

Warszawa, dn. 08 lipca 2023 r.

Dr hab. Sławomir Ilnicki, prof. ucz.
Katedra Geochemii, Mineralogii i Petrologii
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski
Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa
e-mail: slawomir.ilnicki@uw.edu.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Tomasza Powolnego pt.
„Petrogeneza wulkanitów permskich z niecki śródsudeckiej
i produktów ich przeobrażeń”

Niniejszą recenzję rozprawy doktorskiej przygotowano w związku z uchwałą Rady Naukowej Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie z dn. 24 kwietnia 2023 r. i stosownym pismem jej Przewodniczącego, prof. dr hab. Jacka Matyszkiewicza (RDN-NoZiŚ-dz.510-2/2023 z dn. 25 kwietnia 2023 r.).

Wprowadzenie

Recenzowana praca doktorska została przygotowana pod kierunkiem dr hab. inż. Magdaleny Dumańskiej-Słowik i jest mineralogiczno-petrogenetycznym studium permskich skał wulkanicznych pochodzących z trzech, obecnie nieczynnych kamieniołomów (Borówno, Głuszycza Górna, Świerki) położonych w obrębie niecki śródsudeckiej. W części mineralogicznej pracy prześlędzono przeobrażenia pierwotnych zespołów mineralnych trachyandezytów i trachybazaltów (procesy spilityzacji aktywne w okresie jurajskim) i towarzyszący temu rozwój mineralizacji krzemionkowej (agaty). W części petrogenetycznej badania skupiły się na zagadnieniach generowania magmy i odtworzenia paleotektonicznego środowiska jej powstania (wulkanizm wczesopermski ok. 290 mln lat temu).

Struktura i treść rozprawy

Dysertacja przedstawiona do recenzji liczy 81 stron numerowanych zawierających: 1) tekst w języku polskim ujęty w 9 rozdziałów z podrozdziałami pogrupowanymi w trzech poziomach hierarchii, 2) 9 figur i 3 tabele, 3) wersję angielskojęzyczną tekstu, 4) spis literatury oraz 5) załączniki (trzy publikacje pełnotekstowe i trzy oświadczenia autorów o udziale procentowym; w zbiorze załączonych artykułów nie znalazły się materiały będące ich elektronicznymi suplementami).

Tekst rozprawy – w wersji polskiej obejmuje pierwsze 41 stron (i zwany dalej autoreferatem) – jest komentarzem autorskim do załączonych trzech publikacji i pełni jednocześnie rolę podsumowującą wykonane prace badawcze. W skład autoreferatu wchodzi streszczenie wraz z abstraktem graficznym, pięć rozdziałów obejmujących wprowadzenie do studiowanych zagadnień, cele, zakres i hipotezy badawcze dysertacji, zarys budowy geologicznej obszaru badań i omówienie zastosowanych metod instrumentalnych. Główna część merytoryczna autoreferatu, odwołująca się bezpośrednio do trzech publikacji, zamieszczona jest w rozdziałach 6 (wyniki) i 7 (dyskusja). Tekst wieńczą wnioski (rozdział 8) oraz proponowane przez doktoranta dalsze kierunki badawcze (rozdział 9). Należy nadmienić, że w obrębie autoreferatu znalazły się również materiały niepublikowane, tj. dane i ich interpretacja, nie uwzględnione w 3-częściowym cyklu publikacji.

Zasadniczą część rozprawy stanowią trzy publikacje współautorskie:

[1] Powolny, T., Dumańska-Słowik, M., Sikorska-Jaworowska, M. (2018). The petrogenesis of albitized Early-Permian trachyandesites from Świerki quarry (Lower Silesia, Poland) – constraints on spilitization supported by mineralogical and geochemical data. *Lithos*, 320, 118-133. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2018.08.037> IF: 4.02; 5-letni IF: 4.81; MEiN: 140 pkt;

[2] Powolny, T., Dumańska-Słowik, M., Sikorska-Jaworowska, M., Wójcik-Bania, M. (2019). Agate mineralization in spilitized Permian volcanics from „Borówno” quarry (Lower Silesia, Poland) – microtextural, mineralogical, and geochemical constraints. *Ore Geology Reviews*, 114, 103130. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2019.103130> Impact Factor: 3.71; 5-letni Impact Factor: 4.30; MEiN: 140 pkt;

