

Uniwersytet Zielonogórski
Wydział Mechaniczny
Instytut Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej
Prof. dr hab. Mieczysław Jurczyk

Poznań, 29.12.23 r.

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego **dr. inż. Rafała Kowerdzieja** w związku z ubieganiem się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa, na podstawie cyklu 10 publikacji pt.: „Przestrajalne metamateriały hybrydowe”

Podstawa opracowania recenzji: pismo Dziekana Wydziału Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej – Prof. dr. hab. inż. Krzysztofa Czupryńskiego z dnia 20 listopada 2023 r.

Ocenę merytoryczną dorobku dr. inż. Rafała Kowerdzieja opracowałem na podstawie następujących materiałów (wersja elektroniczna dokumentacji):

1. Wniosek przewodni
2. Dane wnioskodawcy
2. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora nauk technicznych
3. Autoreferat
4. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny
5. Oświadczenia habilitanta oraz współautorów wskazujące na ich wkład w powstanie publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
6. Kopie publikacji stanowiących osiągnięcia naukowe: artykuły H1-H10

1. Dane ogólne

Pan **dr inż. Rafał Kowerdziej** jest absolwentem Wojskowej Akademii Technicznej - magister inżynier fizyki technicznej, specjalność: fizyka komputerowa. Tytuł pracy magisterskiej: „Dobór polaryzatorów dla TN LCD pracującego w dużym oświetleniu zewnętrznym” – praca obroniona z wynikiem bardzo dobrym (2008 r.). Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria materiałowa, specjalność: metamateriały uzyskał w 2014 roku - tytuł rozprawy doktorskiej: „Liquid crystal metamaterial transducers with tunable parameters in GHz and THz frequency range”; rozprawa obroniona z wyróżnieniem (promotor: prof. dr hab. inż. Janusz Parka - WAT).

Od 01.10.2013 roku pracował w Instytucie Fizyki Technicznej, Wydział Nowych Technologii i Chemii, Wojskowa Akademia Techniczna na stanowisku starszego inżyniera, asystenta (lata 2015-16), adiunkta (lata 2016-18). Od 1.10.2018 r. pracuje w Instytucie Fizyki Technicznej WAT na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo - dydaktycznych.

2. Ocena aktywności naukowej

2.1. Tematyka głównego osiągnięcia naukowego pt.: „Przestrajalne metamateriały hybrydowe”

Osiągnięcie naukowe pod tytułem „Przestrajalne metamateriały hybrydowe” jest podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego - cykl 10 powiązanych tematycznie publikacji z listy czasopism JCR: Applied Physics Lett. (2x), Liquid Crystals (3x), Optics Express, Scientific Reports, Adv. Optical Mater. - review, Optics Express (2-gi współautor), Scientific Reports (2-gi współautor); w wymienionych 10 pracach Habilitant jest autorem korespondencyjnym. Sumaryczny Impact Factor z roku opublikowania/5-letni w przypadku wymienionego cyklu 10-ciu publikacji: 40.531/41.203 (dane naukometryczne Habilitanta na dzień 30.06.2023 r.).

Badania przestrajalnych właściwości metamateriałów hybrydowych zawierających materiały reagujące na bodźce zewnętrzne i elektromagnetyczne są przedmiotem działalności naukowo-badawczej dr. inż. R. Kowerdzieja. Koncentrują się one na projektowaniu, symulacjach numerycznych, wytwarzaniu i badaniu przestrajalnych właściwości hybrydowych mikro- i nanostruktur metamateriałowych. Wymieniona tematyka prac jest związana z nowoczesną inżynierią materiałową i znajduje się w głównym nurcie badań światowych.

Osiągnięcie naukowe pod tytułem „Przestrajalne metamateriały hybrydowe” jest podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

2.2. Ocena rezultatów badań

Rozwój naukowy Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora był możliwy dzięki pozyskaniu grantów badawczych i współpracy międzynarodowej. W latach 2014-2018 dr inż. R. Kowerdziej kierował trzema projektami badawczymi: Preludium - „Nowe materiały typu metal – dielektryk na bazie kwarcu i metali szlachetnych na zakres THz” (NCN), Sonata – „Ciekłokrystaliczne przetworniki z nanostrukturami metamateriałowymi o przestrajalnych parametrach w zakresie bliskiej podczerwieni” (NCN) oraz Iuventus Plus - „Przestrajalne właściwości przetworników metamateriałowych o krótkich czasach odpowiedzi w zakresie THz” (MNiSW).

