

WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I FIZYKI TECHNICZNEJ		
DNIA	11-01-2021	DNIA
WPLYNĘŁO		

Prof. dr hab. Halina Kaczmarek
Katedra Chemii Biomedycznej i Polimerów
Wydział Chemii
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
87-100 Toruń, ul. Gagarina 7
E-mail: halina@umk.pl, tel. (56) 611 4312

Toruń, 4.01.2021.

DF-64/1/2021

**Ocena dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego
dra inż. Huberta Gojzewskiego z Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej
Politechniki Poznańskiej w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora
habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa**

Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Hubert Gojzewski jest absolwentem Wydziału Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej, gdzie również uzyskał tytuł doktora (w 2011 r.) na podstawie rozprawy pt. „Adhezja monowarstw tioli badana metodą dynamicznej spektroskopii sił”, której promotorem był prof. dr hab. Ryszard Czajka. Należy podkreślić, że wszystkie uzyskane stopnie naukowe (licencjat, magister-inżynier i doktorat) wieńczyło wyróżnienie. W macierzystej uczelni został zatrudniony początkowo na stanowisku asystenta (2009 r.), a następnie na stanowisku adiunkta (2019 r.). Odbył wiele zagranicznych staży, zarówno krótko jak i długoterminowych, w uznanych ośrodkach naukowych takich jak Uniwersytet Techniczny Nauk Stosowanych w Wildau (Niemcy), Uniwersytet Dartmouth (USA), Instytut Maxa Plancka (Niemcy) oraz Uniwersytet Twente (Holandia). Łączny czas tych staży to ponad 10 lat. Swoje umiejętności dr inż. Hubert Gojzewski doskonalił uczestnicząc w różnych szkoleniach i warsztatach naukowych (przed doktoratem głównie w Polsce, po doktoracie – zagranicą).

Dorobek stanowiący podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego został zgromadzony podczas pobytów na podoktorskich stażach naukowych na Uniwersytecie Twente, gdzie Habilitant pracował pod opieką wybitnego specjalisty z dziedziny chemii i inżynierii polimerów - prof. Juliusa Vansco.

Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe dra inż. Huberta Gojzewskiego pt.: „Określenie związku pomiędzy strukturą a właściwościami materiałów organicznych w nanoskali” stanowi cykl 13 współautorskich artykułów opublikowanych w ciągu czterech lat (2016-2020) w renomowanych czasopismach naukowych (tylko jeden z nich to praca w czasopiśmie spoza listy filadelfijskiej). W siedmiu z nich Kandydat jest pierwszym autorem, w trzech - autorem do korespondencji. Deklarowany udział własny wynosi od 20 do 70%. Podano też na czym polegał udział Habilitanta w realizacji tych prac (w większości było to sformułowanie problemu badawczego, praca eksperymentalna, interpretacja wyników i przygotowanie publikacji), co zostało potwierdzone w oświadczeniach współautorów. Zatem udział dra inż. Huberta Gojzewskiego w przygotowaniu większości publikacji można uznać za wiodący.

Najważniejsze efekty wykonanych badań zostały klarownie omówione w załączonym autoreferacie, który jednocześnie zawiera wykaz osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych.

Materiały przesłane do oceny zostały opracowane zgodnie z wymaganiami i zawierają kopie wszystkich artykułów łącznie z materiałami uzupełniającymi (*Supporting information*).

Tematyka badawcza dra inż. Huberta Gojżewskiego koncentruje się na badaniach samoorganizujących się monowarstw (SAM) związków organicznych (tioli) i układów polimerowych w nanoskali, głównie z wykorzystaniem mikroskopii sił atomowych (AFM) oraz ustalaniu zależności między strukturą a właściwościami tych układów, co nie jest zadaniem trywialnym, a ma istotny wpływ na ich praktyczne zastosowania w nowoczesnych technologiach.

Do realizacji zaplanowanych celów naukowych, oprócz wykorzystania znanych substancji, niezbędne było otrzymanie nowych materiałów, co wymagało opanowania przez Habilitanta warsztatu chemika syntetyka. W szczególności otrzymano poliuretany (**H4-H6**) o różnym składzie m.in. z udziałem biodegradowalnego polikaprolaktonu, cienkie warstwy polifosfazenowe o dobrych właściwościach mechanicznych i dużej odporności termicznej (**H11**), usieciowane mikrocząstki poli(moczniko-siloksanu) (**H7**) oraz nanokompozyty polimerowe z różnymi napełniaczami o rozmiarach nanometrycznych: krzemionką (**H8, H9**), azotkiem krzemu i azotkiem boru, charakteryzujące się dobrym przewodnictwem cieplnym przy niewielkim stopniu napełnienia (**H10**).

