

Prof. dr hab. inż. Michał Kulka
Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej
Instytut Inżynierii Materiałowej

RECENZJA

dorobku naukowo-badawczego oraz aktywności naukowej, a także osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich dr. inż. Mirosława Kruszewskiego w związku z ubieganiem się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *inżynieria materiałowa* na podstawie cyklu 8. publikacji pt.: „Synteza i właściwości materiałów termoelektrycznych na bazie CoSb_3 do zastosowań w modułach termoelektrycznych”

Podstawą formalną opracowania recenzji jest Uchwała nr 139/III/2025 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej z dnia 19 grudnia 2025 roku oraz pismo Pani Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Materiałowa prof. dr hab. inż. Małgorzaty Lewandowskiej a dnia 7.01.2026 r.

Podstawę prawną jej wykonania stanowi Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r., poz. 1668 ze zm.), która w art. 219 formułuje wymagania stawiane osiągnięciom naukowym osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

Ocenę merytoryczną dorobku dr. inż. Mirosława Kruszewskiego opracowałem na podstawie następujących materiałów:

1. Wniosek przewodni,
2. Dane wnioskodawcy,
3. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
4. Autoreferat,
5. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiący znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
6. Cykl publikacji [A1] - [A8],
7. Oświadczenia współautorów cyklu publikacji.

1. Ogólna charakterystyka Habilitanta

Dr inż. Mirosław Kruszewski jest absolwentem Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Tytuł zawodowy magistra inżyniera uzyskał w roku 2008, broniąc pracy magisterskiej pt. „Opracowanie warunków łączenia kompozytu węglowego z miedzią metodą spiekania impulsowo plazmowego pod kątem zastosowania w reaktorze fuzyjnym”.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa został mu nadany 9. października 2015 r. uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. Temat jego rozprawy doktorskiej brzmiał: „Kształtowanie mikrostruktury i właściwości cieplnych spieków kompozytowych miedź-diament”. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Krzysztof Kurzydłowski, a promotorem pomocniczym dr inż. Łukasz Ciupiński.

Od 02.2016 r. do 02.2017 r. Habilitant był zatrudniony w Uczelnianym Centrum Badawczym "Materiały Funkcjonalne" Politechniki Warszawskiej jako technolog. Następnie, w okresie od 03.2017 r. do 12.2020 r. był starszym technikiem na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej. W okresie od 10.2020 r. do 11.2024 r. był zatrudniony jako adiunkt badawczy w Uczelnianym Centrum Badawczym "Materiały Funkcjonalne" Politechniki Warszawskiej i dodatkowo od 01.2021 r. do 11.2024 r. jako specjalista naukowo-techniczny w tej samej jednostce. Od 12.2024 r. do dzisiaj Kandydat pracuje jako adiunkt badawczy i specjalista naukowo-techniczny na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej.

2. Charakterystyka i ocena cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe

Wniosek dr. inż. Mirosława Kruszewskiego do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa w punkcie 4. Autoreferatu zawiera opis osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust.1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Osiągnięcia w postaci **cyklu 8. powiązanych tematycznie publikacji** Habilitant zatytułował „**Synteza i właściwości materiałów termoelektrycznych na bazie CoSb₃ do zastosowań w modułach termoelektrycznych**”. W skład cyklu wchodzi:

- **jedna publikacja autorska** [A8],
- **5 publikacji współautorskich** [A1, A3, A4, A6, A7], w których Habilitant jest pierwszym autorem i autorem korespondencyjnym,
- **2 publikacje współautorskie** [A2, A5], w których Habilitant nie był pierwszym autorem i nie był autorem korespondencyjnym.

Habilitant załączył do wniosku kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, a także **oświadczenia własne oraz współautorów wskazujące na wkład w powstanie tych publikacji**. Na podkreślenie zasługuje fakt, że **wszystkie prace wchodzące w skład cyklu opublikowano w czasopiśmie posiadającym współczynnik wpływu Impact Factor z dużą liczbą punktów wg MNiSW (od 40 do 200 pkt.)**. Z załączonych oświadczeń dotyczących wkładu poszczególnych autorów w publikacje współautorskie wynika, że **w większości prac współautorskich [A1, A3, A4, A6, A7] wkład Habilitanta był dominujący**, a w dwóch pracach [A2, A5] udział Habilitanta był znaczący, choć wydaje się mniejszy, niż pierwszego autora. **Swój wkład merytoryczny w powstanie publikacji współautorskich Habilitant scharakteryzował szczegółowo w Załączniku nr 3 (Autoreferat)**. Habilitant **nie podał w wykazie publikacji wchodzących w skład cyklu liczby cytowań każdej z nich wg bazy Web of Science, czy Scopus**. Stosunkowo łatwo było to sprawdzić w bazie Scopus, która umożliwia odrzucenie samocytowań wszystkich współautorów tak, by liczba cytowań była bardziej miarodajnym wskaźnikiem zainteresowania opublikowanymi pracami w środowisku naukowym i wkładu autorów w rozwijaną tematykę badawczą. Okazało się, że **publikacje wymienione w cyklu były łącznie cytowane 59 razy wg bazy Scopus (na dzień 10.02.2026r.) z wyłączeniem samocytowań wszystkich współautorów**, przy czym na tle innych wyróżnia się praca [A2] cytowana 26 razy. **Nie są to może wskaźniki wybitne, niemniej wskazują na dość istotne zainteresowanie treścią opublikowanych prac na**

arenie międzynarodowej i świadczą o zauważalnym wkładzie Habilitanta w prezentowaną tematykę badawczą.

