

Łódź, 3.X.2025



UNIWERSYTET ŁÓDZKI
Wydział Chemii
KATEDRA CHEMII ORGANICZNEJ I STOSOWANEJ
ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
tel./faks (0-48-42) 665-51-62

Dr hab. Michał Rachwański, Prof. UŁ
Uniwersytet Łódzki, Wydział Chemii
Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej
Ul. Tamka 12, 91-403 Łódź
e-mail: michal.rachwalski@chemia.uni.lodz.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ ZATYTUŁOWANEJ

Nowe materiały oparte na perylenodiimidzie do zastosowań fotowoltaicznych

złożonej przez mgr **Kamile Jankowską** w celu uzyskania
stopnia naukowego doktora nauk chemicznych

Przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska zawiera wyniki eksperymentalnych prac badawczych Pani mgr **Kamili Jankowskiej** wykonanych w Zakładzie Chemii i Technologii Związków Krzemu na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu pod opieką naukową prof. dra hab. Ireneusza Kownackiego jako Promotora. Niniejsza rozprawa koncentruje się na poszukiwaniu i optymalizacji metod syntezy pochodnych perylenodiimidu, a także na badaniu ich potencjalnych właściwości pod kątem zastosowania w fotowoltaice. Projektowanie oraz synteza nowych materiałów do zastosowań optoelektronicznych, w szczególności diod OLED oraz organicznych ogniw słonecznych od wielu lat stanowi kierunek badań prowadzonych z dużym powodzeniem w grupie naukowej prof. dra hab. Ireneusza Kownackiego. Tematyka recenzowanej pracy w znacznej mierze wpisuje się w ten ogólny kierunek badawczy.

Recenzowana praca obejmuje 161 stron manuskryptu, podzielonego zgodnie z przyjętymi zwyczajami na trzy podstawowe rozdziały: część literaturową (38 stron), część eksperymentalną (39 stron) i omówienie wyników badań własnych (32 strony). Te trzy zasadnicze części, których wzajemne proporcje należy uznać za właściwe, poprzedzone są wykazem stosowanych skrótów i symboli, spisem treści oraz jednostronicowym wprowadzeniem. Omówienie wyników badań własnych zostało zakończone rozległym podsumowaniem i wnioskami. W pracy zacytowano 148 artykułów, szkoda, że Autorka nie zamieściła zestawienia odnośników w stopkach poszczególnych stron, na których były cytowane, co w dużej mierze ułatwia śledzenie tekstu.

W części literaturowej dysertacji w pierwszym podrozdziale Autorka przedstawia różne rodzaje ogniw fotowoltaicznych, takie jak min. ogniwa I i II generacji, ogniwa fotowoltaiczne barwnikowe, organiczne czy kropki kwantowe. Z kolei, w drugim podrozdziale Autorka opisuje zasadę działania fotowoltaiki organicznej, architektury różnych typów ogniw fotowoltaicznych oraz materiały stosowane przy konstrukcji warstw aktywnych i międzywarstw katodowych poszczególnych ogniw. Część literaturową kończy zestawienie parametrów charakteryzujących pracę ogniw. Reasumując, starannie opracowana literaturowa część pracy spełnia swoje zadanie wprowadzając czytelnika w istotę badań własnych Autorki. Z obowiązku recenzenta wskazuję jedynie w tej części pracy na kilka błędów gramatycznych oraz literówki, które zaznaczyłem w manuskrypcie dysertacji.

W rozdziale drugim Doktorantka przedstawiła eksperymentalne wyniki swoich badań. Po spisie stosowanych odczynników oraz krótkim opisie poszczególnych metod analitycznych i metodyki badań Doktorantka zamieściła przepisy preparatywne na uzyskanie odpowiednich związków oraz charakterystykę spektroskopową poszczególnych pochodnych organicznych. Część eksperymentalna jest zredagowana precyzyjnie i pozwala na powtórzenie bez trudu wszystkich eksperymentów. Do tej części mam już niestety więcej uwag krytycznych:

- 1) Moje zastrzeżenie budzi opis widm protonowego rezonansu jądrowego (^1H NMR). Dla żadnego z sygnałów typu dublet dubletu (dd), triplet (t), kwartet (q) nie podano wartości stałej sprzężenia ($J_{\text{H-H}}$). Ponadto, w opisie sygnałów tego typu Autorka podaje zakresy wartości przesunięć chemicznych (od...do). Taki zapis jest zarezerwowany jedynie dla sygnałów typu multiplet (m), natomiast dla

wspomnianych wcześniej sygnałów podaje się wartość średnią przesunięć chemicznych.

- 2) W jaki sposób Autorka obliczała wartości błędów dla wyników ESI-HRMS i dlaczego te wartości są podane w ppm?
- 3) Niekonsekwencja zapisu jednostki objętości (ml i mL) – np. str. 71 i 76.
- 4) Dlaczego Autorka nie pokusiła się o wyznaczenie wartości temperatury topnienia dla produktów w postaci stałej?
- 5) Czy rzeczywiście Autorka otrzymała 79 g diimidu PDINO-2C-piper z podanych ilości substratów? (str. 81).

W ostatnim rozdziale rozprawy, Pani mgr Jankowska opisała wyniki badań wraz z ich dyskusją. Opis rozpoczyna się syntezą *N*-funkcyjnych pochodnych diimidu typu PDI na drodze reakcji kondensacji dibezwodnika kwasu peryleno-3,4,9,10 tetrakarboksylowego z aminami oraz imidazolem katalizowanej promieniowaniem mikrofalowym, następnie Doktorantka opisuje próby syntezy pochodnych *N*-tlenkowych z wykorzystaniem kwasu metachloroperoksybenzoesowego. Natomiast końcowe akordy tego rozdziału dotyczą opisu syntezy pochodnych sulfobetainowych oraz nowych pochodnych PDI do zastosowania w warstwie elektrycznej, gdzie ze szczególnym zainteresowaniem śledziłem reakcje z wykorzystaniem pierścienia cyklotetrasiloksanu i pochodnej 1,8-naftalimidu. W tej części pracy szczególnie wartościowy dla mnie fragment stanowi opis badań aplikacyjnych, gdzie Autorka opisuje badania wykonane min. na Politechnice Łódzkiej. Dysertację kończy spis osiągnięć naukowych Doktorantki oraz wykaz cytowanych pozycji literaturowych.

Pod względem redakcyjnym i edytorskim praca została przygotowana starannie. Rolą Recenzenta jest jednak wskazanie zauważonych niedociągnięć nawet mało znaczących. Zauważone błędy edytorskie zaznaczyłem w tekście i są do wglądu Autorki. Można również znaleźć niezręczne sformułowania typu „wyjściowy substrat” (str. 78 i 110). Wszystkie powyższe uwagi nie mają żadnego wpływu na wysoką merytoryczną ocenę pracy.

Podsumowując, pragnę podkreślić, że mgr Kamila Jankowska zrealizowała interesujący i wartościowy projekt badawczy uzyskując wiele wyników syntetycznych wnoszących duży zasób wiedzy do realizowanej tematyki. Wyniki te zostały częściowo opublikowane. Doktorantka udowodniła, że potrafi prowadzić badania naukowe na

wysokim poziomie oraz że jest doświadczonym chemikiem eksperymentatorem, zdolnym do samodzielnego rozwiązywania postawionych sobie zadań, biegle posługując się przy tym dostępnymi metodami fizyko-chemicznymi.

Stwierdzam więc, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w obowiązującej Ustawie o Stopniu i Tytule Naukowym w części dotyczącej uzyskania stopnia naukowego doktora i z pełnym przekonaniem wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny *Nauk Chemicznych* Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie mgr Kamili Jankowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.