

dr hab. inż. Bartosz GAPIŃSKI, prof. PP
Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych
Instytut Technologii Mechanicznej
Wydział Inżynierii Mechanicznej
Politechnika Poznańska
ul. Piotrowo 3
61-138 Poznań
e-mail: bartosz.gapinski@put.poznan.pl

Recenzja osiągnięcia naukowego

***ANALIZA WYBRANYCH METOD MONITOROWANIA PROCESU
SKRAWANIA KOMPOZYTÓW DREWNOPOCHODNYCH W ASPEKTACH
OCENY STANU NARZĘDZIA I JAKOŚCI POWIERZCHNI OBROBIONEJ***

będącego podstawą ubiegania się przez **dr. inż. Krzysztofa SZWAJKĘ** o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Podstawa opracowania recenzji:

Recenzję sporządzono na podstawie Uchwały nr 03/03/2026/RDIMech Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 25 marca 2026r. Kryteria oceny wynikają z przepisów zawartych w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.).

Podstawą opracowania recenzji był Wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Krzysztofa SZWAJKI oraz dołączone do wniosku następujące załączniki:

- Załącznik 1 – Dane wnioskodawcy.
- Załącznik 2 – Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora.
- Załącznik 3 – Autoreferat.
- Załącznik 4 – Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.
- Załącznik 5 – Monografia habilitacyjna.
- Załącznik 6 – Kopie wybranych dokumentów.

1. Ogólne informacje o habilitancie

Dr inż. Krzysztof SZWAJKA jest absolwentem Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, gdzie w 1997 roku ukończył studia na kierunku *Mechanika i budowa*



maszyn, na specjalności Pojazdy samochodowe. W roku 2002 na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i eksploatacja maszyn. Rozprawa doktorska zatytułowana „Automatyczna diagnostyka ostrzy narzędzi skrawających przy toczeniu” została przygotowana pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Krzysztofa JEMIELNIKA, a recenzentami byli: prof. dr hab. inż. Maciej SZAFARCZYK oraz prof. dr hab. inż. Jan KOSMOL.

W latach 2002-2003 dr inż. Krzysztof SZWAJKA był zatrudniony jako adiunkt na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej. W latach 2003-2011 pracował jako adiunkt na Uniwersytecie Rzeszowskim na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym, a w latach 2005-2013 na Wydziale Technologii Drewna SGGW w Warszawie. W latach 2013-2016 był adiunktem na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, od 2016 zajmuje stanowisko adiunkta na Wydziale Mechaniczno-Technologicznym Politechniki Rzeszowskiej.

Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA pełni od 2023 roku funkcję przewodniczącego Komisji Egzaminacyjnej na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych II stopnia na kierunku Mechanika i budowa maszyn na Wydziale Mechaniczno-Technologicznym Politechniki Rzeszowskiej. W latach 2020-2024 był Członkiem Senatu PRz i Członkiem Senackiej komisji do spraw kształcenia oraz Uczelnianej komisji dyscyplinarnej do spraw studentów i doktorantów. Od 2020 pełni różne funkcje na Wydziale Mechaniczno-Technologicznym Politechniki Rzeszowskiej, m.in.: Kierownika Zakładu Zintegrowanych Systemów Wytwarzania i Tribologii, Członka Rady Wydziału, Członka Wydziałowej Komisji ds. Nauki oraz Komisji ds. Nagród i Odznaczeń, a także Przewodniczącego Wydziałowej Komisji ds. dydaktyki.

Dotychczasowy przebieg zatrudnienia Habilitanta w różnych ośrodkach naukowych oraz zaangażowanie na wielu polach w Politechnice Rzeszowskiej świadczy o ciągłości i zaangażowaniu w rozwój naukowy i dydaktyczny w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

2. Analiza i ocena osiągnięć naukowych habilitanta

Jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA wskazał monografię naukową pt.: *Analiza wybranych metod monitorowania procesu skrawania kompozytów drewnopochodnych w aspektach oceny stanu narzędzia i jakości powierzchni obrabianej*. Osiągnięcie to wpisuje się we wskazaną przez Habilitanta w postępowaniu dziedzinę nauk inżynierijno-technicznych oraz w dyscyplinę inżynieria mechaniczna.

