



POLITECHNIKA WARSZAWSKA

WYDZIAŁ CHEMICZNY

Katedra Biotechnologii Medycznej

Prof. dr hab. inż. Michał Chudy

ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa

Tel. 22 234 5825

e-mail: michal.chudy@pw.edu.pl

Warszawa, 24 czerwca 2025 r.

**OCENA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH ORAZ POZOSTAŁEGO
DOROBKU PODLEGAJĄCEGO OCENIE W POSTĘPOWANIU O NADANIE
STOPNIA DOKTORA HABILITOWANEGO
DR. MILADOWI SALIMIBANIEMU
W DZIEDZINIE NAUK INŻYNIERYJNO-TECHNICZNYCH
W DYSCYPLINIE INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA**

Niniejsza opinia stanowi formalną recenzję dorobku naukowego i działalności organizacyjnej dr. Milada Salimibaniego w związku z jego wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Opinia ta sporządzona została zgodnie z wymogami Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z 2018 r., z późn. zm. oraz właściwego regulaminu Politechniki Wrocławskiej, uwzględniając w szczególności ocenę przedstawionego osiągnięcia naukowego (cyklu spójnych tematycznie publikacji), całokształtu dorobku Kandydata (publikacje, wystąpienia konferencyjne, monografie, cytowania etc.), aktywności w różnych ośrodkach naukowych, udziału w projektach badawczych, nagród oraz działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej. Ocena została przygotowana w oparciu o zestaw wymienionych poniżej dokumentów przestanych mi w wersji elektronicznej:

1. Wniosek Kandydata do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Biomedyczna Politechniki Wrocławskiej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.
2. Dane wnioskodawcy (w języku polskim).
3. Kopia dokumentu potwierdzającego nadanie stopnia doktora (w językach: perskim i angielskim) wraz z tłumaczeniem przysięgłym w języku polskim.
4. Autoreferat (w języku polskim i angielskim)
5. Wykaz osiągnięć (w języku polskim i angielskim)
6. Oświadczenia współautorów w języku angielskim
7. Zbiorczy dokument zawierający publikacje wchodzące w skład cyklu.

Pan dr Milad Salimibani przedłożył Radzie Doskonałości Naukowej RDN wniosek o wszczęcie postępowania habilitacyjnego wraz z dokumentacją niezbędną do przeprowadzenia postępowania. Jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego **Pan dr Milad Salimibani wskazał cykl 22 publikacji naukowych zatytułowany „Advanced approaches to overcome challenges in magnetic nanoparticle and microwave hyperthermia for cancer treatment optimization”**, co w tłumaczeniu na język polski brzmi „Zaawansowane metody w pokonywaniu wyzwań dotyczących hipertermii indukowanej nanocząsteczkami magnetycznymi i mikrofalami w celu optymalizacji leczenia nowotworów”. Na tej podstawie RDN wszczęła postępowanie habilitacyjne, uznając Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna w Politechnice



1

Wrocławskiej za właściwą do przeprowadzenia tego postępowania. Rada Naukowa Dyscypliny na podstawie Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” powołała komisję habilitacyjną, w której powierzyła mi funkcję recenzenta wniosku. Na podstawie analizy pełnej dokumentacji wniosku dr. Salimibaniego stwierdzam, że spełnia ona wszystkie formalne i merytoryczne kryteria do uzyskania przez Kandydata stopnia doktora habilitowanego.

Informacje ogólne o Kandydacie

Pan dr Milad Salimibani studia pierwszego stopnia ukończył na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Uniwersytetu w Isfahanie (Iran), następnie obronił pracę magisterską *"Analysis of aorta vessel with Functionally Graded Materials"* (2014 r) i pracę doktorską *"Study on the effects of nanoparticle's concentration, injection velocity on hyperthermia's proces"* (2021 r) na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Iran University of Science and Technology, co było podstawą do nadania mu stopnia doktora w dziedzinie inżynierii biomedycznej i biomechaniki. W latach 2017 – 2021 był kierownikiem oraz menadżerem regionalnym w irańskiej firmie IRIC. W latach 2018-2019 w ramach programu ERASMUS MC zatrudniony był w Katedrze Onkologii Radiacyjnej Uniwersytetu w Rotterdamie, po czym na kolejne dwa lata wrócił do Iranu na stanowisko wykładowcy w Katedrze Inżynierii Mechanicznej Iran University of Science and Technology. Od 2022 roku związany jest zawodowo z Politechniką Wrocławską, w której w latach 2022-2024 odbył staż podoktorski w Katedrze Optyki i Fotoniki na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki, a od 2024 r. zajmuje w tej Katedrze stanowisko adiunkta badawczego.

Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego

Głównym osiągnięciem naukowym przedstawionym przez dr. Milada Salimibaniego jest cykl **22 powiązanych tematycznie publikacji naukowych z zakresu inżynierii biomedycznej**, w szczególności nowatorskich metod terapii nowotworów z wykorzystaniem hipertermii. Taki cykl publikacji stanowi dopuszczalną podstawę nadania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z obowiązującymi przepisami. Tematyka badawcza podjęta przez Habilitanta lokuje się na pograniczu bardzo dynamicznie rozwijających się obszarów nauki - nanotechnologii, inżynierii materiałowej oraz medycyny, jednocześnie bardzo dobrze wpisując się w dyscyplinę „inżynieria biomedyczna”.

