

Prof. dr hab. inż. Ewa Schab-Balcerzak
Instytut Chemii
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych

Katowice, 28.12.2022 r.

Recenzja osiągnięcia naukowego doktora inżyniera Krzysztofa Durki, pt.:
„Związki aryloboronowe w konstrukcji materiałów mikroporowatych i luminescencyjnych”
oraz ocena Jego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego, w związku
z postępowaniem habilitacyjnym

Materiały przedstawione do oceny przez Habilitanta są wystarczające, aby ocenić zarówno osiągnięcie naukowe Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Ścisłych i Przyrodniczych w dyscyplinie Nauki Chemiczne, jak i Jego dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny, zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie - Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 poz. 1668) z późniejszymi zmianami.

Recenzja składa się z następujących punktów: sylwetki naukowej Habilitanta, oceny osiągnięcia naukowego, oceny działalności dydaktycznej i organizacyjnej oraz wniosków końcowych.

Sylwetka kandydata:

Dr inż. Krzysztof Durka ukończył studia wyższe na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej w 2009 roku, realizując pracę magisterską pod tytułem „*Badanie struktur azaestrów haloaryloboronowych $HalArBO_2(CH_2CH_2)_2NBu$ i ich zastosowanie w reakcji metalacji*”. Kolejnym etapem w rozwoju naukowym Habilitanta było otrzymanie stopnia doktora w dziedzinie nauk chemicznych w tejże uczelni w 2015 roku, na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej „*Nowe pochodne kwasów boronowych i diboronowych oraz ich związków kompleksowych: otrzymywanie i badania strukturalne*”. Obie prace, magisterska oraz doktorska otrzymały wyróżnienie. Od roku 2015 pan Durka jest zatrudniany w swej macierzystej uczelni. Początkowo pracował na stanowisku samodzielnego chemika, następnie na stanowisku adiunkta naukowego w ramach projektów KNOW i SONATA 10, a od 2018 roku do chwili obecnej zatrudniony jest na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego.

Biorąc pod uwagę poszczególne etapy rozwoju kariery naukowej Habilitanta można wyraźnie dostrzec jego zainteresowania badawcze, które ukierunkowane są na zagadnienia związane z chemią organicznych związków boru, odgrywających coraz większą rolę w różnych dziedzinach nauki. Oprócz zastosowania do syntezy związków organicznych, są one badane pod kątem wykorzystania do zastosowań medycznych, wytwarzania kowalencyjnych materiałów porowatych (COF), czy też w optoelektronice i fotokatalizie.

Dr inż. Krzysztof Durka odbył 3-miesięczny staż naukowy, w ramach projektu HPCEuropa3, w Wielkiej Brytanii na Uniwersytecie w Bath, na Wydziale Inżynierii Chemicznej w grupie prof. Tiny Düren. Staż ten był poprzedzony tygodniową wizytą w centrum obliczeniowym HPC w Edynburgu.

Habilitant uczestniczył i uczestniczy w realizacji licznych projektów badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki (8 projektów: Preludium, Sonata, Opus), Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (1 projekt) oraz z funduszy Horyzont 2020 (1 projekt), w których w pełnił rolę kierownika projektu (6 projektów) lub wykonawcy (4 projekty). Ponadto był kierownikiem lub wykonawcą 5 grantów Politechniki Warszawskiej oraz 2 projektów zapewniających dostęp do centrum skomputeryzowanego ICM w Warszawie i WCSS we Wrocławiu, a także trzech grantów finansujących dostęp do centrum promieniowania synchrotronowego APS w Chicago oraz ESRF w Grenoble. Uzyskane finansowanie przyczyniło się z znacznej mierze do realizacji osiągnięcia habilitacyjnego, ponieważ rezultaty z niektórych realizowanych projektów opisał dr inż. Durka w 6 publikacjach wchodzących w skład cyklu artykułów prezentowanych w niniejszej rozprawie habilitacyjnej (P1-P3, P5, P6 i P9).

