



UNIWERSYTET
WARSZAWSKI

Wydział Chemii



Warszawa, 23 lutego 2024

Dr hab. Andrzej Sikorski, prof. ucz.
Pracownia Teorii Biopolimerów
Wydział Chemii
Uniwersytet Warszawski
ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa
mail: sikorski@chem.uw.edu.pl
tel.: 22 552 6366

**Ocena dorobku naukowego i osiągnięcia naukowego „Polimery koordynacyjne oparte na ligandach z wiązaniami wielokrotnymi: przejścia fazowe porządek-nieporządek oraz właściwości zależne od temperatury”
dr inż. Moniki Trzebiatowskiej w ramach postępowania habilitacyjnego**

Pani dr inż. Monika Trzebiatowska ukończyła studia w Politechnice Gdańskiej w 2002 r. uzyskując stopień magistra inżyniera na Wydziale Chemicznym. Stopień doktora uzyskała w 2007 r. na podstawie pracy „Korelacje struktur dyfrakcyjnych z widmami oscylacyjnymi kompleksów krystalicznych zawierających aminokwasy, kwasy nieorganiczne i halogenki metali” wykonanej pod kierunkiem prof. Jana Barana w Zakładzie Spektroskopii Molekularnej Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu. Tematyka pracy doktorskiej dotyczyła porównania wyników badań krystalograficznych i spektroskopowych w wybranych kompleksach krystalicznych. W latach 2007-2011 dr inż. Trzebiatowska kontynuowała prace badawcze w grupie prof. Marii Szostak na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej wykorzystując metody spektroskopowe do badania kryształów molekularnych, a od 2015 r. jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w grupie prof. Mirosława Mączki w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN we Wrocławiu, gdzie pracuje nad syntezą i analizą związków metalo-organicznych, badając ich własności ferroelektryczne i ferromagnetyczne oraz uporządkowanie i przejścia

fazowe. W międzyczasie odbyła dwa długoterminowe staże podoktorskie: w grupie prof. Jannie Swartsa, Department of Chemistry, University of Free State, Bloemfontein w RPA (22 miesiące) oraz w grupie prof. Thomasa Feurera, Institute of Applied Physics, University of Bern, Berno w Szwajcarii (9 miesięcy). Podczas pierwszego z nich zajmowała się badaniem struktury powierzchni płytek krzemowych modyfikowanych metalocenami za pomocą mikroskopii sił atomowych AFM oraz spektroskopii fotoelektronów z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego XPS. Drugi staż był poświęcony badaniom kryształów organicznych z wykorzystaniem promieniowania terahercowego, co było kontynuacją prac rozpoczętych jeszcze w Politechnice Wrocławskiej. O ile pierwszy staż zakończył się opublikowaniem dwóch artykułów w czasopismach naukowych, to zadziwiające jest, że drugi nie owocował żadną publikacją.

Dorobek naukowy dr inż. Moniki Trzebiatowskiej obejmuje w sumie 46 publikacji naukowych, z czego 43 stanowią artykuły w czasopismach naukowych, 2 ukazały się w recenzowanych materiałach pokonferencyjnych, a jedna jest rozdziałem w podręczniku akademickim. Z tej liczby 8 artykułów zostało opublikowane przed otrzymaniem stopnia doktora. Trzeba podkreślić, że wszystkie te artykuły ukazały się w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, w tym także w tych uważanych za prestiżowe, na przykład *Physical Chemistry Chemical Physics*, *Nanoscale*, *Applied Materials Today* czy *ASC Applied Materials & Interfaces*. Autorka nie podała sumarycznego czynnika wpływu swoich prac (*Impact Factor*), ale można go szacować między 180 a 200, co należy uznać za duże osiągnięcie, w dziedzinie nauk chemicznych na pograniczu inżynierii materiałowej. Jest to więc znaczący dorobek naukowy cieszący się uznaniem środowiska naukowego, o czym świadczy liczba cytowań przez innych autorów (545/553 WoS/Scopus), a po pominięciu autocytowań około 500 cytowań. Zwrócić też należy uwagę na relatywnie wysoki wskaźnik Hirscha ($H = 15$), a więc obejmujący ponad 1/3 prac Autorki. Brak jest natomiast wśród publikacji Autorki publikacji przeglądowych oraz monografii naukowych czy rozdziałów w takich monografiach; na tym etapie rozwoju naukowego takie publikacje powinny już być w

