



Warszawa, 05.03.2026

Prof. dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska
Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Wydział Mechatroniki
Politechniki Warszawskiej
ul. św. Andrzeja Boboli 8
02-525 Warszawa

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Darii Anny Nowickiej (Brykczyńskiej)

pt. „Wielordzeniowe architektury supramolekularne jako układy wielozadaniowe”
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne
przygotowanej pod kierunkiem Pani Profesor dr hab. Violetty Patroniak

Podstawa prawna: Recenzja została wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, z dn. 03.03.2026, na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne UAM z dn. 20.02.2026 r. Podstawa prawna to art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (z późn. zm.). Opinia dotycząca przedmiotowej rozprawy doktorskiej zawiera więc trzy elementy takie jak ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie nauki chemiczne, ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktorantkę ubiegającego się o nadanie stopnia doktora, oraz ocenę wraz z uzasadnieniem czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

1. Wprowadzenie i ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedmiotem rozprawy doktorskiej mgr Darii Anny Nowickiej pt. *„Wielordzeniowe architektury supramolekularne jako układy wielozadaniowe”* są wielordzeniowe architektury supramolekularne projektowane jako układy wielozadaniowe, zdolne do realizacji złożonych funkcji chemicznych i fizykochemicznych w obrębie jednej, zintegrowanej struktury molekularnej. Tematyka ta wpisuje się w aktualny i dynamicznie rozwijający się nurt chemii supramolekularnej, obejmujący projektowanie, syntezę oraz funkcjonalizację złożonych układów koordynacyjnych o kontrolowanej architekturze i właściwościach użytkowych.

Rozprawa doktorska mgr Darii Anny Nowickiej została przedstawiona w formie spójnego tematycznie cyklu pięciu publikacji naukowych, opublikowanych w renomowanych czasopismach o międzynarodowym zasięgu, takich jak: **New Journal of Chemistry, Electrochimica Acta, Dalton Transactions** oraz **Coordination Chemistry Reviews**. Już sam fakt opublikowania wyników w tak znakomitych czasopismach, świadczy o wysokiej jakości merytorycznej uzyskanych wyników oraz ich istotności dla międzynarodowego środowiska naukowego.

Cykl publikacji tworzy logicznie uporządkowaną i konsekwentnie realizowaną ścieżkę badawczą, obejmującą:

1. Projektowanie i syntezę wielordzeniowych struktur supramolekularnych opartych na ligandach typu zasady Schiffa oraz jonach metali d-elektronowych (Cu(II), Zn(II));



Politechnika Warszawska

2. Badanie ich właściwości biomimetycznych i redoksowych;
3. Wykorzystanie otrzymanych układów jako funkcjonalnych materiałów elektroaktywnych;
4. Rozszerzenie koncepcji na materiały hybrydowe z udziałem polioksometalanów typu Wellsa-Dawsona;
5. Ugruntowanie i systematyzację wiedzy w postaci obszernej pracy przeglądowej, stanowiącej teoretyczne zaplecze dla prowadzonych badań eksperymentalnych.

Całość stanowi konsekwentną realizację założonego celu naukowego, jakim było opracowanie wielozadaniowych architektur supramolekularnych o kontrolowanych właściwościach strukturalnych i funkcjonalnych.

Rozprawa ma charakter eksperymentalno-teoretyczny i obejmuje kompleksowe badania nad projektowaniem, otrzymywaniem oraz charakterystyką strukturalną i funkcjonalną nowych wielordzeniowych układów supramolekularnych. Autorka wykazała się umiejętnym połączeniem klasycznych metod syntezy z zaawansowanymi technikami analitycznymi i spektroskopowymi, co pozwoliło na wszechstronną ocenę otrzymanych struktur oraz ich właściwości.

Praca jest spójna tematycznie, logicznie skonstruowana i konsekwentnie realizuje założone cele badawcze. Układ rozprawy jest przejrzysty, a sposób prezentacji wyników świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki.

2. Analiza cyklu publikacji

Praca doktorska obejmuje pięć publikacji naukowych, które opisują syntezę oraz charakterystykę strukturalno-spektroskopową układów supramolekularnych w postaci związków kompleksowych metali d-elektronowych, polioksometalanów oraz materiałów hybrydowych. Opracowanie strategii syntetycznych poprzez odpowiednie zaprojektowanie struktur architektur supramolekularnych jest kluczowe dla efektywnego wykazywania właściwości biomimetycznych oraz elektrochemicznych przez otrzymane układy.