Starannie zaplanowane warunki syntezy (polimeryzacji/kopolimeryzacji) pozwoliły na otrzymanie materiałów polimerowych o kontrolowanych właściwościach (prace **H7-H10**). W celu uzyskania korelacji struktura-właściwość szczegółowo wyjaśniono morfologię badanych układów opisując jednocześnie oddziaływania międzycząsteczkowe, proces dyspersji i agregacji cząstek napełniacza oraz charakteryzując obszary międzyfazowe.

Wiodącą metodyką badania wytworzonych materiałów jest mikroskopia sił atomowych i jej modyfikacje, stanowiąca wspólny mianownik przedstawionych prac, co podkreśla w swoim autoreferacie Habilitant. Należy jednak wymienić inne różnorodne techniki instrumentalne, które były niezbędne do scharakteryzowania nowych materiałów m.in.: skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), spektroskopia FTIR, NMR, skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC), chromatografia żelowa (GPC), termogravimetria, pomiary kąta zwilżania i lepkości. Wskazuje to na wszechstronne umiejętności eksperymentalne dra inż. Huberta Gojżewskiego.

Istotnym, nowatorskim elementem pracy naukowej Habilitanta jest modyfikacja dynamicznej spektroskopii sił atomowych umożliwiająca pomiar nanoadhezji materiałów przy różnej szybkości separacji ostrza AFM od podłoża i w różnych temperaturach (w zakresie od temp. pokojowej do 150°C). Tę metodę, opisaną w pracach **H1** i **H2**, zastosował Autor do badania nanoadhezji SAM tioli alkilowych o charakterze hydrofobowym.

Drugą modyfikacją AFM było opracowanie tzw. kierunkowej spektroskopii sił do pomiaru siły desorpcji pojedynczych łańcuchów polimerowych osadzonych na podłożu (**H3**). Zaproponowane rozwiązanie umożliwia pomiar siły adhezji makrocząsteczek w zależności od kierunku działania siły, co przetestowano na funkcjonalnym polimerze – poli-2-hydroksyetylometakrylanie (poliHEMA).

Kolejną innowacją było zastosowanie metody porównawczej do pomiaru właściwości mechanicznych w nanoskali materiałów polimerowych [**H4-H7, H10-H13**]. Dzięki zastosowaniu odnośników różniących się właściwościami w szerokim zakresie (twardych-miękkich) i odpowiedniej kalibracji AFM można wyznaczyć moduł Younga niejednorodnych układów polimerowych bez konieczności stosowania modeli teoretycznych. Jest to korzystne w badaniach nowych materiałów, dla których wymagany parametr - współczynnik Poissona jest nieznan. W tym przypadku nie jest też wymagana znajomość promienia krzywizny ostrza AFM oraz stałej sprężystości mikrobekki.

Jeszcze inny sposób wykorzystania i modyfikacji metody porównawczej opisano w pracy **H7**, gdzie badana próbka w postaci mikrosfer i odnośnik zostały scalone w jeden obiekt z wykorzystaniem procesu fotopolimeryzacji. Dzięki temu skanowanie obu składników odbywa się w tym samym czasie na jednym materiale, a uzyskany wspólny dla obu składników obraz AFM jest niezależny od warunków pomiaru i czynników zewnętrznych (temperatura, wilgotność). Umożliwia to modelowanie niejednorodnych struktur układów polimerowych z wykorzystaniem różnych trybów pomiaru AFM.

Przykładem jest zastosowanie przez Autora tej metody do opracowania modelu poli(moczniko-siloksanu) z wykorzystaniem obrazu wysokości, modułu Younga, dyssypacji energii sprężystości i deformacji. Wyznaczono tu moduły sprężystości poszczególnych mikrosfer w zakresie od 200 do 900 MPa (**H7**). Model struktury innego materiału - poliuretanu z polikaprolaktonem umożliwił korelację pomiędzy wielkością domen sztywnych i miękkich a modułem Younga, czego nie można uzyskać żadną inną metodą badawczą (**H4**). Analiza AFM nanokompozytów polimerowych z krzemionką pozwoliła na scharakteryzowanie obszaru międzyfazowego będącego efektem oddziaływań międzycząsteczkowych. Wykazano, że w tym obszarze adhezja jest znacznie mniejsza niż dla samej matrycy (**H8**).

