



POLITECHNIKA
LUBELSKA
LUBLIN UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

Dr hab. inż. Jerzy JÓZWIK, prof. Uczelni
POLITECHNIKA LUBELSKA
WYDZIAŁ MECHANICZNY
Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin

Telefon: +48 606 296 823; j.jozwik@pollub.pl

RECENZJA

osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej, dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej dr. inż. Krzysztofa Szwejki — sporządzona w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna

1. Podstawa formalna recenzji i przedmiot oceny

Recenzję opracowano na podstawie powołania przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w dniu 25 marca 2026 r. (uchwała o powołaniu składu Komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Krzysztofa Szwejki w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna) zgodnie z art. 221 ust. 5 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) oraz stosownego zlecenia.

Przedmiotem oceny jest pełna dokumentacja wniosku habilitacyjnego, a w szczególności: autoreferat (Załącznik 3), wykaz osiągnięć naukowych (Załącznik 4) oraz monografia habilitacyjna (Załącznik 5). Ocenie podlegały: osiągnięcie/-a naukowe, istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni/instytucji (w szczególności zagranicznej) oraz dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski (pozostałe załączniki do dokumentacji), odnosząc całość do ustawowych wymagań stawianych kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

2. Sylwetka Kandydata i przebieg kariery naukowej

Dr inż. Krzysztof Szwejka ukończył studia magisterskie na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej (1997). Stopień doktora nauk technicznych w specjalności mechanika i budowa maszyn uzyskał w 2002r. na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej, na podstawie rozprawy „Automatyczna diagnostyka ostrzy narzędzi skrawających przy toczeniu” (promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak). Temat doktoratu wyznaczył główną, konsekwentnie rozwijaną oś badawczą — diagnostykę i monitorowanie stanu narzędzi skrawających. Na uwagę zasługuje wielośrodkowy przebieg kariery: Politechnika Warszawska (2002–2003), Uniwersytet Rzeszowski (2003–2011), SGGW w Warszawie — Wydział Technologii Drewna (2005–2013) oraz Politechnika Rzeszowska (od 2013, obecnie kierownik Zakładu Zintegrowanych Systemów Wytwarzania i Tribologii). Zatrudnienie na wydziale technologii drewna pozwoliło

połączyć warsztat inżynierii mechanicznej z problematyką obróbki kompozytów drewnopochodnych, co stanowi merytoryczny fundament przedłożonego osiągnięcia.

3. Ocena osiągnięcia naukowego — monografia habilitacyjna (art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. a)

Jako osiągnięcie naukowe wskazano jednoautorską monografię: K. Sz wajka, „Analiza wybranych metod monitorowania procesu skrawania kompozytów drewnopochodnych w aspektach oceny stanu narzędzia i jakości powierzchni obrobionej”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2025, ISBN 978-83-7934-821-3. Wydawnictwo figuruje w ministerialnym wykazie wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe (poziom I, 80 pkt), a praca uzyskała dwie pozytywne recenzje wydawnicze (prof. dr hab. inż. S. Skoczypiec; dr hab. inż. P. Niesłony, prof. PO) — wymóg formalny art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. a jest zatem spełniony. Jednoautorski charakter dzieła jednoznacznie dokumentuje indywidualny wkład Kandydata.

3.1. Charakterystyka, struktura i metodyka

Monografia (282 stron, plus 2 strony streszczeń, ok. 17,5 ark. wyd., osiem rozdziałów merytorycznych, obszerna bibliografia) jest skonstruowana logicznie: od analizy stanu zagadnienia i sformułowania celu, przez charakterystykę materiałów, badania wpływu parametrów obróbki, skrawalności i powłok, aż po monitorowanie procesu i diagnostykę zużycia ostrza. Metodykę badawczą oceniam wysoko. Właściwości materiałów wyznaczono zgodnie z normami (EN 310/311/323) i uzupełniono analizą SEM-EDS; pomiary sił i momentu prowadzono z użyciem przemysłowych czujników piezoelektrycznych Kistler i kart pomiarowych NI (próbkowanie do 50 kHz/kanal, 16 bitów), a opracowanie sygnałów realizowano we własnym oprogramowaniu (LabVIEW). Zastosowano poprawny plan eksperymentu (trzy materiały: płyta wiórowa, MDF i płyta laminowana; operacje frezowania i wiercenia; szerokie zakresy v_c i f_z ; powtórzenia) oraz wieloczynnikową analizę wariancji. Świadczy to o dojrzałym warsztacie metrologiczno-statystycznym, właściwym dla dyscypliny.

