

Warszawa, dn. 01 czerwca 2018 r.

Dr hab. Sławomir Ilnicki
Instytut Geochemii, Mineralogii i Petrologii
Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski
Al. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Karoliny Kościńskiej pt.

„Meso–Neoproterozoic evolution

of the Caledonian basement of SW Svalbard”

Niniejszą recenzję rozprawy doktorskiej przygotowano na zlecenie Rady Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie zgodnie z decyzją z dn. 26 marca 2018 r.

Wprowadzenie

Recenzowana praca doktorska została przygotowana pod kierunkiem dr hab. inż. Macieja Maneckiego prof. AGH. Stanowi ona szczegółowe studium petrologiczne poświęcone rozwojowi warunków metamorfizmu skał wieku mezo- i neoproterozoicznego wchodzących w skład kaledońskiego podłoża południowo-zachodniej części Svalbardu. W realizacji dysertacji wykorzystano materiał badawczy zgromadzony w trakcie prac terenowych doktorantki w latach 2011–2014 w czterech obszarach zachodniego i południowo-zachodniego Spitsbergenu, tj. Ziemi Księcia Karola, Ziemi Oskara II, Ziemi Nordenskiöld i Ziemi Wedela Jarlsberga. Wchodzą one w skład tzw. prowincji południowo-zachodniej stanowiącej jedną z czterech jednostek geologicznych wieku przed-dewońskiego wyróżnianych w archipelagu Svalbard. Badania wykonane w trakcie prac nad rozprawą obejmowały oznaczenia składu chemicznego minerałów skałotwórczych i akcesorycznych, oznaczenia stosunków izotopowych w cyrkonie, badania spektroskopowe kwarcu (widma Ramana) uzupełnione o oznaczenia zawartości pierwiastków głównych w wybranych próbkach (całe skały).

Struktura i treść rozprawy

Dysertacja została napisana w języku angielskim i liczy 124 strony numerowane, z czego 105 stron to tekst zasadniczy z 46 figurami i 21 tabelami ujęty w 8 rozdziałów z podrozdziałami pogrupowanymi w dwóch poziomach hierarchii. Do tekstu dołączono spis literatury zawierający 152 pozycje, spis ilustracji i tabel oraz załącznik z wykazem skrótów nazw minerałów użytych w ilustracjach i tabelach. Do tekstu nie dołączono streszczenia w języku polskim.

Rozdział 1 stanowi wprowadzenie do rozprawy, w której podano obszar prac badawczy, zaprezentowano przyczyny podjęcia badań oraz stawiane hipotezy. Impulsem do wykonania badań był brak dostatecznego rozpoznania warunków P-T-t w skałach wysokiego i średniego stopnia metamorfizmu SW Spitsbergenu, uniemożliwiający zarówno lokalne, jak i wielkoskalowe korelacje paleotektoniczne w pasie kaledonidów północnoatlantyckich. Celem pracy było stworzenie modelu wieloetapowego, poligenicznego rozwoju tektonometamorficznego zapisanego w trakcie proterozoicznych i paleozoicznych procesów orogenicznych w skałach krystalicznego podłoża południowo-zachodniej części Svalbardu. Założono także, że uzyskanie zbioru danych petrologicznych i geochronologicznych umożliwi całościową rekonstrukcję warunków metamorficznych dla dotychczas odrębnie badanych rejonów archipelagu.

Rozdział 2 zapoznaje czytelnika z zarysem budowy geologicznej prowincji zachodnio-południowej Svalbardu ze szczególnym uwzględnieniem czterech regionów, w których doktorantka prowadziła swoje prace terenowe (Ziemia Oskara II, Ziemia Nordenskiölda, Ziemia Wedela Jarlsberga i Ziemia Księcia Karola). Dla każdego regionu przedstawiono zaczerpnięty z literatury aktualny stan badań petrologicznych i geochronologicznych (w części również autorstwa doktorantki), a także poglądy na temat genezy i rozwoju tektonometamorficznego występujących tamże skał. Rozdział został zilustrowany szczegółowymi szkicami geologicznymi oraz schematem podziału litostratygraficznego.

