Politechnika Warszawska

Warszawa, 11.09.2026

prof. dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska
Instytut Metrologii I Inżynierii Biomedycznej
Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska
ul. św. Andrzeja Boboli 8
02-525 Warszawa, Polska

RECENZJA

Naukowych osiągnięć Pani
dr inż. Agnieszki Marii Tomali
pt. "*2D nanomateriały dichalkogenkowe i tlenkowe metali przejściowych w zaawansowanych środkach smarowych*"
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria materiałowa
wykonana na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa
(uchwała nr 15 RND IM z dnia 25.06.2026 r.)

1. Obowiązujące przepisy prawa i kryteria oceny

Zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (zwanej dalej Ustawą) stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie która:

1) posiada stopień doktora;
2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
    a) 1 monografię naukową wydaną 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
    b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych 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
    c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

2. Dane podstawowe o kandydatce wymagane Ustawą

Pani dr inż. Agnieszka Maria Tomala posiada stopień doktora nauk technicznych, nadany 4 maja 2011 r., uzyskany na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „*Molecular Processes Affecting Macroscopic Tribological Behaviour*”. Rozprawa została przygotowana w ramach studiów doktoranckich realizowanych w latach 2007–2010 w Institute of Applied Physics (IAP), Vienna University of Technology (TU Wien) w Austrii. Promotorami rozprawy byli prof. Wolfgang Werner oraz prof. Herbert Störi. Stopień doktora został nadany z oceną końcową bardzo dobrą - z wyróżnieniem.

Na podkreślenie zasługuje międzynarodowy charakter kształcenia doktoranckiego Kandydatki. Jej studia były finansowane przez Wspólnotę Europejską w ramach 6. Programu Ramowego „*Marie Curie Actions*", w projekcie WEMESURF „*Characterization of wear mechanisms and surface functionalities with regard to lifetime prediction and quality criteria - from micro to nano range*". Już na etapie kształcenia doktorskiego Kandydatka realizowała zatem badania w międzynarodowym środowisku naukowym, w obszarze bezpośrednio związanym z późniejszym profilem jej działalności naukowej, obejmującym procesy molekularne, właściwości powierzchni oraz zagadnienia tribologiczne.

Aktualnie Pani dr inż. Agnieszka Maria Tomala jest zatrudniona na stanowisku adiunkta na Politechnice Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki w Krakowie. Jej obecne miejsce zatrudnienia oraz dotychczasowa ścieżka kształcenia i rozwoju naukowego są spójne z tematyką ocenianego dorobku, dotyczącą zastosowania nanomateriałów 2D, w szczególności dichalkogenków oraz tlenków metali przejściowych, w zaawansowanych środkach smarowych, oraz spełniają wymogi Ustawy.

3. Informacja o osiągnięciach naukowych

Zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2023, poz. 742, z późn. zm.), prezentowane osiągnięcie naukowe stanowi jednolity, spójny tematycznie cykl jedenastu publikacji (H1-H11), połączonych wspólnym celem badawczym - opracowaniem zasad projektowania środków smarowych opartych na poznaniu mechanizmów tribologicznych nanomateriałów 2D z dichalkogenków metali przejściowych (TMD) oraz tlenków metali przejściowych (TMO). Cykl ten obejmuje zarówno prace dotyczące podstawowych mechanizmów tribologicznych w układach z dodatkami TMD/TMO, jak i artykuły aplikacyjne, weryfikujące zaproponowane zasady. Sumaryczny aktualny IF cyklu wynosi 48.35 a suma pkt MEiN wynosi 1400 punktów. Są to:

H1: Tomala, A.; Pauschitz, A.; Roy, M. Nanotribology of pulsed direct current magnetron sputtered diamond like carbon films. Surf. Sci. 2013, 616, 60-70. doi: 10.1016/j.susc.2013.06.008

H2: Tomala, A.; Hernandez, S.; Rodriguez Ripoll, M.; Badisch, E.; Prakash, B. Tribological Performance of Some Solid Lubricants for Hot Forming through Laboratory Simulative Tests. Tribol. Int. 2014, 74, 164-173. doi: 10.1016/j.triboint.2014.02.008

H3: Tomala, A.; Vengudusamy, B.; Rodríguez Ripoll, M.; Naveira Suarez, A.; Remškar, M.; Rosentsveig, R. Interaction Between Selected MoS_2 Nanoparticles and ZDDP Tribofilms. Tribol. Lett. 2015, 59. doi: 10.1007/s11249-015-0552-z

H4: Tomala, A.; Ripoll, M.R.; Gabler, C.; Remškar, M.; Kalin, M. Interactions between MoS_2 Nanotubes and Conventional Additives in Model Oils. Tribol. Int. 2017, 110, 140-150. doi: 10.1016/j.triboint.2017.01.036

H5: Rodríguez Ripoll, M.; Tomala, A. M.; Gabler, C.; Dražić, G.; Pirker, L.; Remškar, M. In Situ Tribochemical Sulfurization of Molybdenum Oxide Nanotubes. Nanoscale 2018, 10, 3281-3290. doi: 10.1039/c7nr05830f

H6: Tomala, A.; Ripoll, M.R.; Kogovšek, J.; Kalin, M.; Bednarska, A.; Michalczewski, R.; Szczerek, M. Synergisms and Antagonisms between MoS_2 Nanotubes and Representative Oil Additives under Various Contact Conditions. Tribol. Int. 2019, 129, 137-150. doi: 10.1016/j.triboint.2018.08.005

H7: Rodríguez Ripoll, M.; Tomala, A. M.; Totolin, V.; Remškar, M. Performance of Nanolubricants Containing MoS_2 Nanotubes during Form Tapping of Zinc-Coated Automotive Components. J. Manuf. Process. 2019, 39, 167-180. doi: 10.1016/j.jmapro.2019.02.012

H8: Rodríguez Ripoll, M.; Tomala, A. M.; Pirker, L.; Remškar, M. In-Situ Formation of MoS_2 and WS_2 Tribofilms by the Synergy Between Transition Metal Oxide Nanoparticles and Sulphur-Containing Oil Additives. Tribol. Lett. 2020, 68, 41. doi: 10.1007/s11249-020-1286-0

H9: Tomala, A.M.; Kumar, V.B.; Porat, Z.; Michalczewski, R.; Gedanken, A. Tribological Anti-Wear and Extreme-Pressure Performance of Multifunctional Metal and Nonmetal Doped C-Based Nanodots. Lubricants 2019, 7(4), 36. doi: 10.3390/lubricants7040036

H10: Tomala, A.M.; Ripoll, M.R.; Michalczewski, R. Tribological Synergy between Classical ZDDP and Innovative MoS_2 and MoO_3 Nanotube Additives at Elevated Temperatures. Proc. Est. Acad. Sci. 2019, 68, 178-184. doi: 10.3176/proc.2019.2.09

H11: Tomala, A.M.; Michalczewski, R.; Osuch-Słomka, E. Interaction of novel lubricant additives based on MoS_2 nanotubes with non-ferrous tribological materials. Tribologia 2018, 280(4), 127-135. doi: 10.5604/01.3001.0012.7553

Na szczególne podkreślenie zasługuje pozycja Kandydatki w zespołach autorskich publikacji stanowiących podstawę osiągnięcia habilitacyjnego. Spośród 11 prac wchodzących w skład cyklu aż 8 publikacji (72,7%) to prace pierwszoautorskie dr inż. Agnieszki Marii Tomali. W pozostałych trzech publikacjach Kandydatka zajmuje drugą pozycję autorską. Tym samym we wszystkich publikacjach cyklu znajduje się na pierwszej lub drugiej pozycji wśród autorów. Zespoły autorskie liczą od 3 do 7 osób, średnio 4,73 autora na publikację. Struktura autorstwa wskazuje zatem na istotny udział Kandydatki w realizacji badań oraz przygotowaniu publikacji. W żadnej z analizowanych publikacji Kandydatka nie zajmuje odległej pozycji autorskiej.

4. Ocena wskazanych przez Kandydatkę osiągnięć naukowych

Osiągnięcie naukowe wskazane przez Kandydatkę stanowi cykl 11 publikacji oznaczonych jako H1-H11, poświęconych zastosowaniu dwuwymiarowych nanomateriałów dichalkogenkowych metali przejściowych (TMD) oraz tlenków metali przejściowych (TMO) w zaawansowanych środkach smarowych. Przedstawiony cykl ma spójny charakter tematyczny i obejmuje zarówno badania podstawowe, ukierunkowane na poznanie mechanizmów zachodzących w smarowanych kontaktach, jak również prace dotyczące praktycznego wykorzystania opracowanych układów nanosmarowych.

