

**Recenzja dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
oraz jednotematycznego cyklu publikacji
pt. „Modelowanie procesów termomechanicznych w tym z wykorzystaniem
rachunku pochodnych niecałkowitego rzędu”
dr. inż. Wojciecha Sumelki
w Jego postępowaniu habilitacyjnym**

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejszą recenzję opracowałam na podstawie pisma Dziekana Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej prof. dr. hab. inż. Janusza Wojtkowiaka, informującego o powołaniu mnie przez Centralną Komisję do Spraw Stopni i Tytułów na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Wojciecha Sumelki. Wraz z powołaniem na recenzenta otrzymałem w formie elektronicznej dokumentację, o której mowa w art. 18a ust.1 Ustawy.

2. Informacje ogólne o Habilitancie

Wojciech Sumelka jest absolwentem Politechniki Poznańskiej: w 2004 roku ukończył z wyróżnieniem studia magisterskie na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska PP, uzyskując stopień magistra inżyniera w specjalności konstrukcje budowlane i inżynierskie.

W latach 2004-2006 był doktorantem, a następnie w latach 2006-2010 był asystentem na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska PP.

W roku 2009 uzyskał na tym samym Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska stopień doktora nauk technicznych w zakresie budownictwo, na podstawie pracy doktorskiej pt. „*The Constitutive Model of the Anisotropy Evolution for Metals with Microstructural Defects*”. Promotorem pracy doktorskiej był prof. Adam Glema.

Od roku 2010 dr inż. Wojciech Sumelka pracuje na stanowisku adiunkta w Zakładzie Komputerowego Wspomagania Projektowania Instytutu Konstrukcji Budowlanych Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska PP.

Za osiągnięcia naukowe Kandydat otrzymał nagrodę indywidualną II stopnia JM Rektora PP i nagrodę III stopnia im. Profesora Michała Żenczykowskiego przyznaną przez Komitet Mechaniki PAN, oraz liczne nagrody zespołowe JM Rektora PP za osiągnięcia

naukowe i dydaktyczne (8 nagród). W bieżącym roku dr inż. Wojciech Sumelka otrzymał stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców.

3. Charakterystyka i ocena jednotematycznego cyklu publikacji

Jako osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym Kandydat przedkłada do oceny jednotematyczny cykl 11 publikacji ujętych wspólnym tytułem „*Modelowanie procesów termomechanicznych w tym z wykorzystaniem rachunku pochodnych niecałkowitego rzędu*”. Jest to cykl naukowych prac składający się z 9 artykułów w znaczących czasopismach anglojęzycznych oraz 2 rozdziałów w monografiach naukowych wydanych przez renomowane wydawnictwo Springer-Verlag. Suma punktów MNiSW przypisanych publikacjom tego cyklu wynosi 240, natomiast suma współczynników wpływu IF = 9,664. Kandydat jest jedynym autorem 6 publikacji, a jego udział w pozostałych 5 pracach wynosi 70%, co jest udokumentowane oświadczeniem współautora tych prac prof. Tomasza Łodygowskiego.

Cykl jednotematycznych publikacji obejmuje następujące prace:

- [1] **W. Sumelka**, Non-local Kirchhoff-Love Plates in Terms of Fractional Calculus, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, (DOI: 10.1016/j.acme.2014.03.006).
- [2] **W. Sumelka**, Application of fractional continuum mechanics to rate independent plasticity, *Acta Mechanica*, (DOI: 10.1007/s00707-014-1106-4).
- [3] **W. Sumelka**, A note on non-associated Drucker-Prager plastic flow in terms of fractional calculus, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 52,2, pp. 571-574, 2014.
- [4] **W. Sumelka**, Fractional viscoplasticity, *Mechanics Research Communications*, 56, pp. 31-36, 2014.
- [5] **W. Sumelka**, Thermoelasticity in the Framework of the Fractional Continuum Mechanics, *Journal of Thermal Stresses*, 37, pp. 678–706, 2014.
- [6] **W. Sumelka**, Role of Covariance in Continuum Damage Mechanics, *ASCE Journal of Engineering Mechanics*, 139, 11, pp. 1610-1620, 2013.
- [7] **W. Sumelka**, T. Łodygowski, Thermal stresses in metallic materials due to extreme loading conditions, *ASME Journal of Engineering Materials and Technology*, 135, 2, pp. 021009-1-8, 2013.
- [8] **W. Sumelka**, T. Łodygowski, Reduction of the number of material parameters by ANN approximation, *Computational Mechanics*, 52, 2, pp. 287-300, 2013.
- [9] **W. Sumelka**, T. Łodygowski, The influence of the initial microdamage anisotropy on macrodamage mode during extremely fast thermomechanical processes, *Archive of Applied Mechanics*, 81, 12, pp. 1973-1992, 2011.
- [10] T. Łodygowski, **W. Sumelka** (ROZDZIAŁ), Anisotropic damage for extreme dynamics, *Handbook of Damage Mechanics*, edited by George Z. Voyiadjis, 2015, pp. 1185-1220 (DOI 10.1007/978-1-4614-5589-9_32).
- [11] T. Łodygowski, **W. Sumelka** (ROZDZIAŁ), Computer estimation of plastic strain localization and failure for large strain rates using viscoplasticity, *CISM Courses and Lectures*, vol.552, 2014, pp. 211-246.

