

Wrocław, 13 listopada 2018 r.

Prof. dr hab. inż. Mirosław Miller  
Uniwersytet Przyrodniczy  
we Wrocławiu  
ul. C. K. Norwida 25  
50-375 Wrocław

## OCENA

### **osiągnięć naukowych i aktywności naukowej będących podstawą wniosku habilitacyjnego Dr inż. Dominiki Jendrzejczyk-Handzlik**

Niniejsza recenzja osiągnięć naukowych i aktywności naukowej dr inż. Dominiki Jendrzejczyk-Handzlik została opracowana na wniosek Dziekana Wydziału Metali Nieżelaznych AGH, Prof. Dr hab. inż. Tadeusza Knycha skierowany do mnie pismem z dn. 3.10.2018 r. Pismo to nawiązuje do decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów nr BCK-VI-L-7358/18 z dnia 07.09.2018 r. Wraz z w/w wnioskiem o wykonanie recenzji, zostały mi przekazane w formie papierowej oraz na płycie CD wszelkie dokumenty wymagane przepisami prawa w postępowaniu habilitacyjnym.

Z przesłanej mi dokumentacji wynika, że dr inż. Dominika Jendrzejczyk-Handzlik skierowała w dn. 19.05.2018 do Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów wniosek o wszczęcie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie metalurgia na podstawie osiągnięcia naukowego, stanowiącego monotematyczny zbiór dziesięciu publikacji, zatytułowany „Właściwości termodynamiczne i równowagi fazowe w układach z galem”. Jednocześnie wskazała ona Radę Wydziału Metali Nieżelaznych AGH do przeprowadzenia tego postępowania.

Opracowana przeze mnie Ocena została przygotowana zgodnie z ustawą z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz.U. 2011 nr 84 poz. 455) i Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22 września 2011 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. 2011 nr 204 poz. 1200).



## **1. Sylwetka naukowa Habilitantki**

Dr inż. Dominika Jendrzejczyk – Handzlik uzyskała tytuł zawodowy mgr inż. na kierunku metalurgia w 2003 r. na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH, na podstawie pracy zatytułowanej „Określenie szybkości korozji tytanu metodą badań polaryzacyjnych”. Następnie podjęła studia doktoranckie na tym Wydziale, od 2006 kontynuowała realizację doktoratu jako starszy referent techniczny, a od 2007 jako asystent w Katedrze Chemii Fizycznej i Elektrochemii AGH. Doktorat, którego promotorem był Prof. Dr hab. inż. Krzysztof Fitzner, Habilitantka obroniła w 2008 w tejże Katedrze (tytuł rozprawy: „Określenie właściwości termodynamicznych ciekłych roztworów Ag-In-Sb i Ag-In-Sn metodą elektrochemiczną”). Od 2009 do dziś Habilitantka pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Fizykochemii i Metalurgii Metali Nieżelaznych AGH.

Prace doświadczalne stanowiące podstawę cyklu publikacji wykonała Autorka w laboratoriach macierzystej Katedry. W trakcie jej zatrudnienia Katedra poszerzyła swoje możliwości doświadczalne, przede wszystkim w obszarze wysokotemperaturowej kalorymetrii skaningowej (zakup aparatu MHTC96 firmy Setaram). Habilitantka zdobywała jednak również doświadczenie w trakcie krótkoterminowych staży w czołowych europejskich ośrodkach naukowych. Doświadczenia te związane były przede wszystkim z badaniami kalorymetrycznymi układów metali, których uczyła się na Università degli Studi di Genova (Prof. Gabriella Borzone), Université Henri Poincaré (Prof. Jean-Cloud Gachon) i Universität Wien (Prof. Herbert Ipser). Trzy z tych staży realizowano w ramach programu COST (bezołowiowe stopy lutownicze), w którym Habilitantka aktywnie uczestniczyła.

Praca w zespole naukowym na międzynarodowym poziomie, kierowanym przez Prof. Krzysztofa Fitznera, umożliwiła Habilitantce opanowanie i rozwijanie różnorodnych metod doświadczalnych, a także niezwykle ważnego narzędzia jakim jest w termodynamice równowag fazowych metodologia CALPHAD. Habilitantka współpracowała w zakresie wykorzystania tej metody interpretacji i wewnętrznej weryfikacji doświadczalnych funkcji termodynamicznych z dr Gierlatką, również po jego wyjeździe z Krakowa do zagranicznego ośrodka naukowego.

