

Prof. dr hab. Janusz Wolny,
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica
w Krakowie

Kraków, 13.07.2026

Recenzja habilitacji dra inż. **Mateusza Mrukiewicza** z Wojskowej Akademii Technicznej,
Wydziału Nowych Technologii i Chemii, Instytutu Fizyki Technicznej

AUTOREFERAT

Przedstawiony do recenzji wniosek habilitacyjny dra inż. Mateusza Mrukiewicza obejmuje ciekłe kryształy, materiały, których zastosowanie przez człowieka wzrosło niepomiarowo w XX wieku i dalej rośnie lawinowo w wieku XXI. Przyczyną tego zjawiska są możliwości użytecznego zastosowania tych materiałów w każdym niemal produkcie współczesnej inżynierii materiałowej: od zabawek do implantów medycznych, od lamp oświetleniowych do telebimów, od pamięci masowych do komputerów i w bardzo wielu innych obszarach działalności człowieka. Trzeba również uwzględnić olbrzymi rozwój chemii, dzięki któremu dostępność wielu próbek nowych ciekłych kryształów i ich rynkowa cena nie są już zaporowe.

Dr inż. Mateusz Mrukiewicz jest związany zawodowo z Wojskową Akademią Techniczną od początku swojej kariery studenckiej i zawodowej. Początkowo były to studia inżynierskie oraz działalność w Kole Naukowym Fizyków od roku 2009. Na początku zajmował się pomiarami charakterystyki częstotliwościowej ciekłych kryształów. Często wykorzystywał do tych pomiarów aparaturę przez siebie skonstruowaną lub ulepszoną, za co otrzymał stosowne wyróżnienia i nagrodę Rektora.

Pomiary własności elektrycznych ciekłych kryształów Habilitant kontynuował też na studiach drugiego stopnia. Był bardzo aktywnym członkiem studenckiego koła naukowego. W ramach tej działalności zbudował stanowisko do pomiarów dielektrycznych ciekłych kryształów, ulepszając zarówno technikę pomiarową i wykorzystując własne oprogramowanie używane w trakcie pomiarów. Szczególnie należy podkreślić znaczne poszerzenie zakresu pomiarowego od 2 do 50 MHz. Jego praca magisterska została nagrodzona zarówno przez Rektora WAT, jak i nagrodą Polskiego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego w konkursie prac magisterskich.

Po ukończeniu studiów magisterskich został przyjęty na studia doktoranckie na Wydziale Nowych Technologii i Chemii WAT, gdzie kontynuował swoje zainteresowanie ciekłymi kryształami. W ramach działalności w Kole Naukowym Fizyków oraz podczas reklamy Uczelni zajmował się pokazami doświadczeń podczas dni otwartych i pikników naukowych w Centrum Nauki Kopernik i Polskiego Radia. Ta Jego działalność promocyjna na rzecz Uczelni była wielokrotnie nagradzana przez Rektora. Pojawiły się pierwsze wyjazdy zagraniczne, zarówno te studyjne, jak i konferencyjne, na których poznawał nowych naukowców z dziedziny ciekłych kryształów. Coraz częściej był też wybierany do komitetów konferencyjnych, zarówno krajowych jak i zagranicznych. Były to konferencje naukowe organizowane w takich krajach jak Czechy, Francja czy Stany Zjednoczone.

Rozprawa doktorska Mateusza Mrukiewicza dotyczyła badań mieszanin nematycznych do podwójnego adresowania, będących nową klasą materiałów stosowanych w nowoczesnych wyświetlaczach. W rozprawie doktorskiej Doktorant określił wpływ ruchów molekularnych na parametry mieszanin nematycznych. Pokazał, że sumaryczny czas przełączania w wytworzonych mieszaninach dwuczęstotliwościowych może osiągnąć wartości poniżej 1 ms. Korzystając z pozyskanych środków finansowych na działalność naukową mógł przeprowadzić rzetelne badania zmiany struktury zawarte w pracy doktorskiej, którą obronił z wyróżnieniem w 2015 roku. Otrzymane wyniki pomiarowe miały duże znaczenie zarówno poznawcze, jak i miały istotny wkład w konstruowanie nowoczesnych wyświetlaczy.

Po obronie z wyróżnieniem doktoratu i rozpoczęciu zatrudnienia w WAT, dr inż. Mateusz Mrukiewicz kontynuował swoje badania wpływu budowy molekularnej na własności fizyczne ciekłych kryształów, z perspektywą zastosowania ich w komórce Kerra. Wykazał między innymi, że silny wzrost przenikalności elektrycznej ma wpływ na dwójtomność tych materiałów. Poza działalnością naukową, dr Mrukiewicz angażuje się w działalność Międzynarodowego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego.

