

Wydział Geologii

Uniwersytet Warszawski

Al. Żwirki i Wigury 93

02-089 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani Mgr Marty Skińcim**nt. "Comparison between alteration features in basalts outcropping in extreme climate conditions and implications for Mars"**

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr Marty Skińcim liczy 82 strony tekstu, złożonego z 9 rozdziałów, uzupełnionego spisem literatury, figur, tabel, równań oraz 3 załącznikami. Została opatrzona 60 rycinami (fotografiami i rysunkami, w większości kolorowymi) oraz 4 tabelami. Rozprawa ma **poprawny układ**, chociaż właściwe proporcje rozdziałów nie zawsze zostały zachowane (o czym piszę poniżej). Dla większej przejrzystości pracy i jej usystematyzowania, Autorka zastosowała podział treści na rozdziały pierwszego, drugiego i trzeciego rzędu. Rozprawa została napisana **fachowym językiem**. **Literatura** jest bardzo **obszerna** (143 pozycje, w tym 113 opublikowanych po 2000 roku) i wykorzystana właściwie. **Wnioski końcowe** są adekwatne do przedstawionych w pracy treści i bardzo skrótowo (zaledwie 21 wierszy) podsumowują najważniejsze wyniki uzyskane z przeprowadzonych analiz.

Rozprawa doktorska Pani mgr Marty Skińcim ma charakter **metodyczny** i poświęcona jest zastosowaniu eksperymentalnych **technik mikroskopowych** do badań efektów wietrzenia w **nanoskali** bazaltów pochodzących z dwóch regionów na powierzchni Ziemi tj. Udokan (Rosja) oraz Odagen (Etiopia). Celem pracy było opracowanie wysokiej czułości metody badania skał na powierzchni Marsa, podlegających przeobrażeniom pod wpływem różnych czynników klimatycznych (w tym temperatury i wilgotności). Autorka wykorzystwała w tym celu **kombinację** mikroskopii sił atomowych (AFM) oraz skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Należy podkreślić, że w pracy po raz pierwszy zostały przeanalizowane oboma technikami dokładnie te same nanostruktury w skale litej. Uzyskane wyniki

rozszerzają możliwości badań procesów wietrzenia zarówno mechanicznego, jak i chemicznego w mikro- i nanoskali skał czy też poszczególnych minerałów. Najważniejszym efektem pracy jest jednak fakt, iż obie techniki, ale szczególnie zastosowanie AFM, pozwalają skutecznie **śledzić** skutki wietrzenia (przeobrażenia skały) w ich początkowych stadiach, tym samym wskazać mikrostruktury szczególnie podatne na dany typ wietrzenia czy też doprecyzować **przyczyny** ulokowania się wietrzenia właśnie w tym miejscu np. wietrzenia mrozowego na powierzchni kwarcu, skaleni czy minerałów ciężkich. Ponadto zastosowana technika AFM pozwala uzyskiwać obrazy w technice 3D, co dodatkowo zwiększyło możliwości interpretacyjne uzyskanych wyników.

Niewątpliwie na wyróżnienie zasługuje rozdział 5 „*Experimental methods*”. Doktorantka opisała w nim wykorzystane w pracy metody skrótowo, a zarazem bardzo treściwie, zamieszczając dodatkowo liczne rysunki, schematy działania poszczególnych mikroskopów, a tym samym czyniąc tekst bardzo klarownym. Powołuje się na liczną literaturę tematu. Szczególnie istotnym jest zaproponowana przez Autorkę metoda przygotowania próbek do badań w AFM i SEM i ich późniejsza analiza od ogółu do szczegółu tj. od mikroskopu polaryzacyjnego przez BSE do AFM (str. 66). Ułatwia ona przeprowadzenie badań i przede wszystkim identyfikację mikrostruktur badanych przy pomocy obu mikroskopów.

