



dr hab. Magdalena Barwiołek, prof. UMK  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
Wydział Chemii  
ul. Gagarina 7, 87-100 Toruń

Toruń, 29-05-2024

## Ocena osiągnięcia naukowego

zatytułowanego „*Nowe pochodne imidów aromatycznych i imin badane w kierunku zastosowań w obrazowaniu komórkowym, sensorów kationów oraz organicznej elektronice*”  
oraz całokształtu dorobku naukowego dr. inż. Mateusza Korca  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne

### 1. Podstawa przygotowania recenzji

W odpowiedzi na decyzję Komisji habilitacyjnej powołanej przez Radę Naukową Instytutu Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki chemiczne, która została podjęta w dniu 19 marca 2024 r. o powołaniu komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne Pana dr. inż. Mateusza Korca, przedstawiam recenzję Jego dorobku naukowego, działalności organizacyjnej, dydaktycznej i popularyzatorskiej. Jako osiągnięcie naukowe dr. inż. Mateusz Korzec przedłożył do oceny cykl dziesięciu wybranych publikacji wraz z autorefereatem oraz dokumentami potwierdzającymi fakt spełnienia wymagań formalnych wynikających z podstawy prawnej oceny osiągnięć naukowych osób ubiegających się o stopień doktora habilitowanego (art. 221 ust. 8 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce; Dz.U. z 2021 poz. 478 oraz art. 219 ust. 1 pkt 2 wspomnianej ustawy).

### 2. Informacje podstawowe

Pan dr. inż. Mateusz Korzec dużą część swojej kariery naukowej związał z Wydziałem Matematyki, Fizyki i Chemii, Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, na którym w roku 2010 uzyskał stopień naukowy licencjata, w 2012 magistra a w 2016 roku uzyskał tytuł doktora nauk chemicznych w dyscyplinie chemia. Tytuł dysertacji: „*Synteza bloków budulcowych dla farmacji i chemii metodą katalizy heterogenicznej w układzie nano-Pd/Cu*”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Jarosław Polański. W międzyczasie otrzymał tytuł naukowy inżyniera w 2011 roku w Wyższej Szkole Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach. Ponadto Pan dr. inż. Mateusz Korzec w 2019 roku ukończył *Studia podyplomowe –przygotowanie pedagogiczne* (Kolegium Nauk Społecznych i Filologii Obcych, Politechnika Śląska w Gliwicach) oraz *Studia podyplomowe – nauczanie matematyki i biologii* (Wyższa Szkoła Kształcenia Zawodowego, Wrocław-2022). W latach 2016 -2019 dr. inż. Mateusz Korzec zatrudniony był na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii, Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach początkowo na etacie asystenta, a od 2019 roku na stanowisku adiunkta (naukowo-dydaktyczne). Następnie w 2019 roku został zatrudniony na



stanowisku adiunkta na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach gdzie pracuje do dzisiaj.

### **3. Ocena dorobku naukowego**

Całkowity dorobek publikacyjny Pana dr. inż. Mateusza Korca obejmuje prace, które ukazały się w czasopismach znajdujących się na liście Journal Citation Reports. Jest to zbiór 23 artykułów według bazy Scopus, z czego 5 prac ukazało się przed uzyskaniem stopnia doktora. Większość prac zostało opublikowanych w międzynarodowych, specjalistycznych czasopismach naukowych o współczynnikach oddziaływania od 2,227 do 6,921. W 11 artykułach Pan dr inż. Mateusz Korzec jest pierwszym i/lub korespondencyjnym autorem. Łączny Impact Factor (IF) opublikowanych prac wynosi 86,894 (po doktoracie: 69,995). Sumaryczna liczba cytowań Jego prac wynosi 263 (173 bez autocytowań). Indeks Hirscha Kandydata w dniu 30 maja 2023 r. wynosił 10. Ponadto, Kandydat w swoim dorobku jest autorem rozdziałów w 7 monografiach naukowych. Część tych rozdziałów jest ściśle powiązana z tematem osiągnięcia habilitacyjnego. Współautorstwo takich prac świadczy o umiejętności przygotowania artykułu przeglądowego podsumowującego prace i rozpoznaniu w środowisku naukowym.

