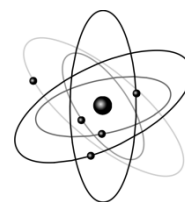




AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA  
W KRAKOWIE



Prof. dr hab. Květoslava Burda  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
ul. Reymonta 19, 30-059 Kraków

Kraków, 29.11.2024

## Ocena osiągnięcia naukowego

***„Projektowanie molekularne z wykorzystaniem elektronowej energii wzbudzenia oraz wybranych efektów stężeniowych w matrycach fluoryzujących”***

oraz dorobku naukowego, osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych

**dr. Anety Marii Lewkowicz**

w związku z postępowaniem habilitacyjnym

Ocenę dorobku habilitacyjnego przeprowadziłam w oparciu o ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742 ze zm.).

### 1. Sylwetka Habilitantki.

Dr Aneta Maria Lewkowicz usyskała tytuł magistra chemii w roku 2009 po ukończeniu pięcioletnich jednolitych studiów ze specjalności chemia analityczna, chemia sądowa na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Rok później otrzymała tytuł inżyniera technologii chemicznej (specjalność technologia paliw) na Wydziale Energetyki i Paliw Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. W roku 2015 uzyskała stopień doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki molekularnej na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego. Pracę *„Spectroscopic properties of hybrid materials doped with organic dyes.”* wykonaną pod opieką prof. dr. hab. Piotra Bojarskiego i dr Anny Synak (promotora pomocniczego) obroniła z wyróżnieniem. Poza tym ukończyła pedagogiczne studia podyplomowe w 2019 r i podyplomowe studia *Zarządzanie oświatą* w 2020 r. w Ateneum Szkole Wyższej w Gdańsku. Od października 2016 roku do chwili obecnej jest zatrudniona na wydziale matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego w Zakładzie Biomateriałów i Fizyki Medycznej.

**Ocena osiągnięcia naukowego uzyskanego po nadaniu stopnia doktora** stanowiącego cykl publikacji powiązanych tematycznie pod zbiorczym tytułem: *„Projektowanie molekularne z wykorzystaniem elektronowej energii wzbudzenia oraz wybranych efektów stężeniowych w matrycach fluoryzujących”*.

Dr A.M. Lewkowicz przedstawia jako osiągnięcie naukowe 12 artykułów, które ukazały się w latach 2018-2024 w czasopismach o zasięgu międzynarodowym o średnim *impact factorze* 3,37 (podana liczba uwzględnia korektę danych, w stosunku do podanych przez Habilitantkę i bierze pod uwagę IF czasopism w roku wydania publikacji) i łącznej liczbie punktów MEiN: 1180. W pięciu pracach jest pierwszym autorem, a w siedmiu autorem korespondencyjnym. Uwzględniając, że 6 publikacji ukazało się w 2022 roku i później, łączna liczba cytowań wskazanych przez Habilitantkę prac do osiągnięcia habilitacyjnego wynosi 35 (bez autocytowań), co świadczy o tym, że są one zauważane w środowisku naukowym.

