

Katedra Inżynierii Systemów Technicznych i Informatycznych

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Energetyki

Politechnika Koszalińska

Recenzja

w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Michałowi Gduła
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Podstawę opracowania niniejszej recenzji stanowi pismo Zastępcy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej, pana prof. dr hab. inż. Andrzeja Kawalca, z dnia 26 listopada 2025 r., dotyczące powołania na recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Michałowi Gduła, a także umowa o opracowanie recenzji obejmującej ocenę, czy osiągnięcia naukowe pana dr inż. Michała Gduła, ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, spełniają wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.).

Recenzję przygotowano na podstawie dostarczonej dokumentacji, obejmującej autoreferat, wnioski o wszczęcie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego z załącznikami, a także artykuły naukowe stanowiące przedmiot osiągnięcia naukowego, wraz z oświadczeniami autorów dotyczącymi wkładu merytorycznego.

Informacja o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego, w tym obowiązujących kryteriach oceny.

Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego zostało wszczęte na wniosek dr inż. Michała Gduła z dnia 28 lipca 2025 r. i w związku z tym podlega przepisom ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Ustawa ta wymaga:

- posiadania stopnia doktora,
- posiadania w dorobku osiągnięcia naukowego albo artystycznego, stanowiącego znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - jednej monografii naukowej wydanej przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub

- jednego cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub
- jednego zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego lub artystycznego,
- wykazywania się istotną aktywnością naukową albo artystyczną, realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności o charakterze zagranicznym.

Sylwetka habilitanta

Dr inż. Michał Gdula jest od wielu lat związany z Politechniką Rzeszowską im. I. Łukasiewicza, gdzie realizuje działalność naukową, dydaktyczną oraz organizacyjną. Zarówno przed uzyskaniem stopnia doktora, jak i po jego nadaniu, systematycznie rozwijał swoje kompetencje badawcze i dydaktyczne, aktywnie uczestnicząc w pracach naukowych oraz w procesie kształcenia studentów kierunków technicznych.

Dr inż. Michał Gdula uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dniu 10 maja 2017 roku na Politechnice Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza, w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Stopień ten został nadany uchwałą Rady Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa. **Tym samym habilitant spełnia formalne wymaganie posiadania stopnia doktora, niezbędne do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.**

Po uzyskaniu stopnia doktora działalność naukowa i dydaktyczna dr inż. Michała Gduli uległa dalszemu intensywnemu rozwojowi. Jego aktywność badawcza koncentruje się na systemach CAD/CAM, programowaniu i automatyzacji obróbki CNC, obróbce wieloosiowej oraz technologii maszyn. Habilitant posiada udokumentowany dorobek naukowy obejmujący m.in. zagadnienia procesów frezowania wieloosiowego, zużycia narzędzi skrawających, jakości warstwy wierzchniej oraz zastosowania zaawansowanych technologii obróbkowych w przemyśle lotniczym i medycznym. Wyniki prowadzonych badań znalazły również odzwierciedlenie w działalności patentowej oraz w projektach badawczych realizowanych we współpracy interdyscyplinarnej.

Istotnym elementem sylwetki habilitanta jest także jego znaczące zaangażowanie dydaktyczne i organizacyjne. Dr inż. Michał Gdula był promotorem licznych prac inżynierskich i magisterskich oraz aktywnie uczestniczył w tworzeniu, modyfikowaniu i wdrażaniu nowych programów kształcenia, w tym studiów dualnych i podyplomowych. Jego wysokie kompetencje dydaktyczne potwierdzają liczne szkolenia specjalistyczne oraz szeroki zakres prowadzonych zajęć dydaktycznych.

