

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Uhl  
Katedra Robotyki i Mechatroniki  
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki  
Akademia Górniczo – Hutnicza  
w Krakowie

Kraków 20.04.2020

**Opinia o  
dorobku naukowym dr inż. Rafała Hein w związku z wystąpieniem o  
nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie  
Inżynieria Mechaniczna**

## **1. Wstęp**

Dr inż. Rafał Hein jest starszym wykładowcą w Katedrze Mechaniki i Mechatroniki, Wydziału Mechanicznego, Politechniki Gdańskiej od roku 2017, gdzie wcześniej od roku 2004 był adiunktem. Na Politechnice Gdańskiej ukończył studia magisterskie na Wydziale Mechanicznym w roku 1997 oraz obronił pracę doktorską w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej na podstawie obrony pracy nt. ” Optymalne sterowanie drganiami poprzecznymi wirników maszyn” w roku 2004. Promotorem jego pracy był Prof. Edmund Wittbrodt.

Jego działalność naukowa skoncentrowana jest na tematyce modelowanie dynamiki złożonych układów mechanicznych, zarówno ciągłych jak i dyskretnych. W tym zakresie Kandydat jest kontynuatorem znanej w świecie gdańskiej szkoły modelowania układów mechanicznych w oparciu o metodę SES. W szczególności w swoich pracach prowadził badania nad optymalnym sterowaniem złożonych układów mechanicznych, redukcją wymiarowości modeli otrzymanych metodą SES i MES, głównie dla celów symulacji i sterowania. Jego prace przedstawiają zarówno sformułowanie metod, jak również zastosowanie tych metod do modelowania rzeczywistych obiektów mechanicznych. W wielu swoich pracach w modelach uwzględniał zjawiska żyroskopowe, siły Coriolisa, a także często w praktyce spotykane modele nieliniowe. Opracował również metody modelowania hybrydowego poprzez włączenie do modeli elementów zamodelowanych za pomocą modeli modalnych. Tego typu układy powszechnie występują w technice, a ich

modelowanie nie jest łatwe. Istotnym dorobkiem Kandydata jest zaproponowanie metod redukcji tego typu modeli, co umożliwiło ich zastosowanie do syntezy układów sterowania. Zaproponowane metody redukcji pozwoliły zredukować rząd modelu i pozwoliły na symulacje własności, nawet złożonych układów mechanicznych w czasie rzeczywistym, co z kolei pozwoliło na zastosowanie modeli do realizacji sterowania. Do rozwiązania problemu sterowania układami Kandydat stosuje głównie sterowanie optymalne. W literaturze światowej zagadnienia związane z tego typu układami były intensywnie badane w XX wieku oraz na początku XXI wieku. Jednym z głównych osiągnięć kandydata jest udział w opracowaniu komputerowego systemu do analizy dynamiki układów ciągłych o interdyscyplinarnej naturze. System ten wykorzystuje metodę transmitancji widmowej układów o parametrach rozłożonych i umożliwia budowę i analizę modeli bardzo złożonych układów mechanicznych. W swojej pracy doktorskiej Kandydat zajmował się optymalnym sterowaniem wirników, przy wykorzystaniu różnych wskaźników jakości. Prowadził również w tym zakresie prace eksperymentalne we współpracy z WAT (prof. Zdzisław Gosiewski). Po doktoracie prace Kandydata obejmują przede wszystkim zagadnienia modelowania złożonych układów mechanicznych z zastosowaniem podejścia hybrydowego oraz rozwój algorytmów redukcji tych modeli. Kandydat zajmuje się on zagadnieniami interdyscyplinarnymi, biegle posługując się współczesnymi metodami i narzędziami wspomagającymi pracę badacza co świadczy o jego bardzo szerokiej i głębokiej znajomości metodologii prowadzenia prac badawczych w zakresie reprezentowanej dziedziny. Uzyskane rozwiązania są bardzo dobrze uzasadnione i umotywowane szczegółowym przeglądem literatury. W wielu przypadkach badania prowadzone przez Kandydata są zakończone stworzeniem nowych narzędzi wspomagających pracę badawczą. Do najważniejszych naukowych osiągnięć należy zaliczyć:

- Opracowanie metody optymalnego sterowania wirnikiem w oparciu o zredukowany model wirnika,
- Opracowanie optymalnych modeli niskiego rzędu do analizy własności dynamicznych złożonych układów mechanicznych, głównie w oparciu o zredukowane modele modalne,
- Opracowanie metody modelowania układów dyskretno - ciągłych, metodę pryzm (DCMP), jako rozszerzenie znanej metody transmitancji układów o parametrach rozłożonych na układy wielowymiarowe.
- Opracowanie hybrydowej metody modelowania modalnego, którą można zastosować

do modelowania złożonych układów mechanicznych, również zawierających elementy nieliniowe.

Wyżej podane osiągnięcia są bardzo dobrze udokumentowane publikacjami.