Realizacja dobrze zaplanowanych badań w latach 2014-2023 umożliwiła napisanie istotnych dla rozwoju naukowego publikacji, z czego wszystkie tematycznie powiązane są z osiągnięciem naukowym zatytułowanym „Przestrajalne metamateriały hybrydowe”. Za wyróżniające osiągnięcia naukowe Habilitant został dwukrotnym laureatem prestiżowego stypendium Start przyznawanego przez FNP (2014-2015). Współpraca z prof. R. Caputo (University of Calabria) w 2018 roku w temacie metamateriałów hybrydowych zaowocowała pozyskaniem projektu bilateralnego w konkursie Canaletto finansowanym przez NAWA - „Aktywne metamateriały bazujące na nowej generacji materiałach ciekłokrystalicznych (LCMETA)” – kierownik projektu. Współpraca z University of Calabria umożliwiła redakcję autorskiego rozdziału w książce „Hybrid Flatland Metastructures”, pt. "Hybrid Metastructures Enabled by Dual-Frequency Liquid Crystals" oraz 3-ch publikacji naukowych w czasopismach z listy JCR. W 2020 roku został laureatem konkursu dla wybitnych młodych naukowców, organizowanego przez MNiSW. W 2023 roku Habilitant uzyskał kolejne finansowanie swoich badań - projekt badawczy Sonata Bis - „Przestrajalne i ultraszybkie terahercowe metamateriały hybrydowe bazujące na efekcie plazmonicznej przezroczystości” (NCN).

Istotnym osiągnięciem naukowym Habilitanta są przetworniki metamateriałowe wykorzystujące efekt synergetyczny, który polega na współdziałaniu zjawisk i właściwości fizycznych składników będących elementami struktury. Opracowane metamateriałowe przetworniki mogą pracować w różnych zakresach promieniowania elektromagnetycznego: i) przetworniki zbudowane w oparciu o mikrostruktury metamateriałowe pozwalają przestrajać amplitudę i fazę fal elektromagnetycznych w zakresie częstotliwości THz, ii) przetworniki z nanostrukturami metamateriałowymi – amplitudę i fazę fal elektromagnetycznych z zakresu widzialnego oraz bliskiej i średniej podczerwieni.

Najważniejsze osiągnięcia dotyczące przestrajalnych:

- i) mikrostruktur metamateriałowych - publikacje [H1-H5]:
 - wykonanie modeli numerycznych, przeprowadzenie optymalizacji metapowierzchni poprzez wykonanie serii symulacji numerycznych oraz opracowanie technologii i wykonanie ciekłokrystalicznych przetworników z mikrostrukturami metamateriałowymi o przestrajalnych (elektrycznie i termicznie) parametrach w zakresie THz;
 - opracowanie modelu hybrydowego przetwornika metamateriałowego o ujemnym i przestrajalnym współczynniku załamania;
 - zaprojektowanie i badanie eksperymentalne przestrajalnego filtra na zakres THz w postaci przetwornika stanowiącego hybrydowe połączenie metapowierzchni z warstwą nematyka, pozwalającego efektywnie kontrolować zarówno amplitudę jako i fazę promieniowania THz;
 - określenie wpływu dwójłomności nematycznych mieszanin ciekłokrystalicznych na zakres przestrojenia częstotliwości rezonansowej mikrostruktur metamateriałowych oraz obniżenie temperatury pracy przestrajalnych termicznie metamateriałów.