Ocena osiągnięcia naukowego

Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego zostało wszczęte na wniosek dr inż. Michała Gduli. **We wniosku wskazano osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jako cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zatytułowany: „Zagadnienia wieloosiowego frezowania nadstopu na osnowie Ni frezem torusowym z wykorzystaniem technik przemieszczenia czynnego segmentu krawędzi skrawającej uwzględniających zużycie ostrza”**

Zagadnienie będące przedmiotem przedstawionego cyklu ośmiu publikacji naukowych dotyczy wykończeniowego frezowania nadstopów na osnowie niklu frezem torusowym, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów trwałości i zużycia ostrza, mechaniki skrawania, jakości technologicznej warstwy wierzchniej oraz efektywności obróbki wieloosiowej w zastosowaniach lotniczych. Prace A1-A8 zostały opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, takich jak WEAR, Tribology International, Journal of Manufacturing Processes czy Applied Sciences, a wszystkie są indeksowane w bazach Web of Science i Scopus. W skład cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych wchodzi 8 artykułów, z czego tylko 3 artykuły są samodzielne, a pozostałe artykuły są napisane we współautorstwie, gdzie pierwszym autorem pozostaje dr inż. Michał Gdula.

Spójność merytoryczna osiągnięcia naukowego wynika z konsekwentnie realizowanego ciągu zagadnień badawczych, prowadzącego od ilościowego opisu jakości powierzchni, poprzez fizyczne i tribologiczne ujęcie zużycia ostrza, aż do adaptacyjnego kształtowania lokalnych warunków mechaniki skrawania w wieloosiowym frezowaniu nadstopów na osnowie Ni. Cykl publikacji A1-A8 ma charakter zamkniętej struktury badawczej, w której kolejne prace systematycznie rozszerzają zakres analizy, zachowując wspólną podstawę pojęciową i metodyczną.

Punktem wyjścia cyklu są zagadnienia ilościowego opisu jakości powierzchni w pięcioosiowym frezowaniu bez uwzględniania zużycia narzędzia. W publikacji A8 (publikacja samodzielna) opracowano empiryczne modele chropowatości i topografii powierzchni w funkcji orientacji osi narzędzia oraz krzywizny powierzchni złożonych. Modele te, oparte na planowaniu statystycznym eksperymentu i regresji wielomianowej, formalizują wpływ kinematyki procesu na strukturę geometryczną powierzchni i stanowią punkt odniesienia dla dalszych analiz prowadzonych już z uwzględnieniem degradacji narzędzia. Pewnym ograniczeniem jest empiryczny charakter modeli, jednak w kontekście złożoności geometrii i zmiennych warunków skrawania należy uznać je za metodologicznie uzasadnione.

Kolejnym etapem było włączenie do analiz fizycznych podstaw procesu skrawania. W publikacji A2 (publikacja samodzielna) opracowano analityczno-numeryczny model chwilowej, nieodkształconej grubości wióra, uwzględniający zmienną orientację osi narzędzia, lokalną geometrię styku w punkcie styku narzędzia z przedmiotem obrabianym

CP_i oraz postępujące zużycie ostrza. Model ten umożliwia powiązanie opisu geometrycznego z lokalnymi warunkami mechaniki skrawania i obciążeniami narzędzia, pełniąc funkcję pomostu pomiędzy analizą kinematyczną a składowymi siłami skrawania. Zakres modelu ogranicza się do opisu mechanicznego, co pozostawia przestrzeń do dalszej integracji z modelami cieplnymi.

Na tej podstawie w publikacji **A3** (publikacja współautorska; autor główny i korespondencyjny) przeprowadzono kompleksową analizę tribologicznych mechanizmów zużycia frezu torusowego w wieloosiowym frezowaniu nadstopów na osnowie Ni. Analiza obejmuje zużycie ściernie, adhezyjne oraz wrębowe, rozpatrywane w obrębie chwilowego sprzężenia narzędzie-przedmiot obrabiany (Cutter-Workpiece Engagement, CWE). Ujęcie to zostało następnie rozszerzone w publikacji **A7**, w której zintegrowano analizę zużycia ostrza, morfologii wióra oraz powierzchni obrobionej, identyfikując korelacje pomiędzy lokalną mechaniką skrawania a stanem narzędzia i jakością powierzchni. Ograniczeniem tych analiz jest to, że mają punktowy charakter, wynikający bezpośrednio z lokalnej zmienności warunków skrawania w obróbce wieloosiowej.