W przedstawionym autoreferacie dr A. Lewkowicz skoncentrowała się na stronie aplikacyjnej osiągnięć naukowych, które przedstawiła w przedłożonym osiągnięciu naukowym. Powołuje się także na zgłoszony patent (Zgłoszenie Patentowe P.4433382) dotyczący *Sposób wizualizacji śladów daktyloskopijnych na podłożu chłonnym oraz roztwór końcowy do wizualizacji śladów daktyloskopijnych na podłożu chłonnym*, choć w osiągnięciu habilitacyjnym nie został on uwzględniony. Wniosek jest wciąż procedowany i być może jest to przyczyna, dla której nie mogła go jeszcze na tym etapie dołączyć. Habilitantka w autoreferacie wskazuje na zakres problemów badawczych, których dotyczą prace zadeklarowane w dorobku habilitacyjnym, a mianowicie: (i) synteza i charakterystyka strukturalno-spektroskopowa matryc aktywnych optycznie (prace: H1, H3, H2, H5, H7, H8, H9, H10, H11, H12); (ii) solwatochromizm a właściwości fizyko-chemiczne fotoaktywnych molekuł (prace: H2, H6), (iii) molekularna sensybilizacja sondy luminescencyjnej do identyfikacji alfa aminokwasów z wykorzystaniem elektronowej energii wzbudzenia (prace: H2, H3, H4, H5, H6, H8, H12), (iv) aspekt agregacji molekularnej w projektowaniu struktur aktywnych optycznie (prace: H4, H5, H6, H8, H12). Habilitantka zajmowała się projektowaniem sond i ich sensybilizacją, które pozwolą na identyfikację alfa aminokwasów w środowiskach o różnej polarności i na/w matrycach o różnej sztywności. W szczególności uczestniczyła w pracach nad wytworzeniem transparentnych dla światła nanowarstw składających się z warstwy nanościan węglowych domieszkowanych borem (B-CNW), następnie funkcjonalizowanych nanocząstkami TiO<sub>2</sub> (anatazu). Obserwowany spadek transmitancji wytworzonych układów wynikał przede wszystkim z grubości warstwy węglowej. Z drugiej strony układ taki wykazywał obniżenie przerwy energetycznej i wzrost przewodności (H1, H3). Faktura labiryntowa warstwy węglowej powodowała rozkład 3D rozseparowanego ładunku pod wpływem światła. Takie układy mogą mieć wielorakie zastosowania, ale w pracy (H3) pokazano w szczególności ich dużą wydajność w fotokatalitycznym usuwaniu tlenków azotu, wynikającą ze zwiększenia stabilizacji fotogenerowanych par ładunków. Jednakże w dalszym projektowaniu dedykowanych fotokatalitycznych powierzchni dr A. Lewkowicz zainteresowała się polimerami znanymi ze swojej biokompatybilności i biodegradowalności, stosowanymi już w medycynie. Przeprowadziła szereg badań dla funkcjonalizowanych higroskopijnych powierzchni utworzonych przez alkohol poliwinylowy (PVA) czy poliwinylpirolidon (PVP) charakteryzujące się dużą lepkością, która zapewnia stacjonarność powstałych produktów i można je stosować do powierzchni chłonnych (H5, H12). Jak okazało się z późniejszych badań pomysł Habilitantki, by utworzyć heteropolimery liniowe lub globularne zbudowane z cząsteczek PVA lub PVP i z cząsteczki barwnikowej sprawdził się. Ze względu na zainteresowanie detekcją i analizą śladów w kryminalistyce skoncentrowała się na stworzeniu procedury ułatwiającej takie badania w różnych warunkach (także poza laboratorium) i dla różnych powierzchni, co wymaga wytworzenia odpowiednio czułego, stabilnego i efektywnego sensora. Dodatkowo miałyby być on bezpieczny oraz łatwy i tani w użyciu. W szczególności prace Habilitantki dotyczyły wykorzystania zjawiska fluorescencji do wykrywania śladów daktyloskopijnych. Jako barwnik wybrała 1,8-diazafluoren-9-on (DFO), który obok

