

Prof. dr hab. Ewa Mijowska

Szczecin, 05.05.2025

Katedra Fizykochemii Nanomateriałów

Wydział Technologii I Inżynierii Chemicznej

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

w Szczecinie

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

PANA MGR. INŻ. PATRYKA JĘDRZEJCZAKA

Pod tytułem „Projektowanie funkcjonalnych nano- i mikromateriałów
o właściwościach fotokatalitycznych i przeciwdrobnoustrojowych”

(ang. Design of functional nano- and micromaterials
with photocatalytic and antimicrobial properties)

przygotowanej pod kierunkiem naukowym Pana Promotora, dr. hab. inż. Łukasza Kłapiszewskiego,
prof. PP

Podstawą wydania oceny rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Patryka Jędrzejczaka jest uchwała
Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne PP z dnia 8 kwietnia 2025.

Przedstawiona do recenzji praca doktorska Pana mgr. inż. Patryka Jędrzejczaka stanowiąca
podstawę w procedurze uzyskania stopnia doktora w dyscyplinie nauki chemiczne idealnie odnajduje
się w trendach badań interdyscyplinarnych, gdzie łączy zagadnienia z zakresu nauk chemicznych,
inżynierii materiałowej oraz budownictwa zrównoważonego. Wyniki badań mieszczą się w obszarze
badań podstawowych nastawione na konkretny charakter aplikacyjny.

Praca przynosi bardzo ciekawe rozwinięcie wykorzystania nanocząstek tlenku tytanu(IV) i ligniny w roli domieszek i/lub dodatków do zapraw cementowych oraz napelniaczy do kompozytów polimerowych. Przedstawiona jest w postaci omówienia siedmiu, spójnych tematycznie, prac opublikowanych w uznanych czasopismach o obiegu międzynarodowym. Sumaryczny współczynnik oddziaływania prac wynosi 50,6 co pozwoliło osiągnąć wysoki IF w przeliczeniu na publikację ($\sim 7,2$). Jednocześnie suma punktów ministerialnych wynosiła 840 dając 120 na publikację. Praca napisana jest w układzie standardowym dla tego typu pracy. Rozpoczyna ją wykaz skrótów i oznaczeń, streszczenie, abstrakt, wprowadzenie literaturowe, motywacja, cel i zakres pracy, wykaz artykułów wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, osiągnięcia badawcze na podstawie opublikowanych prac, podsumowanie i wnioski, literatura, dorobek naukowy i załączniki.

Omówienie prac zostało poprzedzone bardzo wnikliwą analizą obecnego stanu wiedzy w rozważanej tematyce. Część literaturowa składa się z czterech podrozdziałów dokładnie opisujących problematykę dotyczącą rozprawy: (i) tlenek tytanu(IV) – fotokatalizator o szerokim zakresie zastosowań, (ii) lignina – niedoceniony biopolimer o ogromnym potencjale, (iii) organiczno-nieorganiczne materiały hybrydowe – synergia cech organicznych i nieorganicznych, (iv) kompozyty cementowe w zrównoważonym budownictwie. Liczba odniesień literaturowych (130) i ich aktualność (również z 2025 roku) dowodzi o bardzo dokładnej znajomości obszaru badawczego, którym Doktorant się zajmował.

Na uwagę zasługuje fakt, że z opisu oświadczeń współautorów wynika dominujący udział Doktoranta w przygotowaniu zarówno koncepcji badawczej, części eksperymentalnej, analizie wyników i przygotowaniu szkiców wymienionych manuskryptów.

Prace zrealizowane w ramach publikacji [A1] pozwoliły wyłonić najbardziej obiecujące fotokatalizatory oparte na komercyjnych i otrzymanych w laboratorium próbkach tlenku tytanu(IV). Oceniono właściwości fotokatalityczne oraz ustalono optymalną zawartość napelniacza zaprawy cementowej. Oceniono właściwości mechaniczne, samoczyszczące, jak również oceniono aktywność mikrobiologiczną. W następnym etapie prac wyłonione próbki poddano modyfikacji węglem i

otrzymane materiały opisano w [A2]. Z ciekawości badacza nasuwają się następujące uwagi/komentarze:

Dlaczego na dyfraktogramach XRD nie widać refleksów od źródła węgla? Czy Doktorant uważa, że analiza ramanowska lub/i XPS byłyby pomocne?

Dlaczego właściwości fotokatalityczne próbki modyfikowanej węglem są poprawione w stosunku do materiału bez modyfikacji? Jakie dodatkowe wyniki badań nad fotokatalizatorem pozwoliłyby to wyjaśnić?

Niedosyt budzi brak badań systematycznych np. wpływ temperatury otrzymania próbek modyfikowanych węglem na właściwości fotokatalityczne oraz brak analizy TEM.

