

**Ocena rozprawy habilitacyjnej dr inż. Kamila Krota
pt. „Innowacyjne technologie w planowaniu produkcji,
recyklingu i transporcie technologicznym“
oraz jego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego**

1. Wstęp

Podstawą formalną sporządzenia recenzji była uchwała nr 369/19/RDND07/2024-2028 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej z dnia 24 marca 2026 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna wszczętym na wniosek Pana dr inż. Kamila Krota. Uchwała została przekazana w piśmie nr W10/RDND07/51/2026 r. z dnia 25 marca 2026 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna na Politechnice Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego.

Przedmiotem recenzji jest rozprawa habilitacyjna pt. „Innowacyjne technologie w planowaniu produkcji, recyklingu i transporcie technologicznym“ autorstwa dr inż. Kamila Krota wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej w 2025 r. Do rozprawy dołączono zestaw dokumentów obejmujący wniosek przewodni wraz z 5 załącznikami zawierającymi dane wnioskodawcy, kopię dyplomu doktora habilitanta, autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych oraz oświadczenia w sprawie współautorstwa patentów oraz w sprawie korzystania z poufnego know-how powstałego jako wynik realizacji prac badawczych, których twórcą był dr inż. Kamil Krot a także informacje o kierowaniu przez niego zespołami badawczymi

Udostępnione dokumenty, były wystarczające do przygotowania oceny rozprawy, dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego habilitanta.

2. Uwagi ogólne

Według oświadczenia habilitanta zamieszczonego w rozprawie „monografia jest podsumowaniem prac badawczych dotyczących definiowania wymagań funkcjonalnych

produktów i planowania procesów ich wytwarzania, rozwiązań transportu technologicznego, a także technik usprawniających recykling i ponowne użytkowanie produktów po wycofaniu ich z użytkowania. Opracowanie przeznaczone jest dla inżynierów, konstruktorów i technologów, jak również projektantów i programistów systemów informatycznych”.

Nie jest to klasyczna rozprawa habilitacyjna, w której rozwiązuje się postawiony problem naukowy, zgodnie z wybraną metodyką, przedstawiając uzyskane wyniki na tle stanu wiedzy (i praktyki) w Polsce i na świecie. Praca zawiera natomiast opisy rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych maszyn i całych linii technologicznych stosowanych do realizacji wybranych lecz niekonwencjonalnych i ważnych z technicznego, ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia procesów. Rozwiązania są oryginalnym osiągnięciem habilitanta i stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna. Potwierdzeniem nowości, oryginalności i innowacyjności rozwiązań są patenty, jakie zostały udzielone przez Urząd Patentowy RP na wynalazki opracowane przez habilitanta (uzyskał ogółem 9 patentów).

W związku z powyższym konieczny jest ogólny komentarz dotyczący tego typu osiągnięć naukowych. Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. w artyku 219 stwierdza, iż stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która m.in. „posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:

- a) 1 monografię naukową ...
- b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych ...
- c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne”.

Opracowane i zrealizowane przez niego rozwiązania projektowe, konstrukcyjne i technologiczne zostały uznane jako wynalazki i uzyskały ochronę patentową. Warto zatem zacytować Prawo własności przemysłowej na ten temat. W Dziale II Wynalazki i patenty, rozdz.1 znajdują się następujące stwierdzenia:

Art.24. Patenty są udzielane – bez względu na dziedzinę techniki – na wynalazki, które są nowe, posiadają poziom wynalazczy i nadają się do przemysłowego stosowania.

Art. 25. 1. Wynalazek uważa się za nowy, jeśli nie jest on częścią stanu techniki...

Art. 26. 1. Wynalazek uważa się za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli wynalazek ten nie wynika dla znawcy, w sposób oczywisty, ze stanu techniki...

Art. 27. Wynalazek uważany jest za nadający się do przemysłowego stosowania, jeżeli według wynalazku może być uzyskiwany wytwór lub wykorzystywany sposób, w rozumieniu technicznym, w jakiegokolwiek działalności przemysłowej, nie wykluczając rolnictwa...

Dorobek habilitanta spełnia powyższe wymagania. W związku z tym opracowane rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne należy uznać za znaczące osiągnięcia stanowiące istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna. W dalszej części recenzji bliżej uzasadnię to stwierdzenie.