Za istotną cechę ocenianego osiągnięcia należy uznać konsekwentne przejście od analizy właściwości i mechanizmów działania pojedynczych nanomateriałów do badania ich zachowania w złożonych układach zawierających konwencjonalne dodatki smarne oraz w warunkach odpowiadających rzeczywistym zastosowaniom technicznym. W tym ujęciu cykl H1-H11 nie stanowi jedynie zbioru prac dotyczących

wykorzystania różnych nanomateriałów jako dodatków do środków smarowych, lecz tworzy stosunkowo konsekwentną linię badawczą, której celem jest określenie zależności pomiędzy strukturą i morfologią nanocząstek, ich przemianami chemicznymi w warunkach tarcia, oddziaływaniem z pozostałymi składnikami środka smarowego oraz właściwościami powstających warstw tribologicznych, a końcowym efektem w postaci ograniczenia tarcia i zużycia.

Jednym z ważniejszych rezultatów cyklu jest identyfikacja i pogłębienie wiedzy na temat mechanizmów tribochemicznych odpowiedzialnych za zachowanie nanocząstek TMD w warunkach kontaktu tribologicznego. W pracach H3, H4, H6 i H8 analizowano m.in. procesy eksfoliacji, triboutleniania oraz tribologicznego siarczkowania nanostruktur zawierających molibden i wolfram. Wyniki tych badań pokazują, że działanie nanocząstek w kontakcie tribologicznym nie powinno być rozpatrywane wyłącznie w kategoriach mechanicznego „*efektu nanododatku*". Nanocząstki pod wpływem obciążenia, temperatury i środowiska chemicznego kontaktu mogą ulegać przemianom, które w sposób zasadniczy wpływają na charakter powstającej warstwy tribologicznej, a w konsekwencji na współczynnik tarcia i intensywność zużycia. Takie ujęcie pozwala traktować nanomateriał nie tylko jako fizyczny składnik środka smarowego, ale również jako aktywny chemicznie element układu tribologicznego.

Szczególnie interesującym elementem osiągnięcia jest koncepcja wykorzystania prekursorów tlenkowych jako materiałów zdolnych do adaptacyjnej przemiany tribochemicznej. W pracy H5 wykazano możliwość in situ tribochemicznego siarczkowania nanorurek tlenku molibdenu, natomiast H8 rozszerza tę koncepcję na układy oparte na tlenkach molibdenu i wolframu. Istotą tego podejścia jest wykorzystanie nanostruktur MoO_3 i WO_3 jako prekursorów, które w obecności odpowiednich dodatków zawierających siarkę mogą ulegać przemianie w warunkach kontaktu tribologicznego, prowadząc do powstawania warstw o charakterze zbliżonym do warstw MoS_2 i WS_2. Wynik ten ma znaczenie poznawcze, ponieważ wskazuje na możliwość sterowania procesami zachodzącymi bezpośrednio w strefie tarcia, a nie tylko poprzez dobór początkowego składu środka smarowego.

Kolejnym ważnym obszarem badań jest analiza wzajemnego oddziaływania nanododatków z konwencjonalnymi składnikami środków smarowych. W pracach H3, H4 i H6 Kandydatka wraz ze współautorami analizowała relacje pomiędzy nanocząstkami TMD a takimi składnikami, jak ZDDP oraz inne reprezentatywne dodatki przeciwzużyciowe, ekstremalne ciśnienie, detergenty czy dyspergatory. Szczególnie istotne jest wykazanie, że obecność nanocząstek nie prowadzi automatycznie do poprawy właściwości tribologicznych całego układu. W zależności od składu środka smarowego, warunków kontaktu, obciążenia, temperatury i reżimu smarowania mogą występować zarówno efekty synergistyczne, jak i antagonistyczne.

W tym kontekście za wartościowy rezultat cyklu należy uznać próbę systematycznego określenia warunków występowania synergii i antagonizmu pomiędzy nanododatkami a konwencjonalnymi pakietami dodatków. Takie podejście ma znaczenie zarówno dla poznania mechanizmów tribologicznych, jak i dla projektowania formulacji środków smarowych. Pozwala bowiem odejść od uproszczonego założenia, że zwiększenie liczby aktywnych dodatków lub zastosowanie nanomateriału o korzystnych właściwościach samo w sobie musi prowadzić do poprawy właściwości smarnych.

Na uwagę zasługują również badania dotyczące wpływu morfologii i architektury nanocząstek na ich funkcjonowanie w środku smarowym. W cyklu analizowano różne klasy nanostruktur, w tym nanocząstki

fulerenopodobne, współosiowe nanorurki, oraz nanokropki węglowe. Wyniki przedstawione w pracach H1, H3-H5, H8, H9 i H11 wskazują, że parametry strukturalne nanomateriału mają znaczenie nie tylko dla jego właściwości fizykochemicznych, ale również dla stabilności dyspersji, zachowania reologicznego środka smarowego, przebiegu przemian tribochemicznych oraz charakteru warstwy powstającej na powierzchni współpracujących elementów. W konsekwencji architektura nanocząstek może wpływać na zdolność układu do ograniczania tarcia i zużycia zarówno powierzchni żelaznych, jak i nieżelaznych.

Warto podkreślić, że Kandydatka nie ograniczyła badań do uproszczonych układów modelowych. Istotną część cyklu stanowią prace ukierunkowane na weryfikację opracowanych rozwiązań w warunkach o znaczeniu technologicznym. W pracy H2 analizowano zachowanie wybranych stałych środków smarowych w procesach formowania na gorąco. W H7 oceniono działanie nanolubrykantów zawierających nanorurki MoS_2 podczas formowania gwintów w elementach motoryzacyjnych pokrytych cynkiem. Z kolei H6, H9, H10 i H11 obejmują badania w warunkach smarowania granicznego, podwyższonej temperatury oraz wysokich i ekstremalnych obciążeń. Szczególne znaczenie ma zatem konfrontacja wyników uzyskanych w badaniach modelowych z zachowaniem środków smarowych w warunkach bliższych zastosowaniom technicznym.

Całość przedstawionego dorobku prowadzi do wniosku, że zasadniczym rezultatem osiągnięcia nie jest jedynie wykazanie korzystnego wpływu określonych nanomateriałów na właściwości tribologiczne. Istotniejszym wkładem jest rozpoznanie zależności pomiędzy strukturą nanomateriału, jego reaktywnością tribochemiczną, składem chemicznym środka smarowego i warunkami pracy układu tribologicznego. Zależności te stanowią podstawę do bardziej racjonalnego projektowania nanosmarów, w których dobór nanododatku powinien być dokonywany z uwzględnieniem jego potencjalnych interakcji z pozostałymi komponentami formulacji.

W tym kontekście cykl H1-H11 można uznać za spójny wkład w rozwój nanotribologii oraz inżynierii materiałowej w zakresie projektowania zaawansowanych środków smarowych. Szczególną wartość naukową przedstawiają wyniki dotyczące tribochemicznych przemian nanostruktur TMD i TMO oraz zależnych od warunków interakcji nanododatków z konwencjonalnymi składnikami środków smarowych. Opracowane zależności dotyczące synergii i antagonizmu, koncepcja wykorzystania tlenkowych prekursorów tribochemicznie przekształcanych w warstwy smarne oraz analiza wpływu architektury nanocząstek tworzą podstawę do racjonalnego projektowania kompozycji nanosmarowych nowej generacji.

Jednocześnie należy zauważyć, że wartość przedstawionego osiągnięcia wynika z połączenia badań fundamentalnych, eksperymentalnej analizy mechanizmów oraz walidacji w warunkach zbliżonych do zastosowań praktycznych. Taka konstrukcja cyklu pozwala oceniać jego wyniki nie tylko w aspekcie poznawczym, ale również z perspektywy ich potencjalnego znaczenia dla rozwoju technologii środków smarowych i ograniczania zużycia elementów pracujących w warunkach tarcia.

W mojej ocenie przedstawiony cykl publikacji H1-H11 stanowi merytorycznie spójne i wartościowe osiągnięcie naukowe, w którym Kandydatka podejmuje istotny i złożony problem badawczy, łącząc zagadnienia inżynierii materiałowej, chemii powierzchni, nanotechnologii i tribologii. Uzyskane rezultaty rozszerzają wiedzę dotyczącą mechanizmów działania nanomateriałów TMD i TMO w warunkach

Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej
św. Andrzeja Boboli 8, 02-525 Warszawa Polska
tel.: 501519150, e-mail: agnieszka.jastrzebska@pw.edu.pl

tribologicznych oraz wskazują na możliwość wykorzystania tej wiedzy w projektowaniu funkcjonalnych środków smarowych o właściwościach dostosowanych do określonych warunków pracy.

