

dr hab. inż. Jacek JANISZEWSKI
Zakład Technologii i Eksploatacji Uzbrojenia
Instytut Techniki Uzbrojenia
Wydział Mechatroniki Uzbrojenia i Lotnictwa
Wojskowa Akademia Techniczna
ul. gen. Sylwestra Kaliskiego 2
00-908 Warszawa 46

07.01.2026 r.

Recenzja

dorobku naukowego i aktywności naukowej

dr inż. Łukasza FARBAŃCA

sporządzona w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną do sporządzenia recenzji stanowiła uchwała Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie nr 1/10/RD/2025 z dnia 23 października 2025 r., podjęta w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej o wszczęciu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Łukaszowi FARBAŃCOWI. Podstawę merytoryczną do opracowania recenzji stanowiły natomiast następujące dokumenty:

- autoreferat,
- wykaz osiągnięć naukowych, w tym cykl powiązanych tematycznie artykułów wraz z opisem wkładu Habilitanta w ich opracowanie.

2. Charakterystyka sylwetki naukowej Habilitanta

Na wstępie należy podkreślić, że dotychczasowa kariera naukowa dr inż. Łukasza FARBAŃCA ma wyjątkowy charakter i stanowi znakomity przykład rozwoju polskiego badacza w renomowanych ośrodkach akademickich i naukowo-badawczych za granicą. Po ukończeniu studiów na Politechnice Krakowskiej w 2008 r. Habilitant podjął studia doktoranckie na University of Paris we Francji, równocześnie rozpoczynając pracę we francuskim Narodowym Centrum Badań Naukowych (CNRS). W ramach doktoratu wdrożeniowego realizował tam badania we współpracy z firmą Nexter Munitions. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 2012 r. na podstawie rozprawy doktorskiej obronionej z wyróżnieniem, a następnie kontynuował zatrudnienie w CNRS na stanowisku pracownika naukowego do marca 2013 r. W tym samym roku Habilitant podjął zatrudnienie w charakterze pracownika naukowego w renomowanym Hopkins Extreme

Materials Institute na amerykańskiej uczelni Johns Hopkins University, gdzie w ramach projektu finansowanego przez Wojskowe Laboratorium Badawcze Stanów Zjednoczonych prowadził badania dotyczące materiałów stosowanych w strukturach osłon balistycznych. Po upływie dwóch lat Habilitant ponownie zmienił miejsce pracy i w 2016 r. został zatrudniony na stanowisku badawczym w Institute of Shock Physics na Imperial College London, gdzie uczestniczył m.in. w dwóch projektach badawczych. Następnie, w 2018 r., podjął pracę naukową w Impact Engineering Laboratory na University of Oxford w Wielkiej Brytanii, gdzie był zatrudniony do 2023 r., realizując w tym czasie liczne projekty badawcze finansowane m.in. przez Brytyjską Radę Badawczą ds. Inżynierii i Nauk Fizycznych oraz firmę Rolls-Royce PLC. Po zakończeniu okresu pracy w zagranicznych ośrodkach akademickich dr inż. Łukasz FARBANIEC powrócił do Polski i obecnie jest zatrudniony na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Przedstawiony przebieg kariery naukowej w pełni dowodzi wysokiego poziomu kompetencji badawczych Habilitanta, jego zdolności do prowadzenia zaawansowanych prac naukowych oraz umiejętności funkcjonowania w międzynarodowym środowisku akademickim. Kolejne etapy zatrudnienia w wiodących ośrodkach badawczych – takich jak CNRS, Johns Hopkins University, Imperial College London czy University of Oxford – świadczą o uznaniu, jakim dr inż. Łukasz FARBANIEC cieszy się w światowej społeczności naukowej. Jego aktywność badawcza, realizowana w ramach projektów finansowanych przez instytucje rządowe i przemysłowe, potwierdza zarówno wysoki poziom merytoryczny, jak i zdolność do podejmowania złożonych problemów naukowych o znaczeniu aplikacyjnym. Całość dotychczasowej kariery Habilitanta jednoznacznie wskazuje na uporządkowaną i konsekwentnie realizowaną ścieżkę rozwoju naukowego w obszarze badań właściwości dynamicznych materiałów inżynierskich, a także potwierdza jego bogate doświadczenie oraz dojrzałość naukową, niezbędne do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

3. Ocena formalna osiągnięć naukowych

Jako osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój nauki, w rozumieniu ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz.U. 2021, poz. 1668), dr inż. Łukasz FARBANIEC wskazał **cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych** oraz **oryginalne osiągnięcia projektowe**. Z formalnego punktu widzenia Habilitant w pełni spełnił zatem podstawowe wymagania określone dla procedury nadania stopnia doktora habilitowanego.

