

Dr hab. inż. Karolina Jaroszevska, prof. PWR
Politechnika Wroclawska
Wydział Chemiczny
Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych
ul. Gdańska 7/9
50-344 Wrocław
karolina.jaroszevska@pwr.edu.pl
0048 71 320 63 02

Recenzja osiągnięcia naukowego
pt. „Nanokatalizatory zaawansowanych procesów utleniania-redukcji
wykorzystywane w usuwaniu trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO)”
oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
dr inż. Joanny Kisały
w związku z postępowaniem habilitacyjnym

1. Podstawa formalna wykonania recenzji dorobku naukowego

Recenzja została opracowana w odpowiedzi na pismo Pani Prof. Dr hab. Inż. Doroty Antos, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, że uchwałą Rady Naukowej z dnia 20 grudnia 2024 roku, zostałam powołana na recenzenta do oceny dorobku naukowego Pani dr inż. Joanny Kisały w celu przeprowadzenia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.

2. informacje wstępne dotyczące Kandydatki do stopnia doktora habilitowanego

Doktor inż. Joanna Kisała jest absolwentką Wydziału Chemicznego Politechniki Rzeszowskiej, na której uzyskała w 2000 roku tytuł magistra inżyniera chemii (praca magisterska pt.: „*Badania nad otrzymaniem nowych pochodnych 2-aminopropanoli o potencjalnym działaniu biologicznym*”, promotor: dr inż. Grażyna Groszek). W latach 2001-2005 podjęła studia doktoranckie na Wydziale Chemicznym Uniwersytetu Wrocławskiego realizując pracę doktorską zatytułowaną „*Synteza i właściwości katalityczne jonów metali przejściowych z ligandami typu tripod*”, pod kierownictwem Pana prof. dr hab. inż. Stanisława Wołowca. W 2007 na Wydziale Chemicznym tej samej uczelni, obroniła pracę doktorską uzyskując stopień naukowy doktora nauk chemicznych w zakresie chemii na specjalności chemia nieorganiczna - chemia koordynacyjna.

Kandydatka do momentu złożenia wniosku w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego była zatrudniona w kilku jednostkach naukowych w Polsce. W latach 2005-2007 była zatrudniona na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej. W kolejnych latach była pracownikiem Uniwersytetu Rzeszowskiego na Wydziale Biologiczno-Rolniczym (w latach 2007-2017), na Wydziale Biotechnologii (w latach 2017-2019), w Instytucie Biologii i Biotechnologii (w latach 2019-2023) oraz w Instytucie Biologii (w okresie 2023-obecnie). Powyższe prowadzi mnie do stwierdzenia, że Pani dr inż. Joanna Kisała posiada doświadczenie w pracy w różnych zespołach badawczych.

3. Ocena formalna wniosku

Przedstawiony do oceny wniosek habilitacyjny Pani dr inż. Joanny Kisały został przygotowany zgodnie z nowymi wytycznymi wynikającymi z nowelizacji Ustawy o stopniach naukowych i tytule

naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami. Przedstawiony do oceny materiał stanowi **cykl prac** i został opracowany w postaci autoreferatu, w którym oprócz głównego rozdziału opisującego osiągnięcie naukowe będące podstawą wniosku, Autorka zawarła rozdziały nt. pozostałej aktywności naukowej, staży naukowych, osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę, prac eksperckich, posiadanych dyplomach, dotychczasowym zatrudnieniu oraz informacji bibliometrycznych. Dodatkowo do wniosku dołączono nośnik pamięci, na którym zamieszczono oświadczenia współautorów, wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych oraz informacje nt. współpracy z sektorem gospodarczym wraz z potwierdzeniem od kooperantów przemysłowych. Układ opracowanego materiału oraz dostarczone informacje są zgodne z zasadami obowiązującymi przy pisaniu prac naukowych oraz umożliwiają rzetelną ocenę wniosku. Atutami pracy jest jej syntetyczność i przejrzystość wynikająca z prawidłowo przyjętego zamysłu opracowania materiału badawczego oraz pozostałych osiągnięć Kandydatki. Chcę jednak nadmienić, że w Autoreferacie dostarczonym w formie wydruku oraz w tym na nośniku pamięci występują różnice w numeracji stron.