Przytoczone tu wybrane rezultaty badań są bardzo oryginalne i świadczą o nowatorskim podejściu do badań materiałowych z wykorzystaniem obrazowania AFM. Uważam je za wyjątkowo wartościowe i stanowiące nowość naukową.

Należy podkreślić, że wyżej wymienione modyfikacje aparatury szybko znalazły światowy oddźwięk w środowisku naukowym specjalizującym się w badaniach AFM (tj. już są wykorzystywane przez innych badaczy). Zatem wkład dra inż. Huberta Gojzewskiego w rozwój uprawianej dziedziny nauki jest niepodważalny.

Chociaż zrealizowane prace badawcze mają charakter *stricte* poznawczy, Habilitant nie zaniedbuje też aspektu aplikacyjnego, co jest bardzo cenne z punktu widzenia współczesnych technologii. Przewiduje potencjalne zastosowania wszystkich nowych materiałów, których struktura i właściwości zostały zaplanowane i zbadane. Przykładowo, samoorganizujące się monowarstwy tioli mogą być użyte jako smary lub powłoki antyadhezyjne w mikro- czy nanourządzeniach (**H1**, **H2**); kopolimery poliuretanu z polikaprolaktonem stanowią cenny materiał do zastosowań biomedycznych (**H4-H6**); pochodne polisiloksanu o odpowiednio modelowanej powierzchni mogą stanowić podłoża do hodowli bakterii, bądź przeciwnie – materiały odporne na zasiedlanie przez mikroorganizmy, czyli powłoki antibakteryjne (**H7**, **H12**); polimery lub kopolimery uzyskiwane w procesie fotopolimeryzacji mogą być wykorzystane w technologiach druku 3D (**H13**).

Ocena całkowitego dorobku naukowego

Całkowity dorobek naukowy Habilitanta stanowi wg bazy Web of Science 47 publikacji o liczbie cytowań 275 (bez autocytowań), a ich sumaryczny wskaźnik oddziaływania tj. *impact factor* wynosi ponad 132, liczba punktów MNiSW - 3940. Czternastokrotnie był pierwszym autorem artykułów, a ośmiokrotnie - autorem korespondencyjnym. Aktualna średnia cytowań na 1 artykuł to 8,39 (wg Web of Science, 29.12.20).

Parametry te zasługują na uznanie i należy się spodziewać dalszego wzrostu cytowań ponieważ prace pochodzą z 4 ostatnich lat. Również indeks Hirscha (**12**) jest na tym etapie rozwoju naukowego bardzo dobry.

Wyjątkowo wysokimi parametrami charakteryzuje się publikacja **H13** pt.: *Layer-by-Layer Printing of Photopolymers in 3D: How Weak is the Interface?* ACS Appl. Mater. & Interfaces 2020, 12, 8908-8914, gdzie dr inż. Hubert Gojzewski jest pierwszym autorem (jego oszacowany udział stanowi 60%): IF = 8,758, a liczba punktów MNiSW = 200.

Dr inż. Hubert Gojżewski aktywnie uczestniczył w licznych konferencjach naukowych w kraju i zagranicą prezentując wyniki swoich badań zarówno w postaci komunikatów wygłaszanych jak i posterów (42 razy udział aktywny, w sumie 93 współautorskie prezentacje).

Można stwierdzić, że Kandydat jest naukowcem rozpoznawalnym w świecie naukowym ponieważ był zapraszany do recenzowania artykułów przesyłanych do redakcji prestiżowych czasopism o wysokim współczynniku oddziaływania takich jak np. *European Polymer Journal*, *Polymers*, *International Journal of Nanomedicine*, *Applied Surface Science*, *Additive Manufacturing*.

Za swoją działalność naukową był 9-krotnie nagradzany. Były to m.in. nagrody Rektora PP, czy Rady Miasta Poznania oraz 2 nagrody zagraniczne: za najlepszy plakat na warsztatach w Holandii oraz za wybitną recenzję do *European Polymer Journal*. Ponadto wielokrotnie był laureatem konkursów o stypendia, wśród których należy wymienić stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2006-2008, 2014), Marii Curie, Towarzystwa Maxa Plancka, Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, czy Niemieckiej Centrali Wymiany Akademickiej DAAD.

W końcowej części autoreferatu można znaleźć wzmiankę o planach naukowych dra inż. Huberta Gojżewskiego, związanych z kontynuowaniem tematyki habilitacyjnej. Biorąc pod uwagę względni krótki (4-letni) okres opublikowania prac **H1-H-13** o dużym znaczeniu naukowym, można przewidywać Jego dalszy szybki rozwój naukowy.