Na cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych, zatytułowany **„Charakterystyka dynamicznych właściwości mechanicznych materii i mechanizmów rządzących przebiegiem deformacji w warunkach ekstremalnych obciążeń”**, składa się 10 następujących artykułów naukowych:

- [H1] **L. Farbaniec**, J.D. Hogan, K.T. Ramesh, *Micromechanisms associated with the dynamic compressive failure of hot-pressed boron carbide*, *Scripta Materialia* (2015), 106, 52-56.
- [H2] J.D. Hogan, **L. Farbaniec**, M. Shaeffer, K.T. Ramesh, *The Effects of Microstructure and Confinement on the Compressive Fragmentation of an Advanced Ceramic*, *Journal of the American Ceramic Society* (2015), 98(3), 902-912.
- [H3] **L. Farbaniec**, J.D. Hogan, J.W. McCauley, K.T. Ramesh, *Anisotropy of mechanical properties in a hot-pressed boron carbide*, *Journal of Applied Ceramic Technology* (2016), 13(6), 1008-1016.
- [H4] J.D. Hogan, **L. Farbaniec**, T. Sano, M. Shaeffer, K.T. Ramesh, *The effects of defects on the uniaxial compressive strength and failure of an advanced ceramic*, *Acta Materialia* (2016), 102, 263-272.
- [H5] **L. Farbaniec**, J.D. Hogan, K.Y. Xie, K.J. Hemker, K.T. Ramesh, *Damage evolution of hot-pressed boron carbide under confined dynamic compression*, *International Journal of Impact Engineering* (2017), 98, 34-41.
- [H6] J.D. Hogan, **L. Farbaniec**, D. Mallick, V. Domnich, K. Kuwelk, T. Sano, J.W. McCauley, K.T. Ramesh, *Fragmentation of an Advanced Ceramic under Ballistic Impact: Mechanisms and microstructure*, *International Journal of Impact Engineering* (2017), 102, 47-54.
- [H7] **L. Farbaniec**, C.L. Williams, L. Kecskes, R. Backer, K.T. Ramesh, *Spall response and failure mechanisms associated with a hot-extruded AMX602 Mg alloy*, *Materials Science & Engineering A* (2017), 707, 725-731.
- [H8] **L. Farbaniec**, C.L. Williams, L. Kecskes, K.T. Ramesh, R. Backer, *Microstructural effects on the spall properties of ECAE-processed AZ31B magnesium alloy*, *International Journal of Impact Engineering* (2016), 98, 34-41.
- [H9] N. Dixit, **L. Farbaniec**, K.T. Ramesh, *Twinning in single crystal Mg under microsecond impact along the $\langle a \rangle$ axis*, *Materials Science & Engineering A* (2017), 693, 22-25.
- [H10] **L. Farbaniec**, D.J. Chapman, J.R.W. Patten, L. Smith, A. Rack, D.E. Eakins, *In situ visualization of dynamic fracture and fragmentation of an L-type ordinary chondrite by combined synchrotron X-ray radiography and microtomography*, *Icarus* (2021), 359, 114346.

Wszystkie wymienione wyżej artykuły zostały przygotowane już po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia doktora i opublikowane w czasopismach naukowych ujętych w wykazie punktowanych periodyków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Tym samym wskazany cykl publikacji w pełni spełnia szczegółowe kryteria określone w zasadach postępowania habilitacyjnego. Należy również podkreślić, że przedstawione do oceny artykuły ukazały się w wysoko punktowanych periodykach, w tym: jeden artykuł w czasopiśmie o wartości 200 pkt, osiem artykułów w czasopismach 140-punktowych, jeden artykuł w czasopiśmie 100-punktowym (IF z ostatnich 5 lat: 3,23), jeden artykuł

w czasopiśmie 70-punktowym (IF z ostatnich 5 lat: 1,75) oraz jeden artykuł w czasopiśmie 40-punktowym (IF z ostatnich 5 lat: 1,31).

Wysokie wskaźniki wpływu periodyków, w których Habilitant opublikował wyniki swoich badań, potwierdzają nie tylko spełnienie wymogów formalnych przewidzianych w procedurze habilitacyjnej, lecz także wysoką rangę i jakość jego dorobku naukowego. Wysoka punktacja czasopism (z wyjątkiem jednej publikacji, jednak o stosunkowo wysokiej wartości wskaźnika IF) jednoznacznie wskazuje, że wyniki badań Habilitanta były publikowane w uznanych i wymagających periodykach, co świadczy o ich znaczeniu, oryginalności oraz pozytywnej ocenie w międzynarodowym środowisku naukowym. Chociaż wskazane artykuły mają charakter wieloautorski, to z opisu wkładu Habilitanta w ich przygotowanie oraz z jego pozycji na liście współautorów (pierwsza pozycja w sześciu publikacjach, druga w czterech) można wnioskować, że jego rola była wiodąca i stanowiła - w większości przypadków - największy wkład, a w pozostałych przypadkach wkład kluczowy dla opracowania danego manuskryptu.