[3] Powolny, T., Dumańska-Słowik M., Anczkiewicz, A.A., Sikorska-Jaworowska, M. (2022). Origin and timing of spilitic alterations in volcanic rocks from Głuszycza Górna in the Intra-Sudetic Basin, Poland. *Scientific reports (Nature Publishing Group)*, 12(1), 11745. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15644-2> IF: 4.99; 5-letni IF: 5.52; MEiN: 140 pkt;

zamieszczone w prestiżowych periodykach naukowych o zasięgu międzynarodowym. We wszystkich tych publikacjach doktorant jest pierwszym autorem i jednocześnie autorem korespondencyjnym. Jego oświadczony udział procentowy wynosi od 68 do 75%, a rolą doktoranta było planowanie badań i pozyskanie środków finansowych, prowadzenie prac terenowych, wykonanie analiz i ich interpretacja oraz przygotowanie manuskryptu.

Artykuł [1] przedstawia uzyskaną w badaniach chemometrycznych i spektroskopowych charakterystykę pomagmowych przemian hydrotermalnych zapisanych w trachyandezytach ze Świerków. Rozpoznano mineralogiczne i teksturalne efekty procesu spilityzacji oraz potwierdzono zróżnicowanie stopnia jego zaawansowania w obrębie wyrobisk kamieniołomu. W oparciu o obrazy CL wskazano konieczne dla albityzacji źródła jonów Si i Na oraz przedyskutowano towarzyszące jej zmiany warunków fizykochemicznych. Dzięki badaniom geochemicznym (oznaczenia zawartości pierwiastków głównych i śladowych w całych skałach) określono natomiast geotektoniczne środowisko powstania magmy i charakter jej źródła. Wykazano przy tym znikomy, niezależny od stopnia ich intensywności, wpływ procesów wtórnych na magmowe koncentracje REE i HFSE w badanych skałach.

Artykuł [3] odnoszący się do nieodległego od Świerków kamieniołomu trachyandezytów w Głuszyczy Górnej jest tematycznie bliski [1]. Podobieństwa odnoszą się do wcześniej opisanych przez doktoranta tekstur i zespołów mineralnych wykształconych podczas spilityzacji, jak również do jej przestrzennego zróżnicowania. Wnioski petrogenetyczne i geochemiczne w [1] i [3] są także bardzo zbliżone. Jednakże [3] przynosi bardziej zaawansowane wyniki badań mineralogicznych, m. in. udokumentowano wśród klinopiroksenów obecność egirynu, oszacowano warunki temperaturowe przemian hydrotermalnych w oparciu o geotermometrii chlorytowe, a w apatytych wykonano datowania metodą trakovą (wiek ok. 160-180 mln lat). W interpretacji autorów te ostatnie dane wskazują na możliwy czas spilityzacji, a jednocześnie niosą ze sobą ważne geodynamiczne i regionalne implikacje.

Przedstawione w artykule [2] procesy spilityzacji (nie różniące się od tych w [1] i [3]) stanowią tło do szczegółowego opisu mineralizacji krzemionkowej w trachybazaltach z Borówna. W zbadanych agatach żyłowych i mszystych doktorant opisał liczne formy mikrostrukturalne, a wykorzystując spektroskopię ramanowską zidentyfikował zawarte w nich inkluzje stałe oraz stwierdził obecność podrzędnego moganitu. Łącząc charakterystykę mineralogiczną, oznaczenia pierwiastków śladowych i spektra CL wskazał potencjalne źródła krzemionki dla obu odmian agatów oraz możliwe zjawiska, które przyczyniły się do ich powstania.

W autoreferacie doktorant dołączył materiał badawczy, który nie został zawarty w artykułach [1]-[3], tj. analizę składu chemicznego pierwotnych minerałów ciemnych (augit, fluoro-edenit), oszacowania geotermobarometryczne warunków krystalizacji trachyandezytów ze Świerków, a także oznaczenia wielkości krystalitów i stopnia krystaliczności w agatach z Borówna. Uzyskane niepublikowane wyniki zostały wplecione w opis i uwzględnione we wnioskach końcowych pracy, które również podsumowywały prace badawcze zawarte w [1]-[3]. Ponadto doktorant podjął próbę porównania i syntezy danych geochemicznych dla całych skał z trzech opisywanych lokalizacji zestawiając je na wybranych diagramach petrogenetycznych i wykresach wielopierwiastkowych.