Celem naukowym niniejszej rozprawy doktorskiej jest:

1. Projektowanie, synteza oraz charakterystyka strukturalno-spektroskopowa architektur supramolekularnych jonów metali d-elektronowych, polioksometalanów oraz materiałów hybrydowych.
2. Zbadanie właściwości biomimetycznych oraz elektrochemicznych otrzymanych związków z uwzględnieniem wpływu szkieletu organicznego liganda, aldehydu, jonu metalu, przeciwjonu, rozpuszczalnika, temperatury oraz stosunku molowego substratów na multifunkcjonalność otrzymanych architektur supramolekularnych.

Publikacja nr 1 (P1): „Biomimetic O-Demethylation at a copper(II) center with imine ligand: a structural and computational study” – *New Journal of Chemistry*, 2026, DOI: 10.1039/D5NJ04478B. Pierwsza publikacja stanowi fundament koncepcyjny całej rozprawy. Opisany w niej pierwszy w literaturze przykład oksydacyjnej O-demetylacji zachodzącej w centrum Cu(II) opartym na ligandzie iminowym, bez udziału silnych utleniaczy, ma charakter wysoce nowatorski.



Politechnika Warszawska

Publikacja opisuje pierwszy w literaturze przykład oksydacyjnej O-demetylacji zachodzącej przy udziale centrum Cu(II) opartego na ligandzie iminowym, bez dodatku silnych utleniaczy, takich jak nadtlarki. W pracy przedstawiono procesy samoorganizacji trzech ligandów N,N,O-donorowych typu zasady Schiffa L1 [C₁₈H₂₀N₄O₃], L2 [C₁₆H₁₆N₄O] oraz L3 [C₁₈H₂₀N₄O₂] wobec jonów Cu²⁺ w obecności wybranych kationów: Mn²⁺, Na⁺ oraz anionów: Cl⁻, ClO⁴⁻, mających pełnić rolę biomimetyków enzymu jakim jest demetylaza oksydacyjna. Szczególnie istotna jest obecność wiązania C-O-C w strukturze szkieletu liganda, na bazie którego została badana reakcja oksydacyjnej O-demetylacji polegająca na usunięciu grupy metylowej przyłączonej do atomu tlenu, prowadząc do powstania grupy hydroksylowej. Optymalizacja reakcji pozwoliła określić wpływ różnych czynników na otrzymane produkty, co z kolei umożliwiło opracowanie strategii prowadzącej do uzyskania demetylowanego produktu w łagodnych warunkach reakcji. W publikacji przedstawiono sześć związków kompleksowych: K1 [Cu(L1)Cl₂], K2 [Cu((L1)-CH₃)Cl], K3 [Cu₂((L1)-CH₃)₂Cl(MeOH)]ClO₄, K4 [Cu(L2)Cl₂], K5 [Cu(L3)Cl₂] oraz K6 [Cu(L3)₂Cl(ClO₄)]MeOH. O-demetylację oksydacyjną obserwowano tylko dla związków bazujących na ligandzie L1 przy zastosowaniu odpowiednich warunków reakcji. Po dodaniu anionu chloranowego(VII) do kompleksu K1, ligand L1 ulega demetylacji w centrum metalu, co powoduje utworzenie kompleksów K2 i K3 z demetylowanym ligandem.

Wkład doktorantki obejmował powtórzenie pierwszego etapu, przeprowadzenie drugiego etapu syntezy trzech nowych ligandów typu zasady Schiffa, syntezę ich kompleksów z jonami metali, ich charakterystykę strukturalno-spektroskopową (HRMS ESI, FTIR, ¹H NMR, ¹³C NMR), w tym otrzymanie monokryształów odpowiednich do pomiarów rentgenostrukturalnych, wykonanie badań metodą spektroskopii UV-Vis, przeprowadzenie badań elektrochemicznych, przygotowanie części graficznej pracy, napisanie pierwszej wersji publikacji z wyłączeniem opisu struktur krystalicznych oraz obliczeń DFT, omówienie wyników w ujęciu całościowym, udział w edycji manuskryptu oraz naniesieniu poprawek edytorskich, w tym przygotowaniu odpowiedzi do recenzentów.

Kluczowym aspektem jest wykazanie, że odpowiednio zaprojektowany szkielet liganda N,N,O-donorowego umożliwia kontrolowanie reaktywności centrum metalicznego w kierunku przemiany biomimetycznej. Przeprowadzona optymalizacja wykazała decydujący wpływ: architektury liganda, obecności grup metoksylowych, rodzaju anionu (Cl⁻ lub ClO₄⁻), środowiska reakcji.

