

Kraków, 13 czerwca 2024 r.

Prof. dr hab. inż. Marek S. Kozień
Politechnika Krakowska
Wydział Mechaniczny
Katedra Mechaniki Stosowanej
i Biomechaniki

Recenzja
w postępowaniu habilitacyjnym
Pana dr. Hosseina Darbana

1. Podstawy prawne

Recenzja w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. Hosseinowi Darbanowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna wykonana została zgodnie z pismem Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk prof. dr hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego z dnia 5 kwietnia 2024 r. i związanej z nim umowy o dzieło.

2. Dane o karierze naukowej osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Stwierdzenie spełnienia przesłanki, o której mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce dotyczącej posiadania stopnia doktora

Dr Hossein Darban ukończył w 2009 roku studia licencjackie w Irańskim Uniwersytecie Nauki i Technologii (*Iran University of Science and Technology*) w Teheranie (Iran) na kierunku inżynieria mechaniczna (*Mechanical Engineering*) uzyskując stopień licencjata po przedstawieniu pracy dyplomowej pt. „Wpływ początkowej geometrii szczeliny na pękanie marmuru”. W 2012 roku uzyskał tytuł magistra na tym samym Uniwersytecie na kierunku Projektowanie stosowane, mechanika ciał stałych (*Applied design, solid mechanics*) przygotowując pracę magisterską pt. „Wpływ równokanałowego prasowania kąтового na odporność na pękanie Al-7075”.

Dr Hossein Darban od 1 listopada 2014 roku był uczestnikiem studiów doktoranckich w dyscyplinie Inżynieria lądowa, chemia i środowisko w programie (*XXX ciclo*) Konstrukcje, materiały i geotechnika na Uniwersytecie w Genui (*Universita' Degli Studi di Genova*) (Włochy). Habilitant 10 maja 2018 roku pomyślnie złożył egzamin uzyskując stopień doktora

nauk Inżynierii lądowej, chemicznej i środowiska, programu Konstrukcje, materiały i geotechnika, przedkładając rozprawę doktorską pt. „Wieloskalowe modelowanie pęknięcia delaminacyjnego w strukturach wielowarstwowych” (*„Modelli multi-scala per la frattura indotta da delaminazione in strutture multistrato”*). Promotorką doktoratu była prof. Roberta Massabo. Spełniony jest zatem wymóg podany w art. 219 ust. 1 pkt. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Dr Hossein Darban, po ukończeniu studiów w Irańskim Uniwersytecie Nauki i Technologii, pracował jako wykładowca w Azad University (2012-2014). Swój dalszy rozwój naukowy związał z Europą. W latach 2014-2017 był uczestnikiem studiów doktoranckich i asystentem na Uniwersytecie w Genui, następnie w latach 2017-2018 uzyskał w tym Uniwersytecie grant badawczy (*assegni di ricerca*). W latach 2018-2020 był zatrudniony na stanowisku asystenta badawczego na Uniwersytecie Parthenope w Neapolu (Włochy). Od 2020 roku jest zatrudniony w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie; w latach 2020-2022 na stanowisku asystenta, a od 2022 roku na stanowisku adiunkta. Obecnie pracuje w Pracowni Zaawansowanych Materiałów Kompozytowych wchodzącej w skład Zakładu Mechaniki Materiałów IPPT PAN.

3. Ocena zgłoszonego osiągnięcia naukowego

Stwierdzenie spełnienia przesłanki, o której mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce dotyczącej posiadania w dorobku osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój wnioskowanej dyscypliny

Dr Hossein Darban zgłosił we wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego osiągnięcie w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora pt. „Dobrze postawione problemy nielokalnej mechaniki zminiaturyzowanych belek z ciągłymi i nieciągłymi polami kinematycznymi i polami obciążeń”.

Oceniane osiągnięcie naukowe związane jest z badaniem odpowiedzi strukturalnej elementów konstrukcyjnych jakimi są belki o wymiarach wyrażanych w mikro- i nanometrach, nazywanych powszechnie mikro- i nanobelkami. Aktualność zagadnienia wiąże się z faktem, że tego typu elementy konstrukcyjne są podstawowymi elementami składowymi urządzeń MEMS (*microelectromechanical system*) i NEMS (*nanoelectromechanical system*). Są to układy które wykazują funkcjonalność elektryczna

