



UNIwersytet
Warszawski

Wydział Chemii



Warszawa, 24 styczeń 2025

Prof. dr hab. Wojciech Dzwolak

wdzwolak@chem.uw.edu.pl

Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski

Recenzja dorobku naukowego w postępowaniu w sprawie nadania dr. Janowi Guzowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne

Przedstawiona poniżej Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo Z-cy Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Chemii Fizycznej PAN z dnia 16 grudnia 2024 (pismo nr. SRN.432.4.2024) w oparciu o dostarczone przez Instytut materiały.

Sylwetka Habilitanta: dotychczasowy przebieg kariery naukowej.

Dr Jan Guzowski jest absolwentem Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie w roku 2006 uzyskał tytuł magistra broniąc pracę dyplomową „*Współczynnik dyfuzji sferycznej cząstki Browna w zawieszinie sztywnych prętów*” wykonaną pod kierunkiem prof. Bogdana Cichockiego na specjalności Fizyka Teoretyczna. Następnie, już jako stypendysta szkoły doktorskiej International Max Planck Research School for Advanced Materials, Jan Guzowski dołączył do zespołu prof. Siegfrieda Dietricha w Instytucie Maxa Plancka Badań nad Metalami w Stuttgarcie, gdzie zajmował się teorią miękkiej materii skondensowanej. Jego studia doktoranckie zostały uwieńczone obroną na ocenę bardzo dobrą rozprawy „*Capillary interactions between colloidal particles at curved fluid interfaces*” i uzyskaniem stopnia Doktora Nauk Przyrodniczych w 2010 r. (Wydział Matematyki i Fizyki Uniwersytetu w Stuttgarcie, oraz Instytut Maxa Plancka Badań nad Metalami).

Swój pierwszy staż podoktorski dr Guzowski rozpoczął w grupie prof. Piotra Garsteckiego w Instytucie Chemii Fizycznej PAN. Kolejne lata jego pracy w Zespole Mikrofluidyki i Płynów Złożonych IChF PAN okazały się być niezwykle produktywne: w okresie 2010 r. – 2014 r. uzyskał on nie tylko prestiżowe granty (m.in. Iuventus Plus, FNP Homing Plus), ale przede wszystkim szereg bardzo ważnych wyników badawczych z zakresu mikrofluidyki i fizykochemii cieczy opublikowanych w pracach stanowiących część cyklu „*Opracowanie precyzyjnych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych, w tym odkrycie i opis nowych mezostruktur wielokropelkowych oraz zrozumienie ich samoorganizacji w mikroprzepływach*” będącego przedmiotem tej recenzji.

W 2017 roku - po kolejnym, dwuletnim stażu podoktorskim w grupie prof. Howarda A. Stone'a na Uniwersytecie Princeton - dr Guzowski powrócił do IChF PAN by, jako laureat programu First Team FNP, realizować tam projekt „*New Applications of Droplet Microfluidics: From Biomimetics To Tissue Engineering*”. Od 2019 roku Habilitant jest Kierownikiem Zespołu Miękkiej Materii Ziarnistej i Inżynierii Tkankowej IChF PAN.

Ocena osiągnięcia naukowego

Na przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie naukowe składa się cykl dziesięciu prac ([A1..A10]) opublikowanych w latach 2011-2022 w bardzo dobrych i doskonałych czasopismach naukowych (*Lab on a Chip*, *Soft Matter*, *Physical Review Letters*, *Advanced Functional Materials*, *Chemical Reviews*).

Do otwierającej cykl pracy *Automated high-throughput generation of droplets* ([A1]) dr Guzowski (pierwszy autor) wniósł istotny wkład już na etapie rozwoju pierwotnej koncepcji automatycznego generowania kropli w układach o zwielokrotnionej przepustowości (autorstwa prof. Garsteckiego), jak również na etapie budowy i optymalizacji instrumentarium eksperymentalnego (wg. zgodnych stwierdzeń Habilitanta i jego współautorów). Należy podkreślić, iż zaangażowanie dra Guzowskiego w rozwój metodologii badań mikrofluidycznych (m.in. projektowanie chipów, dobór płynów, etc.), a zwłaszcza opracowywanie automatycznych metod precyzyjnego wytwarzania mikrokropli miało swój bardzo istotny udział w powstaniu kolejnych prac cyklu - w szczególności: [A2], [A3], [A4] i [A10].