Opinia

Recenzowana rozprawa jest bardzo interesującym i cennym osiągnięciem naukowym przedstawiającym wyniki badań mineralogicznych i geochemicznych w wybranych wczesnopermskich skałach wulkanicznych niecki śródsudeckiej. Do szczególnych osiągnięć dysertacji zaliczam:

1. Szczegółową charakterystykę mineralogiczną i teksturalną procesów wtórnych zapisanych w badanych skałach, łączącą w umiejętny sposób wiele nowoczesnych metod instrumentalnych. Uzyskany w trzech odrębnych odsłonięciach obraz dokumentujący przemiany pomagmowe i zmienność stopnia ich zaawansowania jest spójny i czytelny. Przede wszystkim odnosi się to albityzacji często spotykanej w skałach wulkanicznych niecki śródsudeckiej. Badania doktoranta potwierdzają i jednocześnie rozszerzają naszą wiedzę o tych procesach, bowiem na tym obszarze były one dotychczas opisane przez poprzednie pokolenia petrologów korzystających ze znacznie skromniejszego warsztatu badawczego. Na uwagę zasługują tu efekty badań CL doktoranta, które ujawniły mikrostrukturalne efekty rozwoju albityzacji i pozwoliły wnioskować o zmianach parametrów środowiska przemian (np. zmiana alkaliczności). Przy okazji dostarczyły interesujących wniosków dotyczących możliwych aktywatorów jasnoniebieskiej luminescencji w skaleniach alkalicznych (jony Ti i Ba).
2. Dobrze przemyślane zestawienie danych geotermometrycznych i oszacowań geochronologicznych przedstawione w [3] pozwalające na umiejscowienie w osi czasu wydarzeń pomagmowych zapisanych w badanych skałach (por. Fig. 9 w autoreferacie). Poprzez to nawiązanie do szerszego kontekstu geologicznego i regionalnego, można oczekiwać, że osiągnięcie doktoranta ma szansę stać się nowym impulsem wnoszącym mineralogiczny głos do dyskusji dotyczącej hipotetycznego istnienia tzw. archipelagu „wysp sudeckich” w czasie transgresji morskiej w okresie kredowym.
3. Powiązanie wielowątkowych badań (obserwacje mikrostrukturalne, dane mineralogiczne i geochemiczne, wyniki badań spektroskopowych i rentgenostrukturalnych) w celu wyjaśnienia powstania mineralizacji krzemionkowej w trachybazaltach Borówna (określenie potencjalnych źródeł pochodzenia fluidów, prześledzenie procesu krystalizacji i warunków panujących w tym czasie w środowisku).
4. Niezaprzeczalne wykazanie, że procesy spilityzacji w zbadanych skałach – z punktu widzenia pierwotnych (magmowych) zawartości pierwiastków REE i HFSE – miały w istocie charakter izochemiczny. Osiągnięcie to jest tym cenniejsze, że przeobrażeniom powszechnie towarzyszyła karbonatyzacja, która jest na ogół traktowana w literaturze petrologicznej jako wskaźnik możliwej mobilizacji REE w procesach wtórnych i kwestionujący *per se* zasadność wykorzystania koncentracji pierwiastków śladowych do celów petrogenetycznych. Przedstawione przez doktoranta w [1]-[3] diagramy REE i diagramy wielopierwiastkowe dla próbek skał pochodzących z różnych stref zaawansowania procesu spilityzacji nieodmiennie wykazują zgodny i niezaburzony przebieg.