Konsekwencją przyjętej metodyki było przejście od opisu procesu do świadomego kształtowania lokalnych warunków skrawania. W publikacji **A1** (publikacja współautorska; autor główny i korespondencyjny) zaproponowano autorską technikę Active Cutting Edge Segment Change Technique (ACESCT), polegającą na kontrolowanym przemieszczeniu czynnego segmentu krawędzi skrawającej w celu rozłożenia zużycia ostrza i stabilizacji właściwości technologicznej warstwy wierzchniej. Praca ta wykracza poza klasyczne ujęcie geometrii i kinematyki procesu, wprowadzając element świadomego sterowania lokalnymi warunkami kontaktu.

Rozwinięciem tego podejścia jest publikacja **A4**, w której zaproponowano adaptacyjną strategię zmiany czynnego segmentu krawędzi skrawającej dla jednego wariantu kinematycznego frezowania typu Tool Pulling Like (TPL). Strategia ta została ukierunkowana na stabilizację topografii powierzchni w warunkach postępującego zużycia ostrza i zweryfikowana w warunkach zbliżonych do przemysłowych.

Istotnym elementem porządkującym cały cykl jest publikacja **A6** (publikacja samodzielna), w której zdefiniowano i analitycznie opisano pojęcia średnicy roboczej, średnicy styku, parametru g oraz kąta pracy frezu torusowego. Praca ta pełni funkcję formalnej podstawy geometrycznej dla analiz prowadzonych w pozostałych publikacjach, zwiększając jednoznaczność interpretacji wyników i spójność aparatu pojęciowego.

Alternatywny wariant kontrolowania przebiegu zużycia ostrza przedstawiono w publikacji **A5**, w której opracowano technikę Angular Positioning of Round Cutting Insert (APofRCI), polegającą na kątowym pozycjonowaniu okrągłej płytki skrawającej w frezie torusowym. Wykazano możliwość kontrolowanego przemieszczania stref zużycia bez zmiany orientacji osi narzędzia, a porównanie z techniką ACESCT potwierdziło komplementarny charakter obu podejść. Ograniczeniem pozostaje konieczność ingerencji konstrukcyjnej w narzędzie, co jednak nie zmniejsza wartości poznawczej zaproponowanego rozwiązania.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego należy stwierdzić, że zastosowana w cyklu metodyka, oparta na lokalnym, punktowym opisie procesu w punkcie styku narzędzia z przedmiotem obrabianym *CPI* oraz analizie chwilowego obszaru sprzężenia narzędzie-przedmiot (Cutter-Workpiece Engagement, CWE), stanowi jeden z kluczowych walorów naukowych osiągnięcia. Pozwala ona na bezpośrednią analizę zjawisk zachodzących w najbardziej krytycznej strefie procesu skrawania, w której kumulują się oddziaływania mechaniczne, cieplne i tribologiczne. Metodyka ta nie ma charakteru studium przypadku, lecz tworzy uogólniony schemat opisu procesu wieloosiowego frezowania, możliwy do zastosowania w różnych wariantach kinematycznych i strategiach obróbki.

Zakres badanych zjawisk obejmuje kluczowe mechanizmy decydujące o przebiegu skrawania nadstopów na osnowie Ni, w szczególności koncentrację ciepła w strefie skrawania, silne umocnienie odkształceniowe materiału, niestabilność procesu tworzenia wióra oraz złożone mechanizmy zużycia ostrza, takie jak adhezja, dyfuzja i zużycie ściernie. Integracja modelowania geometrii styku, mechaniki wióra, zużycia ostrza i jakości powierzchni była konsekwentnie realizowana w całym cyklu i wynikała z konieczności opisu tych silnie sprzężonych zjawisk, charakterystycznych dla obróbki materiałów o skrajnie niekorzystnej skrawalności, a nie z doraźnych uwarunkowań pojedynczych eksperymentów.