W całym cyklu widoczny jest powtarzalny, wieloetapowy udział dr Tomali, obejmujący nie tylko wykonanie części eksperymentalnej, ale również formułowanie problemów i hipotez badawczych, projektowanie eksperymentów, przygotowanie materiałów i kompozycji smarowych, analizę oraz interpretację wyników, a także przygotowanie publikacji. Struktura tego wkładu jest szczególnie istotna z punktu widzenia oceny samodzielności naukowej.

Analiza deklarowanego wkładu Kandydatki w powstanie poszczególnych publikacji cyklu H1-H11 wskazuje na jej znaczący i wieloaspektowy udział w realizacji badań. Wkład ten obejmuje kolejne etapy procesu badawczego - od formułowania koncepcji i hipotez badawczych, poprzez projektowanie eksperymentów, przygotowanie próbek i kompozycji smarowych oraz realizację badań tribologicznych, po analizę i interpretację wyników oraz przygotowanie publikacji naukowych.

Szczególnie istotny z punktu widzenia oceny samodzielności naukowej jest udział Kandydatki w definiowaniu problemów i hipotez badawczych. W publikacjach H1-H4, H6 oraz H9-H11 deklaruje ona własny udział w opracowaniu koncepcji lub sformułowaniu hipotez, natomiast w H5, H7 i H8 współtworzy koncepcję lub hipotezę badawczą. Wskazuje to, że jej aktywność badawcza obejmowała nie tylko realizację eksperymentów, ale również etap koncepcyjny.

Kandydatka wykazuje również szeroki zakres samodzielności eksperymentalnej. W większości publikacji projektowała układy eksperymentalne, dobierała warunki badań, przygotowywała kompozycje smarowe i próbki oraz bezpośrednio realizowała badania tribologiczne. Jej udział obejmował zróżnicowane metody badawcze i warunki pracy, od badań nanotribologicznych i eksperymentów modelowych po testy w podwyższonej temperaturze i próby o charakterze technologicznym. Istotnym elementem jej działalności była również analiza właściwości warstw tribologicznych z wykorzystaniem m.in. SEM/EDX, XPS, Raman oraz TEM.

Na uwagę zasługuje także udział Kandydatki w analizie i interpretacji wyników. W wielu pracach obejmował on analizę zależności pomiędzy strukturą nanomateriału, przebiegiem przemian tribochemicznych, charakterem powstających warstw tribologicznych a wartościami tarcia i zużycia. Tym samym deklarowany wkład wykracza poza wykonawczy charakter badań i obejmuje interpretację wyników w odniesieniu do mechanizmów fizykochemicznych zachodzących w strefie kontaktu tribologicznego.

Istotną część wkładu stanowi również działalność związana z przygotowaniem publikacji. W przypadku większości prac Kandydatka deklaruje kierowanie lub koordynowanie przygotowania i rewizji manuskryptu, a w kilku publikacjach również napisanie zasadniczych części tekstu. Zakres ten jest zgodny z jej pozycją autorską: w 8 z 11 publikacji cyklu jest pierwszą autorką, natomiast w pozostałych trzech zajmuje drugą pozycję. Co istotne, w żadnej z prac nie występuje na dalszej pozycji autorskiej.

Na podstawie przedstawionych deklaracji należy stwierdzić, że udział dr inż. Agnieszki Marii Tomali w publikacjach tworzących osiągnięcie habilitacyjne jest znaczący, wieloetapowy i merytorycznie istotny. Szczególnie dobrze udokumentowane są jej kompetencje w zakresie formułowania problematyki badawczej, projektowania i prowadzenia eksperymentów tribologicznych, analizy wyników oraz przygotowania publikacji. Struktura autorstwa oraz charakter deklarowanego wkładu wskazują na wyraźny

Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej
św. Andrzeja Boboli 8, 02-525 Warszawa Polska
tel.: 501519150, e-mail: agnieszka.jastrzebska@pw.edu.pl

poziom samodzielności naukowej Kandydatki, przy czym w trzech publikacjach H5, H7 i H8, jej udział ma w większym stopniu charakter współdzielony z pozostałymi autorami.

5. Inne osiągnięcia naukowe

Kandydatka wskazuje jako inne osiągnięcie naukowe cykl badań zatytułowany „*Wielofunkcyjne układy biomateriałowe do regeneracji układu kostnego tj. od kompozytów polimerowo-ceramicznych do architektur implantów Ti/HAp wzbogaconych nanomateriałami 2D*". Przedstawione osiągnięcie obejmuje działalność badawczą prowadzoną w latach 2020-2026 i stanowi odrębną, a zarazem komplementarną względem głównego osiągnięcia habilitacyjnego, linię badawczą dotyczącą biomateriałów, inżynierii powierzchni oraz funkcjonalizacji implantów ortopedycznych.

Przedstawione inne osiągnięcie naukowe oceniam jako wartościowy i wyraźnie interdyscyplinarny nurt działalności badawczej Kandydatki. Jego istotnym walorem jest połączenie inżynierii materiałowej i nanotechnologii z problematyką biomateriałów i implantów ortopedycznych oraz konsekwentne przechodzenie od materiałów kompozytowych do zaawansowanych architektur powierzchniowych Ti/HAp funkcjonalizowanych nanomateriałami 2D. Osiągnięcie to potwierdza zdolność Kandydatki do rozszerzania własnego warsztatu naukowego na nowe obszary zastosowań oraz do budowania interdyscyplinarnych programów badawczych.

Za istotny element tego dorobku należy uznać interdyscyplinarny charakter prowadzonych badań, łączących inżynierię materiałową, nanotechnologię, biomateriały, biotribologię oraz zagadnienia związane z regeneracją tkanki kostnej. Kandydatka rozwijała tę tematykę w ramach międzynarodowych i krajowych projektów badawczych, finansowanych m.in. z programów TEAM-NET, M-ERA.NET 3, NCN OPUS LAP/FWF oraz BayFOR BayIntAn. Świadczy to o zdolności do rozwijania współpracy badawczej wykraczającej poza podstawowy obszar jej osiągnięcia habilitacyjnego.

Przedstawiony program badawczy ma charakter etapowy i rozwojowy. Obejmuje przejście od badań nad kompozytami polimerowo-ceramicznymi, w tym materiałami o funkcji kontrolowanego dostarczania substancji aktywnych, poprzez projektowanie metalicznych architektur gradientowych Ti/HAp, aż po funkcjonalizację powierzchni implantów z wykorzystaniem nanomateriałów 2D, w szczególności MXenów. Taka ewolucja wskazuje na konsekwentne poszerzanie zakresu zastosowań rozwijanej przez Kandydatkę metodologii projektowania materiałów funkcjonalnych.

Na szczególną uwagę zasługuje transfer doświadczeń zdobytych w obszarze nanotribologii do problematyki biomateriałów i implantów ortopedycznych. Kandydatka wskazuje, że wypracowane w ramach cyklu H1-H11 podejście do analizy zależności pomiędzy strukturą materiału, charakterem warstwy powierzchniowej i właściwościami użytkowymi zostało wykorzystane jako punkt wyjścia do badań nad zachowaniem obciążonych implantów. Należy przy tym podkreślić, że nie jest to jedynie zmiana zastosowania tego samego materiału, lecz rozszerzenie warsztatu badawczego na nowy, bardziej złożony układ: materiał-powierzchnia-środowisko biologiczne-obciążenie mechaniczne.

Rozwijana tematyka obejmuje również wykorzystanie nanomateriałów 2D jako elementów funkcjonalizujących powierzchnie implantów. Jest to szczególnie interesujące w kontekście poszukiwania

materiałów, które mogą jednocześnie wpływać na właściwości mechaniczne, powierzchniowe, biologiczne i tribologiczne implantu. Zastosowanie MXenów w tym obszarze stanowi naturalne rozszerzenie zainteresowań Kandydatki związanych z materiałami warstwowymi i nanomateriałami 2D, jednocześnie otwierając możliwość wykorzystania ich specyficznych właściwości w zastosowaniach biomedycznych.

Ważnym aspektem omawianego osiągnięcia jest również rozwój architektur materiałowych, a nie wyłącznie modyfikowanie składu chemicznego materiału. Przejście od klasycznych kompozytów polimerowo-ceramicznych do gradientowych struktur Ti/HAp oraz funkcjonalizowanych powierzchni implantów wskazuje na podejście, w którym właściwości materiału są kształtowane poprzez odpowiednie zaprojektowanie jego struktury na różnych poziomach - od składu i mikrostruktury po architekturę powierzchni.

Kandydatka wskazuje ponadto na wykorzystanie metod obliczeniowych do optymalizacji projektowanych powierzchni implantów, co dodatkowo rozszerza metodologię prowadzonych badań. Połączenie eksperymentalnej inżynierii materiałowej z modelowaniem i optymalizacją może umożliwić bardziej racjonalne projektowanie materiałów biomimetycznych i funkcjonalnych, dostosowanych do określonych warunków mechanicznych i biologicznych.

6. Osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne

Przedstawione przez Kandydatkę osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne są zróżnicowane i pozostają w ścisłym związku z prowadzoną przez nią działalnością naukową. Należy jednak rozpatrywać je z uwzględnieniem specyfiki jej dotychczasowej ścieżki zawodowej, w której dominowały stanowiska o charakterze badawczym oraz realizacja i kierowanie konkurencyjnymi projektami finansowanymi ze źródeł zewnętrznych.

W zakresie kwalifikacji dydaktycznych Kandydatka posiada formalne przygotowanie pedagogiczne. W 2025 r. ukończyła Pedagogiczny Kurs Kształcenia dla Nauczycieli Akademickich i Doktorantów, organizowany przez Centrum Pedagogiki i Psychologii Politechniki Krakowskiej, uzyskując certyfikat nr 27/2025/O-5. Ponadto ukończyła dwusemestralne Podyplomowe Studia z Biomateriałów na Akademii Górniczo-Hutniczej, poszerzając swoje kompetencje merytoryczne w obszarze odpowiadającym prowadzonym obecnie badaniom.

Charakter działalności dydaktycznej Kandydatki jest jednak odmienny od typowej ścieżki akademickiej opartej na regularnym prowadzeniu wykładów, ćwiczeń i laboratoriów. Jak wynika z przedstawionych informacji, w znacznej części swojej kariery po doktoracie była zatrudniona na stanowiskach o profilu przede wszystkim naukowym, związanych z realizacją zewnętrznie finansowanych projektów badawczych. W konsekwencji nie prowadziła systematycznych, semestralnych kursów dydaktycznych. Należy zatem uznać, że formalny i regularny dorobek dydaktyczny Kandydatki jest stosunkowo ograniczony, co stanowi element, który powinien zostać uwzględniony w całościowej ocenie tego obszaru.

Jednocześnie Kandydatka wykazuje aktywność dydaktyczną w innych formach, charakterystycznych dla działalności naukowej o profilu badawczo-rozwojowym. Obejmuje ona wykłady plenarne i zaproszone, seminaria, warsztaty oraz mentoring studentów i młodych naukowców. Wśród przedstawionych

aktywności znajdują się m.in. wykłady plenarne podczas konferencji Modern Materials and Manufacturing (MMM2025) w Tallinnie oraz XXXVII Jesiennej Szkoły Tribologicznej, a także wykłady zaproszone podczas wydarzeń związanych z naukami o życiu, edukacją STEAM i tribologią. Kandydatka prowadziła również seminaria zaproszone w środowisku akademickim i badawczym, m.in. w Politechnice Krakowskiej oraz w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN.

Szczególnie wartościowym elementem działalności dydaktycznej jest bezpośrednia opieka nad młodymi naukowcami i doktorantami. Kandydatka pełniła funkcję promotora pomocniczego w zakończonym przewodzie doktorskim Mateusza Dyląga dotyczącym metod addytywnego wytwarzania trójwymiarowych struktur z biomateriałów. Ponadto sprawuje opiekę nad trzema doktorantkami realizującymi badania dotyczące kolejno struktur TPMS ze stopu tytanu z HAp, laserowo strukturyzowanych biomateriałów Ti/HAp funkcjonalizowanych warstwami MXene oraz gradientowych struktur bioaktywnego kompozytu Ti/HAp. Zakres tych prac jest bezpośrednio związany z aktualnym nurtem badawczym Kandydatki.

Na uwagę zasługuje również jej opieka nad pracami magisterskimi i licencjackimi, obejmująca prowadzenie studentów przez kolejne etapy procesu badawczego - od projektowania eksperymentów, poprzez realizację badań laboratoryjnych i analizę danych, po przygotowanie pracy naukowej. Ten rodzaj aktywności należy ocenić jako istotny element kształcenia praktycznych kompetencji badawczych studentów, szczególnie w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Kandydatka posiada także doświadczenie w recenzowaniu publikacji naukowych. Deklaruje co najmniej 13 recenzji wykonanych dla międzynarodowych czasopism z obszaru tribologii, inżynierii materiałowej i nanotechnologii, m.in. Tribology Letters, Materials, Nanomaterials, Lubrication Science, Tribology Transactions oraz Proceedings of the IMechE, Part J: Journal of Engineering Tribology. Recenzje zostały zweryfikowane za pośrednictwem Web of Science Reviewer Recognition Service. Od 2026 r. Kandydatka należy również do Rady Recenzentów Journal of Sustainable Technologies. Aktywność ta świadczy o rozpoznawalności jej kompetencji eksperckich oraz zaangażowaniu w proces oceny jakości publikacji naukowych.

Znacznie bardziej rozbudowany jest dorobek organizacyjny Kandydatki. Jego podstawowym elementem jest doświadczenie w pozyskiwaniu, realizacji i koordynowaniu zewnętrznie finansowanych projektów badawczych. W ramach dziewięciu projektów Kandydatka pełniła funkcje związane z koordynacją międzynarodowych zespołów, w tym konsorcjów obejmujących partnerów akademickich i przemysłowych z kilku krajów. Do jej obowiązków należało m.in. koordynowanie pracy partnerów, prowadzenie spotkań projektowych, nadzór nad realizacją zadań i harmonogramów, przygotowywanie rezultatów i raportów oraz zapewnienie zgodności realizacji projektów z wymaganiami formalnymi.

Szczególnie istotne jest doświadczenie w zarządzaniu międzynarodowymi konsorcjami badawczymi oraz zespołami interdyscyplinarnymi. Kandydatka deklaruje m.in. odpowiedzialność za konsorcja liczące do czterech partnerów z trzech krajów oraz zarządzanie znaczącymi budżetami projektowymi po stronie polskiej. W ramach projektów BiLaTex i OPUS LAP przewodniczy regularnym spotkaniom międzynarodowych konsorcjów, koordynując udział zespołu Politechniki Krakowskiej w realizacji zadań, przygotowaniu rezultatów, raportów oraz wspólnych publikacji. Są to kompetencje istotne dla samodzielnego funkcjonowania w międzynarodowym środowisku badawczym.

Na szczególne podkreślenie zasługuje także doświadczenie Kandydatki w organizacji i zarządzaniu infrastrukturą laboratoryjną. Na wcześniejszych etapach kariery odpowiadała za funkcjonowanie laboratoriów tribologicznych w AC2T research GmbH oraz w Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu. Obecnie na Politechnice Krakowskiej koordynuje działalność laboratoriów biomateriałów. Zakres jej obowiązków obejmuje planowanie funkcjonowania infrastruktury, zapewnienie bezpieczeństwa pracy, wdrażanie nowych procedur badawczych, nadzorowanie wykorzystania aparatury oraz szkolenie studentów i doktorantów.

W tym kontekście pozytywnie należy ocenić również szeroki zakres kompetencji technicznych i organizacyjnych potwierdzonych specjalistycznymi szkoleniami. Kandydatka posiada m.in. certyfikowane przygotowanie w zakresie spektrofotometrii UV-Vis, HPLC, obsługi czytnika mikropłytek, nanoindentacji, technologii druku 3D oraz obsługi wysokotemperaturowego pieca próżniowego. Uzupełnieniem tego przygotowania są szkolenia dotyczące zarządzania zespołem, rozwoju kariery naukowej oraz prawa szkolnictwa wyższego i nauki.

Całościowo przedstawione osiągnięcia wskazują więc na wyraźną asymetrię pomiędzy dorobkiem dydaktycznym a organizacyjnym. Dorobek dydaktyczny w klasycznym rozumieniu, obejmującym regularne prowadzenie zajęć akademickich, jest ograniczony, co Kandydatka wiąże ze specyfiką zatrudnienia na stanowiskach badawczych i realizacją intensywnych projektów finansowanych konkursowo. Jednocześnie jej aktywność w zakresie seminariów, wykładów zaproszonych, mentoringu, opieki nad doktorantami i pracami dyplomowymi stanowi wartościowe uzupełnienie tego dorobku. Dorobek organizacyjny należy natomiast ocenić jako znaczący, zwłaszcza w zakresie zarządzania projektami badawczymi, koordynacji współpracy międzynarodowej, organizacji pracy zespołów oraz zarządzania infrastrukturą badawczą.

7. Informacje o aktywności naukowej, realizowanej w więcej niż jednej uczelni czy instytucji naukowej

Aktywność naukowa Kandydatki ma wyraźnie międzynarodowy i wieloinstytucjonalny charakter. Jej rozwój zawodowy obejmował pracę i kształcenie w kilku instytucjach naukowych w Polsce i Austrii, a także pobyty badawcze i współpracę z ośrodkami zagranicznymi. Taka ścieżka zawodowa sprzyjała kształtowaniu interdyscyplinarnego warsztatu badawczego oraz umożliwiła Kandydatce zdobycie doświadczenia w różnych środowiskach naukowych i badawczych.

