

Prof. dr hab. Krzysztof Dems
Katedra Inżynierskich Zastosowań Informatyki
Wyższej Szkoły Informatyki i Umiejętności
ul. Rzgowska 17a, Łódź

Łódź, dn. 16 stycznia 2016 r.

R E C E N Z J A

**osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego
oraz współpracy międzynarodowej
dr Pawła MATUSZYKA
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w obszarze nauk technicznych**

(wykonana na wniosek Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów z dnia 4 września 2015 r.)

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzja osiągnięć dr Pawła Matuszyka, uwzględniająca kryteria oceny zawarte w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. oraz zalecenia sformułowane przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów w komunikacie 2/2012, została opracowana na podstawie następujących dokumentów:

- 1) Wniosku dr Pawła Matuszyka o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.
- 2) Przedłożonej kopii dyplomu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych.
- 3) Autoreferatu Habilitanta przedstawiającego opis dorobku i osiągnięć naukowych (w języku polskim i angielskim).
- 4) Wykazu opublikowanych prac naukowych oraz informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki naukowych (w języku polskim i angielskim).
- 5) Kopii monotematycznego cyklu publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

2. Sylwetka naukowa Habilitanta

Pan Paweł Matuszyk, ur. 11 lutego 1976 r., ukończył w 2000 roku studia wyższe w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, uzyskując stopień magistra inżyniera w zakresie informatyki.

Bezpośrednio po ukończeniu studiów został zatrudniony przez okres 6 lat na stanowisku asystenta w Akademii Górniczo-Hutniczej, zaś w latach 2006 do 2013 na stanowisku adiunkta. Równocześnie w latach 2007 -2008 był wykładowcą na Wydziale Informatyki Wyższej Szkoły Handlowej w Radomiu a następnie w latach 2008-2013 zajmował stanowiska *Postdoc* i *Research Associate* na *University of Texas* w Austin USA. Od roku 2013 do chwili obecnej jest zatrudniony w firmie *Baker Hughes Incorporated* w USA na stanowisku *Research, Development and Design Scientist*.

Główna tematyka prowadzonych przez dr P. Matuszyka badań naukowych, których rezultaty są publikowane w licznych czasopismach naukowych koncentruje się na wykorzystaniu metody elementów skończonych do numerycznego modelowania i analizy rozchodzenia się fal akustycznych w formacjach skalnych o różnej strukturze mechanicznej (sprężystej, porosprężystej, kruchej, jednorodnej, warstwowej, z uskokami i spękaniami itp.) Szczególny przypadek tego typu analizy

sprowadzający się do wykorzystania metody elementów skończonych w wersji automatycznej generacji typu *hp* optymalnej siatki elementów skończonych do modelowania zjawiska profilowania akustycznego w otoczeniu otworu wiertniczego w formacji skalnej stanowi temat osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się Habilitanta o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych. Tematyka tych badań była realizowana podczas pobytu Habilitanta na Uniwersytecie w Austin w latach 2011-2014, głównie w ramach *Austin's Research Consortium on Formation Evaluation*.

3. Ocena osiągnięcia naukowo-badawczego

Jako główne osiągnięcie naukowe, będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, Habilitant wskazuje monotematyczny cykl 8 publikacji pod wspólnym tytułem „*Zastosowanie metody elementów skończonych z automatyczną adaptacją typu hp do modelowania profilowania akustycznego w odwiertach*”. Wszystkie publikacje stanowiące wspomniany cykl monotematyczny są publikacjami współautorskim, z deklarowanym przez Habilitanta i potwierdzonym przez współautorów udziałem własnym wynoszącym w publikacjach J1 i J4 40%, w publikacji J5 70%, w publikacjach J2 i J3 80%, zaś w publikacjach J6, J7 i J8 90% (numery publikacji zostały zaczerpnięte z punktu 4.1 autoreferatu przygotowanego przez dr P. Matuszyka).