- ii) nanostruktur metamateriałowych - publikacje [H6-H8]:
 - opracowanie modelu numerycznego i przeprowadzenie symulacji elektromagnetycznych idealnego dwupasmowego ciekłokrystalicznego absorbera metamateriałowego o symetrii lustrzanej na zakres bliskiej podczerwieni dającego możliwość przestrajania zarówno amplitudy absorpcji (26.3%) jak i jej pasma (8 THz);
 - poszerzenie pasma absorpcji ww. absorbera poprzez zamodelowanie metastruktury wykonanej z tytanu, który umożliwia otrzymanie rezonansu metamateriałowego o niskim współczynniku dobroci;
 - zoptymalizowanie przestrajalności absorbera poprzez zastosowanie ciekłego kryształu o wysokiej wartości dwójłomności oraz określenie wpływu poszczególnych parametrów geometrycznych metapowierzchni na zakres i charakter absorpcji;
 - opracowanie koncepcji, zasymulowanie oraz scharakteryzowanie przestrajalnego przetwornika metamateriałowego wykorzystującego DFLLC, dzięki któremu otrzymano skrócone i symetryczne czasy przestrojenia rezonansu metamateriałowego nieprzekraczających 1ms zarówno jeśli chodzi o amplitudę transmisji (5.5%) jak i długość fali (100nm);
 - wyznaczenie przestrajalności efektywnej przenikalności elektrycznej ww. przetwornika i udowodnienie, że w zależności od częstotliwości impulsu sterującego metamateriał może się zachowywać jak efektywny metal bądź dielektryk;
 - współpraca międzynarodowa umożliwiła na przegląd stosowanych metod przestrajania oraz prowadzonych badań dotyczących aktywnych i hybrydowych metamateriałów bazujących na materii miękkiej.

iii) metamateriałów hiperbolicznych - publikacje [H9-H10]:

- opracowanie koncepcji, wykonanie modelu numerycznego, symulację i analizę teoretyczną HMM w postaci stosu zbudowanego w oparciu o naprzemiennie ułożone warstwy krzemionki i grafenu oraz zoptymalizowanie jego budowy pod kątem zastosowania jako przestrajalny modulator odbicia, mogący równocześnie pełnić rolę filtra pasmowo przepustowego lub krawędziowego w zakresie średniej podczerwieni;
- wykazanie że przejście od wysokiej transmisji do wysokiego odbicia w HMMs spowodowane jest zmianą dyspersji z eliptycznej na hiperboliczną typu II;
- wykazanie, że niskonapięciowa zmiana potencjału chemicznego grafenu z 0.2eV do 0.8eV, powoduje przestrojenie pasma o $2.3\mu\text{m}$, zaś modyfikacja monowarstw grafenu w stosie HMM skutkuje przestrojeniem częstotliwości rezonansowej o $3.6\mu\text{m}$;
- opracowanie koncepcji, modelu numerycznego i przeprowadzenie symulacji elektromagnetycznych przestrajalnej hiperbolicznej mikrownęki rezonansowej bazującej na modulacji grubości dielektryka w stosie HMM, w którym rolę przewodnika pełni grafen;
- wykazanie, że modulacja dielektryka, a tym samym złamanie periodyczności HMM skutkuje pojawieniem się modu rezonansowego typu Fabry-Perot o współczynniku dobroci $Q > 20$ i sześciokrotnym lokalnym wzmocnieniem natężenia pola elektrycznego.

Liczba cytowań opublikowanych prac (bez autocytowań) w przypadku cyklu 10-ciu publikacji (H1-H10): Web of Science 213, Scopus 223, Google Scholar 253.

Wynikiem zrealizowanych prac jest:

- optymalizacja parametrów przestrajania i poprawa kinetyki procesów przełączania metamateriałów hybrydowych,
- analiza wpływ właściwości dielektrycznych i optycznych materiałów aktywnych, którymi były ciekłe kryształy oraz grafen, na parametry metamateriałów i możliwości przestrajania rezonansu metamateriałowego,
- nowe jakościowo i funkcjonalnie materiały typu metal-dielektryk o właściwościach metamateriałów o przestrajalnych parametrach oraz technologia ich wykonania.

Opracowane metamateriały stanowią mogą bazę do wytwarzania nowatorskich urządzeń fotonicznych i optoelektronicznych, np.: modulatory optyczne, filtry, absorbery, czy przestrajalne przesuwniki fazy, o parametrach niemożliwych do uzyskania przy zastosowaniu standardowych, obecnie stosowanych, materiałów

Osiągnięciem naukowym jest zaprojektowanie przez Habilitanta mikro- i nanostruktur metamateriałowych do aktywnej modulacji promieniowania z zakresu THz, widzialnego oraz bliskiej i średniej podczerwieni. Jako materiały aktywne wykorzystano opracowane w Instytucie Chemii WAT mieszaniny ciekłokrystaliczne oraz grafen. Opracowane koncepcje teoretyczne przestrajalnych i hybrydowych przetworników metamateriałowych zostały wsparte badaniami doświadczalnymi wybranych koncepcji takich urządzeń.