Tematyka badacza opublikowanych prac, zarówno przed doktoratem jak i po jego uzyskaniu, jest spójna i ściśle związana z przedłożonym do oceny osiągnięciem naukowym. Reasumując stwierdzam, że cały publikowany dorobek Kandydata jest merytorycznie istotny i wystarczająco nowatorski oraz był dość dobrze opublikowany. Dowodzi że Kandydat opanował warsztat naukowy, w stopniu umożliwiającym samodzielne prowadzenie badań w dyscyplinie nauki chemiczne.

Pan dr inż. Mateusz Korzec w latach 2016-2023 był współautorem 8 wystąpień ustnych na międzynarodowych oraz 1 na krajowych konferencjach naukowych (w tym 2 na zaproszenie na UMK w Toruniu oraz FACULTY OF PHARMACY in Comenius University of Bratislava, co wskazuje na jego rozpoznawalność w świecie naukowym). Tutaj widać zabieganie Kandydata o możliwość prezentacji ustnych, co jest bardzo cennym w karierze naukowej. Dodatkowo jest współautorem 15 plakatów konferencyjnych.

W swoim dorobku naukowym Kandydat podaje informacje o uczestnictwie jako wykonawca w pracach zespołów badawczych realizujących projekty Lider XI (2021-2024) oraz Projekt Badań Stosowanych (PBS) (2014-2016) finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Ponadto jest kierownikiem w wewnętrznym grantie Projekt Inicjatywa Doskonałości -*Synteza i badania nowych luminoforów*- 2022-obecnie oraz pełnił rolę tutora w grantie Ministerstwa i Nauki dla kół naukowych (2021-2022).

Ponadto Kandydat jest współautorem 5 polskich patentów oraz jednego zgłoszenia patentowego. W karierze akademickiej można zauważyć pewną mobilność Kandydata. Kandydat uczestniczył w programie ERASMUS + w latach 2017 i 2020, podczas których odbył 4 dniowe wyjazdy do Bratysławy (FACULTY OF PHARMACY in Comenius University of Bratislava) oraz Ostrawy (FACULTY OF SCIENCE in University of Ostrava). Niestety dr inż. Mateusz Korzec nie odbył



żadnego długoterminowego zagranicznego stażu naukowego, który mógłby być ważnym krokiem w poszerzaniu tematyki naukowej.

Kandydat współpracuje z 1 ośrodkiem zagranicznym -Prof. Saulius Grigalevicius Kaunas University of Technology, Litwa, (Współpraca w zakresie badań związków na potrzeby organicznej elektroniki) oraz 7 ośrodkami polskimi.

Reasumując, moja ocena pozostałego dorobku naukowo-badawczego Pana dr inż. Mateusza Korca, jako wypadkowa zaprezentowanych powyżej analiz cząstkowych, jest pozytywna. Dotyczy to zarówno poziomu naukowego publikacji Kandydata, a także aktywności konferencyjnej i projektowej.

#### **4. Ocena osiągnięcia naukowego**

Podstawą postępowania habilitacyjnego Pana dr. inż. Mateusza Korca jest cykl powiązanych tematycznie 10 oryginalnych prac opublikowanych od 2018 do 2023 roku w czasopismach o zasięgu międzynarodowym (European Journal of Organic Chemistry - IF =3,029, Dyes and Pigments, 2 prace, IF=4,018-5,122, Journal of Material Science– IF=4,22, Spectrochimica Acta: Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy - IF=3,232, Optoelectronics Rev.– IF=2,227, Materials, 2 prace - IF = 3,748, Molecules - IF=4,6). Średni współczynnik oddziaływania tych prac wynosi około 3,73, co stanowi dobre osiągnięcie. W 6 pracach wskazanych do osiągnięcia naukowego Pan dr inż. Mateusz Korzec jest pierwszym i korespondencyjnym autorem, w kolejnych 2 jest autorem do korespondencji. Do autoreferatu Kandydat dołączył oświadczenia współautorów, tam gdzie było to konieczne. Analiza oświadczeń współautorów pozwala na stwierdzenie, że ich udział w powstaniu prac wchodzących w skład osiągnięcia polegał głównie na wykonaniu części specjalistycznych pomiarów i ich interpretacji oraz na konsultacjach naukowych i udziale w edycji manuskryptu na różnych etapach publikowania. Jest to zgodne z załączonym przez Pana dr. inż. Mateusza Korca oświadczeniem, gdzie Autor stwierdza, że odegrał znaczącą rolę w tworzeniu koncepcji badań we wszystkich publikacjach, przeprowadził znaczącą część eksperymentów oraz nadzorował proces analizy danych i przygotowywał końcowe wersje publikacji. Biorąc pod uwagę powyższe, Kandydat miał pełne prawo do włączenia wybranych publikacji do swojego osiągnięcia naukowego.

Punktem łączącym wszystkie dziesięć publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego są zagadnienia dotyczące rozwoju projektowania oraz syntez nowych analogów imidów aromatycznych, a także badania ich właściwości optycznych.

Pan dr. inż. Mateusz Korzec w ramach przedstawionego do oceny osiągnięcia (P1-P10) zsyntezował ponad 50 związków pochodnych 1,8-naftalimidów głównie w 3-pozycji pierścienia bądź innych analogów, dążąc do otrzymania związków o jak najlepszych właściwościach luminescencyjnych.

Pan dr. inż. Mateusz Korzec podjął się określenia zależności pomiędzy budową a właściwościami otrzymanych związków, co ma na celu świadome projektowanie tego typu połączeń dla



konkretnych zastosowań: w diodach elektroluminescencyjnych, jako sensory jonów, fluorofory do obrazowania komórkowego czy do badań aktywności przeciwnowotworowej.

W referacie Autor bardzo merytorycznie uzasadnia wybór badanych związków, celowość określonych syntez, przedstawia metody analizy danych eksperymentalnych, a także dyskutuje wyniki badań. Badania właściwości luminescencyjnych zostały poszerzone o analizy termiczne, elektrochemiczne oraz obliczenia teoretyczne.

Prace badawcze dotyczące osiągnięcia habilitacyjnego można podzielić na kilka etapów:

1) *opracowanie warunków syntezy pochodnych 1,8-naftalimidów, ich charakterystykę za pomocą spektroskopii NMR, FTIR oraz analizy elementarnej (P1-P10)*. Należy tu podkreślić ogrom pracy włożonej przez Habilitanta w celu zaprojektowania serii związków, a następnie opracowania ich warunków syntezy, co znalazło odzwierciedlenie nie tylko w publikacjach stanowiących osiągnięcie habilitacyjne, ale także w zgłoszeniu patentowym (Z1).

2) *Badanie właściwości fotoluminescencyjne otrzymanych związków*

Kandydat przeprowadził badania właściwości optycznych uzyskanych związków w różnych rozpuszczalnikach, słabo polarnych: chloroform, dichlorometan, polarnych nieprotycznych: aceton, acetonitryl czy dimetylosulfotlenek oraz polarnych protycznych: etanol czy metanol. Dla wybranych rozpuszczalników wykonywał również pomiary wydajności kwantowej ( $\Phi$ ) oraz czasów życia fluorescencji ( $\tau$ ).

Autor wykazał wpływ podstawników w pierścieniu nafatlenowym na właściwości optyczne związków (P1)

Ponadto dr inż. Mateusz Korzec udowodnił w pracy P4, że właściwości emisyjne wyjściowych 3-amino-1,8-naftalimidów charakteryzują się stosunkową wysoką wydajnością kwantową fluorescencji w zakresie od 34 do 86,98 % w etanolu czy 40,30 do 61,43 % w chloroformie, natomiast ich pochodne charakteryzują się niższą wydajnością kwantową fluorescencji w czystym rozpuszczalniku (P3-P4 i P7-P8, P10) co jest wynikiem występowania fotoindukowanego przeniesienia elektronów (*z ang. photoinduced electron transfers, PET*) i/lub wyłączenia się procesu ICT.

W kolejnych etapach swoich badań Habilitant uwzględnił zawartość wody w rozpuszczalnikach organicznych i wykazał, że wszystkie iminy i salico-iminy charakteryzowały się wygaszeniem fluorescencji (ACQ) w układach wraz ze zwiększającą się zawartością wody, natomiast  $\beta$ -ketoenaminy wykazywały zdolność do wzmocnienia emisji (AIE), niezależnie od układu rozpuszczalnik/woda (P3-P5, P8 i P10). Dodatkowo określono wpływ pH na właściwości optyczne w układzie MeOH/H<sub>2</sub>O (P10).

3) *badanie właściwości termicznych oraz wyznaczenie energii granicznych orbitali molekularnych (P1- P3, P5- P9)*

Energie granicznych orbitali molekularnych HOMO (najwyższy obsadzony orbital molekularny) i LUMO (najniższy nieobsadzony orbital molekularny) wyznaczono za pomocą metody pośredniej, tj. woltamperometrii cyklicznej (CV). Ma to szczególne znaczenie, gdyż określenie energii granicznych orbitali molekularnych oraz przerwy energetycznej stanowi jedno z ważniejszych charakterystyk związków przeznaczonych dla organicznej elektroniki.

4) *Właściwości elektroluminescencyjne (EL)*

Zdolności do elektroluminescencji wybranych związków badano w diodach o strukturze ITO/PEDOT:PSS/związek/Al i ITO/PEDOT:PSS/PVK:PBD:związek/Al, gdzie zawartość



związku wynosiła 2 lub 15% wagowych (**P2, P5, P7**). Autor udowodnił, że badane związki a szczególnie bis-(imino-imid) o oznaczeniu 33, z rdzeniem trifenyloaminowym oraz podstawnikiem heksylovym w części imidowej wykazują zdolności do elektroluminescencji urządzeń w zastosowanej strukturze.

5) *właściwości biologiczne uzyskanych związków (P4, P5, P8 i P10).*

W zakres badań biologicznych wchodziło określenie aktywności biologicznej na ludzkich liniach komórkach: raka okrężnicy (HCT 116) oraz raka piersi (MCF-7), jak również wykorzystanie związków jako fluoroforów do obrazowania komórkowego na tych liniach komórkowych. Autor udowodnił, że badane związki nie wykazywały aktywności biologicznej.

W publikacjach **P7 i P10** Kandydat przedstawił wyniki badań 29 imin do obrazowania komórkowego wskazując, że w filtrze wzbudzenia DAPI związki te emitowały niebiesko-zieloną fluorescencję, podczas gdy w filtrze GFP zieloną. Dodatkowo związki te mogą skutecznie przenikać przez błonę komórkową po dwugodzinnej inkubacji, dzięki czemu uzyskuje się pełną fluorescencję w komórkach, co umożliwia ich wizualizację za pomocą mikroskopii fluorescencyjnej. Ten czas jest stosunkowo krótki i porównywalny z różnymi dostępnymi na rynku sondami fluorescencyjnymi. Stanowi to szczególnie cenne osiągnięcie Habilitanta.

W ocenie recenzentki na podstawie zgłoszonych do osiągnięcia prac jako wyróżniające należy uznać:

- 1) opracowanie warunków syntezy 1,4,5,8-naftalenodimidów Sonogashiry w wodzie przy zastosowaniu układu katalitycznego z dodatkiem miedzi elektrolitycznej
- 2) wykazanie różnic w aktywności chemicznej 3-i 4-amino-1,8-naftalimidów na podstawie przeprowadzonych badań syntetycznych w jednakowych warunkach
- 3) wykazanie, że tylko pochodne  $\beta$ -ketoenamin charakteryzują się tendencją do wzmocnienia emisji na skutek agregacji (AIE), natomiast pozostałe związki (*iminy oraz salicylo iminy*) dążą do wygaszenia emisji (ACQ),
- 4) wykazanie, że badane związki a szczególnie bis-(imino-imid) o oznaczeniu 33, z rdzeniem trifenyloaminowym oraz podstawnikiem heksylovym w części imidowej wykazują zdolności do elektroluminescencji urządzeń, w których jako warstwę aktywną zastosowano sam związek oraz w urządzeniach typu gość:gospodarz, gdzie badany związek został rozproszony w matrycy PVK:PBD w zawartości 2 lub 15 % wag.
- 5) wykazanie, że otrzymane pochodne nie posiadają właściwości przeciwnowotworowych względem komórek raka okrężnicy (HCT 116) oraz raka piersi (MCF-7). Mogą być natomiast wykorzystane jako fluorofory do obrazowania komórkowego, które charakteryzują się różnym efektem barwienia.

Referat kończy zarys planów badawczych Pana dr inż. Mateusz Korzec wskazując na Jego samodzielność i dojrzałość naukową.

Biorąc pod uwagę uzyskane rezultaty oraz wielowątkowe podejście do realizowanej tematyki badawczej, wysoko oceniam osiągnięcie naukowe Kandydata. Pan dr inż. Mateusz Korzec pokazał, że jest w stanie nie tylko wnieść istotne elementy nowości naukowej w nurcie współczesnej chemii związków organicznych, ale również, poprzez umiejętne wykorzystanie wyników badań podstawowych do realizacji ważnych celów praktycznych – w chemii biomedycznej oraz optoelektronice.





