

dr hab. inż. Piotr Michorczyk, prof. PK  
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej  
Zespół Technologii Organicznej i Katalizy Przemysłowej  
[piotr.michorczyk@pk.edu.pl](mailto:piotr.michorczyk@pk.edu.pl)

Kraków 22.11.2022



Wydział Inżynierii  
i Technologii Chemicznej



## RECENZJA

rozprawy doktorskiej **Pani mgr Kaliny Grzelak**

pt. "Badanie wpływu ceru na właściwości powierzchniowe i aktywność katalityczną modyfikowanych wybranymi metalami (Ca, Nb, Pd, Cu, Ru) mezoporowatych pianek krzemionkowych".

*(wykonana na podstawie decyzji Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 28.09.2022)*

### 1. Informacje ogólne

Praca doktorska Pani mgr Kaliny Grzelak dotyczy syntez, charakterystyki fizykochemicznej i katalitycznej wieloskładnikowych katalizatorów osadzonych na mezoporowatych piankach komórkowych (MFC) zawierających w swoim składzie cer oraz dodatkiem innych pierwiastków, takich jak: Ca, Nb, Pd, Cu i Ru. W zamyśle zaprojektowane w niniejszej pracy katalizatory stanowią heterogeniczne odpowiedniki układów homogenicznych dla zastosowań w syntezie chemicznej produktów o dużej (zwiększonej) wartości dodanej.

Trafnym pomysłem było zastosowanie mezoporowatych pianek krzemionkowych (MCF) o strukturze regularnej, które dzięki rozwiniętej powierzchni właściwej, dużym porom (w zakresie mezoporów) i niskiej reaktywności własnej stanowią doskonały materiał bazowy do projektowania pożądanych cech katalitycznych poprzez odpowiedni dobór składnika/składników aktywnych, modyfikatorów, promotorów etc. Należy w tym miejscu nadmienić, że w odróżnieniu od mezoporowatych amorficznych krzemionek (np. MCM-41, MCM-48, SBA-1 czy nawet SBA-15), mezoporowate pianki charakteryzują się porami o większej średnicy (>10 nm), co w przypadku wytypowanych w niniejszej pracy reakcji modelowych, tj. transestryfikacji butanolanu etylu z metanolem, redukującej kondensacji acetonu oraz uwodornienia kwasu lewulinowego do  $\gamma$ -walerolaktonu powinno korzystnie wpłynąć na ograniczenia dyfuzyjne.

### 2. Ocena formalna

Zdecydowano się na formę pracy opartą na cyklu czterech publikacji naukowych. Oczywiście procedura oparta o Ustawę Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018, dopuszcza, by rozprawa doktorska miała formę zbioru opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów

naukowych (Dz.U. z 2020r poz.85 z późn. zm.). Taka forma rozprawy doktorskiej ułatwia pracę recenzentowi, gdyż publikacje naukowe stanowiące cykl zostały już wcześniej poddane gruntownej weryfikacji przez niezależnych ekspertów powołanych przez edytorów czasopism. W przypadku prac naukowych opublikowanych w renomowanych czasopismach obok bardzo dobrego warsztatu naukowego ważna jest również aktualność i nowatorstwo tematyki, które zapewniają wydawnictwu właściwą cytowalność. Niewątpliwie wszystkie publikacje stanowiące podstawę niniejszej rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w bardzo dobrych czasopismach. Trzy prace opublikowano w uznanych w środowisku naukowym wydawnictwach Elsevier (Catalysis Communications i Microporous and Mesoporous Materials) i Wiley (ChemSusChem) oraz jedną pracę w wydawnictwie MDPI (Materials). We wszystkich zgłoszonych publikacjach do oceny Doktorantka jest autorem pierwszym, co świadczy o jej istotnym wkładzie w powstanie tych dzieł. Udział autorski opisany na stronach 7 i 8 potwierdza dominujący udział Doktorantki. Wykonała bowiem syntezę katalizatorów, badania fizykochemiczne (temperaturowo programowane techniki, spektroskopowe pomiary i fizysozorcję azotu) oraz testy katalityczne. Ponadto, przygotowała graficzne dane oraz uczestniczyła w interpretacji i przygotowaniu publikacji. Zakres prac i udziały zostały potwierdzone przez wszystkich Autorów w osobno przygotowanych i dostarczonych recenzentowi oświadczeniach.