Habilitant wskazał ponadto dwa osiągnięcia zaliczane do tzw. oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych. Pierwsze z nich dotyczy opracowania **projektu oraz wykonania stanowiska pomiarowego do ultraszybkich pomiarów temperatury z wykorzystaniem metody obrazowania termicznego w wąskich pasmach światła widzialnego**. Drugie osiągnięcie obejmuje opracowanie **projektu i wykonanie stanowiska diagnostycznego do pomiaru sprężystych fal wzdłużnych i ścinających w dzielonym pręcie Hopkinsona, a także do rejestracji charakterystyk fal zaburzeń rozchodzących się w materiałach pod wpływem impulsu uderzeniowego**. Oba wymienione osiągnięcia zostały zrealizowane po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia naukowego doktora i zostały rzetelnie udokumentowane w następujących publikacjach:

Osiągnięcie projektowe P1

[H11] L. Farbaniec, and D.E. Eakins, *Thermoreflectance-based approach for surface temperature measurements of thin-film gold sensors*, Review of Scientific Instruments (2023), 94(3), 034902.

[L8] L. Farbaniec, A. Keyhani, D.J. Chapman, M. Zhou, D.E. Eakins (2019) *Novel mesoscale diagnostics for temperature and deformation field measurements in energetic materials*, 2019 Mach Conference, 3-5 April, Annapolis, USA.

[L9] L. Farbaniec, D.J. Chapman, M. Zhou, D.E. Eakins (2019) *Adiabatic shear localization and thermal softening in hexagonal close-packed metals under high strain rate loading*, Mach Conference, 3-5 Kwiecień 2019, Annapolis, USA.

[L10] L. Farbaniec, D.E. Eakins (2019) *Thermomechanical properties of hexagonal closepacked metals under high strain rate loading: a novel approach to diagnostic and full-field measurements of temperature and strain fields*, 4th DYMAT Technical Meeting, 9-11 September, Stresa, Italy.

Osiągnięcie projektowe P2

[H12] L. Farbaniec, Y. Xu, J. Zhou, D. Macdougall, S. Patsias, N. Petrinic, C. Siviour, A. Pellegrino, D.E. Eakins, *Assessment of bending waves in Torsion Hopkinson Bar experiments using Photon Doppler Velocimetry*, International Journal of Impact Engineering (2025), 195, 105139.

Należy podkreślić, że wskazane osiągnięcia projektowe pozostają w ścisłym związku tematycznym z problematyką badawczą przedstawioną w cyklu powiązanych publikacji naukowych i stanowią jego integralną część. Na podstawie opisu tych osiągnięć oraz faktu, że Habilitant figuruje jako pierwszy autor publikacji dokumentujących ich realizację, można stwierdzić, że mają one charakter autorski, twórczy i odzwierciedlają jego największy wkład. Uwzględniając dodatkowo, że osiągnięcia te zostały zaprezentowane w recenzowanych, wysoko punktowanych czasopismach, należy uznać, iż zostały one pozytywnie zweryfikowane przez środowisko naukowe. W związku z powyższym stwierdzam, że zgłoszone do oceny osiągnięcia projektowe są zgodne z art. 219 ust. 1 pkt 2c ustawy oraz spełniają określone w niej wymagania.

Podsumowując ocenę formalną zgłoszonych przez Habilitanta osiągnięć stwierdzam, że **cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych oraz dwa oryginalne osiągnięcia projektowe w pełni spełniają formalne wymagania określone w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce dla postępowania habilitacyjnego**. Wszystkie zgłoszone publikacje zostały przygotowane po uzyskaniu stopnia doktora i opublikowane w czasopismach ujętych w ministerialnym wykazie periodyków punktowanych, w tym w czasopismach o wysokiej punktacji i znaczących wskaźnikach bibliometrycznych. Osiągnięcia projektowe zostały rzetelnie udokumentowane w recenzowanych publikacjach i pozostają w ścisłym związku z tematyką cyklu artykułów, stanowiąc jego integralne uzupełnienie. Analiza wkładu autorskiego wskazuje, że Habilitant odgrywał wiodącą rolę zarówno w przygotowaniu publikacji, jak i w realizacji osiągnięć projektowych. **W świetle powyższego cały przedstawiony dorobek spełnia kryteria formalne określone w art. 219 ust. 1 pkt 2b ustawy, w tym również wymagania dotyczące osiągnięć projektowych wskazane w pkt 2c.**

4. Ocena merytoryczna osiągnięć naukowych

We wstępie chciałbym zaznaczyć, że problematyka osiągnięć zgłoszonych przez dr inż. Łukasza FARBAŃCA należy w Polsce do stosunkowo wąskiego obszaru zainteresowań naukowych, ponieważ krajowe ośrodki badawcze nie mają dużej tradycji w badaniu właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych w warunkach deformacji plastycznej zachodzącej przy dużych szybkościach odkształcenia, tj. powyżej 10^3 s^{-1} . W konsekwencji jedynie niewielka grupa polskich badaczy prowadzi prace obejmujące tę specjalistyczną tematykę. Z tego względu moja ocena merytoryczna osiągnięć Habilitanta będzie dokonywana nie tylko w odniesieniu do światowego poziomu

nauki, ale także do krajowego dorobku w tej dziedzinie, z uwzględnieniem perspektywy wynikającej z moich własnych osiągnięć w zakresie badań właściwości mechanicznych materiałów poddanych dynamicznym obciążeniom.

