



WYDZIAŁ CHEMICZNY
POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Prof. dr hab. Małgorzata Zagórska



ul. Noakowskiego 3, 00-664 Warszawa
Tel.: +48-22-2345584
e-mail: malgorzata.zagorska@pw.edu.pl

Warszawa, 28.05.2024

Recenzja osiągnięcia naukowego doktora Michała Filapka,

„Analiza wpływu budowy związków typu donor-akceptor i donor-akceptor- donor na ich właściwości fizykochemiczne pod kątem zastosowań w nowoczesnych technologiach”

oraz ocena Jego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego, w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne

Życiorys naukowy i zawodowy Kandydata

Doktor Michał Filapek ukończył studia w 2009 roku w Instytucie Chemii, na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, uzyskując stopień magistra chemii na podstawie pracy pt. „Synteza tiofenowych pochodnych pirydyny, bipirydyny i terpirydyny oraz ich właściwości kompleksujące”, wykonanej pod kierunkiem profesora prof. Stanisława Krompca. W 2013 roku, na tym samym Wydziale, Kandydat z wyróżnieniem obronił pracę doktorską pt. „Nowe nanomateriały dla organicznej elektroniki z grupy tiofenów i politiofenów: otrzymywanie i badanie właściwości”. Promotorem doktoratu był również profesor Stanisław Krompiec. Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk chemicznych Michał Filapek był już współautorem 10 publikacji, w większości przypadków w bardzo dobrych czasopismach z dziedziny chemii, takich jak na przykład *Tetrahedron*, *New Journal of Chemistry* czy *Electrochimica Acta*.

Jeszcze przed obroną doktoratu Michał Filapek odbył kilkumiesięczny staż naukowy w Katedrze Fizykochemii i Technologii Polimerów Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej pod opieką naukową profesora Mieczysława Łapkowskiego. Od 2013 roku pracuje na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach (Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii, a po

przekształceniu w 2019 roku - Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych), gdzie początkowo był zatrudniony jako chemik, następnie kolejno jako asystent naukowo-dydaktyczny i od 2016 roku do chwili obecnej - adiunkt.

Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą wniosku

Podstawę osiągnięcia naukowego „*Analiza wpływu budowy związków typu donor-akceptor i donor-akceptor- donor na ich właściwości fizykochemiczne pod kątem zastosowań w nowoczesnych technologiach*” stanowi cykl spójnych tematycznie ośmiu prac, w większości opublikowanych w dobrych i bardzo dobrych czasopismach z dziedziny chemii i fizykochemii materiałów oraz elektrochemii. Pięć z omawianych publikacji Kandydat umieścił w periodykach wydawanych przez oficynę wydawniczą Elsevier (*Electrochimica Acta, Dyes and Pigments, Synthetic Metals, Optical Materials, Materials Science & Engineering B*), jedną przez wydawnictwo The Electrochemical Society (*Journal of the Electrochemical Society*) i dwie przez wydawnictwo MDPI (*Materials, Energies*). Wszystkie publikacje składające się na osiągnięcie naukowe dr. Filapka są wieloautorskie, nie mniej jednak pełnił On zawsze rolę autora lub współautora korespondencyjnego, a Jego dominująca rola w prowadzonych badaniach nie budzi wątpliwości.