Dr inż. Durka może się wykazać współpracą zarówno z krajowymi (Politechnika Łódzka, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Politechnika Śląska, Uniwersytet Warszawski) jak i zagranicznymi (Uniwersytet w Durham, Uniwersytet Heinricha Heinego w Düsseldorfie, Uniwersytet w Bath, Uniwersytet w Gironie) ośrodkami naukowymi. Ponadto wykazał się efektywną współpracą z firmą Sigma-Aldrich polegającą na opracowaniu syntezy i optymalizacji procesu wytwarzania dwóch związków: 2-acetylobenzaldehydu oraz 3-(4,4,5,5-tetrametylo-1,3,2-dioksaborolan-2-yl)but-3-en-1-olu.

Na całokształt dorobku naukowego doktora inżyniera Krzysztof Durki składają się z 64 publikacje w recenzowanych czasopismach naukowych znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR) o łącznej liczbie wpływu IF= 224,139, co daje dobrą średnią wartość 3,502 na jedną

publikację. Liczba cytowań wszystkich prac oraz indeks Hirscha, jak podaje Habilitant, wynosi odpowiednio 573 (395 bez autocytowań) i 14. Dorobek dr. inż. Durki uzupełniają prezentacje na konferencjach krajowych i międzynarodowych obejmujące 11 wystąpień ustnych i 22 prezentacje plakatowe.

Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant opublikował 24 prace o sumarycznej liczbie wpływu 67,542 (średnia wartość na jedną publikację wynosi 2,814), natomiast po doktoracie opublikował 39 artykułów, o sumarycznej liczbie wpływu 156,597 (średnia wartość na jedną publikację wynosi 4,015). Biorąc pod uwagę zarówno liczbę opublikowanych artykułów oraz IF, to obserwuje się istotny wzrost aktywności naukowej Habilitanta po otrzymaniu stopnia doktora. Średnia liczba wpływu IF przypadająca na jedną publikację znacząco wzrosła z 2,814 na 4,015, co wskazuje na jego rozwój. Wypracowane parametry bibliometryczne, w pełni upoważniają dr. inż. Durkę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego: „Związki aryloboronowe w konstrukcji materiałów mikroporowatych i luminescencyjnych”

Podstawę osiągnięcia naukowego stanowi cykl 10 prac (P1-P10) opublikowanych w latach 2015-2021 o łącznej liczbie wpływu 44,751 (średnio 4,47 na pracę), co świadczy o ich wysokim poziomie naukowym. Przedstawione prace habilitacyjne są opublikowane w czasopismach o międzynarodowej cyrkulacji: *Journal of Organic Chemistry* (2 prace opublikowane 2021 i 2017, IF= 4,354, pkt. MNiSW=140), *CrystEngComm* (1 praca opublikowana w 2021, IF= 3,545, pkt. MNiSW= 100), *Chemistry – A European Journal*, (1 praca opublikowana w 2020, IF= 5,236, pkt. MNiSW= 140), *Journal of Physical Chemistry A*, (1 praca opublikowana w 2019, IF= 2,781, pkt. MNiSW= 100), *Dalton Transactions* (2 prace opublikowane w 2019 i 2018, IF= 4,390, pkt. MNiSW= 140), *ACS Applied Materials and Interfaces* (1 praca opublikowana w 2017, IF= 9,229, pkt. MNiSW= 200), *Crystal Growth&Design* (1 praca opublikowana w 2016, IF= 4,076, pkt. MNiSW= 100) i *Journal of Organometallic Chemistry* (1 praca opublikowana w 2015, IF= 2,396, pkt. MNiSW= 70). Większość artykułów opublikowano w prestiżowych oficynach wydawniczych takich jak *ACS* (5 prac) i *RSC* (3 prace), a pozostałe dwie prace w *Elsevier* i w *Wiley*. Należy zwrócić uwagę, że Habilitant publikuje w czasopismach o coraz wyższym poziomie naukowym, co potwierdza zarówno rozwój dr. inż. Durki jak i znaczenie Jego tematyki badawczej.