Praca ta nie ogranicza się do syntezy nowych kompleksów, lecz dostarcza mechanistycznego wglądu w proces transformacji zachodzącej w obrębie struktury supramolekularnej. Stanowi to przykład świadomego projektowania reaktywności chemicznej poprzez kontrolę środowiska koordynacyjnego.

Publikacja nr 2 (P2): „ Self-assembly of simple Schiff base ligand into unique saddle-type [4x4] tetranuclear architecture and its application as selective voltammetric dopamine sensor in aqueous conditions” – *Electrochimica Acta*, 2024, 476, 143754 oraz **Publikacja nr 3** (P3): “Application of a simple copper(II) complex compound as an epinephrine selective voltammetric sensor in the presence of uric acid under aqueous conditions ” – *Dalton Transactions*, 2025, 54, 1000-1012, stanowią naturalne rozszerzenie koncepcji projektowania architektur supramolekularnych w kierunku zastosowań funkcjonalnych.

Publikacje te przedstawiają samoorganizację liganda N,N,Ndonorowego typu zasady Schiffa L4 [C₁₀H₁₁N₅] w obecności soli Cu(CH₃CN)₄BF₄ oraz Cu(BF₄)₂·xH₂O tworząc kolejno wielordzeniowy związek kompleksowy K7 [Cu₄((L4)-H)₄(BF₄)₂(MeOH)₂](BF₄)₂ oraz kompleks K8 [Cu(L₄)₂](BF₄)₂. Otrzymane układy supramolekularne zastosowano do modyfikacji powierzchni elektrody złotej i sprawdzono czy tak zmodyfikowana elektroda



Politechnika Warszawska

może posłużyć jako element przewodzący w elektrochemicznym sensorze do wykrywania neuroprzekazników obecnych w żywych organizmach (dopamina oraz epinefryna). Budowa badanych układów supramolekularnych pozwoliła na ich adsorpcję na powierzchni złota bez konieczności wykorzystania ugrupowań tiolowych, które pomimo swoich licznych i dobrze znanych wad, takich jak podatność na zmiany pH, utleniacze i rozpuszczalniki organiczne, są szeroko stosowane w modyfikacji powierzchni złota ze względu na łatwość wiązania S-Au. Kolejnym atutem jest fakt, że tak zmodyfikowane elektrody złote mogą być stosowane do niezależnej detekcji dopaminy oraz epinefryny, a także do ich wykrywania w obecności czynników zakłócających (kwas askorbinowy oraz kwas moczowy) w warunkach wodnych, czyli zbliżonych do fizjologicznych. Wykorzystanie zaproponowanych czujników woltamperometrycznych może przyczynić się do kontrolowania zawartości neuroprzekazników w organizmach żywych zwiększając szansę na szybsze wykrycie chorób neurodegeneracyjnych.

Wkład doktorantki w Publikację nr. 2 obejmował powtórzenie syntezy liganda typu zasady Schiffa HL, syntezę jego czterordzeniowego kompleksu z jonami Cu(II), charakterystykę strukturalno-spektroskopową (ESI-MS, FT-IR), w tym otrzymanie monokryształu odpowiedniego do pomiarów rentgenostrukturalnych, modyfikacja powierzchni elektrody złotej, jej charakterystyka (SEM, EDAX, X-ray energy dispersion, ATR-IR) oraz przeprowadzenie badań elektrochemicznych z wykorzystaniem zmodyfikowanej elektrody wobec detekcji dopaminy, przygotowanie części graficznej pracy, wspólne napisanie publikacji, udział w edycji manuskryptu oraz naniesieniu poprawek edytorskich, w tym przygotowaniu odpowiedzi do recenzentów.

Wkład doktorantki w Publikację nr. 3 obejmował powtórzenie syntezy liganda typu zasady Schiffa L, syntezę jego kompleksu z jodem Cu(II), charakterystykę strukturalno-spektroskopową (HRMS ESI, FT-IR), w tym otrzymanie monokryształu odpowiedniego do pomiarów rentgenostrukturalnych, modyfikacja powierzchni elektrody złotej poprzez utworzenie samoorganizującej się monowarstwy na powierzchni elektrody, jej charakterystyka (SEM, EDAX, X-ray energy dispersion, ATR-IR) oraz przeprowadzenie badań elektrochemicznych z wykorzystaniem zmodyfikowanej elektrody wobec detekcji epinefryny, przygotowanie części graficznej pracy, wspólne napisanie publikacji, udział w edycji manuskryptu oraz naniesieniu poprawek edytorskich, w tym przygotowaniu odpowiedzi do recenzentów.