Analizując formalną stronę recenzowanej rozprawy stwierdzam, że zawiera ona wszystkie niezbędne elementy zgrupowane kolejno w rozdziałach i podrozdziałach. Po spisie treści, zestawiono spis publikacji wchodzących w skład cyklu wraz ze wspomnianym wyżej uszczegółowieniem wkładu własnego Doktorantki. W dalszej części znaleźć można streszczenie w języku polskim i angielskim oraz spis akronimów użytych w pracy. W kolejnym rozdziale (5. Wstęp), w sposób bardzo skrótowy Doktorantka opisała aktualny stan wiedzy na temat katalizatorów na osnowie ceru oraz wpływ ich modyfikacji na właściwości katalityczne. Ponadto, opisała znaczenie reakcji testowych, w których przebadła spreparowane serie katalizatorów. W tej części pracy uwagę mam odnośnie paragrafu 5.3.1 w podrozdziale 5.3. Nazwa tego podrozdziału powinna konsekwentnie zawierać nazwę związku (Transestryfikacja butanolanu etylu metanolem). Ponadto, w tym rozdziale obok opisu katalizatorów heterogenicznych stosowanych w procesie syntezy biodiesla przydałoby się zamieścić informacje literaturowe na temat modelowej reakcji badanej przez Doktorantkę w pracy nr I.

Cel pracy został krótko sprecyzowany w osobnym 6 Rozdziale. Przedstawiono w nim również robocze hipotezy dotyczące roli ceru w wieloskładnikowych katalizatorach. Zaproponowano, że dodatek ceru do matrycy MFC powinien wygenerować zasadowe centra, stabilizować wysoki stopień dyspersji pozostałych składników aktywnych oraz zwiększać aktywność i stabilność w trakcie badanych reakcji.

Ważnym uzupełnieniem opisu do cyklu są dokładne procedury syntez i modyfikacji materiałów katalitycznych opisane w eksperymentalnej części rozprawy (Rozdział 7). W tej części rozprawy

wypunktowano również techniki badawcze użyte do charakterystyki fizykochemicznej katalizatorów i nośników. Opisy metod przeprowadzenia pomiarów fizykochemicznych niezbędne do odtworzenia eksperymentów w innych laboratoriach odnalazłem w publikacjach składających się na cykl.

W kolejnym 8 Rozdziale pracy Doktorantka przedstawiła opis wyników własnych i dyskusję. Tam gdzie było to możliwe zdecydowała się na poprowadzenie wspólnej dyskusji wyników przedstawionych we wszystkich czterech pracach. W przypadku właściwości fizykochemicznych porównano porowatości i powierzchnie właściwe, składy fazowe i powierzchniowe, dyspersję (dla materiałów z rutenem) i właściwości kwasowo-zasadowe. Z kolei, właściwości katalityczne opisane w pracach II i III przedyskutowano razem, natomiast osobno dla pozostałych dwóch prac dotyczących transestryfikacji (praca I) i uwodornienia (praca IV).

Wnioski końcowe wraz z podsumowaniem zamieszczono w Rozdziale 9. Część opisową do cyklu kończą dane bibliograficzne umieszczone w rozdziale nr 10 (łącznie 69 odnośników) i wypunktowany dorobek naukowy Doktorantki (Rozdział 11). Na końcu rozprawy załączono pełne teksty artykułów naukowych wchodzących w skład cyklu (publikacje I-IV) wraz z suplementami.

### **3. Ocena naukowa cyklu publikacji**

Analizując zawartość naukową publikacji wchodzących w cykl stwierdzam, że ich tematyka jest spójna. Wspólną osią publikacji są katalizatory na osnowie ceru modyfikowane wybranymi metalami osadzone na mezoporowatej piance komórkowej (MCF). W zależności od potrzeb katalitycznych dobrano właściwą formułę katalizatora. Struktura wszystkich publikacji w cyklu jest uporządkowana w sposób klasyczny. Po wstępie, opisano każdorazowo metodyki syntez nośnika/ów i katalizatorów oraz techniki eksperymentalne zastosowane do charakterystyki fizykochemicznej i katalitycznej. We wszystkich pracach zastosowano szeroki warsztat technik badawczych do charakterystyki fizykochemicznej otrzymanych wieloskładnikowych układów katalitycznych. Opis i dyskusje wyników poprowadzono razem. Wyniki o mniej istotnym znaczeniu dołączone są w formie suplementów do publikacji.