W załączniku 3 (Autoreferat) w punkcie 4.3 Kandydat bardzo szczegółowo przedstawia „*Omówienie celu naukowego cyklu artykułów i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich potencjalnego zastosowania*”, wspierając je wieloma dobrze dobranymi ilustracjami. Omówienie to zaczyna się od *Wprowadzenia*, stanowiącego analizę danych literaturowych w aspekcie badań realizowanych w ramach zgłoszonego cyklu publikacji. Następnie w rozdziale *Cel naukowy i strategia badawcza cyklu* Habilitant stwierdza, że **celem naukowym cyklu publikacji zgłoszonego we wniosku o stopień doktora habilitowanego było opracowanie i wdrożenie kompleksowej strategii projektowania i wytwarzania materiałów termoelektrycznych na bazie skutterudytu CoSb_3 , prowadzącej od nowatorskich metod ich syntezy i konsolidacji aż do wytworzenia i oceny prototypowych złączy i modułów**. Strategia ta obejmowała w szczególności:

- rozwój szybkich i skalowalnych metod wytwarzania (reakcja SHS - self-propagating high-temperature synthesis - w połączeniu z konsolidacją PPS - pulse plasma sintering), pozwalających uzyskać materiały o wysokiej jednorodności chemicznej i fazowej,
- optymalizację właściwości transportowych poprzez odpowiednie domieszkowanie, w celu zwiększenia bezwymiarowego współczynnika dobroci termoelektrycznej ZT,
- ocenę odporności materiałów skutterudytowych na utlenianie w warunkach wysokotemperaturowych i wskazanie mechanizmów ich degradacji,
- zaprojektowanie i przetestowanie oryginalnych barier dyfuzyjnych, zwiększających trwałość i stabilność złączy skutterudytowych w warunkach eksploatacyjnych,
- wytworzenie i walidację złączy segmentowych oraz prostego prototypu modułu termoelektrycznego, stanowiących demonstrację aplikacyjnego potencjału opracowanych technologii.

W dalszej części autoreferatu dr inż. Mirosław Kruszewski przedstawia szczegółowe wyniki badań składających się na cykl publikacji, którego opis został uporządkowany zgodnie z głównymi problemami badawczymi:

1. **Zastosowanie metody PPS w konsolidacji skutterudytów na bazie CoSb_3 – mikrostruktura i właściwości termoelektryczne ([A1])** - Nowatorski charakter tych badań wynikał z faktu, że po raz pierwszy pokazano, że technika PPS może być skutecznie zastosowana do konsolidacji materiałów termoelektrycznych, takich jak CoSb_3 , a wysoka efektywność i krótki czas procesu potwierdziły użyteczność tej techniki jako alternatywy dla klasycznych metod metalurgii proszków.
2. **Opracowanie i zastosowanie szybkiej metody wytwarzania skutterudytów na bazie CoSb_3 – mikrostruktura i właściwości termoelektryczne ([A3], [A4])** – Publikacje te potwierdziły, że technologia SHS–PPS może być z powodzeniem stosowana nie tylko do wytwarzania czystych materiałów, ale także do precyzyjnie domieszkowanych układów z zachowaniem wysokiej jakości mikrostruktury i właściwości termoelektrycznych.
3. **Badania nad jednorodnością właściwości materiałów termoelektrycznych ([A2], [A3], [A4], [A5])** - Publikacje [A4] i [A3] dostarczyły dwóch kluczowych wniosków dla

dalszych prac: a) domieszkowanie skutterydów pierwiastkami grupy VI może prowadzić do uzyskania materiałów o wysokiej jednorodności oraz wysokiej potencjalnej sprawności konwersji energii, b) technika STM (scanning thermoelectric microprobe) stanowi skuteczne narzędzie weryfikacji jednorodności materiałów przeznaczonych do dalszego zastosowania w modułach termoelektrycznych. W pracy [A2], która jako pierwsza dotyczyła innej grupy materiałowej niż skutterudyty, szczegółowo przebadano siarczek miedzi Cu_2S , który jest zaliczany do grupy superjonowych przewodników, w których wysoka ruchliwość kationów Cu^+ (koncepcja phonon-liquid electron-crystal, PLEC) sprzyja niskiej przewodności fononowej, ale jednocześnie zwiększa podatność materiału na lokalne zmiany składu i własności pod wpływem gradientów potencjału chemicznego lub pola elektrycznego. Zastosowanie metod minimalizujących przepływ prądu przez konsolidowany materiał: indukcyjnego prasowania na gorąco IHP (induction hot pressing) lub prądu przemiennego - SPS zasilanego prądem zmiennym (SPS auto current, AC) - pozwalało zachować zalety szybkiej konsolidacji, a równocześnie ograniczyć elektromigrację jonów podczas procesu. Publikacja [A5] była rozszerzeniem i kontynuacją badań nad grupą chalcogenków miedzi: Cu_2S i Cu_2Se . Celem było określenie, w jakim stopniu warunki konsolidacji SPS (przy zasilaniu prądem stałym lub zmiennym) wpływają na jednorodność materiałów termoelektrycznych. Zastosowanie prądu zmiennego (SPS-AC) stabilizowało właściwości i pozwoliło osiągnąć wyniki zbliżone do próbek po konsolidacji techniką IHP [A2]. Uzyskane wyniki potwierdziły, iż jednorodność funkcjonalna może być silnie uzależniona od szczegółowych parametrów konsolidacji, nawet przy zastosowaniu tej samej techniki spiekania. Wnioski płynące z powyższych prac [A2], [A3], [A4] i [A5] były możliwe do sformułowania dzięki zastosowaniu techniki STM do analizy jednorodności funkcjonalnej omawianych materiałów.

4. ***Badania odporności na utlenianie materiałów termoelektrycznych oraz właściwości i trwałości interfejsów ([A6], [A7], [A8])*** – W pracach tych przedstawiono badania nad odpornością skutterydów na degradację w warunkach wysokotemperaturowych ([A6]) oraz analizę stabilności interfejsów z wykorzystaniem opracowanych barier dyfuzyjnych ([A7]) i pomiędzy różnymi materiałami termoelektrycznymi ([A8]). Zagadnienia te były kluczowe w kontekście potencjalnego zastosowania materiałów termoelektrycznych w środowiskach przemysłowych. Głównym wnioskiem z pracy [A6] było stwierdzenie, że choć domieszkowanie Se i Te poprawia parametry termoelektryczne (wysokie ZT), to znacząco pogarsza odporność na utlenianie poprzez obniżenie temperatury rozpadu fazy CoSb_3 i zmianę mechanizmu utleniania. Oznacza to, że dalszy rozwój materiałów termoelektrycznych na bazie tego typu skutterydów wymaga projektowania powłok ochronnych oraz barier dyfuzyjnych, które zabezpieczą materiał przed oddziaływaniem środowiska pracy. W pracy [A7] skupiono się na zagadnieniu wytwarzania barier dyfuzyjnych na bazie kobaltu oraz stabilności złączy wytworzonych z ich udziałem i materiału CoSb_3 . Celem badań było określenie optymalnych parametrów PPS wytwarzania barier i złączy oraz zbadanie wpływu rodzaju zastosowanej bariery na mikrostrukturę, skład fazowy i chemiczny złącza po długotrwałym wygrzewaniu w podwyższonej temperaturze. Bariery i złącza wytworzono przy użyciu techniki PPS. Do badań barier wybrano cztery różne układy materiałowe: Co-Cr, Co-Ni-Cr, Co-W i Co-Ni-W. Otrzymane wyniki pozycjonowały Co-Ni-Cr jako barierę o najmniejszej kinetyce wzrostu, podczas gdy układ Co-Ni-W wykazywał najsilniejszą tendencję do narastania warstwy

