

Warszawa, 12 01 2023 r.

Prof. dr hab. Jan Parafiniuk  
Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrologii  
Wydział Geologii  
Uniwersytet Warszawski

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej Pana dr. Dominika Zawadzkiego w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku**

Recenzja została sporządzona na podstawie uchwały nr 27/2022 Rady Naukowej Instytutu Nauk o Morzu i Środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego z dnia 3 listopada 2022 r. Podstawą oceny były otrzymane materiały i dokumenty, przygotowane przez Habilitanta.

**Sylwetka naukowa Habilitanta**

Pan Dominik Zawadzki (rocznik 1981) jest absolwentem Uniwersytetu Szczecińskiego. W 2006 r. ukończył studia na Wydziale Nauk Przyrodniczych tej uczelni i uzyskał dyplom magistra geografii ze specjalnością geologia i geomorfologia. Jego praca magisterska nosiła tytuł „Litofacje osadów holocenijskich i paleogeografia ujściowego odcinka Doliny dolnej Regi” i została wykonana pod kierunkiem prof. dr hab. Ryszarda K. Borówki. Po studiach został zatrudniony na stanowisku asystenta na swojej macierzystej uczelni, na Wydziale Nauk Przyrodniczych, który w 2008 r. zmienił nazwę na Wydział Nauk o Ziemi. W latach 2010-2013 uczestniczył w prowadzonym na swoim Wydziale międzynarodowym projekcie „Action for the Reinforcement of the Transitional Waters’ Environmental Integrity”. Był także zatrudniony w latach 2013-2015 w projekcie badawczym NCN „Rozpoznanie zależności koncentracji pierwiastków ziem rzadkich i wybranych metali w mułach ilastych krzemionkowych basenu abysalnego NE Pacyfiku (strefa rozłamowa Clarion-Cliperton)” realizowanym na Uniwersytecie Szczecińskim. W tym czasie na pół etatu był również zatrudniony na stanowisku wykładowcy. Stopień doktora nauk o Ziemi w dyscyplinie oceanologia uzyskał w 2015 r. na Wydziale Nauk o Ziemi Uniwersytetu Szczecińskiego na podstawie rozprawy „Środowiskowe uwarunkowania koncentracji metali

w tlenkowych skupieniach Fe-Mn oraz towarzyszących osadach eupelagicznych Pacyfiku”, wykonanej pod kierunkiem prof. dr. hab. Ryszarda A. Kotlińskiego. Po doktoracie, w latach 2015-2016, był kierownikiem Muzeum Geologicznego Uniwersytetu Szczecińskiego. Obecnie pracuje na stanowisku adiunkta w Instytucie Nauk o Morzu i Środowisku Wydziału Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Szczecińskiego.

### **Ocena osiągnięcia naukowego**

Dr Dominik Zawadzki swoje osiągnięcie naukowe, przedstawione jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, zacytował: „Charakterystyka mineralogiczno-geochemiczna naskorupień kobaltonośnych Grzbietów Dirck Hartog (Ocean Indyjski) oraz Cocos-Nazca (Pacyfik)”. Składa się na nie zestaw 3 powiązanych tematycznie publikacji naukowych:

1. Zawadzki D., Maciąg Ł., Kotliński R. A., Kozub-Budzyń Gabriela A., Piestrzyński A., Wróbel A., 2018: Geochemistry of cobalt-rich ferromanganese crusts from the Perth Abyssal Plain (E Indian Ocean). *Ore Geology Reviews*, vol. 101, pp 520-531.
2. Maciąg Ł., Zawadzki D., Kotliński R. A., Kozub-Budzyń Gabriela A., Piestrzyński A., Wróbel A., 2019: Mineralogy of Cobalt-Rich Ferromanganese Crusts from the Perth Abyssal Plain (E Indian Ocean). *Minerals* 9(2), 84.
3. Zawadzki D., Maciąg Ł., Blasco I., González F.J., Wernette B., Marino E., Kozub-Budzyń G.A., Piestrzyński A., Wróbel R.J., McCartney, K., 2022: Geochemistry and Mineralogy of Ferromanganese Crusts from the Western Cocos-Nazca Spreading Centre, Pacific. *Minerals*, 12(5), 538.