Zgodnie z deklaracją Habilitanta oraz z przyjętą osią oceną, w monografii wyodrębniają się dwa najważniejsze osiągnięcia naukowe wyeksponowane w autoreferacie: dzieło o charakterze naukowo-poznawczym oraz dzieło o charakterze aplikacyjnym i użytkowym. Poniżej oceniam je rozdzielnie.

3.2. Dzieło pierwsze — osiągnięcie naukowo-poznawcze (rozdz. 3–6)

Pierwszy filar to systematyczne, eksperymentalne rozpoznanie mechaniki skrawania kompozytów drewnopochodnych. Habilitant określił wpływ parametrów nastawnych (prędkość skrawania, posuw (v_c , f_z)) oraz zużycia ostrza (VB_{max}) na składowe siły skrawania, moment skrawania, temperaturę, współczynnik rozwarstwienia (delaminacji) na wejściu i wyjściu otworu oraz na parametry chropowatości R_a i S_q . Za szczególnie wartościowe poznawczo uznaję:

- (a) opracowanie uniwersalnego indeksu skrawalności płyt drewnopochodnych — opartego na sile osiowej, momencie skrawania i kącie ścinania wióra — który okazał się wielkością zbliżoną do stałej materiałowej, niezależną od parametrów wiercenia;
- (b) wykazanie, że jednostkowy opór skrawania ma charakter stały dla danego materiału;

- (c) analizę procesu tworzenia wióra z wykorzystaniem kąta ścinania i współczynnika spęczenia wióra; oraz
- (d) porównanie materiałów ostrzy (węglik spiekany HW vs. stal szybko tnąca HSS) i powłok (ostrze niepowlekane, TiAlN, ZrN), w którym powłoka ZrN działa jak bariera cieplna ograniczająca odprowadzanie ciepła ze strefy skrawania. Zakres materiałowy i pomiarowy wprost odnosi się do realiów przemysłu meblarskiego, a ustalone zależności mają walor zarówno poznawczy, jak i normatywno-technologiczny.

3.3. Dzieło drugie — osiągnięcie aplikacyjne i utylitarne (rozdz. 7–8)

Drugi filar obejmuje metodykę monitorowania oraz jej wdrożeniowe ukoronowanie — wirtualny układ diagnostyki stanu ostrza. Habilitant zastosował i porównał narzędzia sztucznej inteligencji oraz zaawansowanego przetwarzania sygnałów: sieci neuronowe RBF i FFBP, model rozmyty Takagi–Sugeno–Kang z klasteryzacją subtraktywną, entropię permutacji oraz krótkoczasową transformatę Fouriera (STFT) sygnałów sił, drgań, przyspieszeń i emisji akustycznej. Uzyskano m.in. predykcję chropowatości (sieć RBF: RMSE Sq ok. 0,379 μm ; układ rozmyty ok. 0,198 μm), odporną na kombinację parametrów inteligentną identyfikację materiału obrabianego, optymalizację struktury sieci dla wiercenia CFRP oraz wizyjną identyfikację uszkodzeń (segmentacja progowa wsparta modelem TSK). Na uznanie zasługuje też dopracowana warstwa przetwarzania sygnału — automatyczne wykrywanie początku skrawania (progi $3\sigma/5\sigma$) i selekcja reprezentatywnych segmentów sygnału (miara FL). Całość wieńczy autorska koncepcja wirtualnego układu monitorowania z wieloma alternatywnymi strategiami nadzoru zużycia, detekcją kolizji i przeciążeń, zweryfikowana w warunkach laboratoryjnych oraz produkcyjnych. Pomysł posługiwania się wykorzystaną częścią okresu trwałości ostrza (ΔT , %) oraz samodzielnego wyznaczania miar sygnałów przez układ istotnie zwiększa jego użyteczność i odróżnia go od rozwiązań wymagających żmudnej parametryzacji przez operatora.