Problematyka badawcza przedstawiona w cyklu publikacji obejmuje analizę zachowania mechanicznego materiałów deformowanych przy szybkościach odkształcenia przekraczających 10^2 s^{-1} , uzyskiwanych w eksperymentach z wykorzystaniem techniki dzielonego pręta Hopkinsona (SHPB) [H1–5, H10, H12] oraz uderzeniowego testu płytowego [H7–9]. Obie metody są dobrze opisane w literaturze przedmiotu, jednak w Polsce jedynie technika SHPB jest stosowana w kilku ośrodkach badawczych. Uderzeniowy test płytowy, należący do najbardziej złożonych eksperymentów w dziedzinie badań dynamicznych, nie jest natomiast w kraju realizowany, m.in. z powodu braku odpowiedniej infrastruktury badawczej. Na świecie również tylko nieliczne laboratoria prowadzą tego typu badania, ponieważ eksperyment ten jest wyjątkowo złożony, kosztowny i wymaga wysokiej specjalizacji, zwłaszcza w zakresie fizyki fal uderzeniowych. Z tego punktu widzenia zarówno podjęte badania, jak i uzyskane przez Habilitanta wyniki cechują się wysokim stopniem oryginalności i odznaczają się bardzo wysokimi walorami poznawczymi.

Podobnymi walorami charakteryzują się eksperymenty oraz wyniki badań uzyskane z wykorzystaniem techniki SHPB, gdyż dotyczą one dynamicznej odpowiedzi mechanicznej węgliku boru, czyli materiału ceramicznego o bardzo dużej twardości i wytrzymałości na ściskanie rzędu $\sim 4,5 \text{ GPa}$. Z perspektywy eksperymentatora badanie właściwości mechanicznych w warunkach testu Hopkinsona stanowi poważne wyzwanie, wymagające rozwiązania licznych problemów technicznych i metodycznych. Habilitant nie omawia tych zagadnień w swoim autoreferacie, zapewne traktując je jako element tzw. kuchni eksperymentatorskiej, natomiast w sposób klarowny definiuje zasadniczy problem badawczy, który można sprowadzić do pytania: **jakie mikromechanizmy odpowiadają za uszkodzenia w węgliku boru (w różnych jego odmianach) podczas dynamicznego obciążenia?**

Aby odpowiedzieć na to pytanie oraz dokonać identyfikacji i charakterystyki mikromechanizmów odpowiedzialnych za uszkodzenia w badanym materiale ceramicznym, Habilitant przeprowadził następujące przedsięwzięcia i analizy:

- dokonał analizy statystycznej wtrąceń i defektów mikrostruktury, obejmującej określenie ich rozmiaru, kształtu, orientacji, gęstości oraz rozkładu przestrzennego z wykorzystaniem mikroskopii optycznej i elektronowej [H1, H3–4];
- przeprowadził analizy powierzchni przelomu badanych próbek oraz zidentyfikował miejsca inicjacji pęknięć, w tym ścieżki propagacji frontu pęknięć [H1–6];
- określił wpływ poszczególnych faz i defektów mikrostruktury na procesy niszczące zachodzące w warunkach dynamicznego i udarowego obciążenia [H1–4];

- zdefiniował mechanizm teoretyczny oraz procesy pękania zachodzące na poziomie mikrostruktury w materiale poddanym obciążeniu ściskającemu [H1, H3, H5];
- zbadał wpływ mikrostruktury oraz obecności defektów na rozkład wielkości fragmentów powstałych w wyniku dezintegracji próbki materiałowej, uwzględniając oddziaływanie prędkości odkształcenia oraz wstępnego naprężenia obciążającego [H2, H6].

W wyniku przeprowadzonych badań Habilitant uzyskał oryginalne wyniki, które pozwoliły na sformułowanie szeregu cennych obserwacji. Po pierwsze – ustalił, jakie wtrącenia w węgliku boru wywierają największy wpływ na jego wytrzymałość końcową. Po drugie – dostarczył pierwszych doświadczalnych dowodów na występowanie w tym materiale ceramicznym tzw. mechanizmu skrzydełkowego w warunkach dynamicznego obciążenia. Po trzecie – oszacował z dużą dokładnością prędkość propagacji czoła pęknięcia w węgliku boru. Po czwarte – zgromadził unikalny zbiór danych doświadczalnych służących walidacji modeli konstytutywnych dla materiałów kruchych. Ponadto Habilitant wyjaśnił przyczyny anizotropii właściwości mechanicznych węglika boru wytwarzanego tradycyjnie metodą prasowania na gorąco.