Kandydatka rozpoczęła kształcenie doktoranckie w latach 2007-2010 na Technische Universität Wien (TU Wien) w Austrii, realizując je w ramach międzynarodowego konsorcjum Marie Curie WEMESURF. Istotnym elementem tego etapu były również staże badawcze w Imperial College London oraz SKF ERC w Holandii. Doświadczenie to należy uznać za wartościowe z punktu widzenia rozwoju kompetencji naukowych, ponieważ już na etapie doktoratu Kandydatka funkcjonowała w międzynarodowym środowisku badawczym i miała możliwość pracy w różnych ośrodkach specjalizujących się w zagadnieniach związanych z powierzchniami, zużyciem i tribologią.

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka kontynuowała działalność naukową w AC2T research GmbH w Austrii, gdzie w latach 2010-2017 pracowała w wyspecjalizowanym ośrodku zajmującym się badaniami tribologicznymi. Okres ten miał istotne znaczenie dla rozwoju jej specjalistycznego warsztatu badawczego, szczególnie w zakresie tribologii, charakterystyki powierzchni oraz badań środków smarowych.

Jednocześnie należy zauważyć, że właśnie z tego okresu pochodzi znaczna część doświadczeń, które znalazły następnie odzwierciedlenie w tematyce publikacji H1-H11.

Kolejnym etapem była działalność naukowa w Polsce, związana ze stypendium POLONEZ (MSCA-COFUND) realizowanym w Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu w latach 2017-2019. Przejście pomiędzy ośrodkami zagranicznymi i polskimi wskazuje na zdolność Kandydatki do funkcjonowania w różnych strukturach organizacyjnych i badawczych oraz do rozwijania własnej aktywności naukowej poza jednym macierzystym środowiskiem akademickim.

Od 2019 r. Kandydatka jest związana z Politechniką Krakowską, gdzie rozwija własny program badawczy i angażuje się w międzynarodową współpracę naukową. Z przedstawionych informacji wynika, że koordynuje dwa międzynarodowe konsorcja, w których uczestniczą m.in. TU Wien, TalTech, University of Ljubljana oraz TH Nürnberg. Współpraca ta obejmuje zatem partnerów z kilku krajów europejskich i stanowi kontynuację międzynarodowego charakteru jej wcześniejszej działalności naukowej.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że aktywność Kandydatki w różnych instytucjach nie ma charakteru wyłącznie formalnego. Poszczególne etapy kariery wiążą się z realną zmianą środowiska badawczego, rozwijaniem kompetencji eksperymentalnych oraz budowaniem sieci współpracy naukowej. Szczególnie wartościowe jest połączenie doświadczeń zdobytych w ośrodkach zagranicznych z późniejszą działalnością naukową prowadzoną w Polsce. Pozwoliło to na wykorzystanie zdobytego warsztatu w rozwijaniu własnych tematów badawczych oraz w tworzeniu międzynarodowych zespołów i konsorcjów.

Warto również podkreślić ciągłość tematyczną przy jednoczesnym rozszerzaniu zakresu działalności naukowej. Doświadczenia zdobyte podczas doktoratu i pracy podoktorskiej w obszarze tribologii stanowiły podstawę badań nad nanomateriałami i środkami smarowymi, które znalazły odzwierciedlenie w cyklu H1-H11. Następnie kompetencje te zostały wykorzystane także w rozwijaniu badań nad biomateriałami i biotribologią. Oznacza to, że mobilność naukowa Kandydatki nie była jedynie zmianą miejsca zatrudnienia, lecz przyczyniała się do poszerzania jej warsztatu i zakresu podejmowanych problemów badawczych.

8. Działalność w zakresie popularyzacji nauki i współpracy ze społeczeństwem

Kandydatka przedstawia szeroki i zróżnicowany zakres aktywności związanej z popularyzacją nauki oraz transferem wiedzy poza środowisko akademickie. Działalność ta obejmuje zarówno bezpośrednią komunikację naukową, współpracę z przemysłem i regionalnym ekosystemem innowacji, jak również mentoring studentów i młodych innowatorów.

Na uwagę zasługuje przede wszystkim aktywność na styku nauki, przemysłu i otoczenia społeczno-gospodarczego. Kandydatka uczestniczyła jako zaproszony prelegent w wydarzeniach organizowanych w ramach krakowskiego ekosystemu Life Science, przedstawiając zagadnienia dotyczące biomateriałów, implantów oraz zrównoważonego wytwarzania materiałów również odbiorcom spoza wąsko rozumianego środowiska specjalistycznego. Uzupełnieniem tej działalności są wystąpienia dotyczące ekologicznych metod przetwarzania materiałów i biomateriałów w kontekście Europejskiego Zielonego Ładu.

Istotny jest również międzynarodowy wymiar działalności upowszechniającej. Kandydatka uczestniczyła w Polsko-Meksykańskich Letnich Warsztatach Tribologicznych, prowadziła seminaria dla młodych

naukowców oraz prezentowała wyniki badań przedstawicielom przemysłowych zespołów R&D, m.in. grupy SKF Technology and Specification Group. Aktywności te wskazują na umiejętność przekazywania specjalistycznej wiedzy różnym grupom odbiorców oraz budowania relacji pomiędzy środowiskiem akademickim i przemysłem.

Szczególnie wartościowym elementem działalności jest mentoring młodych innowatorów. Kandydatka angażuje studentów i doktorantów w pełny proces rozwoju rozwiązania tj. od badań eksperymentalnych, poprzez ochronę własności intelektualnej, aż po prezentację wynalazków na konkursach i targach. Deklarowane 12 nagród uzyskanych przez wynalazki powstałe w realizowanych projektach oraz sukcesy zespołów studenckich w konkursach Student-Wynalazca stanowią wymierny rezultat tej aktywności. Jest to forma popularyzacji nauki szczególnie cenna, ponieważ łączy komunikację wyników badań z praktycznym kształtowaniem kompetencji innowacyjnych młodych naukowców.

Pozytywnie należy również ocenić systematyczne uczestnictwo Kandydatki w działalności towarzystw naukowych, w tym Österreichische Tribologische Gesellschaft, Polskiego Towarzystwa Tribologicznego oraz od 2026 r. Polskiego Stowarzyszenia Biomateriałów. Organizacje te stanowią platformę wymiany wiedzy pomiędzy nauką i praktyką przemysłową, a aktywny udział Kandydatki w ich wydarzeniach dodatkowo wzmacnia jej zaangażowanie w środowisko zawodowe i upowszechnianie wiedzy.

Uzupełnieniem działalności bezpośredniej jest komunikacja naukowa w przestrzeni internetowej poprzez prowadzenie strony grupy badawczej oraz wcześniejszej strony projektu dotyczącego nanolubrykantów. Wartość tego elementu należy oceniać przede wszystkim jako narzędzie udostępniania informacji o prowadzonych badaniach, projektach i możliwościach współpracy. Dodatkowo, Kandydatka wskazuje na udział w wywiadzie w czasopiśmie Tribology & Lubrication Technology, co stanowi przykład popularyzacji dorobku naukowego w międzynarodowym środowisku inżynierskim.

9. Pozostałe osiągnięcia

Wykaz osiągnięć projektowych

Przedstawione doświadczenie projektowe Kandydatki obejmuje już wczesne etapy jej kariery naukowej, począwszy od udziału w projekcie MAESTRO realizowanym w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie, a następnie udział w międzynarodowej sieci szkoleniowej Marie Curie WEMESURF na TU Wien. Projekty te stanowiły ważny etap kształtowania jej warsztatu naukowego i w znacznym stopniu wyznaczyły późniejszy kierunek jej działalności badawczej.

W projekcie MAESTRO, realizowanym w latach 2006-2007 w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN, Kandydatka uczestniczyła jako magistrantka w badaniach dotyczących syntezy i charakterystyki syntetycznych diamentów CVD/HPHT przeznaczonych do zastosowania w detektorach promieniowania jonizującego. Jej udział miał charakter wykonawczy, adekwatny do etapu kształcenia, a rezultatem była m.in. publikacja naukowa oraz praca magisterska. Projekt ten należy uznać za istotny element początkowego rozwoju jej kompetencji eksperymentalnych w zakresie syntezy i charakterystyki materiałów.

Znacznie większe znaczenie dla dalszego rozwoju naukowego Kandydatki miał jej udział w międzynarodowej sieci szkoleniowej WEMESURF, realizowanej w ramach 6. Programu Ramowego UE na

Technische Universität Wien w latach 2007-2010. Kandydatka uczestniczyła w projekcie jako Early Stage Researcher, prowadząc badania dotyczące molekularnych procesów determinujących makroskopiczne zachowanie tribologiczne. Zakres prac obejmował m.in. nanotribologię, badania powierzchni z wykorzystaniem AFM, AR-XPS i AES oraz analizę oddziaływań pomiędzy środkiem smarnym a powierzchnią.