Obróbka skrawaniem jest rozwijana i monitorowana w wielu aspektach od dziesiątek lat. Jednak zawężenie prac do obszaru kompozytów drewnopochodnych spowodowało, że wiedza naukowa dotycząca szeroko przebadanej obróbki skrawaniem metali nie może mieć bezpośredniego zastosowania, a sam przyjęty przez Habilitanta zakres pracy nie obejmuje licznych publikacji i wyników badań. Ponadto kompozyty drewnopochodne są obecnie jedną z najważniejszych grup materiałów stosowanych w przemyśle meblarskim, budowlanym oraz wykończeniowym. Równie ważny jest wskazany przez Autora aspekt predykcyjny związany z możliwościami przewidywania zjawisk na podstawie danych z monitorowania procesu skrawania.



Z tych powodów należy uznać, iż podjęta przez habilitanta tematyka jest aktualna i ważna zarówno w obszarze naukowym, jak i utylitarnym.

Zgodnie z rozdziałami zawartymi w monografii można przyjąć, iż Habilitant wydzielił kilka głównych obszarów swoich prac stanowiących łącznie oceniane osiągnięcie naukowe. Są to:

- ocena wpływu parametrów skrawania,
- skrawalność płyt drewnopochodnych,
- zastosowanie powłok na powierzchni ostrzy skrawających,
- monitorowanie procesu obróbki,
- diagnostyka zużycia ostrzy skrawających.

Niniejsza monografia / osiągnięcie habilitacyjne są efektem określenia luki badawczej mającej bezpośredni wpływ na efektywność produkcji wyrobów z kompozytów drewnopochodnych. Informacje pozyskiwane z monitorowania procesu skrawania pozwalają na holistyczne podejście do jego oceny. Najważniejszym efektem każdego procesu jest uzyskanie poprawnego wyrobu, ale równie ważna, szczególnie z punktu widzenia wytwórcy, jest optymalizacja działań pozwalająca na maksymalizację zysku. Można to osiągnąć choćby poprzez skrócenie czasu wytwarzania, czy zwiększenie żywotności narzędzi, przy wsparciu narzędzi weryfikujących drgania, temperaturę lub jakość powierzchni. Monitorowanie takie pozwala również na predykcyjne zapobieganie awariom, czy poprawę stabilności całego procesu.

Przed prezentacją wyników badań w wyznaczonych przez Habilitanta obszarach, zawarł On w swojej monografii również analizę materiałów stosowanych w badaniach. Przeprowadził szereg badań wytrzymałościowych (statycznych i dynamicznych) i materiałowych dla różnych typów kompozytów drewnopochodnych, m.in. sklejki, MDF, HPL czy płyt wiórowych. Wyniki te dają szereg informacji pozwalających na ocenę uzyskanych efektów dalszych badań.

Analizując część dotyczącą oceny wpływu parametrów skrawania realizowanych metodą wiercenia i frezowania, Habilitant zbadał wpływ parametrów procesu skrawania i zużycia narzędzia (dwuostrzowych frezów z HSS i HW) na wartość współczynnika rozwarstwienia płyty wiórowej pokrytej melaminą. Używając wielowymiarowej analizy wariancji stwierdził, iż na stopień uszkodzenia krawędzi płyty wiórowej wpływają głównie powierzchnia przyłożenia freza oraz prędkość skrawania. Obliczył również ekonomiczną prędkość skrawania i prędkość skrawania odpowiadającą maksymalnej wydajności. Jako miarę jakości obróbki przyjęto współczynnik rozwarstwienia stanowiący stosunek pola powierzchni wyrwań laminatu do długości analizowanego odcinka. Natomiast trwałość freza weryfikowana była poprzez maksymalne zużycie powierzchni przyłożenia, dla którego Autor przyjął granicznie 1 mm. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono spadek trwałości narzędzia w efekcie wzrostu prędkości skrawania oraz wzrost powierzchni uszkodzenia laminatu wraz z redukcją prędkości skrawania. Dla procesów wiercenia surowej i laminowanej płyty wiórowej stwierdzono znaczący wpływ zużycia powierzchni przyłożenia narzędzia VB_{max} i prędkości skrawania na jakość otrzymywanej powierzchni. Również wzrost prędkości skrawania i zużycia narzędzia mają wpływ na rozwarstwienia w miejscu wyjścia narzędzia opisanych przez Habilitanta parametrem A_{exit} . W wyniku monitorowania i analizy poszczególnych czynników stwierdzono, iż moment skrawania, jak i siła osiowa są silnie skorelowane z jakością powierzchni otworów.



