

Prof. dr hab. Piotr J. Chmielewski

Wrocław, 19.03.2019

**Ocena opracowania habilitacyjnego i całokształtu dorobku naukowego
dr. Macieja Chotkowskiego
na podstawie zbioru publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe i
opracowania autorskiego zatytułowanego:
*Elektrochemia, spektroskopia oraz ekstrakcja jonowych form technetu***

Recenzję przedstawiam na prośbę Dziekana Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego realizującego postanowienie Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 07.02.2019 r. na podstawie otrzymanego w formie elektronicznej (CD ROM) kompletu dokumentów. Stwierdzam, iż materiały zostały przygotowane zgodnie z wymogami formalnymi, umożliwiając ocenę dorobku naukowego Kandydata, w tym jednotematycznego cyklu publikacji stanowiącego, zdaniem Kandydata, osiągnięcie naukowe wymagane do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Wiedzę o dorobku Kandydata aktualizowałem na podstawie danych uzyskanych z bazy Web of Science (WoS).

Sylwetka Kandydata. Pan Maciej Chotkowski ukończył w roku 2004 studia chemiczne na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, a 4 lata później za pracę doktorską pt. *„Elektrochemiczne oraz spektroskopowe badanie „in situ” reakcji elektrodowych związków manganu i renu w środowisku kwaśnym”*, uzyskał na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego stopień naukowy doktora. Problematyka badawcza Kandydata jest jednorodna i koncentruje się na badaniach elektrochemicznych i spektroelektrochemicznych procesów redoks metali przejściowych, w szczególności grupy 7 układu okresowego. W zagadnienia te wprowadził Habilitanta Pan prof. dr. hab. Andrzej Czerwiński, który był kierownikiem naukowym jego pracy magisterskiej (2004), a następnie promotorem pracy doktorskiej, której obrona odbyła się w roku 2008. Oprócz studiów chemicznych, pan Maciej Chotkowski studiował psychologię na Uniwersytecie Warszawskim, zostając w roku 2005 magistrem psychologii.

Kariera zawodowa Habilitanta po ukończeniu studiów chemicznych związana była z Instytutem Chemii Przemysłowej im. Prof. Ignacego Mościckiego, gdzie pracował przez osiem

lat w Zakładzie Elektrochemii i Podstaw Technologii, początkowo na etacie asystenta (2004-2009), a w latach 2009-2012 jako adiunkt. W 2009 roku dr Chotkowski zatrudniony został na etacie adiunkta w Pracowni Elektrochemicznych Źródeł Energii na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie pracuje obecnie.

Z załączonych materiałów wynika, że Habilitant nie uczestniczył w długoterminowych zagranicznych stażach naukowych, a jego współpraca międzynarodowa ogranicza się do dwumiesięcznego pobytu w roku 2013 na Politechnice Tokijskiej w Laboratorium Badawczym Reaktorów Jądrowych u prof. M. Ozawy.

Dorobek naukowy. Dr Chotkowski jest obecnie autorem bądź współautorem 24 prac opublikowanych w czasopismach z listy JCR o wartości sumarycznego współczynnika wpływu ok. 58 (indeks h 8, liczba cytowań 149, bez autocytowań 129, dane wg bazy WoS z 19. marca 2019), spośród których 4 ukazało się drukiem przed uzyskaniem przez Habilitanta stopnia naukowego doktora. Dorobek naukowy Kandydata uzupełnia kilka prac, które ukazały się w materiałach pozjazdowych, monografia w języku polskim, 14 komunikatów prezentowanych na zjazdach krajowych i międzynarodowych, cztery wygłoszone referaty na konferencjach poświęconych dydaktyce oraz 1 zgłoszenie patentowe. Brak we wniosku informacji o komunikatach/wykładach konferencyjnych wygłaszanych przez Habilitanta na zaproszenie organizatorów.