Rozdział 3 przedstawia wykorzystane w badaniach metody instrumentalne obejmujące analizę rentgenowską w mikroobszarze, spektroskopię Ramana oraz czułą wysokorozdzielczą mikrosondę jonową (SHRIMP). Dla każdej z nich podano użyty typ urządzenia, warunki pracy aparatu, sposób prowadzenia oznaczeń, stosowane wzorce i standardy oraz oprogramowanie wykorzystane do obróbki danych. W przypadku szczególnych zastosowań mikroanalizatora rentgenowskiego (termometr cyrkonowy w rutylu, datowanie chemiczne monacytu) informacje na temat warunków pracy urządzenia umieszczono w osobnych podrozdziałach.

Rozdziały 4-7 zawierają główny materiał badawczy i interpretacyjny dysertacji. Wszystkie cztery rozdziały mają tę samą, spójną strukturę, zbliżoną organizacją do artykułu naukowego. Doktorantka najpierw podaje przyczyny wytypowania danego obszaru, przedstawia problem petrologiczny rozwiązywany w trakcie jego badań i znaczenie uzyskanych wyników. Po wstępie następuje opis kolekcji próbek (miejsca pobrania, charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna), omówienie uzyskanych oznaczeń ilościowych składu chemicznego minerałów skałotwórczych, a także – o ile były oznaczane – minerałów akcesorycznych. Ta część rozdziału jest opatrzona ilustracjami zestawionymi w plansze, na których zaprezentowano mikrofotografie, obrazy w elektronach wstecznie rozproszonych (BSE), mappingi, diagramy zmienności składu chemicznego minerałów. Do tekstu dołączono materiał dokumentacyjny: tabele zawierające reprezentatywne składy chemiczne badanych minerałów, wyniki oznaczeń stosunków izotopowych z obliczonym wiekiem radiogenicznym (jeśli były wykonywane) i wykresy. Następnie na podstawie zebranych obserwacji i wyników analitycznych, wykorzystując odpowiednie narzędzia petrologiczne, przedstawiane są oszacowania warunków ciśnienia i temperatury metamorfizmu oraz wyniki oznaczeń geochronologicznych (rozdział 4 i 7). W dalszej kolejności zgromadzony zbiór danych jest przedmiotem omówienia i dyskusji w kontekście lokalnym oraz ponadregionalnych rekonstrukcji. Rozdział kończy zestawienie głównych wniosków z przeprowadzonych badań i rozważań.

Pierwszym zaprezentowanym obszarem jest region Motalafjella położony w Ziemi Oskara II z kluczowymi dla SW Svalbardu wystąpieniami skał wysokociśnieniowych (eklogity, łupki niebieskie, metapelity) należącymi do górnej części kompleksu Vestgötabreen. W celu oszacowania ciśnienia metamorfizmu doktorantka zastosowała nowatorską metodę badań spektroskopowych przesunięcia pasm rozpraszania Ramana wrostków kwarcu przechwyconych przez wzrastające kryształy metamorficznego granatu (metoda QuiG). Uzyskane wartości ciśnienia w połączeniu z temperaturami otrzymanymi przy wykorzystaniu geotermometru cyrkonowego w rutylu pozwoliły jej na stwierdzenie, że badane skały dokumentują prawoskrętną ścieżkę metamorfizmu odpowiadającą bardzo niskiemu gradientowi geotermicznemu (8-10°C/km). Badania petrologiczne zostały uzupełnione oznaczeniami metodą SHRIMP *in situ* wieku radiogenicznego metamorfizmu metodą U-Pb w brzeźnych częściach kryształów cyrkonu. Otrzymany wiek (485.4 ± 8.5 Ma) w powiązaniu z zapisem warunków metamorfizmu wysokociśnieniowego w opinii autorki pozwala doszukiwać się powiązań pomiędzy SW Svalbardem a odległym terranem Pearya w północnej części Wyspy Ellesmera.