ninhydriny jest głównym fotoaktywnym odczynnikiem wykorzystywanym do wizualizacji aminokwasów zawartych w pozostałościach odcisków palców. Ninhydryna oraz jej pochodne są wykorzystywane w kryminalistyce już od ponad 70 lat. Jednak procedura doprowadzająca do wizualizacji fluorescencyjnej odcisków jest kilkustopniowa z koniecznością używania kolejnych detergentów i podgrzewania do temperatury ok. 80°C oraz zapewnienia wilgotności na poziomie ok. 65%. Natomiast DFO jest stosowane od lat 90-tych ubiegłego stulecia. Pod wpływem światła zielonego emituje fluorescencję w zakresie światła czerwonego. Procedura wymaga podgrzewania do 100°C i warunków suchych (0 % wilgotności). Dodatkowo fakt, że DFO nie reaguje ze wszystkimi aminokwasami czynił go mniej atrakcyjnym od ninhydriny. Z drugiej strony wykazuje on większą czułość na alfa aminokwasy i nadaje się do zastosowań dla różnorodnych powierzchni, w tym chłonnych i porowatych. Co więcej Habilitantka zauważyła, że można zastosować bardziej przyjazną środowisku procedurę stosowania DFO przy użyciu etanolu zamiast metanolu bez większego wpływu na własności spektralne tego związku (H2). Pani A. Lewkowicz zajmowała się badaniami właściwości fluorescencyjnych DFO i jego agregatów odkrywając dynamikę procesu agregacji DFO powodowaną zmianami środowiskowymi (H2, H4, H6, H8). Zaobserwowała tworzenie się fluorescencyjnych agregatów DFO zarówno na matrycach TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>/B-CNWs, jak i foliach polimerowych (H5, H7, H8, H12). Wykazanie możliwości wykorzystania w sposób kontrolowany agregacji DFO do wizualizacji śladów daktyloskopowych na porowatych podłożach, m.in. na papierze zwykłym i papierze termicznym, zachowując integralność podłoża, jest ważnym przyczynkiem w kryminologii, jeśli chodzi o rozwój tych metod (H5, H12). Habilitantka opisała zależność solwatochromową DFO. Wykazała wrażliwość tej cząsteczki na zmiany polarności bliskiego otoczenia, co jak pokazała może wspomóc projektowanie materiałów o pożądanej fotoaktywności (H2). W środowisku polarnym następował znaczny wzrost momentu dipolowego w stanie wzbudzonym. Habilitantka zasugerowała także możliwość przekazywania energii pomiędzy stanem monomerycznym, a agregatami DFO, która może być w znacznym stopniu regulowana/kontrolowana przez matryce, w której zachodzi proces. Pokazała, że w badanych matrycach sztywnych nie musi następować zjawisko całkowitego wygaszenia luminescencji w przypadku agregatów. Są co najmniej dwie przyczyny: (i) oddziaływania międzycząsteczkowe i powstawanie trwałych połączeń skutkujących tworzeniem się złożonych agregatów, spośród których najważniejszym i najciekawszym jest powstający cyklodimer DAK DFO oraz (ii) krótkotrwałe wiązania wodorowe pomiędzy DFO i rozpuszczalnikiem. Habilitantka skorzystała z istniejącej już wiedzy, że regulując bliskość molekularną, orientację stercząną i stężenie można ukierunkować proces agregacji w celu wytworzenia nowych struktur, w szczególności cyklodimerów. Jest to obecnie rozwijająca się technika zrównoważonej i wydajnej syntezy, która pozwala zminimalizować użycie liczby różnych odczynników i ich zużycie oraz powstawanie produktów ubocznych.

Dr A. Lewkowicz w autoreferacie szczegółowo omówiła wyniki swoich badań, podkreślając te, które uważa za szczególnie ważne. Dlatego ograniczę się tylko do wskazania, moim zdaniem, dwóch najważniejszych osiągnięć Habilitantki, w których na podstawie przedstawionych deklaracji jej samej i współautorów można ocenić, że jej wkład był decydujący. O innych ważnych wynikach wspominałam powyżej. W tym miejscu chciałam podkreślić wykazanie i zastosowanie praktyczne zjawiska emisji indukowanej agregacji (AIE) w przypadku cząsteczki 1,8-diazafluoren-9-on (DFO) dla różnych matryc i rozwoju metodologii spektroskopowej w projektowaniu AIE dla tego związku w wybranych ośrodkach. Wymagało to opracowania przez habilitantkę procedur chemicznych oraz przeprowadzenia szeregu badań fizykochemicznych. Osobiście brała udział w pomiarach i opracowaniach wyników za pomocą metod spektroskopii optycznej „steady-state” i czasowo-rozdzielczej, spektroskopii w podczerwieni czy spektroskopii Ramana. Dzięki współpracy z innymi

eksperymentatorami i teoretykami mogła pełniej opisać badane układy i zweryfikować swoje hipotezy. Po raz pierwszy zaobserwowała powstanie cyklodimeru podczas procesu kontrolowanej agregacji dla cząsteczki DFO i scharakteryzowała jego fizyko-chemiczne właściwości. Badania, chociaż mają charakter podstawowy, to ich wyniki mają konkretne zastosowania aplikacyjne w projektowaniu sond fluorescencyjnych i elektrochemicznych o potencjalnym szerokim zastosowaniu. Dowodem tego jest złożony wniosek patentowy.

