

Warszawa, 29.01.2023

**Recenzja w postępowaniu o nadanie tytułu doktora habilitowanego
panu dr. inż. Tomaszowi Waławczykowi**

Pan dr inż. Tomasz Waławczyk jako podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, przedstawił osiągnięcie naukowe pt. *Modelowanie przepływów wielofazowych – statystyczny model powierzchni rozdziału*. Jest to cykl dziesięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych (oznaczonych numerami H1-H10), opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, z których (wg mojej wiedzy) siedem, oznaczonych numerami H1-H6, H8) było ujętych w 2021 r. w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, zwanej dalej Ustawą. Artykuły H1-H6 i H8 zostały opublikowane w znanych w międzynarodowym środowisku naukowym renomowanych czasopismach. W dalszej części recenzji odniosę się tylko i wyłącznie do treści osiągnięcia merytorycznego cyklu artykułów H1-H6 i H8 jako że nie posiadam dowodów na to, że pozycje H7, H9 oraz H10, opublikowane w materiałach konferencyjnych, spełniają wymagania Ustawy. Pan dr Tomasz Waławczyk jest jedynym autorem czterech spośród siedmiu artykułów, a oświadczenia współautorów pozostałych trzech artykułów wskazują na to, że w każdej z nich można uznać, że opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem dr. inż. Tomasza Waławczyka.

Dr. inż. Tomasz Waławczyk składając wniosek habilitacyjny posiadał wg Scopus znaczną liczbę 177 cytowań oraz indeks Hirscha 7. Obecnie w Scopus największą liczbę 88 cytowań ma dwu-autorska publikacja z 2008 r., której dr. inż. Tomasz Waławczyk jest pierwszym autorem, nie wchodząca w skład osiągnięcia habilitacyjnego, dotycząca algorytmu i kodu numerycznego do obliczeń przepływów dwufazowych, opracowanego przez dr. inż. Tomasza Waławczyka w ramach pracy doktorskiej, co wskazuje na znaczenie dorobku naukowego kandydata także w zakresie szerszym niż tematyka habilitacji.

Celem niniejszej recenzji jest ocena, czy przedstawione osiągnięcie naukowe odpowiada wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy, a zatem czy stanowi istotny wkład w rozwój inżynierii mechanicznej. Badania naukowe dr. inż. Tomasza Waławczyka w zakresie przepływów wielofazowych, przedstawione jako osiągnięcie naukowe, koncentrują się na tworzeniu modeli, doskonaleniu metodyki numerycznej i wykorzystaniu jej do zaawansowanych obliczeń numerycznych. Niewątpliwie habilitant ma duże doświadczenie i biegłość w tworzeniu oprogramowania i stosowaniu go do

A handwritten signature in blue ink, located in the bottom right corner of the page.

skomplikowanych przepływów wielofazowych. Publikacje stanowiące osiągnięcie habilitacyjne obejmują trzy główne nurty tematyczne.

Pierwsza tematyka osiągnięcia habilitacyjnego dotyczy modelowania procesu krzepnięcia płynów binarnych, czyli dwuskładnikowych. Motywację do rozwoju tej tematyki stanowiły zastosowania w numerycznych obliczeniach procesu odlewu stopów metali. W publikacji H8, której dr. inż. Tomasz Waćławczyk jest pierwszym z dwóch autorów, przeanalizowana została metoda weryfikacji numerycznych modeli krzepnięcia płynów dwuskładnikowych, oparta o pół-analityczne rozwiązanie jednowymiarowego równania dyfuzji ciepła w płynie binarnym chłodzonym z jednej strony. Pokazano zakres stosowalności tej metody: może ona zostać użyta do weryfikacji, o ile liczba Stefana $St > 100$. Liczba Stefana jest stosunkiem ciepła odczuwalnego (równego ciepłu właściwemu przy stałym ciśnieniu pomnożonemu przez różnicę temperatur faz: stałej i ciekłej) do ciepła utajonego topnienia.

Osiągnięcie habilitacyjne zawiera również trzy publikacje dr. inż. Tomasza Waćławczyka dotyczące modelowania turbulencji w przepływach dwufazowych. Przedmiotem zainteresowania kandydata było opracowanie i implementacja numeryczna modelu nieściśliwego przepływu turbulentnego w pobliżu powierzchni międzyfazowej pomiędzy niemieszającymi się: powietrzem i wodą. Podstawowym elementem jest tu wyznaczenie ewolucji warstwy intermitentnej w pobliżu powierzchni międzyfazowej. W pracy H4 rozważane jest przybliżone równanie (14) na zależną od czasu i położenia funkcję prawdopodobieństwa, która określa prawdopodobieństwo znalezienia w danym czasie i miejscu powierzchni międzyfazowej, która z założenia oddziela w sposób ostry oba płyny. Równanie to modeluje deformację powierzchni międzyfazowej przez turbulentne struktury wirowe. Zostało ono rozwiązane, a jego wyniki porównane z obliczeniami numerycznymi w dwóch wymiarach wykonanymi programem numerycznym Fastest3D stworzonym przez habilitanta. Porównanie to stanowi pozytywną weryfikację możliwości zastosowania tego równania do modelu warstwy intermitentnej. Dalsze wyniki numeryczne dla zależnego od czasu położenia warstwy intermitentnej, oparte na tym równaniu, przedstawione są w publikacji H6, natomiast w pracy H1 dr. inż. Tomasz Waćławczyk opisuje stworzoną przez siebie nową zaawansowaną numeryczną metodykę wyznaczenia warstwy intermitentnej i przedstawia wyniki jej stosowania.