Druga część badań prowadzona była w Ziemi Nordenskiölda, gdzie natrafiono na wcześniej nieopisane wystąpienia skał metamorfizmu wysokich ciśnień. Zbadane przez doktorantkę łupki niebieskie dokumentują chłodne warunki metamorfizmu wysokociśnieniowego (gradient geotermiczny ok. 7°C/km). W przypadku tych skał maksymalne temperatury i ciśnienia metamorfizmu uzyskano nowoczesną metodą modelowania termodynamicznego wykorzystując tzw. pseudoprzekroje i krzyżujące się izoplety faz wchodzących w skład trwałego zespołu mineralnego HP. W dyskusji autorka podkreśliła podobieństwo łupków niebieskich Ziemi Nordenskiölda i dolnej części kompleksu Vestgötabreen w rejonie Motalafjella, co upoważniło ją do wniosku, że obszar metamorfizmu HP-LT w SW Svalvardzie jest znacznie większy, niż dotychczas uważano. Ponownie przywołuje koncepcję powiązania tego obszaru z terranem Pearya w jedną domenę i przytacza szereg argumentów na poparcie tej tezy, m.in. paleotektoniczną rekonstrukcję kaledonidów obszaru arktycznego we wczesnym permie.

Przedmiotem badań w trzecim wybranym obszarze były łupki z jednostki Berzelieggene stanowiącej niewielki fragment północnej części Ziemi Wedela Jarlsberga. Doktorantka weryfikuje w nich hipotezę, że w tej części Svalbardu zapisały się odrębne wydarzenia metamorficzne związane z dwiema osobnymi orogenezami. Do określenia warunków metamorfizmu wykorzystano zarówno podejście konwencjonalne (termobarometria geologiczna), jak również stosowane już wcześniej modelowanie termodynamiczne (metoda pseudoprzekrojów i izoplety mineralnych). Dwa odczytane przez autorkę epizody metamorficzne (wcześniejszy w warunkach niższej facji amfibolitowej i późniejszy w warunkach facji epidotowo-amfibolitowej) stanowią w jej opinii zapis oddzielonych w czasie prawoskrętnych ścieżek metamorfizmu, które koreluje, odpowiednio, z wydarzeniami neoproterozoicznymi (ok. 640 Ma temu) i z orogeneza kaledońską. W zaproponowanej rekonstrukcji tektonicznej postuluje, że epizody metamorficzne związane z drugą z nich są w rzeczywistości wyrazem tego samego wysokociśnieniowego metamorfizmu dokumentowanego w pierwszych dwóch zbadanych obszarach (tj. Motalafjella i Ziemia Nordenskiölda) i przywiązanego do tej samej strefy subdukcji przy krawędzi złożonego terranu SW Svalbard-Pearya.

Ostatnim przestudiowanym w dysertacji obszarem jest niewielki fragment w północnej części wyspy Ziemia Księcia Karola. Przedmiotem badań były metapelity jednostki Pinkie. Dzięki połączeniu metody badań ramanowskich inkluzji kwarcu w granacie (metoda QuiG), geotermometru itrowego w monacycie

oraz modelowania P-T-X-M (modelowanie termodynamiczne połączone z frakcjonalną krystalizacją i bilansem masy) doktorantka postuluje lewoskrętną ścieżkę metamorfizmu tych skał w warunkach facji amfibolitowej. Zaś wykorzystując metodę tzw. datowania chemicznego monacytu ustaliła, że warunki progresji metamorfizmu miały miejsce między ok. 360 a 355 Ma temu. W tektonicznej dyskusji autorka wyraża pogląd, że zachodnie wybrzeże Svalbardu wraz z obszarem Pearya wchodziły w skład orogenu ellesmeryjskiego powstałego wskutek przybliżania się w późnym paleozoiku złożonego terranu SW Svalbard–Pearya ku północnym brzegom łądu Laurencji. Tym samym wyniki badań metapelitów jednostki Pinkie w opinii autorki sugerują istnienie post-kaledońskiego szwu tektonicznego między południowo-wschodnią prowincją Svalbardu a północną krawędzią Laurencji.

Rozdział 8 jest jednostronnicowym zebraniem wniosków z przeprowadzonych badań i podsumowaniem konkluzji przedstawionych na koniec każdego z czterech głównych rozdziałów pracy.