Analizowany w tych publikacjach problem profilowania akustycznego w odwiertach stanowi jedną z podstawowych metod badania struktury formacji skalnej otaczającej otwór wiertniczy i jest jedyną stosowaną obecnie metodą wyznaczania własności mechanicznych tej formacji na podstawie obrazów falowych generowanych przez sondę akustyczną umieszczoną w kanale wiertniczym w strukturze otaczającej ten kanał. Dla poprawnej interpretacji uzyskanych w trakcie profilowania akustycznego obrazów falowych niezbędną jest możliwość modelowania tego procesu z uwzględnieniem możliwie dużej liczby czynników wpływających na charakterystykę wzbudzanych przez sondę fal akustycznych w formacji skalnej. Temu właśnie problemowi jest poświęcony cykl publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowo-badawcze Habilitanta jak również pozostałe publikacje wymienione w punkcie 4.2 autoreferatu.

W pracy J1, opublikowanej w *Journal of Computational Physics* w roku 2011, przedstawiona jest adaptacyjna metoda elementów skończonych symulacji rozchodzenia się fal akustycznych w formacji skalnej generowanych przez sondę akustyczną umieszczoną niewspółosiowo w kanale odwiertu. Poprawne modelowanie takiej sytuacji jest istotne dla poprawnej interpretacji pomiarów akustycznych rejestrowanych przez odbiorniki sygnałów umieszczone na sondzie w pewnej odległości od nadajnika i umożliwia ocenę wpływu niewspółosiowości sondy w otworze na generowane w otoczeniu otworu wiertniczego mody falowe.

W pracy J2, opublikowanej w 2012 roku w *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, analizowano z wykorzystaniem adaptacyjnej metody elementów skończonych sprzężony problem propagacji fal akustycznych w wielofazowym ośrodku lepko-sprężystym. Uzyskane wyniki wykorzystano następnie do modelowania zjawiska profilowania akustycznego w kanale wiertniczym z uwzględnieniem różnych scenariuszy profilowania (pomiarów w gotowym kanale wiertniczym, pomiarów w czasie wiercenia otworu) oraz różnych własności mechanicznych fazy ciekłej i stałej formacji skalnej jak również jej różnych własności geometrycznych.

Praca J3, opublikowana w 2013 roku w *Computational Mechanics*, jest poświęcona zagadnieniom ujednoczonych transformacji pól fizycznych, operatorów różniczkowych oraz wektora normalnego w

tw. warstwie idealnie tłumiącej ograniczającej nieskończony obszar w którym jest sformułowany problem propagacji fal do obszaru skończonego w symulacji numerycznej procesu propagacji fal. Wprowadzone transformacje pozwalają na zachowanie w tej warstwie oryginalnych (dla nieskończonego obszaru) postaci równań wraz z ich fizyczną interpretacją dla szerokiej klasy problemów fizycznych rozważanych w publikacjach Habilitanta i jego współautorów.

Praca J4, opublikowana w 2013 roku w *Geophysical Prospecting*, stanowi uzupełnienie pracy J1. Autorzy modelują i następnie analizują w tej pracy wpływ niewspółosiowości sondy akustycznej z kanałem wiertniczym na uzyskaną odpowiedź formacji skalnej wywołaną propagacją fali akustycznej generowaną przez nadajnik sondy. Rozważane są obie typowe metody profilowania akustycznego, tj. profilowanie w wykonanym uprzednio kanale wiertniczym oraz profilowanie podczas wiercenia. Wykorzystany w tej pracy opis matematyczny analizowanej formacji skalnej oraz zastosowane techniki numeryczne modelowania zjawisk zachodzących w badanym układzie (sonda – formacja skalna) są identyczne z tymi stosowanymi w pracy J1. W omawianej pracy rozszerzono w stosunku do pracy J1 modelowanie i analizę o przypadek profilowania akustycznego podczas wiercenia oraz zbadano interferencję dodatkowych modów falowych wyższego rzędu generowanych wskutek braku współosiowości sondy i kanału wiertniczego z głównymi modami falowymi generowanymi w formacji skalnej. Wykazano, że interferencja obu rodzajów modów falowych może wpływać na szacowane na podstawie rzeczywistych pomiarów prędkości fal podłużnych i ścinających w formacji skalnej, co z kolei będzie wpływać na określane na ich podstawie własności mechaniczne otoczenia kanału wiertniczego.