Prace [1 – 5] są autorskimi pracami Habilitanta, w których formułuje oryginalną nielokalną teorię ośrodków ciągłych wykorzystując rachunek pochodnych niecałkowitego rzędu, w szczególności ułamkową pochodną Riesz-Caputo (ang. Riesz-Caputo derivative). Zastosowane koncepcje pochodnej niecałkowitego rzędu zawierają w swojej definicji oprócz niecałkowitego rzędu różniczkowania α , $0 < \alpha < 1$, także parametr długości skali l . Autor sformułował modele konstytutywne opisujące różne rodzaje mechanicznych właściwości materiału: sprężyste, termosprężyste, plastyczne i lepkoplastyczne. W pracach [1,2,4,5] zachowania przedstawionych modeli konstytutywnych bazujących na pochodnej niecałkowitego rzędu zostały zilustrowane przykładami numerycznymi dla różnych wartości parametrów α i l .

W kolejnej pracy autorskiej [6] Habilitant pokazuje, że przyjęcie różnych obiektywnych miar zmienności (szybkości, ang. rate) w związkach konstytutywnych mechaniki zniszczenia (ang. damage mechanics) ma wpływ na rozkład obszarów rozwoju mikrouszkodzeń i pękania. Rozważania teoretyczne, uzupełnione wynikami symulacji komputerowych, prowadzi w kontekście modelu lepkoplastyczności typu Perzyny stosując miary pochodnej Lie'go i pochodnej logarytmicznej.

Współautorskie prace [6-11] przedstawiają dalsze rozwinięcie zagadnienia rozwoju anizotropii w metalach z defektami mikrostruktury, które było przedmiotem rozprawy doktorskiej Kandydata. Jako nowe oryginalne rezultaty tych badań można uznać: identyfikację parametrów materiałowych modelu konstytutywnego dla nowych materiałów metalicznych; redukcję parametrów modelu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych; numeryczne przykłady efektywności opracowanej wcześniej teorii do modelowania złożonych procesów termomechanicznych i ekstremalnie dynamicznych (m.in. dynamiczne zderzanie płyt).

Przedłożone do oceny publikacje [1 – 11] zawierają aktualną i adekwatnie dobraną bibliografię o zakresie światowym, na którą składają się prace dotyczące koncepcji matematycznych, teorii związków konstytutywnych oraz badań doświadczalnych.

Ocena jednotematycznego cyklu publikacji

Przedmiotem badań naukowych Kandydata są złożone termomechaniczne procesy deformacyjne ciał stałych i elementów konstrukcyjnych, które poddane są quasi-statycznym obciążeniom mechanicznym lub narażone są na działanie ekstremalnych oddziaływań dynamicznych. Badania obejmują sformułowanie modelu teoretycznego rozpatrywanego procesu oraz jego symulacje komputerowe, w wielu przypadkach w bezpośrednim nawiązaniu do wyników badań eksperymentalnych. Autor analizuje sprężyste, plastyczne lub lepkoplastyczne (model Perzyny) zachowanie się materiału, uwzględniając anizotropowy charakter powstawania i rozwoju mikrouszkodzeń. Można stwierdzić, że tematyka badawcza Kandydata znajduje się w głównym nurcie badań współczesnej termomechaniki ośrodków ciągłych. Na podkreślenie zasługują nowoczesne teoretyczne ujęcie sprzężonych procesów termomechanicznych przez Habilitanta, Jego umiejętność komputerowej implementacji złożonych modeli obliczeniowych oraz wykazana praktyczna użyteczność opracowanych modeli do opisu ekstremalnie szybkich procesów deformacyjnych, którym towarzyszy rozwój uszkodzeń, deterioracja materiału prowadząca do wyczerpania jego wytrzymałości.