Opinia

Recenzowana rozprawa jest bardzo interesującym i ważnym osiągnięciem naukowym przedstawiającym wyniki kilkuletnich intensywnych prac doktorantki w odległym obszarze SW Svalbardu. Na szczególne podkreślenie zasługuje przemyślana strategia prac terenowych, a także rozbudowane badania kameralne. Wykorzystano w nich nie tylko nowoczesne metody analityczne i narzędzia petrologiczne (modelowanie termodynamiczne, modelowanie P-T-X-M, datowanie wydarzeń metamorficznych poprzez badania minerałów *in situ*), ale także metody nowatorskie (metoda QuiG) aktualnie dołączane do metodologicznego arsenału petrologii skał metamorficznych. W pracach nad dysertacją doktorantka wykazała się znajomością zagadnień petrologii metamorficznej tak skał maficznych (eklogity, łupki niebieskie), jak i pelitowych (łupki łuszczycowe, paragnejsy). Imponuje zakres i wielowątkowość prowadzonych badań, co jest szczególnie dobrze widoczne w badaniach skał z jednostki Pinkie.

Do najistotniejszych osiągnięć dysertacji należy potwierdzenie wysokociśnieniowych warunków metamorfizmu wieku kaledońskiego, które – jak okazuje się świetle przeprowadzonych badań – swoim zasięgiem obejmuje nie tylko kanoniczny obszar Motalafjella, ale praktycznie cały pas wychodni u zachodniego i południowo-zachodniego wybrzeża Spitsbergenu. Szczególne znaczenie miało w tym względzie odkrycie nowych miejsc występowania skał HP w Ziemi Nordenskiöld, jak też wykazanie epizodu w wyższych ciśnieniach w Ziemi Wedel Jarlsberga. Dzięki oszacowaniu warunków piku barycznego doktorantce udało się ustalić wartość gradientu geotermicznego dla poszczególnych fragmentu pasa skał wysokociśnieniowych, co pozwala na lepszy wgląd w przebieg procesów kaledońskiej subdukcji. Jeśli potwierdzi się przynależność wiekowa obu stwierdzonych przez doktorantkę w Ziemi Wedela Jarlsberga wydarzeń metamorficznych, to określenie warunków i zasięgu neoproterozycznego metamorfizmu, jak słusznie zauważa autorka w swoich konkluzjach, może wpłynąć na zrewidowanie dotychczasowych poglądów na rozwój budowy geologicznej zachodnich prowincji archipelagu Svalbardu. Nie mniej cenne są wyniki, jak i wnioski płynące z przeprowadzonych badań geochronologicznych. Doktorantce udało się umieścić na skali czasu zarówno epizod wysokociśnieniowy związany z orogenezą kaledońska, jak i rozpoznać po raz pierwszy znacznie młodsze wydarzenie metamorficzne w obrębie

archipelagu Svalbardu. Zrekonstruowany przez doktorantkę rozwój tektonometamorficzny SW Svalbardu dostarcza ważnych, nowych argumentów na korzyść poglądu o pokrewieństwie tego obszaru do północnych fragmentów Wyspy Ellesmera i tworzenia przez nie w paleozoiku złożonego terranu Pearya. Wykazanie w pracy najmłodszego wiekiem metamorfizmu (c. 360 Ma) dokumentuje w istocie trzeci – obok neoproterozoicznego (Torellian, c. 640) i kaledońskiego (c. 485 Ma) – przypuszczalnie ellesmeryjski epizod orogeniczny w SW Svalbardzie. Niewątpliwie odkrycia te mają znaczenie uniwersalne i należy oczekiwać zainteresowania publikacjami doktorantki ze strony międzynarodowego grona czytelników. Również zastosowanie z powodzeniem metody QuiG do rekonstrukcji warunków metamorfizmu w kluczowym i w istocie poligenicznym fragmencie pasa orogenicznego, może wpłynąć korzystnie na rozwój i popularność tej metody.

Uwagi krytyczne

Przedstawiona przez doktorantkę rozprawa podejmuje ambitne zadanie stworzenia modelu następstwa zmian metamorficznych w badanych fragmentach podłoża krystalicznego SW Svalbardu. Jednakże przy realizacji tego zadania pojawiły się pewne niewielkie usterki zarówno natury merytorycznej, jak i redakcyjno-edytorskiej. W poniższym zestawieniu przedstawiono najważniejsze z nich odwołując się do odpowiedniego fragmentu tekstu lub elementu dokumentacji.

Rozdział 2.