Cykl spójnych tematycznie artykułów naukowych obejmuje 22 prace, opublikowane w latach 2021–2025 w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. Zgodnie z przedstawioną dokumentacją, publikacje te ukazały się w czasopismach naukowych o wysokim współczynniku oddziaływania (IF), takich jak *Carbohydrate Polymers* (IF 11,2), *Scientific Reports* (IF 4,4), *International Journal of Biological Macromolecules* (IF 8,2) czy *Computer in Biology and Medicine* (IF 7,7) a najwyższy IF wśród nich sięga aż **20,3** – publikacja w czasopiśmie *Coordination Chemistry Reviews*.

Łączny współczynnik oddziaływania wszystkich 22 publikacji wynosi **136,2**, a suma ich punktacji ministerialnej (MNIŚW/MEIN) to **1980 punktów**, co oznacza średnio ok. **90 pkt na publikację** – jest to świadectwo wysokiej jakości naukowej tych prac, również w świetle krajowych kryteriów oceny. Warto podkreślić, że wszystkie te artykuły zostały opublikowane w uznanych czasopismach z listy JCR.


Pod względem merytorycznym, **cykl 22 publikacji dr. Salimibaniego stanowi bardzo obszerny (jak na wnioski habilitacyjne) spójny, wysoce specjalistyczny wkład w rozwój metod terapii przeciwnowotworowej opartej na hipertermii**. Hipertermia onkologiczna polega na celowym podniesieniu temperatury wewnątrz tkanki nowotworowej do poziomu powodującego niszczenie komórek nowotworowych, przy jednoczesnym oszczędzeniu zdrowych tkanek otaczających guz. Komórki nowotworowe wykazują zwiększoną wrażliwość na ciepło – wzrost temperatury prowadzi do denaturacji ich białek, uszkodzeń struktur komórkowych oraz pobudzenia odpowiedzi immunologicznej przeciwko guzowi. Tradycyjne metody ogrzewania (np. fale radiowe lub mikrofałe) pozwalają na niszczenie nowotworów, jednak ich skuteczność ogranicza nieselektywne rozpraszanie energii w tkankach, przez co mogą powodować uszkodzenia zdrowych organów otaczających zmianę. Wprowadzenie do terapii nowotworów nanocząstek magnetycznych (MNP) stanowi znaczny postęp

2


w zwiększeniu selektywności hipertermii – **MNP działają jak lokalne źródła ciepła**, które można zdalnie ogrzać polem elektromagnetycznym, dostarczając energię termiczną bezpośrednio do guza z minimalną inwazyjnością całej procedury. Nanocząstki magnetyczne wykorzystywane w hipertermii to najczęściej specjalnie zaprojektowane nanokrystaliny (np. magnetytu Fe_3O_4), które pod wpływem zewnętrznego zmiennego pola magnetycznego o odpowiedniej częstotliwości lub fal elektromagnetycznych (np. mikrofal) rozpraszają energię w postaci ciepła. Dzięki magnetycznemu sterowaniu nanocząstki te mogą być skoncentrowane w obrębie zmiany nowotworowej, co pozwala na precyzyjne ukierunkowanie ogrzewania guza przy znikomym wpływie na tkanki zdrowe. MNP mogą gromadzić się selektywnie w guzie dzięki mechanizmom pasywnego wynacznienia i retencji (efekt EPR) oraz aktywnego celowania – funkcjonalizacja nanocząstek ligandami (np. przeciwciałami) sprawia, że łączą się one z receptorami występującymi głównie na komórkach nowotworowych. Taka specyficzność akumulacji w tkance nowotworowej jest kluczowa dla zwiększenia efektywności terapii hipertermicznej i ograniczenia ryzyka uszkodzeń zdrowych narządów. Mimo obiecujących założeń, wdrażanie hipertermii z MNP napotykało początkowo szereg wyzwań. Do najważniejszych należą: **słaba rozpuszczalność** i tendencja do **agregacji nanocząstek** w płynach ustrojowych, **ograniczona biokompatybilność** niepokrytych cząstek oraz **trudności z równomiernym rozkładem temperatury** w całej objętości guza. Dr Milad Salimibani, jeszcze przed rozpoczęciem głównego cyklu badań habilitacyjnych, podejmował prace zmierzające do rozwiązania tych problemów. Już we wcześniejszych publikacjach (m.in. przed obroną pracy doktorskiej) badał on właściwości i zastosowanie magnetycznych nanocząstek w biologii – opracował np. biokompatybilne magnetyczne nanocząstki z powłoką kazeinową do hipertermii *in vitro* oraz wykazał ich nietoksyczność i skuteczność termiczną w modelu myszy.