W opublikowanej również w roku 2013 w czasopiśmie *Geophysics* pracy J5, modelowano numerycznie zjawisko profilowania akustycznego w osiowo symetrycznych (względem kanału wiertniczego) warstwowych ciągłych i spękanych sprężystych i niesprężystych formacji skalnych, które dodatkowo mogą być wypełnione lepką cieczą. W procesie modelowania zostały zastosowane identyczne techniki numeryczne jak we wszystkich pracach stanowiących monotematyczny cykl publikacji. Przeprowadzone symulacje wykazały, że spękania w formacji skalnej wpływają głównie na prędkość propagacji fal ścinających. W strukturach warstwowych zaobserwowano wielokrotne odbicia fal na granicach warstw, które to zjawisko utrudnia szacowanie własności sprężystych formacji skalnej w oparciu o krzywe zmian prędkości fal w funkcji ich częstości w warstwach o różnej grubości.

W pracy J6, opublikowanej w tym samym roku w czasopiśmie *Computers and Mathematics with Application*, wykazano że stosowanie warstwy idealnie tłumiącej w celu ograniczenia nieskończonego obszaru propagacji fal do obszaru skończonego w procesie numerycznego modelowania, może prowadzić w pewnych przypadkach do błędnych rozwiązań zagadnienia profilowania akustycznego. W przypadku umieszczenia sondy wspólnie z narzędziem wiertniczym, co wymusza umieszczenia sondy na masywnym metalowym kołnierzu narzędzia wiertniczego, obserwuje się powstawanie zjawiska propagacji fal wstecznych w warstwie idealnie tłumiącej, co prowadzi do niestabilności rozwiązania numerycznego w tej warstwie. Zjawisko to jest wynikiem propagacji do formacji skalnej nie tylko fal generowanych przez sondę lecz również szumów generowanych przez narzędzie wiertnicze, dla których sprężysty metalowy kołnierz na którym jest osadzona sonda działa jak falowód. Taka sytuacja występuje szczególnie w przypadku pojedynczego nadajnika fal akustycznych, umieszczonego na sondzie. Jako uniknięcie tego niekorzystnego zjawiska, autorzy proponują w tej pracy modelowanie sprężystego materiału kołnierza narzędzia wiertniczego jako materiału lepkosprężystego, co spowoduje tłumienie niepożądanych modów falowych w kołnierzu, nie wpływając równocześnie na proces generacji fal w formacji skalnej.

Praca J7, opublikowana w czasopiśmie *Geophysics* w 2014 roku jest poświęcona podobnej tematyce jak poprzednia praca J6 i jest rozszerzona o analizę modów i postaci fal propagowanych w formacji skalnej otaczającej kanał wiertniczy jako odpowiedź na wymuszenie akustyczne pojedynczego i poczwórnego nadajnika sondy umieszczonej na kołnierzu narzędzia wiertniczego. Autorzy wykazali na podstawie analizowanych numerycznych modeli układu narzędzie wiertnicze – sonda – formacja skalna jak różne własności mechaniczne elementów tego układu wpływają na postacie generowanych fal akustycznych. Następnie, na podstawie modelowanych obrazów falowych analizowali możliwość określania własności sprężystych otoczenia kanału wiertniczego w przypadku pomiarów akustycznych prowadzonych w rzeczywistych warunkach.

Ostania w prezentowanym cyklu publikacji praca J8, opublikowana w 2014 roku w *Computer methods in applied mechanics and engineering* stanowi kontynuację i rozszerzenie badań dotyczących modelowania zjawiska propagowania akustycznego z wykorzystaniem *hp*- adaptacyjnej metody elementów skończonych, których wyniki zostały wcześniej opublikowane w pracach J2, J5, J6 oraz J7. W pracy J8 przedstawiono zastosowanie w pełni automatycznej *hp*-adaptacyjnej metody elementów skończonych do rozwiązania sprzężonego problemu akustyczno-lepko/poro-sprężystego w domenie częstotliwości. Metodę adaptowano w szczególności do modelowania propagacji fal akustycznych w otoczeniu kanału wiertniczego w lepko/poro sprężystej formacji skalnej. Zaproponowano a następnie zaimplementowano w kodzie numerycznym nowe sformułowanie przemieszczeniowo-ciśnieniowe w poro-sprężystym materiale warstwowym formacji, uwzględniając równocześnie odpowiednie sformułowanie równań opisujących idealną warstwę tłumiącą umożliwiającą zastąpienie nieskończonego obszaru propagacji fal do obszaru skończonego w rozwiązaniu numerycznym.