Uwagi krytyczne

W recenzowanej dysertacji największe zastrzeżenia recenzenta dotyczą części geochemicznej i petrogenetycznej rozprawy. Pierwszym i trudnym do zaakceptowania mankamentem pracy jest całkowite pominięcie w graficznym prezentowaniu danych własnych doktoranta wyników badań wcześniejszych, przede wszystkim Awdankiewicza (1997, 1998, 1999) oraz nieco nowszych (Ulrych et al., 2004, 2006). Brak ich zarówno w artykułach [1]-[3], jak i w autoreferacie, co jest szczególnie dotkliwie odczuwalne w zamieszczonym na Fig. 6 i 8 podsumowującym zestawieniu danych geochemicznych. Wydaje się, że naturalną drogą postępowania powinno być pokazanie wyników własnych na tle dokonań poprzedników, na których przecież doktorant i tak powołuje się przy okazji dyskusji wyników. Ów brak jest tym trudniejszy do przyjęcia, że materiały dysertacji zostały już opublikowane i funkcjonują w obiegu międzynarodowym będąc w znacznym stopniu odarte z ważnego kontekstu regionalnego. Ciężko sobie wyobrazić sytuację, w której tego typu zestawienia zostały zakwestionowane przez recenzentów manuskryptów czy redakcyjnych edytorów.

Drugim krytycznie ocenianym elementem jest interpretacja petrogenetyczna w odniesieniu do źródeł magmy oraz procesów kształtujących jej skład. Przede wszystkim w skałach tak zmienionych musi ona wyłącznie opierać się na pierwiastkach niemobilnych. Wyklucza to całkowicie z dyskusji pierwiastki LILE, U, Pb oraz Si, Ca, Na i K, czego niestety nie do końca ustrzegł się doktorant. W kwestii źródeł magmowych natomiast wnioskowanie o ich wzbogaceniu ma sens, gdy możliwe jest ustalenie sygnatur izotopowych skorygowanych względem wieku powstania magm (np. ϵ_{Nd}) pokazujących jaką naturę mogło mieć źródło zanim zostało zmodyfikowane przez jakiegokolwiek składniki (subdukcyjne, skorupowe, domeny typu OIB). Wobec braku takich informacji, zawarta w dysertacji dyskusja dotycząca wzbogacenia źródeł magmowych przesuwana jest w kierunku spekulacji. Przykładem są stwierdzenia, np. „*Sygnatury geochemiczne trachybazaltów (...) wskazują na interakcje między astenosferą a litosferą podczas procesów generowania magm macierzystych*”. Jakie interakcje ma autor na myśli

i jakie są tego konkretne geochemiczne dowody wynikające bezpośrednio z jego badań? Tymczasem nie wiemy, jakim był pierwotny materiał płaszczowy nim uległ wzbogaceniu, a następnie wytopieniu tworząc badane magmy. Zaś sugerowana przez doktoranta kontaminacja magmy materiałem skorupowym mogła się zupełnie nie wydarzyć. Czynnikiem modyfikującym źródło magmy przed jej wytopieniem mogło być np. nierównomierne rozproszenie – niewykluczone że i niejednorodnego – składnika uwolnionego z subdukowanej płyty. Wnioskowanie o obecności kontaminacji skorupowej na podstawie występowania interstycjalnego kwarcu (i to w tak zmienionych skałach) jest nieprzekonujące. Również względnie wysoka zawartość Zr nie jest rozstrzygającym dowodem asymilacji skał skorupowych. Może być to zapis modyfikacji płaszczka przez stopy lub roztwory uwolnione z subdukowanego materiału o specyficznym składzie mineralnym. Należy pamiętać, że w zmetasomatyzowanym klinie płaszczka mobilność pierwiastków nie ogranicza się wyłącznie do LILE czy LREE; zasadniczo tylko HREE mogą być uznawane za niemobilne w takiej sytuacji geotektonicznej. Zaś wskazówek pomagających rozstrzygnąć rolę kontaminacji można natomiast poszukiwać stosując odpowiednie modelowanie geochemiczne wspierane danymi izotopowymi (Nd-Sr).