W rezultacie cykl publikacji A1-A8 należy ocenić jako spójne i dojrzałe osiągnięcie naukowe, w którym zaproponowana metodyka oraz dobór materiału obrabianego wzajemnie się uzupełniają. Jednocześnie struktura cyklu w sposób naturalny wyznacza dalsze kierunki badań, w szczególności w zakresie integracji zaproponowanych strategii adaptacyjnych z monitorowaniem procesu oraz rozszerzenia analiz o sprzężony opis termomechaniczny.

Wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna

Przedstawione osiągnięcie naukowe wnosi znaczny, spójny i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, w szczególności w obszarze technologii wytwarzania, mechaniki skrawania oraz tribologii procesów obróbkowych. Jednotematyczny cykl publikacji A1-A8 poświęcony jest zagadnieniom wieloosiowego frezowania nadstopów na osnowie Ni - materiałów o kluczowym znaczeniu konstrukcyjnym i eksploatacyjnym, których obróbka wymaga uwzględnienia silnie sprzężonych zjawisk mechanicznych, cieplnych i tribologicznych. **Dobór tej grupy materiałów nadaje prowadzonym badaniom wysoką rangę poznawczą, a jednocześnie osadza je w obszarze rzeczywistych problemów współczesnej inżynierii.**

Osiągnięcie naukowe w postaci cyklu publikacji obejmuje badania o charakterze podstawowym, dotyczące analitycznego i analityczno-numerycznego modelowania geometrii i kinematyki wieloosiowego frezowania, lokalnego opisu tworzenia wióra, rozkładu chwilowej grubości warstwy skrawanej oraz identyfikacji mechanizmów zużycia ostrza w funkcji lokalnych warunków styku. Równocześnie osiągnięcie obejmuje badania także o charakterze aplikacyjnym, ukierunkowane na świadome kształtowanie warunków

skrawania, sterowanie przebiegiem zużycia narzędzia, stabilizację struktury geometrycznej powierzchni oraz projektowanie strategii obróbkowych możliwych do bezpośredniej implementacji w systemach CAD/CAM i na obrabiarkach CNC. **Istotnym walorem osiągnięcia jest spójna integracja badań teoretycznych, modelowych i doświadczalnych, w której modele geometryczne i mechaniczne stanowią podstawę planowania eksperymentów, a wyniki badań doświadczalnych służą weryfikacji i dalszemu rozwijaniu opisu procesu. Takie podejście prowadzi do rozwoju metod opisu, analizy i projektowania procesów obróbki skrawaniem, w szczególności w warunkach wieloosiowej obróbki materiałów trudnoobrabialnych, stanowiąc wkład w metodyczny aparat dyscypliny inżynieria mechaniczna.**

Znaczny wkład w rozwój mechaniki skrawania stanowią badania przedstawione w publikacji A2, w której opracowano analityczno-numeryczny model chwilowej, nieodkształconej grubości wióra w wieloosiowym frezowaniu torusowym. Model ten uwzględnia zmienną orientację osi narzędzia, lokalną geometrię styku w punkcie CPI , zmienność średnicy styku oraz postępujące zużycie ostrza. Pozwala to na ilościowy opis wpływu degradacji krawędzi skrawającej na lokalne obciążenia mechaniczne narzędzia i warunki skrawania, a także na wyznaczenie rozkładu grubości warstwy skrawanej wzdłuż czynnego segmentu krawędzi. Uzyskane rezultaty rozszerzają klasyczne podejścia do modelowania mechaniki skrawania, umożliwiając ich zastosowanie w symulacjach procesu, prognozowaniu sił skrawania oraz trwałości narzędzi w warunkach zmiennej kinematyki.

