

Prof. dr hab. inż. Teresa Grabowska  
Profesor emerytowany  
Akademia Górniczo - Hutnicza  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Katedra Geofizyki  
Kraków, al. Mickiewicza 30

Kraków, dn. 28. 08. 2018 r.

## **R E C E N Z J A**

pracy doktorskiej mgr Magdaleny Gwizdały pt. **„Zastosowanie własności magnetycznych osadów glacialno – morskich do jakościowej analizy egzaracji lodowca Werenskiolda (SW część Ziemi Wedela Jarlsberga, Spitsbergen)”**.

### **Uwagi wstępne**

Praca poświęcona jest badaniom procesów towarzyszących topnieniu lodowca, które jest wynikiem postępującego globalnego ocieplenia. Przeprowadzone przez Doktorantkę badania obejmują zagadnienia związane z transportem, segregacją i depozycją materiału powstającego w wyniku erozji glacialnej i wytapiania go z lodowca. W badaniach Autorka w szerokim zakresie wykorzystuje metody magnetyczne do analizy osadów klastycznych znajdujących się na przedpolu lodowca Werenskiolda a także na obszarze płytkiej zatoki Morza Grenlandzkiego jaką jest Zatoka Nottingham.

Praca liczy 71 stron maszynopisu i składa się z dziewięciu rozdziałów, zawierających wyniki badań terenowych i laboratoryjnych, dokumentowanych 35 rycinami i 7 tabelami oraz dwoma załącznikami. Dołączony do pracy trzynastostronicowy spis literatury liczy 149 pozycji naukowych z zakresu badań klimatologicznych, środowiskowych, prowadzonych przez polskich i zagranicznych badaczy.

### **Analiza pracy**

Kolejne rozdziały pracy doktorskiej poświęcone są opisowi i wynikom przeprowadzonych na pobranych próbkach badań laboratoryjnych, obejmujących obok własności magnetycznych, analizę granulometryczną, ocenę zawartości materii organicznej i szeroko potraktowane analizy mineralogiczne.

Praca zakończona jest rozdziałem podsumowującym wyniki badań i wnioskami.

Po rozdziale pierwszym, w którym określony został cel pracy i zakres zadań badawczych, Autorka w rozdziale drugim wyczerpująco charakteryzuje rejon badań znajdujący się w południowo – zachodniej części Spitsbergenu. Na mapach Norweskiego Instytutu Polarnego przedstawia lokalizację obszaru badań oraz rozległy obszar zlewni lodowca. Zwraca uwagę na to, że lodowiec znajduje się na granicy trzech tektonicznych bloków, uformowanych podczas orogenezy kaledońskiej i zbudowanych ze skał starszych od dewonu.

Wiele uwagi Autorka poświęca opisowi geomorfologii obszaru a w tym morfologii lodowca (jęzory północny i południowy) i związanym z nim strumieniom proglacjalnym a także spowodowanym działalnością lodowca morenom.

Osobny podrozdział poświęcony jest opisowi Zatoki Nottingham i Delcie Nottinghambukta, znajdujących się w strefie pośredniej między środowiskiem glacyjfluwialnym i morskim.

W rozdziale drugim Autorka przedstawia warunki klimatyczne oraz hydrologiczne i hydrodynamiczne obszaru badań.

Rozdział trzeci poświęcony jest podstawowym pojęciom z zakresu nauki o magnetyzmie takich jak moment magnetyczny, namagnesowanie, podatność magnetyczna, której wartości określają przynależność np. skał lub minerałów do diamagnetyków, paramagnetyków czy ferromagnetyków. Na podstawie danych literaturowych omawia zjawisko ferromagnetyzmu skupiając się m.in. na pętli histerezy i jej parametrach.

Osobny podrozdział (3.1) pracy poświęcony jest magnetyzmowi środowiska. Autorka podkreśla w nim związki między własnościami magnetycznymi skał i minerałów a procesami zachodzącymi w środowisku, do których zalicza zmiany klimatu, czy skażenie środowiska .

W rozdziale czwartym prezentuje wyniki badań laboratoryjnych próbek osadów powierzchniowych pobranych w trzech kolejnych latach 2015 – 2017. Pochodziły one z dna Zatoki Nottingham (11 próbek), dwóch głównych strumieni proglacjalnych (30 próbek), Lodowca Werenskiolda i rzeki glacialnej

(7 próbek), a także rejonów rzecznych (17 próbek). Kolekcję wzbogacono próbkami skał (13 próbek) pobranych z dwóch stron lodowca.

W celach badawczych pobrano również 23 próbki wody powierzchniowej z zatoki i strumieni proglacjalnych.

Miejsca poboru próbek zostały przedstawione na załączonych w pracy mapach.