W pracy P2 wykazano, że prosty ligand N,N,N-donorowy może ulegać samoorganizacji w unikalną czterordzeniową strukturę typu „saddle-type [4×4]”. Otrzymana architektura nie jest jedynie ciekawostką strukturalną — jej geometria i właściwości redoksove zostały wykorzystane do modyfikacji powierzchni złota. Za szczególnie uznają uzyskanie stabilnej adsorpcji bez udziału grup tiolowych, zachowanie aktywności elektrochemicznej w warunkach wodnych, selektywna detekcja dopaminy w obecności interferentów.

W publikacji P3 koncepcja ta została rozwinięta w kierunku detekcji epinefryny, również w obecności kwasu moczowego. Oznacza to, że Doktorantka nie ograniczyła się do pojedynczego dowodu koncepcji, lecz wykazała powtarzalność i uniwersalność zaproponowanego podejścia. W tym miejscu szczególnie widoczna jest idea „układów wielozadaniowych”: funkcja strukturalna (architektura supramolekularna); funkcja redoks; funkcja sensoryczna; stabilność w warunkach zbliżonych do fizjologicznych.

Publikacja nr 4 (P4): “The effect of ionic versus covalent functionalization of Polyoxometalate hybrid materials with coordinating subunits on their stability and interaction with DNA” – Dalton Transactions,



Politechnika Warszawska

2024, 53, 11678-11688 stanowi wyraźne poszerzenie zakresu badawczego w kierunku materiałów hybrydowych opartych na polioksometalanach typu Wellsa-Dawsona.

Publikacja dotyczy materiałów hybrydowych H1 – H3 otrzymanych w wyniku reakcji pomiędzy ligandem pirydynowym L5 [C₂₀H₁₉N₃O₂] z ugrupowaniem R1-C(=O)-O-R2, gdzie R1 – C₁₇H₁₄N₃, R2 – C₂H₅, bądź jego kompleksu K9 [Zn(L₅)Cl₂] lub K10 [Zn(L₅)₂](ClO₄)₂ oraz zmodyfikowanym polioksometalanem typu Wellsa-Dawsona WD-POM (TBA)₄H₂ [H₂NC(CH₂O)₃P₂V₃W₁₅O₅₉]·3C₃H₇NO zawierającym ugrupowanie R3-NH₂. Publikacja koncentruje się na dobraniu odpowiedniej drogi syntezy pożądaných produktów, badaniu stabilności oraz interakcji z kwasami nukleinowymi.

Wkład doktorantki obejmował syntezę nowych materiałów hybrydowych oraz ich charakterystykę strukturalno-spektroskopową (ESI-MS, FT-IR, ¹H NMR, ³¹P NMR), napisanie części publikacji dotyczącej syntezy oraz charakterystyki strukturalno-spektroskopowej, udział w przygotowaniu części graficznej pracy oraz wewnętrznej okładki czasopisma (Inside Front Cover), udział w edycji manuskryptu oraz naniesieniu poprawek edytorskich, w tym przygotowaniu odpowiedzi do recenzentów.

Praca ta jest szczególnie cenna z metodologicznego punktu widzenia, gdyż porównuje funkcjonalizację jonową i kowalencyjną, analizuje stabilność otrzymanych układów, bada ich oddziaływanie z DNA. Wykazanie, że jedynie określona ścieżka syntetyczna prowadzi do stabilnych układów z dodatkową koordynacją Zn(II), świadczy o wysokim stopniu kontroli nad procesem projektowania architektury molekularnej. Badania interakcji z kwasami nukleinowymi wprowadzają wymiar biologiczny i potencjalnie medyczny, co wzmacnia interdyscyplinarny charakter rozprawy.

Ostatnia publikacja z cyklu **Publikacja nr 5** (P5): “Overview of Wells-Dawson Polyoxometalates: from structure and functionalization to application” – Coordination Chemistry Reviews, 2024, 519, 216091, jest publikacją przeglądową obejmującą obszerny temat polioksometalanów typu Wellsa-Dawsona, ich strukturę, typy modyfikacji, możliwości funkcjonalizacji wykorzystujące wprowadzenie podstawników organicznych, w tym ligandów bądź ich kompleksów, specjacje w środowiskach o różnych wartościach pH, a także możliwości aplikacyjne w dziedzinach takich jak: kataliza, magnetyzm, medycyna oraz jako inne materiały funkcjonalne.