Również zastrzeżenia budzą postulaty doktoranta dotyczące frakcjonalnej krystalizacji magm. Autor nie przedstawił – zarówno w artykułach [1]-[3] jak i w autoreferacie – żadnych diagramów Harkera mogących zilustrować ścieżkę rozwoju stopu (*liquid line of descent*), wskazać skład mineralny oraz kolejność oddzielania się komponentów kumulatu. Widoczne na diagramach wielopierwiastkowych ujemne anomalie mogą, ale nie muszą, być świadectwem frakcjonowania odpowiednich faz. Należy zwrócić również uwagę, że dyskusja dotyczy stopów o już znacznym stopniu zdyferencjowania (liczby magnezowe we wszystkich zbadanych skałach nie przekraczają wartości 0.5). Zatem bez rozszerzenia kolekcji badanych skał bądź wykorzystania danych literaturowych dla równowiekowych ciał magmowych otworzenie procesów w najlepszym wypadku pozostanie fragmentaryczne. Również i w tym przypadku do lepszego odtworzenia frakcjonowania przysłużyłyby się metody modelowania termodynamicznego i geochemicznego.

W opinii recenzenta badania geochemiczne z powodzeniem spełniły swoje zadanie, gdyby je zawężono do zweryfikowania tezy o mobilności pierwiastków (co jest akurat cennym osiągnięciem rozprawy, p. wyżej). Mogłyby też zostać wykorzystane je do przeprowadzenia ilościowego ujęcia procesów przeobrażeń (np. w formie bilansów, czego bardzo dobrym, ale niestety jedynym przykładem jest Fig. 10 w [1]) bądź do modelowania oddziaływań pomiędzy skałą i roztworem (roztworami) połączonego z rzeczywistym (krystalograficznym, mineralogicznym) ustaleniem miejsc retencji pierwiastków śladowych uwalnianych z pierwotnych minerałów. Jeśli natomiast pozostać przy wykorzystaniu badań geochemicznych do rozstrzygnięcia zagadnień petrogenetycznych, należało znacząco rozszerzyć ilość badanych odślonień w celu krytycznego zweryfikowania poglądów Awdankiewicza (1998, 1999) i Urlicha et al. (2004, 2006) i uzupełnić dane, np. o sygnatury izotopowe całych skał (np. Sm-Nd).

Wspomniane powyżej zagadnienie interakcji skała-roztwór stanowi ważny problem w przeprowadzonych badaniach. Pomimo ich wykonania, nadal pozostaje otwartym pytanie w jakim stopniu i przez jaki czas system pozostawał zamknięty, na ile i jakie uczestniczyły w tych przemianach źródła zewnętrzne. Wnioski z badań doktoranta zawarte w [2] są tego doskonałym przykładem i stanowią one wartościowe podejście. Zostało ono jednak zastosowane w przypadku tylko jednego z badanych kamieniołomów, co pozostawia pewne uczucie niedosytu. Podobny niedosyt towarzyszy lekturze dyskusji mechanizmu spilityzacji (r. 7 autoreferatu). Doktorant sięga po znany z literatury model rozpuszczania-precypitacji i postuluje jego zachodzenie na podstawie sporządzonej dokumentacji (obrazy OM-CL i SEM-BSE, badania EMPA). Trzeba jednak pamiętać, że cały czas jest to *jakościowy* opis procesu i nie zmieniają tego zamieszczone w pracy reakcje chemiczne ilustrujące przemiany. W opinii recenzenta o mechanizmie *sensu stricto* można mówić dopiero wówczas, gdy obserwowane przemiany są scharakteryzowane ilościowo i wyjaśnione na poziomie krystalochemicznym.

Poważną usterką merytoryczną dysertacji, widoczną zarówno w autoreferacie, jak i opublikowanych pracach, jest brak diagramów ilustrujących pozycję klasyfikacyjną i zmienność składu chemicznego badanych minerałów (tj. piroksenów, amfiboli, plagioklazów, chlorytów, apatytów). Takie diagramy zostały przygotowane jedynie w dwóch przypadkach: dla plagioklazów w [1] i dla chlorytów w [3]. Nawet nowe, niepublikowane dane mineralogiczne zawarte w autoreferacie nie zostały w ten sposób przedstawione. Czytelnik został pozostawiony z tabelami składu chemicznego, w których – co gorsza – podawane są dane uśrednione i to bez wskazania liczby oznaczeń (Tabela 5 i 6 w [3]). W opinii recenzenta jest to postępowanie niedopuszczalne, budzące tym większe zdziwienie i sprzeciw, że dotyczy to materiałów już opublikowanych, które przecież przeszły w poważnych periodykach (*Lithos, Ore Geology Review, Scientific Reports – Nature*) pełny cykl recenzyjny i edytorski.