Badania laboratoryjne wysuszonych próbek skoncentrowały się na wyznaczeniu parametrów magnetycznych i granulometrycznej analizie pozyskanych osadów. Autorka skupiła się na wyznaczeniu parametrów magnetycznych ważnych dla badań środowiskowych. Były nimi masowa podatność magnetyczna, podatność magnetyczna bezhisterezowa, parametry pętli histerezy, izotermiczna pozostałość magnetyczna, a także analizy termomagnetyczne próbek.

Zgromadzony materiał poddano również badaniom granulometrycznym (analiza sitowa i analiza pipetowa) stosując przy ich opracowywaniu elementy statystyki matematycznej. Tą drogą Autorka uzyskała informacje o przeciętnej wielkości ziaren, medianie rozkładu, odchyleniu standardowym informującym o stopniu wysortowania osadu, skośności i spłaszczeniu.

Obok badań granulometrycznych określano również zawartość materii organicznej w próbkach (LOI)(loss on ignition).

W celu poznania składu mineralnego próbek poddano je badaniom przy użyciu dyfrakcji rentgenowskiej i mikroskopii skaningowej sprzężonej z spektroskopią dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego.

W rozdziale piątym Autorka przedstawiła wyniki przeprowadzonych badań, których celem było poznanie źródła osadów transportowanych przez strumienie glacialne. Realizując to zadanie dokonała makroskopowego opisu 13. próbek skał, pobranych z wychodni skał budujących otaczające lodowiec masywy górskie, przeprowadzając równocześnie badania magnetyczne tych próbek.

Pozwoliło to Autorce na rozpoznanie składu mineralnego skał znajdujących się w sąsiedztwie lodowca zarówno od strony północnej jak i południowej i składających się głównie z paramagnetycznych łupków łuszczkowych.

Dodatkowo pozyskane od północnej strony lodowca próbki reprezentują wapień, diamagnetyczne kwarc i kalcyt i charakteryzujące się nieco wyższymi podatnościami skał felzyczną, łupki serycytowe i fyllity.

W odróżnieniu od skał północnej strony lodowca wyższe podatności posiadają próbki pobrane ze skał południowego masywu górskiego. Są to łupki serycytowo-chlorytowe, fyllity oraz charakteryzujące się podwyższoną podatnością skały felzyczne. Poddane badaniom termomagnetycznym próbki tych skał wykazały obecność magnetytu lub maghemitu, tytanomagnetytu i hematytu.

W rozdziale szóstym Autorka przedstawia właściwości wody powierzchniowej głównych strumieni proglacjalnych lodowca i Zatoki Nottingham. Przeprowadzone badania koncentracji zawiesiny w próbkach wody wykazały, że największą ilością zawiesiny charakteryzuje się woda strumienia północnego. W strumieniu południowym koncentracja zawiesiny jest o rząd wielkości niższa, natomiast jej podatność magnetyczna osiąga najwyższe wartości.

W bardzo rozbudowanym rozdziale siódmym, składającym się z czterech podrozdziałów Autorka przedstawia wyniki badań osadów glacialno-morskich.

W kolejnych podrozdziałach prezentuje skład mineralny poszczególnych próbek wraz z procentową zawartością minerałów, określone metodą dyfrakcji rentgenowskiej.

Analizując wyniki badań próbek osadów przeprowadzonych z wykorzystaniem elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM) sprzężonego z przystawką analityczną EDS Autorka stwierdza podobieństwo składu chemicznego większości próbek. W próbkach dominują minerały para- i diamagnetyczne. Pojawiają się również tlenki i wodorotlenki żelaza formie wtórnej i pojedyncze detrytyczne ziarna magnetytu, pirytu o różnym stopniu utlenienia, monokryształy piroksenu i amfibole. Morfologia ziaren w próbkach jest zróżnicowana przy dominacji ziaren ostrokrawędzistych.

Dużo uwagi Autorka poświęca badaniom rozkładu uziarnienia, określając na podstawie procentowej zawartości trzech głównych frakcji (żwir, piasek, muł) typy osadów. Przedstawione na diagramie trójkątnym wg klasyfikacji Sheparda typy osadów wskazują o przewadze frakcji piaszczystej w osadach zarówno zatoki, rzeki glacialnej jak i obu strumieni proglacialnych. Wyniki analiz uziarnienia przedstawione przez Autorkę w postaci krzywych kumulacyjnych na siatce prawdopodobieństwa dla próbek osadów z strumienia północnego, strumienia południowego, rzeki glacialnej, rzeki Kwisła, rzeki Brattegg i Zatoki Nottingham pozwoliły na wyznaczenie wskaźników uziarnienia na podstawie, których określone zostały główne cechy rozkładu uziarnienia badanych próbek.

Wykonane badania pozwoliły Autorce stwierdzić, że osady glacialno-morskie z okolicy Lodowca Werenskiolda zawierają materiał w 70% przenoszony w sposób saltacyjny.

Obiektem zainteresowania Autorki była również obecność materii organicznej w próbkach, której najwyższe wartości zostały stwierdzone przez nią w osadach rzecznych i jeziornych.