dyfuzyjnej. Warto podkreślić, że nikiel okazał się pierwiastkiem, którego obecność silnie modyfikuje równowagę fazową i kinetykę na granicy bariera/CoSb₃: eliminuje lub znacząco ogranicza powstawanie fazy CoSb₂ i sprzyja tworzeniu (Co,Ni)Sb. Pomimo zwiększania grubości warstw reakcyjnych, rozkład współczynnika Seebecka pozostawał stabilny przed i po starzeniu, z wartościami pośrednimi ograniczonymi do wąskiego pasa na granicy materiał–bariera. Taki obraz potwierdził kompatybilność elektryczną układów i sugerował, że kontrolowane procesy dyfuzji nie destabilizują transportu nośników w strefie złącza. Publikacja [A8] dotyczyła projektowania i oceny trwałości segmentowych złączy termoelektrycznych wykonanych z materiałów skutterudytowych, pracujących w różnych zakresach temperatur. Głównym celem badań było zweryfikowanie możliwości wykorzystania złączy typu n i p złożonych z odpowiednio dobranych materiałów skutterudytowych w celu maksymalizacji skuteczności konwersji energii, przy jednoczesnym zachowaniu stabilności strukturalnej, chemicznej i elektrycznej interfejsów. Do badań wytypowano dwa zestawy materiałów: a) dla segmentu typu n: In_{0,4}Co₄Sb₁₂ / Co₄Sb_{10,8}Te_{0,6}Se_{0,6}, oraz b) dla segmentu typu p: CeFe₃Co_{0,5}Ni_{0,5}Sb₁₂ / In_{0,25}Co₃FeSb₁₂. Złącza zostały wytworzone metodą PPS, w których następnie ocenie poddano mikrostrukturę, skład chemiczny oraz rozkład właściwości termoelektrycznych w strefie przejściowej, zarówno w stanie wyjściowym, jak i po testach starzeniowych (773 K, 168 h). Badania mikrostruktury potwierdziły dobrą jakość połączenia w obu złączach. Nie stwierdzono porowatości lub pęknięć w obszarze granicy rozdziału. Pod kątem mikrostrukturalnym interfejs w pierwszym złączu nie był możliwy do jednoznacznego określenia, co sugeruje wysoką zgodność chemiczną i strukturalną segmentów. Natomiast w drugim złączu, dzięki obecności faz zanieczyszczających (głównie tlenków), dało się łatwo określić granicę rozdziału pomiędzy segmentami. Dzięki wykorzystaniu techniki STM można było dowiedzieć, że w obu rodzajach złączy rozkład współczynnika Seebecka przed i po wygrzewaniu pozostał stabilny, co świadczyło o trwałości właściwości transportowych na poziomie lokalnym. Dodatkowo, w pracy [A8] pierwszy raz wykorzystano technikę liniowego pomiaru rezystancji elektrycznej, dzięki której możliwe było wyznaczenie oporu kontaktowego wytworzonych złączy. Złącza cechowały się niskim oporem kontaktowym, który po procesie starzenia dodatkowo się zmniejszał. Publikacja [A8] dostarczyła przekonujących dowodów na możliwość zastosowania wybranych kombinacji materiałowych w segmentowych modułach termoelektrycznych do pracy w temperaturach rzędu 700–800 K, przy zachowaniu wysokiej trwałości i stabilności interfejsów.

5. **Prototyp modułu termoelektrycznego** – Jako ostatnią część prezentowanych osiągnięć naukowych dr inż. Mirosław Kruszewski wskazał praktyczne wykorzystanie otrzymanych wyników pod kątem zaprojektowania i wytworzenia prototypu prostego modułu termoelektrycznego. Przedstawiony został całościowy proces technologiczny wytwarzania prototypu, który obejmował wyjęcie od pierwiastków chemicznych, poprzez procesy syntezy, konsolidacji, cięcia i lutowania. Do wytworzenia modułu wykorzystano materiały termoelektryczne i bariery dyfuzyjne w całości wytworzone samodzielnie. Prototyp wykonano w układzie klasycznym (p–n) z zastosowaniem próżniowego lutowania indukcyjnego stopem amorficznym na bazie miedzi. Kontakty elektryczne zostały wykonane z kompozytów W-Cu, których rozszerzalność cieplna została dopasowana do rozszerzalności cieplnej materiałów termoelektrycznych. Testy wstępne wykazały

poprawne działanie układu – potwierdzono obecność różnicy potencjałów generowanej pod wpływem gradientu temperatury oraz odpowiedź cieplną przy zastosowaniu zasilania prądowego. Zastosowanie zaprojektowanych barier dyfuzyjnych na bazie kobaltu skutecznie ograniczało powstawanie naprężeń mechanicznych na granicy pomiędzy materiałami termoelektrycznymi a kontaktami elektrycznymi. Efektem tego było zachowanie integralności strukturalnej złączy. Nie zaobserwowano żadnych pęknięć, delaminacji ani degradacji w trakcie testów funkcjonalnych.

Za najważniejsze osiągnięcia prezentowanego cyklu publikacji należy niewątpliwie uznać:

- Opracowanie szybkiej i skalowalnej technologii syntezy oraz konsolidacji skutterudydów na bazie CoSb_3 , umożliwiającej uzyskanie materiałów o wysokiej gęstości, jednorodnej mikrostrukturze i stabilnych właściwościach,
- Zidentyfikowanie skutecznych metod obniżenia przewodnictwa fononowego, poprzez domieszkowanie pierwiastkami z grupy chalcogenków (Se, Te) i optymalizację rozkładu tych domieszek w strukturze,
- Zbadanie odporności materiałów na utlenianie w warunkach wysokotemperaturowych, wraz z charakterystyką mechanizmów degradacji oraz propozycjami zabezpieczeń powierzchni,
- Projekt i badanie trwałych złączy materiałowych, obejmujących zarówno połączenia skutterudyd–skutterudyd, jak i skutterudyd–bariera dyfuzyjna. Oceniono kompatybilność chemiczną, mikrostrukturalną i funkcjonalną złączy, także po testach starzeniowych,
- Zastosowanie zaawansowanych technik analizy lokalnej, takich jak mapowanie powierzchniowego rozkładu współczynnika Seebecka i rezystywności, co umożliwiło ilościową ocenę jednorodności funkcjonalnej i stabilności interfejsów,
- Zbudowanie i przetestowanie prototypu modułu termoelektrycznego, wykonanego z materiałów własnej syntezy i z zastosowaniem opracowanych rozwiązań, o potwierdzonej stabilności strukturalnej i elektrycznej.