Szczególnie pozytywnie należy ocenić międzynarodowy i mobilnościowy charakter tego projektu. W ramach tzw. secondments Kandydatka odbyła trzy miesięczne pobyty badawcze w Imperial College London oraz w SKF Engineering & Research Centre w Nieuwegein w Holandii. Pierwszy z nich obejmował badania tribologiczne wodnych formulacji smarnych oraz zastosowanie spektroskopii Ramana, natomiast podczas pobytu w SKF zajmowała się środkami smarnymi stosowanymi w łożyskach oraz charakterystyką tribofilmów ZDDP. Pobyt w ośrodkach akademickim i przemysłowym pozwolił zatem na konfrontację różnych podejść do problematyki tribologicznej oraz poszerzenie warsztatu badawczego Kandydatki.

WEMESURF miał również wymierny rezultat w postaci przygotowania rozprawy doktorskiej i dorobku publikacyjnego. Kandydatka uzyskała stopień doktora w 2011 r. z oceną bardzo dobrą z wyróżnieniem, a w rozprawie wykorzystano wyniki przedstawione w siedmiu artykułach opublikowanych w recenzowanych czasopismach.

Informacje o udziale w konsorcjach międzynarodowych

Kandydatka posiada udokumentowane doświadczenie w pracy w międzynarodowych konsorcjach badawczych, zdobywane już na etapie realizacji studiów doktoranckich w ramach sieci FP6 Marie Curie Research Training Network WEMESURF. Udział w tym przedsięwzięciu obejmował współpracę z szerokim gronem europejskich instytucji akademickich, badawczych i przemysłowych, co należy uznać za istotny element rozwoju jej międzynarodowego warsztatu naukowego.

Z przedstawionych informacji wynika, że Kandydatka uczestniczyła w licznych spotkaniach konsorcjum organizowanych przez partnerów z Austrii, Wielkiej Brytanii, Holandii, Polski, Słowenii, Węgier, Włoch, Niemiec i Francji. Wśród instytucji partnerskich znajdowały się m.in. TU Wien, AC2T research GmbH, Imperial College London, SKF Engineering Research Centre, University of Ljubljana, Cardiff University, University of Debrecen, Politecnico di Milano, Fraunhofer Institute UMSICHT oraz ENSAM. Istotny jest również udział podmiotów przemysłowych, takich jak SKF, Philips czy NanoFocus AG.

Aktywność Kandydatki w ramach konsorcjum nie ograniczała się do formalnego uczestnictwa w spotkaniach. Deklaruje ona, że podczas spotkań prezentowała postępy własnych badań doktorskich, uczestniczyła w dyskusjach naukowych oraz współtworzyła raporty dotyczące realizacji pakietów zadań. Ponadto podczas powiązanych konferencji przedstawiała wyniki projektu w formie referatów ustnych. Taki zakres aktywności wskazuje na rzeczywiste uczestnictwo w wymianie wiedzy i realizacji zadań międzynarodowego projektu badawczego.

Szczególnie wartościowy jest zróżnicowany charakter sieci, obejmującej zarówno uczelnie i instytuty badawcze, jak i przedsiębiorstwa oraz wyspecjalizowane centra badawczo-rozwojowe. Pozwalało to Kandydatce na konfrontowanie wyników badań podstawowych z potrzebami i problemami pojawiającymi

się w praktyce przemysłowej. Jest to szczególnie istotne w kontekście jej późniejszego dorobku w zakresie tribologii stosowanej i projektowania środków smarowych.

Na uwagę zasługuje również duża intensywność aktywności konferencyjnej i konsorcyjnej. Kandydatka wskazuje na udział w szeregu spotkań oraz konferencji organizowanych przez partnerów sieci, w tym wydarzeniach poświęconych tribologii, nanotechnologii, inżynierii powierzchni, łożyskom i smarowaniu. Udział w tych wydarzeniach stworzył możliwość prezentowania wyników badań przed międzynarodowym środowiskiem specjalistów oraz rozwijania kontaktów naukowych, które - jak wynika z przedstawionego dorobku - były następnie kontynuowane w kolejnych etapach kariery.

Z perspektywy oceny habilitacyjnej należy jednak rozróżnić udział w konsorcjum na etapie doktoranckim od późniejszej samodzielnej aktywności w międzynarodowych projektach. WEMESURF był siecią szkoleniową Marie Curie, a Kandydatka uczestniczyła w niej jako doktorantka. Doświadczenie to stanowi więc przede wszystkim dowód bardzo wczesnego włączenia w międzynarodowe środowisko badawcze i zdobycia kompetencji w pracy zespołowej. Pełniejszym potwierdzeniem jej obecnych kompetencji w zakresie koordynacji współpracy międzynarodowej są natomiast późniejsze projekty, w których - zgodnie z przedstawionymi wcześniej informacjami - pełniła funkcje koordynacyjne i kierownicze.

Członkostwo w organizacjach międzynarodowych lub krajowych oraz towarzystwach naukowych

Kandydatka jest członkiem Österreichische Tribologische Gesellschaft (ÖTG) - Austriackiego Towarzystwa Tribologicznego - nieprzerwanie od 2008 r. Członkostwo to jest bezpośrednio związane z jej głównym obszarem działalności naukowej, tj. tribologią i inżynierią materiałową. ÖTG stanowi platformę współpracy środowiska akademickiego i przemysłowego w zakresie badań tribologicznych, transferu technologii oraz wymiany wiedzy.

Na szczególne podkreślenie zasługuje długotrwały charakter członkostwa, obejmujący zarówno okres studiów doktoranckich na TU Wien, jak i późniejszego zatrudnienia w AC2T research GmbH. Kandydatka deklaruje aktywny udział w corocznych sympozjach ÖTG oraz wydarzeniach służących wymianie doświadczeń i budowaniu kontaktów pomiędzy naukowcami a przedstawicielami przemysłu. Aktywność ta jest zatem bezpośrednio powiązana z jej rozwojem naukowym i zawodowym w obszarze tribologii.

Staże i zagraniczna mobilność naukowa

Przedstawiony wykaz staży dokumentuje konsekwentny rozwój warsztatu badawczego Kandydatki od etapu studiów do zaawansowanych badań doktoranckich. Obejmuje on zarówno praktyki o charakterze klinicznym i materiałowym w Polsce, jak i specjalistyczne szkolenia oraz staże badawcze w zagranicznych ośrodkach naukowych i przemysłowych.

Na wczesnym etapie kształcenia Kandydatka odbyła dwumiesięczną praktykę w Wojskowym Szpitalu Klinicznym w Krakowie, w Zakładzie Medycyny Nuklearnej, gdzie zapoznała się z procedurami diagnostycznymi oraz zasadami ochrony radiologicznej. Następnie uczestniczyła w międzynarodowej szkole letniej w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej, zdobywając podstawowe

doświadczenie w zakresie metod jądrowych stosowanych w nauce o materiałach, fizyki detektorów i technik eksperymentalnych.

Szczególnie istotna dla dalszego rozwoju naukowego była dziewięciomiesięczna praktyka dyplomowa w IFJ PAN w Krakowie, realizowana w ramach projektu MAESTRO. Kandydatka prowadziła tam badania nad syntezą i charakterystyką detektorów promieniowania jonizującego wykorzystujących syntetyczne diamenty CVD/HPHT. Staż ten doprowadził bezpośrednio do przygotowania pracy magisterskiej i publikacji naukowej, a tym samym stanowił rzeczywisty etap kształtowania jej kompetencji badawczych.

Największe znaczenie z punktu widzenia późniejszego profilu naukowego Kandydatki mają jednak dwa trzymiesięczne staże zagraniczne odbywane w ramach doktoratu w sieci WEMESURF Marie Curie RTN. W Imperial College London prowadziła badania tribologiczne wodnych formulacji smarowych z wykorzystaniem Mini-Traction Machine w połączeniu ze spektroskopią Ramana. Natomiast podczas stażu w SKF Engineering and Research Centre w Nieuwegein zajmowała się środkami smarowymi stosowanymi w łożyskach tocznych, w tym układami zawierającymi dodatki ZDDP.

Szczególnie wartościowy jest fakt, że oba te pobyty realizowane były w odmiennych, ale komplementarnych środowiskach - renomowanym ośrodku akademickim oraz przemysłowym centrum badawczo-rozwojowym. Pozwoliło to Kandydatce na zdobycie zarówno doświadczenia w badaniach podstawowych, jak i znajomości problemów związanych z praktycznym zastosowaniem tribologii i środków smarowych.

