

Prof. dr hab. Andrzej Muszyński
Instytut Geologii UAM
ul. Krygowskiego 12
61-680 Poznań
e-mail: anmu@amu.edu.pl

Poznań. 05.09.2023.

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr. Małgorzaty Ziobro-Mirkut pt. Ewolucja płaszcza litosferycznego Ziemi pod NE przedłużeniem rowu górnego Renu (Vogelsberg, Niemcy) i w Masywie Centralnym (Francja).

1/ Uwagi wstępne

Rozprawa napisana jest pod kierunkiem Profesora dr. habilitowanego Jacka Puziewicza z Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego.

Składa się ona z klasycznego opracowania typu monografii zawierającego 144 stron podstawowego tekstu i 307 stron załączników tabelarycznych. Rozprawa jest zawarta w 7 zasadniczych rozdziałach, w których jest 55 różnorodnych figur i 10 tabel. Tekst rozprawy jest bardzo starannie zredagowany. Napisany jest poprawną polszczyzną i praktycznie bez literówek i błędów. Praca doktorska jest wynikiem badań, które Pani magister Małgorzata Ziobro-Mirkut przeprowadziła w ramach projektu badawczego Preludium NCN o tym samym tytule co rozprawa.

2/ Ocena merytoryczna

W krótkim wstępie Doktorantka przedstawia cel rozprawy. Jest nim próba odpowiedzi na zagadnienie zachowania się płaszcza litosferycznego pod skomplikowaną budową geologiczną postorogenicznej skorupy kontynentalnej. Jest to kontynuacja badań Promotora rozprawy nad płaszczem litosferycznym w Europie środkowej i zachodniej.

Przeprowadzone badania opierają się na analizowaniu dużej ilości ksenolitów perydotytowych ze skał bazaltoidowych wieku kenozoicznego. W tej pracy materiał badawczy pochodzi z dwóch kamieniołomów w Niemczech i jednego we Francji. Kamieniołomy w Niemczech obejmują pole wulkaniczne Vogelsberg, które leży na granicy trzech waryscyjskich jednostek geologicznych. Kamieniołom we Francji znajduje się w Masywie Centralnym na polu wulkanicznym Devés w innej jednostce waryscyjskiej. Stąd, uwzględniając dane z literatury, Pani mgr Małgorzata Ziobro-Mirkut postawiała tezę, że płaszcz litosferyczny pod tymi dwoma badanymi polami wulkanicznymi będzie się różnił. Ponadto zastanawiała się, czy płaszcz pod samym polem Vogelsbergu będzie wykazywał jakieś zróżnicowanie w kontekście skomplikowanej budowy skorupy podłoża.

Rozdział drugi opisuje zwięźle budowę górnego płaszcza ziemi. W trzecim rozdziale Doktorantka przedstawia waryscyjską budowę geologiczną podłoża oraz ogólnie omawia oba badane pola wulkaniczne. Głównym przewijającym się tematem jest związek między tzw. środkowoeuropejską prowincją wulkaniczną a ksenolitami niosącymi informację o budowie i

składzie mineralnym litosferycznego płaszcza pod waryscyjską skorupą kontynentalną. Przy opisie pola wulkanicznego Vogelsberg zawarte zostały publikowane informacje geofizyczne i petrologiczne. Zaakcentowane zostało szczególne położenie po względem sytuacji geologicznej i wpływu rowu górnego Renu na skład i budowę płaszcza litosferycznego.

Położone w Masywie Centralnym pole wulkaniczne Devés jest jednym z dobrze opisanych miejsc kenozoicznej aktywności wulkanicznej. Doktorantka treściwie zreferowała stan wiedzy o płaszczu litosferycznym na podstawie wyników dotychczasowych badań geofizycznych i wielu prac petrologicznych opartych na ksenolitach płaszczowych. Ciekawie przedstawiła regionalne uwarunkowania poszczególnych domen tego płaszcza w powiązaniu z badaniami geochemicznymi i późniejszym wpływem procesów modyfikujących ich skład mineralogiczny.