Metamateriały hybrydowe będące przedmiotem osiągnięcia naukowego dają możliwość kontrolowanego kształtowania parametrów fal elektromagnetycznych, a dzięki temu mogą stanowić platformę do konstruowania nowoczesnych urządzeń fotonicznych. Niezależnie możliwe jest zastosowanie tego typu rozwiązań w fotonicznych i optoelektronicznych systemach pomiarowych.

2.3. Podsumowanie oceny

Osiągnięcie naukowe pod tytułem „Przestrajalne metamateriały hybrydowe” jest podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego - cykl 10 powiązanych tematycznie publikacji z listy czasopism JCR: Applied Physics Lett., Liquid Crystals, Optics Express, Scientific Reports, Adv. Optical Mater. - review, Optics Express, Scientific Report.

Stwierdzam, że;

- zrealizowany zakres badań jest oryginalny – Habilitant opracował nowe przestrajalne metamateriały hybrydowe do zastosowań fotonicznych,
- cykl 10-ciu opublikowanych prac naukowych w czasopismach z listy JCR pod tytułem „Przestrajalne metamateriały hybrydowe” jest osiągnięciem naukowym dr. inż. R. Kowerdzieja i stanowi znaczny wkład autora w rozwój inżynierii materiałowej.

Do najistotniejszych osiągnięć dr. inż. R. Kowerdzieja w ramach ocenianego osiągnięcia naukowego dotyczącego przestrajalnych mikro- i nanostruktur metamateriałowych oraz metamateriałów hiperbolicznych wymienić należy opracowanie:

- przestrajalnych elektrycznie i termicznie ciekłokrystalicznych przetworników metamateriałowych na zakres THz,
- dwuczęstotliwościowych absorberów metamateriałowych na zakres bliskiej podczerwieni,
- koncepcji aktywnych urządzeń bazujących na metamateriałach hiperbolicznych w postaci stosów naprzemiennie ułożonych warstw przewodzących i dielektrycznych.

Efektom zrealizowanych prac są technologie wykonania przestrajalnych metamateriałów hybrydowych do zastosowań fotonicznych. Aktywne przetworniki metamateriałowe umożliwiają selektywną kontrolę i przestrajanie fal elektromagnetycznych w sposób umożliwiający uzyskanie pożądaných parametrów elementów układów optoelektronicznych. Zrealizowane badania stanowią platformę do budowy wielofunkcyjnych urządzeń fotonicznych, takich jak: sensory biochemiczne, absorbery, filtry, przełączniki nieliniowe. Istotnym jest, że ich właściwości można aktywnie modulować i nie da się ich uzyskać w oparciu o dotychczas stosowane technologie.

3. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych i aktywności naukowej

W 2008 roku Habilitant ukończył jednolite studia magisterskie na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT. W ramach pracy magisterskiej wykonał fragment optymalizacji, poprzez dobór polaryzatorów, wyświetlacza ciekłokrystalicznego bazującego na efekcie skręconego nematyka pracującego w oświetleniu zewnętrznym o dużym natężeniu (publikacja w Mol. Cryst. Liq. Cryst.) oraz poster na międzynarodowej konferencji naukowej (22nd Inter. Liquid Crystal Conf. ILCC'2008, Jeju, Korea.).

W 2008 roku rozpoczął studia doktoranckie na WNTiC WAT i realizował badania w temacie ciekłokrystalicznych przetworników metamateriałowych o przestrajalnych właściwościach refrakcyjnych w zakresie GHz i THz. Uczestnictwo w Metamorphose oraz European Doctoral School on Metamaterials (2009 i 2011) pozwoliło na poszerzenie specjalistycznej wiedzy na temat struktur plazmonowych, metamateriałów oraz ich potencjalnych możliwości aplikacyjnych. W 2012 roku brał udział w szkole mikrofalowej - "International Travelling Summer School on Microwaves and Lightwaves" organizowanej w Czechach .