Zasadniczą składową oceny dorobku naukowego stanowią prace oryginalne opublikowane w czasopismach z listy JCR. Od strony ilościowej 24 prace to wynik dość dobry na tym etapie kariery naukowej i przy tej liczbie lat pracy naukowej. Nieco gorzej przedstawia się wartość sumarycznego współczynnika wpływu IF i liczba cytowań. Co więcej, prace o najwyższym IF opublikowane przy udziale Habilitanta stanowią niejako boczną linię jego zainteresowań naukowych, a spośród ośmiu prac o największej liczby cytowań, trzy należą do tej kategorii. Wydaje się, że powodem stosunkowo niskiej dostrzegalności prac Kandydata, stanowiących rdzeń jego aktywności naukowej, jest fakt wysokiej specjalizacji tematycznej i metodologicznej prowadzonych badań, ich silnego ukierunkowania. Bardzo niewiele grup badawczych prowadzi eksperymenty elektrochemiczne i spektroelektrochemiczne dla materiałów promieniotwórczych. Tym samym odwołań do wyników Kandydata w pracach innych autorów jest niewiele. Nie oznacza to jednak, że zagadnienia te oraz uzyskane rezultaty mają niską wagę z punktu widzenia poznawczego, a

zwłaszcza praktycznego. Znaczenie badań nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w danych bibliometrycznych, które raczej oddają popularność tematyki, często podyktowaną łatwością uzyskiwania spektakularnych wyników. Habilitant pełnił funkcję recenzenta prac zgłaszanych do czasopism z listy JCR, głównie poświęconych chemii radiacyjnej oraz elektrochemii. Świadczy to o pewnej jego rozpoznawalności w środowisku naukowym. Uważam, że dorobek naukowy Kandydata jest znaczący i prawdopodobnie zyskałby większy odzew, gdyby rezultaty publikowane były w czasopiśmie o szerszej cyrkulacji.

Ocena dorobku naukowego niewłączonego do jednotematycznego cyklu publikacji. Ta część dorobku naukowego Habilitanta zawarta jest w 14 pracach oryginalnych z listy JCR opublikowanych w latach 2006 – 2016 oraz w dwóch pracach tegorocznych, nie wykazanych w dostarczonych materiałach, lecz obecnych w bazie WoS. Uzupełniają go dwie prace dydaktyczne opublikowane z udziałem dr. Chotkowskiego w periodyku "Chemia w szkole" oraz monografia w wydawnictwie zbiorowym (red.: A. Bojanowska-Czajka) serii IChTJ. Choć problematyka niektórych z omawianych tu prac dość zasadniczo odbiega od głównego nurtu zainteresowań Habilitanta, zwłaszcza w przypadku publikacji będących owocem współpracy z grupą profesora Gryko, to jednak udział dr. Chotkowskiego z reguły sprowadzał się w nich do pomiarów elektrochemicznych oraz spektroelektrochemicznych i ich interpretacji, a więc pozostawał w sferze aktywności będących domeną ekspertyzy Habilitanta.

Ocena aktywności zawodowej. Bardzo istotnym aspektem aktywności naukowej jest umiejętność pozyskiwania funduszy na badania. Z informacji zawartej we wniosku wynika, iż Kandydatka uczestniczy lub uczestniczył w realizacji sześciu krajowych projektów badawczych (m.in. NCBiR, Euratom 7). W jednym z nich pełnił funkcję kierownika, w innym – kierownika etapu. Nie jest to obecnie wynik zadowalający i niezbyt dobrze świadczy o dbałości uczonego o przyszłość własnej kariery naukowej. Będąc na jej obecnym etapie dr Chotkowski powinien szczególnie zadbać o fundusze na prowadzenie badań i rozwój tematyki. Uważam również, że dość dużym mankamentem jest brak w karierze Habilitanta długookresowego podoktorskiego stażu naukowego w innym ośrodku, najlepiej zagranicznym. Doświadczenie zdobyte w czasie takiego stażu ma zazwyczaj znaczenie prorozwojowe, a także daje możliwość pełniejszej własnej oceny dotychczasowej ścieżki badawczej.

W swej działalności dydaktycznej Kandydat prowadzi bądź prowadził wszystkie typy zajęć, tj. wykłady, seminaria i ćwiczenia laboratoryjne: z chemii organicznej, jądrowej, chemii ogólnej, a także zajęcia specjalistyczne. Prowadził również zajęcia dla słuchaczy studium podyplomowego dla nauczycieli chemii, w tym konwersatorium z psychologii. Był także koordynatorem praktyk psychologicznych. W ramach praktyk studenckich z psychologii dla studentów chemii dr Chotkowski opracował pionierski program zajęć, w tym zajęć laboratoryjnych z chemii dla uczniów niewidomych. Opracował wiele nowych ćwiczeń w ramach pracowni chemii fizycznej oraz pracowni chemii jądrowej i radiacyjnej, a także pracowni ochrony radiologicznej. Sprawował opiekę nad 4 pracami magisterskimi i sześcioma licencjatami. Jest opiekunem naukowym (promotorem pomocniczym) mgr. Damiana Połomskiego. Był opiekunem Koła Naukowego przy Wydziale Chemii UW i członkiem komisji konkursowej w ramach projektu badawczego. Dane te pokazują, że dr Chotkowski jest doświadczonym nauczycielem akademickim i spełnia się w organizacji procesu dydaktycznego, co dobrze wróży jego dalszej działalności na tym polu, już jako samodzielnego pracownika naukowego.