Rozdział czwarty zawiera opis zastosowanych metod badawczych oraz przedstawia materiał użyty do realizacji dysertacji. Z trzech kamieniołomów omawianych szczegółowo w dysertacji, Doktorantka miała do dyspozycji 222 ksenolitów, z których wykonanych zostało 74 preparatów mikroskopowych o grubości około 100 mikrometrów. Część materiału badawczego pochodziła z kolekcji zebranych wcześniej, a część została uzupełniona w badaniach terenowych wspólnie z Promotorem. Prawidłowo zastosowane metody analityczne są opisane zwięźle i wystarczająco dobrze, a badania wykonywane były w kilku laboratoriach w kraju i za granicą. Szczególna uwaga została oddzielona dla opisu zagadnienia użytych geotermometrów oraz do wyjaśnienia zastosowanej terminologii charakteryzującej analizowane perydotyty.

Serce pracy doktorskiej stanowi 70-cio stronicowy rozdział piąty, który zawiera wyniki przeprowadzonych badań. Jest to bardzo rzetelna dokumentacja pracy Pani mgr Małgorzaty Ziobro-Mirkut, która dodatkowo jest wsparta wielostronicowymi (307 stron) załącznikami tabelarycznymi z wynikami analiz, podzielonymi na kilkanaście załączników. Każda z opisywanych lokalizacji jest opisana w ten sam systematyczny sposób. Zaczyna się charakterystyką petrograficzną i opisem struktur badanych ksenolitów perydotytowych i piroksenitowych pobranych z bazanitów w kamieniołomach Breitenborn (24 próbki), Niddy (18 próbek) i Mt. Briançon (32 próbki). Następnie jest podana szczegółowa analiza składu chemicznego głównych minerałów skałotwórczych oraz przedstawiona jest na szeregu znormalizowanych wykresach i diagramach. Bardzo szczegółowo są omówione i porównane grupy ksenolitów oraz odbiegające pojedyncze okazy. Szczególnie dużo nowych danych wniosły wyniki badań ziem rzadkich i pierwiastków śladowych. Wszystko to zostało porównane do bieżących publikacji z czasopism o zasięgu międzynarodowym.

Częścią składową tego rozdziału są obliczenia geotermometrów, gdzie Doktorantka poprawnie zastosowała i przedyskutowała odpowiadające obliczenia temperatury krystalizacji ksenolitów. Wykazała przy tym uważność na zagadnienie zrównoważenia chemicznego wybranych par minerałów i wydzieliła grupy nisko i wysokotemperaturowe.

Rozdział szósty jest dyskusją omawianych wyników. Rozpoczyna ją omówienie zagadnienia metasomatyizmu płaszcza litosferycznego, w którym wyróżnione zostały dwa typy przepływu zróżnicowanych chemicznie stopów przez skały płaszcza. Następnie szczegółowo przedyskutowane zostały wyniki badań Vogelsbergu na tle publikowanych dotychczas danych. Omówione zostały różne scenariusze ewolucji płaszcza pod tym

masywem wulkanicznym i Doktorantka przychyliła się do koncepcji zaproponowanej przez Puziewicza i innych w czasopiśmie *Lithos* roku 2020. Autorzy ci zasugerowali, że płaszcz tego pola wulkanicznego został zmieniony w kenozoiku przez stopy związane z otwieraniem się rowu górnego Renu. Szczegółowe rozważanie wyników otrzymanych z pierwiastków głównych i szczególnie z pierwiastków śladowych wykazało, że badane perydotyty z Niddy i Breitenborn nie osiągnęły równowagi chemicznej i termicznej. Odpowiedzialne za to mogą być wielokrotne impulsy przepływu stopów i wpływu metasomatyizmu i związane z nimi wpływy termiczne.

Perydotyty z Briançon z pola wulkanicznego Devés w Masywie Centralnym omówione zostały w trzech grupach na podstawie szczegółowych wyników badań. W efekcie wydzielone w większości ksenolity wysokotemperaturowe, reprezentują stabilny termicznie płaszcz litosferyczny i wyniesione zostały z głębokości ok. 50-55 km. Niskotemperaturowe ksenolity wyniesione zostały z głębokości ok. 46 km.

