



**WYDZIAŁ
CHEMII**

Uniwersytet Łódzki

Łódź, dnia 10.02.2025 r.

prof. dr hab. Jarosław Grobelny
Kierownik Katedry Technologii i Chemii Materiałów
Wydział Chemii

Ocena osiągnięcia naukowego, zatytułowanego
"Opracowanie precyzyjnych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych,
w tym odkrycie i opis nowych mezostruktur wielokropelkowych oraz
zrozumienie ich samoorganizacji w mikroprzepływach"
oraz aktywności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej dra Jana
Guzowskiego, ubiegającego się o nadanie stopnia doktora
habilitowanego

Pan dr Jan Guzowski uzyskał tytuł magistra fizyki w 2006 roku, po studiach ukończonych na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Stopień doktora nauk przyrodniczych, o specjalności fizyka teoretyczna, otrzymał w 2010 roku po złożeniu rozprawy zatytułowanej „*Capillary interactions between colloidal particles at curved fluid interfaces*”, wykonanej na Wydziale Matematyki i Fizyki, Uniwersytet w Stuttgarcie (Niemcy) oraz w Instytucie Maxa Plancka Badań nad Metalami (Niemcy). Od listopada 2010 roku do grudnia 2014 roku dr Jan Guzowski był pracownikiem Instytutu Chemii Fizycznej, Polskiej Akademii Nauk zatrudnionym na etacie asystenta. Od stycznia 2015 roku do lipca 2017 roku dr Guzowski przebywał na Uniwersytecie w Princeton, NJ, USA odbywając staż podoktorski. Od sierpnia 2017 roku do chwili obecnej zatrudniony jest na etacie adiunkta w Instytucie Chemii Fizycznej, Polskiej Akademii Nauk. Od 2019 pełni funkcję kierownik zespołu „Miękka Materia Ziarnista i Inżynieria Tkankowa”.

Przedmiotem rozprawy habilitacyjnej dra Jana Guzowskiego jest zwarty, monotematyczny cykl dziesięciu prac, zebrany i przedstawiony do recenzji w postaci autoreferatu pt.: „*Opracowanie precyzyjnych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych, w tym odkrycie i opis nowych mezostruktur wielokropelkowych oraz zrozumienie ich samoorganizacji*”



w mikroprzepływach". Prace będące podstawą rozprawy habilitacyjnej zostały opublikowane we wiodących czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, takich jak: *Lab on Chip* x3, *Soft Matter* x3, *Physical Review Letters* x2, *Advanced Functional Materials*, *Chemical Reviews*.

Prace oznaczone symbolami H1-H6 oraz H8-H10 są pracami oryginalnymi, natomiast praca H7 ma charakter przeglądowy. Sumaryczny IF wszystkich przedstawionych w cyklu prac wynosi 127,6 co daje średnio 12,76 na jedną pracę, a po wyłączeniu pracy przeglądowej A7 wartość ta wynosi 7,12 na jedną pracę. W mojej ocenie jest to wartość bardzo dobra, wszystkie prace zostały opublikowane w renomowanych czasopismach nie budzących uzasadnionych lub nieuzasadnionych podejrzeń związanych z procesem recenzowania i przyjmowania publikacji do druku. Prace cytowane były 396 razy, co świadczy o ich docenieniu przez międzynarodowe środowisko naukowe. Habilitant jest pierwszym lub ostatnim autorem w dziewięciu pracach a autorem korespondencyjnym w sześciu z nich. Merytoryczny udział Kandydata w powstanie prac wieloautorskich został określony i potwierdzony stosownymi oświadczeniami współautorów. Analiza złożonej dokumentacji daje jasny obraz dominującego i znaczącego udziału Habilitanta w powstanie prac stanowiących podstawę recenzowanego wniosku. W prawie wszystkich pracach (wyjątek stanowi praca A6), dr Guzowski jest autorem lub współautorem koncepcji badań i postawionych celów oraz osobą wiodącą przy pisaniu manuskryptów.

Celem przewodnim prac Kandydata, przedłożonych jako osiągnięcie habilitacyjne, było opracowanie precyzyjnych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych, w tym odkrycie i opis nowych mezostruktur wielokropelkowych oraz zrozumienie ich samoorganizacji w mikroprzepływach. Emulsje wielokrotne, które są układami złożonymi z kropeł zawierających mniejsze krople wewnątrz siebie, odgrywają kluczową rolę w wielu dziedzinach, takich jak farmacja, kosmetyka, przemysł spożywczy, chemia materiałowa czy nawet energetyka. Ich unikalne właściwości, takie jak zdolność do sekwencyjnego uwalniania substancji aktywnych, ochrona wrażliwych składników czy możliwość precyzyjnego kontrolowania struktury, sprawiają, że są one niezwykle atrakcyjne dla zaawansowanych zastosowań technologicznych.