Wkład doktorantki obejmował dogłębny przegląd literatury naukowej z zakresu polioksometalanów typu Wellsa-Dawsona, wyselekcjonowanie i zebranie pozycji literaturowych, podział artykułu na odpowiednie sekcje tematyczne, napisanie publikacji z wyłączeniem części aplikacyjnej, udział w przygotowaniu części graficznej pracy, zebranie copyright, udział w edycji manuskryptu oraz naniesieniu poprawek edytorskich, w tym przygotowaniu odpowiedzi do recenzentów.

Publikacja przeglądowa nie jest jedynie uzupełnieniem cyklu, lecz jego teoretycznym fundamentem. Opracowanie kompleksowego przeglądu dotyczącego polioksometalanów typu Wellsa-Dawsona. Systematyzuje ona wiedzę o ich strukturze, omawia strategie funkcjonalizacji, analizuje specjację w funkcji pH, wskazuje kierunki aplikacyjne.

Tego typu opracowanie świadczy o dojrzałości naukowej Autorki oraz o jej zdolności do krytycznej analizy i syntezy obszernego materiału literaturowego. Co istotne, przegląd ten stanowi bezpośrednio zaplecze merytoryczne dla badań eksperymentalnych opisanych w P4.



3. Ocena efektów naukowych i wpływu

Istotnym i obiektywnym potwierdzeniem wysokiej jakości naukowej rozprawy doktorskiej mgr Darii Anny Nowickiej są bardzo dobre wskaźniki bibliometryczne cyklu publikacji stanowiącego podstawę pracy. Sumaryczny wskaźnik *impact factor* wszystkich publikacji według listy *Journal Citation Reports* (JCR) na rok wydania wynosił **88,267**, co stanowi wynik wyraźnie przekraczający standardowe wartości obserwowane w rozprawach doktorskich w dyscyplinie nauki chemiczne. Tak wysoka łączna wartość IF wynika z publikowania wyników badań w prestiżowych, wysoko punktowanych czasopismach o międzynarodowym zasięgu i rygorystycznym procesie recenzyjnym. Świadczy to nie tylko o wysokim poziomie merytorycznym uzyskanych rezultatów, lecz także o ich znaczeniu w skali światowej.

Łączna liczba cytowań wszystkich publikacji według bazy *Web of Science* (stan na 02.02.2026 r.) wynosi **147**, co – biorąc pod uwagę relatywnie krótki czas od opublikowania części prac – należy uznać za bardzo dobry wynik. Cytowalność ta potwierdza, że przedstawione w rozprawie rezultaty zostały zauważone przez środowisko naukowe i są aktywnie wykorzystywane przez innych badaczy w dalszych pracach eksperymentalnych i teoretycznych.

Indeks *Hirscha* (h-index) według *Web of Science* (stan na 02.02.2026 r.), wynoszący, **7** dodatkowo potwierdza systematyczny i rozpoznawalny wkład Doktorantki w rozwój reprezentowanej tematyki badawczej. Osiągnięcie takiego wskaźnika na etapie rozprawy doktorskiej należy uznać za rezultat ponadprzeciętny.

W kontekście oceny całokształtu dorobku przedstawionego w rozprawie, tak korzystne wskaźniki bibliometryczne stanowią dodatkowy, silny argument przemawiający za bardzo wysoką oceną pracy oraz jej kwalifikacją jako **rozprawy wyróżniającej się**.

Postawiony cel naukowy został zrealizowany w sposób kompleksowy i konsekwentny. W szczególności:

- wykazano możliwość kontrolowania reaktywności centrum Cu(II) poprzez projektowanie szkieletu liganda,
- udowodniono, że samoorganizacja prowadzi do architektur o właściwościach elektroaktywnych,
- opracowano stabilne systemy detekcji elektrochemicznej w warunkach wodnych,
- zoptymalizowano strategie funkcjonalizacji polioksometalanów,
- zintegrowano podejście strukturalne, elektrochemiczne i biomolekularne.

Rozprawa wyraźnie realizuje ideę „wielozadaniowości” – otrzymane architektury:

- są strukturami koordynacyjnymi,
- wykazują kontrolowaną reaktywność,
- pełnią funkcje elektroaktywne,
- wchodzą w interakcje z biomolekułami,
- stanowią potencjalne materiały aplikacyjne.

