

Prof. dr hab. inż. Aleksander Prociak
Katedra Chemii i Technologii Polimerów

**Recenzja osiągnięć naukowych dr. inż. Mateusza Andrzeja Mrukiewicza
będących podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa**

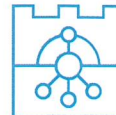
Uwarunkowania formalne

Recenzja została przygotowana na podstawie Uchwały Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Materiałowa” Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego, nr 16/RDN_IMat/2026 z dnia 12 marca 2026 r. z uwzględnieniem przepisów ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. – (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.).

Podstawowe dane o kandydacie oraz przebiegu rozwoju naukowego

Pan dr inż. Mateusz Mrukiewicz dyplom magistra inżyniera, jak i stopień doktora nauk technicznych otrzymał na Wydziale Nowych Technologii i Chemii, Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego, odpowiednio w latach 2011 i 2015. Po uzyskaniu stopnia doktora został zatrudniony na tym Wydziale w Instytucie Fizyki Technicznej, w Zakładzie Fizyki i Technologii Kryształów, gdzie pracuje do chwili obecnej. W latach 2018-2019 przez kilkanaście miesięcy przebywał w USA, gdzie jako naukowiec wizytujący prowadził badania w Advanced Materials and Liquid Crystal Institute, Kent State University.

Habilitant zajmuje się inżynierią materiałową ciekłych kryształów od 2009 r., gdy w trakcie studiów inżynierskich rozpoczął działalność w Kole Naukowym Fizyków. W trakcie studiów I i II stopnia prowadził badania naukowe dotyczące właściwości elektrycznych ciekłych kryształów, z uwzględnieniem różnych warunków pomiarowych. Jego praca magisterska została nagrodzona zarówno przez Dziekana Wydziału Nowych Technologii i Chemii, jak i Polskie Towarzystwo Ciekłokrystaliczne. Następnie, w trakcie studiów doktoranckich kontynuował badania naukowe w zakresie mieszanin nematycznych. Podczas studiów

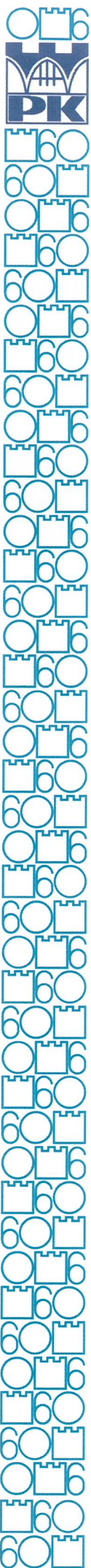


doktoranckich opublikował 14 artykułów naukowych, a rozprawę doktorską pt. „Mody molekularne i intramolekularne w dwuczęstotliwościowych mieszaninach nematycznych” obronił z wyróżnieniem.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Habilitant został zatrudniony w Wojskowej Akademii Technicznej i kontynuował badania dotyczące wpływu budowy molekularnej mieszanin nematycznych na właściwości fizyczne ośrodka ciekłokrystalicznego. Uzyskanie finansowania z programu „Mobilność Plus” Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz stypendium Fundacji Kościuszkowskiej umożliwiło dr. inż. Mateuszowi Mrukiewiczowi odbycie wspomnianego już 15-miesięcznego stażu w Kent State University oraz dalszy rozwój związany z badaniami nad nowymi materiałami fonicznymi, a także poznaniem nowatorskich metodologii badawczych. Zdobyte doświadczenie, współpraca z kilkoma ośrodkami naukowymi oraz pozyskanie finansowania kolejnych projektów badawczych umożliwiły Habilitantowi podjęcie dalszych badań, których efekty zostały opublikowane w czasopismach z listy Journal Citation Report (JCR). Prace te obejmują również cykl powiązanych tematycznie publikacji będącego podstawą do wystąpienia z wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Ocena osiągnięć naukowych stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa

Osiągnięcie naukowe wynikające z art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dz. U. 2018 r. poz. 1668), stanowi cykl powiązanych ze sobą tematycznie publikacji naukowych pod wspólnym tytułem „Efekty orientacyjne i dynamika molekularna w polarnych i chiralnych ciekłych kryształach”. W skład cyklu wchodzi 11 artykułów naukowych, które zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym, znajdujących się na liście JCR. Współczynnik wpływu (IF) każdego z tych czasopism jest w zakresie od 2 do 7. Wszystkie publikacje są wieloautorskie. W przypadku 8 z tych publikacji Kandydat jest pierwszym współautorem, a w 6 współautorem korespondencyjnym. Sumaryczny IF czasopism, w których opublikowano

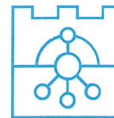


prace H1-H11 wchodzące w skład cyklu habilitacyjnego, według listy JCR, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 47,786.

Prace te dotyczą przede wszystkim badania i analizy właściwości elektrycznych i optycznych różnych kompozycji z grupy materiałów ciekłokrystalicznych. Materiały te obejmują polarne, nematogenne ciecze izotropowe, domieszkowane oraz niechiralne ferroelektryczne ciekłe kryształy, a także cholesteryki wykazujące strukturę ukośnej helisy. W przeprowadzonych badaniach opisanych w publikacjach H1-H11, zastosowano różne metody badawcze, w tym modelowanie molekularne, różnicową kalorymetrię skaningową, dyfrakcję rentgenowską, mikroskopię polaryzacyjną, spektroskopię dielektryczną, badania elektrooptyczne, pomiary generacji drugiej harmonicznej oraz pomiary prądu przepolaryzowania. Przekrój technik pomiarowych wskazuje na badania właściwości fizycznych materiałów. Wyniki badań mają przede wszystkim charakter poznawczy, ale również umożliwiające wykorzystanie uzyskanej wiedzy w praktyce.

We wszystkich badaniach w monotematycznym cyklu istotną rolę odgrywa właściwy dobór związków chemicznych tworzących mieszaniny i kompozyty. W przypadku materiałów opisanych w publikacjach [H1-H2], komponenty mieszanin zostały tak dobrane, aby zachować ciekłokrystaliczny charakter materiału i jednocześnie zwiększyć jego podatność na oddziaływanie z polem elektrycznym w wybranym przedziale temperatur. Przedstawione wyniki dowodzą m.in., że w badanych mieszaninach można łatwo uzyskać materiał anizotropowy z izotropowego pod wpływem pola elektrycznego. Materiały mogą być przydatne do zastosowania w wyświetlaczach ciekłokrystalicznych.

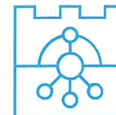
Materiały o charakterze kompozytów otrzymano poprzez domieszkowanie ciekłych kryształów tlenkiem grafenu [H3]. Nematyczne ciekłe kryształy z rozproszonymi płatkami tlenku grafenu stanowią interesujący materiał do zastosowań w modulatorach oraz filtrach i wyświetlaczach ciekłokrystalicznych. W materiałach domieszkowanych jonami określono ich wpływ na uporządkowanie molekularne oraz efekty elektrooptyczne [H4]. Dokonano oceny wpływu domieszki jonowej na procesy relaksacji i przewodnictwo elektryczne. Opisany materiał ma potencjał do zastosowania w inteligentnych oknach i wyświetlaczach ciekłokrystalicznych z efektem pamięci.