Wszystkie te publikacje ukazały się w recenzowanych i indeksowanych czasopismach międzynarodowego obiegu informacji naukowych, które znalazły się na ministerialnej liście A. Pierwsze z nich otrzymało 140 punktów ministerialnych, pozostałe po 100 punktów, a ich sumaryczny Impact factor wynosi ok. 10, co dobrze świadczy o ich naukowej renomie.

Wszystkie publikacje zestawu są wieloautorskie, co jest typową cechą współczesnych przyrodniczych badań naukowych. Dwie pierwsze to efekt pracy zespołu 6 autorów, natomiast w trzeciej do znacznej części tego zespołu zostało dołączonych 5 badaczy pracujących w zagranicznych ośrodkach naukowych. Wkład Habilitanta w powstanie wszystkich tych prac jest dobrze określony i bez wątpienia znaczący, a w wielu aspektach nawet wiodący. Świadczy o tym także fakt, że w dwu z nich jest on pierwszym autorem. Jego wkład w powstanie publikacji obejmował opracowanie koncepcji badań i zdefiniowanie

hipotezy badawczej, wykonanie części badań eksperymentalnych, opracowanie ich wyników, zredagowanie prac, a nawet pozyskanie środków finansowych na ich realizację.

W pierwszej pracy zestawu „Geochemistry of cobalt-rich ferromanganese crusts from the Perth Abyssal Plain (E Indian Ocean)” zostały przedstawione wyniki badań geochemicznych praktycznie nieznanych dotąd żelazisto-manganowych naskorupień pochodzących z Grzbietu Dirk Hartog na abysalnej równi Perth zlokalizowanej w południowo-wschodniej części Oceanu Indyjskiego. Chociaż do analiz był dostępny tylko zestaw 6 próbek tych naskorupień, zostały one poddane kompleksowym analizom geochemicznym z zastosowaniem szeroko współcześnie stosowanych metod: ICP-MS, XRF i mikrosondy elektronowej i przyniosły najlepsze jak dotąd rozpoznanie ich chemizmu. Głównymi składnikami badanych naskorupień są Fe (od 11,4 do 25,3% wag.) i Mn (od 12,9 do 23,1% wag.), średnio odpowiednio 20,8 i 18,4% wag. Odpowiada to średniemu stosunkowi Mn/Fe równemu 0,9. Utwory te mają znaczny potencjał metalogeniczny, gdyż zawierają od 0,62 do 0,76% wag. (średnio 0,69% wag.) sumy Cu + Ni + Co. Warto podkreślić, że najwięcej jest w nich kobaltu (średnio 0,31% wag.) i sporo niklu (średnio 0,12% wag.), co czyni je interesującym potencjalnym źródłem tych poszukiwanych obecnie metali. Praca zawiera wartościowe porównanie składu chemicznego badanych naskorupień żelazisto-manganowych z dostępnymi w literaturze danymi dla podobnych utworów znanych z innych obszarów Oceanu Światowego. Z uznaniem trzeba stwierdzić, że autorzy w pracy nie ograniczyli się tylko do geochemicznej charakterystyki badanych naskorupień, ale wykorzystali dane geochemiczne do odtworzenia warunków ich powstawania. Trafnie zauważają, że do odróżnienia genezy hydrogeniczej od hydrotermalnej tych utworów nie zawsze wystarcza analiza zawartości metali ciężkich i ich wzajemnych korelacji. Autorzy wykazali, że dobrym narzędziem jest tutaj analiza zawartości pierwiastków ziem rzadkich. Wykonane diagramy dyskryminacyjne, wyraźna pozytywna anomalia cerowa, negatywna anomalia itrowa i niski stosunek itru do holmu pozwoliły im zaklasyfikować badane naskorupienia jako hydrogeniczne. Tym niemniej dokładniejsze obserwacje wewnętrznej budowy naskorupień i znalezione różnice w ich składzie chemicznym były podstawą wyróżnienia w nich dwóch typów kolomorficznnych lamin, z których część miała cechy wskazujące na ich bardziej hydrotermalną genezę. Dane geochemiczne zostały także wykorzystane do zmierzenia tempa przyrostu badanych naskorupień na dnie oceanu, określonych na około 4 mm na milion lat, co pozwala oszacować ich wiek na nieco ponad 14 mln lat.