Niewątpliwie cykl publikacji pt. „**Synteza i właściwości materiałów termoelektrycznych na bazie CoSb_3 do zastosowań w modułach termoelektrycznych**” wnosi istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej poprzez:

- **Zastosowanie szybkiej syntezy SHS i konsolidacji PPS dla skutterudydów opartych na związku CoSb_3 , co pozwoliło uzyskać materiały o bardzo dobrych właściwościach transportowych przy znacznym skróceniu czasu wytwarzania oraz ich weryfikacji na poziomie prototypu modułu,**
- **Rozwinięcie metody mapowania lokalnych właściwości termoelektrycznych z użyciem skaningowej sondy STM, co pozwoliło na ocenę jednorodności funkcjonalnej materiałów w skali mikrometrycznej,**
- **Szczegółowe badania odporności na utlenianie oraz trwałości interfejsów materiał termoelektryczny–bariera i zaprojektowanie nowych barier ochronnych na bazie kobaltu (Co–W, Co–Ni–W, Co–Cr, Co–Ni–Cr), które zostały zgłoszone do ochrony patentowej. Badania te poszerzyły wiedzę na temat stabilności materiałów termoelektrycznych w warunkach długotrwałej eksploatacji,**

- Opracowanie segmentowych złączy na bazie zoptymalizowanych skutterudytów, wykazujących stabilność strukturalną, chemiczną i elektryczną po 168 h wygrzewania w 773 K,
- Wytworzenie prototypu modułu termoelektrycznego, będącego praktyczną weryfikacją przyjętych założeń i umożliwiającego przejście od badań materiałowych do realnego zastosowania modułu termoelektrycznego,
- Integrację zaawansowanych metod syntezy, oceny i projektowania materiałów z inżynierią trwałych złączy – co stanowi pełny i praktyczny model rozwoju materiałów funkcjonalnych nowej generacji.

W wykazie osiągnięć naukowych (załącznik 4) Habilitant wskazuje także, opisane szczegółowo w punkcie 5. Autoreferatu, **zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy:**

- 1) Prototyp prostego modułu termoelektrycznego (opracowany w ramach projektów LIDER i SONATA), **opisany jako rezultat prowadzonych badań w ramach prezentowanego cyklu publikacji,**
- 2) Stanowisko do lutowania indukcyjnego w atmosferze ochronnej (opracowane w ramach projektu LIDER),
- 3) Bariery dyfuzyjne na bazie Co-W, Co-Cr, Co-Ni-W i Co-Ni-Cr (opracowane w ramach projektu LIDER),
- 4) Modyfikacja układu ignitronu w systemie PPS,
- 5) Skalowanie procesu PPS do większych wymiarów i liczby próbek.

W opisie osiągnięcia naukowego dr inż. Mirosław Kruszewski nie ustrzegł się pewnych drobnych błędów stylistycznych i redakcyjnych, co nie umniejsza oczywiście wartości naukowej prezentowanych badań, po prostu Habilitant powinien w przyszłości zwrócić większą uwagę na stosowane sformułowania podczas redagowania podobnych opracowań.

Podsumowując, przedstawiony jako osiągnięcie naukowe cykl publikacji jest spójny i w konsekwentny sposób prowadzi do sformułowania wniosków, które mają duże znaczenie i wnoszą istotny wkład w rozwój inżynierii materiałowej, w szczególności w zakresie syntezy i badań właściwości materiałów termoelektrycznych na bazie CoSb_3 do zastosowań w modułach termoelektrycznych. Na uwagę zasługuje aspekt aplikacyjny zaprezentowanych osiągnięć, a zwłaszcza wytworzenie prototypu modułu termoelektrycznego, będącego praktyczną weryfikacją przyjętych założeń i efektem przeprowadzonych badań materiałowych.

3. Charakterystyka i ocena dorobku naukowo-badawczego

Zgodnie z wykazem osiągnięć naukowych (załącznik 4) **przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych dr inż. Mirosław Kruszewski był współautorem 6. artykułów naukowych, z których 5 było opublikowanych w czasopismach posiadających współczynnik wpływu Impact Factor, a także autorem tłumaczenia i redaktorem naukowym 13. rozdziału „Praca na gorąco: stosowanie materiałów w wysokich temperaturach” (s. 33–67) w książce „Inżynieria Materiałowa”, Tom II, M. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon, Wydawnictwo Galaktyka, 2010. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant był autorem jednego i współautorem 25. artykułów naukowych, z których 22 opublikowano w czasopismach posiadających współczynnik**

wplywu **Impact Factor**. Większość z tych czasopism charakteryzowała się dużą liczbą punktów wg MNiSW, a na szczególną uwagę zasługują prace opublikowane w takich renomowanych czasopismach, jak: **Journal of Magnesium and Alloys, Ceramics International, Journal of Alloys and Compounds, Metallurgical and Materials Transactions A, Materials and Design, Applied Surface Science, Journal of Building Engineering, Materials Characterization.**

Dr inż. Mirosław Kruszewski odnotował łącznie 19 wystąpień na konferencjach naukowych, w tym w 7 wystąpień przed uzyskaniem stopnia doktora i 12 po jego uzyskaniu. Wśród tych konferencji 15 było konferencjami zagranicznymi, 3 – konferencjami międzynarodowymi w Polsce, a jedna - krajową. Habilitant wygłosił też jeden wykład na zaproszenie w jednostce naukowej za granicą po uzyskaniu stopnia doktora (National Institute for Material Science, Tsukuba, Japonia, 06.03.2023 r.).

Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant był członkiem zespołu organizacyjnego i technicznego konferencji „Krajowe Forum Konsultacyjne Centrum Bezpieczeństwa Technicznego” w latach 2008 r. – 2011 r. oraz członkiem zespołu organizacyjnego i technicznego konferencji „European Materials Research Society” w latach 2008 r. – 2009 r.