Badania naukowe Habilitanta, ujęte w publikacjach tworzących tak obszerny **cykl habilitacyjny**, poświęcone są kontynuacji opracowania innowacyjnych strategii pozwalających pokonać wspomniane wyżej ograniczenia. I tak, w ramach swoich badań dr Salimibani zaproponował i przetestował nowe nanokompozytowe hydrożele zawierające MNP – stworzone na bazie **szerokiego spektrum biopolimerów** i ich kombinacji (m.in. chitozanu, gumy arabskiej i fibroiny jedwabiu [H2,H3], alginianu [H4 i H6] i gumy tragantowej i fibroiny jedwabiu [H5 i H8], pektyny i celulozy [H7] gumy ksantanowej i fibroiny jedwabiu [H9], karboksymetylocelulozy i fibroiny jedwabiu [H11], ligniny i agarozy [H17], ekstraktu z siemienia lnianego [H19]) – które **w połączeniu z wieloma nanomateriałami** (utleniony grafen, azotek węgla, wodorotlenek cynkowo-glinowy, nanorurki halloizytowe), modyfikowane specjalnymi **dodatkami** (alkoholu poliwinylowego PVA [H12], kwasu taninowego [H14]) zwiększają rozpuszczalność i stabilność nanocząstek, poprawiają ich biokompatybilność, umożliwiając ich kontrolowane dostarczanie w obręb guza oraz wizualizację procedury terapeutycznej. Warto podkreślić, że wiele z tych nanokompozytów ma charakter wieloskładnikowy – np. czteroskładnikowy hydrożel zawierający karboksymetylocelulozę, fibroinę, nanostruktury azotku węgla oraz MNP, który wykazał doskonałe parametry biologiczne i cieplne. Tak kompleksowe podejście materiałowe jest stosunkowo nowe w dziedzinie hipertermii onkologicznej, gdyż tradycyjnie stosowano prostsze układy (np. same nanocząstki w roztworze). Badania dr. Salimibaniego dowiodły, że hybrydowe hydrożele mogą znacząco zwiększyć efektywność generowania i utrzymania ciepła w guzie oraz przedłużyć czas retencji nanocząstek w miejscu docelowym. Na przykład nanokompozyt z gumy ksantanowej i fibroiny jedwabiu (opisany w [H9]) zapewnił dłuższe utrzymywanie się MNP w nowotworze i tym samym wydłużony efekt terapeutyczny. Opisane przez Habilitanta hydrożele w różnych układach z nanomateriałami (w tym MNP) zapewniają równomierną dystrybucję MNP w tkance nowotworowej oraz minimalizują efekty uboczne procedury terapeutycznej, co jest kluczowe dla jej bezpiecznego i efektywnego stosowania.

Ponadto, Kandydat **opracował metody optymalizacji najistotniejszych parametrów terapii** opartej na hipertermii – takich jak stężenie i sposób podania nanocząstek, tempo ich wstrzykiwania, moc mikrofal oraz ich częstotliwość – tak aby osiągnąć lokalny, precyzyjny i kontrolowany wzrost temperatury tkanki guza przy zachowaniu bezpieczeństwa zdrowych tkanek. Część prac Kandydata np.

3


[H10] dotyczy również dwu- i trójwymiarowego modelowania metodą elementów skończonych (FEM) zjawisk fizycznych zachodzących w trakcie hipertermii (np. transfer ciepła i masy w trójwymiarowym modelu guza z uwzględnieniem jego unaczynienia), a także prace opisujące konstrukcję aparatury do hipertermii mikrofalowej i weryfikację doświadczalną proponowanych rozwiązań.

Za **kluczowe elementy** całego cyklu habilitacyjnego dra. Salimibaniego, które mają niewątpliwie innowacyjny aspekt uważam:

1. Zastosowanie **biopolimerowych hydrożeli magnetycznych** na bazie naturalnych polimerów (alginian, chitozan, guma ksantanowa, pektyna czy fibroina jedwabiu). Kandydat wykorzystał do stworzenia biodegradowalnych hydrożeli, które pełnią rolę matrycy dla nanocząstek magnetycznych. Takie kompozyty łączą właściwości magnetyczne MNP z wysoką biokompatybilnością polimerów.
2. Opracowanie **nanokompozytów wieloskładnikowych** – np. hydrożelu zawierającego karboksymetylocelulozę, fibroinę, nanostruktury azotku węgla oraz MNP, o znacząco lepszych parametrach terapeutycznych w porównaniu z wcześniej testowanymi kompozycjami. Hybrydowe hydrożele mogą znacząco zwiększyć efektywność generowania i utrzymania ciepła w guzie oraz przedłużyć czas retencji nanocząstek w miejscu docelowym.
3. Zastosowanie **funkcjonalnych dodatków zwiększających skuteczność** testowanych procedur terapeutycznych - nanorurek haloizytowych czy nanowłókien ligniny, dla poprawy właściwości mechanicznych i termicznych nanokompozytów. Habilitant wykazał, że domieszkowanie hydrożeli biopolimerowych haloizytowymi nanorurkami zwiększa integralność strukturalną kompozytu oraz poprawia jego zdolność do generowania ciepła i celowanego niszczenia komórek nowotworowych. Badania [H21] pokazały, iż modyfikowane nanorurki haloizytowe immobilizowane w hydrożelu wzmacniają strukturę kompozytu, stabilizując rozmieszczenie MNP i podnosząc efektywność konwersji energii pola elektromagnetycznego w ciepło. Z kolei wykorzystanie ligniny – naturalnego polimeru roślinnego – do powlekania nanocząstek magnetycznych umożliwiło uzyskanie taniego i biokompatybilnego materiału do hipertermii. W pracy [H17] Kandydat potwierdził, że nanocząstki magnetyczne modyfikowane ligniną cechują się zwiększoną stabilnością w środowisku biologicznym i zachowują wysoką wydajność cieplną z ograniczoną tendencją do agregacji.
4. **Optymalizacja parametrów terapii i metod podawania preparatów terapeutycznych do środowiska guza.** Kandydat przede wszystkim ustalił, że dokładny dobór częstotliwości pola elektromagnetycznego oraz stężenia nanocząstek ma krytyczne znaczenie dla osiągnięcia pożądanego zakresu temperatur terapeutycznych. Symulacje 3D nieregularnych unaczynionych guzów (opisane w pracy [H10]) wykazały, że nawet nieznaczne zmiany stężenia MNP lub częstotliwości pola mogą istotnie wpływać na rozkład temperatury i termiczne okno terapeutyczne. Wyniki tych badań mogą stanowić podstawę do optymalizacji protokołów hipertermii przed zastosowaniami klinicznymi. Dr Salimibani zaproponował także **modyfikacje trybu podawania nanocząstek do guza.** Tradycyjnie MNP wstrzykuje się w jedno miejsce guza, co może powodować nierównomierne ogrzewanie. W pracy [H22] przeanalizował różne strategie wielopunktowego wstrzyknięcia MNP – obliczenia i prace eksperymentalne wykazały, że poprzez podanie nanocząstek w kilku punktach guza uzyskać można bardziej jednolity rozkład ciepła i skuteczniejsze niszczenie komórek nowotworowych. Ta obserwacja ma potencjalnie duże znaczenie, wskazuje bowiem, że jednocześnie, że dla sukcesu hipertermii liczy się nie tylko preparat terapeutyczny, ale i optymalna strategia jego aplikacji. Co więcej, praca [H20] poświęcona modelowaniu terapii guzów mózgu pokazała, że oprócz liczby miejsc podania ważna jest także objętość i lokalizacja wstrzyknięcia – czyli odpowiednie rozproszenie nanocząstek w objętości guza.
5. **Integracja hipertermii z obrazowaniem i terapią skojarzoną:** Badania dr. Salimibaniego obejmują opracowanie nanocząstek i materiałów wielofunkcyjnych tj. zdolnych zarówno do niszczenia guza ciepłem, jak i do obrazowania medycznego czy uwalniania leków. Przykładem są funkcjonalizowane nanocząstki ferrytu miedzi o ulepszonych właściwościach magnetycznych (praca [H18]), w której