## **2. Ocena jednotematycznego cyklu publikacji stanowiącego istotny wkład Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej**

Cykl monotematycznych publikacji przedstawiony przez dr inż. Jendrzejczyk-Handzlik składa się z 10 pozycji, wszystkie one opublikowano w dobrych czasopismach o zasięgu



międzynarodowym z listy JCR. W przypadku 4 z tych pozycji Habilitantka jest jedyną Autorką, a w 4 czterech kolejnych – pierwszą z nich, przy czym jej deklarowany udział własny w tych pracach wynosi 45-80%. W pozostałych dwóch publikacjach, w których dr Jendrzejczyk-Handzlik jest drugą autorką, jej deklarowany wkład wyniósł 30 i 40%. Załączone deklaracje współautorów publikacji cyklu habilitacyjnego w pełni potwierdzają wkład Habilitantki.

Publikacje cyklu habilitacyjnego ukazały się w następujących czasopismach: Journal of Alloys and Comp. (3 prace), J. Chem. Thermodyn. (2) oraz po jednej w: J. Solid State Chem., J. Phase Eq. And Diff., Thermochim. Acta, CALPHAD oraz J. Mining and Metall. Wszystkie te czasopisma są uznanymi w świecie periodykami, popularnymi w gronie specjalistów z zakresu termodynamiki chemicznej i metalurgii o IF rzędu 1-3. **Taki IF w dyscyplinie reprezentowanej przez Habilitantkę stanowi solidny współczynnik oddziaływania, w zupełności adekwatny dla rozprawy habilitacyjnej.** Osiem z serii 10 prac opublikowano w latach 2014-2018 a pozostałe dwie w 2011. Sumaryczny IF dla tego cyklu prac wynosi 21,26, sumaryczna liczba cytowań wszystkich prac Autorki na dzień 14.05.2018 wynosi 102, a indeks Hirscha – 7. Taka statystyka dla prac, w większości opublikowanych w kilku ostatnich latach **świadczy o ich istotnym wkładzie w rozwój dyscypliny naukowej.**

Badania opisane w cyklu habilitacyjnym dotyczą właściwości termodynamicznych dwóch trójskładnikowych układów metali Ag-Cu-Ga i Ag-Au-Ga. Do pełnego opisu termodynamiki tych systemów stosowano metodę elektrochemii ogniwo ze stałym elektrolitem (EMF), kalorymetrii rozpuszczalnikowej oraz różnicowej analizy termicznej DTA/DSC. Wiodącą metodą badawczą stosowaną w cyklu badań przez Habilitantkę była metoda EMF, wymagająca unikalnej wiedzy i doświadczenia ze strony eksperymentatora. Uzyskanie właściwych wyników w pomiarach elektrochemicznych wymaga przede wszystkim zastosowania odpowiedniego elektrolitu, właściwej identyfikacji procesów elektrodowych oraz zapobiegania reakcjom ubocznym zachodzącym w skonstruowanym ogniwie. Otrzymane wartości cząstkowych i integralnych funkcji termodynamicznych uzupełniono licznymi wynikami analizy fazowej badanych stopów oraz chemicznego składu identyfikowanych faz metodami mikroskopii SEM oraz rentgenografii XRD. Współczesnym standardem termodynamicznego opisu układów trójskładnikowych jest metoda CALPHAD, która polega na wewnętrznej optymalizacji linii równowag fazowych, wartości funkcji termodynamicznych wszystkich składników układów, dwuskładnikowych układów tworzonych przez te składniki oraz wartości funkcji termodynamicznych fazy ciekłej, stałej,



a także wszystkich faz i związków międzymetalicznych tworzących się w układach podwójnych i potrójnych.

