

prof. dr hab. Dariusz Matoga  
Zakład Chemii Nieorganicznej, Wydział Chemii UJ,  
Gronostajowa 2, 30-387 Kraków  
tel. +4812-6632458, e-mail: [dariusz.matoga@uj.edu.pl](mailto:dariusz.matoga@uj.edu.pl)

Kraków, 26 marca 2026

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr. Darii Nowickiej**  
**pt. „*Wielordzeniowe architektury supramolekularne jako układy wielozadaniowe*”**

**Tematyka rozprawy i jej znaczenie**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska została przygotowana na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu pod kierunkiem prof. dr hab. Violetty Patroniak, przy wsparciu promotora pomocniczego dra Adama Gorczyńskiego. Praca podejmuje ambitną i dobrze uzasadnioną tematykę z pogranicza chemii koordynacyjnej, supramolekularnej i chemii materiałów. Doktorantka koncentruje się na syntezie oraz charakterystyce strukturalno-spektroskopowej nowych kompleksów miedzi(II) z ligandami N,N,O- i N,N,N-donorowymi typu zasad Schiffa oraz na opracowaniu materiałów hybrydowych opartych na poliokso-metalanie typu Wellsa–Dawsona funkcjonalizowanym ligandem terpirydynowym bądź jego kompleksami cynkowymi. Dodatkowo analizuje właściwości biomimetyczne i elektrochemiczne otrzymanych układów. Podejmowana problematyka, oscylująca wokół zależności między strukturą a funkcjonalnością kompleksów metali i złożonych architektur nieorganiczno-organiczných, jest w pełni aktualna i wpisuje się w światowe trendy badań dotyczących projektowania materiałów do zastosowań katalitycznych, biomimetycznych i sensorycznych.

**Ocena formalna i merytoryczna rozprawy**

Rozprawa została opracowana w formie przewodnika po czterech oryginalnych oraz jednym przeglądowym artykule naukowym, spójnych tematycznie i opublikowanych w latach 2024–2026 w renomowanych czasopismach o wysokim współczynniku wpływu (IF), notowanych na liście *Journal Citation Reports* (JCR). Są to: P1 — *New Journal of Chemistry* (IF = 2,5), P2 — *Electrochimica Acta* (IF = 5,6), P3 i P4 — *Dalton Transactions* (IF = 3,3) oraz P5 — *Coordination Chemistry Reviews* (IF = 23,5). Przyjęcie tych prac do druku, poprzedzone rygorystycznym procesem recenzyjnym, stanowi jednoznaczne potwierdzenie ich wysokiej jakości merytorycznej. Warto podkreślić, że cztery z nich zostały opublikowane w czasopismach należących do pierwszego kwartyła (Q1) w swoich kategoriach naukowych:

*Elektrochemia* (P2: 11/44) oraz *Chemia nieorganiczna i jądrowa* (P3 i P4: 10/43; P5: 1/43). Artykuły składające się na rozprawę mają charakter wieloautorski (od 5 do 11 współautorów), jednak analiza oświadczeń autorów nie pozostawia wątpliwości co do wiodącej roli Doktorantki. We wszystkich publikacjach figuruje ona jako pierwszy autor, a w trzech pełni również współdzieloną rolę autora korespondencyjnego. Zasadnicza część rozprawy, pełniąca funkcję przewodnika po publikacjach, jest zwięzła (70 stron wraz z bibliografią), lecz zawiera wszystkie elementy wymagane od pracy doktorskiej. Składa się z pięciu części: *Wstęp teoretyczny*, *Cel pracy*, *Omówienie wyników badań*, *Wnioski* oraz *Literatura*. Poprzedzona jest stroną tytułową, podziękowaniami, spisem treści, wykazem skrótów, streszczeniem w języku polskim i angielskim oraz ankietą dorobku naukowego zawierającą wykaz publikacji wchodzących w skład rozprawy. W części końcowej Autorka załącza pełne teksty omawianych artykułów wraz z materiałami uzupełniającymi oraz oświadczeniami współautorów.