4



Kandydat wykazał, że odpowiednia modyfikacja powierzchni nanocząstek (łańcuchami polimerowymi) nie tylko zwiększa ich zdolność do generowania ciepła, ale także poprawia ich wykrywalność w obrazowaniu rezonansem magnetycznym (MRI). Takie magnetyczne nanocząstki kompatybilne z techniką obrazowania MRI pozwalają monitorować w czasie rzeczywistym proces dystrybucji MNP i wzrost temperatury w guzie podczas zabiegu, co **istotnie zwiększa bezpieczeństwo i skuteczność leczenia** – lekarze mogą na bieżąco śledzić przebieg terapii i korygować jej parametry. Ponadto, dr Salimibani zaproponował strategię połączenia hipertermii z terapią lekową. Wykorzystując nanokompozyty hydrożelowe jako nośniki, MNP mogą jednocześnie pełnić funkcję generatora ciepła i transportera leku przeciwnowotworowego. Tzw. systemy o podwójnym działaniu (opisane np. w [H15]) łączą lokalną ablację termiczną z kontrolowanym uwalnianiem chemioterapeutyku w mikrośrodowisku guza. Badania na modelach zwierzęcych wykazały, że terapie skojarzone są znacznie skuteczniejsze.

Z dołączonych do wniosku oświadczeń pozostałych współautorów wynika, że indywidualny wkład dr. Salimibaniego w **każdą z 22 publikacji jest kluczowy – szacowany przez Habilitanta na 30–40%**. Mimo, że pracach tych nie figuruje on jako pierwszy autor (co Kandydat wyjaśnia specyfiką lokalnej kultury publikacyjnej w Iranie, przyznającej pierwsze autorstwo promotorom, profesorom lub studentom prowadzącym bezpośrednio pomiary i eksperymenty naukowe), to jednak **we wszystkich tych publikacjach dr Salimibani odgrywał wiodącą rolę merytoryczną**. Pełnił funkcje inicjatora i koordynatora poszczególnych projektów, autora głównej koncepcji badawczej oraz głównego wykonawcy badań. W pracach związanych z symulacjami numerycznymi, Kandydat był pomysłodawcą badań ich kierownikiem - samodzielnie przeprowadzał obliczenia, symulacje komputerowe oraz analizował uzyskane dane. W pracach dotyczących opracowania urządzeń do terapii (aparatury do hipertermii mikrofalowej) pełnił rolę lidera zespołu konstruktorskiego, nadzorując budowę prototypowego urządzenia wraz z oprogramowaniem do precyzyjnej regulacji temperatury podczas zabiegu. Z kolei w badaniach doświadczalnych in vitro i biologicznych dr Salimibani również koordynował pracę zespołu – osobiście przeprowadził większość eksperymentów z wykorzystaniem hipertermii, dokonał analizy uzyskanych wyników oraz przygotował zasadniczą część manuskryptów opisujących te eksperymenty. Tak szeroki i aktywny udział we wszystkich etapach procesu badawczego świadczy o wysokich kompetencjach Habilitanta zarówno od strony teoretycznej, inżynierskiej (modelowanie, konstrukcja urządzeń), jak i biologiczno-medycznej (eksperymenty z materiałami i komórkami).

Należy również podkreślić **interdyscyplinarny charakter omawianego cyklu publikacji**. Prace dr. Salimibaniego łączą wiedzę z wielu dziedzin – nanomateriałów, biomateriałów, biofizyki i bioelektroniki, biotechnologii, chemii materiałów, a także mechaniki i biomechaniki medycznej. Kandydat umiejętnie zintegrował te obszary, co zaowocowało nowatorskimi rozwiązaniami w opracowywaniu innowacyjnych terapii nowotworów. Przedstawione przez Habilitanta poszerzają stan wiedzy w obszarze hipertermii onkologicznej i otwierają drogę do bardziej spersonalizowanych metod leczenia nowotworów w przyszłości. Świadczy o tym m.in. zainteresowanie, jakie budzą publikacje cyklu – pomimo że większość z nich ukazała się niedawno (w ostatnich ~4-5 latach), już cytowano je łącznie 111 razy, co dowodzi ich istotnego oddziaływania na społeczność naukową. Reasumując, przedstawiony **cykl 22 artykułów stanowi znaczny, oryginalny wkład w rozwój dyscypliny - inżynierii biomedycznej, spełniając tym samym ustawowy wymóg „znacznego wkładu w rozwój dyscypliny” stawiany osiągnięciom habilitacyjnym**.