Z przedstawionego zakresu prac wynika, że **wkład Doktorantki w każdą z publikacji był znaczący** i obejmował kluczowe elementy procesu badawczego takie jak np. projektowanie i realizację syntez, pełną charakterystykę strukturalno-spektroskopową, uzyskiwanie monokryształów do analizy rentgenostrukturalnej, prowadzenie badań elektrochemicznych, opracowanie części graficznej, przygotowanie odpowiedzi do recenzentów. Zakres ten jednoznacznie wskazuje na wysoki stopień samodzielności oraz dojrzałość naukową Autorki.



Politechnika Warszawska

Rozprawa wnosi **istotny wkład** w dyscyplinę nauki chemiczne, w tym rozwój w obszar chemii supramolekularnej, oraz jest interdyscyplinarna wnosząc swój wkład także w obszar materiałów funkcjonalnych o zaprojektowanych architekturach strukturalnych. **Nowatorstwo pracy polega** nie tylko na otrzymaniu nowych związków, lecz na zaproponowaniu strategii projektowania architektur supramolekularnych jako układów wielofunkcyjnych, zdolnych do realizacji równocześnie kilku zadań chemicznych.

4. Aktywność naukowa Doktorantki

Dorobek naukowy mgr Darii Anny Nowickiej wykracza poza zakres rozprawy doktorskiej i świadczy o bardzo wysokiej aktywności badawczej, organizacyjnej oraz grantowej, charakterystycznej dla młodego, samodzielnego naukowca o wyraźnie ukształtowanym profilu badawczym.

Nagrody i stypendia

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt uzyskania przez Doktorantkę prestiżowego Stypendium START przyznawanego przez Fundacja na rzecz Nauki Polskiej w 2025 r. Jest to jedno z najbardziej renomowanych wyróżnień dla młodych badaczy w Polsce, przyznawane w drodze ogólnokrajowego konkursu, co stanowi jednoznaczne potwierdzenie wysokiej jakości jej dotychczasowego dorobku.

Ponadto, Doktorantka jest laureatką: Stypendium Fundacji UAM dla najlepszych doktorantów (2023/2024), grantu Narodowe Centrum Nauki PRELUDIUM (2022), Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2018/2019), Stypendiów Rektora I-go stopnia dla najlepszych studentów (2018/2019, 2019/2020), grantu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego „Najlepsi z Najlepszych 3.0.” (2018). Tak liczne i systematycznie przyznawane wyróżnienia świadczą o konsekwentnym utrzymywaniu bardzo wysokiego poziomu naukowego na wszystkich etapach kształcenia i rozwoju kariery.

Aktywność projektowa i grantowa

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że Doktorantka była **kierownikiem dwóch projektów badawczych**, w tym: Projekt PRELUDIUM 2022/45/N/ST4/00632 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki pt. „Nowe kompleksy metali przejściowych zdolne do modyfikacji elektrody złotej jako układy do selektywnego wykrywania neuroprzekaźników” a także projekt w ramach Inicjatywy Doskonałości – Uczelnia Badawcza („Minigranty Doktoranckie”) pt. „O-demetylacja oksydacyjna wybranych ligandów iminowych w obecności jonów metali bloku d”. Pełnienie funkcji kierownika projektu na etapie doktoratu stanowi wyraźne potwierdzenie samodzielności badawczej, kompetencji organizacyjnych oraz zdolności do planowania i realizacji złożonych zadań naukowych.

Doktorantka była również wykonawcą w projektach finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki (SONATA, OPUS) oraz grantach ministerialnych, co świadczy o jej aktywnym udziale w zespołach badawczych realizujących projekty o zróżnicowanej tematyce – od chemii supramolekularnej po katalizę i nanomagnetyzm molekularny.



Politechnika Warszawska

Zgłoszenie patentowe

Dodatkowym dowodem aplikacyjnego potencjału prowadzonych badań jest zgłoszenie patentowe dotyczące sposobu otrzymywania nanowłókien hybrydowych lignina-POM-COF lub lignosulfonian-POM-COF z wykorzystaniem techniki elektroprzędzenia. Aktywność ta świadczy o umiejętności przekładania wyników badań podstawowych na rozwiązania o potencjale wdrożeniowym, co istotnie podnosi wartość dorobku Doktorantki.

Staż zagraniczny i współpraca międzynarodowa

W okresie 01.03.2020 – 31.05.2020 Doktorantka odbyła staż naukowy w grupie prof. Josepha Morana w Institut de Science et d'Ingénierie Supramoléculaires na Université de Strasbourg. Efektem tej współpracy było współautorstwo publikacji w prestiżowym czasopiśmie **Angewandte Chemie International Edition** (2021, 60, 25307–25312), co stanowi bardzo istotny element dorobku naukowego i potwierdza zdolność Doktorantki do efektywnej współpracy w międzynarodowym środowisku badawczym.