dorobku. Wśród osiągnięć dr inż. Trzebiatowskiej nie widać także wynalazków/patentów. Dr inż. Trzebiatowska zaprezentowała także wyniki swoich prac na 25 międzynarodowych konferencjach naukowych, choć tylko 3 razy były to wystąpienia ustne (nie wiadomo czy były to komunikaty czy też referaty), ale trzeba podkreślić, że jest to dość niewielka liczba. Do dorobku dr inż. Trzebiatowskiej trzeba również zaliczyć recenzje prac sporządzone dla renomowanych czasopism o międzynarodowym zasięgu.

Trzeba także podkreślić aktywność dr inż. Trzebiatowskiej w pozyskiwaniu środków finansowych na prowadzenie działalności badawczej i udziału w fundowanych projektach. Była ona bowiem głównym wykonawcą w dwóch projektach KBN i NCN, a także wykonawcą w kolejnych 5 projektach, w tym jednym projekcie europejskim FP6. Jest to bardzo ważny aspekt aktywności zawodowej pozwalający na prowadzenie działalności badawczej, utrzymywanie infrastruktury czy wreszcie organizowanie i finansowanie grupy badawczej.

Działalność dydaktyczną dr inż. Trzebiatowskiej trudno w pełni ocenić, jako że Autorka w opisie swojego dorobku podaje jedynie nazwy zajęć, nie precyzując ich typu (ćwiczenia, laboratoria, wykłady,...) ani nie podając też dokładnie, w jakich latach te zajęcia prowadziła. Nie do końca jasne jest, na czym polegała opieka Autorki nad studentami w Politechnice Wrocławskiej oraz studentami i doktorantami podczas stażu podoktorskiego w RPA (nie było to chyba kierowanie pracami dyplomowymi?). Wspomnieć też trzeba o zaangażowaniu dr inż. Trzebiatowskiej w stworzenie platformy e-learningowej w Politechnice Wrocławskiej. Do działalności organizatorskiej zaliczyć należy współorganizowanie 2 konferencji międzynarodowej i 2 krajowych. Jest więc ona dość skromna. Nie widać natomiast zupełnie jakiegokolwiek dorobku popularyzatorskiego. Nie zauważyłem też, by dr inż. Trzebiatowska gromadziła wokół siebie młodych badaczy, choć mając zewnętrzne finansowanie można przecież zacząć budować swoją grupę badawczą.

Zarówno podczas studiów w Politechnice Gdańskiej, jak i studiów doktoranckich w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN uzyskała stypendia za osiągnięcia naukowe i dla najlepszego doktoranta. Trzeba też odnotować, że w zeszłym roku dr inż. Trzebiatowska została rzecznikiem patentowym.