Oceniając merytorycznie zawartość recenzowanego cyklu publikacji stwierdzam, że stanowi on istotny wkład w rozwój problematyki numerycznego modelowania zjawisk akustycznych w jednorodnych i niejednorodnych materiałach izo- i anizotropowych.

Rozpatrywane w pracy problemy numerycznego modelowania i analizy rozchodzenia się fal akustycznych w formacjach skalnych o różnej strukturze mechanicznej (sprężystej, poro-sprężystej, kruchej, jednorodnej, warstwowej, z uskokami i spękaniami itp.) są aktualne i interesujące z naukowego punktu widzenia jak również znajdują praktyczne zastosowanie do modelowania zjawiska profilowania akustycznego w otoczeniu otworu wiertniczego w formacji skalnej.

Wszystkie publikacje zawierają dobrze umotywowany wstęp, uzasadniający celowość prowadzonej analizy i zawierający merytorycznie poprawne i najczęściej bogate odniesienia do literatury, dobrze sformułowana część teoretyczną umożliwiającą stworzenie, w oparciu o dostępne w literaturze modele, poprawnego modelu matematycznego analizowanych zjawisk, dobrze dobrane przykłady numerycznego modelowania, ilustrujące wykorzystanie stworzonego przez autorów pracy modelu oraz bogate i uzasadnione merytorycznie wnioski, wynikające z przedstawianych przykładów.

Wyniki badań prezentowane we wszystkich publikacjach są oryginalne i mogą być uznane za nowatorskie z uwagi na wykorzystanie do ich otrzymania nowoczesnych technik obliczeniowych opartych o zmodyfikowaną metodę elementów skończonych stosowaną szeroko do analizy zachowania się szerokiej klasy konstrukcji inżynierskich.

Wszystkie publikacje recenzowanego monotematycznego cyklu są publikacjami zbiorowymi. Wkład pracy Habilitanta w te publikacje, zgodnie z Jego i współautorów oświadczeniami wynosi od 40% w dwóch publikacjach) do ponad 70% w pozostałych, w których trzykrotnie przekracza 90%. Można więc stwierdzić, że wkład pracy dr P. Matuszyka w powstanie tych publikacji jest znaczący.

Szkoda jedynie, że Habilitant ograniczył się jedynie do podania w sposób procentowy swojego wkładu w omawiany cykl publikacji, nie podając precyzyjnie swojego wkładu merytorycznego, co uczynili współautorzy w swoich oświadczeniach. Należy jednak dodać, że elementy tego wkładu merytorycznego pojawiają się w *autoreferacie* Habilitanta, stanowiącym jeden elementów dokumentacji dołączonej do wniosku.

Na korzyść Habilitanta przemawia również fakt, że istotna część Jego osiągnięć, dotycząca implementacji kodu adaptacyjnej metody elementów skończonych, nie jest zawarta w sposób jawny w publikacjach. Z uwagi na dużą złożoność obliczeniową analizowanego problemu modelowania numerycznego profilowania akustycznego, istotnym stała się taka modyfikacja kodu adaptacyjnej metody elementów skończonych która umożliwiła znaczące przyspieszenie sekwencyjnych fragmentów algorytmu oraz wykorzystanie, tam gdzie jest to możliwe, procedury obliczeń równoległych na maszynach wieloprocessorowych. Bez takich modyfikacji kodu, wykonywanie obliczeń niezbędnych do uzyskania prezentowanych w publikacjach wyników byłoby istotnie utrudnione, a w niektórych przypadkach wręcz niemożliwe. Szczegóły tych modyfikacji narzędzia obliczeniowego Habilitant opisał skrótowo w *autoreferacie*. Ich zamieszczenie w publikacjach było, w moim przekonaniu, rzeczywiście niecelowe chociaż do 'stworzenia' publikacji było niezbędne.