Drugą pracę zestawu habilitacyjnego “Mineralogy of Cobalt-Rich Ferromanganese Crusts from the Perth Abyssal Plain (E Indian Ocean)” można traktować jako kontynuację pierwszej, gdyż dotyczy badań składu mineralnego tych samych naskorupień. Zastosowano tutaj szeroki wachlarz metod stosowanych w mineralogii, wśród których recenzentowi zabrakło chyba tylko metod spektroskopii w podczerwieni, a zwłaszcza szeroko stosowanej obecnie do identyfikacji faz mineralnych spektroskopii ramanowskiej, która mogłaby stanowić cenne uzupełnienie badań składu fazowego. Warto zauważyć, że analizowane naskorupienia ze względu na słabą krystaliczność są trudnym obiektem do badań mineralogicznych, tym niemniej zastosowana metoda PXRD w połączeniu z określeniem składu chemicznego minerałów pozwoliła na ich wiarygodną identyfikację fazową. Głównymi fazami mineralnymi badanych naskorupień były wiernadyt i asbolan jako minerały manganowe oraz feroksyhit i ferrihydryt jako minerały żelazowe. Znaleziono także szereg minerałów akcesorycznych: hydroksylapatyt, zeolity (phillipsyt /klinoptilolit, chabazyt i heulandyt) oraz krzemiany warstwowe (nontronit, glaukonit i seladonit). Recenzent jako mineralog nie może nie zauważyć kilku potknięć przy ich prezentacji. Obciążają one nie tylko autorów (Habilitant nie jest przecież mineralogiem), ale powinny być skorygowane przez kompetentnych recenzentów artykułu. Na podstawie załączonych analiz chemicznych można stwierdzić, że analizowany materiał zawiera phillipsyt-K (nie phillipsyt-Na jak podano np. w abstrakcie), chabazyt-Na i heulandyt/klinoptilolit-Ca. Zgodnie z wymogami IMA nazwy minerałów z grupy zeolitów, które wykazują zmienność kationów wymiennych, muszą być pisane z podaniem symbolu dominującego kationu na końcu (nie na początku). Nazwy bez tych symboli oznaczają obecnie całe szeregi, a więc wszystkie phillipsyty, chabazyty itp. Nazwy phillipsyt nie można spolszczać, jak to uczyniono w autoreferacie, gdyż pochodzi ona od nazwiska Williama Phillipsa, a w takich przypadkach musimy zachować jej oryginalny rdzeń. Wątpliwości budzą także niektóre określenia krzemianów warstwowych (minerałów ilastych) stwierdzonych w badanych naskorupieniach. Fe-chloryt to, jak pokazuje jego skład chemiczny, niewątpliwie chamosyt. Określenie Fe-smektyt jest niefortunne (żelazistym smektytem jest także nontronit). Nieprzekonywująca jest także identyfikacja saponitu. Jako dominujący minerał fosforanowy stwierdzono hydroksylapatyt (nie hydroksyapatyt) lub węglanowy fluorapatyt. Przy ich nazwach nie ma potrzeby dodawać przedrostka Ca. Wartościowe i przydatne do genetycznych rozważań są analizy pierwiastków śladowych w badanych minerałach. Również analizy derywatograficzne, choć dla złożonych mieszanin minerałów mało przydatne jako narzędzie do ich identyfikacji, są cennym uzupełnieniem ich charakterystyki. Na podstawie badań mineralogicznych i geochemicznych autorzy

zapropowali przekonujący model genezy badanych naskorupień. Ich powstanie wiąże z uruchomieniem we wczesnym miocenie procesów fosfatacji bazaltów dna oceanicznego, a następnie w środkowym miocenie na skutek większego natlenienia wód oceanicznych powolnego formowania się naskorupień przez wytrącanie z wody oceanicznej.