3. Ocena rozprawy habilitacyjnej oraz osiągnięć naukowych .

Rozprawa habilitacyjna dr inż. Kamila Krota pt. „Innowacyjne technologie w planowaniu produkcji, recyklingu i transporcie technologicznym“ liczy 187 stron tekstu. Składa się z krótkiego wstępu, 3 rozdziałów zasadniczych, podsumowania zawierającego także uwagi na temat kierunków dalszych prac, bibliografii i wykazu ważniejszych oznaczeń oraz streszczenia w angielskim.

Przedmiotem rozprawy są trzy grupy zagadnień: komputerowo wspomagane projektowanie procesów technologicznych, recykling wielomateriałowych kompozytów warstwowych na przykładzie artykułów gospodarstwa domowego (chłodziarki) oraz transport fluidalny w procesach obróbki chemicznej płyt PCB oraz ogniw krzemowych stosowanych do produkcji paneli fotowoltaicznych. Głównym spoiwem tych trzech grup zagadnień jest nadrzędna koncepcja zrównoważonego rozwoju oraz zarządzania całym cyklem życia wyrobu. Pomysł takiej integracji treści rozprawy nie jest zbyt udany. Wiele problemów pojawiających się w trakcie produkcji, eksploatacji wyrobu a także po zakończeniu jego eksploatacji może być skutecznie i radykalnie rozwiązana w trakcie projektowania wyrobu. Z drugiej strony wyniki procesu projektowania wyrobu determinują w znacznym stopniu problemy pojawiające się w późniejszych etapach cyklu życia wyrobów, związanych np. ze zrównoważonym rozwojem. Odnosi się to m.in. do problemów po zakończeniu eksploatacji wyrobu takich, jak możliwość odzyskiwania materiałów czy ponownego użycia części a nawet całych podzespołów. Zasadnicze rozdziały pracy odnoszą się do zagadnień projektowania wyrobów, odzyskiwania materiałów i ich ponownego użycia oraz do specyficznych problemów występujących w transporcie wyrobów płaskich w trakcie obróbki chemicznej (płyty PCB, ogniwa fotowoltaiczne). Nawiązując do koncepcji cyklu życia wyrobu kolejność rozdziałów zasadniczych powinna być nieco inna: rozdział 1, rozdział 3, w którym rozpatrywane są zagadnienia transportu technologicznego – w trakcie produkcji a na końcu rozdz.2 poruszający problemy po zakończeniu produkcji i eksploatacji wyrobu. Można także polemizować w sprawie integracji merytorycznej rozdzia-

łów zasadniczych. Poza ogólnym spoiwem jakim jest cykl życia wyrobu, są to rozdziały tematycznie niezależne, autonomiczne. Dotyczą bowiem różnych wyrobów i procesów. Treścią rozdziału 1 są zagadnienia projektowania mechanicznego maszyn, części oraz ich wytwarzania (głównie obróbka mechaniczna), w rozdz.2 omawiane są problemy demontażu wyrobów wielkogabarytowych i ponownego wykorzystania odzyskanych w ten sposób materiałów zaś w rozdz.3 zagadnienia transportu technologicznego części płaskich w procesach chemicznych. Każdy z tych rozdziałów mógłby być treścią odrębnego opracowania. Ograniczona objętość monografii była przyczyną dość pobieżnego potraktowania poszczególnych zagadnień. Publikacje habilitanta w czasopismach i materiałach konferencyjnych, zawierające szczegóły rozwiązań, nie zostały z kolei dołączone do dokumentacji wniosku.

Treścią rozdziału 1 jest komputerowo wspomagane projektowanie wyrobów mechanicznych w systemach CAD 3D. W szczególności omawiane są w nim autorskie koncepcje i rozwiązania dotyczące definiowania wymagań funkcjonalnych dla produktów, istotne w dalszych etapach cyklu życia wyrobu, zwłaszcza w produkcji, eksploatacji, recyklingu i ponownym wykorzystaniu wyrobów po zakończeniu eksploatacji. Zaprezentowano koncepcję oraz opis rozwiązania wykorzystującego systematykę tzw. obiektów elementarnych. Stanowi to kontynuację i nawiązanie do oraz oryginalne rozwinięcie koncepcji zaproponowanej przez habilitanta w jego rozprawie doktorskiej. Oryginalnym pomysłem było wykorzystanie tzw. funkcjonalnych obiektów elementarnych definiowanych w trakcie projektowania wyrobu i definiujących wymagania dotyczące kolejnych faz cyklu życia wyrobu, tzn. jego produkcji, eksploatacji oraz procesów po zakończeniu eksploatacji. Mogłoby to dotyczyć zagadnień będących przedmiotem rozprawy tzn. transportu technologicznego oraz recyklingu i reusingu wyrobów wycofanych z eksploatacji.

