

Jacek Waluk  
Instytut Chemii Fizycznej PAN  
Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa

Warszawa, 28.3.2021

***Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr Anny Lewandowskiej-Andrałojć***

Dr Anna Lewandowska-Andrałojć jest doktorem nauk chemicznych, na podstawie obronionej w roku 2011 na Wydziale Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu rozprawy *Fotoindukowane procesy przeniesienia elektronu, protonu lub atomu wodoru w układach bichromoforowych benzofenon-tyrozyna oraz benzofenon-metionina*. Promotorem był prof. dr hab. Bronisław Marciniak, a rozprawa została wyróżniona w konkursie im. Aleksandra Zamojskiego. Cztery lata wcześniej Anna Lewandowska uzyskała magisterium na tym samym wydziale, wykonując pod kierownictwem prof. dr hab. Marcina Molskiego pracę *Obliczanie funkcji termodynamicznych w oparciu o fizykę statystyczną dla różnych modeli cząsteczek dwuatomowych*. Ma również w dorobku licencjat z fizyki (2006) uzyskany w ramach Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów Przyrodniczych UAM na Wydziale Chemii i Fizyki UAM.

Jeszcze przed doktoratem (2008 i 2010) mgr Lewandowska spędziła w sumie sześć miesięcy w Radiation Laboratory na Uniwersytecie w Notre Dame. W latach 2012-2014 dr Lewandowska odbyła długotrwały staż podoktorski w Brookhaven National Laboratory w grupie dr Etsuo Fujity. Dwa lata potem, w ramach programu START FNP, pojechała na miesiąc

do California Institute of Technology, gdzie miała okazję współpracować z prof. Harry B. Grayem – jednym z najwybitniejszych badaczy procesów przenoszenia elektronu.

Od roku 2011 była adiunktem w Zakładzie Fizyki Chemicznej Wydziału Chemii UAM, a od roku 2019 jest zatrudniona jako adiunkt w Centrum Zaawansowanych Technologii UAM.

Dr Lewandowska jest obecnie współautorką ponad trzydziestu publikacji, z których 7 powstało przed doktoratem. Są wśród nich prace w powszechnie uważanych za najlepsze czasopismach chemicznych, takich jak *JACS*, *Angewandte Chemie*, *Inorganic Chemistry*.

Prace dr Lewandowskiej- Andrałojć cytowane były ponad trzysta razy, a indeks Hirscha wynosi 10.

Wyrażona w liczbach aktywność konferencyjna i wykładowa obejmuje 46 pozycji. Warto wspomnieć w tym miejscu o zaproszeniach na wykłady na uniwersytetach w Walencji, Berlinie, Linzu i Pasadenie.

Dr Lewandowska- Andrałojć była dwukrotnie kierownikiem grantów (NCN SONATA oraz grant Centrum Zaawansowanych Technologii).

Wśród osiągnięć dydaktycznych wymienić należy promotorstwo pomocnicze doktoratu mgr Darii Larowskiej oraz opiekę nad inną doktorantką – mgr Ewelina Gacką.

Na liście osiągnięć organizacyjnych znajdujemy m.in. uczestnictwo w organizacji czterech konferencji oraz warsztatów o luminescencji (których była pomysłodawcą).

Nagrody i wyróżnienia za działalność naukową to m.in. stypendium START FNP dla wybitnych młodych uczonych, nagrody zespołowe Rektora UAM, czy też stypendia uzyskane w trakcie wykonywania doktoratu.

## Ocena rozprawy habilitacyjnej

Osiągnięcie naukowe habilitantki zatytułowano ***Mechanizmy reakcji przeniesienia elektronu i protonu dla związków i materiałów o potencjalnym zastosowaniu w sztucznej fotosyntezie***. Na rozprawę składa się seria dziesięciu prac opublikowanych w latach 2013-2020 w bardzo dobrych czasopismach (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, *J. Phys. Chem. Lett.*, *J. Phys. Chem.*, *Inorg. Chem.*, *ChemPhysChem*, *ACS Energy Lett.*). Pani dr Lewandowska jest pierwszym autorem w siedmiu z nich, a w pięciu jest autorką–korespondentką. Te ostatnie to prace z ostatnich lat. Warto podkreślić, że wchodzące w zakres rozprawy publikacje doczekały się już niemal dwustu cytowań. Ponieważ prace są wieloautorskie, habilitantka dołączyła do materiałów rozprawy odpowiednie oświadczenia współautorów.

Efektywna konwersja energii słonecznej na energię chemiczną czy elektryczną to jedno z najważniejszych wyzwań współczesnej technologii. Pomimo że intensywne prace w tym obszarze trwają od dawna i angażują wiele ośrodków naukowych, lista nie do końca zrozumiałych mechanizmów i niekompletnie opisanych procesów jest długa, a konstrukcja wydajnych sztucznych układów fotosyntetycznych napotyka ciągle rozmaite problemy. Przyczyną tego są niezwykle złożone mechanizmy fotosyntezy, na których doskonalenie natura miała wiele czasu.