Do najważniejszych osiągnięć Habilitanta należą wyniki badań właściwości elektrooptycznych nowego rodzaju miękkiej materii, reprezentującej chiralne ciekłe kryształy o ukośnej strukturze helikoidalnej [H5-H7]. Materiały takie mają potencjał do zastosowań m.in. w zakresie inteligentnych okien i obrazowania wielospektralnego, ale ich wadą jest niska stabilność termiczna. Dr inż. Mateusz Mrukiewicz podjął działania zmierzające do poszerzenia zakresu ich zastosowania w temperaturze pokojowej. Poprzez analizę różnych składów stwierdził, że odpowiednie stężenie elastycznych dimerów i sztywnych, pręcikowatych mezogenów może tworzyć mieszaniny, w których zakres temperatur elektrycznie dostrajanego selektywnego odbicia obejmuje również zakres temperatur pokojowych. Po raz pierwszy opisał również, zależność długości fali selektywnego odbicia chiralnych ciekłych kryształów o ukośnej strukturze helikoidalnej od temperatury. Ponadto, wykazał, że przy skośnym padaniu światła, materiały takie odbijają 100% światła o dowolnej polaryzacji. Przedstawione wyniki badań mają również znaczenie praktyczne z punktu widzenia materiałów, które mogą być zastosowane w urządzeniach optycznych, takich jak wyświetlacze odblaskowe, reflektory, czujniki, siatki dyfrakcyjne, lasery przestrajalne i filtry. detektory UV.

Opublikowane wyniki prac [H8–H11] w istotny sposób poszerzyły wiedzę na temat niechiralnych materiałów wykazujących ciekłokrystaliczną fazę ferroelektryczną. Obejmowały one zarówno identyfikację i charakterystykę nowych związków, jak i analizę mechanizmów odpowiedzialnych za powstawanie uporządkowania polarnego w układach pozbawionych chiralności. Istotnym osiągnięciem w grupie tych prac było poszerzenie katalogu materiałów wykazujących fazy ferroelektryczne oraz opracowanie faz polarnych o szerokim zakresie temperaturowym i termodynamicznej stabilności. Pogłębiona została również wiedza przydatna w projektowaniu niechiralnych związków ciekłokrystalicznych o określonych właściwościach fizycznych.

W tematycznie powiązonym cyklu artykułów pod wspólnym tytułem „Efekty orientacyjne i dynamika molekularna w polarnych i chiralnych ciekłych kryształach” dr inż. Mateusz Mrukiewicz opisał liczne czynniki mające wpływ na właściwości fizyczne wybranych materiałów ciekłokrystalicznych. Szeroki wybór materiałów do badań pozwolił Habilitantowi na pogłębienie wiedzy w zakresie mechanizmów samoorganizacji i dynamiki relaksacji molekularnych i kolektywnych materiałów ciekłokrystalicznych. Przedstawione analizy

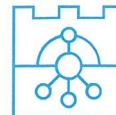


o czynnikach i mechanizmach wpływających na tworzenie, stabilność i właściwości fizyczne faz ciekłokrystalicznych, poszerzają możliwości projektowania materiałów o właściwościach pożądanых w różnych zastosowaniach m.in. nowej generacji elementów fotonicznych, takich jak przestrajalne filtry i modulatory światła, przesłony okienne czy wyświetlacze o podwyższonej wydajności.

Wprawdzie w całym dorobku dr. inż. Mateusza Mrukiewicza brakuje publikacji monoautorskich, ale z opisów udziału współautorów w poszczególnych publikacjach wynika, że jest to związane z interdyscyplinarnym charakterem prowadzonych badań. Publikacje obejmują bowiem nie tylko badania właściwości dielektrycznych i optycznych, którymi zajmuje się Kandydat, ale także otrzymywanie materiałów do badań oraz ich charakterystykę. Jednocześnie publikacje te są potwierdzeniem współpracy z innymi ośrodkami naukowymi. Z dostarczonej przez Habilitanta dokumentacji wynika, że w przygotowaniu przedstawionego cyklu publikacji uczestniczyło w sumie 30 współautorów, których wkład określony w oświadczeniach związany jest głównie z syntezą poszczególnych związków, wykonywaniem różnych pomiarów oraz udziale w interpretacji wyników uzyskanych w ramach poszczególnych badań. Natomiast zadaniem dr. inż. Mateusza Mrukiewicza w większości publikacji z cyklu monotematycznego było opracowanie koncepcji pracy, wykonanie badań właściwości dielektrycznych i optycznych, obliczenia parametrów relaksacyjnych, analiza danych, interpretacja wyników, sformułowanie wniosków, a także napisania manuskryptu. To potwierdza wiodącą rolę Habilitanta w opisanych osiągnięciach stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa.

Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Kandydat potwierdził swoją aktywność badawczą poprzez publikację wyników prowadzonych badań w postaci 26 artykułów (oprócz cyklu 11 publikacji omówionych powyżej) w różnych czasopismach naukowych, w tym 24 z listy JCR, z których 10 ukazało się po uzyskaniu stopnia doktora. Sumaryczny Indeks Hirscha dla wszystkich publikacji Habilitanta według bazy Web of Science wynosi 15, a bazy Scopus 14, przy czym wartość tego indeksu bez autocytowań wynosi 10, co wskazuje na stosunkowo dużą liczbę cytowań własnych.

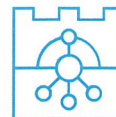


Ponadto, dr inż. Mateusz Mrukiewicz jest współautorem 17 prezentacji ustnych podczas konferencji naukowych i wydarzeń o charakterze technicznym, w tym 12 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Jedenaście z tych prezentacji zostało wygłoszonych osobiście. Jest również współautorem 21 prezentacji plakatowych, w tym 7 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Habilitant dotychczas wygłosił 3 referaty na zaproszenie, w tym 2 na konferencjach naukowych, a jeden na Warszawskich Dniach Techniki. Wskaźniki te potwierdzają, że wyniki badań prezentowane zarówno w postaci publikacji, jak i wystąpień konferencyjnych były weryfikowane i poddane ocenie przez środowisko naukowe.

Rozpoznawalność dr. inż. Mateusza Mrukiewicza potwierdzają zaproszenia do recenzowania artykułów naukowych. Wykonał 72 recenzje dla kilkudziesięciu czasopism naukowych, w tym z IF>15 tj. Nature Communications oraz Journal of the American Chemical Society. Był również redaktorem gościnnym specjalnego wydania czasopisma Molecules, poświęconego tematowi „Polymeric Liquid Crystals and Applications”, a od 2020 roku jest członkiem panelu doradczego czasopisma Crystals,

Dr inż. Mateusz Mrukiewicz był zaangażowany w realizację 7 projektów badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (4), Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2) oraz Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (1). W jednym przypadku był kierownikiem projektu (Mobilność Plus), w jednym kierownikiem działania naukowego (Miniatura), a w pięciu wykonawcą. Habilitant był również kierownikiem dwóch projektów sfinansowanych przez Wojskową Akademię Techniczną ze środków statutowych przyznanych jednostce na działalność naukową. Efektem tych wszystkich projektów oraz zespołowej pracy są wieloautorskie publikacje i prezentacje wyników na konferencjach naukowych. Powyższe dane potwierdzają umiejętności Habilitanta zarówno pozyskiwania funduszy na badania, jak i współpracy w zespołach badawczych.

Dr inż. Mateusz Mrukiewicz uczestniczył w jednym 15-miesięcznym stażu w USA, a także w 3 kilkudniowych wizytach naukowych w Czeskiej Akademii Nauk w Pradze oraz 2 szkoleniach badawczych w Luksemburgu i we Francji. Te działania potwierdzają starania Habilitanta o rozwój naukowy i współpracę z innymi ośrodkami naukowymi. Współpraca ta



została odzwierciedlona we wspólnych publikacjach będących m.in. częścią opisanego powyżej osiągnięcia naukowego.

Dr inż. Mateusz Mrukiewicz współpracował również z Uniwersytetem w Leeds w Wielkiej Brytanii i z Uniwersytetem Warszawskim (publikacje w czasopiśmie Journal of Materials Chemistry C) oraz z Instytutem Mikroelektroniki i Fotoniki z Sieci Badawczej Łukasiewicz (publikacje w czasopismach Beilstein Journal of Nanotechnology i Materials).