Wkład w rozwój tribologii procesów obróbkowych został zrealizowany w publikacjach A3 i A7, w których przeprowadzono szczegółową analizę zużycia frezów torusowych w wieloosiowym frezowaniu nadstopów na osnowie Ni z uwzględnieniem lokalnych warunków kontaktu narzędzie-wiór-przedmiot obrabiany. Na podstawie obserwacji SEM/EDS oraz analiz modelowych zidentyfikowano dominujące mechanizmy zużycia ściernego, adhezyjnego i mechanicznego usuwania powłoki oraz wykazano zależność intensywności zużycia od rozkładu maksymalnej grubości warstwy skrawanej w obszarze chwilowego sprzężenia torus-przedmiot obrabiany (CWE). Opracowane modele przestrzennego rozkładu zużycia oraz przebiegu trwałości ostrza, odniesione do parametrów definiowanych lokalnie w punkcie styku, stanowią istotne rozszerzenie dotychczasowych ujęć literaturowych, opartych na parametrach nominalnych.

Istotnym elementem osiągnięcia są badania dotyczące sterowania procesem i strategii adaptacyjnych, zaprezentowane w publikacjach A1, A4 i A5. Wprowadzono w nich pojęcie przemieszczenia czynnego segmentu krawędzi skrawającej jako nowego parametru technologicznego, umożliwiającego celowe kształtowanie lokalnych warunków kontaktu i obciążeń mechanicznych, rozkładu zużycia ostrza oraz stanu technologicznej warstwy wierzchniej. Na tej podstawie opracowano techniki ACESCT oraz Angular Positioning of Round Cutting Insert APofRCI, pozwalające na translokację czynnego segmentu krawędzi poprzez zmianę orientacji osi frezu torusowego lub pozycjonowanie okrągłej płytki skrawającej, bez ingerencji w konstrukcję obrabiarki. Wykazano możliwość ich implementacji w systemach CAD/CAM oraz stosowania na obrabiarkach CNC, co poszerza zakres sterowania procesem w obróbce wieloosiowej.

Badania dotyczące jakości warstwy wierzchniej, przedstawione w publikacjach A1, A4 i A8, koncentrują się na zależnościach pomiędzy lokalnymi warunkami skrawania, zużyciem ostrza a topografią, morfologią oraz stanem naprężeń resztkowych. Potwierdzono, że orientacja osi narzędzia, odległość wierszowania, prędkość skrawania w punkcie styku oraz stadium zużycia ostrza wpływają w sposób nieliniowy i niemonotoniczny na parametry chropowatości, morfologię powierzchni oraz głębokość strefy odkształceń plastycznych. Opracowane empiryczne modele topografii oraz klasyfikacja warunków obróbki ze względu na rozkład naprężeń resztkowych stanowią istotny wkład w inżynierski opis warstwy wierzchniej po obróbce skrawaniem.

Całość badań ujętych w publikacjach A1-A8 odnosi się do obróbki materiałów trudnoobrabialnych, w szczególności nadstopów na osnowie Ni, charakteryzujących się wysoką koncentracją ciepła w strefie skrawania, silnym umocnieniem odkształceniowym oraz intensywnymi oddziaływaniami tribologicznymi. Publikacja A8 stanowi metodyczny punkt wyjścia cyklu, koncentrując się na ilościowym opisie jakości powierzchni w funkcji kinematyki pięcioosiowego frezowania, natomiast prace A1-A7 rozwijają to ujęcie o aspekty mechaniki skrawania, zużycia ostrza i strategii adaptacyjnych. W ramach cyklu wykazano zasadność definiowania parametrów skrawania relatywnie do punktu styku narzędzia z przedmiotem obrabianym oraz wykorzystania momentu skrawania jako czułego wskaźnika stanu zużycia ostrza. Opracowane modele i rozwiązania technologiczne mają bezpośrednie znaczenie aplikacyjne i mogą być stosowane w procesach wytwarzania elementów maszyn o wysokich wymaganiach eksploatacyjnych, w szczególności w przemyśle lotniczym, co potwierdzono poprzez zaproponowanie nowej koncepcji wieloosiowego frezowania czołowego łopatek części gorącej silnika lotniczego, opartej na technice ACESCT.