### **5. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej, popularyzatorskiej oraz współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym**

Pan dr inż. Mateusz Korzec jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym zatrudnionym obecnie na stanowisku adiunkta, i jako nauczyciel akademicki realizuje zajęcia laboratoryjne dla studentów studiów stacjonarnych I i II stopnia jako formę działalności dydaktycznej. Poza zajęciami kursowymi Pan dr inż. Mateusz Korzec był promotorem 1 pracy inżynierskiej oraz 2 prac magisterskich. Był też recenzentem 1 pracy inżynierskiej oraz 1 przewodniczącym komisji obrony pracy inżynierskiej. Na dzień składania wniosku Kandydat pełnił funkcję promotora pomocniczego w jednej pracy doktorskiej Pani dr Sandry Senkały pt. „*Projektowanie i synteza fenyloetynylofenylo-azometyn o potencjalnych zastosowaniach w analityce oraz farmacji*”. 08 maja 2023 roku odbyła się obrona tej rozprawy doktorskiej.

Ponadto Kandydat poza prowadzeniem zajęć dydaktycznych dla studentów, uczestniczył w projektach dydaktycznych związanych z prowadzeniem zajęć laboratoryjnych dla uczniów szkół podstawowych oraz średnich: zajęcia te były realizowane z różnych projektów np. „*ChemiK – Chemia + Kompetencje*” finansowany ze środków europejskich, czy „*Śląska Szkoła Ćwiczeń*”. Dodatkowo dr inż. Mateusz Korzec prowadził warsztaty chemiczne dla szkół oraz trzymiesięczny kurs maturalny dla uczniów szkół średnich w ramach programu Uniwersytetu Śląskiego i Urzędu Miasta Sosnowiec.

Pan dr inż. Mateusz Korzec recenzował 12 artykułów naukowych przesłanych od redakcji renomowanych czasopism o zasięgu międzynarodowym. Należy uznać to za wynik wystarczający i świadczący o stosunkowo dobrej rozpoznawalności i uznaniu kompetencji Kandydata w reprezentowanej dziedzinie badań.

Działalność organizacyjna Pana dr. inż. Mateusza Korca dotyczy Jego członkostwa w Radzie Wydziału; Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach W latach 2012 do 2016. Od 2016 r. uczestniczy czynnie w organizacji Ogólnopolskiego Konkursu Chemicznego. Od 2022 r. pełni rolę opiekuna koła naukowego chemików Aqua Regia, które aktywnie bierze udział w różnych wydarzeniach, między innymi w Śląskim Festiwalu Nauki.

Od 2018r. Kandydat jest czynnym członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego a od 2021 r. pełni funkcję zastępcy przewodniczącego oddziału katowickiego PTChem. Był też współorganizatorem Pierwszego Śląskiego Spotkania PTChem zorganizowanego przez oddział Katowicki i Gliwicki oraz prowadził sekcję wykładów dla młodych naukowców na którym poza profesorami oraz młodymi naukowcami, byli obecni Przedstawiciele Zakładów Farmaceutycznych Polpharma S.A. Od 2023 r. Jest też członkiem komitetu organizacyjnego konkursu 360 Org Chem Challenge, organizowanego na podstawie porozumienia Uniwersytetu Śląskiego z Instytutem Chemii Organicznej PAN w Warszawie oraz Wydziału Chemii Politechniki Łódzkiej

Reasumując, bardzo pozytywnie oceniam aspekt aktywności Kandydata, dotyczący jego osiągnięć dydaktycznych, a zwłaszcza ponadprzeciętnych osiągnięć organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.



### Ocena końcowa

Stwierdzam, że zgodnie z art. 221 ust. 8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – osiągnięcia naukowe dr inż. Mateusza Korca ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2. Przedstawiony zbiór publikacji składających się na osiągnięcie naukowe cechuje wysoka wartość naukowa i merytoryczna z istotnymi elementami nowości naukowej w zakresie *Nowych pochodnych imidów aromatycznych i imin badanych w kierunku zastosowań w obrazowaniu komórkowym, sensorów kationów oraz organicznej elektronice*. W związku z tym popieram wnioszek dr inż. Mateusza Korca o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne. i Wnoszę więc do Komisji habilitacyjnej powołanej przez Radę Naukowej Instytutu Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki chemiczne o dopuszczenie Pana dr inż. Mateusza Korca do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.