W punkcie IV. Wykazu osiągnięć naukowych (załącznik 4) Kandydat podaje dane naukometryczne. **Sumaryczny Impact Factor opublikowanych prac wynosi 119,566, a sumaryczna punktacja wg MNiSW 2734 pkt.** Według stanu na dzień 10.10.2025 r. Habilitant wskazuje na łączną liczbę cytowań 718 zgodnie z bazą Scopus i 639 zgodnie z bazą Web of Science. Natomiast podana liczba cytowań bez autocytowań wynosi 642 wg bazy Scopus i 566 wg bazy Web of Science. Kandydat podaje też Indeks Hirscha na dzień 23.05.2025 r. Wg bazy Scopus i Web of Science wynosił on 13. **Wydaje się, że te dane są nieco zawyżone. Najłatwiej to sprawdzić w bazie Scopus, która umożliwia wyeliminowanie autocytowań wszystkich współautorów, co daje najbardziej miarodajne dane naukometryczne. Dane na dzień 18.02.2026 r. wskazują wg bazy Scopus na indeks Hirscha 11 przy liczbie cytowań 631 (bez autocytowań wszystkich współautorów) i liczbie publikacji 35.** Niezależnie od tej korekty wskaźniki te wydają się wskazywać na istotnie zauważalny wkład działalności naukowej dr. inż. Mirosława Kruszewskiego w rozwój wiedzy w reprezentowanej dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Na uwagę zasługuje udział Habilitanta w zespołach badawczych realizujących projekty uzyskane w drodze konkursów. Przed doktoratem dr inż. Mirosław Kruszewski uczestniczył w realizacji 4. takich projektów. Był kierownikiem jednego projektu **PRELUDIUM finansowanego przez NCN** („Skutterudytowe materiały termoelektryczne”, 03.2014 r. - 09.2016 r.), wykonawcą w dwóch projektach finansowanych przez **NCBiR** („Innowacyjne moduły termoelektryczne do konwersji energii”, Program Badań Stosowanych, 03.2015 r. - 08.2018 r. i „Nowe materiały konstrukcyjne o podwyższonej przewodności cieplnej”, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, 01.2010 r. - 03.2014 r.) oraz wykonawcą w projekcie finansowanym w ramach programu **EURATOM** („Badania materiałowe i obliczenia numeryczne służące konstrukcji przyszłego reaktora syntezy termojądrowej”, 01.2008 r. - 12.2013 r.). Po doktoracie Habilitant uczestniczył w pracach 6. zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów, w tym w 3. w roli kierownika projektu. Był kierownikiem projektu **LIDER finansowanego przez NCBiR** („Efektywne bariery dyfuzyjne do zastosowań w systemach do konwersji energii”, 01.2022 r. – 06.2025 r.), projektu **SONATA finansowanego przez NCN** („Materiały termoelektryczne otrzymane na drodze reakcji SHS”, 02.2017 r. - 07.2021 r.) oraz projektu **TANGO finansowanego przez NCBiR** („Elastyczne moduły

termoelektryczne”, 10.2019 r. - 12.2020 r.). Był też wykonawcą bilateralnego projektu polskotajwańskiego finansowanego przez NCBiR („Development of Si-based and Ge-based Nanostructured Thermoelectric Bulk Materials”, 04.2017 r. - 12.2020 r.), projektu finansowanego z programu Horizon2020 UE („New generation of high thermal efficiency components packages for space”, 01.2019 r. - 03.2023 r.) oraz projektu finansowanego w ramach programu EURATOM („IFMIF-DONES Preparatory Phase”, 10.2019 r. - 12.2021 r.). Nietrudno zauważyć, że większość tych projektów była związana z tematyką przedstawionego do oceny cyklu publikacji. Habilitant wykonywał w nich zarówno zadania eksperymentalne, jak i organizacyjne, inżynierskie, czy koncepcyjne.

Habilitant wykazał się istotną współpracą naukową z innymi uczelniami lub jednostkami naukowymi w kraju i za granicą, co znajduje potwierdzenie w stażach naukowych odbytych w tych jednostkach. Współpraca ta miała charakter długofalowy lub projektowy i obejmowała wspólne eksperymenty, wykorzystanie specjalistycznej aparatury badawczej, konsultacje technologiczne, a także wspólne publikacje naukowe. Realizowane działania w znaczącym stopniu przyczyniły się do rozwoju kompetencji badawczych wnioskodawcy oraz do integracji środowiska naukowego w obszarze materiałów funkcjonalnych, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów termoelektrycznych, kompozytów oraz zaawansowanych metod konsolidacji. **Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych dr inż. Mirosław Kruszewski zrealizował dwumiesięczny staż naukowy (07-08.2008 r.) w Max Planck Institute for Plasma Physics (Garching), gdzie zajmował się zastosowaniem metod dyfrakcyjnych do analizy powierzchni materiałów przeznaczonych do zastosowań w fuzji termojądrowej. Następnie, w dniach 5-18.09.2010 r. uczestniczył w szkole letniej w Jülich Research Centre (Jülich) oraz Heinz Maier-Leibnitz Neutron Science Centre (Garching), która obejmowała zarówno wprowadzenie teoretyczne do technik neutronowych i dyfrakcji, jak i praktyczne eksperymenty z ich wykorzystaniem. W roku 2014 (przed uzyskaniem stopnia doktora) Kandydat zapoczątkował współpracę z Państwowym Instytutem Technologicznym w Petersburgu (Rosja), która kontynuowana była po doktoracie do roku 2017 i była skoncentrowana na projektowaniu i wytwarzaniu kompozytów Cu/diament przeznaczonych do zastosowań w zarządzaniu ciepłem. Wspólne badania objęły m.in. pomiary zawartości azotu w proszkach diamentowych oraz wykorzystanie proszków diamentowych z wytworzonymi powłokami na bazie wolframu jako fazy zbrojącej w materiałach kompozytowych o osnowie miedzi. Efektem tej współpracy były dwie publikacje opublikowane w latach 2015 i 2017:**

- A.M. Abyzov, M.J. Kruszewski, Ł. Ciupiński, M. Mazurkiewicz, A. Michalski, K.J. Kurzydłowski, Diamond-tungsten based coating-copper composites with high thermal conductivity produced by Pulse Plasma Sintering, Mater. Des. 76 (2015) 97–109, IF: 3,997, MNiSW 35 pkt.

- Ł. Ciupiński, M.J. Kruszewski, J. Grzonka, M. Chmielewski, R. Zieliński, D. Moszczyńska, A. Michalski, Design of interfacial Cr₃C₂ carbide layer via optimization of sintering parameters used to fabricate copper/diamond composites for thermal management applications, Mater. Des. 120 (2017) 170–185, IF: 5,029, MNiSW 35 pkt.