Dodatkowo, **15 publikacji ujętych przez Habilitanta jako [A1–A15]** dokumentuje wcześniejsze osiągnięcia dr. Salimibaniego i szerszy kontekst jego specjalizacji – od wspomnianych prac nad kazeinowymi nanocząstkami magnetycznymi, przez nową generację polimerów gwiazdzystych o właściwościach magnetycznych, aż po prace z zakresu biomechaniki oka (realizowane już w Politechnice Wrocławskiej) świadczące o wszechstronności zainteresowań naukowych. Prace te są także omawiane przez Kandydata w Autoreferacie. Habilitant podkreśla ich znaczącą rolę w tworzeniu

5

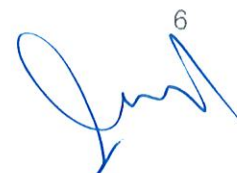

całokształtu jego dorobku i pełnego opisu obszarów, w których prowadzi badania. Kandydat uznał te prace za „pomocnicze” do przygotowania opisu jego osiągnięcia. Wspominając Autoreferat Habilitanta, muszę napisać, że czytało mi się go z przyjemnością. Jest to opracowanie bardzo szerokie tematycznie, napisane w sposób pozwalający prześledzić rozwój tematyk badawczych, zakres kompetencji oraz w pełni obrazujące karierę naukową Kandydata, z wyraźnym zaznaczeniem jej poszczególnych etapów oraz, co bardzo istotne, wskazujące elementy innowacyjne i tzw. nowości naukowe którymi powinien legitymować się dorobek habilitacyjny. Uważam, że dr Salimibani umieszczając w „cyklu habilitacyjnym” aż 22 publikacje naukowych, chciał podkreślić swój bardzo szeroki zakres wiedzy i kompetencji, co w pełni rozumiem, choć z punktu widzenia Recenzenta nie jest to ułatwienie pozwalające przygotować w miarę syntetyczną ocenę nie tylko głównego osiągnięcia naukowego Kandydata, ale również jego całkowitego dorobku. Pracując w dyscyplinie Biotechnologia, która jest w wielu obszarach pokrewna do Inżynierii biomedycznej, uważam że same prace Kandydata z obszaru biopolimerowych kompozytów z nanocząstkami magnetycznymi z powodzeniem wystarczyłyby do przygotowania również wartościowego Autoreferatu. Rozumiem jednak, że dr Salimibani jest niezwykle zaangażowany w prace inżyniersko-obliczeniowe i również w tych obszarach naukowo „czuje się” znakomicie i stąd jego chęć umieszczenia prac z tego zakresu w opisie głównego osiągnięcia naukowego, co w przypadku dyscypliny Inżynieria biomedyczna jest absolutnie zrozumiałe.

Ocena całkowitego dorobku naukowego, aktywności realizowanej w więcej niż jednej uczelni czy instytucji naukowej oraz ocena staży naukowych.

Poza wspomnianym wyżej cyklem publikacji stanowiącym osiągnięcie habilitacyjne, dr Milad Salimibani zgromadził bogaty dorobek naukowy, świadczący o jego wszechstronności i aktywności badawczej. Z dokumentacji wynika, że jest on autorem lub współautorem łącznie **49 publikacji naukowych** (w tym wspomniane **22 prace w ramach cyklu, 6 prac opublikowanych po obronie doktoratu** nieujętych w cyklu habilitacyjnych oraz **21 prac opublikowanych przed obroną pracy doktorskiej**). Do jego dorobku zaliczają się, oprócz prac z zakresu nanohipertermii, także publikacje z dziedziny biomechaniki (np. dotyczące właściwości mechanicznych soczewki oka czy biomechaniki stawu kolanowego) oraz inżynierii medycznej (m.in. prace nad stentami naczyniowymi czy analizą wpływu deformacji stopy na biomechanikę miednicy). Świadczy to o szerokich zainteresowaniach naukowych Kandydata i umiejętności zastosowania metod inżynierskich w różnych obszarach medycyny.

Jakość naukowa całkowitego dorobku dr. Salimibaniego jest bardzo wysoka. Większość jego artykułów została opublikowana w czasopismach o wysokiej renomie i punktacji – wśród nich znajdują się czasopisma z górnych kwartylów swojej kategorii. Wiele prac ukazało się w wysoko punktowanych czasopismach o wysokim IF (jak wspomniane wcześniej *Carbohydrate Polymers*, *International Journal of Biological Macromolecules*, *Journal of Advanced Research* itp.). Na uwagę zasługuje fakt, że jedna z publikacji Kandydata z 2019 roku była najczęściej cytowaną pracą w czasopiśmie *Journal of Advanced Research* (IF ~11) **w roku 2020 - artykuł przeglądowy na temat nanomateriałów w inżynierii tkankowej kości uzyskał dotychczas aż 299 niezależnych cytowań**. Również inne prace dr. Salimibaniego cieszą się znaczącym zainteresowaniem: kilka z nich osiągnęło kilkadziesiąt cytowań. Sumarycznie, liczba cytowań dorobku Kandydata według bazy Web of Science, wynosi **925 cytowań** bez autocytowań. **Indeks Hirscha (H-index) dr. Salimibaniego osiągnął wartość odpowiednio 17** (wg Google Scholar) **i 15** wg bazy Web of Science/Scopus). Dodatkowo **indeks i10** (liczba prac z ≥ 10 cytowaniami) wynosi **23**, co oznacza, że co najmniej 23 publikacje Kandydata przekroczyły próg 10 cytowań każda. Wszystkie wskaźniki bibliometryczne przedstawione w dokumentacji przez Kandydata mają wysokie wartości spotykane zwykle w bardzo dobrych wnioskach habilitacyjnych.