i mechaniczną w skali mikro bądź nano. Elementy te są obecnie stosowane w czujnikach i siłownikach, a zastosowania praktyczne obejmują transport, komunikację, wytwarzanie, monitorowanie środowiska, energetykę i lotnictwo. W mechanice ciał odkształcalnych ciało stałe (*solid body*), a w wytrzymałości materiałów elementy konstrukcyjne typu belek (*beam*) są traktowane geometrycznie jako trójwymiarowa rozmaitość różniczkowa o określonym kształcie z którą związana jest masa, co w połączeniu z lokalnie (punktowo) zdefiniowanym dla tego obszaru polem odkształceń i naprężeń (tensorem naprężeń i odkształceń) i odpowiednim równaniem konstytutywnym opisującym własności materiału pozwala na opis zachowania się ciała (odkształceń ciała) pod wpływem różnego typu obciążeń zewnętrznych. Tego typu opis w połączeniu z hipotezą ciągłości powoduje że masa ciała jest ciągłą funkcją jego objętości (opisaną funkcją gęstości masy). Nie ma zatem w tym ujęciu przejścia granicznego do modelu punktu materialnego, ani też możliwości uwzględnienia struktury atomowej materii, a w szczególności opisu występowania „pustek” pomiędzy atomami i cząsteczkami. Trudno jest w ten sposób uwzględniać w modelowaniu parametr sieci krystalicznej, czy wielkości ziaren, które są porównywalne z wymiarami geometrycznymi zminiaturyzowanych belek. W takim przypadku modele atomistyczne takie jak np. mechanika molekularna mogą być użyte do analizy zachowań struktur w małej skali, ale ich złożoność i koszty obliczeń ograniczają zakres i ogólność stosowania. Modele nielocalne (nie określone w geometrycznym punkcie rozmaitości) w tym w szczególności nielokalna teoria sprężystości Eringena, stały się przełomowym sposobem modelowania zachowań w układach typu mikro- i nano belek. W tym podejściu prawo konstytutywne ma charakter nielokalny, a naprężenie w każdym punkcie ciała jest określone za pomocą całki splotowej obejmującej lokalne odkształcenia w całym ciele oraz odpowiednio zdefiniowaną funkcję jądra. Gdy parametr długości charakterystycznej zmierza do zera nielocalne prawo konstytutywne zmierza do sformułowania znanego w klasycznej mechanice ciał odkształcalnych. Habilitant w swoich pracach stosował zarówno równania konstytutywne lokalnego-nielokalnego modelu sprężystości gradientowej, zdefiniowane na całej długości zminiaturyzowanej belki (dla belek z polami ciągłymi), jak też i ujęcie nowatorskie pozwalające na zastosowanie modeli sprężystości gradientowej opartej na naprężeniach i lokalnej-nielokalnej sprężystości opartej na naprężeniach modeli sprężystości gradientowej (dla belek z polami nieciągłymi). Pola ciągłe (odkształceń, naprężeń, przemieszczeń, uogólnionych sił wewnętrznych) występują w przypadku gdy brak jest nieciągłości w geometrii, warunkach kinematycznych czy też

opisu obciążeń. Pola nieciągłe mogą występować np. w przypadkach w przypadku mikro- czy nanobelek z pęknięciami czy też tego typu belek z dołączonymi cząstkami (czujniki masy).

W ramach modelowania belek z polami ciągłymi Habilitant analizował zagadnienie wyboczenia nanobelek, dotyczące zarówno modelowania belek krótkich (model Timoshenki) jak i długich (model Bernoulliego-Eulera). Ponadto analizował zagadnienia zginania nanobelek wielowarstwowych i funkcjonalnie gradientowych oraz dokonał badań eksperymentalnej kalibracji nielokalnych parametrów nielokalnej teorii sprężystości opartej na naprężeniach.

W ramach modelowania belek z polami nieciągłymi Habilitant analizował zagadnienia pękania liniowo sprężystych nanobelek, drgań własnych giętych zminiaturyzowanych belek z pęknięciami, wyboczenia belek z pęknięciami oraz efektu wielkości belek w ultraczułych mikro- i nanomechanicznych czujnikach masy (z dołączonymi masami skupionymi).

Dr Hossein Darban w zakresie analiz przedłożonych we wniosku habilitacyjnym rozważył podstawowe zagadnienia mechaniki teoretycznej ciał odkształcalnych jakimi są problemy analizy wytrzymałościowej (zginania dla belek), drgań i wyboczenia. Zagadnienia te mają istotne znaczenie przy analizie zachowań układów wykonanych z mikro- bądź nanobelek. Do oryginalnych osiągnięć Habilitanta zaliczyć należy:

- Badanie wyboczenia zminiaturyzowanych belek (nanorurki węglowe) i uzyskanie zgodności wyników uzyskanych przy zastosowaniu lokalno-nielokalnej teorii sprężystości gradientowej oraz przy zastosowaniu modeli dynamiki molekularnej.
- Eksperymentalna walidacja nielokalnej teorii sprężystości opartej na naprężeniach.
- Analiza niestateczności krótkich i długich nanobelek.
- Połączenie sformułowania opisu warstwowego dla belek z teorią nielokalną z uwzględnieniem wpływu niedoskonałości na powierzchni międzyfazowej.
- Sformułowanie nielokalnego modelu do symulacji pękania sprężystych nanobelek.
- Opracowanie modeli analizy drgań i wyboczenia mikro- i nanobelek.
- Opracowanie modelu i przeprowadzenie analiz efektu skali w mikro- i nanomechanicznych czujnikach masy.