Ocena aktywności naukowej

Analiza dorobku i dokumentacji potwierdza, że działalność naukowa habilitanta była realizowana we współpracy z innymi jednostkami naukowymi, krajowymi i zagranicznymi, obejmując wspólne badania, współautorstwo publikacji oraz wykorzystanie infrastruktury badawczej różnych ośrodków.

Podstawowym miejscem realizacji badań była Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza, gdzie na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa, głównie w Katedrze Technik Wytwarzania i Automatyzacji, powstał zasadniczy trzon osiągnięcia naukowego. Obejmował on opracowanie metodyk badawczych, symulacje CAD/CAM oraz zasadniczą część badań eksperymentalnych dotyczących wieloosiowego frezowania frezem torusowym, mechaniki skrawania, zużycia narzędzi i jakości warstwy wierzchniej. Uzupełniająco, przy współpracy z Katedrą Nauki o Materiałach, realizowano analizy morfologii powierzchni i wybranych cech warstwy wierzchniej.

W macierzystej jednostce opracowano modele matematyczne geometrii warstwy skrawanej i zużycia narzędzia, wykonano badania symulacyjne i eksperymentalne, analizy składowych siły skrawania i momentu skrawania oraz topografii powierzchni. Badania realizowano

z wykorzystaniem centrum CNC DMU 100 MonoBLOCK z obrotowym siłomierzem RDC Kistler 9123C oraz autorskiej metody pomiaru zużycia ostrza bez demontażu narzędzia z obrabiarki, zastosowanej m.in. w publikacji A4. Współpraca wewnątrzuczelniana miała charakter ciągły i merytoryczny, co znajduje odzwierciedlenie we współautorstwie publikacji z pracownikami Katedry Techniki Wytwarzania i Automatyzacji.

Istotnym uzupełnieniem zakresu badań był staż naukowy w Politechnice Lubelskiej (01.09-30.09.2023), zrealizowany w ramach programu „PO SAŚIEDZKU”. W trakcie stażu, pod opieką dr hab. inż. Jerzego Józwika, prof. uczelni, przeprowadzono modelowanie lokalnych warunków styku frezu torusowego z przedmiotem obrabianym oraz analizy segmentacji czynnej krawędzi skrawającej i zużycia narzędzia. Równolegle wykonano stykowe pomiary struktury geometrycznej powierzchni i topografii 3D w różnych stadiach zużycia ostrza. Badania te umożliwiły empiryczne powiązanie zużycia frezu z kształtowaniem topografii powierzchni i stanowiły podstawę do weryfikacji adaptacyjnej strategii zmiany czynnego segmentu krawędzi skrawającej, przedstawionej w publikacji A4.

Zagranicznym ośrodkiem kluczowym dla rozwoju cyklu habilitacyjnego była Technical University of Košice (Słowacja), gdzie w 2024 r. zrealizowano miesięczny staż badawczy, poprzedzony wizytą dydaktyczno-naukową w ramach programu Erasmus. Współpraca obejmowała opracowanie i walidację techniki kąтового pozycjonowania okrągłej płytki skrawającej (APofRCI), modelowanie przebiegu zużycia ostrza z wykorzystaniem estymacji nieliniowej (ANOVA, algorytm Levenberga-Marquardta) oraz pomiary pozycji płytki skrawającej i form zużycia. Efektem tej współpracy była publikacja A5, stanowiąca integralny element cyklu habilitacyjnego. Kontynuacja współpracy została zaplanowana w ramach programu Zawacka NAWA.