Szczególnie oryginalnym rysem badań teoretycznych Habilitanta jest zastosowanie koncepcji rachunku pochodnych ułamkowego (niecałkowitego) rzędu w mechanice ośrodków ciągłych. Należy tu dodać, że chociaż pojawienie się pomysłu pochodnej niecałkowitego rzędu sięga w czasie do G.W. Leibniza (1695), który nie wykluczył istnienia pochodnej rzędu $\frac{1}{2}$, to zauważalny rozwój tej idei sięga lat 70-tych ubiegłego stulecia, gdy pojawiły się pierwsze opracowania monograficzne [K.B. Oldham, J. Spanier (1974), *The Fractional Calculus. Theory and Applications of Differentiation and Integration to Arbitrary Order*]. Jak pokazują wyniki badań innych autorów, koncepcja pochodnej niecałkowitego rzędu jest efektywnym narzędziem w opisie lepkosprężystego zachowania się materiałów wykazujących sprężystość natychmiastową i cechy lepkie (pełzanie, relaksację naprężeń). Jest to zrozumiałe, z uwagi na strukturę wzoru na pochodną niecałkowitego rzędu, która zawiera operator całkowania (po czasie) i tym samym w sposób naturalny wpisuje się w strukturę operatora opisującego procesu odkształcania ciała lepkosprężystego. Zastosowanie rachunku pochodnych niecałkowitego rzędu względem zmiennej przestrzennej daje nowe narzędzie opisu rozmaitości (różniczkowalnej), jakkolwiek skomplikowane w swojej strukturze i wymagające przeformułowania klasycznych związków mechaniki ośrodków ciągłych. Opis ośrodka ciągłego w terminach pochodnych niecałkowitego rzędu wprowadza parametr długości skali, który jak twierdzi Habilitant daje dodatkowe możliwości lepszej aproksymacji ośrodka materialnego. Hipoteza ta, tj. praktyczna efektywność tego parametru w modelu i sposób jego wyznaczania, nie została jeszcze zweryfikowana przez Habilitanta dla rzeczywistego materiału. Inną otwartą kwestią, nie zbadaną na tym etapie rozwoju sformułowanych przez Autora modeli plastyczności i lepkoplastyczności, jest ich zdolność do opisu cyklicznego obciążania i odciążania takich materiałów. Podniesione tu zapytania nie należy traktować jako zarzut do opracowanych przez Habilitanta modeli, stanowią raczej wskazanie na potrzebę dalszego dostosowania modeli do specyfiki zagadnień mechaniki ośrodków ciągłych i ich walidacji (identyfikacji parametrów modeli) za pomocą badań laboratoryjnych. Opracowane przez Habilitanta modele mechaniki odkształcalnych ciał stałych bazujące na koncepcji pochodnej niecałkowitego rzędu stanowią Jego oryginalne i twórcze osiągnięcie.

Na podkreślenie zasługuje też szeroki zakres zagadnień badawczych Kandydata (problemy sprężyste, plastyczne, lepkoplastyczne, mechanika uszkodzeń, identyfikacja parametrów materiałowych, statyka, ekstremalnie szybkie procesy dynamiczne). Ważny jest fakt opublikowania wyników badań w renomowanych czasopismach znajdujących się w bazie JCR (Acta Mechanica, Archives of Civil and Mechanical Engineering, ASCE Journal of Engineering Mechanics, ASME Journal of Engineering Materials and Technology, Computational Mechanics, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Journal of Thermal Stresses, Mechanics Research Communications) oraz światowym wydawnictwie Springer.

Podsumowując jednotematyczny cykl publikacji przedłożonych jako osiągnięcie naukowe Habilitanta stwierdzam, że wyniki Jego badań oceniam wysoko. Na szczególne podkreślenie zasługuje Jego badawcza otwartość i gotowość stosowania nowych koncepcji w mechanice ośrodków ciągłych, które, jako pokazują przedłożone publikacje, poparte są dużą biegłością w stosowaniu złożonego aparatu matematycznego i umiejętnością jego implementacji komputerowej.

4. Ocena dorobku i aktywności naukowej

Kandydat rozpoczął badania naukowe pod kierunkiem prof. Tomasza Łodygowskiego bezpośrednio po zakończeniu jednolitych studiów magisterskich w 2004r. Do uzyskania stopnia doktora (2009r) opublikował 22 prace, na które składają się 4 artykuły (sumarycznie IF = 1,3 i 40 pkt. MNiSW), 1 rozdział w monografii (6 pkt. MNiSW) i 17 konferencyjnych publikacji.

