitacji jest analiza czy cykl prac składający się na osiągnięcie jest spójny, powiązany tematycznie i czy stanowi istotny wkład habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej. Publikacje wchodzące w cykl osiągnięcia same w sobie stanowią recenzowane utwory kompletne, których czas publikacji niekoniecznie jest powiązany ze ścieżką poznawczą i badawczą, dlatego ważne jest ich umiejętne uszeregowanie pokazujące drogę Habilitanta do poznania prawdy naukowej. Przedłożony Autoreferat doskonale ułatwia ten proces i pokazuje logiczność oraz konsekwentność prowadzonych badań.

Tematyka badawcza pana dr. inż. Tomasza Pietrzaka dotyczy procesu nanokryształizacji w wybranych szklach tlenkowych jako metody (sposobu) modyfikacji ich właściwości fizycznych. Zagadnienie to jest niezmiernie istotne i interesujące zarówno w aspekcie badań podstawowych jak i aplikacyjnych. Wykorzystanie procesu nanokryształizacji do modyfikacji i funkcjonalizacji materiałów o potencjalnym zastosowaniu w systemach magazynowania i przetwarzania energii, takich jak akumulatory litowo-jonowe (Li-ion) i

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



sodowo-jonowe (Na-ion) czy stało-tlenkowe ogniwa paliwowe (SOFC), może mieć istotny wpływ na nowe technologie materiałowe w dobie nadchodzącej transformacji energetycznej.

W prowadzonych pracach Habilitant do badań odpowiednio dobrał szkła tlenkowe reprezentujące zarówno mieszane przewodnictwo jonowo-elektronowe (szkła wanadowe i fosforanowe zawierające jony litu lub sodu) jak i przewodnictwo jonów tlenkowych (szkła bizmutowe). Zróżnicowany pod względem fizykochemicznym dobór materiałów w rezultacie pozwolił Habilitantowi na korelację obserwowanych zmian właściwości elektrycznych z procesem nanokrystalizacji, a także na wyjaśnienie wpływu tego procesu na mechanizm transportu ładunku. Badania przeprowadzone na szklach wanadowych [prace H1 i H3] o odpowiednio zróżnicowanym składzie chemicznym pozwoliły na wykazanie, iż obserwowane nieodwracalne zwiększenie o kilka rzędów wielkości przewodnictwa elektrycznego wynika z utworzenia szybkich ścieżek transportu po granicach ziaren nanokrystalitów. Jednocześnie udowodniono, że zmiany te nie znajdują wyjaśnienia przejściem izolator-metal, które daje efekt odwracalny. Bardzo dobra korelacja zmian właściwości elektrycznych z obserwowanymi efektami cieplnymi sprawia, że proces nanokrystalizacji może być zastosowany do kontrolowanej funkcjonalizacji nanomateriałów. W opinii recenzenta, zastosowanie nanokrystalizowanych szkieł wanadowych jako materiał katodowy w ogniwach Li-ion ma istotny charakter poznawczy, jednakże uzyskiwane parametry nie mogą konkurować z obecnie stosowanymi materiałami katodowymi. W pracach H2, H3 i H4 dr inż. Pietrzak zbadał wpływ procesu nanokrystalizacji na litowe szkła fosforanowe $\text{LiFe}_{1-5x/2}\text{V}_x\text{PO}_4$ – układów z grupy oliwinów, wśród których nanokrystaliczny LiFePO_4 znalazł komercyjny sukces w postaci nanokompozytu z węglem C/LFP. Akumulatory z ekonomiczną katodą LFP są szeroko stosowane na rynku chińskim, w tym w jednej z wersji Tesla Model 3. Proces nanokrystalizacji pozwolił na istotne zwiększenie przewodnictwa elektrycznego o kilka rzędów wielkości przy jednoczesnym obniżeniu energii aktywacji przewodnictwa elektrycznego. Dodatkowo

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



zaobserwowano istotny wpływ rozmiarów nanokrystalitów na właściwości elektryczne – wzrost rozmiarów nanokrystalitów obniżał przewodnictwo. Doprowadziło to do konkluzji, iż transport ładunku odbywa się zgodnie z mechanizmem hoppingu małych polaronów (przewodnictwo elektronowe) po granicach ziaren nanokrystalitów. Jak skonkludowano na podstawie modelu *core-shell* nieuporządkowana, zdefektowana powierzchnia nanoziaren generuje zwiększoną koncentrację nośników efektywnych i w efekcie skokowo (efekt perkolacji) tworzą się szybkie ścieżki przewodnictwa podczas nanokrystalizacji. Prace H5 i H6 dotyczyły badań litowych i sodowych szkieł fosforanowych o strukturze NASICON'u podstawianych fluorem. Potwierdzono skuteczność procesu nanokrystalizacji w poprawie właściwości elektrycznych materiałów, przy czym stwierdzono, że dominującą składową przewodnictwa jest składowa elektronowa. Uzyskany efekt dla układów zawierających kationy sodu był słabszy w porównaniu z materiałami zawierającymi jony litu, co skorelowano z ich mikrostrukturą wskazującą na większy rozmiar ziaren, co jest zbieżne z wcześniejszymi konkluzjami. W pracy H7 dotyczącej układu o składzie $\text{Na}_2\text{M}_3(\text{PO}_4)_3$ stwierdzono, iż w wyniku procesu termicznej nanokrystalizacji szkła przewodzą elektronowo podczas gdy nanomateriały o strukturze alluaudytu wykazują przeważającą jonową składową przewodnictwa elektrycznego. Przeprowadzone badania przewodnika jonowego Bi_2O_3 [praca H9] wykazały, iż w zoptymalizowanym procesie termicznym możliwym jest uzyskanie w faz beta- i delta- Bi_2O_3 stabilnych w temperaturze pokojowej. Z punktu widzenia właściwości transportowych, szczególnie istotna jest stabilizacja fazy delta uzyskana w procesie nanokrystalizacji, w wyniku oddziaływania (nacisku) matrycy szklistej na nanokrystality. Istotnym elementem całego cyklu prac jest szerokie zastosowanie metod analizy termicznej i korelacja obserwowanych efektów cieplnych z charakterystycznymi stanami układu (przejście szkliste, krystalizacja) oraz wpływu warunków eksperymentu na obserwowane temperatury przemian [prace H7 i H8], co jest niezbędne dla poprawnej korelacji eksperymentów prowadzonych w warunkach izotermicznych i