Dodatkowym, rozwojowym kierunkiem współpracy jest współpraca z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie, zainicjowana w 2024 r., dotycząca modelowania struktury geometrycznej powierzchni z uwzględnieniem zużycia narzędzia oraz analiz numerycznych zjawisk zachodzących w warstwie przypowierzchniowej. Współpraca ta rozszerza dotychczasowe badania eksperymentalne o komponent obliczeniowy i symulacyjny.

Aktywność naukowa habilitanta obejmuje również inne, równoległe wątki badawcze, realizowane we współpracy z krajowymi ośrodkami, m.in. w zakresie wieloosiowego usuwania zadziorów elementów ze stopów aluminium i magnezu, czego potwierdzeniem jest publikacja w czasopiśmie Materials (2024).

W związku z powyższym stwierdzam, że habilitant **wykazuje aktywność naukową realizowaną poza jednostką macierzystą**, w tym w ośrodku zagranicznym, przy czym **najbardziej wymiernym rezultatem współpracy międzyinstytucjonalnej jest współpraca z ośrodkiem w Košicach oraz planem dalszej mobilności w 2026 r.**

Inne istotne informacje

Ocenie poddano także pozostałe elementy dorobku habilitanta, obejmujące aktywność publikacyjną, projektową, konferencyjną i organizacyjną.

Zgodnie z danymi przedstawionymi przez dr inż. Michała Gdulę (stan na 24.07.2025 r.) sumaryczny Impact Factor czasopism, w których habilitant opublikował artykuły jako autor lub współautor, wynosi 47,248. Łączna liczba cytowań wynosi 116 w bazie Web of Science (w tym 94 bez autocytowań) oraz 131 w bazie Scopus (w tym 93 bez autocytowań). Indeks Hirscha wynosi odpowiednio 6 (Web of Science) i 7 (Scopus). Łączna liczba punktów MNiSW wynosi 212 uzyskanych przed nadaniem stopnia doktora oraz 1631 po jego uzyskaniu.

Dr inż. Michał Gdula przedstawił jako osiągnięcie naukowe cykl ośmiu powiązanych tematycznie artykułów, opublikowanych m.in. w czasopismach Wear, Journal of Manufacturing Processes, Tribology International, Applied Sciences oraz Metals. Z opisu wkładu własnego wynika istotny udział habilitanta w opracowaniu modeli matematycznych i metodyk badań, realizacji badań symulacyjnych i eksperymentalnych, analizie zużycia narzędzia oraz interpretacji wyników, a w części prac także w koordynacji procesu wydawniczego. Ponadto wykazuje on 12 publikacji po doktoracie, 24 publikacje przed doktoratem oraz jeden rozdział w monografii.

Habilitant wykazuje aktywność konferencyjną obejmującą łącznie 20 wystąpień (11 przed doktoratem i 9 po doktoracie), w tym wystąpienia plenarne w kraju i za granicą. Uczestniczył także w pracach komitetów organizacyjnych i technicznych konferencji, pełniąc m.in. funkcje sekretarza konferencji oraz przewodniczącego sesji.

Dr inż. Michał Gdula uczestniczył w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w trybie konkursowym, w tym w dwóch projektach Podkarpackiego Centrum Innowacji zakończonych na poziomie gotowości technologicznej TRL IV, powiązanych ze zgłoszeniami rozwiązań do Urzędu Patentowego RP. Habilitant wykazuje także rezultaty w zakresie ochrony własności przemysłowej, w tym patent dotyczący sposobu pięcioosiowej obróbki elementów o zarysie krzywoliniowym oraz zgłoszenia wynalazków związane z realizowanymi projektami B+R.