Istota koncepcji nie budzi zastrzeżeń, jednak możliwość jej praktycznego wykorzystania zwłaszcza dla wyrobów i procesów będących przedmiotem rozdz.2 i 3 nasuwa wątpliwości. Ich źródłem są zasadniczo różne wymagania dotyczące wyrobów i procesów ich wytwarzania projektowanych w systemach CAD 3D, procesów demontażu i odzyskiwania materiałów metalowych i niemetalowych a także transportu technologicznego w procesach obróbki chemicznej. Poglądowy przykład mógłby wyjaśnić te wątpliwości. W proponowanym rozwiązaniu wymagania funkcjonalne, reprezentowane przez tzw. Funkcjonalne Obiekty Elementarne (FOE), podzielono na Mierzalne Funkcjonalne Obiekty Elementarne (MFOE) oraz Niemierzalne Funkcjonalne Obiekty Elementarne (NFOE). W pierwszym przypadku MFOE wymagania formułowane są w postaci parametrów liczbowych. Ich implementacja w systemach CAD nie budzi wątpliwości. Kwestią do dyskusji jest jak liczny powinien być

zestaw tych parametrów. Także integracja i wykorzystanie tych parametrów w systemach komputerowo wspomaganego sterowania (np. MES) i zarządzania produkcją (np. MR/ERP), obsługi eksploatacyjnej wyrobów (np. CMMS) i in. jest nie tylko możliwa lecz także pożądana. Wykorzystanie wymagań wyrażonych w postaci Niemierzalnych Funkcjonalnych Obiektów Elementarnych (NFOE) w dalszych etapach cyklu życia wyrobów a zwłaszcza w systemach informatycznych tam wykorzystywanych nie jest już zadaniem trywialnym. Wydaje się, iż przy obecnym stanie rozwoju systemów PLM wymagania niefunkcjonalne, obejmujące parametry jakościowe, mogą być jedynie przekazywane do kolejnych etapów cyklu życia wyrobu, gdzie zostaną wykorzystane w tradycyjny sposób (tzn. bez użycia komputerowego wspomaganie). Perspektywicznym rozwiązaniem może być natomiast wykorzystanie do tych celów sztucznej inteligencji. Odrębnym problemem, na który należy zwrócić szczególną uwagę, jest zarządzanie wymaganiami w cyklu życia wyrobu, tzn. zarządzanie procesami na każdym etapie cyklu życia wyrobu w taki sposób, aby wszystkie zdefiniowane wymagania zostały spełnione oraz aby nie pojawiły się konflikty (sprzeczności) pomiędzy wymaganiami w cyklu życia wyrobu. Wyniki badań habilitant przedstawił także w kilku publikacjach o zasięgu krajowym. Większość z nich ukazała się blisko 20 lat temu (lata 2007, 2008, 2009). Należałoby się zatem odnieść do ew. postępu jaki dokonał się w kraju i na świecie od tamtego czasu i dokonać oceny aktualności zaprezentowanych osiągnięć.

Podsumowując można stwierdzić, iż opracowana metoda parametrycznego definiowania wymagań eksploatacyjnych produktów, oparta na koncepcji Funkcjonalnych Obiektów Elementarnych (FOE), umożliwiającą deterministyczne kształtowanie kolejnych etapów cyklu życia produktu stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe. Jej implementacja może przyczynić się do postępu w budowie systemów wspomaganie decyzji w zarządzaniu całym cyklem życia wyrobu.

W rozdziale 2 habilitant zajął się problemami typowymi dla ostatniego etapu cyklu życia wyrobu, po zakończeniu jego eksploatacji. Ich istota polega na wykorzystaniu w maksymalnym stopniu materiałów, części i zespołów wyrobu, minimalizując bądź nawet eliminując powstawanie i składowanie nieużytecznych odpadów. Ten tok postępowania jest zgodny z koncepcjami zrównoważonej produkcji, produkcji w obiegu zamkniętym, wspieranymi przez decyzje polityczne na szczeblu regionalnym (UE) i krajowym. Pomimo oczywistych korzyści jakie takie podejście może przynieść dla środowiska, społeczeństwa, gospodarki, itp. jego praktyczna realizacja napotyka na liczne problemy natury ekonomicznej, technicznej organizacyjnej, społecznej a także politycznej.

Habilitant zajął się problemami technicznymi odzyskiwania materiałów i ich ponownego wykorzystania na przykładzie wybranych artykułów gospodarstwa domowego (chłodziarki).

