

Prof. dr hab. inż. Ludomira Granicka
Instytut Biocybernetyki
i Inżynierii Biomedycznej im. M. Nałęcz
Polskiej Akademii Nauk
ul. Księcia Trojdena 4
02-109 Warszawa

Warszawa, dnia 3 czerwca 2025 r.

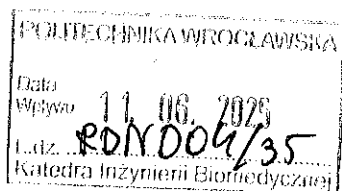
RECENZJA

Recenzja została sporządzona w związku z pismem nr RDND04/23/2025 z dnia 7 kwietnia 2025 roku o powierzeniu mi funkcji recenzenta w komisji habilitacyjnej powołanej przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna Politechniki Wrocławskiej, w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria biomedyczna dr. Miladowi Salimibani.

Pan dr Milad Salimibani swoją aktywność zawodową związał od 2022 roku z Katedrą Optyki i Fotoniki, Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej: w latach 2022-2024 w ramach post-doc., a od roku 2024 jako adiunkt.

Zainteresowania naukowe dr Milada Salimibani koncentrują się na zjawiskach związanych z hipertermią w aspekcie ich modelowania i symulacji oraz budowy i konfiguracji układu hipotermii mikrofalowej, a także weryfikacji eksperymentalnej. Prace Habilitanta skupiały się m.in. na zbadaniu potencjału nowych nanocząstek magnetycznych (MNP) dla celów ulepszenia rozwiązań w uzyskiwaniu hipertermii i dostarczaniu leków. Celem optymalizacji parametrów, trudnych do oceny eksperymentalnej Habilitant prowadził prace nad modelowaniem i symulacją hipertermii przy użyciu metody elementów skończonych (FEM).

Po doktoracie, poza publikacjami wskazanymi w osiągnięciu naukowym, Pan dr Milad Salimibani jest współautorem 6 artykułów z listy JCR o łącznym współczynniku wpływu



35,37 (średni współczynnik wpływu 5,895), z których w trzech jest pierwszym, drugim lub trzecim autorem.

Pan Milad Salimibani brał udział, jako główny badacz w trzech projektach badawczych, które rozpoczęły się przed uzyskaniem stopnia doktora, a zakończyły się po jego uzyskaniu, a także w jednym projekcie po uzyskaniu stopnia doktora, wspieranych przez Irański Uniwersytet Nauki i Technologii (Iran University of Science and Technology) w ramach stypendium badawczego. Ponadto w latach 2022-2024 partycypował w projekcie Katedry Optyki i Fotoniki Politechniki Wrocławskiej jako doradca oraz brał udział w projekcie NCN OPUS, w którym był zatrudniony na stanowisku post-doc.

Dr Milad Salimibani był wykładowcą na Irańskim Uniwersytecie Nauki i Technologii od września 2019 r. do lipca 2021 r. Ponadto prowadził kursy dydaktyczne, w tym biomedyczne w Polsce. Pan Doktor był promotorem pomocniczym jednego obronionego doktoratu.

Jako osiągnięcie naukowe zatytułowane „Advanced approaches to overcome challenges in magnetic nanoparticle and microwave hyperthermia for cancer treatment optimization” (przetłumaczone w autoreferacie na język polski jako: „Zaawansowane metody w pokonywaniu wyzwań dotyczących hipertermii indukowanej nanocząsteczkami magnetycznymi i mikrofalami w celu optymalizacji leczenia nowotworów”) Pan dr Milad Salimibani przedstawił cykl dwudziestu dwóch powiązanych tematycznie publikacji z listy JCR o łącznym współczynniku wpływu 133,01. W cyklu tym jego nazwisko wymienione jest na różnych pozycjach (w jednym artykule jest drugim autorem, w trzech artykułach – trzecim, w jednym artykule – czwartym, w pięciu artykułach – piątym, w ośmiu artykułach – szóstym, w trzech – siódmym oraz w jednym – ósmym autorem). Habilitant w większości prac był odpowiedzialny za koncepcję wstępnych założeń, a jako lider zespołu zajmującego się aspektem hipertermii, odgrywał rolę w tworzeniu podstaw projektu, prowadząc szereg eksperymentów związanych z hipertermią i analizując dane eksperymentalne. Ponadto przeprowadzał symulacje w celu interpretacji danych oraz zajmował się opracowaniem trójwymiarowego modelu guza.

Wszystkie artykuły powstały we współpracy międzynarodowej z wieloma zagranicznymi ośrodkami badawczymi, m.in: Uniwersytetem Kentucky, Uniwersytetem Medycznym w Teheranie, Irańskim Uniwersytetem Nauki i Technologii, Uniwersytetem Koreańskim w Seulu, Uniwersytetem Macquarie w Sydney oraz Uniwersytetem Federalnym Sao Carlos w Brazylii. W załączonej dokumentacji, dotyczącej dorobku naukowego

Habilitanta znajdują się poświadczenia współautorów opublikowanych prac, z których wynika, że w pracach bezpośrednio dotyczących tematyki osiągnięcia naukowego jego udział jest przeważający.

Przedstawione przez Pana Doktora w ramach osiągnięcia naukowego publikacje (oznaczone w autoreferacie literą H oraz liczbą porządkową) podnoszą problemy związane z nanocząstkami magnetycznymi przeznaczonymi głównie do wspomagania hipertermii dla celów terapeutycznych.