W obu przypadkach (frezowania i wiercenia) Autor ocenia jakość obróbki na podstawie jakości wykonanych krawędzi (ich uszkodzeń). Może byłoby to bardziej trafne określenie, niż mówienie o jakości obrabianej powierzchni, co może sugerować cały obrabiany przekrój.

Analizując część dotyczącą skrawalności płyt drewnopochodnych Habilitant skupił się na najbardziej odpowiedniej metodzie, jaką w tym przypadku jest wiercenie stosując jako materiał obrabiany płytę MDF o grubości 18 mm. Określił indeks skrawalności na podstawie pomiaru siły osiowej, momentu skrawania oraz kąta ścinania wióra. Opisując metodykę badań szkoda, że Autor nie zawarł zdjęć SEM oraz wyniku pomiaru EDS w lepszej jakości. Ponadto przedstawione wyniki nie są dalej omawiane. Warto by również zwrócić większą uwagę na terminologię – stosowany mikroskop SEM jest co prawda firmy Tescan, ale głowica EDS pochodzi już z firmy Oxford Instruments. W trakcie badań dotyczących skrawalności Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA opracował z użyciem środowiska LabVIEW własne algorytmy do obróbki i analizy sygnałów pomiarowych dla siły osiowej i momentu skrawania. Dokonał również analizy procesu powstawania wióra i sił w strefie skrawania w zależności od parametrów wiercenia. W ramach badań nad skrawalnością kompozytów drewnopochodnych Habilitant analizował także opory właściwe procesowi skrawania dla wiercenia i powiercania. Niestety w analizie wyników (rozdział 5.3.2. monografii) nie uwypuklono wyników dla procesu powiercania. Należy podkreślić, że Autor zaproponował nowatorską metodę wyznaczania wartości jednostkowego oporu skrawania $k_{c1.1}$, co posłużyło do wyznaczenia indeksu skrawalności. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, iż indeks skrawalności oparty na przyjętych kryteriach jest stały dla danego materiału obrabianego i nie zależy od parametrów skrawania. Podsumowując Autor zaobserwował, że prędkość posuwu ma istotny wpływ na wartość siły osiowej F_t i momentu skrawania M_c , a wartość siły skrawania F_c zależy od wymiarów warstwy skrawanej, właściwości materiału obrabianego i kąta ścinania. Jak informuje Habilitant kąt ścinania w znacznym stopniu zależy od siły stycznej do powierzchni natarcia, która jest funkcją warunków przepływu wióra na powierzchni natarcia, takich jak chropowatość powierzchni natarcia narzędzia i długość kontaktu narzędzia z wiórem. Nie podaje jednak żadnych informacji nt. tego czy badał ww. chropowatość i jaki jest zakres jej rzeczywistego wpływu.

W obszarze badań dotyczącym zastosowania powłok na powierzchniach ostrzy skrawających Habilitant analizował trzy rodzaje wiertel z węglików spiekanych (HW): niepowlekane, powlekane TiAlN i powlekane ZrN. Z przedstawionych wyników można wysnuć wniosek, iż w przypadku siły osiowej F_t , momentu skrawania M_c oraz temperatury narzędzia skrawającego T najkorzystniejsze wartości uzyskano dla ostrzy bez pokrycia. Jedynie w przypadku chropowatości wartości parametru R_a uzyskują największe wartości dla ostrzy skrawających bez pokrycia i nie są to bardzo duże różnice w stosunku do ostrza z powłoką TiAlN. Można zatem zadać pytanie czy stosowanie powłok ma sens praktyczny. Autor co prawda wspomina w oparciu o literaturę, że ich nakładanie zmniejsza zużycie ostrzy, jednak nie rozwija tego tematu w trakcie badań i nie przedstawia potwierdzenia tej tezy, co byłoby niezmiernie cenne. W tym fragmencie swojej monografii Habilitant omawia pomiary chropowatości powierzchni. Pojawia się tu sporo nieścisłości (rys. 6.6), gdyż końcówka pomiarowa (zwana czasem igłą) to nie rysik, głowica pomiarowa to nie detektor. Nie mówimy również o wskaźniku chropowatości, a o parametrze chropowatości R_a oraz odcinku elementarnym l_r zamiast długości bazowej. Wątpliwości budzi również fakt, że jako wynik podano średnią z 6 pomiarów, ale nie podano rozrzutu uzyskanych wartości parametru R_a . Wyjaśnienia wymagałoby również jak Autor uzyskał wartości chropowatości dla warstw zewnętrznych, skoro