*Przedstawione zagadnienia są spójne merytorycznie i stanowią dobrze zdefiniowany obszar badawczy w którym Kandydat wykazuje aktywność naukową. Aktywność ta w moim odczuciu jest duża i pokazuje zdolność do samodzielnego prowadzenia badań z zakresu reprezentowanej dyscypliny Inżynieria Mechaniczna.*

## **2. Ocena monografii przedstawionej jako osiągnięcie naukowe**

Jako osiągnięcie naukowe dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego Kandydat przedstawił monografię zatytułowaną; „Hybrydowe modele i metody modelowania układów mechanicznych”, wydaną przez Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Monografia jest skoncentrowana wokół zagadnienia modelowania złożonych wielowymiarowych układów mechanicznych. Monografia stanowi podsumowania dotychczas prowadzonych przez Kandydata badań. Według mnie monografia jest na bardzo wysokim poziomie merytorycznym i w większości zawiera treści związane z sformułowaniem metod modelowania i ich zastosowaniem. Tego typu badania można zaliczyć do badań interdyscyplinarnych pokrywających bardzo szeroki zakres merytoryczny począwszy na sformułowaniu metod badawczych, poprzez stworzenie narzędzi wspomaganie implementacji tych metod, aż do zastosowań do modelowania rzeczywistych układów mechanicznych. Przedstawiona monografia jest spójna tematycznie i można ją uznać za znaczące osiągnięcie naukowe.

*Podsumowując, według mojej oceny przedstawiona monografia, może być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego.*

## **3. Ocena dorobku naukowego**

Sumaryczna liczba publikacji kandydata wynosi 29, z czego opublikował 2 artykułów w czasopiśmie naukowych i wydawnictwach indeksowanych w WoS (Lista A MNiSW). Publikacje Kandydata są cytowane 15 razy (WoS), a jego sumaryczny IF wynosi (liczony dla

5 lat) 1.046 a indeks Hirsha  $h = 2$ . Kandydat w dorobku posiada 26 publikacji w recenzowanych materiałach konferencyjnych. Wszystkie publikacje Kandydata zaliczyć można do dyscypliny Inżynieria Mechaniczna. Brał udział w 5 opracowaniach dla przemysłu, oraz 2 pracach naukowo – badawczych finansowanych ze środków na naukę, z których w jednym był kierownikiem. W publikacjach z listy JRC w jest współautorem o dużym udziale. Cechą charakterystyczną dorobku publikacyjnego habilitanta po doktoracie jest przede wszystkim jego spójność i ilustruje on w sposób jasny jego zainteresowania naukowe Kandydata.

*Oceniając dorobek publikacyjny habilitanta należy podkreślić spójność tematyczną jego prac, stworzenie ciekawych narzędzi wspomagających implementację opracowanych metod modelowania hybrydowego. W większości prac (prac publikowanych w czasopismach) habilitant jest współautorem o znacznym udziale. Kandydat posiada bardzo dobry poziom praktycznej z zakresu zainteresowań naukowych. Jest to z całą pewnością fakt godny odnotowania i ważny dla kształtowania wizerunku naukowego habilitanta. Jednak ze względu na stosunkowo małą liczbę publikacji w czasopismach z listy A MNiSW oraz małą liczbę cytowań dorobek publikacyjny Kandydata należy uznać za stosunkowo słaby (średni), zupełnie niewspółmierny z bardzo wysokim poziomem jego wiedzy. Moja znajomość wysokiego poziomu naukowego kandydata wynika z wielu dyskusji jakie miałem możliwość z Nim prowadzić w czasie organizowanych przez mój zespół konferencji naukowych.*

#### **4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego**

Habilitant prowadzi zajęcia dydaktyczne z wielu przedmiotów bezpośrednio związanych z problematyką jego zainteresowań naukowych, a przede wszystkim w zakresie Podstaw Automatyki, Automatyki i Robotyki, Podstaw Automatyki i Sterowania, Sterowania Cyfrowego, Teorii Sterowania, Teorii Systemów Mechatronicznych, Komputerowego wspomaganie projektowania układów automatyki oraz Komputerowego wspomaganie projektowania układów mechatronicznych. Prowadzi również zajęcia w języku angielskim z przedmiotów; Control Theory, Fundamentals of Control Engineering, Automatics and Robotics. Realizował również wykłady w Uniwersytecie Metz we Francji w ramach wizyt ERASMUS. Dla wykładanych przedmiotów opracował programy oraz laboratoria. Był promotorem 21 prac magisterskich i inżynierskich oraz opiekunem studentów obcokrajowców w ramach programu ERASMUS. Został powołany przez Radę Wydziału na promotora

pomocniczego w otwartym przewodzie doktorskim. Brak w jego życiorysie naukowym staży zagranicznych, jest natomiast staż krajowy zrealizowany w WAT w Warszawie oraz staż przemysłowy w firmie. Bardzo szeroko współpracuje z przemysłem realizując wspólne projekty zakończone wdrożeniami, w szczególności w formie implementacji układów sterowania. Kandydat jest bardzo aktywny organizacyjnie, był współorganizatorem wielu konferencji naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Był również sekretarzem rady Wydziału.

*Podsumowując Kandydat jest bardzo aktywnym pracownikiem naukowo dydaktycznym.*

## **5. Wniosek końcowy**

Po dokładnym zapoznaniu się z dokumentacją, rozprawą habilitacyjną i dorobkiem naukowym habilitanta uważam, że zasługuje On na nadanie stopnia doktora habilitowanego, bowiem spełnia wszystkie warunki określone w Ustawie o Tytule Naukowym i Stopniach Naukowych.

Zarówno dorobek naukowy Kandydata jak i praca habilitacyjna, według mojej wiedzy powinny zostać zakwalifikowane w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

