

**Ocena aktywności naukowej
oraz osiągnięcia naukowego stanowiącego wkład w rozwój dyscypliny
w postępowaniu habilitacyjnym Pana Doktora Pawła Wawrzyńca Majewskiego
wszczętym przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów
24 kwietnia 2019 r w dziedzinie nauk chemicznych, w dyscyplinie chemia**

Podstawa prawna recenzji: pismo Pana dr hab. Andrzeja Kudelskiego, prof. UW, Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, sygnowane WCH.534-12/2019 z **27 września 2019**, informujące o decyzji Centralnej Komisji z dnia **5 września 2019** o składzie komisji habilitacyjnej, który otrzymałem **1 października 2019**

1. Sylwetka Habilitanta

Pan Paweł W. Majewski, ur. 2 lutego 1984 r., jest absolwentem Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie ukończył studia magisterskie z chemii w 2006 i biologii molekularnej w 2007. Od roku 2008 przebywał w USA, gdzie rozpoczął studia doktoranckie na Uniwersytecie w Yale. Projekty naukowe wykonane w grupie prof. Chinedum'a Osuji z Chemical Engineering Department tego Uniwersytetu zaowocowały pracą doktorską oraz stopniem doktora uzyskanym 7 grudnia 2013 roku. W latach 2013-16 dr Paweł W. Majewski odbył staż po-doktorski w Center for Functional Nanomaterials, Brookhaven National Laboratory (BNL). Od 2016 zatrudniony jako adiunkt na Wydz. Chemii UW.

2A. Ocena wstępna osiągnięć naukowo-badawczych wg. kryteriów rozp. MNiSW z 1.09.2011

Wg. otrzymanego zał.5: 32 publikacji (+1dna nowsza) z listy JCR w latach 2007-19; sumaryczny Impact Factor publikacji = 227.2 (średni IF 6.9); 873 cytowań, indeks Hirscha = 20; kierowanie 2ma (powrotowy POLONEZ i FNP FIRST TEAM) i udział w 1 grantie krajowym (OPUS); 3 nagrody za okresy działalności naukowej (Styp. MNiSW dla młodych wybitnych naukowców 2018; Postdoctoral Researcher Spotlight Award, Brookhaven National Laboratory (BNL) 2015; finalista F. J. Padden, Jr. Award Contest organizowany przez Division of Polymer Physics of American Physical Society 2013; 19 referatów wygłoszonych na konferencjach międzynarodowych (13 przed i 6 po doktoracie, na zaproszenie 2 i 1, odpowiednio, Best Speaker Award na Young Researchers' Symposium, Brookhaven 2015, Best poster award na NSLS-II and CFN Joint Users' Meeting, Brookhaven, 2015, Best poster award Rigaku X-ray Symposium, Yale 2010); Brak danych o wynalazkach i monografiach naukowych.

2B. Ocena wstępna dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Kierowanie projektem we współpracy z innym ośrodkiem zagranicznym (grant FNP FIRST TEAM na współpracę z BNL); udział w organizacji 1 konferencji międzynarodowej; niesprecyzowane co do wymiaru godzin zajęcia: i) wykłady dot. polimerów w ramach cyklu „Technologie i projektowanie nowych materiałów” UW 2017 i 2018, ii) pracownia specjalistyczna dla Inżynierii Nanostruktur Wydziału Fizyki UW, 2017-; ćwiczenia do kursów Transport Phenomena, Differential Equations i Thermodynamics for Engineers na Yale School of Engineering and Applied Science 2010-12; wielokrotne wykłady i zajęcia popularyzujące naukę (dni otwarte na Yale Univ., Summer Sunday w BNL, Europejska Noc Odkrywców i wykłady dla kół naukowych na WCh UW, gość cyklu Ludzie Nauki I Programu Polskiego Radia); promotor 4 zakończonych prac magisterskich i 2 projektów doktorskich (planowane zakończenie 2021, niesprecyzowane otwarcie przewodów). 4 staże studenckie w USA przed dalszą karierą w tym kraju; recenzent NCN i 11 czasopism JCR (w tym Nature Comm. Macromolecules J. Pol. Sci B Pol. Phys.); Brak danych o udziale w komitetach redakcyjnych czasopism. Brak uczestnictwa w programach EU, międzynarodowych i ogólnokrajowych.