Udoskonalenie podejść eksperymentalnych stało się dla Habilitanta punktem wyjścia m.in. do uzyskania przez niego bardzo ważnego wyniku badawczego: odkrycia egzotycznych liniowych struktur wielokropelkowych nazwanych przez niego wielokrotnymi kroplami Janusa opisanymi (wraz z ich ogólną fenomenologią, teoretycznym modelem i diagramami stabilności) w pracy *The Structure and Stability of Multiple Micro-Droplets* ([A2]), w której dr Guzowski jest pierwszym i jednym z dwóch korespondujących autorów. Z kolei, w bardzo ciekawej pracy *Custom Tailoring Multiple Droplets One-by-One* [A3] dr Guzowski przedstawia realizację swojej autorskiej koncepcji: napędzanej siłami kapilarnymi samoorganizacji liniowych, wielokrotnych kropli rdzeń-powłoka w struktury dwu- i trójwymiarowe. Formułując ogólne zasady rządzące tym procesem Habilitant wykazał m.in., że topologia powstających w takim samoorganizującym się układzie połączeń kropli podlega kinetycznej kontroli (a mianowicie: zależy od historii ich przegrupowań).

W opublikowanej w prestiżowym *Physical Review Letters* pracy [A4] - *Exploring the Phase Space of Soft Mesoscale Atoms* (praca wyróżniona przez edytora PRL; dr Guzowski jest pierwszym i zarazem korespondującym autorem) przedstawiono mechanizm odpowiadający za zaskakującą stochastyczność samoorganizacji mezostruktur, w którym główną rolę odgrywa metastabilność deformujących się kropli. Fundamentalny wkład Habilitanta do tej pracy to m.in. analityczne wyprowadzenie teoretycznego modelu tego zjawiska. Problemowi metastabilności egzotycznych mezostruktur w emulsyjnych układach dwuskładnikowych poświęcona jest również praca *Double-Step Emulsification Device for Direct Generation of Double Emulsions* ([A8]), w której Habilitant stawia popartą analitycznym modelem tezę o roli „opóźnionej niestabilności” w uwalnianiu ziarnistych kropli ze strugi tworzącej się w złączu mikroprzepływowym.

Mechanizmami odpowiadającymi za niestabilność powierzchniową w emulsjach wielokrotnych dr Guzowski zajmował się również w pracach *Electric Field Assisted Microfluidic Platform for Generation of Tailorable Porous Microbeads as Cell Carriers for Tissue Engineering* ([A6]), *Stochastic Jetting and Dripping in Confined Soft Granular Flows* ([A9]), oraz *From Dynamic Self-Organization to Avalanching Instabilities in Soft-Granular Threads* ([A10]). Zamysłem kolejnej opublikowanej w *Physical Review Letters* pracy [A9] (dr Guzowski jest korespondującym autorem) było wykorzystanie gęsto upakowanych emulsji jako modelowych materiałów miękkoziarnistych do badania kolektywnego zachowania się upakowanych ziaren w przepływie w ograniczonych geometriach. Kluczowym walorem tej pracy jest wykazanie istnienia nieznanych wcześniej stochastycznych modów powstawania ziarnistych strug i zaproponowanie mechanizmów ich rozpadu na krople w ośrodkach miękkoziarnistych poddanych ogniskowaniu zewnętrznym przepływem. Wreszcie, w ostatniej wchodzącej do przedstawionego do oceny cyklu pracy ([A10]), przedstawione jest nietypowe zachowanie się i wewnętrzna architektura kropli wielokrotnych powstających w warunkach silnego współprzepływu (ang. *co-flow*). Habilitant opisuje tu nieznanе dotychczas aspekty niestabilności tych układów i analizuje je w oparciu o własny model teoretyczny. Co istotne, praca ta sugeruje, iż regułom samoorganizacji kapilarnej ziarnistych strug mogą podlegać inne typy miękkich "ziaren", takich jak, gazowe mikropęcherzyki czy mikrożele, wykorzystywane potencjalnie w inżynierii biomateriałów.

Jakkolwiek Habilitant skupia swoje zainteresowania i wysiłki poznawcze na fundamentalnych kwestiach fenomenologii i metodologii badań samoorganizujących się emulsji wielokrotnych, w przedstawionych do oceny pracach nie brakuje inspiracji ku potencjalnym zastosowaniom tych układów. W tym kontekście należy wspomnieć bardzo ciekawą, poświęconą komunikacji chemicznej w sieciach kropli, pracę *Microfluidic Platform for Reproducible Self-Assembly of Chemically Communicating Droplet Networks with Predesigned Number and Type of the*

Communicating Compartments ([A5]), w której uzyskaną mikrofluidycznie kompartmentalizację sprzęgnięto z biegnącą w wodnych domenach trójfazowego układu reakcją oscylacyjną Biełousowa-Żabotyńskiego w celu śledzenia kierunkowości propagacji sygnału chemicznego.