Pierwszą z przedstawionych do oceny pracę (nr I) opublikowano w czasopiśmie Catal. Commun w formie komunikatu. Praca ta dotyczy zastosowania katalizatorów na osnowie Ce/Nb na nośniku MCF modyfikowanym jonami wapnia w procesie transestryfikacji butanolanu etylu metanolem. Wytypowano serię katalizatorów o stałej zawartości Ca i trzech proporcjach Ce/Nb. Preparatyki opisano w stopniu szczegółowości wystraczającym do odtworzenia syntez w innych laboratoriach. W części doświadczalnej scharakteryzowano porowatość i powierzchnię właściwą świeżych katalizatorów oraz czystego nośnika (bez Ce). W przypadku katalizatorów dodatkowo zbadano ich skład fazowy na podstawie badań XRD i powierzchniowy w oparciu o badania XPS i UV-Vis DRS. Ponadto, określono właściwości zasadowe techniką temperaturowo programowanej desorpcji

ditlenku węgla oraz w oparciu o produkty testowej reakcji konwersji 2,5-heksadionu. Badania katalityczne w reakcji transestryfikacji butanolanu etylu metanolem przeprowadzono w jednej temperaturze w funkcji czasu. Właściwości katalityczne przebadano w stopniu możliwym do opublikowania w formie komunikatu. Za ważne uważam badania katalityczne związane z próbą recyklingu katalizatora zawarte w suplemencie (Rys. S-4).

Kolejna z prac w cyklu (nr II) została opublikowana w czasopiśmie *Microporous and Mesoporous Materials*. Praca dotyczy wieloskładnikowych katalizatorów zawierających w swoim składzie Pd, Nb, Ca dla procesu konwersji acetonu do ketonu metylo-izobutyloвого. Dodatkowo, dla celów porównawczych zbadano katalizator palladowy na hydroksyapatycie oraz tlenoazotek fosforanu glinu. Wszystkie katalizatory sporządzono metodą jedno i wieloetapowej impregnacji nośników. Podobnie jak poprzednio szczegółowo scharakteryzowano powierzchnię właściwą, porowatość, skład fazowy i powierzchniowy oraz właściwości kwasowe. Dodatkowo w przypadku dwóch reprezentatywnych katalizatorów (Pd/Ce-MCF i Pd/HAP) przeprowadzono badania TEM celem oceny różnic w dyspersji palladu. Ponadto, w przypadku czystego nośnika MCF potwierdzono jego strukturę na podstawie badań SEM. Reakcję konwersji acetonu do ketonu metylo-izobutyloвого przeprowadzono w fazie gazowej. Zbadano wpływ temperatury na stopień konwersji i selektywność do zidentyfikowanych produktów procesu. Dodatkowo w przypadku Pd/Ce-MCF i Pd/HAP zbadano zmiany właściwości katalitycznych w czasie oraz zmiany w teksturze i masie pozostałości osadzonych na powierzchni katalizatora.

Tematyka zastosowania dwufunkcyjnych katalizatorów na bazie modyfikowanego Ce nośnika MCF jest kontynuowana w kolejnej publikacji w cyklu (nr III) opublikowanej w czasopiśmie *ChemSunChem*. Badania skupiają się na analogicznych układach jak w pracy nr II przy czym w zamiśle drogi pallad został zastąpiony tańszą miedzią. Procedury preparatywne oraz bazową charakterystykę fizykochemiczną poprowadzono w identyczny sposób jak poprzednio (w pracy nr II). Z badań fizykochemicznych dodatkowych, wykonano pomiary spektroskopowe w podczerwieni (FTIR) z zastosowaniem pirydyny jako cząsteczki sondy celem analizy właściwości kwasowych katalizatorów oraz badania redukowalności techniką temperaturowo-programowanej redukcji wodorem. W przypadku próbek Cu/Ca-Nb-MCF i Cu/Ce-MCF przeprowadzono również badania FTIR z użyciem NO jako cząsteczki sondy oraz badania XPS zredukowanych wodorem próbek katalizatorów. Badania katalityczne wykonano w sposób identyczny jak w przypadku katalizatorów na osnowie palladu.