Przykładem pozornie prostej, a w rzeczywistości niezwykle skomplikowanej reakcji angażującej promieniowanie słoneczne jest fotochemiczny rozkład wody. Proces ten wymaga zarówno utlenienia wody, co prowadzi do otrzymania tlenu, jak również redukcji protonów w celu otrzymania wodoru. Uzyskanie fotoindukowanego rozkładu wody wymaga sprzężenia cyklicznych procesów redoks, a systemy to zapewniające składają się z fotosensybilizatora,

akceptora elektronu oraz katalizatora. W swojej rozprawie habilitacyjnej dr Lewandowska szczegółowo zbadała kilka takich systemów, skupiając się na zrozumieniu mechanizmów elementarnych procesów redoks, co doprowadziło do zaproponowania sposobów zwiększania wydajności kwantowej fotoprocessu utleniania wody. Wśród badanych układów znalazły się bardzo popularny w kontekście przenoszenia elektronu tris(bipirydynowy) kompleks rutenu(II) –  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$  w parze z jonem nadsiarczanowym  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  (prace w *J. Phys. Chem A* i *Phys. Chem. Chem. Phys.* z roku 2013) oraz mono- i dwurdzeniowe katalizatory oparte na irydzie z ligandami bipirydynowymi lub bipirymidynowymi (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2014). Z kolei redukcję protonów zbadano stosując kompleksy kobaltu na trzech stopniach utlenienia (*Inorg. Chem.*, 2015).

Osobną pracę poświęcono roli wiązania wodorowego w indukowanym światłem przeniesieniu elektronu i protonu. Jako obiekty badań posłużyły fenole tworzące wiązanie wodorowe z polipirydynowym/benzonaftrydynowym kompleksem rutenu (*J. Phys. Chem. Lett.*, 2017).

Zupełnie inną, niezwykle ciekawą grupę stanowiły nanohybrydowe materiały złożone z barwnika (porfiryna lub eozyna) i materiału grafenowego. Uzyskano dokładne charakterystyki tych materiałów. Szczególnie ważne wydaje mi się wykrycie fotoindukowanego przeniesienia elektronu z porfiryny w singletowym stanie wzbudzonym na tlenek grafenu, opisane w pracy z *ChemPhysChem* w roku 2019. Inny ciekawy wynik to zrozumienie, w jaki sposób oddziaływania porfiryny z tlenkiem grafenu zależą od pH (praca w *J. Phys. Chem. C.*, 2019). Istotne z punktu widzenia przyszłych zastosowań jest wykazanie, że hybryda eozyna/tlenek grafenu zwiększa dziewięciokrotnie szybkość wytwarzania wodoru w porównaniu z układem bez tlenku grafenu (praca w *J. Phys. Chem. C.*, 2020). Podobny efekt, ponad dwukrotny wzrost

wydajności wytwarzania wodoru, uzyskano w materiale zawierającym grafen i katalizator  $\text{Co}(\text{bpy})_3^{2+}$  z domieszką RGO – zredukowanego tlenku grafenu (publikacja w *Catal. Sci. Technol.*, 2020).

Powyższe układy zbadano stosując kombinacje różnorodnych technik spektroskopii, fotofizyki i fotochemii, wspartych obliczeniami kwantowo-chemicznymi. Uzyskanie wielu szczegółowych danych pozwoliło zaproponować modele procesów szczególnie istotnych w fotosyntezie, takich jak np. reakcja fotoindukowanego przeniesienia elektronu z udziałem  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{3+}$ , czy też redukcja protonów przez kompleks kobaltu. To właśnie skupienie się na mechanizmach reakcji uważam to za największe osiągnięcie rozprawy. Ponieważ nie pracuję bezpośrednio w tej dziedzinie, trudno mi jest wskazać, który z bogatej gamy uzyskanych wyników można uznać za najbardziej spektakularny. Ale chyba sama habilitantka miałaby z tym problem, ponieważ podany w autoreferacie wykaz najważniejszych osiągnięć badawczych liczy aż 16 pozycji!

Warto też wspomnieć osobno o jednej z publikacji wchodzących w cykl prac stanowiący rozprawę. Artykuł w *ACS Energy Letters* (2019) nie dotyczy bezpośrednio mechanizmów reakcji, natomiast porusza on ważny problem prawidłowego pomiaru i analizy widm fluorescencji. Wyniki doświadczeń fluorescencyjnych są często podstawą do formułowania istotnych wniosków odnośnie zachowania badanych układów. Niestety, pozornie prosty pomiar emisji jest często obciążony błędami, których skorygowanie wymaga, z jednej strony, wiedzy na temat badanego fluoroforu, a z drugiej, zrozumienia możliwych błędów związanych z warunkami pomiaru. Dlatego też pracę poświęconą prawidłowej metodologii pomiarów fluorescencji uważam za ważną, nie tylko dla studentów, ale również dla badaczy używających – a często nadużywających - tej techniki.

Po zapoznaniu się z dziesięcioma publikacjami oraz opisem osiągnięcia naukowego przedstawionym w autoreferacie, jestem pod dużym wrażeniem erudycji, pracowitości, ciekawości naukowej, wnikliwości oraz – jak sądzę – samodzielności naukowej habilitantki. W przekonaniu tym utwierdza mnie opinia wyrażona przez dr Fujitę, której dwa fragmenty pozwolę sobie zacytować:

*„Not only was she a remarkably productive postdoctoral research associate, but she was capable of solving scientific challenges by herself and formulating the scientific project.”*

*“In fact, she was the most productive postdoctoral research associate I ever worked with.”*

Podsumowując: dr Lewandowska-Andrałojć jest już badaczem o dobrze zdefiniowanym i udokumentowanym atrakcyjnym profilu naukowym, czego dowodem jest choćby liczba cytowań prac wchodzących w zakres rozprawy.

Nie mam najmniejszej wątpliwości, że rozprawa habilitacyjna dr Lewandowskiej-Andrałojć spełnia z nawiązką zwyczajowe i ustawowe wymagania stawiane kandydatom do uzyskania tytułu naukowego doktora habilitowanego ((art. 16 i 17 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65/03 poz. 595, z późniejszymi zmianami). Stawiam wniosek o dopuszczenie dr Lewandowskiej-Andrałojć do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

  
Jacek Waluk