Impulsem do podjęcia takich prac były projekty realizowane na potrzeby przemysłu. Jest to okoliczność warta podkreślenia i naśladowania, potwierdzająca silny związek badań dr inż. Kamila Krota z potrzebami przemysłu, i szerzej gospodarki. Habilitant zajął się rozwiązaniem problemów związanych z procesami po zakończeniu eksploatacji wyrobów. Są to procesy powszechnie występujące w praktyce, zaś z drugiej strony stwarzające liczne problemy techniczne, organizacyjne ekonomiczne i ekologiczne (związane m.in. z gromadzeniem wyrobów wycofanych z eksploatacji, odzyskiwaniem materiałów i ponownym ich wykorzystaniem w produkcji). Zagadnienia te powinny być i były rozpatrywane przez habilitanta w szerszym kontekście zrównoważonego rozwoju, koncepcji gospodarki (w tym produkcji) w obiegu zamkniętym, oraz zarządzania cyklem życia wyrobu. Przedmiotem szczególnego zainteresowania i badań habilitanta były wielkogabarytowe domowe urządzenia chłodnicze (lodówki, chłodziarki, zamrażarki). Istniejące przepisy, w tym Dyrektywa UE 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego zaleca, aby urządzenia te były kontrolowane, zorganizowany sposób wycofywane z rynku i poddawane procesom recyklingu. Szczególna trudność sprawiają obudowy wielkogabarytowych urządzeń chłodniczych produkowane z wielomateriałowych kompozytów warstwowych.

Głównym osiągnięciem naukowym dr inż. Kamila Krota było opracowanie metody recyklingu i częściowego ponownego wykorzystania wielomateriałowych kompozytów warstwowych z zastosowaniem obróbki laserowej. W szczególności dr inż. Kamil Krot stworzył rodzinę rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych, umożliwiających rozwiązać problem w kompleksowy sposób.

Rodzina rozwiązań opracowanych przez habilitanta obejmuje:

- rozwiązanie konstrukcyjne umożliwiające wytworzenie niepalnej atmosfery w strefie laserowego przecinania kompozytów warstwowych z pianką poliuretanową
- metodę laserowego przecinania wielomateriałowych kompozytów warstwowych z pianką poliuretanową
- sposób wytwarzania paneli do izolacji termicznej w procesach recyklingu a także
- urządzenie, sposób i układ do oczyszczania powierzchni, w szczególności powierzchni tworzywa sztucznego.

Wymienione rozwiązania zostały uznane jako wynalazki. Potwierdzeniem innowacyjności i walorów technicznych rozwiązań są patenty przyznane przez Urząd Patentowy RP:

- patent nr PL 218122 B1: Urządzenie do cięcia laserowego
- patent nr PL 220490 B1: Sposób wytwarzania paneli do izolacji termicznej w procesach recyklingu

- patent nr PL 218123 B1: Sposób przecinania kompozytów warstwowych
- patent nr PL 214786 B1: Urządzenie do oczyszczania powierzchni tworzywa sztucznego
- patent nr PL 214787 B1: Sposób oczyszczania powierzchni tworzywa sztucznego z pozostałości pianki poliuretanowej i układ do oczyszczania powierzchni tworzywa sztucznego z pozostałości pianki poliuretanowej

Znając kryteria i procedury przyznawania ochrony patentowej na wynalazki, recenzent nie czuje się kompetentny podważać ani też polemizować z decyzjami Urzędu Patentowego. Z tych też względów rozwiązania opracowane przez dr inż. Kamila Krota uznaję za oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne, stanowiące znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna.

Należy również dodać, iż oprócz opracowania opatentowanych rozwiązań konstrukcji i technologii urządzeń habilitant zaprojektował i zrealizował stanowisko badawcze do laserowego przecinania kompozytów wielowarstwowych, które posłużyło do wykonania serii badań eksploatacyjnych, potwierdzając walory technologii oraz umożliwiając sformułowanie wytycznych dla projektantów przyszłych, przemysłowych systemów laserowego cięcia płyt kompozytowych. Zaprojektował również i wykonał stanowisko badawcze do prób oczyszczania polistyrenu z pozostałości pianki poliuretanowej z wykorzystaniem strumienia wody.

Podsumowaniem prac były projekty koncepcyjne i wstępne kompletnych linii technologicznych do recyklingu kompozytowych obudów sprzętu chłodniczego. Mogą być one przydatne przy projektowaniu i realizacji linii pracujących w warunkach przemysłowych z jednej strony jako demonstratory technologii zaś z drugiej jako rozwiązania modelowe – wzorcowe. Osiągnięcia habilitanta dotyczące recyklingu i sposobu powtórnego użycia wielomateriałowych kompozytów warstwowych były także przedmiotem kilku publikacji o mniejszym znaczeniu (referaty na konferencjach)..