Publikacja [A3] stanowi rzetelny przegląd literatury dotyczącej zastosowania ligniny i materiałów pochodnych ligniny w zrównoważonym budownictwie. W wyniku pracy ustalono, że najbardziej obiecującą strategią wykorzystania ligniny w kompozytach z cementem jest zastosowanie jej w postaci hybrydy z komponentem nieorganicznym. I tym właśnie tropem Doktorant podążał w celu realizacji kolejnych założeń i weryfikacji hipotez badawczych.

Wytworzono hybrydowe układy w oparciu o ligninę i TiO_2 oraz C- TiO_2 [A4] oraz $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ [A5]. W obu pracach wykorzystano mechaniczną metodę wytwarzania układów molekularnych. Uzyskane wyniki w pracy [A4] wykazały, że otrzymane kompozyty cementowe wykazały zdolność do rozkładu zanieczyszczeń zarówno pod wpływem promieniowania w zakresie UV i Vis bez negatywnego wpływu na urabialność i właściwości wytrzymałościowe zapraw cementowych, a w niektórych przypadkach prowadziły do ich poprawy. Natomiast wyniki przedstawione w [A5] wykazały, że otrzymane materiały hybrydowe mogą być skutecznie wykorzystywane jako domieszki do kompozytów cementowych, wpływając pozytywnie na strukturę i właściwości użytkowe. Szczególnie istotne jest wykazanie efektu synergistycznego między komponentami układów hybrydowych, poprawa dyspersji nanocząstek TiO_2 w matrycy cementowej dzięki obecności ligniny kraft dając bardziej jednorodną mikrostrukturę kompozytu.

Rodzi się pytanie, czy Doktorant sprawdził możliwość wprowadzenia zanieczyszczeń z żaren, stosowanych w młynku kulowym, do próbki podczas procesu mechanicznego mielenia (np. za pomocą AAS lub ICP)?

Prace [A6-A7] z kolei dotyczą modyfikacji materiałów polimerowych (żywicy epoksydowej [A6] i polietylenu o niskiej gęstości [A7]) z wykorzystaniem otrzymanych i komercyjnych materiałów zmodyfikowanych ligniną kraft. W obu pracach wykazano synergistyczny efekt komponentów układów hybrydowych i poprawę badanych właściwości kompozytów polimerowych.

W wyniku konsekwentnej i bardzo spójnej realizacji prac badawczych zweryfikowano zasadność wszystkich postawionych tez badawczych.

Nasuwa się jednak pytanie: z uwagi na charakter aplikacyjny wyników prac i wykazane elementy nowości naukowej zastanawiające jest dlaczego Doktorant ze współautorami nie złożyli żadnego wniosku patentowego?

Reasumując, chciałabym zwrócić uwagę, że odzwierciedleniem nowości naukowej i poprawności sformułowanych tez badawczych i wyznaczonych celów pracy jest publikacja uzyskanych wyników w siedmiu pracach naukowych opublikowanych w bardzo dobrych czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej (IF~50). Ponadto, Pan mgr inż. Patryk Jędrzejczak jest współautorem 8 innych prac naukowych i czterech rozdziałów w monografiach naukowych niewchodzących w skład rozprawy, brał udział w 12 krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. A swoje doświadczenie starannie nabywał podczas udziału w praktykach i trzech projektach badawczych. Na uwagę również zasługuje odbyty zagraniczny staż naukowy w Czech Technical University in Prague. Mój szczerzy entuzjazm dla osiągnięć Doktoranta właściwie nie powinien być dla mnie zaskoczeniem, gdyż pracę doktorską wykonywał On pod kierunkiem naukowym uznanego badacza Pana dr hab. inż. Łukasza Kłapiszewskiego, prof. PP, którego naukowe osiągnięcia są cenione przez międzynarodową społeczność naukową. Dlatego dziękuję Wysokiej Radzie Dyscypliny Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej za zaszczyt bycia recenzentem omawianej pracy.



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie



Katedra
Fizykochemii
Nanomateriałów

Praca doktorska Pana mgr. inż. Patryka Jędrzejczaka **spełnia wszelkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim**, wobec czego przedkładam wniosek o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto, biorąc pod uwagę bardzo pozytywną ocenę zamieszczoną powyżej, **zwracam się z wnioskiem o wyróżnienie**, gdyż uzyskane przez Doktoranta wyniki badań stanowią istotny wkład w chemię materiałów stosowanych w zrównoważonym budownictwie.

Ewa Jędrzejczak



www.wtiich.zut.edu.pl

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej
KATEDRA FIZYKOCHEMII NANOMATERIAŁÓW
al. Piastów 45, 70-311 Szczecin
tel.: 091 449 42 69, e-mail: nanotech@zut.edu.pl