Aktywność konferencyjna

Doktorantka wykazuje bardzo dużą aktywność w upowszechnianiu wyników badań poprzez udział w konferencjach międzynarodowych i krajowych. Na szczególne podkreślenie zasługują referaty wygłoszone na konferencjach międzynarodowych, m.in.: 1st Polish-Italian Conference on Chemistry, Materials and Biomedicine (Rzym, 2025); 30th Colloquy on Organometallic Chemistry for Catalysis (Poznań, 2022); French-Polish Symposium on Chemistry (Paryż, 2022); The Fifth International Scientific Conference „Advances in Synthesis and Complexing” (Moskwa, 2019). Wystąpienia ustne na konferencjach międzynarodowych jako autor prezentujący świadczą o wysokim poziomie merytorycznym badań oraz umiejętności ich profesjonalnej prezentacji.

Doktorantka prezentowała również wyniki badań w formie posterów podczas prestiżowych wydarzeń, takich jak: 17th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMSC–2023, Reykjavik); Sixth International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials (Sitges, 2019); inne konferencje krajowe i międzynarodowe. Aktywność ta potwierdza systematyczne włączanie się Doktorantki w międzynarodowy obieg naukowy oraz stałą konfrontację własnych wyników z aktualnym stanem badań światowych.

5. Analiza szczegółowych aspektów oceny rozprawy

Czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie nauki chemiczne

Rozprawa doktorska mgr Darii Anny Nowickiej jednoznacznie potwierdza, że Doktorantka posiada rozległą, pogłębioną oraz uporządkowaną wiedzę teoretyczną w zakresie nauk chemicznych, ze szczególnym uwzględnieniem chemii koordynacyjnej, supramolekularnej, materiałowej oraz elektrochemii.

Zakres tematyczny pracy obejmuje zagadnienia związane z projektowaniem ligandów iminowych typu zasad Schiffa, mechanizmami samoorganizacji układów wielordzeniowych, kontrolą geometrii i reaktywności centrów metali d-elektronowych, a także z funkcjonalizacją. Swobodne operowanie tymi



Politechnika Warszawska

zagadnieniami wymaga nie tylko znajomości klasycznych podstaw chemii koordynacyjnej, lecz również aktualnych koncepcji dotyczących oddziaływań niekowalencyjnych, efektów elektronowych i sterycznych, mechanizmów reakcji redoks oraz metod badania właściwości materiałów funkcjonalnych.

W publikacji przeglądowej opublikowanej w *Coordination Chemistry Reviews* Doktorantka wykazała się umiejętnością krytycznej analizy obszernej literatury dotyczącej poliokso-metalanów typu Wellsa-Dawsona, ich struktury, funkcjonalizacji oraz zastosowań. Opracowanie to świadczy o bardzo dobrej orientacji w aktualnym stanie wiedzy światowej oraz zdolności do syntetyzowania i systematyzowania złożonych informacji naukowych.

W pracach eksperymentalnych opublikowanych m.in. w *Dalton Transactions* oraz *Electrochimica Acta* widoczna jest biegłość w interpretacji danych strukturalnych (rentgenostrukturalnych), spektroskopowych (NMR, FT-IR, UV-Vis, HRMS), elektrochemicznych oraz w analizie zależności między budową molekularną a właściwościami funkcjonalnymi. Szczególnie istotne jest umiejętne łączenie wiedzy z zakresu chemii strukturalnej z zagadnieniami elektrochemii analitycznej i chemii biomimetycznej.

Na podkreślenie zasługuje także właściwe rozumienie mechanizmów reakcji oksydacyjnych w układach zawierających jony Cu(II), wpływu czynników środowiskowych (rodzaj anionu, rozpuszczalnik, stosunek molowy substratów, temperatura) na przebieg procesów koordynacyjnych oraz zasad projektowania materiałów hybrydowych o określonej stabilności i zdolności oddziaływania z biomolekułami.

Całość rozprawy świadczy o dojrzałości intelektualnej Doktorantki, umiejętności łączenia wiedzy teoretycznej z praktyką eksperymentalną oraz o bardzo dobrym przygotowaniu merytorycznym w dyscyplinie nauki chemicznej. Wiedza ta ma charakter nie tylko odtwórczy, lecz twórczy – stanowi podstawę do formułowania własnych hipotez badawczych i projektowania nowych architektur supramolekularnych o zdefiniowanych właściwościach.