Trzecią tematyką naukową dr. inż. Tomasza Waćławczyka jest opracowanie statystycznego modelu równowagowej i nierównowagowej powierzchni rozdziału faz, zawarte w publikacjach H2, H3 oraz H5. Publikacja H2 poświęcona jest analizie równowagowej powierzchni międzyfazowej i zapostulowaniu opisującego ją modelu statystycznego, w którym powierzchnia międzyfazowa jest zaburzona stochastycznym polem prędkości. Model ten w pracy H3 został uogólniony na przypadek nierównowagowej powierzchni międzyfazowej. Natomiast w pracy H7 został zastosowany do opisu dynamiki dwuwymiarowego pęcherzyka gazu unoszącego się w lepkim płynie. W artykule H7 przedyskutowano różnice między statystycznym i deterministycznym opisem powierzchni międzyfazowej.

Wyniki dr. inż. Tomasza Waćławczyka przedstawione przez niego jako habilitacyjne osiągnięcie naukowe świadczą o dużym doświadczeniu ich autora w konstruowaniu nowych, wyspecjalizowanych algorytmów numerycznych dla obliczeń turbulentnych przepływów wielofazowych, a także jego biegłości w przeprowadzaniu ich szczegółowej weryfikacji oraz umiejętności wykonywania skomplikowanych obliczeń numerycznych.

Wprowadzenie do tematyki habilitacyjnej zawarte w dołączonym do wniosku

autoreferacie nie spełnia jednak swojej funkcji, jaką byłoby przedstawienie w prosty i przystępny sposób podstawowych pojęć oraz wyników, a także nakreślenie tła ilustrującego ich znaczenie. Zamiast tego, tekst zawiera skomplikowane, techniczne i niepotrzebnie bardzo szczegółowe wywody, dla mnie jako osoby zajmującej się innymi aspektami mechaniki płynów, niemożliwe wręcz do zrozumienia bez zagłębiania się w tekst samych publikacji. Co więcej, we wprowadzeniu do tematyki habilitacyjnej pojawiają się różnice we wzorach i nierównościach w porównaniu z oryginalnymi publikacjami. Na przykład, na s. 11 autoreferatu warunek istnienia rozwiązań pół-analitycznych to $St \leq 100$, podczas gdy w pracy H8 na s. 94 i 96 analogiczny warunek to $St > 100$. Inny przykład to różnica znaków między kluczowym równaniem (10) w autoreferacie a jego odpowiednikiem (14) w oryginalnej pracy H4, co może być związane z innym wyborem zwrotu wektora \mathbf{n} , a jednak nie jest to napisane; definicja wektora \mathbf{n} nie zawiera wyjaśnienia znaczenia symbolu [-].

Ważną rolą wprowadzenia do tematyki habilitacji powinno być zilustrowanie znaczenia i możliwych zastosowań osiągniętych wyników. Niestety nie mogę zgodzić się z kandydatem, że złożone przepływy wielofazowe () można opisać w ramach jednego statystycznego modelu powierzchni rozdziału (s. 36), opracowanego w ramach osiągnięcia habilitacyjnego. Publikacje kandydata wskazują na przydatność tego modelu dla numerycznego opisu przepływów turbulentnych w pobliżu powierzchniami międzyfazowej. W szczególności, nie widzę jednak uzasadnienia wniosku, że model ten wyjaśni przejścia fazowe w przepływach. Nie wydaje mi się, aby był on przydatny w mikro i nanoskali, gdzie w nieobecności turbulencji analiza przepływów jest dużo prostsza i nie wymaga tak rozbudowanych narzędzi numerycznych.

Mam nadzieję, że przedstawione uwagi krytyczne będą dla kandydata przydatne w dalszej pracy naukowej. Dotyczą one autoreferatu, który według Ustawy nie podlega ocenie recenzenta. Wobec tego wnioski końcowe oprę jedynie na cyklu 7 publikacji.

Podsumowując, pan dr inż. Tomasz Waćławczyk posiada w swoim dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna. Osiągnięciem tym jest cykl siedmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych (H1-H6 i H8) opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w 2021 roku były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B Ustawy. Ponadto, pan dr inż. Tomasz Waćławczyk wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej – w latach 2008-2015 pracował bowiem na Politechnice w Darmstadt w Niemczech, a od 2015 r. do dziś jest zatrudniony na Politechnice Warszawskiej. A zatem jego dorobek odpowiada wymaganiom stawianym przez Ustawę kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Wnioskuje zatem o przyznanie dr. inż. Tomaszowi Waćławczykowi stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.



prof. dr hab. Maria L. Ekiel-Jeżewska