Po uzyskaniu stopnia doktora, w grudniu 2015 roku Kandydat zrealizował pięciodniowy pobyt naukowy w Helmholtz-Zentrum Berlin for Materials and Energy (Berlin), gdzie w reaktorze BER II przeprowadził eksperymenty dyfrakcji neutronów mające na celu pomiar naprężeń resztkowych w kompozytach miedź/diament o wysokiej przewodności cieplnej. Doświadczenia te pozwoliły na pogłębienie wiedzy z zakresu nowoczesnych metod dyfrakcyjnych

oraz ich praktycznego zastosowania w badaniach materiałowych. **Od 2015 roku wnioskodawca aktywnie współpracuje z Siecią Badawczą Łukasiewicz** Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki (dawny Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych), realizując pomiary właściwości cieplnych na potrzeby badań nad materiałami kompozytowymi i termoelektrycznymi. Współpraca ta ma charakter strategiczny i długofalowy, obejmując wspólną realizację projektów badawczych, w tym PRELUDIUM, SONATA, TANGO oraz LIDER. **Jej efektem był szereg wspólnych publikacji naukowych, z których najważniejsze to:**

- R. Zybala, M. Schmidt, K. Kaszyca, M. Chmielewski, M.J. Kruszewski, M. Jasiński, M. Rajska, Ciupiński, Characterization of nanostructured bulk cobalt triantimonide doped with tellurium and indium prepared by pulsed plasma in liquid method, Bull. Polish Acad. Sci. Tech. Sci. 68 (2020) 125–134, IF: 1,662, MNiSW 100 pkt.

- M.J. Kruszewski, R. Zybala, Ł. Ciupiński, M. Chmielewski, B. Adamczyk-Cieślak, A. Michalski, M. Rajska, K.J. Kurzydłowski, Microstructure and thermoelectric properties of bulk cobalt antimonide (CoSb₃) skutterudites obtained by pulse plasma sintering, J. Electron. Mater. 45 (2016) 1369–1376, IF: 1,579, MNiSW 25 pkt.

- M.J. Kruszewski, K. Cymerman, R. Zybala, M. Chmielewski, M. Kowalczyk, J. Zdunek, Ł. Ciupiński, High homogeneity and ultralow lattice thermal conductivity in Se/Te-doped skutterudites obtained by self-propagating high-temperature synthesis and pulse plasma sintering, J. Alloys Compd. 909 (2022) 164796, IF: 6,2, MNiSW 100 pkt.

Od 2016 roku Kandydat współpracuje z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie. Zakres tej współpracy obejmuje m.in. pomiary właściwości termoelektrycznych, w tym ocenę jednorodności rozkładu potencjału Seebeck na powierzchni, analizę dyfrakcyjną (XRD) oraz analizę Rietvelde. Współpraca ta zaowocowała wspólnymi publikacjami, dotyczącymi badań nad właściwościami Cu₂S i Cu₂Se oraz oceny wpływu parametrów konsolidacji (DC/AC) na jednorodność funkcjonalną materiałów. Wspólne działania badawcze były realizowane również w ramach projektu LIDER. **Do najważniejszych wspólnych publikacji należą zaliczyć:**

- P. Nieroda, V. Tyrpekl, M.J. Kruszewski, J. Leszczyński, P. Rutkowski, A. Kusior, A. Wojteczko, M. Rudnik, B. Lenoire, A. Koleżyński, “SPS melting” method: a new way for one-step fast synthesis and sintering of Cu₂Se superionic thermoelectric materials with excellent thermoelectric properties, Ceram. Int. (2025) 107223, IF: 5,6, MNiSW 100 pkt.

- P. Nieroda, M.J. Kruszewski, J. Leszczyński, K. Mars, A. Koleżyński, Influence of DC and AC current in the SPS sintering process on homogeneity of thermoelectric properties of Cu₂S and Cu₂Se, Ceram. Int. 49 (2023) 9681–9690, IF: 5,1, MNiSW 100 pkt.

Od 2022 roku dr inż. Mirosław Kruszewski współpracuje z National Institute for Materials Science (NIMS, Japonia), w ramach konsultacji naukowych oraz specjalistycznych pomiarów właściwości termoelektrycznych. **W 2023 roku Habilitant odbył w NIMS miesięczny staż badawczy, który stanowił istotny etap rozwoju naukowego.** Staż ten obejmował projektowanie, wytwarzanie oraz modyfikację materiałów skutterudytowych, ze szczególnym uwzględnieniem kontroli mikro- i nanostruktury oraz oceny ich wpływu na właściwości transportowe. Pobyt w NIMS pozwolił na dostęp do światowej klasy infrastruktury badawczej oraz bezpośrednią współpracę z czołowymi ekspertami w dziedzinie materiałów termoelektrycznych. Dzięki temu wnioskodawca zdobył unikalne kompetencje w zakresie nowoczesnych metod analizy mikro/nanoporowatości i ich powiązania z parametrami transportowymi, a jednocześnie miał możliwość konfrontacji wyników własnych badań z najnowszymi osiągnięciami światowymi w tej tematyce. **Od 2022 roku dr inż. Mirosław Kruszewski współpracuje z Politechniką**

Białostocką, gdzie uczestniczył w opracowaniu technologii wytwarzania kompozytów na osnowie Mg z dodatkiem biokrzemionki pochodzenia naturalnego (*Didymosphenia geminata*). Badania te zaowocowały publikacją dotyczącą wpływu bio-napełniaczy na mikrostrukturę i właściwości kompozytów na bazie Mg:

- I.B. Zgłobicka, A. Dobkowska, A. Zielińska, E. Borucinska, M.J. Kruszewski, R. Zybala, T. Płociński, J. Idaszek, J. Jaroszewicz, K. Paradowski, B. Adamczyk-Cieślak, K. Nikiforow, B. Bucholc, W. Świąszkowski, K.J. Kurzydłowski, In-depth analysis of the influence of bio-silica filler (*Didymosphenia geminata* frustules) on the properties of Mg matrix composites, *J. Magnes. Alloy.* (2023), IF: 15,8, MNiSW 100 pkt.

W ostatnim czasie działalność naukowa Kandydata została rozszerzona o współpracę z Oak Ridge National Laboratory (USA), Université Lorraine (Francja) i Slovak Academy of Sciences (Słowacja). Kandydat wykazał w dorobku pobyt naukowy (3 dni) w Slovak Academy of Sciences, Koszyce, Słowacja (11.2022 r.). Wizyta związana była z wytwarzaniem i charakteryzacją materiałów termoelektrycznych na bazie Ag_2S .

