

Prof. dr hab. Krzysztof Witold Wojciechowski  
email: [kww@ifmpan.poznan.pl](mailto:kww@ifmpan.poznan.pl)

## RECENZJA WNIOSKU HABILITACYJNEGO

dra Łukasza Farbańca

zatytułowanego *Charakterystyka dynamicznych właściwości mechanicznych materii i mechanizmów rządzących przebiegiem deformacji w warunkach ekstremalnych obciążeń* przygotowanego w Katedrze Fizyki Materii Skondensowanej na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie

Pan dr Łukasz Farbaniec, określany dalej jako Habilitant, ma 42 lata. W roku 2008 uzyskał tytuł magistra inżyniera w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, a podmiotem nadającym stopień była Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki. W roku 2012 Habilitant uzyskał stopień doktora nauk technicznych (z wyróżnieniem) w dyscyplinie mechanika materiałów, przy czym podmiotem nadającym ten stopień był University of Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Villetaneuse, Francja. Od lipca 2022 jest zatrudniony na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Od października 2009 do zatrudnienia w AGH **Habilitant pracował naukowo w bardzo dobrych ośrodkach naukowych we Francji, Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii.** Odbił 4 długoterminowe staże naukowe w renomowanych instytucjach zagranicznych (w Laboratoire des Sciences des Procédés et des Matériaux, French National Center for Scientific Research (CNRS) we Francji, w Hopkins Extreme Materials Institute, Johns Hopkins University w USA, w Institute of Shock Physics, Imperial College London, Wielka Brytania i w Impact Engineering Laboratory, University of Oxford, Wielka Brytania). Odbił też 3 inne pobyty naukowe: raz jako doktorant i 2 razy jako naukowiec wizytujący – odpowiednio we Francji, Wielkiej Brytanii i USA. Odbił także 7 jednotygodniowych wyjazdów badawczych: 3 do European Synchrotron Radiation Facility, Francja, 2 do University of Oxford, Wielka Brytania i po jednym do Georgia Institute of Technology, USA oraz do Eötvös Loránd University, Węgry.

**Tematyka prac Habilitanta dotyczy** ważnej, ciekawej i szybko rozwijającej się dziedziny **stanów dalekich od równowagi.** Badania takie są niezwykle istotne dla zastosowań w przemyśle lotniczym, motoryzacyjnym, narzędziowym, jądrowym i obronnym. Habilitacja opiera się na cyklu powiązanych tematycznie dwunastu wieloautorskich artykułów naukowych (ponumerowanych jako H1, H2, ..., H12) i dwóch oryginalnych osiągnięciach projektowych (P1, P2) dotyczących poznania i zrozumienia fundamentalnych zachowań fizycznych materii w ekstremalnych warunkach dynamicznego i uderowego obciążenia. Większość artykułów opublikowano w renomowanych czasopismach o zasięgu światowym: 4 w International Journal of Impact Engineering (140), 2 w Materials Science & Engineering A (140) i po jednym w Acta Materialia (200 pkt.), Icarus (140), Journal of the American Ceramic Society (100), Journal of

Applied Ceramic Technology (40), Review of Scientific Instruments (70), Scripta Materialia (140); liczby w nawiasach oznaczają punkty z Listy Ministerialnej. W siedmiu z tych publikacji Habilitant jest pierwszym autorem. Wprawdzie nie znalazłem oświadczeń współautorów o ich wkładzie pracy we wspomniane publikacje, ale w wykazie osiągnięć Habilitanta są własne wyjaśnienia o Jego wkładzie pracy. W tym konkretnym przypadku jest to rozsądne rozwiązanie, gdyż uzyskanie oświadczeń od przebywających poza granicami Polski współautorów, którzy w dodatku często zmieniają miejsca swojego pobytu jest niezwykle trudne lub wręcz niemożliwe. Na tej podstawie przyjąłem, że udział Habilitanta we wspomnianych pracach był wiodący lub znaczny.