Opracowanie precyzyjnych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych ma ogromne znaczenie dla poprawy jakości i funkcjonalności produktów. Dzięki precyzyjnej kontroli nad procesami emulsyfikacji możliwe jest uzyskanie stabilnych, jednorodnych i powtarzalnych struktur, co



jest kluczowe dla przemysłu farmaceutycznego, gdzie emulsje są wykorzystywane do dostarczania leków, czy w przemyśle spożywczym, gdzie służą do poprawy tekstury i trwałości produktów. Ponadto, odkrycie i opis nowych mezostruktur wielokropelkowych otwiera drogę do projektowania materiałów o zupełnie nowych właściwościach, które mogą znaleźć zastosowanie w zaawansowanych technologiach, takich jak inteligentne systemy dostarczania leków, gdzie kontrola nad uwalnianiem substancji aktywnych w czasie i przestrzeni jest kluczowa. Zrozumienie procesów samoorganizacji emulsji w mikroprzepływach to kolejny kluczowy aspekt tego tematu. Mikroprzepływy, czyli technologia manipulowania płynami w skali mikro- umożliwiają niezwykle precyzyjną kontrolę nad procesami fizycznymi i chemicznymi zachodzącymi w emulsjach. Dzięki temu można badać i wykorzystywać zjawiska samoorganizacji, w których krople emulsji spontanicznie układają się w uporządkowane struktury pod wpływem określonych warunków, takich jak zmiany ciśnienia, temperatury czy składu chemicznego. To zrozumienie ma ogromne znaczenie dla rozwoju technologii mikrofluidycznych, które znajdują zastosowanie w medycynie (np. w urządzeniach typu lab-on-a-chip do szybkiej diagnostyki), w badaniach naukowych (np. w modelowaniu układów biologicznych) oraz w przemyśle (np. w produkcji materiałów o precyzyjnie kontrolowanej strukturze).

W kontekście przemysłowym, opracowanie nowych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych może prowadzić do rewolucji w procesach produkcyjnych. Na przykład, w przemyśle kosmetycznym możliwe będzie tworzenie bardziej zaawansowanych formuł, które zapewnią lepszą pielęgnację skóry dzięki kontrolowanemu uwalnianiu składników aktywnych. W przemyśle spożywczym emulsje wielokrotne mogą być wykorzystywane do tworzenia produktów o obniżonej zawartości tłuszczu, ale z zachowaniem pożądanej tekstury i smaku. W energetyce mogą one znaleźć zastosowanie w magazynowaniu i przetwarzaniu energii, np. w postaci emulsji paliwowych.

Ponadto, badania nad emulsjami wielokrotnymi mają również ogromne znaczenie dla nauki podstawowej. Zrozumienie mechanizmów samoorganizacji, stabilności i dynamiki tych układów koloidalnych przyczynia się do poszerzenia stanu wiedzy z zakresu fizyki, chemii i inżynierii materiałowej. Może to prowadzić do odkrycia nowych zjawisk fizykochemicznych, które będą miały zastosowanie w innych dziedzinach, takich jak nanotechnologia, inżynieria biomedyczna czy nawet badania nad nowymi materiałami funkcjonalnymi.



Głównymi osiągnięciami Habilitanta w tej wielowątkowej i interdyscyplinarnej tematyce są (i) opracowanie nowych precyzyjnych i zautomatyzowanych metod wytwarzania mikrokropeł, w tym kropeł wielokrotnych [A1-A3], (ii) odkrycie nowych egzotycznych mezostruktur w emulsjach wielokrotnych i wyjaśnienie mechanizmów ich wewnętrznej samoorganizacji [A2-A4, A10], (iii) opisanie nowych dynamicznych modów niestabilności powierzchniowych prowadzących do powstania emulsji wielokrotnych [A6, A8, A9, A10], (iv) wykorzystanie kropeł wielokrotnych w tworzeniu sieci chemicznych [A5] oraz (v) wykorzystanie gęstych emulsji jako układu modelowego w badaniach nad dynamiką materii międko-ziarnistej w ograniczonych geometriach [A9]. Habilitant opracował nowe eksperymentalne metody samoorganizacji mikrokropeł, w tym zarówno bazując na stałych [A4], jak i pulsacyjnych mikroprzepływach [A1-A3, A5], oraz zaprojektował specyficzne geometrie mikrokanałów w celu powtarzalnego wytwarzania ściśle określonych wielokropelkowych architektur [A2-A5]. Głównym rezultatem badań Autora jest zestaw statycznych i dynamicznych diagramów stabilności struktur wielokropelkowych samoorganizujących się w ograniczonych geometriach [A2-A4, A10] oraz w obecności zewnętrznych pól (np. grawitacyjnych, elektrostatycznych) [A2, A6]. Krytyczny przegląd możliwych zastosowań różnych "topologicznych" architektur o wewnętrznej ziarnistej lub porowatej mikrostrukturze w inżynierii tkankowej został dodatkowo przedstawiony przez Autora w obszernym artykule przeglądowym [A7]. Wszystkie prace opisane zostały w sposób szczegółowy i przejrzysty w autoreferacie stanowiącym dokumentację postępowania habilitacyjnego. Autoreferat zawiera wiele rysunków pozwalających zrozumieć drogę postępowania na etapie projektowania, wytwarzania i badania emulsji wielokrotnych. Omawiana tematyka badawcza ma ogromne znaczenie zarówno dla nauki, jak i przemysłu. Łączy w sobie aspekty technologiczne, ekonomiczne i środowiskowe, a jej rozwój może prowadzić do powstania nowych generacji materiałów i technologii, które będą miały wpływ na wiele dziedzin życia. Badania nad emulsjami wielokrotnymi i ich samoorganizacją w mikroprzepływach to obszar o ogromnym potencjale innowacyjnym, który może przynieść przełomowe odkrycia i zastosowania w przyszłości.