Mam krytyczną uwagę do schematów na Rys. 23 i 24, które miały na celu przybliżyć opisywane zjawiska. Rys. 23 wymagałby co najmniej uzupełnienia legendy, która wyjaśniłaby użyte oznaczenia symboli i linii. Natomiast schemat przedstawiony na Rys. 24 jest bardzo poglądowy, ale nie zgadzam się z umiejscowieniem niektórych procesów względem skali czasowej. Czy podane procesy są tylko wymienione bez uwzględnienia skali czasowej, czy jednak ich lokalizacja na skali była intencyjna?

### **Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze.**

Według bazy WoS z dnia 28.11.2024 dr A.M. Lewkowicz jest autorką 22 prac naukowych o łącznej liczbie cytowań 188 wyłączając autocytowania,  $IH = 9$ . Poza dorobkiem habilitacyjnym po doktoracie opublikowała jeszcze 5 artykułów, które ukazały się w latach 2021-2024. Biorąc pod uwagę także publikacje uwzględnione w dorobku habilitacyjnym widać wzrost aktywności publikacyjnej w ostatnich latach. Po uzyskaniu stopnia Doktora Nauk Fizycznych Habilitantka brała czynny udział w konferencjach krajowych i zagranicznych (20 konferencji łącznie), na których miała okazję wielokrotnie wygłaszać ustne referaty.

Dr A. Lewkowicz uczestniczyła/ uczestniczy w realizacji dwóch projektów finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki (kierownikiem grantu pozyskanego ramach konkursu MINIATURA w latach 2017-2018 oraz koordynator części eksperymentalnej w grantie, na który przyznano finansowanie w konkursie OPUS-21 na lata 2022-2025). W latach 2017 i 2021 Habilitantka pozyskiwała finansowania z grantów wewnętrznych.

Wobec powyższego należy stwierdzić, że dr A. Lewkowicz wykazuje aktywność naukową i ma już doświadczenie w kierowaniu badaniami naukowymi.

### ***Współpraca z innymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi.***

W okresie przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitantka odbyła 6-miesięczny staż naukowy w ramach współpracy międzynarodowej w C.N.R. Istituto di Biochimica delle Proteine, Neapol, Włochy. Poza tym w latach 2008-2010 współpracowała z grupami naukowymi z Instytutu Ekspertyz Sądowych w Krakowie (łącznie 9 miesięcy). Efektem współprac z tymi ośrodkami, była publikacja, wystąpienie konferencyjne i nabyte doświadczenie w pracy ze skaningowym mikroskopem elektronowym z mikroanalizą rentgenowską.

Obecnie dr A. Lewkowicz w ramach utworzonego Laboratorium Ujawniania Śladów Kryminalistycznych, które powstało przy udziale Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Gdańskiego oraz Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego rozpoczęła współpracę z grupą badawczą prof. Roberta Bogdanowicza na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej w zakresie optoelektroniki, a także współpracę międzynarodową z prof. Ignacym Gryczyńskim i prof. Zygmuntem Gryczyńskim z Texas Christian University (USA) nad znacznikami fosforyzującymi.

## **Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego**

Dr A. Lewkowicz posiada znaczący i wyróżniający ją dorobek dydaktyczno-organizacyjny, który zasługuje na uznanie biorąc pod uwagę etap jej kariery naukowej. Działalność ta świadczy o jej zaangażowaniu w proces kształcenia i popularyzacji nauki. Habilitantka bardzo szczegółowo opisała w autoreferacie swoje osiągnięcia na tym polu oraz wykazała, że wprowadza innowacyjne, nowoczesne formy nauczania. Wspomnę tu więc tylko o jednym, bardzo ważnym osiągnięciu organizacyjnym, które ma także duże znaczenie dla rozwoju naukowego Habilitantki. Dotyczy ono jej roli koordynatora i głównego autora w utworzeniu i uruchomieniu Laboratorium Ujawniania Śladów Kryminalistycznych w ramach wspólnych działań Wydziału Prawa i Administracji oraz Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego.

## **Wniosek końcowy.**

Przedstawione do recenzji osiągnięcia naukowe, dorobek naukowy, działalność dydaktyczna i organizacyjna dr. A.M. Lewkowicz spełniają w mojej ocenie zwyczajowe i ustawowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

W związku z powyższym wnoszę do Komisji o dopuszczenie dr. Anety M. Lewkowicz do dalszych etapów postępowania w przewodzie habilitacyjnym i pozytywnie opiniuję wniosek Habilitantki o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.

Prof. dr hab. Květoslava Burda