Najistotniejszym osiągnięciem dr. Hosseina Darbana i Jego oryginalnym wkładem w rozwój dyscypliny jest opracowanie nielokalnych modeli bazujących na lokalnej-nielokalnej teorii sprężystości gradientowej opartej na naprężeniach i mających zastosowanie do analiz zachowania zminiaturyzowanych belek z wewnętrznymi nieciągłościami.

Powyższe osiągnięcia zostały przedstawione w formie cyklu dziesięciu publikacji opublikowanych w latach 2020-2023 w czasopismach naukowych z listy JCR: *Composite Structures* (IF=6.3, 140 pkt. MNiSW), *Mechanics of Advanced Materials and Structures* (IF=2.8, 70 pkt. MNiSW), *International Journal of Engineering Science* (IF=6.6, 200 pkt. MNiSW), *European Journal of Mechanics, A/Solids* (IF=4.1, 100 pkt. MNiSW), *Acta Mechanica* (IF=2.7, 100 pkt. MNiSW), *Mechanical Systems and Signal Processing* (IF=8.4, 200 pkt. MNiSW). W przedmiotowym cyklu dziesięciu artykułów jeden artykuł jest samodzielny, a pozostałe artykuły mają charakter współautorski. W przypadku artykułów współautorskich, wkład (zakres prac) Z.Basisty, A.Caporale, F.Fabroccino, L.Feo, R.Luciano jako współautorów został dokładnie przez Nich opisany i poświadczony stosownymi podpisami w oświadczeniach, natomiast zakres prac wykonanych przez Habilitanta wraz z indywidualną oceną procentową wkładu został opisany przez Habilitanta w załączonych dokumentach (wykaz osiągnięć).

Przedstawione powyżej wyniki badań naukowych prowadzonych przez dr. Hosseina Darbana zebrane w formie przedłożonego osiągnięcia naukowego i podane uzasadnienie potwierdzają spełnienie przesłanki, o której mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce o posiadaniu przez Kandydata posiadania w dorobku osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój wnioskowanej dyscypliny.

4. Staże zagraniczne

Stwierdzenie spełnienia przesłanki, o której mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce dotyczącej wykazywania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej w szczególności zagranicznej

Dr Hossein Darban z uwagi na przebieg kształcenia swoją aktywność naukową realizuje w wielu ośrodkach naukowych. W latach 2014-2018 przygotował, a następnie obronił pracę doktorską związaną z problemami wielkoskalowego modelowania odpowiedzi sprężystych i rozwarstwień w wielowarstwowych strukturach kompozytowych. Praca doktorska została wykonana na Uniwersytecie w Genui (Włochy) pod opieką prof. Roberty Massabo. Od 2018 roku współpracuje z prof. Raimondo Luciano z Uniwersytetem Pathenope w Neapolu (Włochy) nad zagadnieniami nielokalnej mechaniki struktur w małej skali i nieliniowym modelowaniem metodą elementów skończonych. W latach 2018-2020 współpracował również z prof. Francescą Ceroni z tego samego Uniwersytetu modelując metodą elementów

skończonych połączenia kotew w elementach murów. Habilitant w latach 2018-2020 był związany z tym Uniwersytetem. W ramach realizacji projektu badawczego SONATA 18 od 2023 roku współpracuje z grupą badawczą prof. Daniela Kienera z Uniwersytetu Montanuuniversitaet Loeben (Austria). W roku 2023 w ramach stypendium badawczego KMM-VIN AISBL zrealizował półtoramiesięczny staż naukowy Instytucie Fizyki Materiałów Czeskiej Akademii Nauk u prof. Ivo Dlouhego dotyczący testowania i modelowania pola fazowego kruchego i ciągliwego pęknięcia kompozytów na osnowie metalowej pod wpływem obciążeń quasi-statycznych i dynamicznych.