Wyniki uzyskane przez dr inż. Kamila Krota w tej części badań uznaję za znaczące osiągnięcia naukowe i techniczne, dobrze ilustrujące nie tylko walory rozwiązań lecz również potwierdzające wysokie kompetencje naukowe i techniczne habilitanta.

Rozdział 3 poświęcony został problemom transportu technologicznego wyrobów płaskich w procesach obróbki chemicznej. Również i w tym przypadku impulsem do podjęcia prac było zapotrzebowanie przemysłu. Produkcja wielu produktów dyskretnych obejmuje obróbkę chemiczną. Należą do nich płytki obwodów drukowanych wymagających usunięcia warstw miedzi czy też obróbka chemiczna ogniw krzemowych stosowanych do produkcji ogniw fotowoltaicznych. Trawione chemicznie wyroby są transportowane w sposób ciągły w trakcie realizacji procesu, stykając się z elementami przenośnika. Jest to przyczyną częstych

uszkodzeń wyrobów, przestojów instalacji koniecznych w celu wymiany w takich przypadkach płynów roboczych, spadku jakości i wyższych kosztów. Habilitant analizując to zagadnienie opracował rodzinę innowacyjnych rozwiązań umożliwiających transport wyrobów ograniczając bądź nawet eliminując kontakt wyrobów z elementami mechanicznymi transportera. Istota rozwiązania polegała na wykorzystaniu transportu fluidalnego, w którym transport (przemieszczanie się) wyrobów w trakcie realizacji procesu oraz stabilizacja położenia elementów realizowana jest z wykorzystaniem strumienia cieczy roboczej, kierowanej na wyroby z określonej odległości, pod określonym kątem oraz z ustaloną intensywnością przepływu cieczy. Rozwiązania charakteryzują się wysokim poziomem innowacyjności i użyteczności. Ilustrują możliwość technicznej wykonalności niekonwencjonalnej koncepcji transportu, znanej teoretycznie lecz wcześniej nie zrealizowanej praktycznie.

Potwierdzeniem wysokich walorów innowacyjnych i technicznych rozwiązań systemów transportu fluidalnego były cztery przyznane patenty:

Patent nr PL 225094 B1: Transporter płaskich elementów w procesach produkcyjnych

Patent nr PL 225095 B1: Transporter płaskich elementów w procesach produkcyjnych

Patent nr PL 225096 B1: Transporter płaskich elementów w procesach produkcyjnych

Patent nr PL 225097 B1: Transporter płaskich elementów w procesach produkcyjnych

Opatentowane wynalazki wykorzystują wspólną koncepcję: zastosowania strumienia cieczy do transportu wyrobów płaskich transportowanych w sposób ciągły. Pierwsze z opatentowanych rozwiązań polega na wykorzystaniu strumienia cieczy jako czynnika dociskającego transportowane płytki do rolek transportowych napędzanych. W drugim wariantcie strumień wody skierowany pod pewnym kątem w stosunku do powierzchni płytek zapewnia nie tylko docisk płytek do rolek transportowych (biernych – nie napędzanych) lecz także przemieszczanie się płytek. W wariantcie trzecim rolki transportowe zostały w ogóle wyeliminowane. Strumieniowi cieczy jak w wariantcie drugim towarzyszy drugi strumień skierowany na dolną powierzchnię płytek, dzięki czemu kontakt płytek z elementami mechanicznymi transportera został całkowicie wyeliminowany. Ostatnie rozwiązanie umożliwia transport płytek w pozycji pionowej. Technicznie był to przypadek najtrudniejszy wymagający m.in. zastosowania rozwiązań zapewniających dodatkowo stabilizację położenia płytek w pozycji pionowej w czasie transportu.

Wszystkie rozwiązania były przedmiotem badań eksperymentalnych, których wyniki zamieszczono w rozprawie. Habilitant opracował modele cyfrowe transportu fluidalnego, co pozwoliło przeprowadzić serię eksperymentów symulacyjnych z wykorzystaniem metod MBS (Multi Body Simulation) oraz CFD (Computational Fluid Dynamics). Eksperymenty

potwierdziły słuszość przyjętych koncepcji rozwiązań a w szczególności możliwość ich technicznej realizacji. Kontynuując badania habilitant zaprojektował i wykonał urządzenia do badania wariantów transportu fluidalnego w skali laboratoryjnej i w warunkach zbliżonych do produkcyjnych. Porównanie wyników badań symulacyjnych z wynikami badań laboratoryjnych wykazało zasadniczą zgodność obydwu rodzajów wyników a ponadto pozwoliło ustalić podstawowe parametry procesów transportu fluidalnego takie, jak odległość dysz od powierzchni płytek, kąt nachylenia dysz, intensywność strumienia cieczy i in. Parametry te mogą być przydatne dla konstruktorów urządzeń i linii technologicznych w skali przemysłowej.