3.4. Ocena oryginalności i wkładu w dyscyplinę

Oba filary łącznie wypełniają realną lukę: adaptację dojrzałego dorobku monitorowania skrawania metali do specyfiki anizotropowych, niejednorodnych i ściernych kompozytów drewnopochodnych. Wkład poznawczy (modele i zależności technologiczne, indeks skrawalności) oraz wkład aplikacyjno-uitylitarne (działający układ monitorowania) tworzą spójną, zamkniętą całość zgodną z tytułem pracy. W mojej ocenie monografia stanowi oryginalny i znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

4. Ocena pozostałego dorobku naukowego i wskaźników bibliometrycznych

Poza monografią Habilitant jest autorem/współautorem 73 artykułów (po doktoracie) oraz 4 rozdziałów w monografiach; przed doktoratem opublikował 5 prac. Dorobek tworzą dwa komplementarne nurty:

- (a) skrawanie i monitorowanie kompozytów drewnopochodnych (rdzeń habilitacji, rozwijany od ok. 2005 r. w SGGW) oraz
- (b) tribologia procesów obróbki plastycznej blach i materiałoznawstwo (współpraca m.in. z zespołem prof. T. Trzecieńskiego).

Wykaz rzetelnie podaje procentowe udziały własne (najczęściej 50–70%), a publikacje rdzeniowe potwierdzają wiodącą rolę Kandydata jako twórcy koncepcji i metodyki

badan. Pozytywnie oceniam ewolucję kanałów publikacyjnych — od periodyków branżowych ku czasopismom o ustalonej renomie (Journal of Wood Science, Materials, Lubricants, Applied Sciences). Kandydat był współwykonawcą grantów KBN, bezpośrednio związanych z tematyką osiągnięcia. Kluczowe wskaźniki bibliograficzne Habilitanta zestawiono poniżej.

Wskaźnik	Wartość (stan na 12.01.2026)
Sumaryczny Impact Factor (JCR)	82,604
Liczba cytowań (WoS / Scopus / GS)	236 / 248 / 396 (bez autocytowań: 186 / 200)
Indeks Hirscha (WoS / Scopus / GS)	10 / 10 / 12
Sumaryczna punktacja MNIŚW (po doktoracie)	3626 pkt
Publikacje po doktoracie	73 artykuły + 4 rozdziały + monografia habilitacyjna
Działalność recenzencka / redakcyjna	329 recenzje; 6 rad/komitetów redakcyjnych; „Top of 1000 Reviewers” MDPI 2024
Własność przemysłowa / wdrożenia	1 zgłoszenie patentowe (P.444834, 2025); wdrożone technologie — brak

Wymóg ten uznaję za spełniony i dobrze udokumentowany. Po pierwsze, sama ścieżka zatrudnienia obejmuje cztery jednostki (PW, UR, SGGW, PRz) i ma charakter interdyscyplinarny (mechanika - technologia drewna). Po drugie, Kandydat wykazuje czynną współpracę badawczą poza macierzystą uczelnią: z Politechniką Koszycką na Słowacji (zespół prof. Jana Sloty — monitorowanie współczynnika tarcia; wspólne, wysoko punktowane publikacje w Materials z lat 2024–2025), z Akademią Górniczo-Hutniczą (prof. K. Żaba — mikrowiercenie stopu Inconel 625; publikacja w Lubricants 2023) oraz z Narodowym Centrum Badań Jądrowych (inżynieria powierzchni, technologie plazmowe i jonowe). Element zagraniczny (Koszyce) potwierdzają wspólne publikacje indeksowane; Habilitant był ponadto stypendystą Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (2005, USA) i odbył udokumentowane staże naukowe. Współpraca międzynarodowa jest zatem realna i mierzalna dorobkiem.

6. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie

Działalność dydaktyczną oceniam jako wyraźnie ponadprzeciętną. Habilitant prowadził szeroki wachlarz przedmiotów w czterech uczelniach, sprawował opiekę promotorską nad ponad 150 pracami dyplomowymi (inżynierskimi i magisterskimi) i był promotorem pomocniczym w dwóch zakończonych przewodach doktorskich (M. Szewczyk, 2023/2024; P. Bieniek, 2025). Zaprojektował i zbudował liczne stanowiska badawczo-dydaktyczne, jest współautorem dwóch skryptów i współtwórcą programu nowego kierunku „Inteligentne systemy i technologie produkcji”. Posiada uprawnienia Międzynarodowego Inżyniera Spawalnika (IWE), certyfikaty badań nieniszczących (VT1/VT2) oraz ukończone studia podyplomowe (przygotowanie pedagogiczne; nauczanie fizyki i matematyki).