Reasumując tę część oceny merytorycznej osiągnięcia naukowo-badawczego, przedstawionego w postaci monotematycznego cyklu publikacji, stwierdzam, że **zawartość tych publikacji stanowi istotny wkład w rozwój problematyki** modelowania zjawisk związanych z propagacją fal akustycznych w jednorodnych i niejednorodnych formacjach skalnych, a w szczególności modelowania zjawiska profilowania akustycznego w odwiertach. Osobisty wkład Habilitanta w badania prezentowane w tym współautorskim cyklu publikacji spełnia, w moim przekonaniu, wymagania art. 16.1 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

4. Ocena dodatkowych osiągnięć naukowo-badawczych

Dr Paweł Matuszyk jest współautorem 13 dodatkowych publikacji w czasopismach naukowych powiązanych tematycznie z cyklem publikacji przedstawianych jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, lecz nie wchodzących w skład tego osiągnięcia.

Ponadto jest On autorem lub współautorem 7 publikacji naukowych z obszaru modelowania procesów obróbki plastycznej, 2 publikacji z obszaru modelowania dynamiki piesznych, 3 publikacji z obszaru wykorzystania adaptacyjnej metody elementów skończonych do rozwiązania quasi-stacjonarnego problemu Stokesa oraz 5 publikacji z obszaru wykorzystania adaptacyjnej metody elementów skończonych do rozwiązania zagadnień dyfuzji w ośrodkach wielofazowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, dr P. Matuszyk jest łącznie autorem lub współautorem 20 publikacji opublikowanych w czasopismach naukowych (z których 8 stanowi recenzowane osiągnięcie naukowe), 22 rozszerzonych streszczeń wygłaszanych referatów zamieszczonych w materiałach konferencyjnych lub pokonferencyjnych oraz 18 referatów wygłaszanych na konferencjach międzynarodowych i 54 referatów wygłaszanych na konferencjach lokalnych.

Impact factor publikacji Habilitanta wynikający z jego własnego udziału w publikacjach wynosi 15,7, liczba cytowani wg. *Web of Science* wynosi 68 zaś *index Hirsza* jest równy 5.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, dr Paweł Matuszyk brał udział w 3 europejskich i 5 krajowych projektach badawczych.

Reasumując tę część recenzji, działalność naukowo-badawczą dr P. Matuszyka oceniam jako **dobrą**.

5. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Dr Paweł Matuszyk był zatrudniony przez okres 8 lat jako czynny nauczyciel akademicki w Akademii Górniczo- Hutniczej w Krakowie. Przez pozostały okres swojej aktywności zawodowej był pracownikiem *Texas University* w Austin, USA oraz *Baker Hughes Inc. W Huston, USA*. Tak więc Jego dorobek dydaktyczny dotyczy w zasadzie okresu osmioletniego, podczas którego prowadził zajęcia dydaktyczne na AGH na Wydziale Inżynierii Metali i Automatyki Przemysłowej oraz przez krótki okres czasu w Wyższej Szkole handlowej w Radomiu na Wydziale Informatyki.

W okresie pracy na AGH współtworzył nowe całościowe programy nauczania na kierunkach informatyka stosowana i edukacja techniczno-informatyczna oraz opracowywał materiały do prowadzonych przez siebie zajęć dydaktycznych.

Jego współpraca międzynarodowa w latach 2000 – 2008 sprowadzała się głównie do trzech miesięcznych staży zagranicznych na uczelniach we Francji, Austrii i Wielkiej Brytanii, zaś od roku 2008 do chwili obecnej przebywa i pracuje w ośrodkach badawczo-naukowych w USA.

Biorąc pod uwagę powyższe fakty, stwierdzam, że dr P. Matuszyk posiada **wystarczający** dorobek dydaktyczny oraz wykazuje się **dobrą** naukową współpracą międzynarodową, aby ubiegać się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

6. Wniosek końcowy

Reasumując, w świetle opinii cząstkowych sformułowanych w poprzednich punktach mojej recenzji, stwierdzam, że zarówno przedstawione do oceny osiągnięcie naukowo-badawcze oraz pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny oraz zakres współpracy międzynarodowej **dr Pawła Matuszyka spełniają wymagania** stawiane przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w postępowaniach habilitacyjnych, a także wymagania zwyczajowo przyjęte dotychczas w polskim środowisku naukowym.

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie dr Pawła Matuszyka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