Ostatnia z prac w cyklu (nr IV) opublikowana w czasopiśmie *Materials* dotyczy zastosowania katalizatorów rutenowo-cerowych naniesionych na nośnik MCF w procesie uwodornienia kwasu lewulinowego do  $\gamma$ -walerolaktonu. Serie katalizatorów zawierających osobno Ru lub Ce oraz oba składniki razem otrzymano poprzez dwustopniową impregnację. Tak otrzymano serię materiałów jednoskładnikowych oraz dwuskładnikowych zawierających 1 % mas rutenu i 5,10 i 20 % mas ceru.

Podobnie jak we wszystkich pracach w cyklu otrzymane katalizatory świeże kompleksowo scharakteryzowano pod względem porowatości, powierzchni właściwej, składu fazowego, chemicznego i powierzchniowego. Dodatkowo na podstawie badań chemisorpcji wodoru ustalono stopień dyspersji rutenu. W części katalitycznej przedstawiono wyniki katalityczne zmierzone wyłącznie w jednej temperaturze po 1 godzinie prowadzenia reakcji w reaktorze okresowym ciśnieniowym w fazie ciekłej. Uzyskane wyniki skorelowano z pomiarami powierzchni cząstek rutenu (oszacowanej na podstawie chemisorpcji wodoru).

Należy nadmienić, że we wszystkich pracach w cyklu syntezy katalizatorów oraz badania fizykochemiczne przeprowadzono bardzo starannie. W badaniach XPS, TPD i UV-Vis DRS dekonwolucje sygnałów nie budzą zastrzeżeń. Z kolei, w badaniach niskotemperaturowej adsorpcji-desorpcji azotu dobrano właściwy zakres ciśnień względnych (p/po) i liczbę punktów niezbędną do charakterystyki mezoporów. Niema też zarzutów co do zaproponowanych procedur i sposobu przeprowadzenia badań katalitycznych.

Jak wspomniano wcześniej przyjęta formuła pracy doktorskiej "poprzez cykl publikacji" ułatwia ocenę jej walorów naukowych, gdyż była już przedmiotem analizy recenzentów. Oczywiście nie zwalnia to recenzenta również z obowiązku analizy merytorycznej recenzowanej pracy. W tym przypadku moja analiza doprowadziła do kilku ogólnych uwag i pytań wypunktowanych poniżej, które nasunęły mi się podczas lektury artykułów w cyklu:

1. W pracy I zaproponowano badania reakcji transestryfikacji butanolanu etylu metanolem. Z informacji zawartych w paragrafie 8.5.1 wynika, że jest to reakcja modelowa dla otrzymywania biodiesla. Prosiłbym o wyjaśnienie dlaczego nie zdecydowano się na przebadanie aktywności syntezowanych katalizatorów w reakcji transestryfikacji oleju roślinnego metanolem (prawdziwego surowca). W przypadku surowca olejowego można by było uzyskać dodatkowe informacje na temat dezaktywacji katalizatora, np. na skutek reakcji wolnych kwasów tłuszczowych z centrami aktywnymi katalizatora heterogenicznego. W przypadku reakcji modelowej ten, jak i wiele innych aspektów (np. wielkość cząstek, reaktywność czy ich właściwości fizyczne) utrudnią proste przełożenie wyników na proces właściwy.
2. Zarówno w części eksperymentalnej (Rozdziale 7) rozprawy doktorskiej jak również i w publikacjach (w tym również suplementach do publikacji) nie zauważyłem w jaki sposób na podstawie danych chromatograficznych wyznaczono stopienie konwersji, wydajności czy selektywności do produktów reakcji. Takie informacje są zwykle użyteczne dla badaczy starających się porównać swoje wyniki z wynikami innych badaczy w analogiczny sposób. Prosiłbym Doktorantkę o wyjaśnienie sposobu obliczenia w/w parametrów katalitycznych.

3. W pracy I porównano właściwości serii katalizatorów Ca/CeNb/MCF oraz Ca/MCF. Szkoda, że ominięto dyskusję układów Ce/MCF oraz Ca/Ce/MCF. Takie badania składowych katalizatora podpowiedziałyby w jaki sposób dodatek ceru i pośrednio niobu wpływają na właściwości katalityczne.