Równie poważną usterką merytoryczną jest brak wyodrębnionego rozdziału poświęconego historii badań mineralogicznych i petrologicznych (petrograficznych) prowadzonych w obszarze niecki śródsudeckiej. Zrozumiałym jest, że na takie omówienie jest na ogół niewiele miejsca w publikacjach pełnotekstowych. W autoreferacie natomiast taki element powinien się znaleźć. Jak to już wcześniej stwierdzono, szczególnie ważne jest to w nawiązaniu do danych geochemicznych. W obecnym kształcie prace są przedstawione bardzo skrótowo i brak jasnego wyrażenia, które z wcześniejszych poglądów petrogenetycznych będą przedmiotem krytycznego podejścia doktoranta i weryfikacji.

Podobna uwaga dotyczy pracy Nowakowskiego (1968). Ta pełnotekstowa publikacja poświęcona w dużej części zagadnieniom poruszonym przez doktoranta i opisująca badane przez niego odsłonięcia (sic!), jest co prawda przywoływana w publikacjach [1]-[3], ale podobnie jak prace wcześniej wymienionych autorów, jest *de facto* potraktowana zdawkowo. Tymczasem Nowakowski (1968) dostarczył wiele wnikliwych obserwacji petrograficznych, obficie zilustrowanych szkicami mikrostruktur formułując przy tym wnioski dotyczące procesów albityzacji. W pracy, która stawia sobie za cel szczegółowe badania procesu spilityzacji, efekty pracy Nowakowskiego (*op. cit.*) bezwzględnie powinny zostać przez doktoranta krytycznie skonfrontowane z wynikami jego nowoczesnych badań.

Zauważyć można także braki w odwołaniach literaturowych (zarówno w [1]-[3], jak i w autoreferacie): pominięte zostały ważne prace Awdankiewicza, które dla doktoranta powinny być lektura obowiązkową, tj. 1) Awdankiewicz (1997) *Acta Universitatis Wratislaviensis* no 1917, *Prace geologiczno-mineralogiczne*, LV, 43-70 (pozycja cytowana w publikacjach tegoż autora z 1998 i 1999 r., i zawierająca m.in. dane geochemiczne z Borówna) oraz 2) manuskrypt jego rozprawy doktorskiej z 1997 r. Znamienny jest też fakt braku przywołania w *autoreferacie* najnowszej pozycji tego autora z 2022 r. celnie wpisującej się w zakres tematyczny dysertacji (Awdankiewicz et al. *Int. J. Earth Sci.* 111, 2199-2224, publikacja *on-line* 5 sierpnia 2022).

Pozostałe uwagi oraz dostrzeżone usterki o charakterze edytorskim (numery stron odnoszą się do tekstu autoreferatu)

s. 3: w odwołaniach do przeobrażeń diabazów świętokrzyskich warto odnieść się również do prac nowszych (np. Nawrocki et al. *Geol. Q.* 57, 551-560, 2013).

s. 9: na Fig. 1 (*autoreferat*) brak skali liniowej i błędnie podpisane są wydzielenia utworów osadowych (wersja polskojęzyczna).

s. 10: wykorzystanie diagramu TAS do ustalenia pozycji klasyfikacyjnej skał jest bardzo ryzykowne w skałach o tak silnych przeobrażeniach, które mogły zmienić pierwotne zawartości Na i K.

s. 11: brak jednostek w podanych limitach detekcji.

s. 12: tytuł rozdziału 6.1 sugeruje szczegółowy opis petrograficzny badanego materiału skalnego. W istocie jest on dopełnieniem informacji petrograficznych dostępnych w publikacjach. Lepszym zabiegiem w stosunku do czytelnika byłoby uprzedzenie go, że główne opisy znajdują się w stosownych artykułach, zaś materiał zawarty w 6.1.1-6.1.3, jest ich dopełnieniem.

s. 14: na przywołanej w tekście Fig. 6 z [1] intensywność linii dla Mn (ok. 576 nm) na obydwu widmach (D i E) jest niemal identyczna.

s. 14-15: jak zinterpretować sytuację widoczną na Fig. 2C, tj. klinopiroksen obrastający silnie schlorytyzowane minerały maficzne?