Szkolenia i studia podyplomowe

Przedstawiony wykaz szkoleń i studiów podyplomowych wskazuje na systematyczne i wielokierunkowe rozwijanie kompetencji Kandydatki, obejmujące zarówno przygotowanie dydaktyczne, specjalistyczną wiedzę z zakresu nanotechnologii i nauki o powierzchni, jak również kompetencje związane z zarządzaniem projektami i komunikacją naukową.

Na uwagę zasługuje uzyskanie już na etapie studiów formalnych kwalifikacji pedagogicznych w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Przygotowanie pedagogiczne stanowi uzupełnienie jej późniejszej aktywności dydaktycznej, w szczególności opieki nad studentami i doktorantami.

Istotną część dorobku szkoleniowego stanowią kursy zrealizowane w ramach programu doktoranckiego WEMESURF na TU Wien. Obejmowały one m.in. electron beam techniques for nanoanalysis, surface science, nanotechnologię i nanometrologię, a także elastohydrodynamiczne smarowanie. Ich zakres był bezpośrednio związany z prowadzonymi przez Kandydatkę badaniami i pozwolił na rozwój kompetencji w zakresie nowoczesnych metod charakteryzacji materiałów i powierzchni. Warto również wskazać na ukończenie kursu LabVIEW Programming, przydatnego w projektowaniu i automatyzacji badań eksperymentalnych.

Pozytywnie należy ocenić również rozwój kompetencji zarządczych i transferowalnych. Kandydatka uzyskała certyfikację PRINCE2® Foundation i Practitioner, a ponadto ukończyła szkolenia z zakresu przygotowywania publikacji i prezentacji naukowych, komunikacji naukowej, łączenia badań akademickich z zastosowaniami przemysłowymi oraz budowania sieci współpracy. Szczególnie praktyczny

charakter miało szkolenie Organising Scientific Meetings, obejmujące organizację międzynarodowej szkoły letniej oraz spotkania projektowego WEMESURF.

Udział w opiece nad doktorantami

Przedstawiony dorobek w zakresie opieki nad doktorantami należy ocenić pozytywnie. Kandydatka posiada zarówno doświadczenie zakończone uzyskaniem przez doktoranta stopnia doktora, jak i aktualne doświadczenie w kształceniu młodej kadry naukowej. Jest promotorem pomocniczym w czterech rozprawach doktorskich w dyscyplinie inżynieria materiałowa, z których jedna została już zakończona obroną i nadaniem stopnia doktora, natomiast trzy pozostają w toku.

Szczególnie istotnym osiągnięciem jest udział w przygotowaniu rozprawy doktorskiej Mateusza Dyląga, dotyczącej metod addytywnego wytwarzania trójwymiarowych struktur z biomateriałów. Rozprawa została obroniona 2 kwietnia 2025 r., a stopień doktora nadano 9 kwietnia 2025 r. Fakt zakończenia procesu doktorskiego stanowi potwierdzenie, że Kandydatka posiada praktyczne doświadczenie w sprawowaniu opieki naukowej nad doktorantem na wszystkich etapach przygotowania rozprawy, aż do jej obrony.

Na szczególną uwagę zasługuje również ciągłość i tematyczna spójność aktualnej działalności promotorskiej. Kandydatka uczestniczy w opiece nad trzema doktorantkami, których badania dotyczą nowoczesnych biomateriałów i inżynierii materiałowej, w tym struktur TPMS ze stopów tytanu wytwarzanych metodami przyrostowymi z wykorzystaniem HAp, laserowego strukturyzowania biomateriałów Ti/HAp aktywowanych nanomateriałami 2D typu MXene oraz gradientowych struktur bioaktywnych Ti/HAp. Tematyka ta pozostaje bezpośrednio związana z aktualnym kierunkiem działalności naukowej Kandydatki dotyczącym biomateriałów, nanomateriałów oraz projektowania funkcjonalnych struktur materiałowych.

Pozytywnie należy ocenić także interdyscyplinarny charakter tematyki doktorskiej, łączącej inżynierię materiałową, technologie addytywne, biomateriały, nanomateriały 2D oraz zagadnienia związane z zastosowaniami implantologicznymi. Udział Kandydatki w tych pracach wskazuje na jej zaangażowanie w rozwój młodej kadry naukowej oraz zdolność do wykorzystania własnego doświadczenia badawczego w procesie kształcenia doktorantów.

Jednocześnie należy zaznaczyć, że w przypadku wszystkich wymienionych rozpraw Kandydatka występuje w roli promotora pomocniczego, podczas gdy funkcję promotora pełni prof. dr hab. inż. Agnieszka Sobczak-Kupiec. Oznacza to, że przedstawiony dorobek dokumentuje istotne doświadczenie w opiece nad doktorantami, ale nie stanowi jeszcze samodzielnego doświadczenia w pełnieniu funkcji promotora rozprawy doktorskiej. W przypadku trzech rozpraw pozostających w toku pełny zakres udziału Kandydatki oraz jej ostateczny wpływ na kształt rozpraw będzie można ocenić dopiero po zakończeniu postępowań.

10. Informacje o współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym

Przedstawiony przez Kandydatkę dorobek w zakresie współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym oceniam bardzo pozytywnie. Współpraca ta ma charakter długotrwały, międzynarodowy i

przede wszystkim praktyczny, a jej istotną cechą jest bezpośrednie powiązanie działalności badawczej z rzeczywistymi problemami technologicznymi zgłaszanymi przez przemysł.

Szczególne znaczenie ma siedmioletnie doświadczenie zawodowe w AC2T research GmbH w Wiener Neustadt, gdzie Kandydatka po uzyskaniu stopnia doktora pracowała na stanowisku Senior Researcher. Jest to ośrodek badawczy ukierunkowany na rozwój tribologii i transfer wyników badań do zastosowań przemysłowych. Kandydatka uczestniczyła tam w trzech programach B+R współfinansowanych ze środków publicznych i przemysłowych, przy czym w dwóch z przedstawionych przedsięwzięć pełniła funkcję kierownika projektu i głównej wykonawczyni naukowej.

Na szczególne podkreślenie zasługuje projekt Next-Generation Cutting Fluids, realizowany we współpracy z SKF Manufacturing and Development Centre/ Technology and Specification Group oraz Evonik Industries. Z przedstawionych informacji wynika, że zakres odpowiedzialności Kandydatki obejmował opracowanie, walidację porównawczą oraz przemysłową weryfikację cieczy obróbkowych, w tym nanosmarów zawierających TiO_2 i nanorurki MoS_2. Istotne jest zatem nie tylko prowadzenie badań laboratoryjnych, ale również ich konfrontacja z wymaganiami użytkowników przemysłowych. Tego rodzaju doświadczenie ma szczególną wartość z punktu widzenia współpracy nauki z gospodarką, ponieważ obejmuje etap przejścia od rozwiązania badawczego do jego oceny w warunkach rzeczywistego zastosowania.

Podobnie należy ocenić udział Kandydatki w programach HOT Tribology oraz Enhanced Wear Protection. W pierwszym przypadku badania dotyczyły środków smarowych przeznaczonych do obróbki plastycznej na gorąco i kucia w temperaturach sięgających 800°C, a w drugim - zastosowania nanostrukturalnych materiałów i nanocząstek TMD w odpowiedzi na problemy tribologiczne o znaczeniu przemysłowym. Zakres tematyczny tych prac wskazuje na konsekwentne łączenie badań podstawowych nad mechanizmami tribologicznymi z projektowaniem rozwiązań odpowiadających na konkretne potrzeby technologiczne.

Dodatkowym atutem jest bezpośredni kontakt Kandydatki z przemysłowymi ośrodkami badawczo-rozwojowymi, w szczególności SKF Machining Development Centre w Göteborgu. Wizyty studyjne obejmowały ewaluację nanosmarów w warunkach przemysłowego szlifowania i obróbki wykończeniowej oraz dyskusje dotyczące dalszego rozwoju technologii smarowania. Z punktu widzenia oceny współpracy z otoczeniem gospodarczym istotne jest, że kontakty te nie miały charakteru wyłącznie konferencyjnego, lecz były związane z testowaniem rozwiązań materiałowych w warunkach odpowiadających rzeczywistym procesom przemysłowym.

Pozytywnie należy również ocenić rozwój współpracy międzynarodowej z ośrodkami badawczymi, która prowadziła do tworzenia kolejnych projektów z udziałem partnerów przemysłowych. Dobrym przykładem jest wizyta w TalTech w 2019 r., która - według przedstawionych informacji - doprowadziła następnie do przygotowania projektu M-ERA.NET HOTselflub, a później do konsorcjum BiLaTex. Wskazuje to na zdolność Kandydatki do przekształcania kontaktów naukowych w długofalową współpracę projektową, również z udziałem podmiotów gospodarczych.