2C. Działalność i osiągnięcia Habilitanta oraz ocena aktywności naukowej

Działalność naukowa dr. Pawła W. Majewskiego obejmuje fizykę materii miękkiej – głównie polimerów oraz inżynierię nowych nano-materiałów funkcjonalnych. Ten obszar badań zaliczany jest zarówno do dyscypliny nauk fizycznych jak i nauk chemicznych (wg. nowej klasyfikacji).

4 studenckie staże badawcze Habilitanta w USA w latach 2002-06 przygotowały go dobrze do kształcenia akademickiego w tym kraju a 2 staże u prof. D. Clarke'a, UC Santa Barbara, zrodziły zainteresowanie nanocząstkami magnetycznymi, które są bohaterami 2 jego pierwszych publikacji.

Okres doktoratu, wykonanego na Yale Univ. w latach 2008-13 pod opieką prof. Chinedum'a Osuji z Chem. Eng. Dept., zaowocował rozprawą zatytułowaną „*Magnetic Alignment and Charge Transport Improvement in Functional Soft Materials*”, oraz 14 publikacjami z bazy JCR (w tym D1 opublikowaną tuż po doktoracie). Tezą doktoratu było narzucenie za pomocą silnego pola magnetycznego porządku dalekiego zasięgu w 3 różnych układach: mezoskopowych fazach liotropowych ciekłych kryształów, półprzewodzących kompozytach polimeru i nanodrutów oraz jonowo przewodzących kopolimerach blokowych, o bezpośrednim zastosowaniu w heterozłączach ogniw słonecznych czy nanostrukturyzowanych polimerowych membranach elektrolitycznych. Poprawa własności strukturalnych, wyznaczanych za pomocą metod mikroskopowych i dyfrakcyjnych, doprowadziła do spektakularnego wzrostu o dekadę własności transportowych – przewodnictwa jonowego w tym ostatnim układzie, jak opisano to w najczęściej cytowanej (112 razy) publikacji Habilitanta w prestiżowym *J. Am. Chem. Soc.* z 2010 roku. Z tego okresu pochodzą też dwie kolejne, jeśli chodzi o ilość cytowań (75 i 60), prace opisujące układy oparte o ten sam ciekłokrystaliczny kopolimer blokowy. Z tej pary moje zainteresowanie wzbudza praca z *J. Polym. Sci B: Polym. Phys.* z 2012 roku, podkreślająca wyższość wykorzystania pola magnetycznego nad elektrycznym do porządkowania domen wielofazowych układów polimerów – dająca możliwość skalowania procesu porządkowania do wielkoobszarowych warstw kopolimerów produkowanych technologią *roll-to-roll*. (W 2012 r. Habilitant opublikował też pracę M11 o koloidalnych ferrytach bez opiekuna doktoratu).

Staż po-doktorski dr. Paweł W. Majewski spędził w latach 2013-16 w Center of Functional Nanomaterials, Brookhaven National Laboratory, pracując z dr. Kevin'em G. Yager'em' nad rozwojem metod foto-termicznych (wygrzewania laserowego) dla porządkowania procesów samo-organizacji w cienkich warstwach kopolimerów blokowych. Staż ten zaowocował 8 i 4 publikacjami, odpowiednio z i spoza cyklu habilitacyjnego, z czego odpowiednio, 2 (H6, H8) i 2 (D4, D6), powstały w okresie późniejszym z podwójną, także warszawską, afiliacją Habilitanta. Najbardziej popularna praca Kandydata spoza osiągnięcia habilitacyjnego, którego cykl publikacji omówię oddzielnie, to ciekawy artykuł w *Phys. Rev. Lett.* z 2015 r. (cytowany 28 razy). Pokazuje on, że porządkowanie magnetyczne domen kopolimerów blokowych może być uzyskane nie tylko gdy jeden z bloków jest mezogenem ciekłokrystalicznym, ale także dla dwu-bloków kłębek-kłębek o bardzo małej anizotropii przenikalności magnetycznej. Inna częściej cytowana praca (D6) w *J. Coll. Int. Sci.* z 2018 roku (16 cytowań) opisuje obserwację ciekawego zjawiska rozwarstwienia zachodzącego przy deponowaniu binarnej mieszaniny nanocząstek koloidalnych.