Wśród dziesięciu prac cyklu jest również przeglądowy artykuł *Microfluidic Formulation of Topological Hydrogels for Microtissue Engineering* ([A7]) opublikowany w prestiżowym *Chemical Reviews* (dr Guzowski jest ostatnim, korespondującym autorem), w którym przedstawiono w zwięzły i ciekawy sposób analizę możliwych topologii dla wybranych przypadków wielokrotnych kropli.

Tematyka prac cyklu „*Opracowanie precyzyjnych metod wytwarzania emulsji wielokrotnych, w tym odkrycie i opis nowych mezostruktur wielokropelkowych oraz zrozumienie ich samoorganizacji w mikroprzepływach*” wpisuje się w bardzo dynamicznie rozwijający się nurt współczesnej chemii fizycznej. Dr Guzowski miał w ich powstaniu kluczowy, niejednokrotnie wręcz „sprawczy” udział – jako współtwórca koncepcji badań, twórca modeli teoretycznych, często eksperymentator i projektant rozwiązań instrumentalnych, współautor manuskryptów, autor korespondujący, wreszcie grantobiorca samodzielnie i skutecznie zabiegający o finansowanie tych badań. O randze i jakości naukowej tych prac świadczy najlepiej prestiż czasopism, w których zostały opublikowane (wskazany w materiałach sumaryczny IF prac A1..A10 wynosi 127,6 przy całkowitej liczbie ich cytowań 396). Nie ulega wątpliwości, że Habilitant wniósł swym, poddanym tu ocenie, dorobkiem znaczący i doceniony przez środowisko naukowe wkład w rozwój dyscypliny. Wydaje się, że w sukcesach badawczych dra Guzowskiego niebagatelną rolę odgrywa nieco nietypowa ścieżka jego „metodologicznej ewolucji”: od teoretyka do eksperymentatora (a nawet inżyniera projektującego aparaturę badawczą).

Ocena pozostałego dorobku naukowego

Poza omówionymi wyżej, a wchodzącymi w skład cyklu „*Opracowanie precyzyjnych metod*..” pracami dr Guzowski ma na swoim koncie kilkanaście artykułów naukowych trzymających się zbliżonej do mikrofluidyki tematyki; wśród nich również w prestiżowych czasopismach, takich jak *Angewandte Chemie* (Wiley), czy *Journal of Materials Chemistry B* (RSC). Całkowita liczba cytowań bez autocytowań wszystkich jego prac na chwilę składania materiałów do postępowania wynosiła 816 przy indeksie Hirscha równym 14. Habilitant prezentował rezultaty swoich badań na wielu istotnych konferencjach (w tym sześć wykładów zaproszonych) był laureatem grantów Narodowego Centrum Nauki OPUS (2) i SONATA, programu First Team i

Homing Plus Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, oraz Iuventus Plus (3) MNiSW. Habilitant odbył szereg staży badawczych w zagranicznych instytucjach (m.in. Princeton University, National Taiwan University). Uznanie dla kompetencji dra Guzowskiego wyraża się również w jego aktywności jako recenzenta w czasopismach naukowych takich jak *Physical Review Letters* (16 recenzji!), *Lab on Chip*, *Physical Review E*, *Soft Matter*, *Angewandte Chemie*, etc.

Obszerne portfolio dra Guzowskiego obejmuje patenty (3) i zgłoszenia patentowe (3), wdrożenia technologiczne, kierowanie projektem badawczo-rozwojowym w ramach programu "Inkubator Rozwoju" MNiSW, jak również opiekę nad pracami magisterskimi (2) i doktorskimi (7). Wreszcie, jako popularyzator nauki, dr Guzowski udzielał wywiadów radiu RDC czy też brał udział w konkursie INTER Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej.

Wniosek końcowy

Całokształt omówionych tu dokonań Habilitanta - zarówno tych ściśle naukowych (w szczególności przedstawione do oceny osiągnięcie), jak i na rzecz środowiska naukowo-akademickiego - prowadzą mnie do jednoznacznej konkluzji, iż **dr Guzowski jest wybitnym, samodzielnym badaczem, którego dorobek i postawa w pełni spełniają wszystkie ustawowe wymagania stawiane habilitacjom (art. 219 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20.07.2018).**

Wnoszę o dopuszczenie dr. Jana Guzowskiego do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.