mierzył tylko 1 przekrój. Odcinek ten składa się z dwóch części zatem, czy było to jakieś sumowanie / uśrednianie wartości. Na podstawie obrazów topografii powierzchni (rys. 6.11) można próbować odczytać (ze względu na słabą jakość), iż warstwa zewnętrzna ma około 1,5-2,0 mm, co może sprawiać znaczący problem w przypadku zastosowanych pomiarów stykowych. Szkoda również, że Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA nie pokusił się o analizę innych parametrów chropowatości i/lub topografii powierzchni. Wyjaśnia co prawda powszechność parametru Ra, jednak na etapie samodzielnej pracy badawczej można było spróbować odejść od utartych schematów.

W części monografii dotyczącej monitorowania procesu obróbki Habilitant skupił się na możliwości zastosowania do tego celu metod sztucznej inteligencji. Monitorowanie procesów obróbkowych w pełni wpisuje się w potrzeby Przemysłu 4.0 i 5.0 oraz innych nowoczesnych trendów np. tzw. inteligentnej obróbki związanych z permanentnym monitorowaniem procesu w trybie on-line. Kolejnym rozważanym krokiem jest możliwość stosowania tych metod do podejmowania decyzji np. w procesie sterowania produkcją i ciągłego doboru parametrów procesu zapewniających uzyskanie odpowiedniej jakości wyrobu, przy minimalizacji kosztów i czasu wytwarzania. Jednym z parametrów określających jakość powierzchni jest chropowatość i/lub topografia powierzchni będące obrazem wypadkowych danych pochodzących od układu OUPN i parametrów procesu oraz właściwości obrabianego materiału. Dzięki zastosowaniu m.in. metod sztucznej inteligencji możliwe jest nie tylko analizowanie wpływu rzeczywistych parametrów procesu, ale również modelowanie ich wpływu. Należy także wspomnieć, iż rozwiązania te w pewnym stopniu zostały już rozpoznane i wdrożone do obróbki metali. Natomiast w obszarze obróbki kompozytów drewnopochodnych jest to ciągle tematyka nowa oraz bardzo przyszłościowa. Dr inż. Krzysztof SZWAJKA zastosował sieci neuronowe RBF i FL, a także modelowanie rozmyte do modelowania chropowatości powierzchni wyrażonej parametrem Sq na podstawie parametrów kinematycznych procesu skrawania oraz wybranych miar sygnału przyspieszenia. Drugim obszarem w którym Habilitant zastosował metody sztucznej inteligencji była nowa autorska metoda rozpoznawania zadziórów i rozwarstwień powstałych w procesie wiercenia otworów. Pozwoliła ona na analizę obrazów zawierających krawędzie otworu wraz z wyrwaniami i nauczanie modelu automatycznej oceny ich jakości i wykrywanie niezgodności. Najlepsze efekty uzyskano dla połączenia modelu YOLOv8n i rozmytego modelu Takagi–Sugeno–Kang TSK w celu wykrywania punktów przejścia materiału, umożliwiając automatyczną segmentację sygnału siły posuwowej i momentu skrawania.

Podsumowując ten fragment jest to bardzo ciekawe i nowe podejście do monitorowania i modelowania procesów obróbki. W mojej ocenie brakuje jednak szerszej prezentacji rezultatów potwierdzających uzyskane wyniki dla oceny parametru Sq, np. w postaci danych statystycznych. Stwierdzenie „*chropowatość powierzchni została przewidziana z dużą dokładnością i wysoką niezawodnością*” pozostawia pewien niedosyt, podobnie jak zdanie „*Przy zastosowaniu sieci neuronowej RBF, błąd RMSE oszacowania wartości parametru Sq wyniósł 0,379 μm , podczas gdy błąd oszacowania oparty na logice rozmytej wyniósł 0,198 μm .*” – jeśli nie zostało odniesione do wartości wskazanego parametru, jak i danych nt. badanej powierzchni.