Ponieważ artykuły naukowe Habilitanta zostały opublikowane w renomowanych czasopiśmie naukowych, a zatem były recenzowane przez kompetentnych recenzentów, więc nie widzę potrzeby ich ponownej, szczegółowej analizy. Ograniczę się do krótkiego omówienia tych osiągnięć Habilitanta, które uważam za najciekawsze i najważniejsze. Warto tu zauważyć, że **badania zawarte w habilitacji dotyczyły (głównie) deformacji ściskających przy dużych szybkościach odkształceń**. Inne deformacje weszły w skład tzw. dorobku Habilitanta.

Celem badań wchodzących w skład habilitacji było, między innymi:

- Wyznaczenie stałych materiałowych dotyczących zależności pomiędzy naprężeniem, odkształceniem i szybkością odkształcenia.
- Zbadanie podstawowych mechanizmów rządzących deformacją plastyczną, gdzie stosowano modelowe warunki obciążenia istotne dla walidacji modeli teoretycznych.
- Zaprojektowanie procesów technologicznych z wykorzystaniem deformacji plastycznych przy dużych prędkościach.

Prace [H1-H6] dotyczyły badania ceramiki (węglika boru) pod kątem zidentyfikowania i charakterystyki mikromechanizmów odpowiedzialnych za uszkodzenia podczas dynamicznego obciążenia. Za pomocą mikroskopii optycznej i elektronicznej analizowano mikrostrukturę oraz jej wpływ na procesy inicjacji, propagacji pęknięć i fragmentację materiału, a w szczególności rozmiar, kształt, orientację, gęstość i rozkład przestrzenny wtrąceń i defektów tejże mikrostruktury. W czasie testów mechanicznych wykorzystywano obrazowanie za pomocą ultraszybkiej kamery (z szybkością do pięciu milionów klatek na sekundę), a po testach mechanicznych mikroskopię elektroniczną do rejestrowania procesów pęknięcia. Efektem tych prac było, między innymi:

- zbadanie wpływu mikrostruktury (a w szczególności obecnych w niej defektów) na wielkości fragmentów powstałych w wyniku dezintegracji próbki materiałowej z uwzględnieniem wpływu prędkości odkształcenia i wstępnych naprężeń obciążających oraz
- wyjaśnienie anizotropii wytrzymałości mechanicznej związanej z podstawowym procesem wytwarzania węglika boru.

Prace [H7-H9] dotyczyły badania magnezu i jego stopów, a ich celem było zrozumienie mechanizmów deformacji plastycznej i pęknięcia w warunkach obciążenia udarowego. Praktycznym efektem tych prac było, między innymi:

- podniesienie parametrów wytrzymałościowych materiału, co pozwoliło zmniejszyć masę osłon balistycznych o 20% przy zachowaniu takiej samej ochrony jaką oferuje materiał referencyjny.

Praca [H10] dotyczyła pionierskich badań dynamicznych właściwości mechanicznych meteoroidów. Habilitant zastosował kombinację dynamicznego obciążenia próbki, *in situ*, synchrotronową radiografię i synchrotronową tomografię komputerową. Badania te pozwoliły uzyskać wgląd w mechanizmy rządzące rozpadem małych ciał planetarnych, łącząc stan przed, w trakcie i po, co stanowi istotny postęp w stosunku do wcześniejszych badań. Warto tu podkreślić:

- zbadanie związku między wyjściową mikrostrukturą a mechanizmami dynamicznego pęknięcia i fragmentacji w chondrycie zwyczajnym, użyteczne przy tworzeniu modeli numerycznych symulujących kolizje asteroid, formowanie kraterów uderzeniowych, a także dla rozwoju skutecznych strategii obrony planetarnej.

Praca [H11], związana z osiągnięciem badawczym [P1], dotyczyła zaprojektowania i budowy stanowiska pomiarowego, umożliwiającego kontrolowany i precyzyjny pomiar zmian współczynnika odbicia światła od powierzchni próbki materiałowej przy jednoczesnej modulacji pola temperatury. Jej ważnym aspektem było:

- opracowanie procedur kalibracyjnych, pozwalających na jednoznaczne powiązanie względnej zmiany współczynnika odbicia światła ze zmianą temperatury dla złota, które w postaci cienkich warstw można napylić na próbkę materiałową odkształcaną w warunkach dynamicznych.