Przejdę teraz do omówienia głównych części rozprawy. We **wstępie** Doktorantka przedstawia rzetelne i dobrze uporządkowane podstawy teoretyczne dotyczące chemii koordynacyjnej, architektur supramolekularnych oraz poliokso-metalanów typu Wellsa–Dawsona. Wprowadzenie zostało oparte na obszernym, aktualnym zestawie literatury (108 pozycji, z czego blisko 80% z ostatniej dekady), co świadczy o doskonałej orientacji Autorki w aktualnych trendach badawczych i wysokiej świadomości kontekstu naukowego podjętej problematyki. W **drugim rozdziale** Doktorantka trafnie formułuje **cele pracy**, obejmujące projektowanie, syntezę i charakterystykę nowych architektur supramolekularnych opartych na ligandach iminowych oraz poliokso-metalanach, a także zbadanie ich właściwości biomimetycznych i elektrochemicznych. Cele te mają charakter ambitny, a jednocześnie są logicznie powiązane z kolejnymi etapami realizacji badań, od projektowania ligandów, poprzez reakcje kompleksowania, aż po analizę funkcjonalności otrzymanych układów. **Trzeci rozdział poświęcony wynikom badań**, obejmujący cztery publikacje oryginalne P1-P4, zaprezentowano w sposób przejrzysty i konsekwentny. Na szczególne podkreślenie zasługuje pierwszy w literaturze przykład oksydacyjnej O-demetylacji ligandów iminowych zachodzącej w centrum Cu(II) bez zastosowania silnych utleniaczy (praca P1). Starannie przeprowadzona optymalizacja reakcji pozwoliła określić kluczową rolę budowy liganda, obecności dodatkowych podstawników metoksylowych oraz wybranego anionu w przebiegu procesu. W kolejnych częściach rozprawy Doktorantka opisuje syntezę oraz strukturę kompleksów miedzi(II) opartych na ligandach N,N,N-donorowych, które następnie zastosowano do modyfikacji powierzchni elektrod złotych (prace P2 i P3). Wykazano, że otrzymane układy mogą pełnić funkcję materiałów przewodzących w czujnikach elektrochemicznych do selektywnego oznaczania dopaminy i epinefryny, także w obecności interferentów, co znacząco podnosi wartość potencjalnych zastosowań tych materiałów. Ostatnia część eksperymentalna (praca P4) dotyczy syntezy materiałów hybrydowych opartych na poliokso-metalanie typu Wellsa–Dawsona funkcjonalizowanym ligandem terpirydynowym lub jego kompleksami

cynku. Badania wykazały, że spośród kilku testowanych metod przygotowania tylko jedna prowadzi do stabilnych układów zdolnych do dalszej koordynacji metali, co ma duże znaczenie dla przyszłego projektowania funkcjonalnych materiałów supramolekularnych. Uzupełnieniem badań eksperymentalnych jest rozdział przeglądowy (praca P5), oparty na ponad 80 pozycjach literaturowych i poświęcony polioksometalonom tego typu, stanowiący wartościowe kompendium współczesnej wiedzy o ich strukturze, modyfikacjach i zastosowaniach.

W mojej ocenie przedstawione wyniki badań są bardzo wartościowe, przy czym na szczególne uznanie zasługuje nowatorskie podejście do O-demetylacji, uzyskanie materiałów do elektrochemicznej detekcji neuroprzekazników oraz wyjaśnienie relacji między warunkami syntezy a budową materiałów hybrydowych.

### **Uwagi dyskusyjne i edytorskie**

Nie mam zastrzeżeń co do merytorycznej zawartości rozprawy. Podczas jej lektury nasunęło mi się jednak kilka pytań i komentarzy natury dyskusyjnej, o które proszę Doktorantkę o odniesienie się podczas publicznej obrony:

1. Z czego wynika zastosowanie różnych procedur osadzania kompleksów K7 i K8 na powierzchni elektrod złotych?
2. Jaka jest stabilność zmodyfikowanych elektrod? Czy nie obserwuje się desorpcji zaadsorbowanych kompleksów w trakcie pomiarów?
3. Czy określanie pojedynczych kompleksów mianem „układów supramolekularnych” nie jest pewnym nadużyciem terminologicznym? W klasycznym ujęciu układ supramolekularny oznacza zbiorową organizację wielu jednostek molekularnych połączonych oddziaływaniami niekowalencyjnymi. W przypadku pojedynczego kompleksu, nawet wielordzeniowego, mamy raczej do czynienia z jedną jednostką molekularną. Proszę o komentarz.