Wszystkie prace są wieloautorskie, lecz Habilitant przedstawił stosowne oświadczenia współautorów wyjaśniające ich udział. We wszystkich pracach Habilitant jest autorem korespondującym (P2, P4, P8 i P9) lub współkorespondującym (P1, P3, P5-P7 i P10) i jego rola wiodąca nie budzi wątpliwości, biorąc pod uwagę opisany Jego wkład w powstanie prac.

Tematyka prac cyklu habilitacyjnego związana jest z nowoczesnymi związkami organicznymi, badanymi w kierunku zastosowania ich do otrzymania materiałów mikroporowatych lub fotoaktywnych wykazujących zdolność do luminescencji lub generowania tlenu singletowego. Analiza prac i oświadczeń Habilitanta oraz współautorów pokazuje, że Habilitant formułował problem badawczy, planował i koordynował badania oraz analizował i opisywał otrzymane wyniki sam lub z drugim autorem korespondującym (P1, P3, P5-P7 i P10). Przeprowadził pomiary dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego zaprojektowanych do syntezy związków oraz wnikliwe analizy ich struktur krystalicznych, oddziaływań międzycząsteczkowych i upakowania cząsteczek w sieci krystalicznej, przeprowadził badania właściwości termicznych metodą DSC i TGA otrzymanych związków, wykonał wszystkie obliczenia teoretyczne prezentowane w pracach, a także syntezował wybrane związki (P10) lub opracował metodę ich otrzymania (P3).

Biorąc pod uwagę tematykę prac cyklu habilitacyjnego można stwierdzić, że dorobek naukowy Habilitanta jest zorientowany na szczegółowe badania mające na celu poznanie zależności pomiędzy strukturą związków zawierających atomy boru, z uwzględnieniem sposobu organizacji cząsteczek w ciele stałym, a wybranymi właściwościami decydującymi o możliwościach aplikacji. Zdobyte takiej wiedzy umożliwia racjonalne projektowanie materiałów o z góry założonych parametrach, koniecznych dla konkretnych zastosowań. Wyniki eksperymentalne dotyczące badań rentgenostrukturalnych i spektroskopowych Habilitant uzupełnił obliczeniami z wykorzystaniem metod chemii kwantowej. Osiągnięcie habilitacyjne mieści się w obszarze badań podstawowych, aczkolwiek przeprowadzone odpowiednie badania, np. parametrów sorpcyjnych czy też właściwości fotoaktywnych, wykazały potencjał aplikacyjny niektórych wytworzonych materiałów.

Przedmiotem badań, jak wynika z tytułu osiągnięcia, były związki aryloboronowe, jednakże dwie prace z cyklu habilitacyjnego oznaczone jako P4 i P9 nie dotyczą tego typu związków. W pracy P4 opisano bis(salicylowe) aldehydy. Jeden z nich, a mianowicie aldehyd naftalenobis(salicylowy) można traktować jako element budulcowy kompleksów boroorganicznych z zasadami Shiffa, zwanych boranilami, zaprezentowanymi w pracy P8. Biorąc pod uwagę fakt, że

pracę P4 opublikowano po około dwóch latach (2019) po pracy P8 (2017), wyniki przedstawione w pracy P4 raczej pomogły w analizie właściwości związków otrzymanych z aldehydu naftalenobis(salicylowego) (P8), a nie jak podaje Habilitant pozwoliły na wytypowanie układu o najlepszych parametrach optycznych i wysokiej stabilności do syntezy odpowiednich kompleksów boroorganicznych. Z kolei praca P9 dotyczy izomerycznych tienylosilanów, które stanowiły prekursorzy w syntezie odpowiednich kwasów multiboronowych opisanych w pracy P10. Jak twierdzi dr inż. Druka, realizacja badań opisanych w niniejszej pracy umożliwiła mu głównie rozszerzenie warsztatu obliczeniowego o obliczenia periodyczne oraz zastosowanie kwantowej teorii atomów w cząsteczkach (QTAIM). Biorąc powyższe pod uwagę, to włączenie prac nie dotyczących bezpośrednio związków aryloboronowych wydaje się być uzasadnione.