Podsumowując stwierdzam, że przyjęty przez Autorkę układ pracy jest właściwy, a recenzowane opracowanie spełnia wymogi formalne stawiane procedurze związanej z przeprowadzeniem przewodu habilitacyjnego w dyscyplinie **Inżynieria Chemiczna**.

4. Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego *Nanokatalizatory zaawansowanych procesów utleniania-redukcji wykorzystywane w usuwaniu trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO)*

Recenzję przedłożonego Autoreferatu habilitacyjnego wraz z dorobkiem Kandydatki przeprowadzono biorąc pod uwagę następujące czynniki: celowość podjętego do realizacji problemu badawczego, elementy nowości i wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Chemiczna oraz udział Habilitantki w powstawaniu manuskryptów będących podstawą Dzieła.

Podjęty przez Panią dr inż. Joannę Kisałę problem badawczy dotyczy możliwości wykorzystania nano- i 2D- materiałów w procesach fotokatalitycznej degradacji zanieczyszczeń organicznych wody. Habilitantka podjęła się badań mających na celu opracowanie efektywnych materiałów do usuwania na drodze fotokatalizy, fotolizy i ozonolizy szerokiej gamy związków modelowych od fenolu do bisfenolu A. Celem badań było opracowanie preparatów możliwe tanich, łatwych w otrzymywaniu i o niewielkim oddziaływaniu na środowisko naturalne. Dla realizacji tych zadań Autorka wytyczyła następujące cele szczegółowe: (1) zastosowanie katalizatorów opartych na TiO_2 , w tym katalizatory domieszkowane siarką oraz katalizatory otrzymywane w wyniku działania femtosekundowego układu laserowego na płytki tytanowe (2) zastosowanie katalizatorów 2D- MoS_2 otrzymywanych w warunkach laboratoryjnych przez Habilitantkę oraz (3) zastosowanie katalizatorów opartych na magnetycie. Pani dr inż. J. Kisała obok w/w badań postawiła sobie także za cel nie tylko zbadanie właściwości katalitycznych otrzymywanych preparatów ale także ich szczegółową charakterystykę fizykochemiczną zaawansowanymi technikami pomiarowymi. Warto zauważyć także, że Autorka kierowała się w swoich eksperymentach bardzo ważnym aspektem stosowania katalizatorów heterogenicznych w szeroko rozumianym przemyśle chemicznym (tu do oczyszczania ścieków) a mianowicie formą katalizatora. Jak słusznie stwierdzono w Autoreferacie, proszkowe formy katalizatorów mają pewne ograniczenia w stosowaniach praktycznych głównie ze względu na trudności z ich odzyskiem. Opracowanie efektywnych katalizatorów o projektowanych właściwościach fizykochemicznych ale także o założonej formie ma nieocenione znaczenie dla przemysłu

chemicznego. W tym kontekście wybór tematyki badań prowadzonych przez Panią dr inż. Joannę Kisałę oceniam jako aktualny oraz doskonale wpisujący się w światowe trendy. Przeprowadzone badania wnoszą do problematyki oczyszczania ścieków szereg niestosowanych dotychczas rozwiązań, które mają szansę znaleźć zastosowania w projektowaniu nowych układów katalitycznych lub modyfikacji dostępnych już materiałów.

Oryginalne prace badawcze, które skradają się na cykl artykułów przedstawionych do recenzji we wniosku habilitacyjnym przeszły etap oceny przez redakcje czasopism oraz niezależnych recenzentów. Opublikowanie artykułów świadczy o pozytywnej ich ocenie i uwzględnieniu przez Habilitantkę uwag w opracowaniu ostatecznej formy manuskryptów. Z punktu widzenia recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym istotne jest rozstrzygnięcie czy osiągnięcie naukowe przedstawione w cyklu prac habilitacyjnych stanowi znaczny wkład w rozwój dziedziny wskazanej przez Kandydatkę.