Rozwój elektroniki organicznej stworzył potrzebę opracowania nowych związków chemicznych o właściwościach optymalnych dla zastosowania w charakterze aktywnych składników takich urządzeń elektronicznych jak organiczne diody elektroluminescencyjne (*ang.* Organic Light Emitting Diodes - OLEDs), organiczne ogniwa fotowoltaiczne (*ang.* Organic Photovoltaic Cells - OPVCs) czy organiczne tranzystory polowe (*ang.* Organic Field Effect Transistors - OFETs). Jedną z metod modyfikacji właściwości redoksowych, luminescencyjnych i transportowych otrzymywanych materiałów jest odpowiednie połączenie w syntezowanych związkach jednostek charakteryzujących się deficytem elektronów (akceptorów - A) i nadmiarem elektronów (donorów - D). Głównym nurtem badań przedstawionych w osiągnięciu naukowym dr Filapka jest poszukiwanie korelacji pomiędzy strukturą tego typu związków, a ich właściwościami fizykochemicznymi, a także próba wykorzystania metod obliczeniowych w ich projektowaniu. W większości omawianych publikacji można znaleźć często nowatorską i dobrze udokumentowaną część syntetyczną, szeroko zakrojone badania spektroskopowe, elektrochemiczne i spektroelektrochemiczne, a w

niektórych przypadkach (H-2, H-7, H-8) również testowanie możliwości aplikacyjnych nowych materiałów. Dużą zaletą prezentowanych prac jest to, że dr Filapek dzięki własnym umiejętnościom w dziedzinie syntezy organicznej, a także mając wsparcie współpracującego z Nim zespołu był w stanie zaprojektować i otrzymać całą gamę nowych związków o oryginalnej budowie. Miał więc możliwość badania dużych serii liczących nawet po osiem (praca H-2) czy dziewięć (praca H-7) związków. Takie podejście pozwoliło Kandydatowi na bardziej uogólnione wnioski dotyczące zależności pomiędzy budową cząsteczki, a jej właściwościami.

Cykl publikacji otwiera praca H-1, w której słusznie autorzy zwracają uwagę na wpływ warunków prowadzenia eksperymentów elektrochemicznych na oszacowane na ich podstawie wielkości przerwy energii wzbronionych oraz poziomy HOMO i LUMO badanego związku. W przypadku elektrod stałych, takich jak platyna, złoto czy węgiel szklisty dużą rolę odgrywa nie tylko materiał elektrody pracującej, lecz także sposób przygotowania jej powierzchni przed pomiarem. Należy więc z pewną ostrożnością porównywać wyznaczone wartości bezwzględne powyższych parametrów, zwłaszcza z tymi uzyskanymi w innych laboratoriach. Metody elektrochemiczne mogą być źródłem wiarygodnych wyników w badaniach mających na celu znalezienie zależności pomiędzy strukturą, a właściwościami elektronowymi cząsteczek o ile są uzyskane dla jednej serii związków o zbliżonej budowie. Konieczne jest również prowadzenie pomiarów w tych samych warunkach. Eksperymenty przedstawione w publikacjach dr. Filapka spełniają te kryteria.

Prace H-2, H-3, H-4, H-5 i H-6 poświęcone są związkom chemicznym typu D-A-D, w których ugrupowaniem donorowym jest 2,2'-bitiofen. Ugrupowanie to ulega łatwo utlenieniu do kationorodnika, który łączy się z innym kationorodnikiem tworząc dimer po odszczepieniu dwóch protonów. Następnie utlenienie dimeru oraz kolejno coraz dłuższych oligomerów na ogół prowadzi do osadzenia warstwy polimeru na powierzchni elektrody. Ciekawym wyjątkiem są związki (M5 - M8) opisane w pracy H-2, posiadające naftalenowe lub diestrowe podstawniki. Tylko jedna (M5) z czterech pochodnych, zawierających dwa ugrupowania bitiofenowe, ulega elektropolimeryzacji. Brak procesu elektropolimeryzacji w pozostałych przypadkach, pomimo znacznego podobieństwa struktury wszystkich związków, Autor tłumaczy większą stabilizacją kationorodników w przypadku związków M6 i M7, w porównaniu do M5.