W rozdziale 2 komunikatywność tekstu podniosłoby lepsze przygotowanie niektórych ilustracji. Zamieszczony schematyczny profil litostratygraficzny na Fig. 2.4, z którym czytelnik zapoznaje się na samym początku lektury rozprawy, powinien zawierać dostępne dane n.t. wieku radiogenicznego; również należało na nim zaznaczyć pozycję badanych w rozprawie próbek skał. Figury 2.4, 2.5 i 2.8 znacząco zyskałyby na czytelności, gdyby je powiększyć i użyć większą czcionkę.

Rozdział 3.

W rozdziale 3 zupełnie pominięto informację na temat wykorzystanych metod oznaczenia składu chemicznego całych skał wykorzystanego do modelowania termodynamicznego (rozdziały 2 i 3). Wydaje się również, że ze względu na zastosowaną w badaniach nowatorską metodę QuiG, należało rozdział 3 rozszerzyć o jej dokładną prezentację.

Rozdziały 4–6.

W rozdziałach 4–6 w niewystarczający sposób zilustrowano uzyskane oznaczenia ilościowe składu chemicznego minerałów. W dysertacji nie pojawia się żaden diagram dla piroksenu, biotyту, muskowitu czy plagioklazu. Nie pozwala to wyrobić sobie zdania na temat rzeczywistej zmienności składu chemicznego tych minerałów, tym bardziej, że nie podano liczby wykonanych poszczególnych oznaczeń ilościowych. Skład chemiczny amfibolu przedstawiono w projekcji X_{Mg-Si} , nienajlepszej z punktu widzenia aktywnych w amfibolach wapniowych i sodowych substytucji, zupełnie ignorując przy tym obowiązującą od 2012 roku nową klasyfikację tych minerałów. W tabelach zawierających przeliczenia składu chemicznego amfibolu na wzory krystalochemiczne nie rozpisano kationów na pozycje strukturalne.

To samo zastrzeżenie dotyczy piroksenu. Nie podano metody rozdzielania Fe^{2+} i Fe^{3+} dla tego minerału. W przypadku granatu zupełnie pominięto tę kwestię, podczas, gdy obecność członu andradytowego w granacie wpływa na obliczoną zawartość członu grosularowego wykorzystywanego do oszacowania warunków P-T.

W obu przypadkach, gdzie wykorzystano metodę QuiG, powinny zostać podane w formie stabelaryzowanej wyniki pojedynczych oznaczeń przesunięć ramanowskich w kwarcu. W obecnej formie ta część dokumentacyjna pracy jest niekompletna.

Wydaje się również, że w opracowaniu petrologicznym poszczególnych typów skał powinny znaleźć się schematy pokazujące zespoły mineralne i ich następstwo (sukcesję mineralną), o ile to możliwe w kontekście zapisanych w skałach deformacji.

W opinii recenzenta dysertacja zyskałaby, gdyby przedstawiono zdjęcia makroskopowe próbek skał lub złądów z nich wykonanych. Jedynie próbka metapelitu z kompleksu Vestgötabreen została w ten sposób zaprezentowana.

Rozdział 4.

W rozdziale 4 czytelnik dopiero w części dyskusyjnej dowiaduje się, że badana jest górna część kompleksu Vestgötabreen, co jest ważną informacją z punktu widzenia prezentowanych później rekonstrukcji.

Zastanawiające jest dlaczego zupełnie pominięto dla trzech rodzajów skał tego kompleksu oszacowanie warunków P-T przy użyciu modelowania termodynamicznego, a przynajmniej nie podano powodów odstąpienia od tej metody.

W dyskusji w par. 4.5.1 niektóre kwestie pozostają niejasne: 1) jak interpretować automorficzny pokrój kryształów glaukofanu zamkniętych w obrębie omfacytu (Fig. 4.2D), skoro amfibol ten ma należeć do zespołu retrogresywnego? 2) przedstawiona na Fig. 4.4E pseudomorfoza po lawsonicie (paragonit + kyanit + kwarc) nie znajduje swojego odzwierciedlenia w przedstawionych trzech reakcjach rozpadu lawsonitu.

W par. 4.5.2 należało przybliżyć wnioski płynące z pracy Bernarda-Griffithsa et al. (1993) ze względu na tektoniczną interpretację uzyskanego przez autorkę wieku radiogenicznego. W par. 4.6 pojawia się natomiast wniosek o wieku kolizji SW Svalbardu z łukiem wysp, który nie był dyskutowany we wcześniejszym paragrafie.

Rozdział 5.