Autorka ze swoich prac, powstałych po uzyskaniu stopnia doktora, wybrała 8 i przedstawiła je w autoreferacie jako osiągnięcie naukowe „Polimery koordynacyjne oparte na ligandach z wiązaniami wielokrotnymi: przejścia fazowe porządek-nieporządek oraz właściwości zależne od temperatury”. Wszystkie prace składające się na oceniane osiągnięcie naukowe charakteryzują się wysoką wartością czynnika wpływu, a jego sumaryczna wartość wyniosła $IF = 36$; wysoka jest więc także średnia przypadająca na publikację (ok. 4.5). Prace te były cytowane ponad 100 razy, co jest bardzo dobrym wynikiem, zważywszy, że wszystkie 8 prac zostało opublikowane w stosunkowo niedawno, a mianowicie w latach 2019-2021. Zauważmy jednak, że doceniono przede wszystkim 3 prace H1, H3 i H4, ponieważ były one po ok. 30 razy cytowane, podczas gdy pozostałe prace rząd wielkości mniej. Dr inż. Trzebiatowska była w jednej pracy autorem samodzielnym, a pozostałe publikacje mają charakter prac wieloautorских (od 2 do 10 autorów). W 6 pracach dr inż. Trzebiatowska była pierwszym autorem (co zwykle oznacza dominujący wkład), a także 6 razy pełniła rolę autora korespondującego, co również oznacza istotny wkład. Nie ulega jednak wątpliwości, że jej wkład do tych prac jest najważniejszy, to znaczy zarówno koncepcyjny jak i w zakresie pisania i przygotowania prac do druk. Zakres prac Autorki obejmował też przygotowywanie kryształy, przeprowadzanie części doświadczeń oraz ich interpretacja (spektroskopie IR i Ramana). Świadczą o tym stosowne oświadczenia współautorów tych artykułów, jak i samej dr inż. Trzebiatowskiej.

Wszystkie prace składające się na rozprawę (H1-H8) dotyczą polimerów koordynacyjnych, a więc nieorganiczno-organicznych materiałów hybrydowych zbudowanych z centrów metalicznych (jony metali d lub f elektronowych) ze skoordynowanymi do ich organicznymi łącznikami, dzięki czemu uzyskuje się materiał

zbudowany z jedno-, dwu- lub trójwymiarowych sieci. W przedstawionych pracach dr inż. Trzebiatowska badała przede wszystkim wpływ jonu metalu, wiązań wodorowych, efektów dynamicznych i statycznych oraz geometrii kationu organicznego na przejście fazowe. Trzeba podkreślić, że systematycznie zostały przebadane układy z różnymi ligandami: azydkami, cyjankami i dicyjamidami, z różnymi jonami metali (Cd, Mn, Cr, Fe) oraz różnymi kationami organicznymi (metyloamoniowe, dimetyloamoniowe, trimetyloamoniowe, tetrametyloamoniowe, formamidynowe i pirolidynowe). Zbadane zostało 17 różnych materiałów krystalizujących podobnie do perowskitu, w tym 5 z nich opisano pierwszy raz (H3, H8). Wybrano kilka metod badawczych do badań wspomnianych wyżej układów - zależną od temperatury krystalografię rentgenowska, spektroskopię IR i Ramana oraz pomiary dielektryczne; jest to niewątpliwie wybór odpowiednich metod. Zwłaszcza spektroskopia IR i Ramana okazała się skutecznym narzędziem do badania zmian w strukturze i przemian fazowych w polimerach koordynacyjnych (H2). Podkreślić trzeba także wykorzystanie w pracach H7-H8 metody teoretycznej, a mianowicie teorię funkcjonałów gęstości (DFT), która znakomicie wspomogła identyfikację drgań w kationach BeTriMe⁺ i łącznikach dicyjanamidowych. Za najważniejsze ustalenie uznaję odkrycie, że przejścia fazowe w tych układach są w dużym stopniu spowodowane przez procesy typu porządek-nieporządek (H2). Warty odnotowania jest także fakt, że w pracy H5 po raz pierwszy stwierdzono występowanie fotoluminescencji w dicyjanamidach (H5).