Po uzyskaniu stopnia doktora, dorobek publikacyjny Habilitanta obejmuje: 17 prac naukowych (wymienione już wcześniej prace A1 – A11 oraz B1 – B6 w Autoreferacie), których sumaryczny IF = 12,848 a liczba punktów MNiSW = 293, oraz 32 referaty na konferencjach międzynarodowych (publikacje w materiałach konferencyjnych) i 4 referaty na seminariach krajowych i zagranicznych. Sumaryczny wskaźnik wpływu IF publikacji naukowych zgodnie z rokiem opublikowania według listy JCR wynosi 11,247, liczba cytowań publikacji według Web of Science wynosi 48, a Jego indeks Hirscha wynosi 3. Habilitant aktywnie uczestniczył w 8 gratach naukowych oraz naukowo-przemysłowych, gdzie pełnił funkcje głównego wykonawcy lub wykonawcy oraz kierownika w przypadku środków na działalność statutową dla młodych badaczy. Jest członkiem Sekcji Materiałów i Konstrukcji KILiW PAN od 2011r. oraz 2 towarzystw naukowych (PTMKM, PTMTS) od 2007r. Jest recenzentem prac dla 7 czasopism naukowych (w tym 5 czasopism z IF). Kandydat odbył kilka krótkotrwałych staży zagranicznych (Canada, Francja, Hiszpania, Niemcy).

Na podkreślenie zasługuje duża aktywność naukowa Habilitanta i szerokie spektrum problemów badawczych, w których uczestniczy. W ostatnim okresie (szczególnie lata 2013 i 2014) Kandydat opublikował wiele wartościowych oryginalnych wyników swoich badań. Pozytywnie należy ocenić fakt, że wykonane badania mają nie tylko charakter teoretyczny, ale również użytkowy [np. wyniki badań bardzo szybkich (lokalnie rzędu 10^7 s^{-1}) procesów dynamicznych są przydatne w obszarze szeroko rozumianej obronności].

Podsumowując dorobek i aktywność naukową dr. inż. Wojciecha Sumelki stwierdzam, że jest On aktywnym i wartościowym naukowcem o znacznym dorobku i potwierdzonym dużym potencjale poznawczym.

5. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Dr inż. Wojciech Sumelka prowadził zajęcia dydaktyczne na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych WBiŚ PP z wielu przedmiotów związanych z technikami obliczeniowymi i graficznymi (m.in. podstawy informatyki, grafika inżynierskiej, mechanika komputerowa). Niektóre z przedmiotów (np. Computational mechanics) prowadził w języku angielskim w ramach programu Erasmus. Był promotorem pięciu prac inżynierskich.

Habilitant jest aktywnie zaangażowany w organizowanie konferencji i mini-sympozjów. Pełnił funkcję sekretarza znaczących międzynarodowych konferencji, które odbyły się w Poznaniu: 7th German-Greek-Polish Symposium on Recent Advances in Mechanics (2010), II Polski Kongres Mechaniki (2011), 20th International Conference on Computer Methods in Mechanics (2013). Był współorganizatorem minisympozjum na 14th PAN American Congress of Applied Mechanics (Santiago, Chile, 2014). Był członkiem komitetu organizacyjnego konferencji: Workshop 2012 Poznan — Dynamic Behaviour of Materials

and Safety of Structures; Rozwój techniki, technologii i transportu w lotnictwie (2012), Konferencja budowlana BUDMIKA (2014).

W latach 2005-2013 Kandydat był sekretarzem naukowym czasopisma *Foundations of Civil and Environmental Engineering* wydawanego przez Politechnikę Poznańską, a obecnie jest reaktorem pomocniczym czasopisma *Engineering Transactions*, które wydawane jest wspólnie przez IPPT PAN w Warszawie, Politechnikę Poznańską i National Engineering School of Mezt. Jako recenzent wielu prac dla FCEE mogę stwierdzić, że współpraca z sekretarzem czasopisma FCEE odbywała się bardzo profesjonalnie.

6. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedłożony jednotematyczny cykl publikacji oraz dodatkowe prace naukowe dr. inż. Wojciecha Sumelki w postępowaniu habilitacyjnym stanowią znaczny wkład w rozwój mechaniki i spełniają wymogi Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Autor prac wykazał się dużą wiedzą i umiejętnością oryginalnego formułowania, rozwiązywania i implementacji komputerowej problemów naukowych o wysokim stopniu złożoności.

Stawiam zatem wniosek o przyjęcie przedstawionych prac i dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów postępowania celem nadania Mu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo.