Publikacje Autorki tworzące cykl habilitacyjny zawierają dane dla trzech układów dwuskładnikowych zawierających gal (Ag-Ga, Cu-Ga, Au-Ga) oraz dwóch układów trójskładnikowych. Dane dla pozostałych dwóch układów dwuskładnikowych potrzebne do optymalizacji modelu termodynamicznego układów trójskładnikowych (Ag-Au i Ag-Cu) zaadaptowano z literatury po ich krytycznej analizie. Wszystkie wybrane do ostatecznego opisu wartości funkcji termodynamicznych wykazały bardzo dobrą wewnętrzną zgodność, co potwierdza prawidłowość ich wyznaczenia. Na uwagę zasługuje bardzo duża staranność, powtarzalność i dokładność otrzymanych w pracach wyników doświadczeń i wynikających z nich wartości funkcji termodynamicznych. Badane układy nie są układami prostymi, gdyż charakteryzują się występowaniem w fazach stałych wielu podwójnych i potrójnych faz międzymetalicznych. Optymalizacja termodynamiczna danych własnych oraz tych, wcześniej opublikowanych, przeprowadzona przez Autorkę metodą CALPHAD pozwoliła rozstrzygnąć kilka doniesień sprzecznych z nowo opracowanym modelem termodynamicznym. **Zastosowanie przez Habilitantkę tej metody do końcowego opisu badanych układów dwuskładnikowych i trójskładnikowych stanowi istotną, niezwykle wartościową klamrę spinającą otrzymane i publikowane na przestrzeni ośmiu lat rezultaty własnych badań termodynamicznych.**

Ciekawym wątkiem cyklu badań, leżącym, tylko pozornie, na uboczu głównego ich nurtu, jest publikacja opisująca termodynamikę tworzenia dwóch podwójnych faz tlenkowych w układzie Cu-Ga-O<sub>2</sub> (CuGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, CuGaO<sub>2</sub>). Otrzymane przez Autorkę dane termodynamiczne dla obu faz są pierwszymi w pełni wiarygodnymi w literaturze światowej, gdyż opublikowane wcześniej badania zawierają ewidentne błędy metodologiczne. Funkcje termodynamiczne tworzenia obu faz tlenkowych umożliwiło Autorce wykluczenie możliwości tworzenia się ich w warunkach eksperymentalnych stosowanych w pomiarach EMF (przede wszystkim ciśnienie cząstkowe O<sub>2</sub>), co wpłynęłoby istotnie na otrzymane wartości dla stopów zawierających Cu i Ga. To postępowanie potwierdza dbałość Habilitantki o spójność i dokładność wyznaczanych charakterystyk termodynamicznych badanych przez nią układów.

Chronologia dorobku publikacyjnego Autorki pokazuje jego szybką ewolucję po obronie rozprawy doktorskiej i szybkie zdefiniowanie obszaru przyszłej habilitacji ok. 2010 r. Publikacje Autorki spoza cyklu 10 prac stanowiących podstawę habilitacji zawierają rezultaty badań przeprowadzonych w trakcie doktoratu oraz innych badań prowadzonych w projektach zewnętrznych i zleconych przez przemysł. Koncentrację Habilitantki na cyklu publikacji



dedykowanych habilitacji widać szczególnie wyraźnie w latach 2014-2018, kiedy to tylko dwie spośród opublikowanych w tym czasie przez Autorkę 10 prac nie dotyczą tematyki związanej z termodynamiką układów Ag-Au-Ga i Ag-Cu-Ga. **Pokazuje to ponad wszelką wątpliwość, że cykl publikacji stanowiący osiągnięcie naukowe „Właściwości termodynamiczne i równowagi fazowe w układach z galem” można uznać za cykl jednotematyczny, przygotowywany intencjonalnie pod kątem przyszłej aplikacji habilitacyjnej oraz, że stanowi on znaczny wkład Autorki w rozwój określonej dyscypliny naukowej, czyli metalurgii.**

Do najważniejszych – moim zdaniem - wyników cyklu publikacji Autorki należy zaliczyć:

- systematyczne wyznaczenie, metodą EMF, aktywności Ga w trzech dwuskładnikowych i dwóch trójskładnikowych układach metali w fazach stałych i ciekłych; dane dla układów dwuskładnikowych zweryfikowały częściowo sprzeczne dane opublikowane wcześniej przez innych autorów, aktywności wyznaczone dla dwóch układów trójskładnikowych są jedynymi dostępnymi w światowej literaturze,
- systematyczne wyznaczenie, metodą kalorymetrii, integralnych entalpii mieszania dla ciekłych faz dwóch stopów dwuskładnikowych i dwóch trójskładnikowych układów metalicznych; dane dla obu stopów trójskładnikowych są jedynymi dostępnymi w światowej literaturze,
- wyznaczenie, metodą DTA, brakujących w literaturze linii równowag fazowych w układzie Ag-Cu-Ga oraz określenie, metodą mikroskopii SEM oraz XRD, składu fazowego w obu układach trójskładnikowych (dane dla układu Ag-Au-Ga są jedynymi w światowej literaturze),
- opisanie, metodami CALPHAD, zbadanych dwuskładnikowych i trójskładnikowych układów metali i optymalizacja wartości funkcji termodynamicznych wszystkich faz wyznaczonych w badaniach Autorki oraz opublikowanych wcześniej przez innych autorów.

### **3. Ocena pozostałej aktywności naukowo-badawczej Habilitantki**

W załączonym autoreferacie Autorka deklaruje w całym swoim dorobku naukowym 22 prace z listy JCR, z czego 19 zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Łączny IF tych publikacji wynosi 37,4 (z czego 21,26 dotyczy cyklu 10 publikacji zadeklarowanych do przewodu habilitacyjnego). Ponadto Habilitantka jest współautorem trzech prac w wydawnictwach spoza listy JCR, przy czym dwie z nich mają duże znaczenie dla środowiska

specjalistów metalurgii i termodynamiki chemicznej. Mam tu na myśli publikacje II E2 i II E3, w których Autorka, odpowiednio, opisała zastosowania metody EMF do badań termodynamicznych oraz rezultaty badań programu UE COST dot. nowych materiałów lutowniczych nie zawierających ołowiu.

W trakcie kariery naukowej w AGH Habilitantka brała udział w 2 międzynarodowych i 8 krajowych projektach naukowych, w trzech z nich jako kierownik projektu a w siedmiu jako główny wykonawca. Wśród zrealizowanych przez Autorkę projektów znajdują się projekty NCBR w ramach INNOTECH oraz GEKON dotyczące metod odzysku metali ze złomu elektronicznego oraz projekt w ramach programu Iuventus Plus MNiSzW, którym osobiście kierowała. Habilitantka była ponadto kierownikiem trzech projektów zrealizowanych dla przemysłu, w których badała morfologię, skład fazowy oraz skład poszczególnych faz w próbkach lutów przemysłowych oraz żużli przemysłowych. Pokazuje to z jednej strony jej gotowość do włączania się w aktualne zagadnienia technologiczne a z drugiej umiejętność sięgania po zewnętrzne źródła finansowania wykorzystując rdzenne kompetencje własne i zespołu, z którym współpracuje. Habilitantka regularnie uczestniczy w realizacji badań statutowych swojego Wydziału jako kierownik podzadań takich projektów (11 projektów w ciągu 11 lat). W dorobku naukowym Habilitantki jest też 11 wystąpień na międzynarodowych konferencjach naukowych oraz nagroda Rektora AGH I stopnia za cykl publikacji naukowych. Habilitantka należy do dwóch międzynarodowych towarzystw naukowych (TMS i APDTC). Była również, już jako młody naukowiec, recenzentką kilkunastu artykułów naukowych w międzynarodowych czasopismach naukowych (m.in. J. Alloys Comp., Thermochem. Acta, J. Phys. Chem. Sol.).

#### **4. Ocena aktywności dydaktycznych, popularyzatorskich i organizacyjnych Habilitantki**

Dr inż. Dominika Jendrzeczyk-Handzlik posiada udokumentowany, znaczący dorobek dydaktyczny i popularyzatorski. W latach 2004 – 2018 realizowała bardzo różnorodne zajęcia dydaktyczne obejmujące zarówno zajęcia podstawowe z obszaru chemii ogólnej i chemii fizycznej, jak również zajęcia laboratoryjne i audytoryjne ze specjalności procesy metalurgiczne, chemia metali oraz równowagi fazowe. W ostatnim okresie prowadziła też własny wykład specjalistyczny „Obróbka cieplno-chemiczna materiałów metalicznych”. Na uwagę zasługuje przygotowanie i prowadzenie przez nią kilku zajęć komputerowych dotyczących chemii metali, równowag fazowych a także projektowania AutoCad i wspomagania rozwiązań w nauce i technice metodami MatLab. **Pokazuje to, jak**