Rozdział siódmy przedstawia wnioski rekapitułujące całą dysertację. Główny wniosek jest taki, że struktura skorupy kontynentalnej nie nawiązuje do budowy niżej ległego płaszcza litosferycznego. Różne typy płaszcza litosferycznego nie są powiązane z jednostkami waryscyjskimi pod Vogelsbergiem. Ksenolity z Devés reprezentują inne środowisko płaszczowe związane z wulkanizmem na terenie Masywu Centralnego.

3/ Uwagi i zagadnienia dyskusyjne

Nie do końca się zgadzam ze stwierdzeniem Doktorantki umieszczonym we wstępie na stronie 9. Mówi ono, że ofiolity i perydotyty orogeniczne wbudowane w skorupę kontynentalną ...*nie są one najbardziej odpowiednim przedmiotem badań mających na celu rozpoznanie struktury płaszcza na skalę orogenu*". Alternatywne podejście poprzez metodyczne analizowanie dużej ilości ksenolitów z magm wyniesionych przez wulkany jest dobrym wyjściem. Jednak jest ono punktowe w skali orogenu, bo przywiązane jest do ograniczonego pola wulkanicznego. Sądzę, że oba podejścia badawcze są równoprawne i uzupełniają wiedzę o budowie płaszcza litosferycznego pod kontynentami.

Interesujące do dyskusji jest pytanie: dlaczego ksenolity pod polem wulkanicznym Vogelsbergu są przywiązane tylko do najmłodszego etapu aktywności wulkanicznej? Pani mgr Małgorzata Ziobro-Mirkut podaje, że podczas 2-4 Ma aktywności magmowej tylko w trzecim stadium bazanitowe potoki lawowe zawierają ksenolity płaszcza litosferycznego. Dlaczego starsze lawy nie zawierają ksenolitów? Jednocześnie podaje, iż źródło stopów zawierających ksenolity pochodziło z głębszej części astenosfery. Co dokładnie znaczy, że to źródło ...*było „wyczerpane” ze względu na ekstensję i termiczną ewolucję litosfery...*”? Jaki ma to związek z przedstawionymi modelami ewolucji płaszcza litosferycznego w skali regionalnej? Poruszam to zagadnienie również w kontekście tego, że na stronie 111 Doktorantka pisze, że wysokotytanowe bazanity reprezentują najstarsze stadium aktywności wulkanicznej Vogelsbergu. Czy to są bazanity innego wieku? Jedne z ksenolitami, a drugie bez nich?

Uwaga techniczna – na stronie 61, fig. 5.2.4 D jest zdjęcie BSE mało czytelne.

4/ Podsumowanie i konkluzja

Zawarte powyższe uwagi są tylko wątkami szerszej naukowej dyskusji. Moja ogólna ocena rozprawy doktorskiej Pani mgr. Małgorzaty Ziobro-Mirkut pozostaje bardzo pozytywna i wysoka, a wyniki jej badań są oryginalne. Doktorantka opanowała szeroki wachlarz petrologii skał krystalicznych oraz wykazała się znajomością geologii regionalnej waryscyjskiej części Europy. Posiada także ważną cechę współpracy w gronie międzynarodowych badaczy oraz imponuje znajomością tematu na podstawie literatury.

Opiniowana praca doktorska mieści się w dziedzinie *nauk ścisłych i przyrodniczych*, w dyscyplinie *nauki o Ziemi i środowisku*. Moim zdaniem Pani magister Małgorzata Ziobro-Mirkut posiada już niezbędną wiedzę i umiejętności do prowadzenia samodzielnych badań naukowych i realizowania własnych projektów badawczych.

W konkluzji stwierdzam, iż oceniana przeze mnie dysertacja doktorska dowodzi, że Pani magister Małgorzata Ziobro-Mirkut spełniła wymogi stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z Art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668, z późn. zm.). Wnoszę zatem do Wysokiej Rady o dopuszczenie Pani mgr. Małgorzaty Ziobro-Mirkut do publicznej obrony.

Andrzej Muszyński