W obszarze organizacyjnym pełnił m.in. funkcje członka Senatu PRz i komisji senackich, kierownika Zakładu, przewodniczącego Wydziałowej Komisji ds. dydaktyki oraz przewodniczącego komisji egzaminacyjnej studiów II stopnia. Bardzo aktywnie działa w środowisku wydawniczym — jako redaktor gościnny wydań specjalnych (Machines: „Tool Wear in Machining” I i II; Recent Progress in Materials; Materials) oraz członek 6 rad/komitetów redakcyjnych; wykonał blisko 400 recenzji i otrzymał

wyróżnienie „Top of 1000 Reviewers” MDPI (2024). Popularyzację nauki realizuje przez „Akademię Przemysłu 4.0”, cykliczne warsztaty dla uczniów, opiekę nad finalistami Olimpiady Wiedzy Technicznej, współpracę z firmami (ISCAR, FABA, STOLBUD) oraz udział w wydarzeniach „Dni Otwarte PRz” i „Noc Odkrywców”. Działalność tę wieńczy Srebrny Medal za Długoletnią Służbę (2023), Medal Komisji Edukacji Narodowej (2024) oraz liczne nagrody Rektora. Obszar dydaktyczno-organizacyjny i popularyzatorski oceniam zdecydowanie pozytywnie.

7. Uwagi krytyczne i dyskusyjne (w świetle obecnego stanu wiedzy)

Poniższe uwagi mają charakter dyskusyjny i polemiczny; formułuję je w świetle obecnego stanu wiedzy w zakresie monitorowania stanu narzędzi (TCM), obróbki kompozytów oraz koncepcji Przemysłu 4.0/5.0. Sformułowane uwagi nie obniżają jednak jednoznacznie pozytywnej oceny całości, lecz wskazują kierunki dalszego rozwoju.

(a) Habilitant w przedstawionych do oceny dzieł naukowych konsekwentnie stosuje modele „płytkie” (RBF, FFBP, rozmyty TSK) oparte na ręcznie dobieranych miarach sygnału, podczas gdy współczesne TCM przesunęło się ku uczeniu głębokiemu — sieciom konwolucyjnym (CNN), rekurencyjnym/LSTM, architekturom hybrydowym CNN–LSTM, a ostatnio modelom typu transformer (np. adaptacyjnym 1DCNN-transformer do predykcji zużycia w zmiennych warunkach) — które uczą się cech wprost z surowego sygnału i lepiej radzą sobie z niestacjonarnością typową dla niejednorodnych kompozytów; argument Autora o krótkim czasie uczenia sieci RBF jest trafny w reżimie małej próby, lecz kompromis dokładność–uogólnialność zasługiwałby na pełniejszą dyskusję.

(b) Kluczowym, wciąż otwartym problemem jest zmienność i anizotropia kompozytów drewnopochodnych (różne gęstości, kleje, udział surowca z recyklingu), powodująca dryf sygnałów diagnostycznych; obecna nauka adresuje to uczeniem transferowym, adaptacją dziedziny i augmentacją danych — z czym wiąże się sygnalizowana przez Autora ograniczona baza walidacyjna strategii nadzoru.

(c) Atutem pracy jest współwystępowanie warstwy poznawczej (mechanika procesu skrawania, kąt ścinania, indeks skrawalności) i warstwy danych; najnowszy nurt modelowania „physics-informed” (sieci PINN, regresja gaussowska z więzami fizycznymi, podejścia „grey-box”). Zastosowanie tych narzędzi pozwoliłoby obu warstwom wzmacniać się wzajemnie i zwiększać dokładność przy mniejszej liczbie danych. Uznaję to za raczej za niewykorzystany potencjał niż wadę.

(d) Dla akcentowanej przez Autora akceptacji przemysłowej obecny stan wiedzy podkreśla znaczenie wyjaśnialnej sztucznej inteligencji (XAI) oraz ilościowego ujęcia niepewności decyzji diagnostycznych (np. bayesowskie sieci neuronowe rozróżniające niepewność aleatoryczną i epistemiczną); proponowany układ podaje decyzje punktowe o stanie ostrza, a uzupełnienie ich o miary ufności i interpretowalne wskaźniki przybliżyłoby go do współczesnych wymagań „wiarygodnego monitorowania”.