W latach 2011 i 2012 został laureatem Mazowieckiego Stypendium Doktoranckiego - Projekt "Rozwój nauki - rozwojem regionu - stypendia i wsparcie towarzyszące dla mazowieckich doktorantów." Był wykonawcą w 2 grantach, które były realizowane na WNTiC WAT: i) POiG 01.03.01-14-016/08 „Nowe materiały fotoniczne i ich zaawansowane zastosowania”, w ramach którego wykonywał m.in.: charakteryzację parametrów materiałowych ciekłych kryształów w zakresie GHz metodami rezonatorowymi oraz analizę numeryczną struktur metamateriałowych o przestrajalnych parametrach w zakresie GHz i THz, ii) projekt badawczo-rozwojowy pt. „Przestrajalne ciekłokrystaliczne przetworniki na zakres THz i GHz”, gdzie prace badawcze koncentrowały się na projektowaniu metamateriałów hybrydowych dla częstotliwości GHz i THz. Do jego realizacji zostało powołane konsorcjum w skład którego weszły WAT, Politechnika Warszawska, Politechnika Wrocławska, Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk oraz Przemysłowe Centrum Optyki, które było zainteresowane wdrożeniem wyników naszych prac koncepcyjnych dotyczących przestrajalnych metamateriałów.

W dniu 22 maja 2014 roku uchwałą Rady WNTiC WAT na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej „Liquid crystal metamaterial transducers with tunable parameters in GHz and THz frequency range” uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych. Celem pracy było zaprojektowanie, symulacje numeryczne oraz wytworzenie i przebadanie przetworników ciekłokrystalicznych ze strukturami metamateriałowymi o przestrajalnych parametrach w zakresie GHz i THz. Rozprawa doktorska została obroniona z wyróżnieniem i nagrodzona w konkursie Polskiego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego na najlepszą pracę doktorską (edycja 2014) - laureat 1. miejsca.

Publikował w *Advanced Optical Materials*, *Applied Physics Lett.*, *Liquid Crystals*, *Optics Express*, *Scientific Reports*, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, *Opto-Electron. Rev.*, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* - wszystkie prace są współautorskie.

Habilitant jest aktywny naukowo. Dotyczy ona odbytych staży naukowych w jednostkach zagranicznych, wspólnych badań i publikacji wyników oraz kierowania międzynarodowym projektem bilateralnym Canaletto pt. „Active metamaterials based on new generation liquid crystals” dotyczącym wymiany naukowej z zespołem naukowym z University of Calabria – publikacje w *Advanced Optical Materials*, *Sci Rep*, *Advanced Optical Materials*.

Istotna też jest współpraca Habilitanta z prof. Jerzym Wróblem z Instytutu Fizyki PAN - udział prof. J. Wróbla w kierowanych przez Habilitanta grantach badawczych *Preludium*, *Sonata* oraz *Iuventus Plus* i *Sonata Bis*. Wymiernym efektem współpracy są publikacje naukowe w: *Appl. Phys. Lett.*, *Sci Rep*.

Dr inż. R. Kowerdziej był laureatem prestiżowych nagród i stypendiów: stypendium dla Najlepszych Doktorantów WNTiC WAT w roku akademickim 2009/2010, 2010/2011 i 2011/2012, Mazowieckie Stypendium Doktoranckie - Projekt "Rozwój nauki - rozwojem regionu - stypendia i wsparcie towarzyszące dla mazowieckich doktorantów" w roku akademickim 2010/2011, 2011/2012, 1. nagroda w konkursie Polskiego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego na najlepszą rozprawę doktorską (2014), Laureat programu Wrota Podlasia – stypendia dla doktorantów województwa podlaskiego (2014). Stypendium START przyznawane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (2014 i 2015), zespołowa Nagroda Rektora WAT za organizację międzynarodowej konferencji 16th Topical Meeting on the Optics of Liquid Crystals - OLC'2015, zespołowa Nagroda Rektora WAT za organizację

międzynarodowej konferencji 15th European Conference on Liquid Crystals – ECLC'2019, laureat konkursu dla wybitnych młodych naukowców MNiSW (2020-2023).

Kandydat jest autorem 1 rozdziału w monografii naukowej - R. Kowerdziej, "Hybrid Metastructures Enabled by Dual-Frequency Liquid Crystals", Hybrid Flatland Metastructures. Melville, New York: AIP Publishing LLC, 9-1 (2021). Baza SCOPUS na dzień 8.12.23 r. zarejestrowała łącznie 34 prace Habilitanta.