Na osiągnięcie naukowe „Nanokatalizatory zaawansowanych procesów utleniania-redukcji wykorzystywane w usuwaniu trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO)” składa się cykl powiązanych tematycznie 8 artykułów naukowych opublikowanych w międzynarodowych czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR) o wysokich współczynnikach oddziaływania oraz znajdujących się na liście MNiSW (prace oznaczone w autoreferacie **[H1]-[H8]**). Opracowany zestaw ośmiu publikacji składa się w logiczną całość, adresowaną tematyce katalizatorów do procesów fotokatalicznego usuwania zanieczyszczeń organicznych z ze ścieków jako wstępnego procesu oczyszczania tego strumienia odpadowego. Sumaryczny IF dla prezentowanych prac wynosi **30,89** a liczba punktów MNiSW wynosi **1000** co daje średnio IF równy **3,86** oraz **125** punktów MNiSW za jedną pracę co w mojej ocenie jest wynikiem dobrym. Moją uwagę zwrócił fakt, że wszystkie prace będące podstawą wniosku zostały opublikowane w latach 2021-2023, czyli po obronie pracy doktorskiej (w 2007 roku) jednak w bardzo wąskim okresie czasowym tj. 3 lat. Zdaję sobie jednak sprawę, że proces publikacyjny od momentu wystania pracy do redakcji może trwać bardzo długo (nawet do kilkunastu miesięcy) i może zdarzyć się sytuacja, w której następuje „kumulacja” publikacji prac w krótkim odcinku czasowym. Chce także zauważyć, że połowa prac (4 publikacje) jest wydana w czasopismach przynależących do dyscypliny Inżynieria Chemiczna natomiast druga połowa w czasopismach przynależących do dyscypliny Nauki Chemiczne zgodnie z listą MNiSW co może budzić pewną wątpliwość w ocenie wkładu Habilitantki w rozwój dyscypliny wskazanej we wniosku. Artykuł opublikowany w *Materials* z roku 2022 (IF=3,748; 140 pkt MNiSW; praca oznaczona jako **[H1]**) dotyczy zastosowania katalizatorów TiO₂ domieszkowanych siarką (w różnym stężeniu) do fotokatalitycznego rozkładu fenolu, bisfenolu A (BPA) oraz 4,4'-izopropylidenobis(2,6-dibromofenolu) (TBBPA). Kolejna praca wydana w 2021 w czasopiśmie *Materials*, przedstawiona w autoreferacie jako **[H2]** (IF=3,748; 140 pkt MNiSW) dotyczy materiałów katalitycznych w postaci fazy TiO_x na płytkach tytanowych otrzymywanych za pomocą femtosekundowego układu laserowego. W pracach **[H3],[H4]** wydanych odpowiednio w 2022 w *RSC Advances* (IF=4,036; MNiSW=100) oraz w 2023 w *Scientific Reports* (IF=4,6; MNiSW=140) zbadano aktywność fotokatalityczną katalizatora MoS₂ w degradacji błękitu bromofenolowego (BPB) oraz błękitu metylenowego. Publikacje **[H5]-[H8]** dotyczą możliwości wykorzystania magnetytu jako katalizatora w konwersji szerokiej gamy trwałych zanieczyszczeń organicznych w roztworach wodnych. Lektura prac pozwala więc jednoznacznie stwierdzić, że prowadzone przez Panią dr inż. J. Kisałę badania z zakresu badań nad oczyszczaniem ścieków mają charakter ściśle związany z zagadnieniami poruszonymi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Chemiczna.

We wszystkich publikacjach skradających się na cykl, będący podstawą wniosku, dr inż. Joanna Kisała jest wiodącym autorem oraz autorem korespondencyjnym, a ponadto zgodnie z

zamieszczonymi oświadczeniami, miała przeważający udział w tworzeniu tych publikacji. Habilitantka jest autorką koncepcji przeprowadzonych badań oraz twórcą manuskryptów. Pani dr inż. J. Kisała zarówno projektowała jak i wykonywała doświadczenia, analizowała wyniki i opracowała rezultaty otrzymywanych danych eksperymentalnych, co świadczy o istotnym zaangażowaniu i samodzielności Autorki. Lista autorów w publikacjach jest zwykle wąska co wskazuje na dużą samodzielność Habilitantki w prowadzeniu badań i wskazuje jednocześnie na wsparcie i ścisłą współpracę zespołu naukowego, z którym współpracowała w realizacji prac badawczych. Na podkreślenie zastruguje fakt, że 6 spośród 8 prac powstało w zespołach międzynarodowych.

Przedłożony mi do oceny wniosek habilitacyjny przygotowany przez Panią dr inż. Joannę Kisałę jest pracą naukową, którą oceniam pozytywnie. Autoreferat stanowiący nieodłączny element przedstawionych materiałów w procedurze habilitacyjnej zawiera treści będące wprowadzeniem do tematyki badań oraz omówieniem (wraz ze szczegółową dyskusją wyników) cyklu prac będących jej podstawą. Po lekturze pracy stwierdzam, że Habilitantka porusza się z dużą swobodą w tematyce i wykazuje znajomość i zrozumienie literatury z tego zakresu. Autorka wprowadza czytelnika w problematykę oczyszczania ścieków oraz konieczności wprowadzania innowacyjnych heterogenicznych katalizatorów przeznaczonych do fotokatalitycznego rozkładu zanieczyszczeń organicznych wody. Wnikliwie przeanalizowane dane literaturowe na temat potencjalnych zastosowań wyselekcjonowanych przez Habilitantkę układów katalitycznych oraz sposobów ich syntezy dało solidną podstawę do projektowania eksperymentów, prawidłowego ich przeprowadzenia i walidacji. To z kolei umożliwiło osiągnięcie ciekawych rezultatów prac doświadczalnych. Prace badawcze wchodzące w skład recenzowanego cyklu, są bardzo starannie opracowane, zawierają wnikliwą dyskusję wyników oraz przejrzystą, umiejętnie dobraną dokumentację tabelaryczną i graficzną. Za dużą zaletę pracy uważam także wykorzystanie skrajnie różnych grup substancji jako układów katalitycznych. Wymagało to od Habilitantki wnikliwego zapoznania się zarówno z syntezami jak i właściwościami różnych grup materiałów. Czytając to opracowanie, opisujące najważniejsze osiągnięcia naukowe, można wyczuć ogromne zaangażowanie Kandydatki w pracę naukową. Jak podkreśliłam, w mojej opinii Autoreferat został dobrze przygotowany ale znalazłam w nim wiele drobnych błędów językowych i żargonowych określeń. Autorka nie uniknęła też pewnych uchybień w pracy, które z obowiązku recenzenta muszę wymienić. Dla przykładu, na str. 19 wydruku Autorka stwierdza, że „*Nie zaobserwowano natomiast wyraźnej zależności absorpcji promieniowania od zawartości siarki.*” Trudno mówić o zależności gdy omawia się tylko dwie próbki. Habilitantka posługuje się określeniami „stałe kwasowości” (np. na str. 27 wydruku) czy „charakter kwaśny” (na tej samej stronie) co uznaję za żargon bo poprawne określenia to stałe kwasowe oraz kwasowy charakter (przeciwny do zasadowego). To oczywiście tylko przykłady uchybień znajdujących się w opracowaniu.

Pani dr inż. Joanna Kisała podjęta się badań nad jednym z kluczowych zagadnień w technologiach fotokatalitycznego oczyszczania ścieków, tj. otrzymywania efektywnych katalizatorów heterogenicznych. Dokonane przez Autorkę badania wpisują się w trendy otrzymywania zaawansowanych materiałów o projektowanych właściwościach, niezbędnych do rozkładu zanieczyszczeń organicznych. Reasumując recenzowany cykl publikacji stanowiących podstawę wniosku habilitacyjnego jest opracowaniem naukowym o dużym znaczeniu dla rozwoju dyscypliny Inżynieria Chemiczna dzięki ewidentnym osiągnięciom:

- 1) Wykazanie, że dotowanie TiO_2 siarką sprawia możliwość poszerzenia absorpcji promieniowania na zakres widzialny otrzymywanych preparatów w porównaniu do materiału odniesienia tj. komercyjnego TiO_2 [H1]. Taka modyfikacja nośników tytanowych może przyczynić się do obniżenia kosztów ich stosowania ze względu na możliwość wykorzystania energii pochodzącej z promieniowania słonecznego.

2) Otrzymanie aktywnych materiałów tytanowych opartych na płytkach tytanowych [H2], których forma może zostać wykorzystana do budowy układów katalitycznych do oczyszczania strumieni ścieków w postaci paneli. Możliwość usprawnienia technologii redukcji związków organicznych w przemysłowych strumieniach wodnych poprzez zastosowanie fotokatalizy na katalizatorach o nadanych formach (nie proszkach) ma duże znaczenie z punktu widzenia łatwości odzysku materiału katalitycznego.

3) Wykorzystanie materiałów 2D-MoS₂ w postaci nanoarkuszy jako efektywnych katalizatorów redukcji zanieczyszczeń organicznych [H3],[H4].

4) Wykorzystanie naturalnie występującej substancji tj. magnetytu jako katalizatora fotodegradacji [H5],[H6] wraz z kompleksową charakterystyką właściwości fizykochemicznych, która umożliwia wykazanie, że stopień utlenienia magnetytu można określić na podstawie analizy wielkości komórki elementarnej krystalitu.

5) Zaproponowanie rozwiązania technologicznego, w którym katalizatory magnetytowe mogą mieć zastosowanie jako układy do wstępnego fotokatalitycznego oczyszczania ścieków zawierających halogenopochodne arylove [H7],[H8]. Należy nadmienić, że wyniki otrzymane w ramach cyklu prac, pozwoliły jednoznacznie stwierdzić, że fotokataliza może być jedynie procesem wspomagającym biologiczne metody oczyszczania.

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiony do oceny cykl powiązanych tematycznie prac w mojej opinii stanowi wystarczający wkład dr inż. Joanny Kisały w rozwój dyscypliny Inżynieria Chemiczna, wymagany do przyznania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych.

5. Ocena pozostałego dorobku naukowo-badawczego

W latach poprzedzających badania z zakresu tematyki habilitacyjnej oraz w badaniach tzw. „pobocznych” Kandydatka w okresie 2007-2023 opublikowała 30 nie włączonych do przewodu habilitacyjnego, w tym 17 prac w czasopismach międzynarodowych (w tym 14 publikacji ze wskazanym współczynnikiem oddziaływania) oraz 13 stanowiących zwykle rozdziały w wydawnictwach uniwersyteckich. W mojej opinii w dorobku habilitacyjnym Pani dr inż. J. Kisały zabrakło publikacji przeglądowej oraz artykułu monoautorskiego, co akcentowałoby samodzielność naukową Kandydatki. Spodziewam się jednak, że praca przeglądowa podsumowująca osiągnięcie stanie się celem w kolejnych etapach rozwoju naukowego Pani dr inż. Joanny Kisały. Pomimo tej uwagi zaznaczam, że nie są to elementy wymagane i decydujące o ocenie całkowitego dorobku Habilitantki.

Sumaryczny współczynnik wpływu IF w dorobku Pani dr inż. Joanny Kisały wynosi **76,681**. łączna liczba cytowań wszystkich prac (z wyłączeniem autocowań) wynosi **254/280** (Web of Science/Scopus), a indeks Hirscha **6/7** (Web of Science/Scopus). Sumaryczna liczba punktów MNiSW wynosi **1814**. Należy także zaznaczyć, że uzyskane rezultaty zostały zaprezentowane przez Kandydatkę na licznych konferencjach zarówno krajowych jak i międzynarodowych w postaci wystąpień ustnych oraz posterów naukowych. Habilitantka odbyła 6 staży naukowych (w tym 5 po uzyskaniu stopnia doktora) w ośrodkach krajowych i zagranicznych, uczestniczyła jako wykonawca w 8 projektach badawczych finansowanych przez różne instytucje, a w 1 była kierownikiem projektu. Jest także członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego gdzie pełni przewodniczącą komisji rewizyjnej oddziału rzeszowskiego PTChem oraz The European Photochemistry Association. Całkowity dorobek Kandydatki do stopnia doktora habilitowanego uzupełnia 10 rozdziałów (w tym 9 po uzyskaniu tytułu doktora) opublikowanych w monografiach naukowych.

Ze względu na to, że wniosek jest procedowany w dyscyplinie Inżynieria Chemiczna warto podkreślić współpracę dr inż. J. Kisały z przemysłem (4 firmy). O ile w oświadczeniach firm znajdują się krótkie informacje wskazujące na charakter współpracy to w wykazie osiągnięć brakuje mi szczegółów nt. badań jakże Habilitantka prowadziła na rzecz otoczenia gospodarczego i jaki ma to związek z jej rozwojem naukowym. Uwagę zwraca także zaangażowanie Kandydatki w pracę ekspercką. W swojej pracy naukowej przygotowała recenzje 35 artykułów dla uznanych wydawnictw oraz 9 recenzji wniosków grantowych i 3 oceny merytoryczne sprawozdań z wykonania projektów co jest dowodem uznania Jej naukowego potencjału. Na podkreślenie zastruguje także fakt, że Pani dr inż. Joanna Kisała jest także autorką 2 patentów oraz jednego zgłoszenia patentowego. Dodatkowo, moją uwagę zwrócił fakt, że stale podnosi swoje kompetencje i zdobywa nową wiedzę uczestnicząc w licznych szkoleniach (19 szkoleń).

Podsumowując stwierdzam, że ogólny dorobek naukowy Habilitantki nie budzi wątpliwości. Powyższe osiągnięcia naukowe są właściwe dla danego etapu kariery naukowej. Dorobek świadczy o dużym zaangażowaniu Habilitantki w pracę naukową.

6. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Dr inż. Joanna Kisała prowadzi lub prowadziła wszystkie rodzaje zajęć dla studentów, czyli wykłady, ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne. Wśród tytułów zajęć można wymienić przedmioty podstawowe także jak Chemia Ogólna czy Chemia Organiczna ale także przedmioty związane z zaawansowaną wiedzą techniczną jak na przykład Współczesne Technologie w Ochronie Środowiska. Kandydatka jest także współautorką podręczników dydaktycznych pt. Chemia dla kierunków przyrodniczych. Cz. 1, Chemia ogólna i analityczna oraz Podstawy instrumentalnych metod analitycznych dla studentów kierunków przyrodniczych.

Do największych osiągnięć dydaktycznych, ogromnie ważnych z punktu widzenia przyszłego doktora habilitowanego, było promotorstwo 22 (lub 23; ta informacja jest niejasno przedstawiona w autoreferacie) prac dyplomowych, zarówno magisterskich jaki i inżynierskich. Co więcej, jako promotor prac badawczych studentów podjęła się także zadania przygotowania prac naukowych ze swoimi podopiecznymi czego efektem jest 10 artykułów wydanych w materiałach konferencyjnych. Za swoją działalność dydaktyczną Habilitantka w 2013 list pochwalny od Prorektora ds. Studenckich i Kształcenia Uniwersytetu Rzeszowskiego prof. UR dr hab. Wojciecha Walata za zaangażowanie dydaktyczne i opracowanie serii skryptów. W ramach działalności popularyzującej naukę dr inż. Joanna Kisała przygotowała wykład internetowy pt. *Rozkład ładunku na cząsteczce (Mulliken, Chelp) na przykładzie kationu allilowego* oraz brała udział w cyklicznym wydarzeniu naukowym jakim Piknik Nauki „Eksploracje” w Rzeszowie.

Podsumowując, także dorobek: dydaktyczny, organizacyjny oraz popularyzatorski wypełniają wymagania Ustawy.

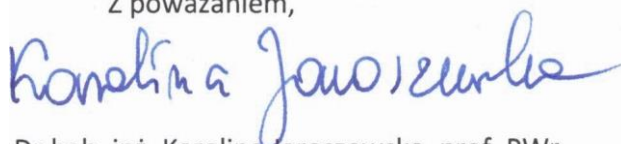
7. Wniosek końcowy

Podsumowując podjęty przez Panią dr inż. Joann Kisałę tematbadawczy orazuzyskane wyniki aplikacyjne są istotne i stanowią oryginalny wkład w rozwój zagadnień dyscypliny Inżynieria Chemiczna, ze szczególnym uwzględnieniem otrzymywania tanich i efektywnych fotokatalizatorów do rozkładu zanieczyszczeń organicznych obecnych w strumieniach ścieków.

Biorąc pod uwagę przedłożone wcześniej uwagi i spostrzeżenia stwierdzam, że recenzowana rozprawa pt.: *Nanokatalizatory zaawansowanych procesów utleniania-redukcji wykorzystywane w usuwaniu trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO)*” spełnia wymagania określone ustawą o

stopniach i tytułach naukowych – uwzględnione w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustaw - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669). Biorąc pod uwagę zaprezentowane osiągnięcie naukowe, pozostały dorobek naukowy, jak również działalność dydaktyczną, z całym przekonaniem wnioskuję o dopuszczenie Jej do dalszych etapów procedury o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Chemiczna.

Z poważaniem,



Dr hab. inż. Karolina Jaroszevska, prof. PWr