Kolejnym potwierdzeniem walorów opracowanych rozwiązań były wdrożenia przemysłowe zrealizowane dla krajowego producenta linii technologicznych do ciągłych procesów obróbki chemicznej. Wykorzystano warianty 1. i 2. transportu fluidalnego, które zastosowano w urządzeniach dostarczonych do krajowych odbiorców. Osiągnięcia habilitanta dotyczące transportu fluidalnego wyrobów płaskich w ciągłych procesach obróbki chemicznej były również przedmiotem kilku publikacji o mniejszym znaczeniu (referaty na konferencjach w kraju). W posumowaniu tej części opinii należy podkreślić, iż wyniki uzyskane przez dr inż. Kamila Krota stanowią znaczące osiągnięcia naukowe i techniczne, dobrze ilustrujące nie tylko walory rozwiązań lecz również potwierdzające wysokie kompetencje naukowe i techniczne habilitanta.

Podsumowując opinię na temat rozprawy i osiągnięć naukowych, należy podkreślić trafność wyboru problemu naukowego, ważnego z naukowego i z praktycznego punktu widzenia, skuteczny i metodycznie poprawny sposób jego rozwiązania oraz implementację praktyczną nie tylko w skali laboratoryjnej lecz również w przemyśle (wdrożenia). Problem, jaki postawił sobie habilitant jest multidyscyplinarny, obejmuje cały cykl życia wyrobu, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów zrównoważonego rozwoju. Tak szeroki zakres badań spowodował w sposób nieunikniony brak możliwości dogłębnego zbadania wszystkich problemów. W tej sytuacji habilitant zdecydował się na wybór trzech obszarów badawczych, które zostały przez niego potraktowane z różnym stopniem szczegółowości.

Habilitant konsekwentnie przyjął pragmatyczne podejście, decydując się na opracowanie nie tylko teorii, przeprowadzenie badań, itp. lecz również zaproponowanie dojrzałych technicznie rozwiązań mogących znaleźć zastosowanie w praktyce. Realizacja takiego podejścia wymagała nie tylko znajomości i umiejętnego wykorzystania wiedzy teoretycznej, metod badawczych, itp. lecz także wykorzystania bogatego repertuaru kompetencji inżyniersko-technicznych. Ten aspekt osiągnięć habilitanta należy docenić, gdyż nie jest to podejście zbyt często prezentowane w pracach naukowo-badawczych, w tym również promocyjnych. Wszys-

tko to świadczy o dobrym przygotowaniu habilitanta do samodzielnego prowadzenia badań, których celem jest rozwiązanie złożonych oraz ważnych dla nauki i gospodarki problemów.

Podsumowując opinię rozprawy habilitacyjnej dr inż. Kamila Krota pragnę podkreślić, iż stanowi ona udaną próbę syntezy istniejącego dorobku naukowego. wyników własnych badań habilitanta oraz wiedzy praktycznej inżynierskiej konstrukcyjno-technologicznej. Praca stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna.

4. Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Ocena dorobku naukowego, w tym publikacyjnego.

Dr inż. Kamil Krot jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej. Studia ukończył w roku 2000 na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w zakresie konstrukcji mechanicznych i technologii mechanicznej z oceną końcową bardzo dobrą.. Od 2. roku studiów realizował indywidualny program nauczania zakończony obroną 2 prac magisterskich:

- temat pracy konstrukcyjnej: „Metody określania wytrzymałości resztkowej konstrukcji poddanych długotrwałym obciążeniom termicznym”,
- temat pracy technologicznej: „Metodyka wdrażania systemów PDM na przykładzie ADtranz Pafawag Sp. z o. o. Wrocław”; praca została wyróżniona w konkursie na najlepszą pracę dyplomową magisterską

Po studiach podjął pracę na macierzystym Wydziale na stanowisku inżynierijno-technicznym. W roku 2005 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn na podstawie rozprawy doktorskiej pt.: „Opracowanie systemu wspomagającego planowanie procesów obróbkowych metodą obiektów elementarnych”. Praca została wyróżniona przez Radę Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej. Po obronie doktoratu do chwili obecnej pracuje na Uczelni na stanowisku adiunkta.