Aktywność naukowa dr. inż., Mirosława Kruszewskiego obejmuje także działania organizacyjne i środowiskowe. **Kandydat pełni funkcję redaktora w czasopismach *Frontiers in Electronic Materials* oraz *Frontiers in Materials*, a także był redaktorem gościnnym wydania specjalnego czasopisma *Materials*. Recenzował łącznie 28 artykułów naukowych dla renomowanych czasopism (m.in. *Applied Surface Science*, *Carbon*, *Scientific Reports*, *Materials & Design*) oraz wnioski projektowe w ramach M-ERA.NET (2 wnioski) i Horizon Europe w programie *Maria Skłodowska-Curie Actions* (Doctoral Networks – 5 wniosków, Postdoctoral Fellowships – 9 wniosków).**

W zakresie współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym na uwagę zasługuje fakt, że dr inż. Mirosław Kruszewski jest współautorem dwóch patentów:

- Patent PAT.229005: „Mieszanka proszku miedzi i diamentu, zwłaszcza do wytwarzania materiałów kompozytowych oraz zastosowanie alkoholu izopropylowego do wytwarzania mieszanki proszku miedzi i diamentu”, udzielenie patentu 08.12.2017 r., M.J. Kruszewski (50%), Ł. Ciupiński (30%), K. Kurzydłowski (20%),

- Patent PAT.239106: „Sposób wytwarzania modułów termoelektrycznych w jednoetapowym procesie łączenia elementów przy wykorzystaniu techniki spiekania FAST/SPS i urządzenie realizujące ten sposób”, udzielenie patentu: 08.11.2021 r., R. Zybala (51%), K. Kaszyca (10%), R. Zieliński (10%), M. Schmidt (9%), M. Chmielewski (5%), M.J. Kruszewski (5%), Ł. Ciupiński (5%), K. Pietrzak (5%).

oraz czterech zgłoszeń patentowych dotyczących barier dyfuzyjnych na bazie kobaltu i integracji modułów:

- Zgłoszenie patentowe P.447876: „Materiał bariery dyfuzyjnej zawierający metaliczny wolfram, sposób wytwarzania bariery dyfuzyjnej, moduł termoelektryczny oraz sposób wytwarzania modułu termoelektrycznego”, data zgłoszenia: 28.02.2024 r., M.J. Kruszewski (50%), K. Cymerman (25%), J. Flaga (25%),

- Zgłoszenie patentowe P.447877: „Materiał bariery dyfuzyjnej zawierający metaliczny chrom, sposób wytwarzania bariery dyfuzyjnej, moduł termoelektryczny oraz sposób wytwarzania modułu termoelektrycznego”, data zgłoszenia: 28.02.2024 r., M.J. Kruszewski (50%), K. Cymerman (25%), J. Flaga (25%),

- Zgłoszenie patentowe P.448897: „Moduł termoelektryczny oraz sposób wytwarzania modułu termoelektrycznego”, data zgłoszenia: 20.06.2024 r., M.J. Kruszewski (50%), K. Cymerman (25%), J. Flaga (25%),
- Zgłoszenie patentowe P.448898: „Moduł termoelektryczny oraz sposób wytwarzania modułu termoelektrycznego”, data zgłoszenia: 20.06.2024 r., M.J. Kruszewski (50%), K. Cymerman (25%), J. Flaga (25%).

Habilitant przed uzyskaniem stopnia doktora był członkiem European Thermoelectric Society i International Thermoelectric Society w latach 2015-2016. Po uzyskaniu stopnia doktora jest członkiem International Thermoelectric Society i The Minerals, Metals & Materials Society, a w latach 2023-2024 był członkiem European Thermoelectric Society. Kandydat brał też udział w szkoleniach, które rozwijały jego kompetencje: projektowe i zarządcze, lidarskie i samoświadomości oraz techniczne i cyfrowe.

Kandydat otrzymywał stypendia i wyróżnienia w związku z prowadzoną działalnością naukową. Wyróżnienia potwierdzają zarówno innowacyjność prowadzonych prac, jak i ich wartość naukową oraz aplikacyjną. Otrzymane nagrody miały charakter zarówno międzynarodowy, jak i krajowy i odnosiły się do rezultatów wdrażanych w praktyce technologicznej oraz rozwoju kariery naukowej. W 2013 roku praca dotycząca zintegrowanego rozpraszacza ciepła na bazie kompozytu miedź–diament została uhonorowana Złotym Medalem oraz Nagrodą Specjalną podczas międzynarodowej wystawy wynalazków i nowych produktów INPEX – Invention & New Product Exposition w Pittsburghu (USA). Habilitant został także laureatem Stypendium Ministra Edukacji i Nauki dla wybitnych młodych naukowców w roku 2021. Wyróżnienie to przyznawane jest osobom, które wykazały się znaczącymi osiągnięciami naukowymi i potencjałem rozwoju kariery badawczej w skali krajowej i międzynarodowej.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Mirosława Kruszewskiego jest znaczący oraz wykazał się on istotną aktywnością w zakresie działalności naukowo-badawczej realizowanej w więcej niż jednej uczelni (jednostce naukowej) i spełnia w tym zakresie wymagania stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

4. Charakterystyka działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Kandydat nie był i nadal nie jest zatrudniony na stanowisku naukowo-dydaktycznym, jednak od początku pracy w Politechnice Warszawskiej aktywnie angażował się w proces dydaktyczny, łącząc działalność naukową z kształceniem studentów i młodych badaczy. Jego zaangażowanie dotyczyło głównie przedmiotów związanych z zastosowaniami materiałów w energetyce oraz inżynierii materiałowej ukierunkowanej na funkcjonalność i zaawansowane technologie. Dr inż. Mirosław Kruszewski prowadził wykłady z przedmiotu „Materiały dla energetyki” na kierunku Inżynieria Materiałowa, koncentrując się początkowo (rok akademicki 2012/2013) na tematyce związanej z materiałami dla fuzji termojądrowej, w tym zagadnienia odporności na promieniowanie neutronowe, kompatybilności z chłodziwami wysokotemperaturowymi oraz zjawiska zachodzących w materiałach konstrukcyjnych dla reaktorów termojądrowych. W kolejnych latach akademickich (2013/2014–2022/2023) Kandydat, prowadząc wykłady z tego przedmiotu, skupił się na materiałach termoelektrycznych, ich właściwościach fizykochemicznych, metodach syntezy i konsolidacji, wyzwaniach