Podsumowując, ewidentnie mamy do czynienia z zestawem jednotematycznym publikacji. Zwraca także uwagę konsekwencja i spójność programu naukowego realizowanego w pracach wchodzących w skład omawianego osiągnięcia naukowego. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zostały przedstawione i omówione w autoreferacie. Przedstawiono w nim szczegółowe, ale tylko te najważniejsze wyniki i prezentacja tych wyników jest raczej przejrzysta. Formalna strona przygotowania autoreferatu jest poprawna i jest on napisany starannie, co znacząco ułatwia pracę i potwierdza dojrzałość naukową Autorki. Moje niewielkie

zastrzeżenie budzi jednak kilka spraw. Otóż cele badań nie zostały przedstawione wprost i nie zastąpi ich określenie, że „szersze zgłębienie tego tematu wydawało się ekscytujące”. Zabrakło także oceny przydatności i stosowności użytych metod badawczych. W swoim autoreferacie Autorka wymienia wnioski płynące z poszczególnych wyników badań we wszystkich ośmiu pracach; zabrakło natomiast sformułowania wniosków bardziej uogólniających. Autorka precyzyjnie i fachowo opisała wyniki badań oraz podała ich interpretację, ale zabrakło uzasadnienia dlaczego jest to osiągnięcie naukowe i na czym ono polega (nie zastąpią tego cztery punkty w *Podsumowaniu*). Mimo tych zastrzeżeń uważam, że dr inż. Monika Trzebiatowska jest przygotowana do kolejnego etapu kariery naukowej, to jest do pracy samodzielnego pracownika naukowego. Badania przeprowadzone przez Autorkę a dotyczące hybrydowych związków organiczno-nieorganicznych są ważne ze względu na potencjalne możliwości ich zastosowań oraz ciekawe z powodu ich złożonej struktury oraz ciekawych własności optycznych, magnetycznych i elektrycznych. Przeprowadziła ona także badania właściwości fizykochemicznych tych materiałów udanie próbując powiązać ich strukturę krystalograficzną z tymi właściwościami. Mamy więc do czynienia nie tylko z poszukiwaniem nowych materiałów funkcjonalnych o pożądanych właściwościach, ale także z udaną próbą zrozumienia ich własności na poziomie makroskopowym oraz innych mechanizmów odpowiedzialnych za te właściwości. Prace Autorki są więc krokiem na drodze do projektowania materiałów o pożądanych właściwościach.

W oparciu o analizę osiągnięcia naukowego dr inż. Moniki Trzebiatowskiej „Polimery koordynacyjne oparte na ligandach z wiązaniami wielokrotnymi: przejścia fazowe porządek-nieporządek oraz właściwości zależne od temperatury” wysoko oceniam dorobek naukowy wchodzący w skład omawianego osiągnięcia naukowego. Nie chodzi tu tylko o omówione wyżej parametry bibliometryczne, podkreślić bowiem należy oryginalność badań, ich niemałą wartość poznawczą oraz przede wszystkim przydatność aplikacyjną. Przyjęta metoda badawcza była przez Autorkę cały czas

udoskonalana i rozwijana, pozwalając na podjęcie nowych zagadnień i badania kolejnych układów. Cel naukowy został niewątpliwie osiągnięty. Nie ma wątpliwości, że publikacje H1-H8, zgłoszone przez Autorkę jako osiągnięcie naukowe, tworzą zwarty i spójny cykl jednotematyczny. Wszystkie te prace są wartościowe pod względem merytorycznym, charakteryzują się nowatorskim podejściem i stanowią istotny wkład w rozwój nauk chemicznych i inżynierii materiałowej. Wkład Autorki do tych prac, jak napisano wyżej, już dominujący, jeśli chodzi o koncepcję badań i ich realizację. Wartość osiągnięcia naukowego dr inż. Trzebiatowskiej potwierdzają wszystkie omówione wyżej parametry bibliometryczne (czynnik wpływu IF i liczba cytowań). Pozytywnie oceniam też całą aktywność zawodową Autorki. Uważam więc, że dr inż. Monika Trzebiatowska spełnia wszelkie kryteria i wymogi formalne określone ustawowo oraz zwyczajowe i wnoszę o dopuszczenie jej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Andrzej Pikoński