Powrót dr Pawła Majewskiego w 2016 r. na Wydział Chemii UW jako adiunkta naukowego był umożliwiony dzięki grantowi *NCN Polonez*, który przeznaczył na badania hybrydowych układów ciekły kryształ – polimer we współpracy z prof. Ewą Górecką. Dzięki projektowi *FNP First Team*, którego partnerem zagranicznym jest dr. Kevin Yager z BNL, stworzył na UW grupę badawczą specjalizującą się w zastosowaniu metod wygrzewania laserowego do porządkowania warstw kopolimerów blokowych. W okresie od 2016 roku Habilitant opublikował 4 publikacje już tylko z afiliacją UW. Większą popularnością cieszy się praca *ACS Appl. Mater. Interfaces* z 2017 roku (10 cytowań) powstała ze współpracy z prof. Osuji dotycząca mikro-przepływowych mikro-kapsułów, pozycjonowanych magnetycznie z wyzwalanym światłem uwalnianiem zawartości.

Podsumowując, aktywność naukowa dr. Pawła W. Majewskiego jest jedną z najwyższych z jakimi się spotkałem przy habilitacjach, zwłaszcza w odniesieniu do ilości i jakości publikacji. Godny podkreślenia jest pozytywny stosunek do popularyzacji nauki i dydaktyki, mimo pracy na stanowisku adiunkta naukowego. Na uwagę zasługuje bardzo dobre wykorzystanie wczesnego etapu kariery zawodowej, partnerskie związanie go z dwoma doskonałymi ośrodkami naukowymi i obiecująca próba podtrzymania tej współpracy jako szefa nowej grupy badawczej sponsorowanej przez FNP. Życzę sprawdzenia się w nowej roli, także przez rozwinięcie umiejętności mało wykorzystywanych przy dotychczasowym podziale pracy (np. kompozycja całości manuskryptów).

Podsumowując, Habilitant ma znaczne osiągnięcia w przytłaczającej większości formalnych kryteriów oceny z palety rozporządzenia MNiSW. Stwierdzam, że **aktywność naukowa Habilitanta jest istotna.**

3. Ocena „osiągnięcie naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej”

Habilitacyjne osiągnięcie naukowe dr. Pawła W. Majewskiego, zatytułowane „*Opracowanie i scharakteryzowanie procesu ukierunkowanej samoorganizacji kopolimerów blokowych poddawanych dynamicznemu wygrzewaniu wiązką laserową i ich wykorzystanie do otrzymywania uporządkowanych nanostrukturalnych powłok powierzchniowych*”, to cykl 8 artykułów opublikowanych w latach 2015 (i oznaczonych H1-H4), 2016 (H5-H7) i 2018 (H8) w periodykach z listy JCR. Wszystkie prace odzwierciedlają badania przeprowadzone w Brookhaven National Laboratory, natomiast dwie z nich mają też (sądząc po afiliacji) „wkład” polski (H6, czy H8 sponsorowana także przez *FPN First Team*). Artykuły te zostały opublikowane w najbardziej prestiżowych periodykach (z IF > 10): dwukrotnie w Nature Communications (H3 i H7), w Nano Lett. (H4) i ACS Nano (H1), a także w prestiżowych (IF > 5): Nanoscale (H8), Macromolecules (H2) oraz branżowych: Soft Matter (H5) i J. Physics: Cond. Matter. (H6). Czasopisma te MNiSW zalicza do czasopism zarówno z zakresu dyscypliny nauk fizycznych jak i chemicznych za wyjątkiem („chemicznego”) Macromolecules.