Aktywny udział Habilitanta w działalności komitetów organizacyjnych konferencji naukowych, zarówno tych krajowych jak i zagranicznych, doprowadził do poznania wybitnych międzynarodowych specjalistów z zakresu ciekłych kryształów. Jednym z nich był prof. Oleg Lavrentovich z Ken State University w Stanach Zjednoczonych, z którym Habilitant zaczął współpracę naukową. Dzięki tej współpracy i pozyskanym stypendiom, w tym z programów międzynarodowych, jak Mobilność Plus, czy Fundacji Kościuszkowskiej, zdobył środki na 15-tomiesięczny staż naukowy w Stanach Zjednoczonych. Wyjazd do USA odbył się w latach 2018-2019 i pozwolił na zapoznanie się z unikalnymi materiałami fotonicznymi, sterowanymi w szerokim zakresie widma, od ultrafioletu do podczerwieni, za pomocą pola elektrycznego. Dzięki wyjazdowi do Stanów miał możliwość sterowania barwą odbitego promieniowania i zwiększenie wytrzymałości na zniszczenie materiału, oraz poznanie wszystkich czynników sterujących, takich jak pola elektryczne czy temperatura. Poszerzone pomiary temperaturowe kontynuował w Instytucie Fizyki Czeskiej Akademii Nauk. Mieszaniny smektyczne znalazły zastosowanie w elektrycznie kontrolowanych przestonach okiennych.

Aktualne badania naukowe ukierunkowane są na ferroelektryczną fazę nematyczną odkrycie której w 2023 roku było przełomowe w dziedzinie miękkiej materii. Dr Mrukiewicz otrzymał grant Miniatura NCN na badanie zachowania tej fazy w stałym i zmiennym polu elektrycznym. Założył również międzynarodowy zespół badawczy pracujący nad nowo otrzymanymi materiałami ciekłokrystalicznymi. W skład Zespołu wchodzi zarówno naukowcy krajowi (z WAT i z UW) oraz zagraniczni (z Czeskiej Akademii Nauk oraz z Uniwersytetu z Leeds).

Osiągnięcia naukowe Kandydata

Jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczący wkład w rozwój inżynierii materiałowej Kandydat przedstawił cykl publikacji naukowych powiązanych tematycznie w artykuł naukowy zatytułowanych: „Efekty orientacyjne i dynamika molekularna w polarnych i chiralnych ciekłych kryształach”. Wszystkie publikacje są wieloautorskie, a całkowita liczba autorów sięga liczby ponad trzydziestu różnych naukowców. Tak duża liczba współautorów dla rozważanych jedenastu

publikacji habilitacyjnych pod kierunkiem dr Mrukiewicza pozwoliła na przeprowadzenie badań doświadczalnych w szerokim zakresie własności fizycznych. Jedenaście wiodących publikacji znajduje się w zestawieniu poniżej:

1) Journal of Molecular Liquids,	2 publikacje, pierwszy autor, 2016, 2020
2) Physical Review E	1 publikacja, pierwszy autor, 2018
3) Beilstein Journal of Nanotechnology,	1 publikacja, pierwszy autor, 2019
4) Liquid Crystals,	1 publikacja, pierwszy autor, 2019
5) MNIŚW Bulletin	1 publikacja, czwarty autor, 2024
6) Journal of Materials Chemistry C,	2 publikacje, pierwszy i 7 autor, 2024
7) Physical Chemistry Chemical Physics,	1 publikacja, pierwszy autor, 2023
8) Journal of Materials Chemistry,	1 publikacja, pierwszy autor, 2025
9) Chemistry of Materials,	1 publikacja, drugi autor, 2025

Przedstawiony do oceny dorobek habilitacyjny został zawarty w jedenastu publikacjach naukowych. W sześciu z nich Kandydat występuje jako pierwszy autor, a wszystkie publikacje są wieloautorskie, spis autorów obejmuje od 5 do 7 osób. Wszystkie publikacje dotyczą badań ciekłych kryształów. Jako recenzent przewodu habilitacyjnego uznaję ten dorobek za wystarczający, chociaż brakuje w nim publikacji, w których dr Mrukiewicz byłby jedynym autorem, lub zespół współautorów byłby nieliczny. Do każdej publikacji przypisany został krótki opis osiągnięć Kandydata. Prace te zostały opublikowane w czasopiśmie o różnym poziomie naukowym, z przewagą pozycji o wysokim poziomie naukowym, takich, jak: Journal of Molecular Liquids, Physical Review E, Liquid Crystals, Journal of Materials Chemistry C, Physical Chemistry Chemical Physics, Journal of Materials Chemistry, czy Chemistry of Materials.