W stanowiącym ilustrację do rozdziału 5 szkicu na Fig. 2.5 nie zaznaczono miejsca pobrania próbek *ex situ* (z bloków skalnych), mimo, iż autorka twierdzi, że pochodzą one z wyraźnie wyodrębnionej wychodni. Nie jest to praktyka właściwa w opracowaniu naukowym, tym bardziej, że są to nowo stwierdzone miejsca występowania skał HP.

W par. 5.3 nie podano w jaki sposób oszacowano zawartość tlenu w składzie chemicznym próbki wykorzystanej do modelowania termodynamicznego. Nie podano również składu chemicznego użytego ostatecznie do modelowania, a uzyskanego po uwzględnieniu frakcjonowania granatu. Przedstawione na Fig. 5.6 izoplety grosularu, piropu, muskowitu i amfibolu nie przecinają się jednocześnie w jednym polu, a w polu odpowiadającym występującej w próbce paragenezie przecinają się tylko izoplety granatu. Może to oznaczać brak uzyskania równowagi przez obserwowany w próbce zespół mineralny lub też

niezachowanie przez minerały równowagowego składu chemicznego. Zagadnienie to nie zostało przedyskutowane przez doktorantkę. Ponadto na diagramie naniesiono tylko po jednej izoplecie dla grosularu, piropu i amfibolu, co dodatkowo utrudnia ocenę uzyskanego modelu.

W kontekście dyskusji w par. 5.4 niezrozumiałe jest nieumieszczenie na diagramie P-T uzyskanych w rozdziale 4 wyników własnych dla skał z kompleksu Vestgötabreen.

Rozdział 6.

Zamieszczone na Fig. 6 obrazy BSE (E i F) są nieczytelne, natomiast na Fig. 6.2B (podobnie jak i na Fig. 5.2) nie umieszczono profilu dla X_{Fe} . W tabeli 6.1 nie podano teksturalnej pozycji wykonanych oznaczeń ilościowych. W tabeli 6.3 umieszczone jako reprezentatywne analizy plagioklaz mają sumę poniżej 98.5% i jednocześnie niską sumę kationów.

Na Fig. 6.3B zaznaczono elipsą warunki odpowiadające maksymalnym warunkom metamorfizmu; jest to tylko część obszaru wyznaczonego przez przecinające się izoplety granatu, muskowitu i biotyту. W tekście nie pojawia się żaden komentarz lub uzasadnienie tego wyboru.

Dyskusja zamieszczona w par. 6.4.1 ma do pewnego stopnia charakter spekulatywny wobec braku danych n.t. wieku radiogenicznego epizodów metamorficznych odczytanych w badanej skale.

Rozdział 7.

Fig. 7.4, będąca bardzo ważnym elementem dokumentacji tej części badań, jest za mała i nieczytelna. Na obrazach BSE brak zaznaczenia stref odpowiadających granatowi I i granatowi II.

W dyskusji przedstawionej w par. 7.5.1 została przywołana (bez cytowania) siatka petrogenetyczna KFMASH. Wydaje się, że ze względu na znaczenie w prowadzonej narracji, słusznym byłoby zaprezentowanie jej na osobnej figurze.

W rozważaniu przedstawionym w par. 7.5.4 wspomniano, że źródłem wapnia mógłby być plagioklaz. W takiej sytuacji należałoby spodziewać się jego budowy pasowej z wyraźnym spadkiem zawartości członu anortytowego na brzegach blastów, czego nie zaobserwowano. Czy można natomiast uwzględnić resorbowany granat (etap III na Fig. 7.9) jako potencjalne źródło Ca w omawianym systemie?

Z punktu widzenia wniosków petrogenetycznych niezrozumiałe jest pominięcie wyników modelowania P-T-X-M wykonanego dla pozostałych dwóch próbek (KK12-5b i KK14-33). Stąd też nieuzasadnione jest umieszczanie na diagramie na Fig. 7.13 indywidualnych ścieżek P-T dla tych próbek, a w dalszej konsekwencji epizod ich izobarycznego chłodzenia, tak ważny w dyskusji poświęconej rozpadowi monacytu, nie jest dostatecznie udowodniony.

Rozdział 8.