Jako czynniki, które utrudniają skuteczne i bezpieczne wykorzystanie MNP w terapii przeciwnowotworowej wymieniane są: niewystarczająca rozpuszczalność, ograniczona biokompatybilność, nierównomierny rozkład ciepła oraz skłonność do agregacji, co stanowi asumpt do podjęcia prac nad polepszeniem tych parametrów [H1,H2, H5,H6, H13, H19] .

W hipertermii wspomaganej przez nanocząstki magnetyczne istotna jest dystrybucja ciepła w masie nowotworowej. W związku z tym, że tradycyjne systemy oparte na MNP często prowadzą do niejednorodnego nagrzewania heterogenicznych struktur nowotworowych o zmiennym przepływie krwi, mogącym rozpraszać ciepło, dąży się do optymalizacji rozkładu MNP, wykorzystując modelowanie złożoności związanych z gęsto unaczynionymi tkankami nowotworowymi oraz metodami wstrzykiwania przy zastosowaniu symulacji metodą elementów skończonych (FEM) [H3, H10]. Celem prac z tym związanych było uzyskanie bardziej jednolitego profilu temperatury, albo spowodowanie znacznie większych uszkodzeń komórek nowotworowych.

Symulacja hipertermii magnetycznych nanocząstek wykonywana na trójwymiarowym modelu guza skonstruowanym na podstawie obrazu z tomografii komputerowej struktur guza, wskazuje, że stosowanie różnych wartości parametrów wstrzyknięcia MNP do tkanki guza, takich jak szybkość wstrzyknięcia, czas wstrzyknięcia i objętość nanopłynu, jest sposobem na osiągnięcie wyższej frakcji uszkodzeń komórek guza.

Aby umożliwić wykorzystanie hipertermii opartej na MNP stosowane są hydrożele nanokompozytowe jako nośniki dla nanocząstek. Hydrożele mogą tu pełnić różne funkcje, takie jak: zwiększenie rozpuszczalności, stabilizacja dyspersji oraz umożliwienie kontrolowanego uwalniania MNP. Habilitant opracował wstępne koncepcje oraz kierował syntezą i oceną kilku innowacyjnych matryc hydrożelowych, w tym matryc na bazie kompozytów pektynowo-tragakanowych [H5], chitozanowo-fibroinowych [H2] oraz alginianu i kwasu taninowego [H14], które zapewniały optymalne warunki dla bezpiecznej i długotrwałej dyspersji MNP w kontekście zastosowań hipertermicznych.

Agregacja nanocząstek magnetycznych również stanowi pewne ograniczenie skuteczności ich działania poprzez zmniejszenie powierzchni efektywnej kontaktu oraz reaktywności magnetycznej. Agregacja osłabia zdolność cząstek do reagowania na zmienne pole magnetyczne oraz ogranicza ich ruch w obrębie tkanek nowotworowych, utrudniając wdrażanie terapii celowanych. W ramach rozwiązania problemu agregacji MNP zastosowano ich modyfikację polimerami wraz z immobilizacją w hydrożelach, stosując hydrożele na bazie gumy tragakantowej oraz nanokompozyty magnetyczne z gumy ksantanowej i fibroiny jedwabnej, które skutecznie utrzymują dyspersję cząstek i hamują agregację w warunkach fizjologicznych [H8, H9, H12].

Habilitant partycypował w wytworzeniu innych nanokompozytów, pozwalających na efektywną generację ciepła w zmiennym polu magnetycznym [H6, H11]; uczestniczył w pracach nad oceną skuteczności hipertermii trój- i czteroskładnikowych systemów hydrożelowych o podwyższonej stabilności biologicznej [H15, H17, H20]. Ponadto partycypował w pracach nad poprawą biogodności MNP dzięki enkapsulacji w wybranych hydrożelach [H5, H9, H11]; nad podwyższeniem rozpuszczalności, dyspersji i stabilności MNP [H2, H4, H16] oraz wykorzystaniu ciepła z hipertermii do poprawy penetracji leków w czasie [H7, H11, H14, H21, H22]. Prace, w których partycypował Habilitant obejmują również zastosowanie hipertermii wspomaganą obrazowaniem MRI, co daje możliwość precyzyjnej regulacji termicznej [H17, H18].

Celem wiodącym badań Habilitanta jest uzyskanie prognozowania i zarządzania rozkładem ciepła w złożonych środowiskach nowotworowych, w czym kluczowe znaczenie może mieć zastosowanie metod numerycznych opartych na metodzie elementów skończonych oraz trójwymiarowym modelowaniu nowotworów, co w połączeniu z technikami monitorowania w czasie rzeczywistym, takimi jak rezonans magnetyczny, może pozwalać na adaptacyjne modyfikowanie parametrów leczenia.

Wypracowanie zestawu optymalnych technik przez Habilitanta, może posłużyć jako przewodnik do projektowania parametrów dla dalszych badań.

Uzyskane wyniki prac z cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe wskazują, że obrany przez Habilitanta kierunek prowadzi do pozyskania wartościowych wyników z obszaru inżynierii biomedycznej.

Nie ulega wątpliwości, że naukowa aktywność Dr. Milada Salimibani ugruntowuje jego pozycję naukową.

Podsumowanie dorobku Habilitanta

Podsumowując, osiągnięcia Habilitanta stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria biomedyczna, odpowiadając wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. z 2024r. poz. 1571).

Wniosek końcowy

W mojej opinii Pan dr Milad Salimibani jest w pełni ukształtowanym pracownikiem naukowym, spełniającym wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego i powinien być dopuszczony do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