Ocena jednotematycznego cyklu publikacji zgłoszonego przez Kandydata jako osiągnięcie do postępowania habilitacyjnego. Wyniki stanowiące podstawę wniosku zostały opublikowane w ośmiu pracach oryginalnych, które ukazały się w czasopismach z listy JCR, a ich współczynnik wpływu zawiera się między 1,18 (J. Radioanal. Nucl. Chem.) a 4,50 (Electrochim. Acta). Sumaryczna wartość IF dla tych publikacji wynosi 19,43, co daje dobrą średnią wartość IF liczoną na jedną publikację (ok. 2,4). Publikacje te ukazały się w latach 2012 – 2018 i, uwzględniając specyfikę badań, stanowią solidną podstawę wniosku. We wszystkich tych pracach dr Chotkowski jest pierwszym autorem, a w siedmiu jest autorem korespondencyjnym. W dwóch pracach jest jedynym autorem. W publikacjach wieloautorskich, szacowany na podstawie oświadczeń współautorów udział Habilitanta wynosi co najmniej 50%.

Zgodnie z tematem recenzowanego cyklu publikacji, obiektami badań wyróżnionych przez Habilitanta były związki jonowe zawierające technet na różnych stopniach utlenienia. Głównie były to technetiany(VII) oraz produkty ich redukcji elektrochemicznej. Przedstawione w Autoreferacie oraz w częściach wstępnych kilku prac cyklu, uzasadnienie podjęcia tej tematyki jest przekonujące i wiąże się z rozdziałem i zagospodarowaniem

odpadów promieniotwórczych pochodzących z siłowni jądrowych. Powstający w wyniku rozpadu promieniotwórczego technet stanowi pokaźną część mieszaniny tworzących się radionuklidów, dlatego chemia tego pierwiastka w roztworach wodnych o różnej kwasowości jest ważna dla określenia warunków separacji, głównie przez ekstrakcję do fazy organicznej oraz przez wymianę jonową. Metody elektrochemiczne są oczywiście najdogodniejszymi do generowania oraz prowadzenia badań układów na pośrednich stopniach utlenienia pierwiastka. Układy te są często nietrwałe i ulegają dysproporcjonacji lub synproporcjonacji stając się źródłem kolejnych połączeń, przy czym reaktywność taka może silnie zależeć od środowiska. Charakterystyka redoksova i spektroskopowa powstających połączeń daje możliwość identyfikacji tych form i w mojej ocenie jest ważnym wkładem Habilitanta w dziedzinę związków metali przejściowych, w szczególności technetu. Charakterystyka ta była możliwa dzięki zastosowaniu nie tylko zaawansowanych metod elektrochemicznych, ale także dzięki użyciu wyspecjalizowanych metod spektroskopowych, głównie w zakresie UV, widzialnym i bliskiej podczerwieni do układów generowanych przy zastosowaniu *in situ* elektrolizy o kontrolowanym potencjale. Metody spektroelektrochemiczne były podstawą identyfikacji produktów redukcji związków technetu(VII) stosowanych z reguły jako stan wyjściowy, choć analizie spektralnej poddawane były również procesy utleniania i redukcji jonów na pośrednich stopniach utlenienia. Dało to możliwość obserwacji jonów technetu na stopniach utlenienia uważanych za szczególnie nietrwałe, ulegających dysproporcjonowaniu i/lub polimeryzacji. Zbadany został wpływ koncentracji kwasu na energię aktywacji dla prądu granicznego oraz określony mechanizm redukcji technetianów(VII). Wykazano również silny wpływ podłoża na procesy redukcji elektrochemicznej technetianów(VII) porównując rezultaty uzyskane dla powierzchni Au, Pt i GC. Rezultaty tych badań zostały przedstawione w pracach oznaczonych **H1-H4**. W pracy **H4** do identyfikacji produktów redukcji KTcO_4 w kwasie siarkowym na powierzchni elektrody Au zastosowano także wzmacnianą powierzchniowo spektroskopię Ramana (SERS) dzięki czemu udało się m.in. zaobserwować powstawanie formy technetu(V). Paca **H5** dotyczy badań reakcji redoks jonów zawierających technet w środowisku silnie kwasowym w obecności jonowych form neptunu, który jest także produktem rozpadu promieniotwórczego. Również i w tym wypadku wykazano tworzenie się form jonowych i polimerycznych technetu(IV) i technetu(III), które w reakcji z jonami NpO_2^{2+} prowadzą do nietrwałych form technetu(V) i neptunu(V). W pracach **H1-H5** badania prowadzone były w