Lektura tego rozdziału pozostawia czytelnika z dużym uczuciem niedosytu. W stosunku do ogromnej ilości zgromadzonych danych, obliczonych modeli i zaproponowanych w rozdziałach 4–7 paleotektonicznych interpretacji, podsumowanie pozostaje w dużej dysproporcji i wypada bardzo skromnie. Co prawda, ważne wnioski petrogenetyczne zostały wyartykułowane na zakończenie każdego rozdziału, jednak czytelnik ma prawo oczekiwać zebrania ich w jednolity i wyczerpujący opis na zakończenie dysertacji.

W tekście pojawiają się stosunkowo nieliczne błędy o charakterze typograficznym, stylistycznym i gramatycznym, np.:

s. 40: „Kohn, 2014”, zamiast „Kohn (2014)”;

s. 41: „most;y”, zamiast „mostly”;

s. 46: „wester”, zamiast „western”;

paragraf 4.6: powtórzenie zdania w 4–6 linii ustępu;

s. 50: „Si content equals c. 7.82”; słowa “equals” i “circa” wzajemnie się wykluczają;

s. 61: „mircoaugens”, zamiast „microaugens”;

s. 62: „transversal”, lepszym synonimem byłoby słowo „oblique” lub „oblique to the foliation”;

s. 62: słowo „however” winno być dwustronnie oddzielone przecinkami;

s. 66: „table 5.4” zamiast „table 6.4”;

s. 67: „Phosphorus”, zamiast „phosphorus”;

s. 70: sugeruje zastąpienie słowa „corollary” słowem „supposition”, „assumption”;

s. 76: “plagioclase *is forming*” zamiast “plagioclase *forms*”; niepotrzebny nawias po słowie matrix;

s. 78: w podpisie do fig. 7.2D brak słowa „and”, tj. „staurolite porphyroblast *and* kyanite aggregate”; w podpisie do fig. 7.2G “kyanite *braking*” zamiast “kyanite *breaking*”;

s. 88: “Yttrium” zamiast “yttrium”;

s. 100: „expanse” zamiast „expense”.

Powszechnym błędem stylistycznym, którego niestety nie ustrzegła się doktorantka, jest łączenie w języku angielskim strony biernej z imiesłowem czasu teraźniejszego: „data *obtained using* method of...” (np. s. 45). Również zastosowane są żargonowe określenia w tytułach rozdziałów odnoszące się do dziedziny nauki, np. „Mineral chemistry” (np. s. 49, 62), „Petrography” (np. s. 47, 60), podczas, gdy treść wskazuje, że tytuły powinny brzmieć, odpowiednio: „Chemical composition of minerals”, „Petrographic features” lub „Petrographic description”. Również niewłaściwym jest zwrot „description of *chemistry* of *major* minerals” (s. 78), który należy zastąpić zwrotem „description of *chemical composition* of *rock-forming* minerals”. Podobnie żargonowym określeniem jest „Petrochronological discussion” użyte w tytule rozdziału 7.5. Wydaje się, że stosowniejszym byłoby „Petrogenesis” lub „Petrogenetical and geochronological discussion”.

W spisie cytowanej literatury dostrzeżono brak niektórych pozycji, które zostały przywołane w tekście, np.: Elvenvold et al. (2013), Ernst (1990), Larionov et al. (2010), Mayr et al. (1998), Newton et al. (1990), Ohta (1975), Tsujimori & Ernts (2013), Vogt (1927).

Podsumowanie recenzji

Przedstawione powyżej uwagi krytyczne, mające zasadniczo charakter dyskusyjny lub edycyjny, nie wpływają w znaczący sposób na wartość merytoryczną pracy. Stanowi ona oryginalne i poprawne interpretacyjnie osiągnięcie badawcze doktorantki wykonane przy użyciu nowoczesnych, jak i nowatorskich metod badawczych. Świadczy o opanowaniu przez nią warsztatu metodologicznego

i naukowego w zakresie petrologii skał metamorficznych, a zatem jej gotowości do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Na tej podstawie stwierdzam, że rozprawa mgr Karoliny Kościńskiej jednoznacznie spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z późn. zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wnioskuje do Rady Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie o dopuszczenie mgr. Karoliny Kościńskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego, publicznej obrony przedstawionych w rozprawie tez oraz o wyróżnienie recenzowanej rozprawy.

Anna Jurek