Są różne sposoby prowadzenia badań naukowych z wykorzystaniem współpracy wielu autorów. W przypadku habilitacji najczęściej spotykane są dwa podejścia krańcowe. Pierwsze z nich polega na ograniczeniu do minimum liczby współautorów. Najcenniejsze są bowiem prace monoautorskie. Jeżeli jest to konieczne, to preferowane są publikacje jednoautorskie. Jeżeli jest, mimo wszystko, potrzeba zwiększenia grupy autorów, to, na przykład, uzupełniamy ten spis o oświadczenia współautorów publikacji określające ich udział w powstającym dziele naukowym. Tak powstają publikacje w wielkich kolaboracjach naukowych. Zaletą zastosowania takiego podejścia jest optymalny wybór współautorów oraz dobór adekwatnych technik pomiarowych, co znacznie poszerza interpretację wyników o wiedzę naukową wszystkich autorów.

Do wszystkich publikacji Habilitant załączył oddzielne oświadczenia współautorów o ich udziale w przygotowaniu każdej z nich. Dodatkowo, omówił również swój nakład pracy w przygotowanie i powstanie każdej publikacji.

W swojej działalności naukowej dr Mrukiewicz stosował następujące metody badawcze: modelowanie molekularne, różnicowa kalorymetria skaningowa, mikroskopia polaryzacyjna, spektroskopia dielektryczna, badania elektrooptyczne, dyfrakcja rentgenowska, pomiar generacji drugiej harmonicznej oraz pomiar prądu przepolaryzowania.

Zmiana temperatury, pola elektrycznego lub promieniowania elektromagnetycznego, czy domieszkowanie molekułami funkcyjnymi ma bezpośredni wpływ na strukturę oraz zmiany innych własności fizycznych ciekłych kryształów. Wszystko to można znaleźć w publikacjach Habilitanta. Wykazał, że zmiana temperatury, kąta padania światła oraz użycie promieniowania ultrafioletowego powoduje zmianę długości fali selektywnie odbitej dla cholestryków zawierających specyficzne domieszki funkcyjne.

Publikacje

Przygotowany przez dra Mrukiewicza zestaw publikacji, jaki wybrał dla swoich badań jest z natury rzeczy subiektywny i nie pozwolił na zaplanowanie serii rozstrzygających pomiarów dla wybranych przez siebie ciekłych kryształów. Celem tej działalności eksperymentalnej było poszerzenie wiedzy o wpływie struktury ciekłych kryształów na własności elektryczne tych materiałów, istotne z uwagi na bardzo liczne praktyczne zastosowania tych materiałów.

Celem prowadzonych przez Habilitanta badań było poszerzenie wiedzy na temat fizycznych właściwości ciekłych kryształów. Najważniejszą z nich to struktura oraz opis mechanizmów obserwowanych przejść fazowych i samoorganizacji. Prowadzi to do powstania modeli łączących strukturę z właściwościami fizycznymi ciekłych kryształów, które to modele trzeba poddać weryfikacji eksperymentalnej. Doktor Mrukiewicz w swoich publikacjach podaje sposoby tworzenia nowych materiałów ciekłokrystalicznych i ich weryfikacji eksperymentalnych. Wszystko to może być wykorzystane w projektowaniu nowej generacji elementów fotowoltaicznych wykorzystywanych w produkcji przestrajalnych filtrów i modulatorów światła, przesłon okiennych czy wyświetlaczy LCD o podwyższonej wydajności. Oby tylko towarzysząca tym odkryciom „era światła” nie przekształciła się w „dominację światła” w naszym otoczeniu.

Całkowita liczba publikacji wynosi 474 pozycji, przy indeksie Hirscha równym 15. Przytoczone wyżej wartości świadczą o dużej aktywności wydawniczej Habilitanta. Wiele publikacji jest wynikiem zaprezentowania ich podczas specjalistycznych międzynarodowych konferencji naukowych. Z zestawu publikacji widać, że dr Mrukiewicz jest czołowym autorem jedenastu publikacji załączonych do wniosku habilitacyjnego.

Współpraca międzynarodowa

Współpraca międzynarodowa Habilitanta jest bardzo bogata co widać chociażby z listy kilkudziesięciu współautorów w przedstawionych do oceny publikacjach naukowych.

Dr Mrukiewicz odbył kilka staży, z których najważniejszy jest staż 15-miesięczny w Stanach Zjednoczonych. Osiągnięcia naukowe Habilitanta zostały przedstawiona i bardzo wysoko ocenione w liście popierającym od prof. Lavrentovicha. Za najważniejsze uważa on badania temperaturowe, które istotnie zwiększyły możliwości zastosowania badanych ciekłych kryształów. Określono również wpływ pola elektrycznego użytego do sterowania badanym układem. Większość uzyskanych wyników badań znalazła się w publikacjach, których pierwszym autorem jest Habilitant.

