



dr hab. inż. Łukasz Kłapiszewski, prof. PP

WYDZIAŁ TECHNOLOGII CHEMICZNEJ
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań, tel.: +48 61 665 37 48
e-mail: lukasz.klapiszewski@put.poznan.pl, www.put.poznan.pl

Poznań, 4.11.2024 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Justyny WIĘCŁAWIK

zatytułowanej

***Badania nad syntezą i zastosowaniem wysoce aktywnych oraz selektywnych
katalizatorów kwasowych***

Podstawa: Uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej z dnia 16 października 2024 r. oraz stosowne pismo nr RDICH.512.10.2024 z dnia 16 października 2024 r. Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej Pani dr hab. inż. Agaty Jakóbik-Kolon, prof. PŚ.

Podstawa prawna: zgodność z elementami uwzględnionymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Cel i zakres pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Justyny Więclawik została zrealizowana w Katedrze Technologii Chemicznej Organicznej i Petrochemii Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej. Pracę wykonano pod kierunkiem Pani prof. dr hab. inż. Anny Chrobok, uznanego autorytetu naukowego w zakresie m.in. opracowywania nowatorskich, wysoko wyspecjalizowanych katalizatorów dedykowanych dla przemysłu chemicznego niezbędnych przy projektowaniu zrównoważonych technologii, nieszkodliwych dla środowiska.

Założeniem badań, przeprowadzonych przez Doktorantkę, było opracowanie i zastosowanie nowych kwasowych cieczy jonowych (ILs) pełniących rolę katalizatorów, które charakteryzują się wysoką aktywnością i selektywnością w wybranych procesach chemicznych. Dodatkowo, preferowanymi cechami projektowanych układów katalitycznych była stabilność umożliwiająca odzysk katalizatora z mieszaniny poreakcyjnej i ponowne wielokrotne użycie systemu katalitycznego oraz dostępność w kontekście zastosowań przemysłowych.

Zaproponowane przez Doktorantkę w ramach rozprawy doktorskiej innowacyjne ciecze jonowe stanowią obiecującą alternatywę dla konwencjonalnie stosowanych katalizatorów. Ich zastosowanie może przyczynić się do implementacji bardziej zrównoważonych środowiskowo i wydajnych procesów, które jednocześnie wykażą się opłacalnością ekonomiczną.

Należy w tym miejscu wskazać, że elementy badań, które Doktorantka przeprowadziła w ramach realizacji celów recenzowanej rozprawy doktorskiej, podzieliła na dwa najistotniejsze segmenty, co w istotny sposób ułatwiło zapoznanie się z treścią pracy. Są to: (i) opracowanie i synteza nowych kwasowych cieczy jonowych o charakterze kwasów Lewisa, wraz z ich charakterystyką spektroskopową oraz zastosowaniem jako katalizatory w reakcjach cykloaddycji, a także (ii) synteza wodorosiarczanowych cieczy jonowych reprezentujących kwasy Brønsteda oraz ich wykorzystanie w reakcji estryfikacji w dwójakiej roli, tj. katalizatorów i rozpuszczalników równocześnie.

W wyniku przeprowadzonych badań Autorka opracowała efektywne metody syntezy związków z grupy *fine chemicals*, takich jak: cykloaddukty, estry kwasów tłuszczowych oraz estry kwasu cytrynowego.

Tematyka rozprawy doktorskiej zaproponowana przez Panią mgr inż. Justynę Więclawik jest jak najbardziej istotna z naukowego, ale także przemysłowego punktu widzenia. Wszystkie zaproponowane, a następnie zrealizowane badania są bardzo aktualne i ściśle ze sobą powiązane. Wniosek ten wysuwam na podstawie własnych obserwacji obecnych trendów naukowych w obrębie uprawianej przez Doktorantkę tematyki, potwierdzonych informacjami prezentowanymi w ogólnodostępnych naukowcom, ale i nie tylko, bazach naukowych.

Ocena układu wraz z oceną merytoryczną rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska, zrealizowana w obrębie dyscypliny inżynieria chemiczna, została przedstawiona na 178 stronach maszynopisu w języku polskim. Pełen tytuł osiągnięcia naukowego zdefiniowanego przez Doktorantkę brzmi: *Badania nad syntezą i zastosowaniem wysoce aktywnych oraz selektywnych katalizatorów kwasowych* (tytuł w języku angielskim: *Design and development of highly active and selective acidic catalysts*). Został on sformułowany poprawnie i w pełni odnosi się do prezentowanych w rozprawie wyników badań i całego zawartego w niej materiału naukowego.

Rozprawę doktorską otwiera *Spis treści* (str. 3–4), po którym Autorka zamieściła *Wykaz skrótów i akronimów* (str. 5–6). Kolejno, Doktorantka uwzględniła: *Wstęp i cel pracy* (str. 7–9) oraz *Część literaturową* (str. 10–49). W tejże części skupiła się w szczególności na rozwinięciu tematyki w zakresie: (i) wprowadzenia do katalizy kwasowej; (ii) cieczy jonowych jako alternatywnych mediów reakcyjnych (charakterystyka i właściwości ILs, otrzymywanie cieczy jonowych, zastosowanie cieczy jonowych, kwasowe ciecze jonowe); (iii) protycznych cieczy jonowych (otrzymywanie protycznych

cieczy jonowych – PILs, protyczne cieczy jonowe oparte na kwasie siarkowym(VI)), a także (iv) solwatacyjnych cieczy jonowych (solvatacyjne cieczy jonowe (SILs) jako elektrolity, SILs jako media reakcyjne i katalizatory, inne zastosowania solwatacyjnych cieczy jonowych). Doktorantka w ramach przeglądu literaturowego dokonała wnikliwej i bardzo rzetelnej analizy dostępnej bibliografii, powołując się na aż 332, w zdecydowanej większości, aktualne pozycje bibliograficzne, opublikowane w uznanych czasopismach o cyrkulacji międzynarodowej. Ta część pracy stanowi bardzo dobrze przygotowany materiał będący wprowadzeniem do części badawczej i należy ją uznać za właściwie skonstruowaną i rzetelnie opracowaną.

W kolejnej części dysertacji Pani mgr inż. Justyna Więclawik omówiła wyniki uzyskane na podstawie zrealizowanych badań oraz przeprowadziła dyskusję tychże wyników w obrębie dostępnej literatury (str. 50–121). Rozdział dotyczący omówienia wyników podzieliła na dwie części: w pierwszej uwzględniła badania nad syntezą, właściwościami i zastosowaniem solwatacyjnych cieczy jonowych (str. 50–91), zaś w drugiej wyodrębniła badania nad syntezą, właściwościami i zastosowaniem protycznych cieczy jonowych (str. 92–121). Bezpośrednio po tej części Doktorantka uwzględniła rozdział *Podsumowanie i wnioski* (str. 122–124).

Dalszą część rozprawy doktorskiej stanowi *Część eksperymentalna*, w której Autorka szczegółowo zaprezentowała: (i) metody i techniki analityczne (magnetyczny rezonans jądrowy (NMR) – str. 125; oznaczanie liczb akceptorowych Gutmanna (AN) – str. 125; spektroskopia w podczerwieni (IR) – str. 126; analiza termogravimetryczna (TGA) – str. 126; oznaczanie zawartości wody metodą Karla Fischera – str. 127; chromatografia gazowa (GC) – str. 127–130); metodykę syntezy solwatacyjnych cieczy jonowych (str. 130–131); metodykę syntezy wodorosiarczanowych cieczy jonowych (str. 132); metodykę prowadzenia reakcji modelowych (procedura prowadzenia reakcji cykloaddycji [4+2] – str. 133–134); procedura prowadzenia reakcji cykloaddycji [3+3] – str. 134–135 oraz ogólna procedura prowadzenia reakcji estryfikacji – str. 135–137.

W końcowej części pracy Autorka ujęła wykaz stosowanych odczynników (str. 138), *Literaturę* (str. 139–173 – łącznie aż 477 pozycji bibliograficznych w uznanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym!) oraz *Wykaz dorobku naukowego* (str. 174–178).

Podsumowując część dotyczącą oceny układu rozprawy, stwierdzam, że przedstawione przez Autorkę elementy pracy są poprawnie ułożone i oznaczone, umożliwiając czytelnikowi właściwą orientację oraz przebrnięcie przez wartościowy materiał badawczy w niej zawarty. Sugeruję jedynie, aby w przyszłości przed właściwym określeniem celu badawczego w jakiegokolwiek pracy naukowej Doktorantka pomyślała nad hipotezą badawczą – myślę, że to ułatwia dalsze, merytoryczne precyzowanie celu badawczego i określenie zakresu działań w obrębie realizowanego tematu. Jest to oczywiście tylko drobna sugestia, którą myślę, że warto wziąć pod uwagę w przyszłości.

Dokonując bardziej dogłębnej analizy merytorycznej ocenianej rozprawy doktorskiej można stwierdzić, że badania przeprowadzone przez Panią mgr inż. Justynę Więclawik dotyczą zastosowania kwasowych cieczy jonowych jako katalizatorów w procesach z sektora *fine chemicals*. Doktorantka, skupiając się nad opracowaniem wysoce aktywnych i selektywnych katalizatorów, zsyntezowała szereg układów Al-SILs i Ga-SILs w oparciu o koncept solwatacyjnych cieczy jonowych, tworząc systemy na bazie eteru dimetylowego glikolu trietylenowego z triflanem glinu(III) i triflanem galu(III) o różnych kompozycjach, które charakteryzowały się relatywnie wysoką kwasowością typu Lewisa. Ponadto, biorąc pod uwagę współczesne wyzwania stawiane przed przemysłem chemicznym, Autorka opracowała również metodę syntezy specjalistycznych estrów wykorzystując jako efektywne katalizatory protyczne cieczy jonowe zaprojektowane na bazie kwasu siarkowego(VI) oraz di- i triamin.

Zgodnie z głównym założeniem pracy Pani Justyna Więclawik dokonała syntezy związków chemicznych, które charakteryzowały się wysoką kwasowością i mogły zostać użyte w formie katalizatorów wybranych procesów realizowanych w przemyśle. Stabilność testowanych układów Doktorantka zweryfikowała przeprowadzając odzysk, regenerację i wielokrotny zawrót katalizatorów, aby potwierdzić ich potencjał w konkretnych aplikacjach.

Autorka w szczególności opracowała i otrzymała nowe układy, które zaliczyła do grupy solwatacyjnych cieczy jonowych. Przeprowadziła również ich charakterystykę strukturalną za pomocą spektroskopii magnetycznego rezonansu wielojądrowego (^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{27}Al , ^{71}Ga NMR) oraz spektroskopii w podczerwieni z transformacją Fouriera. Dodatkowo wyznaczyła wartości liczb akceptorowych Gutmanna, które reprezentują moc kwasu. Otrzymane Al-SILs i Ga-SILs charakteryzowały się relatywnie wysoką kwasowością dorównując prawie mocą chlorkowi glinu(III). Potencjał nowych solwatacyjnych cieczy jonowych Doktorantka sprawdziła w dwóch modelowych reakcjach cykloaddycji. W cykloaddycji [4+2], czyli powszechnie znanej reakcji Dielsa-Aldera, układy oparte o triflan glinu(III) okazały się wysoce aktywne i znacznie aktywniejsze w porównaniu do tych opartych o triflan galu(III). Natomiast zastosowanie jako katalizatorów przedstawicieli obu szeregów SILs powodowało wzrost stereoselektywności produktów endo:egzo w reakcji pomiędzy cyklopentadienem, a maleinianem dietylu, szczególnie w porównaniu do wykorzystania w tej roli prekursorów SILs. Z kolei w reakcji cykloaddycji [3+3] 2,4-dimetylofenolu z izoprenem Autorka wykazała, że zarówno Al-SILs jak i Ga-SILs efektywnie promują postęp reakcji, z przewagą układów opartych na triflanie galu(III), dla których odnotowała najwyższą selektywność dotychczas nieopisaną w literaturze naukowej dla danego modelu reakcyjnego.

Pani mgr inż. Justyna Więclawik dowiodła także, że SILs Grupy 13 o zawartości $\chi\text{M}(\text{OTf})_3$ równym 0,33 są aktywniejsze niż ich prekursorzy w postaci soli triflanowych przy zastosowaniu obu

katalizatorów w tych samych ilościach metalu w układzie katalitycznym. Niewątpliwą przewagą stosowania triflanów metali w postaci ciekłych kompleksów jest możliwość odzysku katalizatora i przeprowadzenia większej liczby cykli reakcyjnych opartych o ten sam układ katalityczny. Dodatkowy element stanowiło sprawdzenie przez Doktorantkę potencjału dla zastosowań elektrochemicznych SILs zawierających triflan glinu(III) za pomocą woltamperometrii cyklicznej, które dzięki obiecującym wynikom umożliwiło nawiązanie współpracy w ramach dalszych badań pod tym kątem.

W toku realizacji pracy doktorskiej Autorka wykorzystwała w reakcjach estryfikacji zsyntezowane po raz pierwszy w zespole naukowym Promotorki prof. Anny Chrobok wodorosiarczanowe ciecze jonowe zawierające bardzo wysoki udział kwasu siarkowego(VI) w strukturze ILs ($\chi_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,75$) w stosunku do ilości grup aminowych w diaminach i triaminach, na których oparto systemy. Dla szeregu protycznych cieczy jonowych Pani Justyna Więclawik określiła wartości liczb akceptorowych Gutmanna, które ujawniły, że całą serię można zaliczyć do superkwasów (kwasowością przewyższają kwas trifluorooctowy oraz są niewiele słabsze niż kwas trifluorometanosulfonowy). Opracowana metoda syntezy specjalistycznych estrów, w której Doktorantka wykorzystwała jako katalizatory silnie kwasowe wodorosiarczanowe ciecze jonowe, pozwala na przeprowadzenie procesu w sposób niekonwencjonalny oraz umożliwiający osiągnięcie wysokiej wydajności i selektywności, w stosunkowo krótkim czasie i łagodniejszych warunkach niż proces tradycyjny. Dodatkowo dowiedziono, że ilość użytej IL ma wpływ na przebieg wybranego wariantu reakcji modelowej, zarówno w kontekście funkcji katalitycznej, jak i kwestii absorpcji wody powstającej podczas estryfikacji. Istotny jest także nadmiar molowy zastosowanego alkoholu, ze względu na równowagowy charakter reakcji estryfikacji. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania jednoznacznie potwierdzają, że powstanie dwufazowego układu reakcyjnego ciecz-ciecz korzystnie wpływa na równowagę reakcji estryfikacji. Dodatkowo, równoczesne działanie jako katalizator i rozpuszczalnik wychytujący wodę, pozwala uzyskać pełną konwersję kwasu karboksylowego, której towarzyszy bardzo wysoka selektywność procesu.

W zakresie implementacji kwasowych cieczy jonowych w reakcjach cykloaddycji [4+2], [3+3] oraz estryfikacji kwasu oleinowego i kwasu kaprylowego z metanolem jak również kwasu cytrynowego z *n*-butanolem Pani mgr inż. Justyna Więclawik wykonała eksperymentalny dobór korzystnych warunków prowadzenia każdego z procesów. Selekcja warunków prowadzenia poszczególnych reakcji obejmowała wytypowanie rodzaju najbardziej aktywnego spośród stosowanych katalizatorów i wyznaczenie odpowiedniej ilości katalizatora, która w danych warunkach umożliwiała najszybsze oraz najbardziej efektywne otrzymanie pożądanego produktu. W obrębie optymalizacji warunków procesowych, Autorka sprawdziła jaka temperatura najbardziej sprzyja postępowi reakcji,

a w przypadku estryfikacji określiła również jaki nadmiar alkoholu umożliwia na przesunięcie równowagi reakcji w stronę tworzenia produktów.

Dobrze zaplanowane badania oraz adekwatne i właściwie skorelowane metody badawcze umożliwiły na poszerzenie aktualnego stanu wiedzy w zakresie działań dotyczących zastosowania kwasowych cieczy jonowych jako katalizatorów w procesach z sektora *fine chemicals*. Zaprezentowane w ramach dysertacji doktorskiej badania potwierdzają wysoką aktywność i selektywność kwasowych cieczy jonowych, których właściwości mogą być odpowiednio dostosowane, aby efektywnie katalizować wybrane procesy. Kluczowym aspektem rozwijanych układów katalitycznych oraz opracowywanych metodologii była szybka i łatwa synteza ILs, które poza aktywnością katalityczną umożliwiają również proste wydzielenie produktów oraz co najmniej kilkukrotny zawrót katalizatora.

Podsumowując przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską stwierdzam, że cele/koncepcje są właściwie opracowane, a zrealizowane przez Doktorantkę badania w pełni potwierdzają, że zostały one osiągnięte. Praca doktorska została przygotowana bardzo starannie i zawiera niewielką ilość błędów edytorskich i stylistycznych. Nie umniejszają one oczywiście wartości merytorycznej prezentowanych rezultatów, dlatego nie będę ich przytaczał w przedmiotowej recenzji.

Pozwolę sobie w tym miejscu wskazać jedynie kilka drobnych pytań/komentarzy, które wynikają z mojej ciekawości:

- nie podlega wątpliwości, że tematyka dysertacji doktorskiej jest bardzo interesująca nie tylko z naukowego, ale przede wszystkim praktycznego punktu widzenia, czy mogę jednak prosić Panią o wskazanie najważniejszego osiągnięcia naukowego? Który etap prac był według Pani kluczowy i dlaczego?
- czy może Pani przedstawić w krótki sposób, najlepiej w formie tabelarycznej lub za pomocą rysunku/schematu, porównanie swoich wyników badań do tych dostępnych w literaturze, w obrębie uprawianej tematyki badawczej?
- czy może Pani wskazać konkretne obszary działań w obrębie uprawianej tematyki badawczej, które można by rozwijać w dalszych pracach naukowych w pierwszej kolejności i dlaczego?
- czy podejmowała Pani już jakieś rozmowy z szeroko rozumianym przemysłem, aby zaimplementować swoje układy na szerszą skalę?

Wypunktowane powyżej pytania czy komentarze są symboliczne i nie umniejszają mojej bardzo pozytywnej oceny recenzowanej rozprawy.

Ocena całego dorobku naukowego

Na koniec, chciałbym pokrótce podsumować dotychczasową aktywność naukową Pani mgr inż. Justyny Więclawik.

Całkowity dorobek naukowy wyrażony jest w postaci 6 artykułów naukowych, które opublikowane zostały w następujących czasopismach: *Green Chemistry*, *Molecules*, *Chemistry – An Asian Journal*, *Dalton Transactions*, *Materials* oraz *Przemysł Chemiczny*. Pięć z sześciu wymienionych publikacji jest bezpośrednio powiązanych z pracą doktorską. Zarówno ilość, ale nade wszystko jakość tych prac, jak na moment działalności naukowej Doktorantki, są na bardzo dobrym poziomie. Ponadto, w dorobku naukowym Autorki dysertacji znajduje się 5 przyznanych patentów oraz 2 zgłoszenia patentowe europejskie – to niezwykle ważny punkt dorobku naukowego, bezpośrednio podkreślający użyteczny aspekt prowadzonych badań.

Doktorantka odbyła także dwa staże naukowe – oba w QUILL Research Centre (Queen's University Ionic Liquid Laboratories), Queen's University Belfast, Wielka Brytania: (i) 3–31.05.2022 r. oraz (ii) 14.07.–11.08.2019 r.

Pani mgr inż. Justyna Więclawik brała także udział w realizacji trzech projektów badawczych: (i) OPUS, NCN, o numerze UMO-2020/37/B/ST8/00693, pt. *Projektowalne ciekłe związki kompleksowe metali jako katalizatory modelowych procesów chemicznych i elektrochemicznych*, stypendystka w projekcie od 2.07.2021 r. do 30.06.2023 r.; (ii) LIDER, NCBiR, o numerze LIDER/24/0100/L-9/17/NCBR, pt. *IoLacTec: Innowacyjna metoda otrzymywania laktamów wobec kwasowych cieczy jonowych*, wykonawczyni w projekcie w okresach od 1.05 do 30.06.2019 r. oraz od 2.07.2020 r. do 30.06.2021 r.; a także (iii) projekt naukowo-badawczy, o numerze NB-62/RCh-5/2020 04/050/NB_20/102, pt. *Opracowanie metody kondensacji aldehydów OXO – badania podwyższania skali*, wykonawczyni w projekcie w okresie od 6.04 do 3.08.2020 r.

Ważny punkt dorobku Doktorantki stanowi także Jej udział w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Pani mgr inż. Justyna Więclawik jest autorką lub współautorką kilku wystąpień ustnych czy komunikatów posterowych, które przedstawiła na uznanych konferencjach tematycznych.

Nie sposób nie wspomnieć także o nagrodach i wyróżnieniach, których laureatką jest Pani mgr inż. Justyna Więclawik. Doktorantka zdobyła między innymi stypendium w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza, za publikację *Protic ionic liquids from di- or triamines: even cheaper Brønsted acidic catalysts*” wydaną w czasopiśmie *Green Chemistry* we współpracy z autorem reprezentującym zagraniczny ośrodek naukowy Queen's University Belfast, Wielka Brytania. Za tę samą publikację Autorka została wyróżniona grantem w programie projakościowym za publikacje wydaną w czasopiśmie TOP10 w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia

Badawcza. Dodatkowo, Pani Justyna Więclawik była laureatką nagrody w postaci stypendium w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza, za publikację *Dialkyl Succinates and Adipates as Alternative Plasticizers - Even More Efficient Synthesis* wydaną w czasopiśmie *Materials* we współpracy z autorem reprezentującym zagraniczny ośrodek naukowy Monash University, Australia. Co należy także podkreślić zdobywała Ona Stypendium dla najlepszych doktorantów w ramach programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza w kolejnych latach realizacji swojej pracy doktorskiej (2019/2020, 2020/2021 oraz 2021/2022).

Co do dodatkowej aktywności Doktorantki chciałbym podkreślić pełnienie przez Nią funkcji Członkini Rady Dziekańskiej jako reprezentanta doktorantów na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w kadencji 2020/2021, 2021/2022 oraz 2022/2023, a także zaangażowanie w ramach popularyzacji nauki w ramach różnych aktywności edukacyjnych (Noc Naukowców, pokazy dla szkół, etc.).

Całokształt dorobku naukowego Pani mgr inż. Justyny Więclawik oceniam bardzo pozytywnie.

Wniosek końcowy

Podsumowując, chciałbym zaznaczyć wyraźny wkład Pani mgr inż. Justyny Więclawik w rozwój uprawianej dyscypliny naukowej, w szczególności w zakresie działań dotyczących opracowania i zastosowania nowych kwasowych cieczy jonowych (ILs) pełniących rolę katalizatorów, które charakteryzują się wysoką aktywnością i selektywnością w wybranych procesach chemicznych. Sposób zaplanowania eksperymentów, zrealizowania badań, jak i forma przedstawienia wyników świadczą o kompetencjach naukowo-badawczych Doktorantki i są dowodem Jej bardzo dobrego poziomu przygotowania do prowadzenia badań naukowych czy pracy w przemyśle.

Na podstawie oceny rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Justyny Więclawik zatytułowanej *Badania nad syntezą i zastosowaniem wysoce aktywnych oraz selektywnych katalizatorów kwasowych stwierdzam, że recenzowana praca spełnia wszystkie wymagania formalne i zwyczajowe w świetle istniejącego prawa.*

Wnioskuje zatem do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej, o przyjęcie pracy i przeprowadzenie dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę istotny wkład w rozwój uprawianej przez Doktorantkę dyscypliny, a nade wszystko Jej ponadprzeciętne zaangażowanie na różnych obszarach naukowych wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej. Należy podkreślić, że kluczowe wyniki, stanowiące odniesienie do celu i zakresu pracy, zostały opublikowane w znaczących czasopismach o obiegu międzynarodowym. Dodatkowo, sama praca doktorska stanowi zbiór wiedzy o istotnych walorach poznawczych i praktycznych.

Podpisano odręcznie przez autora