Wyniki badań własności magnetycznych pobranych próbek są treścią podrozdziału 7.4. Autorka skupiła się na wyznaczeniu i charakterystyce magnetycznych parametrów środowiskowych jakimi są podatności masowa i bezhisteryzowa. Wykazała, że różnice w wartościach obu rodzajów podatności próbek osadów, pochodzących z dwóch różnych strumieni proglacialnych północnego i południowego, spowodowane są odmiennymi własnościami magnetycznymi skał sąsiadujących z lodowcem.

Na podstawie wyznaczeń częstotliwościowej zależności podatności Autorka wykazała, że udział cząstek superparamagnetycznych w badanym materiale nie przekracza 10%.

Próbki osadów glacialno-morskich poddane zostały również badaniom termomagnetycznym wskazującym na obecność w nich pirotytynu i magnetytu.

Badania magnetyczne próbek osadów wzbogacone wyznaczeniami parametrów pętli histerezy i wykorzystaniem diagramu Day'a-Dunlopa pozwoliły Autorce na określenie stanu domenowego cząstek magnetycznych w

osadach strumienia północnego, rzeki glacialnej, rzeki Kwisla i w większości obszaru zatoki Nottingham, w których dominują jednodomenowe ziarna.

Wielodomenowe ziarna magnetyczne dominują w próbkach osadów pochodzących z strumienia południowego, zewnętrznej części zatoki i rzeki Kwisla, a także rzeki Brattegg.

Znajomość masowej podatności magnetycznej i podatności bezhisteryzowej umożliwiła Autorce przy wykorzystaniu diagramu Kinga oszacowanie rozmiarów ziaren magnetytu w próbkach.

W rozdziale ósmym autorka opisuje wyniki badań nad związkiem osadów fluwialnych z rodzajem skał występujących w sąsiedztwie lodowca i wpływem przemieszczania się w środowisku wodnym rozdrobnionego materiału skalnego na jego własności magnetyczne.

Na podstawie przeprowadzonych badań Autorka stwierdza, że osady fluwialne posiadają silniejsze własności magnetyczne w porównaniu ze skałami. Dotyczy to podatności masowej a przede wszystkim podatności bezhisteryzowej, która w przypadku skał jest bliska zeru. Silniejsze własności magnetyczne osadów Autorka wyjaśnia większą koncentracją minerałów ferromagnetycznych w osadach fluwialnych i wiąże z rozdrobieniem okruchów skalnych oraz ich mechaniczną selekcją i segregacją w procesie egzaracji podłoża przez lodowiec.

Analizując związki między parametrami magnetycznymi a składem osadów glacialno-morskich stwierdza m.in., że wzrost podatności osadów wiąże się ze wzrostem zawartości w nich piasku.

W ostatnim dziewiątym rozdziale Autorka podsumowuje wyniki przeprowadzonych badań, które w pełni zrealizowały przedstawione w wstępie do pracy główne zadania badawcze, obejmujące: dokonanie kompleksowej charakterystyki własności magnetycznych i granulacji osadów glacialno-morskich, pochodzących ze strumieni proglacialnych i Zatoki Nottigham, wyznaczenie źródeł pochodzenia zdeponowanych osadów i prześledzenie transportu osadów od źródła ich pochodzenia do strefy depozycji w zatoce oraz określenie możliwości analizy zmienności własności magnetycznych osadów jako narzędzia pomocnego w jakościowej ocenie egzaracji lodowca.

## Wniosek końcowy

Przeprowadzona wyżej analiza przedstawionych w rozprawie doktorskiej p. mgr Magdaleny Gwizdały wyników badań Lodowca Werenskiolda i jego otoczenia pozwala stwierdzić, że recenzowana praca znacznie poszerza zakres zastosowania badań magnetycznych i jest bardzo dobrym przykładem interdyscyplinarnego i nowatorskiego podejścia do badań środowiska w regionach polarnych w warunkach globalnego ocieplania klimatu.

Pracę oceniam b. pozytywnie zwracając uwagę na jej twórczy wkład w dziedzinę prowadzonych przez Doktorantkę badań. Równocześnie podkreślam doskonałe pod względem merytorycznym i praktycznym przygotowanie Doktorantki do prowadzenia badań naukowych w warunkach laboratoryjnych i terenowych.

Resumując oświadczam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Magdaleny Gwizdały pt.,, **Zastosowanie własności magnetycznych osadów glacialno – morskich do jakościowej analizy egzaracji lodowca Werenskiolda (SW część Ziemi Wedela Jarlsberga, Spitsbergen)** spełnia warunki określone w art. 13 ust.1 Ustawy z dn. 14 marca 2003 r. o st. naukowych i tytule naukowym oraz o st. i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2014r. poz. 1852 ze zm.).

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Geofizyki PAN o przyjęcie recenzowanej rozprawy i dopuszczenie p. mgr Magdaleny Gwizdały do dalszego postępowania w przewodzie doktorskim.

*Teresa Grabowska*