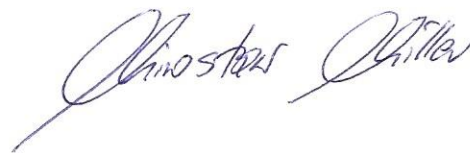
**Habilitantka efektywnie, wręcz wzorowo przekazuje studentom własną, aktualną wiedzę naukowo-badawczą w procesie dydaktycznym.** Była ona również promotorem pięciu prac inżynierskich oraz pięciu prac magisterskich na macierzystym Wydziale. O jej dojrzałości jako opiekuna młodego pokolenia badaczy świadczy ponadto opiekuństwo pomocnicze w przewodzie doktorskim dot. równowag fazowych w materiałach termoelektrycznych Ag-Bi-Te otwartym w 2016 na Wydziale Metali Nieżelaznych. Habilitantka brała również udział w organizowanej w Krakowie „Nocy Naukowców” prezentując wykład popularyzatorski dla młodzieży szkolnej. Udziela się ona ponadto organizacyjnie na Wydziale pracując od kilku lat w Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej (od 2017 jest z-cą Przewodniczącą tej Komisji) oraz opiekując się Laboratorium Badań Wysokotemperaturowych.

## **5. Wniosek końcowy**

Oceniając bardzo pozytywnie całokształt dokonań dr inż. Dominiki Jendrzejczyk-Handzlik, w tym jej osiągnięcia naukowego w postaci jednotematycznego cyklu publikacji „Właściwości termodynamiczne i równowagi fazowe w układach z galem”, pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego, w zakresie popularyzacji nauki oraz współpracy międzynarodowej stwierdzam, że **Habilitantka po doktoracie w znaczącym stopniu rozwinęła swoją aktywność naukową, co znalazło wyraz w licznych, unikalnych w Polsce, trudnych pracach eksperymentalnych w obszarze badań termodynamiki stopów metali, w tym o znaczeniu praktycznym w metalurgii.** Habilitantka ma znaczący dorobek udokumentowany dobrymi publikacjami naukowymi w czasopismach o światowym obiegu, czynnym udziałem w wielu krajowych oraz zagranicznych konferencjach naukowych, aktywnym udziałem w projektach międzynarodowych i innych projektach badawczych (w tym w ramach Programu UE COST) realizowanych przez macierzystą Katedrę Habilitantki w kooperacji z licznymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Na szczególne podkreślenie zasługuje przeprowadzenie długotrwałych i bardzo trudnych doświadczeń z wykorzystaniem różnorodnych metod i technik badawczych. **Uzyskane wyniki charakteryzują się rzadko spotykaną dokładnością i powtarzalnością, a uzyskane wartości funkcji termodynamicznych zostały zweryfikowane pod względem wewnętrznej spójności przez zastosowanie metod obliczeniowych CALPHAD.** **Oryginalne i metodyczne dokonania Habilitantki zawarte są w przedłożonych 10 publikacjach stanowiących bardzo wartościowy i znaczący wkład w rozwój metalurgii i termodynamiki chemicznej a także elektrochemii i kalorymetrii.**



Dr inż. Dominika Jendrzeczyk-Handzlik posiadała i rozwinęła po uzyskaniu stopnia doktora nauk dużą zdolność do łączenia wysokiej jakości badań eksperymentalnych z metodami modelowania termodynamicznego. W podsumowaniu chciałbym stwierdzić, iż **dr inż. Dominika Jendrzeczyk-Handzlik spełnia wymagania Ustawy o stopniach i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi uzupełnieniami, stawiane kandydatom w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej metalurgia, w dziedzinie nauk technicznych, co uzasadnia nadanie jej stopnia naukowego doktora habilitowanego.**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Piotr Stękała". The signature is written in a cursive style with a large initial 'P'.