politermicznych. Cykl prac zamyka publikacja H10 dotycząca opracowanego przez Habilitanta oprogramowania (środowisko Linux) pozwalającego na automatyzację procesu pomiarowego metodą spektroskopii impedancyjnej prowadzonego w szerokim zakresie temperatur. Specyfika pomiarów metodą SI wymaga zachowania szczególnie stabilnych warunków eksperymentu, stąd automatyzacja procesu jest niezbędna, zaś komercyjne oprogramowania nie zapewniają odpowiedniej możliwości sterowania wszystkimi elementami układu pomiarowego (analizatorów FRA i kontrolerów temperatury). Mając na uwadze powyższe dokonania, w mojej opinii przedłożony cykl prac stanowiący osiągnięcie naukowe jest spójny i powiązany tematycznie oraz stanowi istotny wkład habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej.

Pan dr inż. Tomasz Karol Pietrzak wygłosił 9 referatów (6 po doktoracie) na konferencjach międzynarodowych oraz 3 (2 po doktoracie) na konferencjach krajowych w tym jeden referat zaproszony. Brak jest informacji o wystąpieniach plakatowych. Habilitant wykazuje dobrą aktywność w realizacji projektów badawczych, jednakże kierownictwo projektów ograniczone jest tylko do projektów wewnętrznych jednostki naukowej. W tym zakresie istnieje pewien niedosyt i w przyszłości wskazane jest zwiększenie aktywności w zakresie pozyskiwania środków ze źródeł zewnętrznych. Na uwagę zasługuje bardzo dobra aktywność w zakresie wykonywania recenzji dla czasopism międzynarodowych i krajowych (łącznie 55 recenzji), w szczególności dla prestiżowych wydawnictw *Carbon* i *Electrochimica Acta*. Brał udział w organizacji 3 konferencji, w tym w prestiżowej International Symposium on Solid State Ionics 2011. Odbył także 4 staże w zagranicznych ośrodkach naukowych, w tym 3 po doktoracie.

Dr inż. Tomasz Karol Pietrzak wykazuje dobrą aktywność dydaktyczną, prowadzi 3 kursy wykładowe, 6 zajęć ćwiczeniowych i 3 laboratoria. Jest współautorem zbioru zadań z fizyki wydanego przez wydawnictwo PW. Jednokrotnie pełnił funkcję promotora pomocniczego i dwukrotnie sprawował opiekę naukową w przewodzie

ul. Gronostajowa 2

30-387 Kraków

tel. +48 12 686 26 00

fax +48 12 686 27 50

sekretar@chemia.uj.edu.pl

www.chemia.uj.edu.pl



doktorskim. Był promotorem 5 prac magisterskich i aż 37 prac inżynierskich, co jest ilością ponadprzeciętną i wskazuje na jego bardzo dobre podejście dydaktyczne do studentów. Znajduje to także potwierdzenie w nagrodach dydaktycznych *Złota Kreda* (2 krotnie) i *Złoty Kufel* za najbardziej pro-studenckie podejście. Bardzo dobry dydaktyk! Za swoją pracę naukową i dydaktyczną uzyskał liczne nagrody zespołowe JM Rektora Politechniki Warszawskiej. Aktywnie uczestniczy w pracach organizacyjnych na rzecz Wydziału Fizyki PW, a także jest autorem systemów bazodanowych wspomagających proces dydaktyczny na wydziale.

Podsumowując osiągnięcia naukowe oraz dorobek naukowo-dydaktyczny i organizacyjny dr. inż. Tomasza Karola Pietrzaka rysuje się wszechstronność i zrównoważenie sylwetki naukowej. Z pełnym przekonaniem stwierdzam, iż osiągnięcia naukowe Habilitanta są znaczące i oryginalne. Cykl prac, stanowiący osiągnięcie habilitacyjne, zawiera istotne elementy nowości naukowej w zakresie badań nad funkcjonalizacją nanomateriałów pod kątem ich zastosowania w systemach magazynowania i przetwarzania energii. Na podstawie materiałów przedłożonych do oceny należy stwierdzić samodzielność i wiodącą rolę Habilitanta w przeprowadzonych badaniach.

Mając na uwadze wszystkie omawiane aspekty działalności naukowo-dydaktycznej oraz organizacyjnej na rzecz nauki i szkolnictwa wyższego dr. inż. Tomasza Karola Pietrzaka, ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego, z pełnym przekonaniem stwierdzam, iż wszystkie te dokonania wypełniają warunki określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”; Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm. i wnoszę o przejście do kolejnych etapów postępowania habilitacyjnego przewidzianych w Ustawie.


dr hab. Marcin Molenda, prof. UJ

Kraków, 03-03-2021 r.