Praca [H12], związana z osiągnięciem badawczym [P2], dotyczyła opracowania i demonstracji metody badawczej opartej na interferometrii laserowej i analizie sygnału heterodynowego do pomiaru fal sprężystych w tzw. dzielonym pręcie Hopkinsona. Celem szczegółowym natomiast było zaprojektowanie układu pozwalającego rozdzielić fale skrętne od zginających w zarejestrowanym sygnale. Należy tu zaznaczyć, że:

- zaprojektowany układ pozwala na pracę z falami sprężystymi o bardzo dużej amplitudzie, jest niezależny od zewnętrznych zakłóceń elektromagnetycznych i oferuje pomiary z wyższą rozdzielczością, gdyż dane zbierane są z obszaru o rozmiarze plamki wiązki laserowej (tj. rzędu kilkudziesięciu mikronów), a dodatkowo pozwala na pomiary ruchu wzdłużnego, obrotowego i poprzecznego w jednym punkcie pomiarowym, co nie jest możliwe przy zastosowaniu tensometrów oporowych.

Jeśli chodzi o tzw. **dorobek Habilitanta**, czyli osiągnięcia nie wchodzące w skład habilitacji, to chciałbym w nim podkreślić:

- wyznaczenie (po raz pierwszy eksperymentalnie) kryterium płynięcia dla tytanu oraz miedzi w warunkach złożonego dynamicznego stanu naprężenia.

**Przejdę teraz do *scjentometrii***, którą oprę na dwóch bazach. W bazie *Web of Science* znalazłem 32 opublikowane prace współautorstwa Habilitanta, które były cytowane 698 razy, z czego 658 razy bez autocytatów, co zaowocowało indeksem Hirscha (IH) wynoszącym 16. Warto tu zauważyć, że:

- (a) jedna z tych prac była cytowana ponad 100 razy i wszystkie te cytowania pochodzą z prac, w których Habilitant nie był na liście autorów,
- (b) praca ta ma bardzo wysoką średnią dynamikę cytowań, ponad 10 rocznie, a 6 innych prac Habilitanta ma średnio ponad 4 cytowania rocznie,
- (c) liczba cytatów w roku 2022 przekroczyła 100, a w 2025 jest bliska tejże liczbie.

W bazie **SCOPUS** znalazłem 33 publikacje współautorstwa Habilitanta, cytowane 804 razy (co daje IH=17), z czego 758 bez autocytatów (co daje IH=16). Baza SCOPUS pozwala wyizolować również autocytowania współautorskie, dzięki czemu dowiedziałem się z niej, że bez nich pozostało 516 cytowań całkowicie obcych, co daje IH=12. Warto tutaj zauważyć, że:

(a) najbardziej cytowana praca miała 107 cytowań, a każda z 5 kolejnych miała ponad 50 cytatów,

(b) w każdym z lat 2020, 2021, 2022, 2024 i 2025 prace Habilitanta były cytowane ponad 100 razy – odpowiednio: 104, 103, 110, 103, 118,

(c) w roku 2025 cytowania całkowicie obce osiągnęły liczbę 94.

Z obu powyższych baz wynika, że najwięcej prac Habilitant opublikował w latach 2016 i 2017 – było to odpowiednio 6 i 7 publikacji.

W powyższych bazach nie znalazłem żadnej pracy indywidualnej Habilitanta. W niektórych grupach naukowych posiadanie pracy indywidualnej stanowi dowód samodzielności naukowej i warunek konieczny do uruchomienia procesu habilitacji. Ponieważ jednak w spisie osiągnięć naukowych Habilitanta znalazłem indywidualny poster [K50], więc **uważam formalny dorobek naukowy Habilitanta za (więcej niż) wystarczający do wszczęcia habilitacji.**

Dodam tu, że oprócz opublikowanych artykułów naukowych Habilitant miał **54 wystąpienia konferencyjne**, w tym 2 wykłady plenarne.

Dodam też, że (jak podaje Habilitant), łączna liczba punktów MNiSW Habilitanta wynosi 3570, przy czym liczba publikacji za 200 pkt to 3, liczba publikacji za 140 pkt wynosi 15, a liczba publikacji za 100 pkt to 8.