Ostatnim z wydzielonych obszarów, którym zajmował się dr inż. Krzysztof SZWAJKA jest diagnostyka zużycia ostrzy skrawających. Jest to jedno z kluczowych działań pozwalających na określenie przydatności narzędzia do wykonywania poprawnych wyrobów. Proces ten nabiera szczególnego znaczenia podczas procesów automatycznych, w których minimalizowany lub

eliminowany jest bezpośredni udział człowieka. Wypracowanie rozwiązań pozwalających w sposób automatyczny określić stan zużycia ostrzy narzędzi skrawających może zapewnić dokładność obróbki, jakość powierzchni i eliminację kosztów poprzez predykcyjne wskazanie właściwego momentu na jego zmianę. Systemy tego typu są opracowywane, jednak ich zastosowanie komercyjne ciągle jest niewielkie. Istotną przeszkodą jest konieczność przeprowadzenia procesu uczenia systemów monitorujących, co bywa szczególnie trudne w przypadku krótkich serii produkcyjnych. Zatem eliminacja tego etapu byłaby kluczowa. Podejmowane są próby oceny stanu zużycia narzędzie na podstawie sił skrawania, które najczęściej rosną wraz ze zużyciem. Takie próby podjął również Habilitant w odniesieniu do obróbki kompozytów drewnopochodnych. Zaznaczył jednak, że „przydatność zaproponowanej strategii zależy od występowania korelacji między sygnałami sił skrawania a zużyciem ostrza. [...] Strategia będzie skuteczna, jeśli zużyciu się ostrza towarzyszył będzie znaczący (najlepiej liniowy) przyrost sygnałów sił skrawania.”. Można to traktować jako pewne ograniczenie zaproponowanej metody, gdy zależność sił od zużycia jest zbyt słaba. Dr inż. Krzysztof SZWAJKA wykorzystując jako dane wejściowe sygnały z czujników siły skrawania opracował autorski program składający się z 3 modułów – uczenia, nadzoru i ustawień, pozwalający na monitorowanie pracy jednego narzędzia. Przeprowadzone zostały 2 cykle weryfikacji – w warunkach laboratoryjnych i produkcyjnych. Jako wskaźnik zużycia ostrza przyjęto zużycie powierzchni przyłożenia $VB_B = 0,2$ mm. W badaniach laboratoryjnych Autor skorelował wartość zużycia z siłami pochodzącymi z rzeczywistych, przemysłowych czujników siły skrawania. W badaniach przemysłowych weryfikacji dokonano podczas procesu wiercenia potwierdzając, iż przekroczenie wartości wskazanych za pomocą oprogramowania prowadzi do katastroficznego zużycia narzędzia.

Podsumowując przedstawiona powyżej **analiza osiągnięć naukowych dr. inż. Krzysztofa SZWAJKI** wnosi w mojej ocenie **znaczny i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna**, szczególnie w zakresie monitorowania procesu skrawania kompozytów drewnopochodnych dotyczących oceny wpływu parametrów skrawania, skrawalności płyt drewnopochodnych, zastosowania powłok na powierzchni ostrzy skrawających, monitorowania procesu obróbki oraz diagnostyki zużycia ostrzy skrawających. Dowodzi to odpowiednich umiejętności i doświadczenia do prowadzenia samodzielnych prac badawczych i krytycznej oceny jej rezultatów. Przedstawiona monografia obejmuje wiele aspektów będąc zwieńczeniem wieloletnich badań Habilitanta.

Reasumując **stwierdzam, że spełnione są wymagania zawarte w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.), wobec czego przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe może być podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.**

3. Ocena dorobku naukowego habilitanta

Dorobek publikacyjny dr. inż. Krzysztofa SZWAJKI po uzyskaniu stopnia naukowego doktora obejmuje 73 publikacji, z czego 38 zostało zaindeksowanych w bazie Web of Science, a 39 w bazie Scopus. Sumaryczny współczynnik Impact Factor wynosi 82,604; a H-indeks osiąga



wartość 10 (WoS oraz Scopus). Artykuły zostały zacytowane bez autocytowań 186 razy WoS i 200 razy Scopus. Pewien niedosyt budzi fakt, iż Habilitant od 2019 roku zasadniczą większość wysoko punktowanych artykułów (wg listy ministerialnej) publikował w czasopismach z wydawnictwa MDPI. Nie umniejsza to ich poziomu naukowego, jednak na etapie habilitacji wskazane byłoby skonfrontowanie swoich dokonań z innymi wydawcami.

Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA przedstawił wykaz swoich osiągnięć jednak zastanawiające jest, iż w przypadku praktycznie każdej publikacji jako wkład podał „*Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: twórca koncepcji badań, twórca metodyki badawczej, przeprowadzenie badań, analiza (i dyskusja) wyników, współtwórca treści publikacji*”. Tak ogólny zapis rzeczywiście może być używany uniwersalnie, jednak bardziej wskazane byłoby doprecyzowanie własnych dokonań - szczególnie, jeśli udział własny sporadycznie spada poniżej 45% (w 9 przypadkach spośród artykułów dla których zdefiniowano procentowy udział Autora).

Pomimo uwag dorobek publikacyjny dr. inż. Krzysztofa SZWAJKI można uznać za istotny dla dyscypliny inżynieria mechaniczna. Należy również wskazać, iż Habilitant uzyskał 11 razy Nagrodę JM Rektora Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza za autorstwo/współautorstwo publikacji indeksowanej z listy MNiSW.

Analiza aktywności Habilitanta na konferencjach wskazuje, że po doktoracie uczestniczył w 34 konferencjach naukowych w kraju i za granicą, na których prezentował wyniki swojej pracy. Jednocześnie, jak dotąd, nie był członkiem komitetów naukowych konferencji.

Dr inż. Krzysztof SZWAJKA nie odbywał staży naukowych (choć takowe przedstawia w dokumentacji). Natomiast w trakcie swojej kariery pracował na Politechnice Warszawskiej (2002-2003), Uniwersytecie Rzeszowskim (2003-2011), Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (2005-2013) i Politechnice Rzeszowskiej na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa (2013-2016) oraz od 2016 na Wydziale Mechaniczno-Technologicznym. Działalność ta z powodzeniem wypełnia wymagania związane z realizacją stażu poza macierzystą jednostką, czego dowodem są choćby publikacje naukowe i realizacja prac badawczych powiązanych z tematyką ocenianego osiągnięcia naukowego. W Autoreferacie pojawia się informacja nt. uzyskania w 2005 roku stypendium Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w Orlando na Florydzie (USA) – brak jednak potwierdzenia tego faktu w pozostałej części dokumentacji.

Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA nie może pochwalić się bogatym dorobkiem projektowym. Przed obroną doktoratu był wykonawcą w projekcie pt. *Wykorzystanie sygnałów emisji akustycznej i sił skrawania do diagnostyki stanu narzędzia przy toczeniu* (KBN 7T07TD03410, 1998) oraz głównym wykonawcą w grantie promotorskim pt. *Automatyczna diagnostyka ostrzy narzędzi skrawających przy toczeniu* (KBN, 2001-2002). W tym okresie brał także udział w jednym projekcie w ramach prac na zlecenie Programu Priorytetowego NOWE TECHNOLOGIE 1997-2000 oraz w realizacji grantu rektorskiego i dziekańskiego. Po uzyskaniu stopnia doktora był głównym wykonawcą w projekcie pt. *Podstawy automatycznej diagnostyki stanu narzędzia oraz procesu skrawania w obróbce drewna i tworzyw drzewnych* (KBN 3 P06L 025 24, 2003-2006) oraz Trans-Atlantic Micromechanics Evolving Research "Materials containing inhomogeneities of diverse physical properties, shapes and orientations" (FP7-PEOPLE-2013-IRSES, EU-Grant 610547, 2014-2018), a także w 3 grantach wewnątrzuczelnianych (rektorskim i dziekańskim), nie wskazał jednak swojej roli w tych projektach.