środowisku silnie kwasowym. Natomiast istotne także z punktu widzenia przechowywania produktów rozpadu procesy biegnące w środowisku zasadowym przedstawiono w pracy **H6**. Również i w tym wypadku zastosowano metody elektrochemiczne i spektroelektrochemiczne, w tym SERS, określając dominujące formy i stopnie utlenienia zredukowanego technetu i wykazując tworzenie się także technetu(V) i technetu(VI) jako produktów reakcji wtórnych technetu(IV). Dzięki szczegółowym badaniom produktów redukcji jonów technetianowych(VII) Kandydat był w stanie otrzymać ściśle zdefiniowane formy jonowe formy technetu, co umożliwiło przeprowadzenie badań nad ekstrakcją związków technetu z roztworów kwaśnych do fazy organicznej. Wykazano, że po redukcji ekstrakcja jest znacznie mniej efektywna, co może zwiększyć efektywność rozdziału technetu od innych nuklidów obecnych w zużytym paliwie jądrowym. Rezultaty te przedstawiono w pracy **H7**, natomiast praca **H8** zawiera wyniki badań nad potencjalnym zastosowaniem cieczy jonowych do ekstrakcji jonów technetianowych(VII) z wodnego roztworu kwasu azotowego(V).

Lektura prac cyklu habilitacyjnego dowodzi, że Kandydat uczestniczył w wielu ciekawych badaniach, które w istotny sposób pogłębiają wiedzę na temat reakcji redoks związków technetu i stanowią istotny wkład w rozwój chemii nieorganicznej. Z różnych powodów, w tym także trudności technicznych w przeprowadzaniu eksperymentów na materiałach promieniotwórczych, badacze stosunkowo rzadko koncentrują się na dogłębnym zbadaniu właściwości chemicznych pierwiastków otrzymywanych na drodze syntetycznej. Uzyskane wyniki przekonują, że badania prowadzone przez dr. Chotkowskiego oprócz waloru poznawczego mają także potencjalny walor użyteczny.

Trudno nie zauważyć, że zakres tematyczny przedstawionego osiągnięcia jest dość wąski i dotyczy bardzo ograniczonej liczby obiektów badawczych. W dodatku obszar ten był przez Habilitanta eksplorowany przy zastosowaniu niewielkiego zestawu metod. Z drugiej strony, wydaje się sporym wyzwaniem badanie procesów redoks i spektroskopii obiektów generowanych *in situ* w przypadku obecności w mieszaninie sporej palety możliwych układów, będących w dodatku w dynamicznym związku ze sobą. Zaawansowane metody elektrochemiczne w połączeniu ze spektroskopowymi są przy tym na pewno najlepsze, a nawet niezastąpione dla rozwiązywania tego typu zagadnień. Stąd moja pozytywna ocena cyklu prac zaprezentowanych przez dr. Chotkowskiego.

Konkluzja. Stwierdzam, że dr Maciej Chotkowski uzyskał wartościowe wyniki, które zebrane w jednotematycznym cyklu publikacji stanowią solidną podstawę wniosku. Wnoszą one istotny wkład do chemii nieorganicznej, w szczególności poszerzają wiedzę o chemii redoks technetu i mogą być wykorzystane w dalszych badaniach nastawionych aplikacyjnie. Wyniki te powstały w stosunkowo wąskim zespole badaczy, a wiodący udział Habilitanta w badaniach prowadzących do uzyskania tych wyników nie budzi wątpliwości. W moim przekonaniu dorobek naukowy, w tym wydzielony jednotematyczny cykl publikacji, a także inne aspekty aktywności zawodowej dr Macieja Chotkowskiego spełniają wymagania ustawowe (Ustawa o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku wraz z późniejszymi zmianami, Dz. U. z 2017, poz. 1789) stawiane osobom ubiegającym się o najwyższy stopień naukowy. Dlatego też stawiam wniosek o nadanie dr Maciejowi Chotkowskiemu stopnia doktora habilitowanego.



Piotr J. Chmielewski