Jedyną uwagą jaką mam do całokształtu dorobku Kandydata, jest to, że będąc wielokrotnie pomysłodawcą badań, liderem zespołu, koordynatorem części badawczej wielu prac, autorem znaczącej części manuskryptów, **nie dołożył starań, żeby jego wiodąca rola badacza potwierdzona**

6


została pierwszym miejsce na liście autorów lub pełnieniem funkcji autora korespondującego.

Mam świadomość, że w przypadku różnych kultur środowisk naukowych bywa to bardzo trudne, co dr Salimibani wyjaśnia, nie mniej jednak wiążąc się z polskim ośrodkiem naukowym i planując kolejne etapy kariery naukowej oraz pozyskiwanie środków na badania, Habilitant powinien zwrócić na ten fakt szczególną uwagę.

Podsumowując, **całokształt dorobku naukowego dr. Milada Salimibaniego oceniam bardzo wysoko.** Kandydat posiada w swoim dorobku wysoką liczbę publikacji w prestiżowych czasopismach, z których wiele już spotkało się z szerokim oddźwiękiem. Jego prace cechują się zarówno wysoką wartością merytoryczną, oryginalnością podejścia, jak i aktualnością tematyki (nanomedycyna, spersonalizowane terapie nowotworów, biomechanika okulistyczna itp.), dzięki czemu wnoszą znaczący wkład do różnych obszarów nauki. Wkład własny Kandydata w rozwój tych obszarów badań jest istotny i został starannie udokumentowany w autoreferacie. Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że dr Salimibani spełnia kryterium wysokiej oceny dorobku naukowego wymaganego przy habilitacji – zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym.

Aktywność naukowa w różnych ośrodkach i współpraca międzynarodowa

Jednym z warunków formalnych nadania stopnia doktora habilitowanego jest wykazanie się przez Kandydata istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji (w szczególności zagranicznej). **Dr Milad Salimibani w pełni spełnia ten wymóg** – jego kariera naukowa ma wyraźnie międzynarodowy i międzyośrodkowy charakter. Jak wynika z przedstawionej historii zatrudnienia, Kandydat prowadził działalność badawczą w przynajmniej trzech różnych krajach. Bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora (który zdobył w Iranie), dr Salimibani podjął pracę na Iran University of Science and Technology (IUST) w Teheranie jako wykładowca i pracownik naukowy (lata 2019–2022). W tym czasie równolegle realizował projekty badawcze w Iranie i budował swoją pozycję naukową. Wcześniej, tuż po studiach doktoranckich, zdobywał doświadczenie w Holandii, pełniąc funkcję asystenta badawczego w renomowanym ośrodku medycznym w Rotterdamie (2018–2019), gdzie w ramach programu ERASMUS MC pracował w Katedrze Onkologii Radiacyjnej.

Następnie, od roku 2022 dr Salimibani kontynuuje działalność naukową w Polsce, na Politechnice Wrocławskiej – początkowo jako post-doc w latach 2022–2024, a obecnie (od 2024) jako adiunkt badawczy w Katedrze Optyki i Fotoniki PWr. Zmiana środowiska z irańskiego na europejskie, a także doświadczenie zdobyte w tak różnych systemach nauki, świadczą o elastyczności i otwartości Kandydata na nowe wyzwania oraz o umiejętności nawiązywania współpracy międzynarodowej.

Co ważne, dr Salimibani **aktywnie współpracuje z wieloma zagranicznymi zespołami badawczymi.**

Dowodem tego są chociażby jego publikacje wieloautorskie – wśród współautorów prac Kandydata znajdujemy naukowców z różnych krajów i instytucji. Przykładowo, część artykułów powstała we współpracy z grupą prof. A. Malekiego i R. Eivazzadeh-Keihan (Iran, dziedzina chemii/biomateriałów), inne z grupą T. L. Ten Hagen (Holandia, badania przedkliniczne w onkologii), a jeszcze inne z badaczami europejskimi np. prof. S. Lanceros-Méndez – (Hiszpania/Portugalia). W dorobku Kandydata znaleźć już można też prace opublikowane razem z polskimi naukowcami – np. z prof. Damianem Siedleckim z PWr w zakresie biomechaniki okulistycznej (efektem jest wspólna publikacja dotycząca dynamiki soczewki oka).

Habilitant **brał czynny udział w konferencjach międzynarodowych**, gdzie prezentował wyniki swoich badań i nawiązywał kontakty naukowe. Według wykazu osiągnięć, występował z referatami m.in. na kongresach w Dubaju, Londynie, Monachium i in., często pełniąc także role organizacyjne. Na konferencji w Dubaju w 2023 r za swoją prezentację dr Salimibani otrzymał nagrodę „Best Presentation Award”, co potwierdza wysoki poziom jego prac i umiejętność komunikacji w międzynarodowym środowisku.