Praca wpisuje się w bardzo popularny obecnie nurt badań nad środowiskiem naturalnym Marsa, obecnym i tym w przeszłości. Poruszony problem jest **nowatorski**. Opracowana metoda analizy skał, jak najbardziej może być użyta do badań skutków wietrzenia na powierzchni Marsa, szczególnie, że mikroskopia sił atomowych (AFM) już została wykorzystywana w misjach kosmicznych do badań geologicznych. Z drugiej strony widzę szerokie zastosowanie metody w badaniach skał i procesów mających miejsce na powierzchni Ziemi.

Krytyczne uwagi merytoryczne

1. Doktorantka badania metodyczne oparła na dwóch próbkach RN02 i WS1.2 tj. odpowiednio z rejonu Udokan (Rosja) oraz Odagen (Etiopia). Zgadzam się z Autorką, że w przypadku badań o charakterze metodycznym eksperymentalnym (z czym mamy do czynienia w recenzowanej rozprawie doktorskiej), wystarczy przetestować metodę

na niewielkiej liczbie próbek, zakładając że analiza jest gruntowna i bardzo szczegółowa, uwzględniająca szerokie spektrum elementów wpływających na ostateczny wynik. Jednakże w tym przypadku praca zawiera kilka braków utrudniających późniejsze wyciąganie wniosków dotyczących skutków wietrzenia czy też określania czynników odpowiedzialnych za ich powstanie. **Opis lokalizacji** próbek zamieszczony w pracy jest **niewystarczający** (Rozdział 4 i 6). Nie wiadomo skąd dokładnie pochodzą próbki. Brak jest zamieszczonej szczegółowej mapy, profilu, ewentualnie zdjęcia z zaznaczonym miejscem poboru materiału do badań. Rozumiem, że analizie poddano te same próbki, które uprzednio były badane przez zespół Gurgurewicz i in. (2015) i w cytowanej pracy jest ich nieznacznie pełniejszy opis. Mimo to, podstawowe informacje o próbkach powinny być zamieszczone w rozprawie, w tym (1) czy do badań były użyte luźno leżące na powierzchni okruchy skalne/otoczaki czy też odbity został fragment skały z istniejącego odsłonięcia, (2) jak wyglądała powierzchnia skały poddana badaniom np. oskorupiona czy porośnięta porostami, (3) jak miększa była warstwa wietrzeniowa itd. Na ostatni z poruszonych przeze mnie problemów, w rozdziale 6.1. „*Sample selection*” jest zamieszczona krótka informacja: „*The thickness of the alteration rind of RN02 and WS1.2 is appropriate ...*”, jednakże tak naprawdę nic ona nie wnosi i w dalszym ciągu nie wiadomo, co oznacza w przypadku prowadzonych badań słowo „odpowiedni”. Na zdjęciu umieszczonym w pracy (Figura 4.4, str. 35), wyraźnie widać, że próbki z regionu Ogaden (Etiopia) są najprawdopodobniej oskorupione, możliwe, że podlegały również eksfoliacji. Podobne informacje powinny być zamieszczone w przypadku opisu próbki z regionu Udokan. Brak tego typu danych, utrudnia późniejsze wyciąganie wniosków dotyczących skutków wietrzenia czy też określania czynników odpowiedzialnych za ich powstanie.

2. W pracy przeprowadzono analizę pierwiastkową próbek wykorzystanych w badaniach. Wprawdzie opisano wyniki, jednakże w późniejszych etapach pracy, nie zostały one wykorzystane.
3. Autorka porównywała próbki z dwóch skrajnie odmiennych warunków klimatycznych, jednakże nie przedstawiła **żadnego** zestawienia mikrostruktur będących efektem wietrzenia i charakterystycznych dla poszczególnych typów klimatu. Biorąc pod

uwagę charakter rozprawy doktorskiej, jej metodyczny i eksperymentalny charakter, wydaj mi się, nie było potrzeby poddania badaniom próbek z tak odległych regionów i różnych warunków klimatycznych. Wystarczyło zaprezentować metodę na jakimkolwiek przykładzie bazaltów, skał charakterystycznych dla Marsa. Najważniejsza w tym przypadku jest metoda, nie materiał, na którym zostały wykonane badania.