s. 15: Tabela 1 nie zawiera rozpisania składu augitu na pozycje krystalograficzne (co byłoby w zgodzie z cytowaną pracą Morimoto 1988).

s. 17: w opisie minerałów przemieszane są barwy CL i barwy pleochroiczne, tj. „jasno-niebieskie tabliczki skaleni (...) i zielonkawe masywne chloryty”.

s. 21: brak wyjaśnienia dlaczego geotermometri chlorytowe wykorzystano tylko w przypadku skał z Głuszycy Górnej. We wszystkich badanych skałach pojawia się wtórna mineralizacja chlorytowa.

s. 23-26: a) brak zestawienia wszystkich analiz chemicznych na diagramie TAS i jednocześnie na diagramie Zr/TiO₂ vs. Nb/Y Winchestera i Floyda (1977); b) brak diagramów Harkera dla pierwiastków głównych i dla wybranych pierwiastków śladowych; c) nie podano wartości anomalii europowych – czytelnik jest zmuszony odszukać je

samodzielnie w załączonych publikacjach; d) lepszym zabiegiem – z punktu widzenia interpretacji geochemicznej (i domniemanego wpływu składnika pochodzenia subdukcyjnego) – byłoby wykorzystanie do normalizacji składu skał N-MORB.

s. 25: ze względu na podsumowujący charakter Fig. 6 powinna być podana ilość oznaczonych próbek z każdego kamieniołomu.

s. 27: Fig. 7 przedstawia bardzo silną anomalię dodatnią europu interpretowaną jako efekt albityzacji plagioklazów. Jak jest z mineralogicznego lub krystalochemicznego punktu widzenia miejsce retencji Eu w agatach mszystych?

s. 28: uralit nie jest fazą mineralną; jest to termin opisowy odnoszący się do pręcikowego/włóknistego amfibolu niepleochrolicznego lub wykazującego słabe zielononiebieskie barwy pleochroiczne (bez przypisania mu ścisłego składu chemicznego), któremu może towarzyszyć chloryt; zatem Nowakowski (1968) nie popełnił błędu.

s. 29: jakie, poza wymienionymi w tekście amfibolami (fluoro-edenit) i piroksenami (egiryn), mogło być w skałach źródło sodu dostępnego w procesach albityzacji?

s. 32: w rozważaniach petrologicznych dotyczących skał, w których doszło do przeobrażeń z udziałem Si i dla których nie wykonano ilościowego zbilansowania procesu, stosowanie SiO₂ jako wskaźnika petrogenetycznego jest obciążone bardzo dużym ryzykiem, a wnioski płynące z jego zastosowania są mało wiarygodne; dlatego też trudno zaakceptować interpretację diagramu na Fig. 8B jeśli nie znajduje ona mocnego potwierdzenia we wskaźnikach wykorzystujących *wyłącznie* pierwiastki niemobilne.

s. 34: Fig. 8C sugeruje dominujący udział w źródle magmowym składnika subdukcyjnego pochodzącego ze *stopu*. Jak pogodzić ten wniosek z sugerowanym w [3] na Fig. 15B przeważającym wpływem *roztworów* powstałych z dehydratacji subdukowanej płyty?

s. 36 i 39: uzyskane wieki trakowe dla trachyandezytów z Głuszycy Górnej (160-180 Ma) są *starsze* od wymienionych wydarzeń geologicznych (ok. 85 Ma).

s. 38: stwierdzenia odnoszące się do agatów mszystych mają mocno spekulatywny charakter i domagają się potwierdzenia zarówno ze strony badań izotopów stałych, jak i odpowiedniego modelowania geochemicznego testującego różne warianty pochodzenia i mieszania się roztworów.

Na większości ilustracji przedstawiających obrazy OM-CL i SEM-EDS, zwłaszcza gdy treść jest bardzo zróżnicowana i obfitująca w szczegóły, strzałki lub linie prowadzące są zbyt cienkie i przez to słabo widoczne dla czytelnika (np. Fig 5 w [1]); podobnie się dzieje z opisami (etykietami) minerałów (np. Fig. 3 w [3]).

Brak konsekwencji w stosowaniu skrótów minerałów zgodnych z zaleceniami CNMNC (Warr *Mineral. Mag.* 85, 291-320, 2021), np. Plag zamiast Pl, Ko zamiast Kln, Zr zamiast Zrn.