(e) „Wirtualny układ monitorowania” pojęciowo wyprzedza paradygmat cyfrowego bliźniaka (digital twin), centralny dla Przemysłu 4.0/5.0 — wyraźne osadzenie układu jako (częściowego) cyfrowego bliźniaka, z adaptacyjną fuzją wielu sygnałów w czasie rzeczywistym (wymienioną przez Autora wśród zadań przyszłych), wzmocniłoby jego pozycjonowanie teoretyczne; przyjęte liniowe przybliżenie zależności miary sygnału od zużycia jest uproszczeniem, podczas gdy estymatory nieliniowe i probabilistyczne stanowią dziś standard.

(f) W świetle rosnącego nacisku na odtwarzalność badań i zasady FAIR/otwartych danych, stosunkowo nieliczna próba walidacyjna oraz zakres laboratoryjno-półprzemysłowy zyskałyby na większych, współdzielonych zbiorach danych i na porównaniu z publicznymi zbiorami odniesienia TCM, co podniosłoby trafność zewnętrzną i porównywalność wyników.

(g) Studium powłok (TiAlN, ZrN, ostrze niepowlekane) jest poprawne, lecz obecny stan wiedzy obejmuje także powłoki nanostrukturalne i wielowarstwowe oraz DLC, a także obróbkę zrównoważoną (MQL, obróbka „na sucho”, człowiekocentryczne podejście Przemysłu 5.0, wskaźniki energo- i ekoefektywności) — rozszerzenie porównania i powiązanie wyników energetycznych ze wskaźnikami zrównoważoności podniosłoby aktualność tematyki.

(h) Uniwersalny indeks skrawalności jest oryginalny i obiecujący, lecz zweryfikowany głównie dla płyty MDF; w świetle współczesnej literatury z zakresu modelowania skrawalności jego uniwersalność należałoby potwierdzić dla szerszej klasy płyt, geometrii narzędzi i operacji, najlepiej ze statystyczną weryfikacją niezmienniczości.

(i) Pod względem edytorskim monografię wydrukowano z matryc dostarczonych przez Autora; zawiera ona drobne usterki językowo-redakcyjne (obecne też w autoreferacie), które nie wpływają na warstwę merytoryczną.

8. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę całość przedłożonej dokumentacji stwierdzam, że recenzowane osiągnięcie naukowe — jednoautorska monografia — stanowi oryginalny i znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, w którym da się wyodrębnić dwa nurty (mechanika skrawania kompozytów drewnopochodnych oraz diagnostyka stanu ostrza), zarówno w warstwie naukowo-poznawczej, jak i aplikacyjno-utilitytarnej. Aktywność naukowa Kandydata realizowana w więcej niż jednej uczelni i instytucji, w tym we współpracy zagranicznej (Politechnika Koszycka), została wykazana i udokumentowana, a dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski wyraźnie przekracza poziom typowo oczekiwany na tym etapie kariery. Sformułowane uwagi mają charakter dyskusyjny i wskazują kierunki rozwoju, nie podważając wartości osiągnięcia.

W mojej ocenie przedłożone osiągnięcie oraz całokształt aktywności spełniają wymagania określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. — Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (pkt 1 — posiadanie stopnia doktora; pkt 2 lit. a — monografia stanowiąca znaczny wkład w rozwój dyscypliny, wydana przez wydawnictwo z ministerialnego wykazu; pkt 3 — istotna aktywność naukowa w więcej niż jednej uczelni/instytucji, w szczególności zagranicznej). Całość dorobku oceniam pozytywnie. Ostateczne rozstrzygnięcie pozostawiam właściwej komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna Panu dr. inż. Krzysztofowi Szwejka, przedkładając niniejszą recenzję jako jej merytoryczną podstawę. Jednocześnie wnoszę o dopuszczenie dr. inż. Krzysztofa Szwejki do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Lublin, dnia 11 czerwca 2026 r.

Politechnika Lubelska
WYDZIAŁ MECHANICZNY
Katedra Funkcji

dr hab. inż. Jerzy Józwik, prof. Uczelni