Drugorzędne uwagi merytoryczne

1. **Brak** precyzyjnie określonego na wstępie **celu/ów pracy**. Fakt ten, zdecydowanie utrudnia zrozumienie i w pełni docenienie efektów pracy.
2. **Niezachowana proporcja** poszczególnych części pracy. Część poświęcona ogólnym informacjom o obiekcie badań prezentowanych w rozdziałach: 2 „Martian climate”, 3 „Mafic rocks on Mars”, 4 „Terrestrial basalts altered in environments representative of the alteration condition on Mars” i 5 “Experimental methods” oraz Wstęp, w sumie liczą 49 stron z 82. Natomiast zasadnicza część rozprawy, gdzie prezentowane zostały autorskie wyniki uzyskane w trakcie prowadzonych badań i dyskusja obejmuje 32 strony. Ponadto rozdział Conclusions odnosi się jedynie do problemu przydatności uzyskanych wyników do przyszłych badań na powierzchni Marsa, natomiast nie ma żadnych wniosków płynących z przeprowadzonych analiz próbek.

Uwagi będące dyskusją naukową

1. W Rozdziale 8 „Discussion” Pani mgr Marta Skińskim podkreśla, że próbka bazaltu z regionu Ogaden wydaj się być świeższa, niż z Udokan (str. 76). Taki stan rzeczy wyjaśnia stwierdzeniem „...more aggressive processes” działających w regionie Udokan (str. 76, trzeci akapit od góry). Opisuje również rolę opadów atmosferycznych na tempo i charakter wietrzenia (str. 77). Ponadto wspomina o exfoliacji, która generuje wysoką różnicę naprężeń, jako czynnika generującego wietrzenie. Pomija natomiast wietrzenie biologiczne i mrozowe. W tej sytuacji nasuwają się dwa pytania: (1) jakim procesom podlegały skały poddane badaniom na obszarach wybranych do szczegółowych analiz i (2) jak zapisały się te procesy w mikromorfologii badanych skał. Wprawdzie Autorka w jednym zdaniu opisuje możliwe przyczyny powstania

pęknięcia w przypadku Ogaden bazalt (str. 67) oraz Udokan bazalt (str. 69), jednakże jest to niewystarczające i bardzo nieprecyzyjne.

2. W jaki sposób wybierano punkt/punkty do szczegółowych badań w AFM i SEM?
3. Jak pogodzić efekty eksfoliacji i intensywność wietrzenia obserwowanego w skali mikro lub nano?

Uwagi do ilustracji

1. Brak jest powołania w tekście na figury 2.1, 2.2, 2. i 2.5.
2. Niektóre figury pojawiają się wcześniej, niż zamieszczone są w tekście np. fig. 7.6 (str. 46) lub 6.5 (str. 46), 6.6 i 6.7 (str. 47) lub 7.6 (str. 48). Figury powinny być cytowane w tekście w kolejności.
3. Figura 4.2 nie posiada objaśnień.
4. Na figurze 4.3 powinny być zaznaczone punkty uwzględnione w badaniach.
5. Figura 5.1 brak objaśnień.
6. Figury 6.1 i 6.3 brak objaśnień zdjęć a i b.
7. Figura 7.8 nie ma wyjaśnień obrazów a, b, c i d.

Recenzowana rozprawa Pani mgr Marty Skiścim stanowi samodzielne i oryginalne opracowanie, potwierdzające jej dojrzałość naukową i opanowanie wyrafinowanych metod badawczych. Uwagi recenzenta mieszczą się w ramach dyskusji naukowej, nie wpływając w istotny sposób na pozytywną ocenę rozprawy i rozwiązanie przez doktorantkę postawionego problemu badawczego. Stwierdzam, że zgodnie z przepisami ustawy z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. nr 65, poz. 595) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim i dlatego stawiam wniosek o dopuszczenie Pani mgr Marty Skiścim do dalszych etapów przewodu doktorskiego.