technologicznych oraz perspektywach zastosowań w energetyce rozproszonej, przemyśle i motoryzacji. Przedmiot ten obejmował zagadnienia związane z dobozem, projektowaniem i oceną materiałów termoelektrycznych. Zakres wykładów był dostosowywany do aktualnych potrzeb dydaktycznych i rozwoju badań w dziedzinie, w której wnioskodawca specjalizuje się również naukowo. **Habilitant był promotorem dwóch prac dyplomowych magisterskich** (M. Kot, „Wytwarzanie i charakteryzacja antymonku kobaltu CoSb_3 , modyfikowanego selenem, otrzymanego na drodze reakcji SHS”, 2020 r. oraz J. Flaga, „Wytwarzanie i charakteryzacja materiałów skutterudytowych typu p, modyfikowanych pierwiastkami z grupy lantanowców, otrzymanych na drodze reakcji SHS”, 2023 r.), które dotyczyły zagadnień związanych z wytwarzaniem, mikrostrukturą i właściwościami funkcjonalnymi materiałów termoelektrycznych. W przypadku mgr inż. J. Flagi współpraca kontynuowana jest na poziomie studiów doktoranckich, w ramach których **Kandydat pełni rolę promotora pomocniczego w jego przewodzie doltorskim.**

Dr inż. Mirosław Kruszewski aktywnie angażuje się w działalność organizacyjną na poziomie uczelni, zespołu badawczego oraz międzynarodowego środowiska naukowego. Aktywność ta koncentruje się zarówno na rozwijaniu infrastruktury badawczej i dydaktycznej, organizacji wydarzeń naukowych, działalności redakcyjnej oraz pełnienia funkcji kierownika projektów. **Od 2015 roku Kandydat pełni funkcję opiekuna laboratorium termoelektrycznego,** w którym prowadzone są badania nad materiałami funkcjonalnymi wykorzystywanymi do konwersji energii cieplnej w energię elektryczną, a **w 2021 roku przejął również opiekę nad laboratorium PPS – unikalnym w skali świata stanowiskiem do konsolidacji materiałów z wykorzystaniem silnoprądowych impulsów elektrycznych.** Kandydat aktywnie uczestniczy w życiu międzynarodowej społeczności naukowej jako **redaktor tematyczny w czasopismach Frontiers in Materials oraz Frontiers in Electronic Materials.** Od 2024 roku **pełni również funkcję redaktora gościnnego wydania specjalnego czasopisma Materials** („Research Progress of Thermoelectric Materials, Modules and Applications”). Przed uzyskaniem stopnia doktora **Habilitant był członkiem zespołu organizacyjnego i technicznego konferencji „Krajowe Forum Konsultacyjne Centrum Bezpieczeństwa Technicznego”** w latach 2008 r. – 2011 r. oraz **członkiem zespołu organizacyjnego i technicznego konferencji „European Materials Research Society”** w latach 2008 r. – 2009 r. W okresie studiów doktoranckich **w roku akademickim 2012/2013 Kandydat pełnił funkcję Przewodniczącego Wydziałowej Rady Doktorantów,** reprezentując interesy doktorantów na forum wydziałowym i ogólnouczelnianym oraz współorganizując wydarzenia integrujące środowisko młodych naukowców.

Dr inż. Mirosław Kruszewski angażował się w działania popularyzujące naukę, których celem było przybliżenie zagadnień technicznych i przyrodniczych szerokiemu gronu odbiorców – od uczniów szkół podstawowych po dorosłych zainteresowanych współczesnymi technologiami. **W 2024 roku wziął udział w ogólnopolskim konkursie „O nauce po ludzku”,** organizowanym przez Politechnikę Śląską. Celem konkursu było przygotowanie popularnonaukowego artykułu na temat związany z aktualnymi badaniami naukowymi – w sposób przystępny i zrozumiały dla odbiorcy niespecjalistycznego. Artykuł, zatytułowany „Materiały termoelektryczne: klucz do odkrywania kosmosu”, poruszał temat wykorzystania materiałów termoelektrycznych w misjach kosmicznych, przedstawiając historię, zasadę działania i wyzwania związane z ich projektowaniem. **W 2016 roku koordynował współpracę pomiędzy Wydziałem Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej a Przedszkolem nr 263 w Warszawie,** opartą na

formalnej umowie. Współpraca ta obejmowała organizację i koordynację zajęć pokazowych łączących naukę i edukację wczesnoszkolną. W ramach działań skierowanych do młodzieży szkolnej współpracował także z Fundacją Adamed, która prowadziła program Adamed SmartUP – projekt naukowo-edukacyjny promujący nauki ścisłe i przyrodnicze wśród uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych.

Podsumowując stwierdzam, że dr inż. Mirosław Kruszewski wykazał się również dorobkiem dydaktycznym, organizacyjnym i popularyzującym naukę.

5. Wniosek końcowy

Dokonując całościowej oceny dorobku naukowo-badawczego dr. inż. Mirosława Kruszewskiego stwierdzam, że:

- dr inż. Mirosław Kruszewski posiada stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa,
- główne osiągnięcie naukowe dr. inż. Mirosława Kruszewskiego w postaci cyklu 8 publikacji zatytułowanego „Synteza i właściwości materiałów termoelektrycznych na bazie CoSb_3 do zastosowań w modułach termoelektrycznych” wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa, a także ma niekwestionowane walory aplikacyjne,
- dotychczasowe osiągnięcia naukowo-badawcze, udokumentowane przedstawionym cyklem publikacji, artykułami naukowymi w renomowanych czasopismach z listy JCR, wskaźnikami bibliograficznymi, udziałem w projektach badawczych, w konferencjach naukowych oraz stażami naukowymi i współpracą prowadzoną z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi dają podstawę do stwierdzenia, że dr inż. Mirosław Kruszewski wykazuje istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, czy instytucji naukowej.

W związku z powyższym stwierdzam, że dr inż. Mirosław Kruszewski spełnia wymagania stawiane kandydatom pretendującym do otrzymania stopnia doktora habilitowanego zawarte w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r., poz. 1668). Habilitant wykazał się również osiągnięciami dydaktycznymi, organizacyjnymi i popularyzującymi naukę. Wniosuję zatem o dopuszczenie dr. inż. Mirosława Kruszewskiego do dalszego postępowania przed Radą Naukową Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Warszawskiej w celu nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