Także manganowo-żelazistych naskorupień, ale pochodzących z odległego geograficznie rejonu Grzbietu Cocos-Nazca na Pacyfiku, dotyczy trzecia praca zestawu habilitacyjnego. Materiały do niej Habilitant zebrał w czasie rejsu na amerykańskim statku badawczym RV Sally Ride prowadzącym badania aktywnej strefy ryftowej między mikroplątami Cocos i Nazca w rejonie archipelagu Galapagos. Uzyskane w trakcie dragowania dna oceanu próbki zostały poddane podobnym jak poprzednio badaniom mineralogiczno-geochemicznym. Wyniki tych badań z jednej strony przynosiły nowe dane dla tych mało jeszcze rozpoznanych utworów z wschodniego Pacyfiku, ale także pozwoliły na porównanie chemizmu oraz genezy naskorupień Mn-Fe z poprzednio badanymi z Oceanu Indyjskiego. Naskorupienia z Grzbietu Cocos-Nazca odznaczały się niewielką miąższością i słabszym stopniem zlitfikowania. Są one utworzone głównie z zawierającego sól birnessytu, któremu towarzyszy todorokit, wiernadyt i asbolan. W ich składzie chemicznym przeważa mangan (średnio 26,6% wag.) nad żelazem (średnio 16,5% wag.). Naskorupienia te odznaczały się niską zawartością poszukiwanych metali ciężkich, gdyż zawierają średnio 0,27% wag sumy Cu, Co i Ni (0,17% Ni, 0,08% Cu i tylko 0,02% Co), co świadczy, że nie są one nawet perspektywnie ekonomiczne. Koncentracje tych metali znaleziono w birnessycie, natomiast todorokit i wiernadyt są w nie zubożone. W oparciu o dane geochemiczne, w tym analizy zawartości pierwiastków ziem rzadkich, określono ich genezę jako mieszaną – po części hydrogeniczną, po części hydrotermalną, z widocznym także wpływem procesów diagenetycznych. Wyniki analiz geochemicznych posłużyły także do oszacowania wieku badanych naskorupień i tempa ich przyrostu. Okazały się one stosunkowo młodymi, gdyż wiek najstarszych z nich oszacowano na 86 000 lat, a najmłodszych na zaledwie 9 000 lat. Relatywnie szybkie było tempo ich przyrostu, oszacowane na ok. 0,66 mm na tysiąc lat, co jest wartością wskazującą raczej na hydrotermalne pochodzenie.

Wszystkie te prace wniosły istotny wkład w poznanie składu chemicznego i mineralnego występujących na dnie oceanów naskorupień żelazowo-manganowych, traktowanych obok konkrecji o podobnym składzie, jako potencjalne źródło deficytowych metali w przyszłości. Przedmiotem badań były wystąpienia tych naskorupień na obszarach dotąd nierozpoznanych (Grzbiet Dirck Hartog na Oceanie Indyjskim) lub jeszcze słabo zbadanych (region Galapagos na Pacyfiku), co ma znaczenie w skali światowej. Wartościowe

naukowo są także zawarte w tych pracach rozważania nad genezą badanych naskorupień oraz próby oszacowania ich wieku i tempa przyrostu.

### **Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**

Ustawowe kryteria, jakie muszą spełniać kandydaci do uzyskania stopnia doktora habilitowanego wymagają, aby ich aktywność naukowa była realizowana także poza macierzystym ośrodkiem, najlepiej poza granicami kraju i z tego punktu widzenia osiągnięcia Habilitanta prezentują się bardzo solidnie. Ze względu na swoją specyfikę, badań oceanograficznych w specjalności Habilitanta praktycznie nie można prowadzić bez szerokiej współpracy międzynarodowej i Habilitant musiał wykazać się taką współpracą. Przyniosło to również o efekty w postaci wspólnych publikacji. Jest osobą rozpoznawalną w swojej specjalności, o czym świadczy zaproszenie do udziału w rejsie naukowym zorganizowanym przez Duke University (USA). Współpracuje także ze specjalistami z Hiszpańskiej Służby Geologicznej, University of Marine at Presque Isle w USA, Uniwersytetów w Greifswaldzie i Bremie (Niemcy). Jest aktywnym współpracownikiem Organizacji Interoceanmetal (IOM), w ramach której prowadził kursy IOM Training Programme i wykonywał badania naukowe. Brał udział w realizacji międzynarodowego projektu ARTWEI skupiającego specjalistów z Niemiec, Litwy, Szwecji, Rosji i Polski. Aktualnie uczestniczy w realizacji międzynarodowego projektu „DeepBlue” i zespołem ekspertów z Niemiec, Austrii i Japonii bada głębokomorskie wulkany błotne w okolicach Rowu Mariańskiego. Wyniki swoich badań prezer: tował na ponad 20 krajowych i międzynarodowych sympozjach i konferencjach naukowych.