W dorobku naukowym Kandydata są także liczne wystąpienia na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych: prezentacje ustne przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora – 8x, prezentacje plakatowe przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora – 12x, prezentacje ustne po uzyskaniu stopnia naukowego doktora- 15x i prezentacje plakatowe po uzyskaniu stopnia naukowego doktora – 8x.

Dane naukometryczne Kandydata na dzień 30.06.2023 roku:

- sumaryczny Impact Factor z roku opublikowania/5-letni: 84.694/88.884; w przypadku cyklu 10-ciu publikacji: 40.531/41.203.
- indeks Hirscha: Web of Science (bez autocytowań) 11, Scopus 11, Google Scholar 13.
- liczba punktów MNiSW: dla publikacji przed rokiem 2019: 520 oraz dla publikacji od roku 2019: 980.

Dorobek naukowy dr. inż. Rafała Kowerdzieja znalazł uznania wśród specjalistów. Liczba cytowań publikacji (bez autocytowań): Web of Science 347, Scopus 364, Google Scholar 424. Najczęściej cytowane prace, to: [H7] Ultrafast electrical switching of nanostructured metadevices ... 2019 r – **40 x** i [H9] Graphene-based hyperbolic metamaterial as a switchable ... 2020 r – **32x** (baza Scopus – dane z dnia 11.12.23 r.).

Stwierdzam, że Habilitant wykazuje dużą aktywność naukową potwierdzoną licznymi publikacjami, uczestnictwem w konferencjach oraz realizacją licznych projektów badawczych. Prace naukowe są oryginalne i odpowiadają kierunkowi zainteresowań naukowych Habilitanta. Dorobek jest spójny tematycznie i stanowi znaczny wkład Habilitanta w rozwój inżynierii materiałowej. Dr inż. Rafał Kowerdziej posiada w środowisku naukowym autorytet o czym świadczą liczne recenzje publikacji w czasopiśmie zagranicznych.

Podsumowując, stwierdzam, że dr inż. Rafał Kowerdziej spełnia wszystkie kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych, stawiane osobom umiejącym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych.

4. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

W ramach działalności dydaktycznej dr inż. Rafał Kowerdziej prowadził zajęcia dla studentów w formie ćwiczeń rachunkowych i zajęć laboratoryjnych z fizyki ogólnej. Przygotował stanowisko laboratoryjne z przedmiotu materiały funkcjonalne i opracował instrukcję do ćwiczenia - Topografii powierzchni materiałów z wykorzystaniem mikroskopii sił atomowych AFM.

Jest promotorem pomocniczym dwóch doktorantów WNTiC WAT.

Jest popularyzatorem badań naukowych prowadzonych na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT: przygotowanie stanowiska oraz czynny udział w 23. Pikniku Naukowym Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik w 2019 roku, wraz z Kołem Naukowym Fizyków WAT. Ponadto, był współautorem "Oferty edukacyjnej WNTiC WAT" dla szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych. W ramach tej aktywności przygotował wykład popularnonaukowy pt. „Halo nano – nano świat widziany z wykorzystaniem mikroskopii sił atomowych” dedykowany uczniom ze szkół partnerskich WAT.

Był współorganizatorem konferencji krajowych i międzynarodowych: i) krajowe konferencje w latach 2007-2013: XVII, XVIII, XIX, XX Conference on Liquid Crystals (Chemistry, Physics and Applications), CLC'2007, 2007, Augustów, Polska; ii) międzynarodowe konferencje: OLC'2015 – 16th Topical Meeting on the Optics of Liquid Crystals, OLC'2015, 2015, Sopot, i ECLC-2019, 15th European Conference on Liquid Crystals, ECLC'2019, 2019, Wrocław, Polska.

Dr inż. R. Kowrdziej był/jest kierownikiem 5-ciu projektów badawczych finansowanych przez NCN, MNiSW i Narodową Agencję Wymiany Akademickiej:

- 2013-2015 - Nowe materiały typu metal – dielektryk na bazie kwarcu i metali szlachetnych na zakres THz - PRELUDIUM,
- 2016-2018 - Ciekłokrystaliczne przetworniki z nanostrukturami metamateriałowymi o przestrajalnych parametrach w zakresie bliskiej podczerwieni - SONATA,
- 2016-2018 - Przystrajalne właściwości przetworników metamateriałowych o krótkich czasach odpowiedzi w zakresie THz - IUVENTUS PLUS,
- 2019-2021 - Aktywne metamateriały bazujące na nowej generacji materiałów ciekłokrystalicznych (LCMETA) – Projekt w ramach wymiany bilateralnej pomiędzy Rzeczpospolitą Polską a Republiką Włoch,
- 2023-2027 - Przystrajalne i ultraszybkie terahercowe metamateriały hybrydowe bazujące na efekcie plazmnicznej przezroczystości - SONATA BIS (projekt w realizacji)

i
wykonawcą w 3-ch projektach NCBiR: 2010-2012 - Przystrajalne ciekłokrystaliczne przetworniki na zakres THz i GHz, 2010-2015 - Nowe materiały fotoniczne i ich zaawansowane zastosowania, 2017-2021 - Przystrajalne metamateriały hiperboliczne na potrzeby nowej generacji przyrządów fonicznych (HYPERMAT).

Był/jest redaktorem tematycznym (Topic Editor) w czasopiśmie „Symmetry” (IF 2023=2.7) – MDPI oraz członkiem Rady Recenzentów (Reviewer Board Member) czasopisma „Photonics” (IF 2023=2.4) – MDPI.

Recenzował prace naukowe w czasopismach z listy JCR: Nanomaterials (15 recenzji), Photonics (9 recenzji), Liquid Crystals (8 recenzji), Crystals (7 recenzji), Optics Express (6 recenzji), Materials (5 recenzji), Optics Letters (4 recenzje), Micromachines (4 recenzje), ACS Photonics (2 recenzje), IEEE Access (2 recenzje), Optical Materials Express (2 recenzje), JOSA A (2 recenzje), i po 1 recenzji w: Applied Physics Letters, Advanced Optical Materials, Advanced Photonics Research, RSC Advances, Applied Sciences, JOSA B, International Journal of Molecular Sciences, Frontiers in Physics.

Uczestniczył w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych: wnioski w konkursie OPUS finansowanym przez NCN, był członkiem komitetu naukowego przyznającego nagrody w ramach prezentacji ustnych i plakatowych na Konferencji Młodych Naukowców „Wiedza i Innowacje” WAT 2015,

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego, Rady Bibliotecznej Wojskowej Akademii Technicznej.

Habilitant odbył staże w zagranicznych instytucjach naukowych: University of Southampton – 2 tyg., Anglia (2014), University of Calabria (Department of Physics – Unical) – 1 tydzień, Włochy (2018), University of Calabria – 2 miesiące, Włochy (2021). Współpracuje z prof. R. Caputo (University of Calabria). Współpracował z sektorem gospodarczym w realizacji 2 grantów badawczych realizowanych w konsorcjum wspólnie z Przemysłowym Centrum Optyki S.A., które odpowiadało za wdrożenie wyników naukowych będących wynikiem realizacji zadań naukowych przewidzianych w harmonogramie obu projektów.

Podsumowując stwierdzam, że dr inż. Rafał Kowerdziej spełnia kryteria oceny dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzującego naukę w stopniu bardzo dobrym.

5. Wniosek końcowy

Całościowa ocena dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzującego naukę dr inż. Rafała Kowerdzieja pozwala stwierdzić, że:

- główne osiągnięcie naukowe dr inż. Rafała Kowerdzieja w postaci cyklu 10 monotematycznych publikacji – lista czasopism JCR - zatytułowane „Przestrzajalne metamateriały hybrydowe” wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa - metamateriały,

- dotychczasowe osiągnięcia naukowo-badawcze, udokumentowane publikacjami w czasopismach z listy JCR, udziałem w projektach badawczych (kierownik), w konferencjach oraz współpracą naukową prowadzoną z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi dają podstawę do stwierdzenia, że dr inż. Rafał Kowerdziej wykazuje dużą aktywność naukową,

- działalności w zakresie dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzującego naukę oceniam pozytywnie. Kandydat jest aktywnym i kreatywnym nauczycielem akademickim zaangażowaną w pracę na macierzystym Wydziale.

Biorąc pod uwagę powyższe informacje stwierdzam, że zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce Dz. U. z 2020 r. poz. 85, Habilitant **spełnia wymagania** stawiane w zakresie nadawania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Wnioskuje o dopuszczenie dr inż. Rafała Kowerdzieja do dalszego postępowania przed Radą Naukową Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Wojskowej Akademii Technicznej i nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria materiałowa.