Czy rozprawa doktorska wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktorantkę ubiegającego się o nadanie stopnia doktora

Analiza treści rozprawy jednoznacznie dowodzi umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktorantkę. Praca cechuje się spójnością koncepcyjną, poprawnością metodologiczną oraz wysokim stopniem niezależności badawczej, obejmującej planowanie badań, realizację eksperymentów, dobór i krytyczną interpretację metod badawczych oraz syntetyczne formułowanie wniosków.

Doktorantka wykazała się umiejętnością projektowania nowych układów supramolekularnych w oparciu o racjonalne przesłanki strukturalne i funkcjonalne, a także zdolnością optymalizacji warunków syntezy oraz doboru odpowiednich technik analitycznych. Szczególnym potwierdzeniem tej umiejętności jest kompleksowy charakter badań, obejmujący pełną charakterystykę otrzymanych związków (w tym analizę strukturalną, spektroskopową i właściwości fizykochemicznych) oraz ich zwieńczenie w postaci spójnego modelu opisującego zależność między architekturą molekularną a obserwowanymi właściwościami funkcjonalnymi.

Czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie istotnego problemu naukowego, jakim jest projektowanie i kontrola właściwości wielordzeniowych architektur supramolekularnych o charakterze wielozadaniowym. Autorka zaproponowała nowe podejście do konstrukcji złożonych układów koordynacyjnych poprzez

9/10



Politechnika Warszawska

świadome wykorzystanie specyficznych motywów strukturalnych oraz modulację oddziaływań międzycząsteczkowych.

Zaproponowanie nowego podejścia projektowego w zakresie wielordzeniowych układów supramolekularnych, opracowanie metod ich kontrolowanej syntezy oraz wykazanie efektu synergii funkcjonalnej w obrębie pojedynczej architektury molekularnej stanowią nowatorskie osiągnięcie o znaczeniu zarówno poznawczym, jak i aplikacyjnym. Uzyskane wyniki poszerzają aktualny stan wiedzy w zakresie chemii supramolekularnej i materiałowej oraz tworzą solidne podstawy do dalszych badań nad projektowaniem inteligentnych materiałów funkcjonalnych o precyzyjnie kontrolowanych właściwościach.

6. Wniosek końcowy

Podsumowując, rozprawa doktorska mgr Darii Anny Nowickiej spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w zakresie oryginalności rozwiązań naukowych, poziomu merytorycznego oraz samodzielności badawczej. Uzyskane wyniki badań nad wielordzeniowymi architekturami supramolekularnymi jako układami wielozadaniowymi tworzą solidne podstawy do dalszych prac badawczych i rozwojowych w tym obszarze, wnosząc istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki chemicznej. Stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późn. zm.) i wnioskuję o jej dopuszczenie do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemicznej.

Biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny pracy, szeroki zakres przeprowadzonych badań, aktualność podjętej tematyki oraz wyraźny wkład Autorki w rozwój reprezentowanej dyscypliny, zaliczam rozprawę do kategorii wybitnie dobrej i zasługującej na wyróżnienie. Tym samym wnioskuję o uznanie rozprawy doktorskiej Pani mgr Darii Anny Nowickiej za wyróżniającą się.

Jako uzasadnienie wskazuję na wysoką jakość zarówno merytoryczną jak i redakcyjną wyników badań przedstawionych w rozprawie, ich aktualność i znaczenie dla międzynarodowej społeczności naukowej, rozpoznawalność i realny wpływ prowadzonych prac na rozwój chemii supramolekularnej, koordynacyjnej i materiałowej, w kontekście wskaźników bibliometrycznych, które stanowią dodatkowy, silny argument przemawiający za bardzo wysoką oceną pracy oraz jej kwalifikacją jako rozprawy wyróżniającej się. Ponadto, aktywność naukowa mgr Darii Anny Nowickiej jednoznacznie wskazuje na ponadprzeciętną samodzielność badawczą, umiejętność pozyskiwania środków finansowych na badania, skuteczność w realizacji projektów, rozpoznawalność międzynarodową, potencjał aplikacyjny prowadzonych badań, systematyczny i dynamiczny rozwój naukowy. Skala oraz jakość przedstawionych osiągnięć wykraczają poza standardowy poziom aktywności obserwowany na etapie rozprawy doktorskiej i stanowią dodatkowy, bardzo silny argument przemawiający za uznaniem rozprawy za wyróżniającą się.

Prof. dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska