



Prof. dr hab. inż. Juliusz Pernak

Poznań, 17.04.2020

**Opinia o osiągnięciach naukowych dr inż. Marty Królikowskiej
w związku z ubieganiem się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie
nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne**

Niniejszą ocenę przeprowadziłem na podstawie uchwały nr 48/6/2020 Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne Politechniki Warszawskiej z dnia 25 lutego 2020 roku.

Dr inż. Marta Królikowska ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej w 2007 roku. W 2011 roku, na podstawie rozprawy pt. *Tiocyanianowe ciecze jonowe – właściwości fizykochemiczne i termodynamiczne w układach dwuskładnikowych*, uzyskała z wyróżnieniem stopień naukowy doktora nauk chemicznych w zakresie chemii. Jest wychowanką prof. dr hab. inż. Urszuli Domańskiej-Żelaznej, która była Jej promotorem, zarówno pracy magisterskiej, jak i doktorskiej.

Od 2010 roku jest zatrudniona w Katedrze Chemii Fizycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej, najpierw jako asystent naukowo - dydaktyczny, a obecnie adiunkt.

Ocena rozprawy habilitacyjnej pt.: *Ciecze jonowe w technologii chłodnictwa absorpcyjnego – badania fizykochemiczne i termodynamiczne*

Przedłożona habilitacja stanowi monotematyczny cykl 19 prac wybranych spośród 40 prac dr Marty Królikowskiej, opublikowanych w latach 2011-2019 w czasopismach z listy filadelfijskiej. Są to prace zespołowe, za wyjątkiem jednej, w których Habilitantka w 17 pracach jest autorem korespondencyjnym. Współautorzy publikacji złożyli pisemne oświadczenia, których analiza wskazuje na udział dr Marty Królikowskiej w publikacjach od 30 do 95%.

Wybrane 19 prac ukazało się w czasopismach o ugruntowanej naukowej renomie, tj. *The Journal of Physical Chemistry* (jedna praca), *The Journal of Chemical Thermodynamics* (cztery prace), *Journal of Chemical and Engineering Data* (jedna praca), *Fluid Phase Equilibria* (pięć prac), *Thermochemica Acta* (trzy prace), *Industrial and Engineering Chemistry Research* (jedna praca) oraz *Journal of Molecular*



Liquids (cztery prace). Zostały one opublikowane w latach 2012-2019. Rozprawa habilitacyjna dotyczy zastosowania cieczy jonowych i ich prekursorów w chłodnictwie absorpcyjnym. Obejmuje dwa nurty badawcze:

- poszukiwanie skutecznych cieczy jonowych jako absorbenty,
- poszukiwanie związków chemicznych jako dodatków dla wodnego roztworu bromku litu.

Tematyka rozprawy habilitacyjnej jest nowością naukową, cieszy się zainteresowaniem środowisk naukowych i przemysłowych. Wybrany cykl prac był cytowany 255-krotnie (w tym 169 cytowań niezależnych, dane z dnia 27.09.2019 wg *Web of Science*). Sumaryczny współczynnik oddziaływania (*Impact Factor*) jednotematycznego cyklu prac wynosi 55. Są to prace o charakterze podstawowym, jednocześnie wpisujące się w praktyczne zastosowanie cieczy jonowych.

Z olbrzymiej ilości cieczy jonowych (kombinacji kation-anion ocenia się na poziomie 10^{18}) autorka monografii wybrała ich przedstawicieli zawierających kation: pyrolidyniowy, morfoliniowy, piperydyniowy, pirydyniowy i fosfoniowy. Przeciwjonem w wytypowanych cieczach był anion: tiocyjanian, dicyjanoamidek, tricyjanometanek, etylosiarczan(VI), octan, glikolan, bis(trifluorometylo)sulfonyloimidek, trifenylotris(perfluoroetylo)fosforan, tetracyjanoboran, trifluorometylosulfonian i dietylofosforan. Ciecze jonowe zostały wybrane na podstawie dobrego rozeznania literaturowego. Właściwości fizykochemiczne stanowiły kryterium ich wyboru. Część cieczy jonowych była zakupiona, a część syntezowana. Syntezy zostały wykonane prawidłowo, produkt został dobrze wyizolowany z mieszaniny poreakcyjnej i prawidłowo zidentyfikowany.

Właściwości termodynamiczne i fizykochemiczne układów dwuskładnikowych woda i wybrana ciecz jonowa wykonano na wysokim poziomie naukowym, charakterystycznym dla szkoły naukowej prof. Urszuli Domańskiej-Żelaznej.

Praca habilitacyjna obejmuje następujące pomiary w układach dwuskładnikowych cieczy jonowych z wodą:

- równowag fazowych ciecz + ciało stałe i ciecz + ciecz metodą dynamiczną i metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej w warunkach ciśnienia atmosferycznego,
- równowag fazowych ciecz + para metodą ebuliometryczną pod obniżonym ciśnieniem,
- nadmiarowej entalpii mieszania z użyciem kalorymetru miareczkującego,
- pojemności cieplnej,
- właściwości fizykochemicznych tj. gęstość i lepkość układów dwuskładnikowych,



- właściwości termofizycznych czystych cieczy jonowych metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej i termograwimetryczną.

Pomiary wykonano w szerokim zakresie temperatury i składu.

Korelacji danych eksperymentalnych dokonano z użyciem modeli termodynamicznych. Jednocześnie poszukiwano zależności pomiędzy budową cieczy jonowej a mierzonymi właściwościami. Ostatecznie wyznaczono wartości współczynnika wydajności chłodniczej modelowego układu chłodniczego. Dokonano porównania uzyskanych wyników z danymi literaturowymi i opisano wpływ struktury cieczy jonowej na wartości współczynnika wydajności chłodniczej.

Wykonane badania należy uznać za bazę danych na temat właściwości termodynamicznych i fizykochemicznych układów dwuskładnikowych cieczy jonowych z wodą, a wyznaczone wartości współczynników wydajności umożliwiają wytypować nowe układy do zastosowania w technologii chłodnictwa absorpcyjnego.

Drugi nurt badawczy rozprawy habilitacyjnej dotyczy określenia wpływu dodatku związku organicznego na rozpuszczalność bromku litu w wodzie, a w konsekwencji obniżającego temperaturę topnienia bromku litu w wodzie. Według Habilitantki: *“z punktu widzenia technologii chłodnictwa absorpcyjnego działanie takie umożliwi nie tylko poprawę właściwości układu chłodniczego, ale także umożliwi pracę układu w szerszym zakresie składu. W konsekwencji wpłynie to na zwiększenie ujemnych odchyleń badanego układu od doskonałości, przyczyniając się do zwiększenia wydajności urządzenia chłodniczego”*. Ciecze jonowe jako dodatki zwiększające rozpuszczalność bromku litu w wodzie, a co za tym idzie zmianę właściwości fizykochemicznych roztworu, nie jest znana w literaturze.

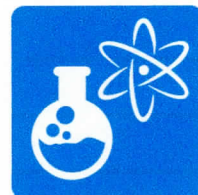
W badaniach użyto czwartorzędowych bromków amoniowych z grupy pyrrolidyniowych, morfoliniowych, pirydyniowych, piperydyniowych i tetralkiloamoniowych. Są to ciała stałe o temperaturze topnienia w przedziale od 100 do 265°C (dane z tabeli 4, Autoreferatu). Według definicji cieczy jonowych bromki te nie można zakwalifikować do cieczy jonowych. Są to typowe prekursorzy cieczy jonowych.

Poszukując efektywnych dodatków zwiększających rozpuszczalność bromku litu w wodzie, wyznaczono:

- właściwości termofizyczne czystych czwartorzędowych bromków amoniowych metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej,

- równowagi fazowe ciecz + ciało stałe w układach LiBr + woda oraz LiBr + dodatek + woda metodą dynamiczną, w szerokim zakresie temperatury i składu.

Wytypowane dodatki obejmowały prekursorzy cieczy jonowych, etery koronowe i glikole.



Wykonane badania pozwoliły na wytypowanie efektywnych dodatków zwiększających rozpuszczalność bromku litu w wodzie.

Dr Marta Królikowska dokonała trafnego wyboru cieczy jonowych w chłodnictwie absorpcyjnym. Dobrze zaprojektowane i wykonane badania potwierdziły wysoki potencjał cieczy jonowych i ich prekursorów w chłodnictwie absorpcyjnym.

Za najważniejsze elementy naukowe ocenianej rozprawy habilitacyjnej uważam:

- wykonanie analizy właściwości termodynamicznych i fizykochemicznych wodnych roztworów nowych cieczy jonowych,
- wyznaczenie wartości współczynnika wydajności chłodniczej modelowego urządzenia dla układów dwuskładnikowych,
- wytypowanie cieczy jonowych jako absorbentu w chłodnictwie absorpcyjnym na podstawie wykonanych własnych badań,
- zaproponowanie i sprawdzenie prekursorów cieczy jonowych jako dodatków efektywnie obniżających krystaliczność bromku litu w wodzie, a ostatecznie wytypowanie efektywnie działających czwartorzędowych bromków amoniowych.

Są to oryginalne osiągnięcia naukowe, stanowiące istotny wkład w rozwój nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne. Zaproponowane i zrealizowane badania przez dr Martę Królikowską otwierają nowe perspektywy zagospodarowania cieczy jonowych.

Recenzowana rozprawa wskazuje, że dr inż. Marta Królikowska posiada kwalifikacje do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych. Na uwagę zasługuje fakt wnikliwej analizy projektowania badań o charakterze podstawowym, interpretacji uzyskanych wyników, jednocześnie wskazanie praktycznego ich zastosowania.

Zaproponowane najbliższe cele badawcze wskazują, że tematyka pracy habilitacyjnej będzie kontynuowana. W planie tym są następne oryginalne tematy naukowe. Zwracam uwagę na czwartorzędowe halogenki amoniowe czy fosfoniowe, które ze względu na ich właściwości fizykochemiczne (np. higroskopijność czy temperatura topnienia) i chemiczne (np. tendencja do hydrolizy, w roztworach wodnych będziemy mieli jony) trudno będzie nazwać cieczami jonowymi.

Oceniam pracę habilitacyjną wysoko.



Ocena dorobku naukowego

Całkowity dorobek naukowy dr inż. Marty Królikowskiej obejmuje 59 publikacji (19 przed i 40 po doktoracie). Są to prace oryginalne. Sumaryczny IF opublikowanych prac osiągnął wartość równą 154, sumaryczna liczba ich cytowań wynosi 1543, a bez autocytowań 1282. Przytoczone dane są z dnia 27 września 2019 roku według bazy *Web of Science*.

Indeks Hirscha wynosi 25. Jest on bardzo wysoki, praktycznie unikalny w pracach habilitacyjnych. Jeżeli przyjmiemy, że kariera naukowa Habilitantki rozpoczęła się w 2007 roku zaraz po obronie pracy magisterskiej, to indeks Hirscha jest dwukrotnie wyższy od liczby lat pracy naukowej. Na ten sukces składa się realizacja oryginalnej, aktualnej tematyki naukowej, praca w szkole naukowej prof. Urszuli Domańskiej-Zelaznej oraz zdolności i pracowitość dr Marty Królikowskiej.

Habilitantka odbyła dwa zagraniczne staże naukowe w okresie październik-grudzień 2007 i czerwiec-sierpień 2018, w ramach współpracy polsko-afrykańskiej na Wydziale Inżynierii Chemicznej na Uniwersytecie Kwa-Zulu Natal w Durbanie (Republika Południowej Afryki). Efekty tych staży są znaczące - powstało sześć publikacji. Zamieszczone w autoreferacie zdanie: *Prowadzona przeze mnie działalność naukowo – badawcza związana jest z dwoma ośrodkami: Wydziałem Chemicznym Politechniki Warszawskiej oraz Wydziałem Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu KwaZulu Natal w Durbanie (Republika Południowej Afryki)* potwierdzają publikacje, prace ze studentami, a od 2016 roku bycie Honorowym Pracownikiem Naukowym na Wydziale Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu KwaZulu-Natal.

Dr Marta Królikowska jest autorem i współautorem licznych referatów na międzynarodowych konferencjach naukowych, wielokrotnie jako osoba prezentująca.

Wysoka aktywność naukowa Habilitantki zaowocowała otrzymaniem prestiżowych stypendiów naukowych: Politechniki Warszawskiej, Wydział Chemiczny (2006-2011), Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej (w 2008 i 2012), stypendium programu START FNP (2011), stypendium naukowego dla wybitnych młodych naukowców finansowanego przez MNiSW (2012) oraz nagrody im. Wojciecha Świątosławskiego przyznanej przez PTChem (2013) i nagród indywidualnych JM Rektora Politechniki Warszawskiej w kolejnych latach 2011, 2013, 2014, 2015 i 2019.

Godny podkreślenia jest czynny udział Habilitantki w realizacji projektów badawczych. Była kierownikiem projektu SONATA 1, finansowanego przez NCN i projektu Iuventus Plus, finansowanego przez MNiSW.



Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Dr inż. Marta Królikowska jest aktywnie zaangażowana w kształcenie studentów macierzystej Uczelni. Prowadzi zajęcia w formie wykładu, ćwiczeń i laboratoriów z następujących przedmiotów: chemia fizyczna, fizykochemia podstawy procesów biotechnologicznych oraz termodynamiki dla studentów dwóch kierunków Technologia Chemiczna i Biotechnologia I stopnia. Była kierującą pracami inżynierskimi i magisterskimi (łącznie 15), realizowanymi przez studentów kierunków Technologia Chemiczna i Biotechnologia.

Biorąc pod uwagę pracę habilitacyjną, publikacyjną działalność naukową oraz działalność dydaktyczną i organizacyjną dr inż. Marty Królikowskiej stwierdzam, że wymagane warunki określone w ustawie o stopniach i tytule naukowym są spełnione. Jest odpowiednim Kandydatem do stopnia doktora habilitowanego nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne. Wnioskuje o dopuszczenie dr inż. Marty Królikowskiej do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.