Dr Majewski jest pierwszym autorem 6 z 8 publikacji, z których 5 jest dwuautorskich, 2 mają 4 autorów, a 1 dna pięciu. Habilitant pełnił także dwukrotnie rolę współautora korespondencyjnego. Te fakty odzwierciedlają kluczową rolę dr. Majewskiego w badaniach cyklu habilitacyjnego. Oświadczenia Habilitanta i współautorów są zgodne z tym wnioskiem. Może to kwestia smaku, ale czy jednak rola jedyne go autora (5 x) bądź współautora (3 x) korespondencyjnego pełniona zawsze przez dr. Kevin’a Yager’a z BNL, rola decydująca o losie wszystkich publikacji (także 5 dwuautorskich), nie zasługuje na odbicie w niższych procentowych wkładach Habilitanta (sięgających dwukrotnie nawet 75%)?

Tytuł osiągnięcia nawiązuje do *ukierunkowanej samoorganizacji kopolimerów blokowych*, czyli do procesów i metod, które spowodują złożenie nanometrycznych struktur domenowych spontanicznej mikroseparacji faz we wzory nadstrukturalne o większym (najlepiej makroskopowym) zasięgu uporządkowania. Użycie oddziaływań (np. z podłożem), pól zewnętrznych czy szablonów do ukierunkowania - a następnie technologicznego wykorzystania - samoorganizacji amfilili polimerowych badano już na przełomie wieków (L. Rockford, R.A. Segalman, T. Thurn-Albrecht i inni), zanim sam termin „directed self-assembly” znalazł się w tytule artykułów o nanowartwach kopolimerów. Jednak czas potrzebny na osiągnięcie spontanicznej nanostrukturyzacji z lokalnym choćby uporządkowaniem w wygrzewanych termicznie warstwach odlanych z roztworu był niepraktycznie długi. Habilitant współ-wynalazł i opisał w H1 metodę strefowego *wygrzewania wiązką laserową* (Laser Zone Annealing). W metodzie tej gradient fototermiczny przemieszczony po powierzchni warstwy przyspiesza o ponad 3 dekady kinetykę samoorganizacji i umożliwia uzyskanie (submikronowych) „ziaren” lokalnego uporządkowania już w ułamku sekundy! Publikacja H1 demonstruje także mikrometryczne uporządkowanie kierunkowe domen kopolimerów w warstwie podgrzewanej lokalnie laserem, ale poddanej jednoczesnym naprężeniom ścinającym przez osadzone wcześniej miękki elastomer. Związana technika, nazwana Soft-Shear Laser Zone Annealing, została szczegółowo wprowadzona w pracy H2. W pracy tej omówiono odpowiedź różnych kopolimerów blokowych na pola ścinających naprężeń fototermicznych i uzyskano warunki wydajnego porządkowania (np. różna odpowiedź mechaniczna faz). O popularności obu publikacji H1 i H2 świadczą ich cytowania, odpowiednio 58 i 18 w innych pracach.

Opracowane w H1 i H2 metody fototermicznego wygrzewania (LZA) i foto-termicznych naprężeń ścinających (SS LZA) zostały wykorzystane bądź zastosowane czy porównane z innymi technikami w dalszych publikacjach cyklu habilitacyjnego (LZA w H4, H5, porównane w przeglądowej H6, SS LZA w H3, H4 i H8). W przeciwieństwie do nich, ani sformułowanie LZA ani nawet wyraz „laser” czy „photothermal” nie pada w tekście pracy H7 (czy jej Supplementary Information), gdzie badane warstwy położono na kilka minut na płycie grzejnej. Rodzi się więc pytanie: Jak praca H7 jest związana z tytułem osiągnięcia „*Opracowanie i scharakteryzowanie procesu ukierunkowanej samoorganizacji kopolimerów blokowych poddawanych dynamicznemu wygrzewaniu wiązką laserową i ich wykorzystanie do otrzymywania uporządkowanych nanostrukturalnych powłok*”