Przedstawiony zakres prac, przedstawionych w publikacjach [H1÷H6] świadczy o bardzo wysokim stopniu opanowania przez Habilitanta zarówno zaawansowanych technik eksperymentalnych, jak i metod analizy mikrostrukturalnej materiałów kruchych poddanych obciążeniom dynamicznym. Zrealizowane badania cechuje duża spójność merytoryczna oraz jasno zdefiniowany cel badawczy. Habilitant nie ograniczył się do standardowych obserwacji, lecz przeprowadził pełną, wieloaspektową analizę obejmującą charakterystykę defektów i fragmentów, inicjację i propagację pęknięć, ocenę wpływu mikrostruktury na procesy niszczenia oraz interpretację mechanizmów pęknięcia na poziomie teoretycznym. Uzyskane wyniki mają istotną wartość naukową, ponieważ dostarczają nowych danych dotyczących zachowania węglika boru w warunkach obciążeń dynamicznych, w tym pierwszych eksperymentalnych dowodów na występowanie mechanizmu skrzydełkowego. W mojej ocenie osiągnięcia te stanowią znaczący wkład w rozwój badań nad materiałami kruchymi i potwierdzają wysoki poziom kompetencji badawczych Habilitanta.

Wysokie kompetencje badawcze Habilitanta znajdują potwierdzenie również w wynikach uzyskanych przy użyciu uderzeniowego testu płytowego, zastosowanego do badań monokrystalicznego magnezu oraz stopów magnezu AMX602 i AZ31B [H7–H9]. W przypadku pierwszego z tych materiałów celem podjętych prac badawczych było poznanie mechanizmów aktywujących bliźniakowanie w monokryształach obciążonym wzdłuż osi krystalograficznej $\langle a \rangle$. Natomiast w przypadku badanych stopów magnezu głównym celem badawczym była ocena wpływu ich cech mikrostrukturalnych, takich jak wielkość ziarna (granice ziaren) czy wtrącenia międzymetaliczne, na zarodkowanie pustek oraz rozwój pęknięcia rozdzielczego.

Badania mikroskopowe próbek materiałowych obciążonych udarowo, wykonane przez Habilitanta, zaowocowały licznymi obserwacjami, które umożliwiły sformułowanie wniosków o znaczących walorach poznawczych. Między innymi Habilitant wykazał, że w monokryształach magnezu obciążonym udarowo wzdłuż osi krystalograficznej $\langle a \rangle$ powstają przede wszystkim bliźniaki rozciągające, co wówczas pozostawało w sprzeczności z powszechnie przyjmowaną wiedzą. Dotychczas bowiem uważano, że obciążenie uderzeniowe w materiałach o strukturze heksagonalnej prowadzi głównie do formowania bliźniaków ściskających. Ponadto Habilitant dostarczył dowodów doświadczalnych, że w stopach magnezu poddanych obróbce plastycznej metodą przeciskania przez kanał kątowy (proces ECAE), stosowanej w celu rozdrobnienia struktury krystalicznej, zarodkowanie mikropustek zachodzi przede wszystkim w obszarach sąsiadujących z wydzieleniami faz międzymetalicznych, poprzez inicjację pęknięć tych wydzieleni oraz ich delaminację. Habilitant wykazał również, że pomimo drobnoziarnistej struktury stopów AMX602 i AZ31B, wpływ fazy międzymetalicznej jest na tyle istotny, iż prowadzi do obniżenia ich wytrzymałości na odtupanie.

W mojej opinii rezultaty przedstawione przez Habilitanta w pracach [H7÷H9] posiadają bardzo wysoką wartość merytoryczną. Liczne obserwacje dokonane w ramach tych badań dostarczyły bowiem nowych i istotnych informacji dotyczących zachowania mechanicznego badanych materiałów w warunkach ekstremalnego obciążenia wywołującego w nich propagację fali uderzeniowej. Uzyskane wyniki i przeprowadzone analizy znacząco pogłębiły wiedzę w tym obszarze, dostarczając eksperymentalnych dowodów umożliwiających lepsze zrozumienie fundamentalnych mechanizmów odpowiedzialnych zarówno za deformację plastyczną w warunkach uderzeniowych (np. obecność bliźniaków rozciągania), jak i za proces zarodkowania pustek w drobnoziarnistych stopach magnezu (np. rola wydzieleni faz międzymetalicznych w kształtowaniu odporności na pękanie rozdzielcze).

Szczególnego podkreślenia wymaga wyraźnie aplikacyjny charakter wyników uzyskanych przez Habilitanta. Opracowane przez niego rezultaty nie tylko wzbogaciły wiedzę w zakresie właściwości materiałów i ich zachowania w warunkach obciążeń, lecz przede wszystkim znalazły bezpośrednie zastosowanie w praktyce. Wyniki te posłużyły m.in. do walidacji fizykalnych i mechanistycznych modeli konstytutywnych, co umożliwiło ich dalsze udoskonalenie oraz zwiększyło wiarygodność stosowanych narzędzi symulacyjnych. Co istotne, przeprowadzone badania pozwoliły również na sformułowanie konkretnych zaleceń dotyczących modyfikacji procesu technologicznego wytwarzania elementów z węgla boru oraz stopów magnezu AMX602 i AZ31B. Przełożyło się to na znaczącą redukcję masy systemów osłon balistycznych opartych na tych materiałach, przy jednoczesnym zachowaniu wymaganego poziomu ochrony. Tak wyraźne przełożenie wyników badań na praktyczne rozwiązania stanowi istotny atut dorobku Habilitanta.