Habilitant charakteryzuje się aktywnością redakcyjną i recenzencką. Pełni funkcje w strukturach redakcyjnych czasopism naukowych oraz realizuje regularną działalność recenzencką w czasopismach międzynarodowych, w tym m.in. Wear, Scientific Reports, czasopismach wydawnictw SAGE, Springer, Elsevier, IEEE oraz MDPI.

Ponadto dr inż. Michał Gdula wykazuje znaczącą aktywność dydaktyczną i organizacyjną, obejmującą wieloletnie prowadzenie zajęć, opiekę nad licznymi pracami dyplomowymi, udział w organizacji praktyk studenckich oraz działalność popularyzatorską. Jego osiągnięcia naukowe i dydaktyczne zostały uhonorowane nagrodami Rektora Politechniki Rzeszowskiej.

Podsumowanie

Podsumowując aktywność dr inż. Michała Gduli, należy podkreślić jego spójny i istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, skoncentrowany na zagadnieniach wieloosiowej obróbki skrawaniem, w szczególności frezowania torusowego nadstopów na osnowie Ni, z uwzględnieniem mechaniki skrawania, zużycia narzędzia oraz jakości technologicznej warstwy wierzchniej. Osiągnięcie naukowe ma postać cyklu ośmiu powiązanych tematycznie publikacji A1-A8, opublikowanych w renomowanych czasopismach, w których habilitant w wielu przypadkach pełni rolę autora wiodącego, a prace samodzielne potwierdzają zdolność do samodzielnego formułowania problemów badawczych, doboru metodyki, modelowania matematycznego oraz krytycznej interpretacji wyników. Na uwagę zasługuje konsekwentny rozwój tematyki badawczej, rozszerzany o zagadnienia zużycia narzędzia i sterowania procesem, odpowiadające aktualnym wyzwaniom technologii wytwarzania.

Wysoko należy ocenić udokumentowaną aktywność dr inż. Michała Gduli realizowaną poza jednostką macierzystą, w tym o charakterze zagranicznym. Staż krajowy w Politechnice Lubelskiej (09.2023) został bezpośrednio powiązany z rozwojem metodyki badań oraz publikacją A4, wnosząc istotny wkład w dopracowanie podejścia pomiarowego i analizę zależności pomiędzy zużyciem narzędzia a topografią powierzchni. Równie pozytywnie należy ocenić współpracę zagraniczną z Technical University of Košice (Prešov, Słowacja), potwierdzoną stażem badawczym (09.2024) oraz publikacją A5, a także planowanym pobytem naukowym w 2026 r. w ramach programu NAWA/Zawacka. Elementy te potwierdzają aktywność naukową habilitanta realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w tym zagranicznej, o wyraźnie merytorycznym i rezultatywnym charakterze.

Na uznanie zasługuje aktywność projektowa i aplikacyjna habilitanta. Udział w projektach B+R oraz rezultaty w zakresie ochrony własności przemysłowej potwierdzają zdolność do transferu wyników badań do praktyki. Habilitant wykazuje także wysoką aktywność środowiskową, obejmującą funkcje redakcyjne, recenzowanie dla czasopism międzynarodowych oraz aktywny udział w konferencjach naukowych.

Odnosząc się do formalnych wymagań stawianych przez przepisy ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, stwierdzam, że dr inż. Michał Gdula spełnia przesłankę podstawową, ponieważ posiada stopień doktora. Przedstawione osiągnięcie ma formę wymaganą ustawowo (cykl powiązanych tematycznie artykułów). Uwzględniając spójność i rangę dorobku publikacyjnego, jego osadzenie w problematyce o wysokim znaczeniu poznawczym i przemysłowym, a także jednoznacznie udokumentowaną, efektywną współpracę międzyinstytucjonalną krajową i zagraniczną stwierdzam, że dorobek habilitanta stanowi podstawę do pozytywnej oceny spełnienia przesłanek ustawowych, w tym wymogu istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej.

Anne Ueno-Rauhen