Udział Kandydata w projektach badawczych

Dr Salimibani realizował łącznie **7 projektów badawczych.**, z czego w **5 projektach pełnił funkcję kierownika** (Principal Investigator), były to projekty realizowane na uniwersytecie w Iranie i finansowane również przez tę jednostkę. Warto zaznaczyć, że już na bardzo wczesnym etapie swojej kariery naukowej (tuż po studiach magisterskich) dr Salimibani prowadził samodzielnie projekt IR2014 (2014–2015) dotyczący modelowania stentów i sztucznych naczyń, finansowany przez szpital Imam Khomeini w Iranie – w tym projekcie figuruje on jako **jedyny wykonawca** (Sole Investigator). Oprócz kierowania własnymi projektami w Iranie, Kandydat angażował się także w projekty badawcze realizowane w Polsce: w projekcie NCN OPUS w latach 2019–2021 uczestniczył jako wykonawca (post-doc). W ramach tego grantu zajmował się modelowaniem biomechaniki oka (oscylacyjne ruchy bezwładnościowe soczewki), czego efektem była wspomniana wcześniej publikacja w tej tematyce. Co więcej, dr Salimibani **uczestniczył także w roli doradcy w międzynarodowym projekcie OBERON** finansowanym ze środków europejskiego programu Horyzont (Marie Skłodowska-Curie), dotyczącym wpływu własności materiałowych i ciśnienia wewnątrzgałkowego na działanie układu optycznego oka. Udział dr. Salimibaniego w projektach badawczych, oceniam pozytywnie i wierzę, że w dalszych etapach swojej kariery z powodzeniem będzie wnioskował o kolejne projekty finansowane ze środków zewnętrznych.

Nagrody i wyróżnienia za działalność naukową

Dorobek i aktywność naukowa dr. Salimibaniego zostały dostrzeżone i docenione przez środowisko, o czym świadczą otrzymane przez niego nagrody i wyróżnienia. W szczególności Kandydat został uhonorowany nagrodami za najlepsze wystąpienia konferencyjne: **Best Poster Award** (nagroda za najlepszy plakat) – otrzymana na konferencji COMSOL Conference 2023; **Best Presentation Award** (nagroda za najlepszą prezentację) – zdobyta na International Conference on Biomedical Science and Engineering 2023 w Dubaju (ZEA); **Best Presentation Award** – przyznana na II Konferencji Inżynierii Mechanicznej i Lotniczej (Mechanic and Aerospace Engineering Conference) w Iranie w 2017 r. Nagroda ta wskazuje, że już na wczesnym etapie kariery dr Salimibani prezentował wysoki poziom merytoryczny swoich prac. Poza nagrodami konferencyjnymi, Kandydat uzyskał kilka wyróżnień w konkursach naukowych w Iranie, oraz może pochwalić się najlepiej cytowanym artykułem w 2020 r w czasopiśmie *Journal of Advancer Research*.

Działalność dydaktyczna, popularyzatorska i organizacyjna

Oprócz osiągnięć naukowych, istotnym aspektem oceny wniosku habilitacyjnego jest aktywność dydaktyczna oraz organizacyjna Kandydata – świadcząca o jego zaangażowaniu w kształcenie młodej kadry i popularyzację nauki. **Działalność dydaktyczna:** Kandydat posiada doświadczenie w prowadzeniu zajęć akademickich. W latach 2019–2021 pracował jako wykładowca na Iran University of Science and Technology. Wykładał zarówno przedmioty z zakresu inżynierii biomedycznej, jak i mechanicznej, m.in.: Biomechanika, Kompozyty w inżynierii biomedycznej, Wprowadzenie do inżynierii biomedycznej, a także Termodynamika i wymiana ciepła, Rysunek techniczny, Statyka, Wytrzymałość materiałów oraz podstawowe przedmioty ogólnoinżynierskie (matematyka, równania różniczkowe, statystyka). Taka różnorodność prowadzonych kursów wskazuje, że dr Salimibani posiada rozległą wiedzę i kompetencje dydaktyczne w podstawowych przedmiotach inżynierskich oraz w wielu przedmiotach z zakresu inżynierii biomedycznej. Świadczy to o jego wszechstronności jako nauczyciela akademickiego.

Obecnie, pracując na Politechnice Wrocławskiej jako adiunkt badawczy, dr Salimibani nie ma formalnego obowiązku dydaktycznego, jednak mimo to angażuje się w kształcenie młodych naukowców poprzez opiekę naukową i promotorstwo. Z dokumentacji wynika, że pełnił on rolę opiekuna lub współopiekuna kilku studentów. Podczas realizacji jednej pracy doktorskiej w Politechnice Wrocławskiej, dr Salimibani był promotorem pomocniczym w postpowaniu o nadanie



stopnia doktora mgr. Ali Dahaghina, którego rozprawa doktorska dotyczy modelowania zjawiska bezwładnościowych drgań soczewki oka. Głównym promotorem tego doktoranta był prof. Damian Siedlecki

Działalność popularyzatorska i organizacyjna: Dr Salimibani aktywnie uczestniczy w życiu naukowym, nieograniczając się tylko do pracy w laboratorium. Odnotować należy jego wkład w organizację konferencji i wydarzeń naukowych. W 2016 r., będąc młodym naukowcem, zasiadał jako panelista na konferencji kardiologicznej w Iranie. Pełnił także rolę przewodniczącego sesji na konferencjach międzynarodowych, np. prowadził sesję biomechaniki na 2nd European Congress on Biomedical Science and Engineering & Human Genetics w Londynie w 2024 r. Tego typu aktywność świadczy o zaufaniu, jakim dr Salimibani jest obdarzany przez społeczność naukową.