Charakter aplikacyjny mają również osiągnięcia Habilitanta w obszarze rozwoju technik eksperymentalnych i pomiarowych. Jak wskazuje sam Habilitant, jego aktywność naukowa przyczyniła się do udoskonalenia tak zaawansowanych metod, jak rentgenowska radiografia synchrotronowa [H10], zobrazowanie termiczne [H11] oraz interferometria laserowa [H12]. Rozwój tych technik ma istotne znaczenie praktyczne, gdyż umożliwia pozyskiwanie bardziej dokładnych i precyzyjnych danych eksperymentalnych, które mogą stanowić podstawę zarówno dla analiz materiałowych, jak i dla optymalizacji procesów technologicznych.

W mojej ocenie, wynikającej z doświadczenia eksperymentatora zajmującego się zjawiskami szybkozmiennymi, osiągnięcia Habilitanta przyczyniające się do rozwoju technik pomiarowych należy uznać za szczególnie znaczący wkład w rozwój dziedziny fizyki eksperymentalnej i innych dyscyplin naukowych. Udoskonalone m.in. przez niego metody tworzą warunki do rejestrowania wielkości fizycznych, które wcześniej były albo niezwykle trudne do zmierzenia i obciążone znacznym błędem, albo wręcz pozostawały poza zasięgiem dostępnych rozwiązań technicznych.

Przykładem techniki otwierającej zupełnie nowe możliwości badawcze jest radiografia synchrotronowa, która umożliwia obserwację dynamicznych procesów niszczenia zachodzących wewnątrz materiału próbki, a nie jedynie na jej powierzchni – jak było to możliwe dotychczas – nawet w warunkach sprężysto-plastycznej deformacji przebiegającej przy bardzo dużych szybkościach odkształcenia. Wykorzystanie tej zaawansowanej metody w pionierskich eksperymentach przeprowadzonych na materiale skalnym meteorytu (chondrytu zwyczajnego), w których Habilitant odegrał zdecydowanie wiodącą rolę, pozwoliło na pozyskanie unikatowej wiedzy dotyczącej mechanizmów rządzących rozpadem małych ciał planetarnych.

Kolejnym przykładem techniki pomiarowej stwarzającej nowe możliwości badawcze, w której rozwój Habilitant wniósł istotny wkład, jest metoda obrazowania pola termicznego na powierzchni¹ próbki materiału poddanej obciążeniu dynamicznemu. W tym miejscu należy podkreślić, że już sam pomiar temperatury w pojedynczym punkcie próbki w trakcie jej deformacji plastycznej trwającej zaledwie od kilkunastu do kilkudziesięciu mikrosekund stanowi obecnie poważne wyzwanie badawcze, a tym większą trudność sprawia precyzyjne wyznaczenie pełnego rozkładu temperatury na jej powierzchni. Stąd bardzo wysoko oceniam osiągnięcia Habilitanta w tym obszarze, gdyż w znaczący sposób przyczynił się on do rozwoju bezkontaktowej techniki pomiarowej wykorzystującej zjawisko liniowej zależności pomiędzy zmianą temperatury materiału próbki a współczynnikiem odbicia światła od jej powierzchni. Nie jest to podejście całkowicie nowe, jednak stanowi ono wartościową alternatywę wobec tradycyjnych

¹ W autoreferacie kilkakrotnie pojawia się sformułowanie „rozkład przestrzenny pola temperatury”, podczas gdy z opisu zastosowanej techniki pomiarowej wynika, że umożliwia ona wyznaczenie rozkładu pola temperaturowego jedynie na powierzchni próbki, a więc rozkładu powierzchniowego. W związku z tym pojawia się pytanie, jak należy rozumieć użyty w autoreferacie termin „rozkład przestrzenny pola temperatury”.

metod opartych na emisyjności materiałów. W mojej ocenie szczególnie cenne jest to, że Habilitant nie tylko rozwinął tę technikę, lecz także zbudował kompletne stanowisko pomiarowe, wykorzystujące m.in. kamerę szybką, oraz opracował metodykę badawczą umożliwiającą zobrazowanie pola temperaturowego próbki deformowanej w warunkach testu Hopkinsona². Uważam, że właśnie to stanowisko wraz z opracowaną metodyką stanowią najbardziej wartościowe osiągnięcie projektowe Habilitanta.

Za równie cenne osiągnięcie projektowe uważam układ pomiarowy do rejestracji fal skręcających i zginających w prętach stanowiska Hopkinsona na ścinanie, wykorzystujący dobrze znaną interferometrię laserową. Technika ta, choć bardziej złożona od tradycyjnych metod pomiaru z użyciem tensometrów oporowych lub półprzewodnikowych, pozwala nie tylko na rejestrację profili falowych z większą dokładnością i ominięcie ograniczeń techniki tensometrycznej, lecz także umożliwia pomiar wielu składowych ruchu. Można przypuszczać, że szersze zastosowanie tej techniki pomiarowej przyczyni się w przyszłości do rozwoju stanowisk SHPB oraz powstania nowych układów badawczych o rozszerzonych możliwościach badania materiałów w ekstremalnych warunkach obciążenia. Z tego punktu widzenia wkład naukowy Habilitanta w tym zakresie należy uznać za bardzo wartościowy.