powierzchniowych,? Nie ratuje sprawy wstawienie przez Habilitanta w autoreferacie następującego komentarza: „W przypadku morfologii trudnych do interpretacji w przypadku próbek nieposiadających kierunkowego uporządkowania, wykonałem analizę próbek po uporządkowaniu pierwszej warstwy metodą LZA”. Kryteria oceny kwalifikacji kadry naukowej, podane na stronie CK, stanowią jasno, że w przeciwieństwie do zbioru publikacji, „Dodatkowe, niepublikowane materiały” [np. autoreferaty] „nie mogą stanowić podstawy oceny”. Praca H7 może tworzyć wraz z innymi „cykl publikacji powiązanych tematycznie” ale o osiągnięciu na inaczej zdefiniowany temat z innym tytułem.

Uporządkowane kierunkowo domeny kopolimerów w nanowarstwach są od prawie 2 dekad wykorzystywane, w połączeniu z zamianą bloków kopolimeru na inne materiały, jako powierzchniowe szablony do tworzenia nanostruktur różnych materiałów. Stąd do czasu publikacji prac H3 i H7, zarówno typ sieci Bravais uzyskanych powierzchniowych wzorów strukturalnych nanowarstw jak i ich 3-wymiarowy motyw strukturalny (morfologia), były ograniczone do tych charakterystycznych dla struktur domenowych kopolimeru wynikających z minimalizacji entalpii swobodnej podczas samoorganizacji w procesie mikroseparacji faz. Praca H3 opisuje nowatorską metodę tworzenia nanometrycznych siatek nanodrutów o symetrii punktowej i niezmienniczości translacyjnej dowolnej 2-wymiarowej sieci Bravais, poprzez sekwencyjnie nałożenie na siebie kilku warstw kopolimerów z domenami uporządkowanymi kierunkowo przez SS LZA, z metalizowaniem jednej i usuwaniem innej domeny kopolimeru w każdym kroku sekwencji. Z kolei, publikacja H7 opisuje sposób fabrykacji nanowarstw kopolimerów blokowych o całej bibliotece różnorodnych 3-wymiarowych morfologii odmiennych od tych wynikających z samo-organizacji, poprzez zezwolenie na adaptację nakładanych na siebie samorzutnie nanostrukturizowanych warstw kopolimerów. Jest to trzecia droga, pośrednia w porównaniu do znanych strategii tworzenia warstwa-po-warstwie stosów niezależnie uporządkowanych warstw czy metod epitaksjalnego odtwarzania wzoru pierwszej warstwy przez następne. Publikacje H3 i H7 były cytowane 56 i 19 razy, odpowiednio.