### **Pozostałe osiągnięcia naukowe, działalność dydaktyczna i organizacyjna**

Poza pracami przedstawionymi jako osiągnięcie habilitacyjne dr Dominik Zawadzki opublikował 19 prac naukowych, z których 7 powstało po uzyskaniu stopnia doktora. Osiem z nich zostało opublikowanych w indeksowanych czasopismach takich jak Geochemistry, Geophysics, Geosystems; Minerals i Przegląd Geologiczny. Dotyczą one generalnie problematyki zbliżonej do podejmowanej w osiągnięciu habilitacyjnym. Kilka z nich jest poświęcona polimetalicznym Mn-Fe koncentracjom i naskorupieniom ze strefy Clarion-Clipperton na Pacyfiku, do których nasz kraj ma koncesyjny dostęp. Habilitant zajmował się

także eupelagicznymi osadami z tej strefy, które analizował pod kątem ich granulometrii, składu mineralnego, chemicznego oraz możliwości wykorzystania geochemii pierwiastków ziem rzadkich do określenia ich genezy. Interesował się również określeniem potencjału generowania węglowodorów w trakcie diagenety tych osadów. Część publikacyjnego dorobku Habilitanta dotyczy turystyki i rekreacji, ale problematyka ta wykracza poza dziedzinę nauk przyrodniczych i nie będzie tu analizowana. Pod względem naukowym opublikowany dorobek Habilitanta prezentuje się jeszcze stosunkowo skromnie. Sumaryczny Impact Factor czasopism z jego publikacjami wynosi 16,663, a suma ministerialnej punktacji 628. W bazie Web of Science znajduje się jego 8 prac, które były cytowane 35 razy (30 bez autocytowań). W bazie Scopus dla 12 publikacji znaleziono 69 cytowań (54 bez autocytowań), a w bazie Google Scholar, w której znalazło się 25 publikacji liczba cytowań wynosi 100. Przekłada się to na indeks Hirscha 3 w bazie Web of Science i 6 w pozostałych bazach. Ze względu na wysoką naukową wartość, zwłaszcza ostatnich publikacji, wskaźniki te w najbliższych latach powinny jednak szybko wzrastać.

Jako nauczyciel akademicki Habilitant prowadził lub prowadzi bardzo szeroki zestaw zajęć dydaktycznych na swojej uczelni. Są to wykłady, ćwiczenia, zajęcia laboratoryjne i terenowe z geologii dynamicznej i historycznej, oceanografii, geografii fizycznej, a wcześniej kiedy na jego Wydziale kształcono studentów na kierunku turystyka i rekreacja, także i z tego zakresu. Prowadził również zajęcia w języku angielskim dla studentów programu Erasmus. Był promotorem 27 prac licencjackich na Uniwersytecie Szczecińskim. Do jego osiągnięć organizacyjnych należy zaliczyć kierowanie Muzeum Geologicznym na uczelni, udział w pracach zespołu do spraw jakości i programów kształcenia i Radzie Naukowej Instytutu Nauk o Morzu i Środowisku. Wykazuje się również dużą aktywnością w działalności na polu popularyzacji nauki na swojej uczelni i poza nią.

### **Wniosek końcowy**

W podsumowaniu stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr. Dominika Zawadzkiego, na które składa się zestaw 3 powiązanych tematycznie artykułów naukowych, spełnia wymagania określone w Ustawie o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. W sposób istotny poszerza ono wiedzę i wnosi znaczący wkład w rozwój reprezentowanej przez Habilitanta specjalności naukowej. W mojej opinii recenzowane osiągnięcie naukowe kwalifikuje do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauk o Ziemi i środowisku. Dr Dominik Zawadzki w

wystarczającym stopniu spełnia także wszystkie pozostałe kryteria uwzględniane w postępowaniu habilitacyjnym. Wyrażam zatem pozytywną opinię w sprawie nadania mu stopnia doktora habilitowanego i wnioskuję o podjęcie dalszego postępowania habilitacyjnego.

*Jan Paulina*