Pod względem edytorskim rozprawa została przygotowana starannie, zwięźle i przejrzysto. Materiał jest logicznie uporządkowany, a liczne rysunki i tabele ułatwiają jego odbiór i zrozumienie. Z obowiązku recenzenta odnotowuję jedynie kilka drobnych nieścisłości: na str. 28 definicja związków kompleksowych została ograniczona do ligandów organicznych; w tekście brakuje odwołania do rysunku 2; rysunek 36 sugeruje sekwencję dwóch procesów, z których pierwszy nie zachodzi; na str. 73 pojawia się odwołanie do niezdefiniowanych materiałów H4–H6; natomiast we wzorach hybryd na str. 74 kationy TBA umieszczono w niekonwencjonalny sposób po fragmentach anionowych.

Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że wszystkie wymienione uchybienia mają charakter marginalny i nie wpływają na ogólnie bardzo pozytywny odbiór rozprawy doktorskiej.

### **Aktywność naukowa Doktorantki**

Oprócz prac P1-P5 wchodzących w skład rozprawy, dorobek naukowy Pani Nowickiej obejmuje sześć artykułów opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR, niezwiązanych bezpośrednio z tematyką rozprawy doktorskiej. Wyniki swoich badań prezentowała ponadto w

formie wystąpień ustnych i posterowych na siedmiu międzynarodowych konferencjach. Należy również zaznaczyć, że Doktorantka była zaangażowana w realizację pięciu projektów badawczych finansowanych m.in. przez Narodowe Centrum Nauki oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, w tym jednego projektu Preludium, którym kierowała. Otrzymała również dwa zagraniczne staże naukowe na Uniwersytecie w Strasburgu. Dodatkowo została wyróżniona kilkoma nagrodami i stypendiami za osiągnięcia naukowe. Wszystkie te elementy jednoznacznie potwierdzają jej wysoką aktywność badawczą, pracowitość i duży potencjał do dalszej działalności badawczej.

### **Podsumowanie i wnioski końcowe**

Podsumowując, praca doktorska została bardzo dobrze zaplanowana i rzetelnie zrealizowana, a uzyskane wyniki badań właściwie zinterpretowane oraz wyczerpująco przedyskutowane. Główne cele rozprawy zostały w pełni osiągnięte. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością zarówno podejmowanej tematyki badawczej, jak i szerokiej wachlarza odpowiednich metod badawczych i technik eksperymentalnych, w tym m.in. spektrometrii mas (MS), elektronowej mikroskopii skaningowej (SEM) z analizą dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (EDS), spektroskopii NMR, IR i UV-vis, a także cyklicznej woltamperometrii (CV) i różnicowej woltamperometrii pulsowej (DPV). Jej tok rozumowania potwierdza umiejętność trafnej interpretacji wyników oraz formułowania logicznych i w pełni uzasadnionych wniosków. Bez wątpienia, praca ta stanowi istotny i oryginalny wkład w rozwój wiedzy na temat fundamentalnych właściwości związków koordynacyjnych oraz w obszar syntezy funkcjonalnych kompleksów o właściwościach biomimetycznych i sensorycznych.

Na zakończenie stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani Darii Nowickiej w pełni spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (tekst jednolity: Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.). **Zwracam się zatem do Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z wnioskiem o przyjęcie rozprawy doktorskiej i przeprowadzenie dalszych etapów postępowania doktorskiego.** Jednocześnie, mając na uwadze wysoki poziom merytoryczny pracy, aktualność i znaczenie podjętej problematyki oraz oryginalność podejścia badawczego, obejmującego syntezę kilkunastu nowych związków kompleksowych i układów hybrydowych, ich charakterystykę strukturalną i spektroskopową, a także zbadanie unikalnych właściwości biomimetycznych i elektrochemicznych, oraz biorąc pod uwagę opublikowanie wyników w pięciu renomowanych czasopismach z zakresu chemii nieorganicznej i elektrochemii, **wnoszę o wyróżnienie przedkładanej rozprawy doktorskiej.**