Przedstawione przez dr. inż. Dyrkę czterdziestostronicowe *Omówienie osiągnięć naukowych*, wsparte 72 pozycjami literaturowymi, zawiera streszczenie, wprowadzenie wraz z motywacją podjęcia badań opisanych w cyklu publikacji, obszerny opis wyników uzyskanych z przeprowadzonych badań, podsumowanie z wypunktowanymi najważniejszymi osiągnięciami badawczymi oraz opis obecnie prowadzonych prac, a także dalsze plany badawcze. Z obowiązku recenzenta muszę zwrócić uwagę, że analizując cytowane pozycje literaturowe można zauważyć wiele powtórzeń np. pozycja 4c jest cytowana jako 11a i 5c, 4d to pozycja 11d, 4f to 11e, 7c to 15c, 13a to 16b i pozycja 14 to również 15. Ponadto niepotrzebne jest sformułowanie „Przykładowe prace” w wykazie literatury cytowanej. Autor nie ustrzegł się potknięć językowych, na kilka których pozwolę sobie zwrócić uwagę np.: (i) w tekście słowo rysunek (Rysunek) i tabela (Tabela) niepotrzebnie pisane są z dużej litery, co jest przyjęte w j. angielskim (a nie polskim), (ii) w przypadku reakcji między cząsteczkami np.: tetrakis(4-boronofenylo)adamantanu, poprawne jest stosowanie określenia polikondensacji homofunkcyjnej, a nie „autokondensacji”, (iii) poprawne jest określenie uporządkowanie blisko zasięgowe – uporządkowanie biskiego zasięgu, a nie „krótko-zasięgowe uporządkowanie”. W moim odczuciu zabrakło podania danych liczbowych pokazujących np.: „znaczny spadek wydajności kwantowej”, „większą stabilność termiczną”, „parametry sorpcyjne tylko nieco niższe”, czy też doprecyzowanie, o jakie parametry sorpcyjne chodzi. Pomimo drobnych uchybień, których wskazanie może mieć znaczenie biorąc pod uwagę, że Habilitant będzie w przyszłości promotorem prac doktorskich, to należy podkreślić, że *Omówienie osiągnięć naukowych* jest niezwykle starannie przygotowane, zarówno pod względem merytorycznym jak i edytorskim. Podobnie zresztą jak cały *Autoreferat* oraz *Wykaz osiągnięć Naukowych*.



Omówienie osiągnięć naukowych tworzy jedną całość z poszczególnych prac cyklu habilitacyjnego. Czyta się ten rozdział z przyjemnością i jego lektura umożliwia zapoznanie się z najważniejszymi wynikami opisanymi w kolejnych publikacjach oraz pozwala na poznanie motywacji Habilitanta do podejmowania kolejnych badań. Przejrzysty i rzeczowy komentarz uzupełnia wiele rysunków oraz wykresów, dających wgląd w struktury badanych związków oraz istotne właściwości.

Przedstawiony w *Osiągnięciu* szereg nowych związków aryloboronowych można podzielić na dwie grupy, a mianowicie na układy badane w celu otrzymania materiałów mikroporowatych (P10, P7, P3 i P2) lub luminescencyjnych (P8, P6, P5 i P1).

Badania dotyczące pierwszej grupy związków ukierunkowane były na określenie możliwości kontrolowania budowy materiału porowatego, obejmujące tworzenie się struktur porowatych o określonej topologii i właściwościach sorpcyjnych poprzez zastosowanie o odpowiedniej budowie chemicznej, zarówno rdzenia boroorganicznego jak i łączników multiboronowych. W pracy P10 opisano syntezę serii kwasów di-, tri- oraz tetraboronowych opartych na rdzeniach fenylo- oraz tienylosilanów. Analiza struktur krystalicznych dwóch pochodnych kwasów diboronowych wykazała tworzenie się kanałów w sieciach krystalicznych wypełnionych cząsteczkami rozpuszczalnika, na skutek powstawania wiązań wodorowych. We wnioskach w artykule P10 znajdujemy informację, że dalsze badania dotyczące zastosowania otrzymanych kwasów boronowych i ich pochodnych do wytworzenia materiałów porowatych są w trakcie realizacji, a ich wyniki będą opublikowane, jednakże wyników tych nie zawarto w publikacjach z cyklu habilitacyjnego. Natomiast w opisie *Osiągnięcia* Habilitant podaje, że otrzymane materiały COF w wyniku kondensacji syntezowanych kwasów boronowych z heksahydroksytrifenylem (HHTP) charakteryzowały się niezadawalającymi właściwościami sorpcyjnymi spowodowanymi ich niską krystalicznością. Tematykę badań kwasów multiboronowych Habilitant rozszerzył o układy zawierające 1,3,5,7-tetrafenyloadamantan (P2). Przeprowadzone badania wykazały istotną rolę rodzaju rozpuszczalnika w procesie tworzenia struktury krystalicznej i jej stabilności termicznej, który należy brać pod uwagę przy projektowaniu materiałów porowatych. Właściwości sorpcyjne syntezowanych materiałów nie były badane, jak podaje Habilitant, ze względu na niewielkie ilości otrzymanych substancji, aczkolwiek syntezę zawsze można powtórzyć w celu otrzymania wymaganej ilości do badań. Kolejne prace dotyczące badań w kierunku otrzymania materiałów COF opartych na związkach boroorganicznych dotyczyły



określenia wpływu zastosowanych łączników multiboronowych, czyli pochodnej triazyny (P7) i fosfiny (P3). Otrzymane materiały porowate w wyniku kondensacji kwasu triboronowego ze strukturą triazyny z HHTP, 2,3,6,7-tetrahydroksy-9,10-dimetyloantracenenem (THDMA) oraz z 2,3,6,7-tetrahydroksy-9,10-dietyloantracenenem (THDEA) oraz materiał powstały w wyniku kondensacji homofunkcyjnej syntezowanego kwasu triboronowego (BTA-COF4), dr inż. Durka poddał szczegółowym badaniom metodą dyfrakcji rentgenowskiej oraz analizie z wykorzystaniem narzędzi chemii kwantowej, w celu ustalenia ich struktury. Wytworzone materiały COF charakteryzowały się wysoką stabilnością termiczną. Przykładowo 11% ubytek masy obserwowano w temperaturze 400°C, za wyjątkiem mniej termicznie stabilnego materiału BTA-COF4. Badania właściwości sorpcyjnych względem N₂ wykazały, że otrzymane nowe materiały boronowo-triazynowe charakteryzowały się powierzchnią właściwą wyznaczoną metodą BET (S_{BET}) w zakresie 1013 do 1267 m²/g. Prawie dwukrotnie niższą wartość S_{BET} otrzymano dla BTA-COF4. Stwierdzono, że właściwości sorpcyjne N₂ są podobne do boronowych materiałów 2D opisanych w literaturze, czyli otrzymane nowe materiały są alternatywą dla boronowych i triazynowych COF, łączącą zalety obu. Oczekując korzystnego wpływu na sorpcję gazów poprzez efekt porządkowania się struktury materiału w wyniku obecności pary elektronowej na atomie fosforu (lub zasadowego atomu tlenu w tlenku fosfiny), Habilitant zaproponował łącznik boro-fosforoorganiczny - tris(4'-diizopropoksyborylofenylo)fosfinę oraz jej tlenek (P3). Syntezowane związki poddano reakcji z HHTP i THDMA otrzymując materiały porowate z fosfiną (BP1 i BP2) oraz z tlenkiem fosfiny (BPO-1 i BPO-2) o niskiej krystaliczności, ale wykazujące dobre właściwości sorpcyjne względem CO₂, H₂ i CH₄, które jak wykazał Habilitant wynikały z powstawania lokalnych gradientów pola elektrycznego, stwarzającego możliwość specyficznego oddziaływania materiału porowatego z cząsteczkami gazów. Wartości S_{BET} były niższe w stosunku do klasycznych boronowych materiałów COF, jednakże zdolność sorpcji badanych gazów była na porównywalnym poziomie, co dowodzi ich wyższego powinowactwa w stosunku do H₂, CO₂ i CH₄. Lepszymi parametrami sorpcyjnymi charakteryzowały się materiały zawierające fosfinę (BP) i tak np. wartości S_{BET} materiałów z tlenkiem fosfiny były ponad dwukrotnie niższe w stosunku BT. Dodatkowo podjęto próbę wykorzystania wolnej pary elektronowej na atomie fosforu do wiązania atomów metalu – palladu w strukturze materiału. Zastosowano dwa podejścia, a mianowicie impregnację materiałów boro-fosforoorganicznych BP oraz kompleksowanie boronowanej trifenylofosfiny w roztworze stosując kompleks Pd₂(dba)₃, a następnie kondensację z HHTP lub THDMA. W obu przypadkach



obserwowano pogorszenie parametrów sorpcji w stosunku do ich odpowiedników bez Pd, na skutek aglomeracji Pd.

Kolejny wątek badań podjęty przez Habilitanta dotyczył otrzymania i badania boroorganicznych materiałów fotoaktywnych (P8, P6, P5 i P1). Badając zależności pomiędzy strukturą związku aryloboronowego a jego właściwościami, dr inż. Durka poszukiwał odpowiedzi na pytanie, które układy będą wydajnymi luminoforami, a które efektywnymi fotokatalizatorami.

Pierwszą badaną grupą była seria 10 bis(boranili) ze strukturą naftalenu (P8). Badania dotyczyły, jak twierdzi Habilitant, pomijanego wpływu podstawników przy atomie boru oraz dodatkowo w pierścieniu pochodnej aniliny na ich właściwości luminescencyjne. Przeprowadzone badania fotofizyczne syntezowanych związków w roztworze dichlorometanu i toluenu wykazały wpływ podstawników na położenie zarówno maksimum pasma fotoluminescencji ($\lambda_{em} = 533-683$ nm) jak i jej wydajność, względem wybranych wzorców (10-83%). Stwierdzono, że bis(boranilie) zawierające jako podstawniki przy atomie boru pentafluorofenyl (4) oraz fenyl i dodatkowo grupę elektronodonorową $-NEt_2$ (8) to najbardziej obiecujące emiterzy światła czerwonego.

W pracy P6 Habilitant opisał związki, w których układ naftenowy zastąpił bifenylem oraz bifenylem perfluorowanym i wykazał, że właściwości fotoluminescencyjne zależą nie tylko od budowy chemicznej, ale znaczenie ma również konformacja i efekty oddziaływań w strukturze krystalicznej.

Kolejne badania przedstawione w pracy P5 dotyczyły wpływu budowy liganda w serii kompleksów boroorganicznych, zawierających ten sam rdzeń boracykliczny - 9-borafluoren. Otrzymane kompleksy 9-borafluorenów (Bfl) porównywano z ich analogami otrzymanymi z kwasu difenyloborinowego (BPh₂), wykazując ich lepszą stabilność termiczną, odporność na hydrolizę oraz rozpuszczalność w stosunku do ich difenyłowych analogów. Zakresy absorpcji i emisji obu serii związków były bardzo podobne, a maksimum pasma absorpcji i emisji w roztworze mieściły się odpowiednio w zakresie 365-546 nm i 435- 604 nm, przy czym wyższe wydajności fotoluminescencji w większości przypadków odnotowano dla kompleksów BPh₂, dla których otrzymano najwyższą wydajność - ponad 70%. Analiza oddziaływań w sieci krystalicznej kompleksów Bfl wykazała, że związki te niechętnie tworzą oddziaływania π -stackingowe, ale z kolei powstają liczne inne oddziaływania typu C-H...O oraz C-H...C(π). Wszystkie kompleksy 9-borafluorenów były emisyjne w cieple stałym w postaci cienkiej warstwy na kwarcu, w przeciwieństwie do ich odpowiedników BPh₂. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że kompleksy



9-borafluorenów są lepszymi materiałami transportującymi ładunki dodatnie w stosunku do BPh₂, podczas gdy ich zdolność do transportu ładunków ujemnych była porównywalna.

Habilitant postawił hipotezę, że w badanych kompleksach możliwe są procesy wtórne z udziałem elektronów zlokalizowanych w części boroorganicznej, np. indukowane światłem przeniesienie elektronu prowadzące do obsadzenia stanu trypletowego i możliwej reakcji z tlenem. Wybrane układy boroorganiczne przetestowano pod kątem możliwości generowania tlenu singletowego, co opisano w pracy P1. Badaniom poddano również kompleksy 9-borafluorenu z dipyrrometanem (Bf-BODIPY). Badania wykazały, że prawie wszystkie kompleksy 9-borafluorenu posiadają zdolności fotouczulające. Habilitant wykazał kluczową rolę fragmentu borafluorenu w procesie tworzenia się stanów trypletowych i zaproponował mechanizm ich tworzenia. Działanie otrzymanych fotokatalizatorów boroorganicznych potwierdzono w reakcjach utleniania wybranych związków, z wykorzystaniem generowanego *in-situ* tlenu singletowego, w specjalnie zbudowanym fotoreaktorze. Otrzymane wyniki wykazały, że fotokatalizatory oparte na strukturze 9-borafluorenu charakteryzowały się znacznie lepszymi parametrami, w stosunku do znanych fotokatalizatorów, takich jak tetrafenyloporfiryryna czy róż bengalski.

Podsumowując, uważam, że uzyskana wiedza z przeprowadzonych przez dr. inż. Krzysztofa Durkę wyczerpujących badań, z wykorzystaniem metod spektroskopowych i dyfrakcyjnych wspartych modelowaniem teoretycznym obszernej grupy związków boroorganicznych, pozwoliła mu na wyciągnięcie szeregu wniosków i spostrzeżeń, zbliżających go do racjonalnego projektowania związków o założonych funkcjonalnościach dla potencjalnych zastosowań w optoelektronice, fotokatalizie czy też ochronie środowiska. Przedstawione prace stanowią bardzo dobrą podstawę do dalszego Jego rozwoju w zakresie chemii związków boroorganicznych z punktu widzenia rozwoju badań podstawowych jak i aplikacyjnych. Osiągnięcie naukowe przedłożone przez dr. inż. Krzysztofa Durkę posiada istotną wartość merytoryczną, wnosi wkład w rozwój dyscypliny i spełnia kryterium nowości naukowej wymagane w procedurze habilitacyjnej.

Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

W zakresie działalności dydaktycznej dr inż. Krzysztof Durka był promotorem 15 prac dyplomowych w tym 10 prac inżynierskich i 5 magisterskich. Jego działalność dydaktyczna obejmuje także opiekę nad trzema doktorantami w charakterze promotora pomocniczego. Ponadto pełnił funkcję opiekuna naukowego Indywidualnego Programu Studiów dla kilku studentów oraz

uczestniczył w programie przeznaczonym dla studentów rozwijających swoje zainteresowania poza planem studiów. Dodatkowo kieruje on realizacją grantu rektorskiego przeznaczonego dla kół naukowych.

Habilitant recenzował wiele artykułów wysłanych do czasopism z listy JCR, co jest świadectwem uznania Jego kompetencji przez środowisko naukowe. Brał udział w organizowaniu dwóch konferencji o zasięgu międzynarodowym: „18th International Seminar of PhD Students on Organometallic and Coordination Chemistry”, Świeradów-Zdrój, 2018 i „International Congress of Young Chemists “YoungChem2009”. Warszawa, 2009”.