W publikacji H-4 Kandydat opisał cztery związki typu D-A-D, w których donorem był tak jak uprzednio 2,2'-bitiofen. Centralny pierścień fenyleneowy podstawiono asymetrycznie: grupą estrową w pozycji 2 oraz grupami alkilowymi o różnej długości lub tiofenem w pozycji 3. W wyniku elektropolimeryzacji otrzymano warstwy polimerów wykazujące właściwości elektrochromowe z kilkustopniową zmianą barwy w procesie utleniania (p-domieszkowania). Co interesujące, nawet nieznaczna modyfikacja struktury poprzez zmianę podstawnika centralnego pierścienia w pozycji 3 pozwalała na istotną modyfikację obserwowanych efektów elektrochromowych. Z kolei w pracy H-5 akceptorem w łańcuchu głównym polimeru był 2-piranon. Otrzymane polimery wykazywały właściwości przewodzące stwierdzone metodą spektroskopii impedancyjnej, zarówno w procesie utleniania jak i redukcji. W przypadku procesu redukcji jest to nieco zaskakujące, ponieważ należałoby tu raczej oczekiwać cech polimeru redoksowego, a nie przewodzącego. Proces redukcji wydaje się być zlokalizowany na ugrupowaniu akceptorowym.

Publikacja H-6 dotyczy tylko jednego związku, w którym centralne akceptorowe ugrupowanie dwóch skondensowanych pierścieni tiazolowych podstawione jest symetrycznie dwoma bitiofenami. Związek ten potraktowany został jako układ modelowy służący do przetestowania różnych czynników domieszkujących, a także różnych metod polimeryzacji. W wyniku polimeryzacji utleniającej z zastosowaniem chlorku żelaza (III) otrzymano związek wielkocząsteczkowy o cechach polimeru niedomieszkowanego (forma neutralna makrocząsteczki). W podsumowaniu Autoreferatu dr Filapek stwierdza, że powyższą metodą „uzyskuje się politiofeny niezdomieszkowane”. Jest to zbyt uogólniony lub może nieprecyzyjnie sformułowany wniosek. Moim zdaniem obserwowane zjawisko dotyczy tylko monomerów o specyficznej strukturze. W większości przypadków chemiczna polimeryzacja utleniająca pochodnych tiofenu prowadzi do otrzymania polimeru w stanie utlenionym (domieszkowanym).

W pracy H-7 odmiennie niż w publikacjach H-2 – H-6 stałym elementem struktury badanych dziewięciu związków typu D- π -A jest ugrupowanie akceptorowe (malonodinitrylowe), a zmiennym - ugrupowanie donorowe. Kandydat dokładnie zbadał wpływ siły donora na poziomy elektronowe badanych związków oraz ich właściwości absorpcyjne i emisyjne. Bardzo ciekawy wątek badań dotyczy obserwowanego dla tej grupy związków zjawiska emisji wzmocnionej, indukowanej procesami agregacji cząsteczek. Badania te dr Filapek rozszerzył na kolejną grupę związków donorowo-akceptorowych (praca

H-8), w których donorem jest *N*-etylokarbazol. Jest to wątek eksperymentalny na pewno wart kontynuacji, co zresztą deklaruje Kandydat w swoich dalszych planach badawczych, nie tylko ze względu na aspekty naukowe lecz także aplikacyjne.

Podsumowując, wyniki badań przedstawione przez Habilitanta w przedłożonym cyklu ośmiu publikacji w pełni spełniają kryteria oryginalnego i znaczącego osiągnięcia naukowego, wnosząc znaczący wkład w rozwój fizykochemii organicznych materiałów o właściwościach przewodzących i półprzewodzących.