Jak wspominałem wcześniej, poza publikacjami i wystąpieniami konferencyjnymi, **Habilitant zaprojektował i wykonał [P1] stanowisko diagnostyczne do ultraszybkich pomiarów temperatury na bazie metody obrazowania termicznego w wąskich pasmach światła widzialnego** (z ang. *thermoreflectance method*). Jest ono wykorzystywane do badania ultraszybkich procesów zachodzących w materii podczas dynamicznego obciążenia. Wykorzystując wiązkę lasera emitującego promieniowanie podczerwone oraz zjawisko Dopplera Habilitant zaprojektował też i wykonał [P2] stanowisko diagnostyczne do pomiaru sprężystych fal wzdluznych i scinajacych w dzielonym przecie Hopkinsona, a także do pomiaru charakterystyk fal zaburzeń rozchodzących się w materiałach pod wpływem impulsu uderzeniowego.

Jeśli chodzi o **uczestnictwo w grantach**, to ostatnio Habilitant zrealizował grant Miniatura, a wcześniej (po doktoracie) był członkiem zespołów badawczych w 4 grantach [F2]-[F5]. Uczestniczył też w 3 innych projektach [F7]-[F9], a obecnie realizuje (jako kierownik) kolejny taki projekt [F6]

Wypada też zauważyć, że Habilitant od 2010 jest **członkiem międzynarodowego stowarzyszenia DYMAT** (European association for the promotion of research into the dynamic behavior of materials and its applications), a w latach 2015–2017 był członkiem międzynarodowego stowarzyszenia SEM (Society for Experimental Mechanics).

**Habilitant** podaje, że **był recenzentem artykułów naukowych** w następujących czasopismach z “listy ministerialnej”: Journal of Dynamic Behavior of Materials, Materials

Letters, Journal of Material Science, Journal of the European Ceramic Society, Micron, Results in Engineering, Advances in Materials and Processing Technologies, Measurements.

Warta odnotowania jest **współpraca Habilitanta z sektorem gospodarczym**, która była realizowana w 3 projektach: przed doktoratem w Nexter Munitions we Francji, a po doktoracie w Rolls-Royce plc. w Wielkiej Brytanii i w Opmobility w Polsce.

Jeśli chodzi o **działalność dydaktyczną Habilitanta**, to dla studentów Akademii Górniczo Hutniczej rozpoczął ją w 2023 roku, jako koordynator przedmiotu Pakiety Obliczeniowe na studiach I stopnia na: Fizyce Technicznej, Mikro- i Nanotechnologiach w Biofizyce oraz na Informatyce Stosowanej w formie wykładów oraz ćwiczeń laboratoryjnych. Jest również autorem sylabusów przedmiotu Komputerowe Wspomaganie Projektowania 3D CAD na studiach I stopnia na kierunku Fizyka Techniczna. Prowadził także ćwiczenia laboratoryjne w ramach przedmiotu Metody Numeryczne na studiach I stopnia na kierunku Informatyka Stosowana. Wcześniej zajmował się działalnością dydaktyczną w: Imperial College London, gdzie prowadził zajęcia laboratoryjne w Pracowni Fizycznej na studiach I stopnia i na Uniwersytecie Johnsa Hopkinsa, gdzie prowadził seminarium z przedmiotu Wprowadzenie do Skaningowej Mikroskopii Elektronowej w ramach letniej szkoły dla doktorantów. Ponadto, jak pisze w Autoreferacie, udzielał się jako promotor i recenzent projektów oraz prac dyplomowych.

Podsumowując, uwzględniłem, że osiągnięcia przedstawione we wniosku (całkowity dorobek naukowy, projektowy i recenzencki, udział w konferencjach naukowych, udział w grantach, udział w stowarzyszeniach naukowych, działalność dydaktyczna oraz współpraca z sektorem gospodarczym) dra Łukasza Farbańca spełniają ze **znaczny nadmiar** Art. 219.1.2 ustawy "Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" z dnia 20 lipca 2018, tj. stanowią znaczny wkład w rozwój nauk fizycznych. Choć badania Habilitanta mają charakter interdyscyplinarny, to ze względu na ich znaczenie dla fizyki **wnoszę o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów postępowania w celu nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne**.