Dorobek naukowy zaprezentowany we wniosku, w tym publikacyjny, dr inż. Kamila Krota jest ściśle związany z realnymi i aktualnymi problemami gospodarki, w tym przemysłu. Obejmuje on prace naukowo-badawczo-wdrożeniowe realizowane w ramach projektów finansowanych ze środków publicznych bądź też na zamówienie przedsiębiorstw. W jego dorobku publikacje są mniej widoczne i odgrywają relatywnie mniejszą rolę. Można to wyjaśnić tym, iż wyniki osiągnęte w badaniach stosowanych nie zawsze mogą być i są przedmiotem publikacji. Zamawiający – przedsiębiorstwa zastrzegają sobie wyłączne prawa do rozwiązań i zwykle nie wyrażają zgody na ich upublicznienie. Szczególnym przypadkiem są patenty, których opisów w jakiegokolwiek formie

nie należy publikować pod sankcją braku możliwości uzyskania patentu. Warto w tym miejscu podkreślić, iż dr inż. Kamil Krot jest autorem 9 patentów.

Poza rozprawą habilitacyjną inne publikacje autora są pracami zbiorowymi. Ukazały się w polskich czasopismach naukowo-technicznych (5 artykułów w Mechaniku, Przeglądzie Mechanicznym, Transporcie Przemysłowym i Maszynach Roboczych), w materiałach konferencji krajowych (ogółem we wniosku wymieniono 7 referatów). Jedyna publikacja obcojęzyczna ukazała się w Archives of Civil and Mechanical Engineering wydawany przez Springer.

We wniosku zauważalny jest brak innych publikacji, których istnienie sugeruje liczbowe zestawienie dorobku (patrz niżej). Można odnieść wrażenie, iż habilitant we wniosku zamieścił dane dotyczące jedynie dorobku publikacyjnego związane bezpośrednio z rozprawą habilitacyjną oraz zadeklarowanymi osiągnięciami. Jednakże również i w tym przypadku nie załączył kopii tych publikacji stawiając recenzenta w niezręcznej sytuacji.

Potwierdzeniem powyższych stwierdzeń są dane naukometryczne, zamieszczone we wniosku. Sumaryczny Impact Factor, IF = 12.279, liczba cytowań publikacji wg Web of Science = 9 oraz wskaźnik Hirscha, H = 5 (wg WoS). Z wykresu ilustrującego liczbę publikacji habilitanta w różnych okresach czasu wynika, iż w roku 2019 opublikował 10 prac zaś w roku 2022 7 prac. Tymczasem we wniosku brak jest bliższych informacji na ich temat.

Dr inż. Kamil Krot brał aktywny udział 32 konferencjach (po doktoracie), 4 zagranicznych i 28 krajowych. W dokumentacji wniosku nie ma jednak pełnych informacji na temat wszystkich wygłoszonych (i opublikowanych) referatów. Po doktoracie uczestniczył w 17 komitetach naukowych i organizacyjnych konferencji, w tym 10 zagranicznych.

W dokumentacji wniosku zamieszczone zostały informacje o organizacji sesji specjalnych na dwóch konferencjach międzynarodowych. Przyjmując do wiadomości taką deklarację habilitanta nie mogę jej jednak wziąć pod uwagę przy sporządzaniu opinii, gdyż konferencje te w chwili przygotowywania opinii jeszcze się nie odbyły (planowane terminy konferencji to: 19-21 maj 2026 oraz 24-26 czerwiec 2026 r.).

Dr inż. Kamil Krot był wielokrotnie recenzentem artykułów naukowych na konferencjach krajowych i zagranicznych. Recenzował artykuły prezentowane na 13 konferencjach, organizowanych m.in. w Czechach, Portugalii i Tajlandii. Był także członkiem komitetów redakcyjnych wydań specjalnych dwóch czasopism (MDPI) oraz wykonał 51 recenzji, z tego 37 dla MDPI oraz 14 dla czasopism wydawanych przez Springer.

Po doktoracie habilitant uczestniczył w realizacji 8 projektów; ponadto był kierownikiem 6 projektów. Brał udział w jednym projekcie europejskim oraz był ekspertem w 3 zespołach oceniających projekty.

Dr inż. Kamil Krot jest członkiem Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich (SIMP) oraz Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją (PTZP). Odbił 2 krótkie staże naukowe zagraniczne w Słowacji i w Niemczech.