Nie kwestionując jakości merytorycznej zaprezentowanych przez Habilitanta osiągnięć, mam jedynie pewne uwagi dotyczące edycji opublikowanych prac i przedstawienia wyników w Autoreferacie. Niektóre wykresy są niestety mało czytelne, zwłaszcza te przedstawiające na jednym rysunku kilka krzywych woltamperometrii pulsowej różnicowej (DPV) (Fig. 6 w artykule H-2) oraz krzywych chronowoltamperometrycznych (CV), (Fig. 2 i Fig. 3 w artykule H-7). Co prawda w tym ostatnim przypadku wartości potencjałów wyznaczone na podstawie krzywych przedstawionych na w/w rysunkach zebrane są w Tabeli 4 (H-7), ale jakość wykresów utrudnia weryfikację podanych wartości. Moje wątpliwości dotyczą zwłaszcza wyznaczenia potencjału redukcji związku 7 (Tabela 4). Z kolei w artykule H-1 w sposób niejasny podano stężenia związku 2, dla których zarejestrowano krzywe CV (Fig. 7 oraz Woltamogram 2 w Autoreferacie). Braki edycyjne dotyczą też błędów gramatycznych w tekście angielskim, zwłaszcza w artykule H-1. Niestety nawet dobre czasopisma w obecnych czasach nie zapewniają właściwej korekty językowej.

Ocena ogólnej aktywności naukowej, dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Całkowity dorobek publikacyjny dr. Filapka jest wyróżniający, gdyż liczy aż 61 pozycji, w tym 51 to prace opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora, co oznacza średnio ok. 5 publikacji na rok. Tak więc aktywność naukowa Kandydata bardzo wzrosła w okresie podoktorskim. Jest to zapewne związane z nawiązaniem owocnej współpracy z wieloma jednostkami naukowymi spoza macierzystej uczelni, jak na przykład z Politechniką Śląską w Gliwicach, z Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze czy z Wojskowym Instytutem Techniki Inżynierskiej we Wrocławiu.

Publikacje dr. Filapka są bardzo często cytowane. Liczba cytowań wszystkich prac (bez autocytowań), zaktualizowana w maju 2024 r. wyniosła 849. Indeks Hirscha na podstawie bazy

Web of Science osiągnął znaczną wartość równą 20. Dane te świadczą o dużej popularności prac Kandydata. O Jego rozpoznawalności w środowisku naukowym świadczą też bardzo liczne zaproszenia do recenzowania publikacji w renomowanych czasopismach.

Dr Filapek jest również współautorem aż 20 patentów, w dużej mierze poświęconych nowym metodom syntezy związków organicznych, oraz współautorem 7 wystąpień konferencyjnych (w tym dwóch na konferencjach międzynarodowych).

Habilitant brał udział jako wykonawca w realizacji licznych projektów naukowych finansowanych przez NCN (7 projektów OPUS) i NCBiR (Konsorcjum, w którym uczestniczyło kilka jednostek badawczych i uczelni z całej Polski). Był też kierownikiem projektu MINIATURA, finansowanego przez NCN.

Dr Filapek jest zaangażowany również w bardzo intensywną działalność dydaktyczną. Był opiekunem naukowym dziesięciu prac licencjackich, pięciu inżynierskich i dziewięciu magisterskich oraz promotorem pomocniczym pracy doktorskiej. Prowadził zajęcia w ramach laboratoriów, konserwatoriów oraz ćwiczeń. W ostatnich dwóch latach prowadził również wykład pt. „Nowe Technologie”.

Również imponujący jest zakres Jego działalności popularyzatorskiej obejmującej między innymi współorganizację Ogólnopolskiego Konkursu Chemicznego oraz zajęcia warsztatowe popularyzujące chemię wśród uczniów szkół ponadpodstawowych.

Wniosek końcowy

W oparciu o szczegółową analizę osiągnięcia naukowego pt. „*Analiza wpływu budowy związków typu donor-akceptor i donor-akceptor- donor na ich właściwości fizykochemiczne pod kątem zastosowań w nowoczesnych technologiach*” oraz inne osiągnięcia w zakresie aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej, będących podstawą przystąpienia do procedury habilitacyjnej, stwierdzam że Habilitant spełnia wszystkie wymagania formalne i zwyczajowe stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (tekst Jedn. Dz. U. z 2022 r. poz. 574). Na tej podstawie przedkładam wniosek o nadanie dr. Michałowi Filapce stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.

Małgorzata Gajowska