4. W publikacjach II i III wykazano większą stabilność katalizatorów nośnikowanych na MCF w porównaniu z układami naniesionymi na hydroksyapatyt (HAP). Dowiedziono, że otwarta struktura mezoporowata sprzyja utrzymaniu wysokiej aktywności przez dłuższy czas pomimo większej masy depozytu węglowego (w przeliczeniu na masę) osadzonego na Pd/Ce-MCF. Wykazano, że pomimo wyższej początkowej aktywności katalizatora na nośniku HAP, ze względu na jego szybką dezaktywację, po ok 600 minutach prowadzenia reakcji zrównują się stopnie konwersji uzyskiwane na obu materiałach. Zatem można w tym miejscu zadać sobie pytanie, co odpowiada za aktywność katalityczną w stanie pseudo-ustalonym (po ok 600 min)? Jak zmienia się aktywność Ce-MCF i HAP bez pozostałych komponentów w funkcji czasu prowadzenia reakcji?

5. Porównanie katalizatorów na osnowie palladu i miedzi osadzonych na nośniku MCF modyfikowanym Ce (w pracy III, Rys.S9) wskazuje na wyższą stabilność katalizatora palladowego. W przypadku katalizatora na osnowie miedzi zaobserwowano spadek aktywności o blisko 50 % w czasie pierwszych 200 minut reakcji. Jestem ciekaw opinii Doktorantki odnośnie powodu/ów niższej stabilności katalizatorów na osnowie miedzi. Czy regeneracja, np. termiczna w przepływie powietrza pozwoli odzyskać początkową aktywność katalizatora na osnowie miedzi?

6. W pracy IV zdecydowano się na pomiar aktywności katalitycznej po 1 h prowadzenia reakcji w temperaturze 40 °C. Czym był podyktowany wybór czasu, po którym zatrzymano reakcję? Jestem ciekaw przebiegów w funkcji czasu prowadzenia reakcji, podobnych do tych przedstawionych na rysunku 5 w publikacji nr I. Czy Doktorantka chociażby dla jednego materiału miała możliwość zmierzyć postęp reakcji w funkcji czasu?

Moje powyższe uwagi i zapytania mają wyłącznie charakter polemiczny. W żadnej z analizowanych prac naukowych w cyklu oraz w pozostałych podrozdziałach pracy doktorskiej nie stwierdziłem błędów merytorycznych.

Uważna lektura pracy pozwoliła dostrzec również drobne usterki edytorskie i uproszczenia w części wprowadzającej, np.:

- W rozdziale 1 publikacje są numerowane liczbami arabskimi, natomiast w dalszej części opisu używane są liczby rzymskie,
- Technikę UV-Vis używano w modzie odbicia rozproszonego w związku z powyższym pełniejszy opis techniki powinien brzmieć UV-Vis DRS,
- W opisie badań SEM (str.31) i TEM (str.41) bardziej trafnym byłoby użycie mikroobrazy, a nie zdjęcia.
- W spisie skrótów stosowanych w pracy (Rozdział 4) pominięto hydroksyapatyt (HAP).

- Na str. 20 skrót MCF (ang. mesocellular silica foams), a w publikacjach MCF (ang. mesostructured cellular foams).

#### **4. Sylwetka naukowa i dorobek**

Dorobek naukowy Doktorantki związany jest z tematyką syntezy, charakterystyki fizykochemicznej i katalitycznej wieloskładnikowych katalizatorów. W większości prac stosowane są nośnikowane katalizatory na mezoporowatych krzemionkach. Doktorantka jest współautorką 9 publikacji w uznanych Wydawnictwach. Aktywność naukowa Doktorantki przejawia się również jej uczestnictwem w 11 konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych, na których prezentowała swoje osiągnięcia naukowe w formie posterów i komunikatów ustnych. Istotny jest też jej wkład w zdobywanie środków finansowych na badania. W okresie studiów doktoranckich była kierownikiem jednego projektu oraz wykonawcą w dwóch dużych projektach NCN.

#### **5. Podsumowanie**

Podsumowując, recenzowana praca doktorska przedstawia badania stanowiące oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Prezentowane w cyklu wyniki badań są aktualne i stanowią spójną całość. Doktorantka wykazała się bardzo dobrym zrozumieniem metod badawczych stosowanych do analizy fizykochemicznej materiałów porowatych oraz w katalizie heterogenicznej. Nabyła również bardzo ważną umiejętność planowania eksperymentów naukowych i interpretacji wyników czego wymiernym efektem są liczne publikacje z jej współautorstwem. Mając na uwadze powyższe stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska w pełni spełnia kryteria stawiane kandydatom w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020r poz.85 z późn. zm.). Wnioskuje więc do Radą Dyscypliny Nauk Chemicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie Pani mgr Kaliny Grzelak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