Poza pracami przedstawionymi w cyklu habilitacyjnym, dr Jan Guzowski może poszczycić się dorobkiem publikacyjnym wynoszącym - łącznie 16 prac (w tym 12 po doktoracie) opublikowanych w dobrych i bardzo dobrych czasopismach z listy JCR o zasięgu międzynarodowym. O randze czasopism świadczyć może sumaryczny *Impact Factor* publikacji, który wynosi 222, co średnio daje 8,5 punktu na jedną pracę. Pomimo tego, że



pierwsza praca ukazała się dopiero w 2008 roku, a większość pochodzi z ostatnich lat to liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science wynosi 862 (bez autocytowań: 816), Index Hirscha wynosi 14. Jest to bardzo dobry prognostyk na najbliższe lata, w których to liczba cytowań z pewnością będzie dynamicznie przyrastać. Przedstawione dane naukometryczne świadczą o tym, że prace Kandydata są wysoko oceniane przez środowisko naukowe a on sam jest doświadczonym badaczem. Habilitant wielokrotnie prezentował swoje osiągnięcia na konferencjach krajowych i zagranicznych, sześciokrotnie były to wykłady na zaproszenie. Bardzo pozytywnie wyróżnia się aktywność Kandydata w recenzowaniu prac przesyłanych do renomowanych czasopism o zasięgu międzynarodowym, łączna liczba przygotowanych recenzji to 75.

Na szczególną uwagę zasługuje również aktywność Kandydata związana z uczestnictwem w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Dr Jan Guzowski ośmiokrotnie pełnił rolę kierownika projektów, a jednocześnie zarządzał zespołami, które je realizowały. Aktywność grantowa świadczy z jednej strony o umiejętności prowadzenia prac naukowo-badawczych w sposób uporządkowany, poddany rygorowi czasowemu narzuconemu przez ramy projektów. z drugiej strony świadczy o uznaniu proponowanych pomysłów naukowych zawartych we wnioskach grantowych w oczach recenzentów. Aktywność w pozyskiwaniu i realizacji projektów, w mojej ocenie bardzo dobrze świadczy o kandydacie na samodzielnego pracownika naukowego.

Habilitant swoje pomysły i osiągnięcia naukowe wdraża również w życie społeczno-gospodarcze, w postaci 3 współautorskich patentów oraz 3 zgłoszeń patentowych, w tym 2 europejskich. Od września 2024 roku jest w trakcie rejestracji spółki spin-off Living Networks sp. z o.o. jako współzałożyciel wspólnie z IChF PAN. Celem spółki jest opracowanie nowatorskiej, wysokowydajnej i precyzyjnej technologii do badań przedklinicznych leków na unaczynionych mikrotkankach ludzkich hodowanych wewnątrz chipów mikroprzepływowych. Na tym tle mniej imponująco wygląda dorobek dydaktyczny, co jednak jest uzasadnione pracą w jednostce o charakterze naukowym a nie dydaktyczno-naukowym. Bardzo istotnym jest natomiast, że Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej:

(1) Uniwersytet w Sewilli, Wydział Fizyki, 11-14.7.2010.



(2) Narodowy Uniwersytet Tajwański, 7-14.12.2013.

(3) Uniwersytet w Princeton, NJ, USA, 1.1.2015-31.7.2017.

Podsumowując wszystko co zostało wyżej napisane, stwierdzam, że dr Jan Guzowski zgromadził znaczący, oryginalny i interesujący dorobek naukowy, jest dojrzałym, samodzielnym naukowcem o sprecyzowanych horyzontach naukowych. Jego dorobek naukowy należy uznać za bardzo wartościowy i wnoszący ważny wkład w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych. Materiał przedstawiony jako rozprawa habilitacyjna spełnia w mojej opinii wszelkie kryteria formalne i zwyczajowe stawiane tego rodzaju rozprawom, w szczególności przez ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dn. 20 lipca 2018 roku, **oceniam go pozytywnie i wnioskuję o dopuszczenie dr. Jana Guzowskiego do dalszych etapów postępowania habilitowanego.**

Z wyrazami szacunku

Jarosław Grobelny