Praca H4 (cytowana 24 x) demonstruje utajone porządkowanie narzucone przez krótkotrwałe fototermiczne naprężenia ścinające metody SS LSA w początkowym etapie mikroseparacji faz, które przy dalszej samoorganizacji uzyskiwanej nawet przez standardowe wygrzewanie (czy też LSA) prowadzi do powstania domen kopolimerów o mikrometrycznym uporządkowaniu kierunkowym. Inspirujące są rozważania nad relacją możliwych ścieżek procesów porządkowania na mapie energii morfologii zależnej zarówno od energetycznych kosztów utrzymania międzypowierzchni wykształcających się dopiero w trakcie separacji faz (zależnych od szerokości międzypowierzchni W) jak i kosztów utrzymania defektów w płaszczyźnie warstwy (zależnych od długości korelacji ξ). Skoro samo-organizacja jest regulowana przez porządkowanie zależne od wybranej ścieżki obróbki warstwy kopolimerów, to należałoby zrozumieć lepiej rolę stanów pośrednich jak i przejść między nimi. Stąd inspiracja do publikacji H5 (wykorzystującej LZA, o 23 cytowaniach) omawiającej termiczne aktywowane przejścia od cylindrów: chaotycznie ułożonych do upakowanych heksagonalnie i pionowo, a następnie do ułożonych poziomo. Rozważania nad mapą energii morfologii (self-assembly energy landscape) są rozwinięte w pracy H8, gdzie energia ta zależy nie tylko od postępów separacji (W), porządku w płaszczyźnie warstwy (ξ) ale także od porządku poza płaszczyzną warstwy – parametryzowanego za pomocą frakcji domen prostopadłych f_{perp} . Rozważania te posłużyły do opracowania metody fabrykacji hexagonalnych macierzy pionowo ułożonych cylindrów o wysokim mikrometrycznym uporządkowaniu przez wybór na mapie energii nowej ścieżki obróbki: użycia fototermicznego naprężenia ścinającego (SS LZA) do złamania symetrii i uzyskania uporządkowania w płaszczyźnie warstwy, a następnie zastosowania zwykłej obróbki termicznej prowadzącej do reorientacji cylindrów do kierunku pionowego. Publikacja ta cytowana była 4 razy.

Ponieważ przeszkodą w szerokim stosowaniu nanostrukturizowanych warstw kopolimerów są bardzo długie czasy wygrzewania termicznego potrzebne na osiągnięcie uporządkowania, dlatego przeglądowa praca H6 skupiła się na podsumowaniu podstawowych cech kinetyki samo-organizacji oraz przeglądzie technik przyspieszających porządkowanie cienkich warstw kopolimerów blokowych, z włączeniem współ-wynalezionej przez Habilitanta metody wygrzewania fototermicznego (LZA). Praca ta (cytowana 35 razy) zawiera także porównanie technik eksperymentalnych, pracujących zarówno w przestrzeni rzeczywistej jak i przestrzeni odwrotnej, a służących do oceny stopnia porządku.

Podsumowując, osiągnięcie habilitacyjne dr. Pawła W. Majewskiego jest bardzo ciekawe, znajduje się w jednym z głównych nurtów badań nad miękką materią o dużym potencjale aplikacyjnym. Jako osiągnięcie zgłoszono cykl ośmiu publikacji, najlepszy jaki widziałem poza jednym znanym mi przypadkiem. Jednak w pracy H7 nie znalazłem treści wyrażonej w tytule osiągnięcia. Na szczęście, nawet bez niej cykl ten spełnia warunki zwyczajowe i ustawowe do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. A więc odzwierciedla znaczny wkład dr. Pawła W. Majewskiego w rozwój dyscypliny naukowej nauk chemicznych, zgodnie z wymogami Ustawy.

4. Wnioski

W oparciu o analizę osiągnięcia naukowego dr. Pawła W. Majewskiego pod tytułem - „*Opracowanie i scharakteryzowanie procesu ukierunkowanej samoorganizacji kopolimerów blokowych poddawanych dynamicznemu wygrzewaniu wiązką laserową i ich wykorzystanie do otrzymywania uporządkowanych nanostrukturalnych powłok powierzchniowych*” - określającym powiązanie tematyczne cyklu zgłoszonych 8 prac z wyłączeniem publikacji H7, stwierdzam że to osiągnięcie naukowe stanowi znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny nauk chemicznych. Jestem przekonany, że w połączeniu z pozytywną oceną istotnej aktywności naukowej Habilitanta spełnione są wszelkie kryteria określone w art. 16 Ustawy o stopniach naukowych z dnia 14.03.2003 (Dz. U. z 2017 r. , poz. 1789; w związku z art. 179 ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. zatytułowanej „Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”) oraz wymogi formalne określone w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1.09.2011 (Dz. U z 2011 r., poz. 1165).

W związku z tym wnoszę o dopuszczenie dr. Pawła W. Majewskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Andrzej Budkowski