Przedstawione powyżej aktywności Habilitanta potwierdzają spełnienie wymogu podanego w art. 219 ust. 1 pkt. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

5. Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Dr Hossein Darban jest opublikował 25 artykułów w czasopismach naukowych (w tym 20 po doktoracie) oraz 3 rozdziały w monografiach naukowych (w tym 2 po doktoracie). Wszystkie te prace poza jednym artykułem w opublikowanym w 2023 roku w znaczącym czasopiśmie *Mechanical System and Signal Processing* miały charakter współautorski. Wygłosił 9 referatów na międzynarodowych konferencjach naukowych (5 po doktoracie), w tym jednego referatu zaproszonego (Thermec'2023, Wiedeń). W bazie Scopus według stanu na 11.06.2024 znajdują się 33 teksty; sumaryczna liczba cytowań wynosi 458, przy wartości indeksu h wynoszącym 14. Natomiast w bazie Web of Science według stanu na 11.04.2024 znajduje się 27 publikacji; sumaryczna liczba cytowań wynosi 410, przy wartości indeksu h wynoszącej 13. Podane wyniki naukometryczne są na bardzo dobrym poziomie mając na uwadze wniosek habilitacyjny.

Dr Hossein Darban jest promotorem pomocniczym jednej pracy doktorskiej realizowanej w ramach projektu badawczego SONATA 18.

Dr Hossein Darban wykazuje również aktywność jako recenzent artykułów w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Habilitant sporządził 23 recenzje do czasopism z listy JCR (*Mechanical Systems and Signal Processing, International Journal of Fatigue, Engineering Failure Analysis, International Journal of Damage Mechanics, Ocean Engineering, Archives of Mechanics*).

Dr Hossein Darban jest kierownikiem projektu badawczego NCN SONATA 18 (2023-2026). Jest też wykonawcą w projekcie badawczym NCN OPUS 18 (2000-2024). Habilitant

brał też udział w realizacji trzech 45-dniowych projektów badawczych wykonanych dla Uniwersytetu Parthenope w Neapolu (2020, 2021, 2022).

Działalność naukowa Habilitanta została doceniona przez Instytut Podstawowych Problemów Techniki Nagrodą I stopnia Dyrektora IPPT za osiągnięcia naukowe (2022) i Nagrodą III stopnia Dyrektora IPPT za osiągnięcia dydaktyczne (2022).

Habilitant brał udział w organizacji XXII Konferencji Włoskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej AIMETA w 2015 roku.

Dr Hossein Darban prowadził jako wykładowca kursy licencjackie z przedmiotów *Wytrzymałość materiałów*, *Projektowanie maszyn* na Iran University of Technology (2010-2012), *Statyka*, *Wytrzymałość materiałów*, *Termodynamika* na Azad University (2012-2014) oraz *Inżynieria konstrukcji* na Uniwersytecie w Genui (2016-2018). Z uwagi na fakt, że Instytut Podstawowych Problemów Techniki, w którym jest zatrudniony Habilitant, jest instytutem naukowym PAN i nie są w nim prowadzone studia I i II stopnia w chwili obecnej zajęcia dydaktyczne dr. Hosseina Darbana są ograniczone do kursu dla doktorantów *Mechanika pękania materiałów* prowadzonego dla osób kształcących się w Szkole Doktorskiej IPPT PAN.

Dr Hossein Darban podejmował również pojedyncze działania o charakterze współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym. W 2015 roku prowadził jako wolontariusz kursy z języka angielskiego i programowania komputerowego (60 godz.) dla grupy uczniów szkół średnich. W 2011 roku brał udział w projektowaniu i wytwarzaniu matrycy do prowadzenia procesu równokanałowego prasowania kąowego (ECAP). Natomiast od 2020 roku jest zaangażowany w ramach programu start-up w zagadnienie projektowania drewnianych zabawek dla dzieci realizujących koncepcję STEM (nauka, technologia, inżynieria, matematyka).

Przedstawione działania pokazują aktywność Habilitanta przede wszystkim w obszarze badań naukowych, potwierdzoną posiadanymi wysokimi wartościami współczynników naukometrycznych w bazach Scopus i WoS, co jest przede wszystkim związane z Jego zatrudnieniem w instytucie naukowym. Na miarę możliwości Habilitant angażuje się też w działalność organizacyjną i kształceniową mającą również charakter upowszechniania nauki.

4. Wniosek końcowy

Mając na uwadze przedstawioną powyżej dyskusję dotyczącą zgłoszonego osiągnięcia naukowego, aktywność naukową Habilitanta realizowaną w więcej niż jednej uczelni oraz uwzględniając dodatkowo przedłożony dorobek naukowy wraz z podanymi działaniami o charakterze organizacyjnym i dydaktycznym, wyrażam opinię, że spełnione są wymogi określone w art. 219 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.). Dlatego też opowiadam się za nadaniem dr. Hosseinowi Darbanowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Inżynieria mechaniczna.