Ocena dorobku dydaktycznego

Dr inż. Kamil Krot posiada duże doświadczenie dydaktyczne. Był promotorem pomocniczym w 1 przewodzie doktorskim oraz promotorem 154 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich na studiach dziennych i zaocznych. Prowadził zajęcia dydaktyczne (wykłady, laboratoria, projektowanie) na kierunkach studiów Mechanika i Budowa Maszyn, Automatyka i Robotyka, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji m.in. z takich przedmiotów jak: automatyzacja wytwarzania, robotyka, cyfryzacja i robotyzacja w procesach przemysłowych, Przemysł 4.0, planowanie wytwarzania CAD/CAM, Planowanie technologiczne CAD, Zaawansowane metody planowania CAPP, planowanie wytwarzania w systemach CAPP, podstawy organizacji produkcji, organizacja systemów produkcyjnych, i in. Wśród prowadzonych zajęć były też wykład i laboratorium w języku angielskim.

Dr inż. Kamil Krot był autorem jednego skryptu oraz współautorem podręcznika w języku angielskim. Był również autorem kilku sylabusów, programów zajęć oraz materiałów dydaktycznych do takich przedmiotów, jak: zaawansowane metody planowania CAPP, planowanie wytwarzania w systemach CAPP, projektowanie technologii w systemach CAPP, robotyzacja i cyfryzacja produkcji, systemy cyberfizyczne w zastosowaniach przemysłowych, i in. Tematyka prowadzonych zajęć jest zgodna z wykształceniem i doświadczeniem zawodowym habilitanta oraz nawiązuje do tematyki rozprawy habilitacyjnej. Lista zajęć prowadzonych przez habilitanta potwierdza jego wysokie kompetencje merytoryczne oraz dydaktyczne.

Reasumując, dr inż. Kamil Krot jest doświadczonym nauczycielem akademickim, posiadającym znaczący dorobek, co upoważnia mnie do stwierdzenia, iż jest on przygotowany do samodzielnego prowadzenia zajęć dydaktycznych na wszystkich poziomach kształcenia. Całokształt dorobku dydaktycznego habilitanta oceniam pozytywnie.

Ocena dorobku organizacyjnego

Działalność organizacyjna habilitanta na Uczelni realizowana była głównie na macierzystym Wydziale oraz w środowisku gospodarczym Dolnego Śląska. Dotyczyła zadań typowych, wchodzących w zakres normalnych obowiązków służbowych młodszych pracowników naukowych takich, jak: udział w komisjach obron prac dyplomowych, komisjach zatwierdzających tematy prac dyplomowych, komisjach programowych i hospitujących zajęcia, komisjach rekrutacyjnych, itp. Pełnił funkcje opiekuna studenckiego Koła Naukowego Automatyki i Robotyki Przemysłowej. Dwukrotnie brał udział w przygotowaniu pokazów z okazji Dolnoślą-

skiego Festiwalu Nauki. Dorobek organizacyjny habilitanta, niezbyt imponujący, można uznać za wystarczający w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Osiągnięcia dr inż. Kamila Krota, w tym jego działalność na rzecz Politechniki Wrocławskiej znalazły uznanie w oczach władz Uczelni. Czterokrotnie otrzymał nagrody J.M. Rektora Politechniki Wrocławskiej w uznaniu wyróżniającego wkładu w działalność Uczelni. Został również odznaczony Srebrnym Medalem za Długoletnią Służbę.

5. Ocena końcowa

Oceniając całokształt dorobku naukowego dr inż. Kamila Krota należy podkreślić, iż poza rozprawą habilitacyjną jego głównym osiągnięciem jest 9 patentów przyznanych przez Urząd Patentowy RP za dokonane wynalazki. Zdecydowanie pozytywnie wyróżnia to dorobek dr inż. Kamila Krota na tle innych wniosków, które miałem okazję recenzować. Na tej podstawie mogę jednoznacznie stwierdzić, iż dorobek dr inż. Kamila Krota jest znaczący i stanowi wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna, w tym teorii i metod projektowania systemów zrównoważonej produkcji oraz zarządzania cyklem życia wyrobu.

Praca habilitacyjna dr inż. Kamila Krota pt. "Innowacyjne technologie w planowaniu produkcji, recyklingu i transporcie technologicznym" spełnia wymogi stawiane przez Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce zaś samodzielny dorobek naukowy świadczy o dojrzałości do osobistego kierowania pracą naukowo-badawczą pomocniczych pracowników naukowych.

Podsumowując dorobek naukowy i projektowy w zakresie konstrukcji i technologii maszyn oraz systemów produkcyjnych dr inż. Kamila Krota stwierdzam, iż jest on wystarczający przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Santarek