Kolejna udokumentowana współpraca międzynarodowa dotyczy trzech krótkich pobytów w Instytucie Fizyki Czeskiej Akademii Nauk w latach 2013, 2022 i 2023, które przerodziły się ponad dziesięcioletnią kolaborację naukową. Rezultatem tej współpracy jest wiele publikacji naukowych dotyczących ciekłych kryształów. Udział dra Mrukiewicza w ich powstaniu jest niepodważalny, co podkreśla w swoim liście popierającym dr Novotná, kierownik Grupy Ciekłych Kryształów z Pragi.

Załącznikiem do wniosku habilitacyjnego są również Oświadczenia o współpracy naukowej z podmiotami Sieci Badawczej Łukasiewicza, Fundacji Kościuszkowskiej i NCN oraz potwierdzenie wykonania recenzji dla czasopisma Nature Communications.

Bardzo duże znaczenie miały również wyjazdy konferencyjne nie tylko jako uczestnika, ale również członka komitetów organizacyjnych.

Wiele dobrego można również powiedzieć o działalności popularyzatorskiej podczas licznych wykładów dla uczniów szkół średnich oraz obchodach Ogólnopolskiego Dnia Inżynierii Materiałowej i wielu innych imprezach popularnonaukowych.

Działalność dydaktyczna

Dr Mrukiewicz prowadzi zajęcia dydaktyczne na kierunku inżynieria materiałowa w Wojskowej Akademii Technicznej z Fizyki 1 i Fizyki 2 oraz w zakresie optycznych metod pomiarowych. Sporą część zajęć dydaktycznych stanowią zajęcia laboratoryjne prowadzone dla studentów na kierunku inżynieria materiałowa w Wojskowej Akademii Technicznej. Na szczególną uwagę zasługują zajęcia z wybranych optycznych metod pomiarowych, dla których Kandydat opracowywał także sylabusy do prowadzonych przez siebie zajęć laboratoryjnych. Jest autorem dwóch kursów specjalistycznych. Pierwszym z nich są „Wybrane optyczne metody pomiarowe”, a drugim „Optyczne metody badań”. Kursy te realizowane w formie wykładów oraz ćwiczeń laboratoryjnych. Ponadto opracował kilka specjalistycznych stanowisk pomiarowych, m.in: do badań anizotropii optycznej, pomiaru małych odległości, wyznaczania dwójtomności nematyków przy pomocy klina ciekłokrystalicznego. Był promotorem pracy dyplomowej obronionej w 2017 roku.

Podsumowanie:

Przedstawione w ramach wniosku habilitacyjnego publikacje mają charakter zarówno poznawczy, jak i aplikacyjny. Żeby je zastosować trzeba jednak wcześniej dobrze poznać zachodzące w próbie zjawiska fizyczne. Co do wyboru spisu publikacji, w wielu przypadkach kierujemy się własną oceną. Dzięki dużemu doświadczeniu i szerokiej wiedzy dr Mrukiewicz może jeszcze wiele dobrego zdziałać w zakresie zastosowania ciekłych kryształów w życiu codziennym i technice.

Habilitant przedstawił listę nagród, która zawiera 13 pozycji. Są tam między innymi: środki NCN w konkursie Miniatura, aktywne uczestnictwo we władzach Polskiego Towarzystwa Ciekłokrystalicznego, laureat programu Mobilność Plus przyznanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Stypendium Fundacji Kościuszkowskiej, wybór na członka zarządu Międzynarodowego Towarzystwa Krystalograficznego i inne wyróżnienia.

W podsumowaniu dr Mateusz Mrukiewicz przedstawia listę swoich najważniejszych osiągnięć. Lista ta obejmuje aż dwadzieścia numerowanych pozycji i zdaniem recenzenta jest zdecydowanie za obszerna. Skrócona do kilku wybranych tematów albo bloków tematycznych, dużo łatwiej mogłaby być zapamiętana przez czytelnika.

Zarówno działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną dra Mateusza Mrukiewicza oceniam bardzo wysoko, co chciałbym podkreślić na zakończenie tej recenzji.

Podsumowując, uważam, że osiągnięcia przedstawione we wniosku habilitacyjnym dra Mateusza Mrukiewicza pt. „Efekty orientacyjne i dynamika molekularna w polarnych i chiralnych ciekłych kryształach”, zarówno dorobek naukowy, projektowy i recenzencki, przez udział w licznych konferencjach naukowych, udział w grantach naukowych, krajowych i zagranicznych, udział w stowarzyszeniach naukowych, działalność dydaktyczna oraz współpraca Habilitanta z sektorem gospodarczy spełniają Art. 219.1.2 ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018, tj. „stanowią znaczny wkład w rozwój nauki o materiałach”. Choć badania Habilitanta mają charakter interdyscyplinarny, to ze względu na ich znaczenie dla Inżynierii materiałowej wnoszę o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów postępowania w celu nadania doktorowi Mateuszowi Mrukiewiczowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