Inne istotne informacje dotyczące dorobku i aktywności naukowej Habilitanta:

- Habilitant prowadzi czynną współpracę naukową z Politechniką w Koszycach (prof. Jan SŁOTA Instytut Technologii i Inżynierii Materiałowej), Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie (prof. Krzysztof ŻABA Wydział Metali Nieżelaznych) oraz z Zakładem Technologii Plazmowych i Jonowych, Narodowego Centrum Badań Jądrowych. Dowodami tej współpracy jest 7 artykułów naukowych w czasopismach.
- Jest autorem patentu pn. *Przyrząd do wyznaczania współczynnika tarcia, zwłaszcza blach*. Numer zgłoszenia: P.444834; data uzyskania 22.12.2025; zgłaszający: Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza.
- Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA jest recenzentem aż 366 artykułów naukowych, głównie w czasopismach: Materials (66); Machines (51); Applied Sciences (40); Metals (37); Forests (36).
- Habilitant aktywnie uczestniczy w działalności międzynarodowego środowiska naukowego. Pełni funkcję Guest Editor w 4 czasopismach: Tool Wear in Machining, Machines (ISSN 2075-1702); Tool Wear in Machining, 2nd Edition Machines (ISSN 2075-1702); Investigation on the Tool Wear in Advanced Materials: Challenges and Opportunities, Materials (ISSN 1996-1944); Monitoring of Tool Wear and Delamination in Composite Machining: Challenges and Opportunities, Recent Progress in Materials (ISSN 2689-5846).
- Należy do Reviewer Board czasopism Metals (ISSN 2075-4701) i Machines (ISSN 2075-1702).
- Jest Członkiem Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich SIMP.

4. Ocena aktywności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej Habilitanta

Dr inż. Krzysztof SZWAJKA jest bardzo doświadczonym dydaktykiem. W trakcie swojej kariery prowadził zajęcia na każdej zatrudniającej Go uczelni. Były to odpowiednio przedmioty:

- Na Politechnice Warszawskiej (2002-2003): Obróbka skrawaniem i narzędzia, Techniki wytwarzania, Metrologia, Projektowanie procesów technologicznych, Automatyzacja procesów technologicznych.
- Na Uniwersytecie Rzeszowskim (2003-2011): Techniki wytwarzania, Metrologia, Mechanika techniczna, Wytrzymałość materiałów, Sterowanie obrabiarek CNC, Podstawy konstrukcji maszyn.
- W Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego (2005-2013): Obróbka skrawaniem i narzędzia, Techniki wytwarzania, Metrologia, Automatyka, Sterowanie obrabiarek CNC, Projektowanie procesów technologicznych.
- Na Politechnice Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza (od 2013): Dynamika maszyn, Mechanika analityczna, Mechanika ogólna, Systemy wirtualne, Szkic inżynierski,



Projektowanie konstrukcji spawanych, Wytrzymałość materiałów, Fizyka i podstawy modelowania.

Habibant bierze również czynny udział w kształceniu studentów jako promotor prac dyplomowych. Wypromował łącznie 75 prac inżynierskich oraz 102 prace magisterskie. Ponadto jest promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich: mgr. inż. Marka SZEWCZYKA (2023) „*Analiza wpływu warunków smarowania na opory tarcia i topografię powierzchni blach stalowych głębokotłoczonych w procesie wytłaczania*” oraz mgr. inż. Piotra BIENKA (2025) „*Analiza naprężeń i odkształceń w procesie modelowania płyty oporowej mózdzierza*”.

Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA w swojej pracy dydaktycznej i naukowej opracował 10 stanowisk laboratoryjnych m.in.:

- dla procesów obróbki skrawaniem – pomiar sił i momentu skrawania, pomiar rozkładu temperatury, pomiar drgań oraz emisji akustycznej,
- dla procesów spawania – pomiar emisji akustycznej,
- dla procesów obróbki kompozytów drewnopochodnych – pomiar ładunku elektrostatycznego,
- dla procesów autofretażu - pomiar odkształceń resztkowych i zakresu.

Habibant czynnie uczestniczy w działaniach na rzecz młodzieży szkół średnich. Między innymi z sukcesami zajmuje się wsparciem merytorycznym finalistów Olimpiad Wiedzy Technicznej oraz Innowacji Technicznych w Elektronice i Mechatronice, jak i konkursu Technik Roku. Prowadzi również cykliczne warsztaty z zakresu cyfrowych systemów przetwarzania sygnałów w laboratorium Wydziału Mechaniczno -Technologicznego Politechniki Rzeszowskiej.

Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA jest również inicjatorem współpracy Wydziału Mechaniczno-Technologicznego PRz z firmą ISCAR w obszarze narzędzi skrawających. Udziela się również cyklicznie w promocji macierzystego Wydziału podczas „Dni otwartych Politechniki Rzeszowskiej” oraz „Nocnych Spotkań z Nauką – Noc Odkrywców”.

Habibant czynnie uczestniczy w rozwoju dydaktyki na Uczelni. Był członkiem zespołu przygotowującego nowy kierunek studiów pn. „*Inteligentne systemy i technologie produkcji*” i odpowiadał za przygotowanie 4 przedmiotów (Sensoryka; Obliczenia inżynierskie i symulacja numeryczna 1 i 2; Przetwarzanie i analiza sygnałów). Jest również współautorem 2 skryptów wydanych na Uniwersytecie Rzeszowskim w 2006 i 2007 roku.

Pan dr inż. Krzysztof SZWAJKA poszerza ciągle swoją wiedzę i uzyskał:

- dyplom Międzynarodowego Inżyniera Spawalnika,
- Certyfikat Badań Nieniszczących VT1 oraz VT2,
- Licencję Egzaminatora Spawaczy dla Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytut Spawalnictwa w Gliwicach,
- ukończył studia podyplomowe w zakresie przygotowania pedagogicznego oraz w zakresie nauczania fizyki i matematyki.

W latach 2003-2013 pełnił funkcje biegłego sądowego Sądu Okręgowego w Tarnobrzegu z zakresu eksploatacji pojazdów samochodowych i budowy maszyn technologicznych. Natomiast w ramach współpracy z sektorem gospodarczym w latach 2008-2021 prowadził łącznie 15 kursów i zajęć z zakresu kształcenia ustawicznego m.in. poprzez Centrum Kształcenia Praktycznego

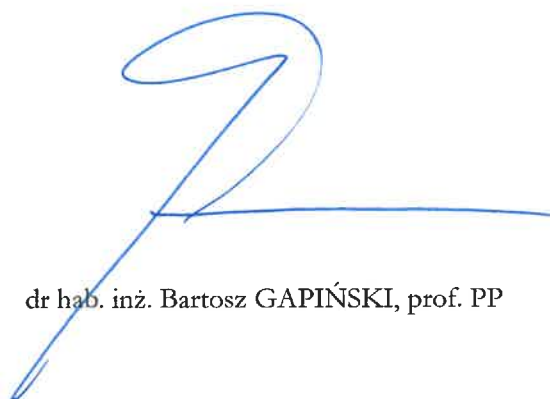
w Stalowej Woli; Centrum Edukacji Zawodowej w Stalowej Woli; Instytut Techniki Uniwersytetu Rzeszowskiego; Powiatowy Urząd Pracy w Stalowej Woli oraz na zlecenia firm Eurometal S.A.; Patentus Strefa S.A. i dla Zespołu Szkół im. Ks. St. Staszica w Tarnobrzegu oraz Zespołu Szkół nr 2 im. Eugeniusza Kwiatkowskiego w Nowej Dębie. Brakuje natomiast w mojej ocenie przykładów współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym związanym z realizacją współpracy w obszarach naukowo-badawczych.

Podsumowując: aktywność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską dr. inż. Krzysztofa SZWAJKI należy ocenić zdecydowanie pozytywnie.

5. Podsumowanie recenzji i wniosek końcowy

W oparciu o wymogi prawne zawarte w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wobec w stosunku do osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego stwierdzam, że przedstawione przez Pana dr. inż. Krzysztofa SZWAJKĘ osiągnięcie naukowe pod zbiorczym tytułem pt. *„Analiza wybranych metod monitorowania procesu skrawania kompozytów drewnopochodnych w aspektach oceny stanu narzędzia i jakości powierzchni obrabianej”* w mojej ocenie, mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna i stanowi znaczny wkład w rozwój tej dyscypliny.

Habilitant wykazuje się również istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni oraz odpowiednim dorobkiem dydaktycznym i organizacyjnym. Dlatego, bazując na warunkach wynikających z art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668) popieram wniosek dr. inż. Krzysztofa SZWAJKI o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.



dr hab. inż. Bartosz GAPIŃSKI, prof. PP