Podsumowując osiągnięcia projektowe dr inż. Łukasza FARBAŃCA, uważam, że wniósł on istotny wkład w rozwój nowoczesnych technik eksperymentalnych stosowanych w badaniach zjawisk szybkozmiennych zachodzących w materiałach stałych. Jego prace doprowadziły do poszerzenia możliwości diagnostycznych w zakresie obserwacji szybkozmiennych procesów zachodzących zarówno wewnątrz materiałów, jak i na ich powierzchni, a także do zwiększenia dokładności pomiarów dynamicznych. Opracowane przez niego rozwiązania – obejmujące m.in. wykorzystanie promieniowania synchrotronowego do identyfikacji mechanizmów niszczenia materiałów, nowe podejście do pomiaru rozkładu pola temperaturowego w materiale obciążonym w warunkach testu Hopkinsona oraz pomiar profili falowych w układzie SHPB na ścinanie za pomocą interferometrii laserowej – umożliwiły rejestrację danych, które wcześniej były trudne, a czasem niemożliwe, do określenia lub obarczone znacznym błędem. W efekcie osiągnięcia Habilitanta stanowią wartościowy i oryginalny wkład w rozwój aparatury i metod pomiarowych wykorzystywanych w fizyce eksperymentalnej oraz w badaniach materiałów poddawanych ekstremalnym obciążeniom.

5. Ogólna ocena aktywności naukowej

Dr inż. Łukasz FARBANIEC jest współautorem 34 publikacji naukowych, z czego 32 powstały po uzyskaniu stopnia doktora. Łączny impact factor jego dorobku

² Powszechność stosowania tej techniki pomiarowej w badaniach metodą SHPB jest obecnie stosunkowo niewielka, co - jak można przypuszczać - wynika m.in. z jej ograniczeń. Ponieważ w autoreferacie ani w zgłoszonych publikacjach nie znalazłem informacji na ten temat, rodzi się pytanie o charakter i zakres ograniczeń tej techniki, do której rozwoju Habilitant wniósł istotny wkład.

publikacyjnego wynosi 107,43, natomiast suma punktów przyznanych jego publikacjom zgodnie z wykazem Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego to 3570. Indeks Hirscha Habilitanta, według bazy Web of Science, wynosi 14, a liczba cytowań jego prac osiąga 592 (bez autocytowań).

Liczbę publikacji, ich jakość oraz uzyskane wskaźniki bibliometryczne oceniam wysoko. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że blisko 70% artykułów zostało opublikowanych w wysoko punktowanych czasopismach, w tym 2 (3³) w czasopismach 200-punktowych, 14 (15³) w 140-punktowych oraz 8 w 100-punktowych. Tak ukształtowany dorobek publikacyjny potwierdza zarówno solidne przygotowanie merytoryczne, jak i wyraźne predyspozycje Habilitanta do prowadzenia samodzielnych badań naukowych.

Z przedstawionej dokumentacji wynika ponadto, że po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Habilitant uczestniczył w pięciu projektach badawczych finansowanych w drodze konkursów krajowych i zagranicznych. W jednym z nich pełnił funkcję kierownika; projekt ten dotyczył obrazowania rozkładu przestrzennego pola temperatury (grant krajowy Miniatura 2023). W pozostałych czterech projektach – finansowanych w ramach konkursów zagranicznych – Habilitant uczestniczył jako członek zespołu badawczego. Oprócz udziału w wymienionych wyżej projektach badawczych Habilitant realizował również cztery uczelniane prace badawcze w ramach programu *Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza*. Dwiema z tych prac kierował, natomiast w pozostałych pełnił funkcję wykonawcy, jako członek zespołu badawczego.

Na szczególne podkreślenie zasługuje aktywność Habilitanta w zakresie współpracy międzynarodowej. Fakt, że znaczną część swojej pracy naukowej realizował za granicą, przełożył się na imponującą liczbę staży, pobyków i wyjazdów naukowych. Istotne jest również to, że prowadził badania we współpracy z naukowcami z czołowych światowych uczelni i ośrodków badawczych, takich jak Johns Hopkins University czy University of Oxford, współpracując przy tym z badaczami o uznanej pozycji w międzynarodowym środowisku naukowym, w tym m.in. z prof. RAMESH. Z analizy dorobku naukowego Habilitanta wyraźnie wynika, że współpraca ta przyniosła wiele wymiernych rezultatów, prowadząc do znaczącego poszerzenia jego kompetencji naukowych oraz rozwoju specjalistycznego warsztatu badawczego.