Ocena pracy dydaktycznej

Dr inż. Hubert Gojżewski prowadził zajęcia dydaktyczne zarówno na Politechnice Poznańskiej jak i na Uniwersytecie Twente w języku angielskim. Była to pracownia fizyczna dla studentów I roku studiów inżynierskich (PP), pracownie specjalistyczne związane z obrazowaniem metodą AFM oraz zajęcia na kursach do wyboru (Drukowanie mikro-kontaktowe za pomocą stempla hydrofilowego, Wykorzystywanie nanocząstek krzemionki w zaawansowanych materiałach polimerowych). Prowadził też autorskie wykłady w języku angielskim na temat materiałów polimerowych.

Sprawował opiekę naukową nad dwoma magistrantami (w Holandii był też promotorem) oraz nad 6 studentami odbywającymi praktyki w ramach programu Erasmus w latach 2017-19.

Chociaż dorobek dydaktyczny jest dosyć skromny w porównaniu z dorobkiem adiunktów pracujących na polskich uczelniach, uważam, że jest wystarczający, a dr inż. Hubert Gojżewski zdobył kompetencje niezbędne dla nauczyciela akademickiego.

Ocena pracy organizacyjnej

Dr inż. Hubert Gojżewski był kierownikiem laboratorium AFM grupy Nauk o Materiałach i Technologii Polimerów na Uniwersytecie Twente. Był też organizatorem indywidualnych szkoleń z zakresu analizy AFM dla przedstawicieli holenderskich firm Akzo Nobel, DSM Coating Resins i Sulis Polymers, a także praktycznego kursu pt.: *Polymer Microscopy Hands-On* na Uniwersytecie Twente, zarówno dla pracowników uczelni jak i przemysłu.

Habilitant współpracował z otoczeniem gospodarczym, wykonując ekspertyzy i rozwiązując problemy zlecane przez przedsiębiorstwa holenderskie (Polaroid, Agfa, Tencate) i polskie (Egger).

Bardzo pozytywnie oceniam zdolności Habilitanta w pisaniu projektów naukowych, zdobywaniu zewnętrznych grantów i ich realizacji. Łącznie było to 19 projektów, w tym 15 międzynarodowych, a 8 finansowanych z funduszy Unii Europejskiej. W ośmiu projektach był

on kierownikiem (wszystkie realizowane po doktoracie), a w 10 - głównym wykonawcą. Do najważniejszych można zaliczyć aktualnie realizowany projekt w ramach programu im. Bekkera NAWA, czy wcześniejsze projekty autorskie: NCN – MINIATURA, MNiSW – Mobilność Plus, Iuventus Plus.

Do osiągnięć organizacyjnych należy zaliczyć uczestnictwo w organizacji Szkoły Letniej, Festiwalu Nauk Przyrodniczych na Scenie – *Science on Stage* (Poznań 2006), w Komitecie Organizacyjnym Krajowej Konferencji Nanotechnologii w Poznaniu w 2010 r., a także organizowanie pokazów dla uczniów szkół średnich (Poznań, Holandia)

Dr inż. Hubert Gojzewski jest członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego od 2011 r., a w latach 2006-2012 był członkiem Polskiego Towarzystwa Akustycznego.

Podsumowanie i wnioski

Podsumowując stwierdzam, że w przedstawionej rozprawie habilitacyjnej składającej się z 13 publikacji powiązanych tematycznie przedstawiono szereg osiągnięć, w tym oryginalne i unikalne modyfikacje AFM, które mają istotny wpływ na rozwój dyscypliny naukowej. Autor jest dojrzałym naukowcem, potrafi sformułować i zrealizować innowacyjny temat badawczy, a Jego prace są rozpoznawalne na arenie międzynarodowej.

Swoje doświadczenia naukowe Kandydat zdobywał w bardzo dobrych grupach badawczych podczas wyjazdów zagranicznych. Pozytywnie oceniam również Jego działalność dydaktyczną i organizacyjną, w szczególności umiejętność zdobywania grantów i efektywnej współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi.

Jednoznacznie stwierdzam, że przedstawiony dorobek spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie i Nauce (z późniejszymi zmianami) i dlatego składam wniosek do Rady Dyscypliny Inżynierii Materiałowej Wydziału Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie dra inż. Huberta Gojzewskiego do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

H. Kaczmarek