**Ponadto, mając na uwadze nowatorstwo, wysoki poziom naukowy prac wchodzących w skład cyklu oraz dominujący wkład Doktorantki w ich powstanie wnioskuje o wyróżnienie pracy doktorskiej Pani mgr Kaliny Grzelak, co wyjaśniłem w osobnym uzasadnieniu dołączonym do mojej recenzji.**







dr hab. inż. Piotr Michorczyk, prof. PK  
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki  
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej  
Zespół Technologii Organicznej i Katalizy Przemysłowej  
[piotr.michorczyk@pk.edu.pl](mailto:piotr.michorczyk@pk.edu.pl)

Kraków 22.11.2022



Wydział Inżynierii  
i Technologii Chemicznej

## WNIOSEK O WYRÓŻNIEIE

rozprawy doktorskiej Pani mgr Kaliny Grzelak

pt. "Badanie wpływu ceru na właściwości powierzchniowe i aktywność katalityczną modyfikowanych wybranymi metalami (Ca, Nb, Pd, Cu, Ru) mezoporowatych pianek krzemionkowych".

*(wykonana na podstawie decyzji Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 28.09.2022)*

Wysoko oceniam znaczenie tematyki otrzymywania produktów o dużej wartości dodanej z udziałem selektywnych katalizatorów heterogenicznych, której poświęcona jest rozprawa doktorska Pani mgr Kaliny Grzelak. W cyklu czterech przedstawionych do oceny publikacji poświęconych w/w tematyce rola Doktorantki jest dominująca, co zostało jednoznacznie potwierdzone w oświadczeniach współautorów. We wszystkich pracach jest ona Autorem pierwszym, który prowadził badania, interpretację wyników oraz przygotowywał manuskrypty do recenzji. W większości prace z cyklu opublikowane zostały w renomowanych czasopismach naukowych. W szczególności na uwagę zasługują dwie prace opublikowane w czasopiśmie ChemSunChem i Microporous Mesoporous Materials. Oprócz wspomnianych publikacji w cyklu Doktorantka jest współautorem pięciu innych prac w markowych czasopismach z tematyki zbieżnej z jej doktoratem. W tym, w czasopismach takich jak, Catalysis Today (dwie prace), Applied Surface Science, Materials (dwie prace) i Materials Research Bulletin.

Analizując udziały Autorski Doktorantki można stwierdzić, że bardzo dobrze przyswoiła metody syntezy nowoczesnych układów katalitycznych na osnowie mezoporowatych nośników, techniki badawcze do charakterystyki katalizatorów heterogenicznych (XPS, XRD, UV-Vis DRS, FTIR, Sorpcja azotu, TPD i TPR) oraz sposoby prowadzenia procesów katalitycznych zarówno w fazie gazowej jak i ciekłej (również procesów ciśnieniowych z użyciem wodoru).

Doktorantka aktywnie uczestniczyła również w konferencjach naukowych. Według informacji załączonych do pracy doktorskiej w okresie studiów brała udział w 11 konferencjach krajowych i zagranicznych, na których prezentowała swoje osiągnięcia naukowe w formie komunikatów ustnych i

posterowych. Należy w tym miejscu nadmienić, że w zdecydowanej większości (na 8 konferencjach) była osobą prezentującą wyniki badań.

Ponadto, aktywnie uczestniczyła w pozyskiwaniu funduszy na badania. Uczestniczyła w trzech projektach ogłoszonych przez Narodowego Centrum Nauki (NCN). W jednym projekcie (NCN) pełniła funkcję kierownika, natomiast w dwóch innych dużych projektach badawczych była wykonawcą. Niewątpliwie zaproszenie Doktorantki do współpracy w ramach realizacji poważnych projektów NCN świadczy o jej dobrej komunikatywności i rzetelności badawczej.

W podsumowaniu, po analizie wszystkich dokumentów dostarczonych mi do oceny oraz pracy doktorskiej uważam, że Doktorantka znacząco wykracza aktywnością poza wymagane minimum zarządzeniem nr3/2021 Dziekana Wydziału Chemii UAM z dnia 21 czerwca 2021.

**W związku z powyższym wnoszę do Rady Dyscypliny Nauk Chemicznych Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pani mgr Kaliny Grzelak.**