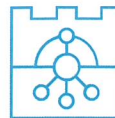
Powyższe dane potwierdzają aktywność naukową Habilitanta w obszarze współpracy z innymi instytucjami naukowymi, w tym zagranicznymi.

Ocena pozostałych osiągnięć w tym działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Poza działalnością badawczą dr inż. Mateusz Mrukiewicz realizuje również obowiązki dydaktyczne. Jest głównym wykładowcą oraz prowadzącym ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotów ściśle powiązanych z prowadzonymi badaniami. Na kierunku inżynieria materiałowa są to przedmioty „Wybrane optyczne metody pomiarowe” na studiach I stopnia oraz „Optyczne metody badań” na studiach II stopnia. Ponadto, prowadzi ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne w ramach przedmiotów Fizyka 1 oraz Fizyka 2. Był promotorem jednej pracy magisterskiej.

Habilitant angażował się w organizację międzynarodowych konferencji naukowych. Czterokrotnie był członkiem komitetu organizacyjnego konferencji „Conference on Liquid Crystals”, a jeden raz „Optics of Liquid Crystal Conference”.

Dr inż. Mateusz Mrukiewicz od 2015 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego (od 2024 członkiem komisji rewizyjnej), był także członkiem zarządu Międzynarodowego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego (ILCS, ang. International Liquid Crystal Society) w latach 2016-2021. Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym została potwierdzona wspólnymi badaniami z firmą Merck KGaA nad opracowaniem niskotemperaturowej mieszaniny elastycznych dimerów i cząsteczek prętopodobnych, przeznaczonej do zastosowań w elektrycznie przestrajalnych filtrach barwnych. Wyniki tej współpracy zostały opublikowane w czasopiśmie Liquid Crystals. Natomiast współpraca z Przedsiębiorstwem Sprzętu Ochronnego Maskpol S.A. dotycząca opracowania



cholesterycznych mieszanin dwuczęstotliwościowych do środków ochrony wzroku przed wysokoenergetycznym promieniowaniem elektromagnetycznym była podjęta w ramach projektu finansowanego przez NCBR. Prace te potwierdzają możliwości aplikacyjne wyników badań prowadzonych przez Habilitanta.

Dr inż. Mateusz Mrukiewicz podejmował działania związane z popularyzacją nauki poprzez prowadzenie dla szkół średnich wykładów pt. „Światło nie może się zdecydować – o dwoistej naturze światła”. Brał również aktywny udział w 3 edycjach Ogólnopolskiego Dnia Inżynierii Materiałowej, w ramach których prezentował młodzieży działanie najważniejszych efektów elektrooptycznych w ciekłych kryształach.

Wniosek końcowy

Podsumowując, osiągnięcia naukowe przedstawione przez dr. inż. Mateusza Mrukiewicza obejmują badania ściśle powiązane z inżynierią materiałową i stanowią znaczący wkład w rozwój tej dyscypliny. W otrzymanej do recenzji dokumentacji potwierdzono, że monotematyczny cykl publikacji zawiera elementy nowości naukowej i stanowi oryginalny wkład w rozwój materiałów ciekłokrystalicznych. Habilitant jest współautorem licznych publikacji naukowych w czasopiśmie z listy JCR, które zostały opracowane przy współpracy z innymi instytucjami naukowymi i przemysłem. Potwierdził również swoje kompetencje dydaktyczne i umiejętności organizacyjne. W mojej opinii, zaprezentowane powyżej osiągnięcia są wystarczające do wydania pozytywnej opinii i stwierdzenia, że spełniają wymagania określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z powyższym stwierdzam wnioskuję o dalsze procedowanie postępowania habilitacyjnego dr. inż. Mateusza Andrzeja Mrukiewicza w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

10.06.2026