W kontekście **popularyzacji nauki** warto wspomnieć o działalności publikacyjnej i autorskiej Kandydata wykraczającej poza typowe artykuły naukowe. Dr Salimibani jest współautorem dwóch monografii. Pierwsza z nich (w języku perskim) została wydana w 2017 r. natomiast druga (wysłana do wydawnictwa w 2024 r. nosi tytuł „Detecting the Undetectable: A Comprehensive Look at Cancer Detection Devices”. Do działalności popularyzatorsko-organizacyjnej Kandydata można zaliczyć także jego członkostwo w stowarzyszeniach naukowych oraz działalność ekspercką. Dr Salimibani należał m.in. do Irańskiego Towarzystwa Inżynierów Mechaników (2014–2018) oraz Irańskiego Towarzystwa Sprzętu Medycznego (2011–2019). Ponadto, okazjonalnie występuje jako recenzent w czasopismach naukowych (zrecenzował artykuły dla Journal of Dentists w 2023 i Frontiers in Bioengineering w 2024) Choć są to drobne epizody, pokazują one gotowość dr. Salimibaniego do udziału w utrzymaniu standardów naukowych i dzielenia się swoją wiedzą i doświadczeniem.

Analizując całokształt zawodowej aktywności Kandydata wspomnieć również należy o jego doświadczeniu związanym udziałem w przedsięwzięciach o charakterze biznesowym. Dr Salimibani był współzałożycielem i menadżerem start-upu medycznego Medowa. Firma ta uzyskała miano najlepiej ocenianej firmy w zakresie transferu technologii w Iranie w 2021 r., co miało miejsce podczas gdy jej dyrektorem generalnym był dr Samimibani. W ramach działalności pozauczelnianej Kandydat uczestniczył także w opracowaniu prototypów urządzeń medycznych – w dokumentacji wymieniane są m.in. oczyszczacz powietrza, sterownik do urządzenia do hipertermii mikrofalowej, przenośne urządzenie EKG czy klimatyzator osobisty itd. Choć osiągnięcia te wykraczają poza tradycyjnie pojmowany dorobek naukowy, **świadczą o ponadprzeciętnych zdolnościach organizacyjnych i praktycznym zorientowaniu Kandydata na wdrażanie wyników badań.** Umiejętność łączenia nauki z przemysłem i komercjalizacji wyników badań jest cechą bardzo pożądaną, szczególnie w dyscyplinach inżynierskich.

Podsumowując, działalność dydaktyczna, popularyzatorska i organizacyjna dr. Milada Salimibaniego stoi na wysokim poziomie. Kandydat posiada doświadczenie w nauczaniu i jest zaangażowany w kształcenie młodych kadr (promotorstwo magistrantów i doktoranta). Wykazuje inicjatywę w popularyzowaniu nauki – czy to poprzez organizację konferencji, przewodniczenie sesjom, czy pisanie książek. Jego aktywność organizacyjna obejmuje zarówno obszar akademicki (konferencje, stowarzyszenia), jak i pozauczelniany (projekty wdrożeniowe, startup). Wszystkie te elementy sprawiają, że można postrzegać Habilitanta jako dojrzałego naukowca i dydaktyka, który nie tylko prowadzi badania na wysokim poziomie, ale też dzieli się wiedzą i przyczynia do rozwoju społeczności naukowej. Wymogi dotyczące tego aspektu (udział w kształceniu, organizacji nauki, popularyzacji) z całą pewnością zostały przez Kandydata spełnione z nawiązką.

Wniosek końcowy

W świetle powyższej analizy, obejmującej wszystkie istotne kryteria oceny, **stwierdzam, że dorobek naukowy i osiągnięcia dr. Milada Salimibaniego w pełni uzasadniają nadanie mu stopnia doktora habilitowanego.** Kandydat przedstawił **znaczące i spójne osiągnięcie naukowe** w postaci cyklu 22 publikacji, które stanowią oryginalny wkład w rozwój dyscypliny „inżynieria biomedyczna”

– osiągnięcie to odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższymi nauce” oraz §21 ust. 1 pkt 2 Regulaminu Politechniki Wrocławskiej (cykl powiązanych tematycznie publikacji). Całokształt jego dorobku naukowego cechuje się wysoką jakością, czego potwierdzeniem są liczne publikacje w renomowanych czasopismach i bardzo dobre indeksy cytowań. Dr Salimibani spełnia także wszystkie dodatkowe wymogi stawiane habilitantom – wykazał się istotną aktywnością naukową w więcej niż jednej instytucji, w tym zagranicznej, ma doświadczenie w realizacji i kierowaniu projektami badawczymi, otrzymał nagrody świadczące o uznaniu jego pracy przez społeczność naukową, a ponadto aktywnie uczestniczy w kształceniu kadr oraz popularyzacji nauki.

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe fakty, **pozytywnie oceniam osiągnięcia naukowe i organizacyjne dr. Milada Salimibaniego** oraz z pełnym przekonaniem popieram jego wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Uważam, że Kandydat zdecydowanie zasługuje na ten awans naukowy, a jego dotychczasowy dorobek oraz aktywność spełniają z nawiązką, kryteria stawiane Habilitantom w dyscyplinie „Inżynieria biomedyczna”. Rekomenduję zatem nadanie stopnia doktora habilitowanego Dr. Samlimbaniemu przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria biomedyczna w Politechnice Wrocławskiej.

Kierownik Katedry Biotechnologii Medycznej
Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej

Prof. dr hab. inż. Michał Chudy