W autoreferacie zastosowano niewygodne łamanie podpisów do figur na sąsiadujące strony.

Szkic geologiczny w [1], Fig. 1C jest niewłaściwie zorientowany względem kierunków geograficznych - oznaczenie północy winno być obrócone o ok. 45° w lewo.

W [2] kolejność obrazów BSE na Fig. 7 nie odpowiada opisowi ilustracji.

W [3] umieszczone zostały niewłaściwe podpisy pod Tabelą 3, Tabelą 4 i Tabelą 5.

Przykłady niezręczności językowych:

s. 13, 14: „augit współwystępuje z Ca-amfibolami *typu* fluoro-edenitu”, „minerały *typu* augitu”

„augit współwystępuje z *amfibolami wapniowymi o składzie* fluoro-edenitu”, „minerały *o składzie* augitu”

s. 13, 29: „minerały sialiczne”, „minerały femiczne”

„minerały *jasne*”, „minerały *ciemne*” lub „minerały *maficzne*”

s. 23: „temperatury krystalizacji dla trzech typów chlorytów kształtują się kolejno w przedziałach...”

„trzy typy chlorytów krystalizowały w temperaturach...”

s. 24: „diagramy z zawartością pierwiastków ziem rzadkich”, „diagramy wieloelementowe”

„diagramy przedstawiające zawartość pierwiastków ziem rzadkich”, „diagramy *wielopierwiastkowe*”

s. 26-27: „lewostronnie nachylone krzywe”, „prawostronnie nachylone krzywe”

- „dodatnie/pozytywne nachylenie linii diagramu”, „ujemnie/negatywne nachylenie linii diagramu”
- s. 28: „wykazują charakter unimodalny”
„wykazują *rozkład* unimodalny”
- s. 29: „geotermometru (...), który bazuje na składzie faz”
„geotermometru, który *wykorzystuje* skład faz”
- s. 29: „wyniki kalkulacji”
„wyniki *obliczeń* lub *oszacowania*”
- s. 35: „powstałych w warunkach subakwalnych”
„powstałych w warunkach *podmorskich*”

Wydaje się, że stosownym zabiegiem językowym jest unikanie żargonowych określeń w opisie skał, np. „geologia”, „petrografia”, „geochemia”, „geotermobarometria”, „mineralogia” na korzyść, odpowiednio, „budowa geologiczna”, „opis petrograficzny”, „cechy geochemiczne” lub „skład chemiczny”, „oszacowania geotermobarometryczne”, „skład mineralny”.

Podsumowanie recenzji

Recenzowaną rozprawę doktorską mgr. Tomasza Powolnego pt. *Petrogeneza wulkanitów permskich z niecki śródsudeckiej i produktów ich przeobrażeń* – niezależnie od przedstawionych powyżej uwag krytycznych oraz wykazanych mankamentów – oceniam pozytywnie i doceniam jej wartość merytoryczną. Przygotowana pod opieką naukową dr hab. inż. Magdaleny Dumańskiej-Słowik dysertacja mgr. Tomasza Powolnego stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego jakim jest 1) prześledzenie procesu spilityzacji w wybranych wczesnopermskich wulkanitach niecki śródsudeckiej, tj. scharakteryzowanie go pod względem mineralogicznym i teksturalnym, wyznaczenie jego warunków temperaturowych, nakreślenie ram czasowych i udowodnienie izochemicznego charakteru przemian w odniesieniu do uznawanych za niemobilne pierwiastków niedopasowanych oraz 2) określenie pochodzenia magm i geotektonicznego środowiska ich tworzenia. Jest to poprawne interpretacyjnie i metodologicznie osiągnięcie badawcze świadczące o opanowaniu warsztatu naukowego, a w konsekwencji o gotowości doktoranta do planowania i prowadzenia samodzielnej pracy naukowej. Dlatego też stwierdzam, że mgr. Tomasz Powolny i przygotowana przez niego rozprawa jednoznacznie spełniają warunki określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) oraz Ustawy z dnia 03 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669). Wnioskuje do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie o dopuszczenie mgr. Tomasza Powolnego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Hanna Jurek