Osiągnięcia dr. inż. Krzysztofa Durki w ramach popularyzacji nauki związane są z zaangażowaniem w program, w ramach którego licealiści uczestniczyli w wykładach oraz laboratoriach prowadzonych na Politechnice Warszawskiej. Ponadto jest autorem artykułu popularno-naukowego, który ukazał się na łamach wydawnictwa Politechniki Warszawskiej oraz był gościem podcastu „Trzy kwadransy z badawczą”. Dodatkowo Habilitant prowadzi stronę internetową zespołu, w którym pracuje.

Dr inż. Durka pełni funkcje organizacyjne na Uczelni, jako członek Rady Dyscypliny Naukowej (nauki chemiczne) i Rady Wydziału Chemicznego. Był sekretarzem Wydziałowego Kolegium Wnioskująco-Opiniującego w wyborach Dziekana Wydziału Chemicznego PW (2020) oraz sekretarzem Komisji Oceny Śródkresowej doktorantów (2021).

Za swoje osiągnięcia dydaktyczne oraz naukowe dr. inż. Krzysztof Durka był wielokrotnie nagradzany. Jest laureatem trzech nagród zespołowych Rektora I (2021, 2019) i II stopnia (2017) za osiągnięcia w pracy naukowej oraz dwóch nagród za osiągnięcia dydaktyczne „złota kreda” (2021), a także zespołowej nagrody Rektora II stopnia (2020). Ponadto otrzymał kilka stypendiów, a mianowicie Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnego młodego naukowca (2020), Stypendium Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej “START” (2016), Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla doktorantów (2012 i 2015), Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla studentów (2009) i Stypendium Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej (2010). W 2020 roku Habilitant otrzymał nagrodę II-go stopnia im. Wojciecha Świątosławskiego, przyznaną przez Oddział Warszawski Polskiego Towarzystwa Chemicznego. Dodatkowo Habilitant otrzymał wyróżnienia na trzech konferencjach za prezentacje plakatowe i ustne.

Należy jeszcze wspomnieć, że kilka artykułów dr inż. Krzysztofa Durki zostało wyróżnionych, w tym cztery z cyklu osiągnięcia habilitacyjnego (P2, P4-P6). Trzy artykuły (*RSC Advances*, 2021, 11, 25104, P2 i P4) otrzymały status “Hot Paper” i dodatkowo artykuł P2 został wyróżniony na okładce *Chemistry – A European Journal*, podobnie jak artykuły P5 i P6 na okładce *Dalton Transactions*.

Wnioski końcowe

Podsumowując, uważam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe „*Związki aryloboronowe w konstrukcji materiałów mikroporowatych i luminescencyjnych*” przez dr. inż. Krzysztofa Durkę, w postaci cyklu 10 publikacji powstałych w okresie 2015-2021, o łącznej liczbie wpływu 44,751, gdzie we wszystkich pracach dr inż. Krzysztof Durka jest autorem korespondującym lub współkorespondującym oraz jego wkład przy planowaniu i realizacji badań jest niezaprzeczalny. Spełnia kryteria stawiane rozprawom habilitacyjnym i stanowi podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie nauki chemiczne. Habilitant uzyskał wiele nowych i interesujących wyników, które przedstawił w wysoko punktowanych czasopiśmie z listy JCR, co jest wyznacznikiem wartości naukowej Jego pracy.

Na podstawie oceny dokumentacji przedstawionej przez dr. inż. Krzysztofa Durkę stwierdzam, że całościowo Jego dokonań naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych oraz współpracy międzynarodowej spełnia warunki wymagane od kandydatów do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego, zgodnie z Prawem o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. **Zatem wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie dr. inż. Krzysztofa Durkę do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.**

Schab-Balcerak