W odniesieniu do nowszego dorobku należy wskazać projekt M-ERA.NET 3 BiLaTex, w którym uczestniczy przedsiębiorstwo ATMAT Sp. z o.o. jako partner przemysłowy odpowiedzialny za kompetencje związane z drukiem 3D i udział w walidacji technologicznej gradientowych architektur implantów Ti6Al4V-HAp. Jest to

przykład współpracy odpowiadającej współczesnemu modelowi badań materiałowych, w którym opracowanie rozwiązania jest prowadzone od poziomu materiału i architektury poprzez wytwarzanie aż do walidacji technologicznej i potencjalnej komercjalizacji.

Również udział w projekcie TEAM-NET/OsteoReg-Net należy uznać za wartościowy element współpracy międzyinstytucjonalnej i potencjalnie aplikacyjnej. Prace nad polimerowo-ceramicznymi biomateriałami dla medycyny regeneracyjnej łączą bowiem badania materiałowe z obszarem zastosowań biomedycznych. W tym przypadku należy jednak zachować rozróżnienie pomiędzy potencjałem aplikacyjnym projektu a udokumentowanym wdrożeniem przemysłowym - z przedstawionych informacji nie wynika bowiem, aby w ramach tego konkretnego przedsięwzięcia doszło już do komercyjnego wdrożenia opracowanych materiałów.

Warto również zauważyć, że współpraca z przemysłem jest obecna w dorobku Kandydatki na różnych etapach jej kariery i obejmuje zarówno tribologię oraz środki smarowe, jak i współczesne biomateriały i technologie przyrostowe. Świadczy to o zdolności do funkcjonowania na styku nauki i praktyki technologicznej, a także o umiejętności dostosowania kompetencji materiałowych do różnych problemów aplikacyjnych.

11. Analiza danych naukowometrycznych

Dorobek publikacyjny Pani dr inż. Agnieszki Marii Tomali obejmuje 40 publikacji indeksowanych w Web of Science Core Collection, z czego 13 powstało przed uzyskaniem stopnia doktora, a 27 po uzyskaniu stopnia doktora. Należy podkreślić, że zasadnicza część dorobku publikacyjnego została zatem wypracowana w okresie po doktoracie, co wskazuje na utrzymanie i dalszy rozwój aktywności naukowej Wnioskodawczyni.

Na uwagę zasługuje również jej udział w publikacjach. Wnioskodawczyni jest autorką korespondencyjną w 18 pracach, w tym w 11 opublikowanych po doktoracie, oraz pierwszą autorką również w 18 publikacjach, w tym w 10 pracach z okresu po doktoracie. Wskazuje to na istotny i bezpośredni udział Wnioskodawczyni w prowadzeniu badań, przygotowaniu wyników do publikacji oraz kształtowaniu ich merytorycznego przekazu. Szczególnie istotny jest utrzymujący się po uzyskaniu doktoratu udział Wnioskodawczyni w publikacjach, w których pełni ona funkcję pierwszej autorki lub autorki korespondencyjnej.

Sumaryczny Impact Factor publikacji wynosi 143,05, przy czym na publikacje powstałe po uzyskaniu stopnia doktora przypada 107,55. Oznacza to, że zdecydowana większość tego wskaźnika została wygenerowana w okresie po doktoracie. Wnioskodawczyni wykazuje również wysoki dorobek punktowy według wykazu MEiN - łącznie 4350 punktów, z czego 3270 punktów przypada na publikacje powstałe po doktoracie. Wartości te potwierdzają systematyczną aktywność publikacyjną oraz obecność wyników badań Wnioskodawczyni w czasopismach uwzględnianych w międzynarodowych i krajowych systemach oceny dorobku naukowego.

Istotnym elementem oceny oddziaływania naukowego dorobku jest jego wpływ (cytowalność). Według danych przedstawionych we wniosku, na dzień 16 kwietnia 2026 r. publikacje Wnioskodawczyni uzyskały 854 cytowania według bazy Scopus, przy czym w przedstawionych danych nie podano odrębnej liczby cytowań będących autocytowaniami. Z tego względu wskaźnik 854 należy interpretować jako liczbę

cytowań ogółem, bez możliwości ilościowego określenia na podstawie przedstawionych informacji udziału autocytowań. Sama liczba cytowań wskazuje jednak na znaczną widoczność i wykorzystanie wyników badań Wnioskodawczyni przez międzynarodowe środowisko naukowe.

Dorobek charakteryzuje się również indeksem Hirscha równym 16 (stan na 16 kwietnia 2026 r., według danych podanych we wniosku). W połączeniu z liczbą cytowań oraz znaczącym dorobkiem publikacyjnym wskaźnik ten potwierdza, że aktywność naukowa Wnioskodawczyni nie ogranicza się do samej liczby publikacji, lecz obejmuje prace, które uzyskały zauważalny oddźwięk w literaturze naukowej.

Dodatkowo Wnioskodawczyni wykazuje 6 zgłoszeń patentowych, co stanowi uzupełnienie dorobku publikacyjnego o aktywność związaną z ochroną wyników działalności badawczo-rozwojowej.

Przedstawione dane naukometryczne wskazują na wysoką i systematycznie rozwijaną aktywność publikacyjną Wnioskodawczyni, szczególnie po uzyskaniu stopnia doktora, znaczący udział własny w powstawaniu publikacji, potwierdzony liczbą prac pierwszoautorskich i korespondencyjnych, a także istotny poziom oddziaływania publikacji mierzony ich cytowalnością i indeksem Hirscha. Łączne wartości IF i punktów MEiN, 854 cytowania oraz indeks Hirscha równy 16 tworzą spójny obraz ugruntowanego i rozpoznawalnego dorobku naukowego w obszarze badań nad materiałami i nanomateriałami.

12. Wniosek końcowy

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka wykazuje systematyczną i wielokierunkową aktywność naukową, obejmującą publikacje, aktywność konferencyjną, działalność wynalazczą oraz upowszechnianie wyników badań. W analizowanym okresie jest autorką lub współautorką 27 artykułów w czasopismach naukowych, w tym 11 publikacji H1-H11 stanowiących podstawę przedstawionego osiągnięcia naukowego oraz 16 pozostałych prac oryginalnych i jednego artykułu przeglądowego. Dorobek publikacyjny został uzupełniony o 2 rozdziały w monografiach.

Znacząca jest również aktywność konferencyjna Kandydatki. W okresie po doktoracie wykazała 40 zgłoszeń konferencyjnych, obejmujących łącznie 53 indywidualne prezentacje na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Wśród nich znalazły się 2 wykłady plenarne, 5 wykładów zaproszonych, 17 referatów ustnych oraz 29 prezentacji posterowych. Kandydatka pełniła ponadto funkcję przewodniczącej czterech sesji konferencyjnych oraz wygłosiła 3 seminaria zaproszone na poziomie wydziałowym lub instytutowym. Zakres i forma tej aktywności wskazują na regularne uczestnictwo w międzynarodowym obiegu naukowym oraz aktywne prezentowanie wyników własnych badań.

Istotnym elementem dorobku jest także działalność w zakresie ochrony własności intelektualnej i potencjału aplikacyjnego prowadzonych badań. Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka jest współtwórczynią 1 udzielonego patentu oraz 5 zgłoszeń patentowych złożonych w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej. Z przedstawionych informacji wynika, że rozwiązania te powstały w związku z realizacją projektów badawczych FNP TEAM-NET/OsteoReg-Net oraz projektów finansowanych przez NCN prowadzonych na Politechnice Krakowskiej. Tym samym dorobek publikacyjny jest uzupełniony o wymierne rezultaty działalności wynalazczej.

Podsumowując, przedstawione we wniosku osiągnięcia, w tym w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w czasopismach recenzowanych, stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa. Po analizie ujętego cyklu dorobku stwierdzam, że Kandydatka spełnia wszystkie kryteria wymagane dla uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity, Dz.U. z 2024 r. poz. 1571). Zatem przedkładam Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Krakowskiej wniosek o dopuszczenie dr inż. Agnieszki Marii Tomali do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauki inżynieryjno-techniczne, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Całokształt dorobku przed i po uzyskaniu stopnia doktora wskazuje na ciągłą, różnorodną i aktywną działalność naukową, obejmującą zarówno rozwój dorobku publikacyjnego, jak i prezentację wyników badań w środowisku międzynarodowym oraz ich potencjalne wykorzystanie w działalności innowacyjnej. Szczególnie istotne jest połączenie aktywności publikacyjnej z działalnością patentową i udziałem w projektach badawczych, co świadczy o zdolności o samodzielności naukowej Kandydatki do prowadzenia badań o charakterze zarówno podstawowym, jak i aplikacyjnym.



prof. dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska

Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej
św. Andrzeja Boboli 8, 02-525 Warszawa Polska
tel.: 501519150, e-mail: agnieszka.jastrzebska@pw.edu.pl