Pochodną szerokiej współpracy międzynarodowej Habilitanta jest także jego duża aktywność konferencyjna. Łącznie uczestniczył on w 54 konferencjach międzynarodowych, z czego większość odbyła się w Stanach Zjednoczonych, a 28 razy występował jako prelegent. Jest również autorem 2 wykładów wydziałowych wygłoszonych w okresie po zatrudnieniu w 2023 r. w Akademii Górniczo-Hutniczej. Ponadto Habilitant, w ramach swojej aktywności środowiskowej, od 2010 r. należy do Europejskiego Stowarzyszenia DYMAT, zrzeszającego naukowców zajmujących się

³ Występuje niespójność między danymi przedstawionymi w autoreferacie a informacjami zawartymi w wykazie osiągnięć naukowych.

zachowaniem materiałów w warunkach dynamicznego obciążenia. W latach 2015–2017 był również członkiem *Society for Experimental Mechanics*.

Habilitant w swoim autoreferacie wskazuje również na swoją aktywność jako recenzenta artykułów naukowych w czasopismach znajdujących się w wykazie MNiSW. Zakres tej aktywności trudno jednak ocenić w sposób kompletny, ponieważ Habilitant wskazał jedynie kilka przykładowych czasopism, dla których wykonywał recenzje artykułów, bez dodatkowych informacji, takich jak np. łączna liczba wykonanych recenzji.

Z analizy dorobku dr inż. Łukasza FARBAŃCA wynika, że nie jest autorem ani współautorem patentu, zgłoszenia patentowego lub wzoru użytkowego.

Podsumowując całość aktywności naukowej Habilitanta, należy stwierdzić, że zasługuje ona na wysoką ocenę. Habilitant wykazał się solidnym dorobkiem publikacyjnym popartym bardzo dobrymi wskaźnikami bibliometrycznymi, istotnym udziałem w wielu projektach badawczych oraz rozbudowaną współpracą międzynarodową, która przyczyniła się do wzrostu jego rozpoznawalności w międzynarodowym środowisku naukowym.

6. Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych

Na tle dorobku naukowego działalność dydaktyczna Habilitanta wypada stosunkowo skromnie, co wynika z faktu, że obejmuje jedynie okres dwóch lat od jego zatrudnienia w 2023 r. w Akademii Górniczo-Hutniczej w charakterze nauczyciela akademickiego. Obecnie Habilitant koordynuje lub prowadzi zajęcia z trzech przedmiotów realizowanych na studiach I stopnia, przy czym ich tematyka nie pozostaje w bezpośrednim związku z obszarem jego specjalności naukowej. W ograniczonym zakresie angażował się on także w działalność dydaktyczną w trakcie pobytów naukowych na uczelniach zagranicznych. Prowadził zajęcia laboratoryjne w *Pracowni Fizycznej* na studiach I stopnia w Imperial College London oraz seminarium z przedmiotu *Wprowadzenie do skaningowej mikroskopii elektronowej* w ramach letniej szkoły dla doktorantów na Uniwersytecie Johnsa Hopkinsa. Ponadto Habilitant był promotorem i recenzentem prawdopodobnie kilku prac dyplomowych, jednak ich liczby nie wskazał w dokumentach wniosku habilitacyjnego.

W obszarze działalności organizacyjnej Habilitant realizuje zadania o charakterze wspierającym funkcjonowanie uczelni. Od 2023 roku jest stałym członkiem zespołu oraz komitetu okręgowego Ogólnopolskiej Olimpiady o Diamentowy Indeks AGH. Ponadto pełni funkcję koordynatora ds. współpracy z firmą OPmobility Polska w zakresie organizacji zajęć dla studentów Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH. Dodatkowo, od 2025 roku jest członkiem zespołu ds. współpracy w zakresie obronności przy Akademii Górniczo-Hutniczej.

W ujęciu ogólnym osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne Habilitanta należy uznać za akceptowalne. Ich ograniczony zakres jest zrozumiały w świetle krótkiego okresu

zatrudnienia w polskiej uczelni w charakterze pracownika badawczo-dydaktycznego oraz nietypowej, jak na krajowe realia, ścieżki kariery naukowej.

7. Ocena ogólna i wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej oceny osiągnięć naukowych oraz aktywności dydaktycznej i organizacyjnej dr inż. Łukasza FARBAŃCA stwierdzam, że spełnia on wymagania niezbędne do nadania stopnia doktora habilitowanego, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021, poz. 1668).

Przedstawione osiągnięcia habilitacyjne potwierdzają jego wysokie kompetencje w zakresie badań nad dynamicznymi właściwościami mechanicznymi materii oraz mechanizmami deformacji zachodzącymi w warunkach ekstremalnych obciążeń. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant wykazał się wysoką aktywnością naukową, znacząco poszerzając swój dorobek. Zarówno liczba, jak i poziom merytoryczny publikacji, w których pełnił rolę wiodącego współautora, świadczą o jego ugruntowanej wiedzy teoretycznej i praktycznej oraz umiejętności twórczego interpretowania złożonych zjawisk fizycznych. Na tej podstawie stwierdzam, że Habilitant osiągnął poziom dojrzałości naukowej i kompetencji badawczych niezbędnych do prowadzenia w przyszłości samodzielnych prac badawczych.

W związku z powyższym w pełni **popieram wniosek o nadanie dr inż. Łukaszowi FARBAŃCOWI stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.**



