

**Recenzja pracy doktorskiej mgr Krystyny Wołkowicz
„Warunki powstania mineralizacji kwarcowej w granitognejsach Wądroża
Wielkiego na podstawie badań inkluzji fluidalnych”**

Sudety „od zawsze”, jeśli tak można powiedzieć, były niezwykle interesującym poligonem dla badań geologicznych. Potwierdza to Autorka dysertacji powołując się na pracę naukową Schwenckfelda z 1601 roku, traktującą o surowcach mineralnych Sudetów. Uwagę wielu geologów złożowych, mineralogów przyciągała obecność złota związana z występowaniem żył kruszcowych. Wzmianka o obecności złota w kwarcu sudeckim znalazła się też u Staszica w jego wiekopomnym dziele „O ziemioródtwie Karpatów...”. Przechodząc zaś do współczesności trzeba podkreślić, że najwięksi polscy geolodzy, mineralodzy, złożowcy interesują się Sudetami.

Sięgnięcie więc po temat żył kwarcowych na bloku przedsudeckim i próba wniesienia nowych elementów do dotychczasowej wiedzy o nich, stanowi duże wyzwanie. Doktorantka sprostала mu całkowicie i to z bardzo dobrym rezultatem. Jako klucz do badań genetycznych żył kwarcowych autorka wykorzystала analizę inkluzji fluidalnych. Przedstawiła pracę pt. „Warunki powstania mineralizacji kwarcowej w granitognejsach Wądroża Wielkiego na podstawie badań inkluzji fluidalnych”.

Praca doktorska ma formę jednego tomu zawierającego 191 stron tekstu wraz z 212 figurami, na które składają się głównie zdjęcia, a także wykresy i tabele.

Cel pracy, jaki sformułowała Autorka na wstępie, dokładnie pokrywa się z tytułem dysertacji. Miejsce prowadzonych badań Autorka przedstawiła na dwóch mapach geologicznych: jednej bardzo ogólnej z wieloma nieobjaśnionymi symbolami oraz drugiej w postaci arkusza Wądroże Wielkie Szczegółowej MGP, niestety bardzo słabo czytelnej.

W rozdziale „Dotychczasowy stan wiedzy” Autorka niezwykle skrupulatnie przedstawiła wszelkie publikowane prace dotyczące mineralizacji kwarcowej okolic Wądroża Wielkiego i innych rejonów Sudetów. Starając się nie pominąć żadnego z badaczy, zdaniem recenzentki, zbyt szczegółowo potraktowała ten rozdział. Z drugiej jednak strony świadczy to o dogłębnej znajomości literatury przedmiotu.

W dalszej części pracy Autorka przedstawiła metody badawcze, którymi się posługiwała. Ze szczególną starannością opisała analizę inkluzji fluidalnych. Zaprezentowała technikę badań oraz podstawy teoretyczne analizy termometrycznej, wskazała na trudności jakie napotyka się w stosowaniu tej techniki badań. Rozdział ten dowodzi świadomego korzystania przez Doktorantkę z tej metody, z wykorzystaniem jej wszelkich możliwości, ale i z uwzględnieniem jej ograniczeń.

W dalszej części pracy Autorka przedstawiła budowę geologiczną i rozwój struktury kaczańskiej, ze szczególnym uwzględnieniem rejonu Wądroża Wielkiego. Nie jest łatwo w syntetyczny sposób opisać geologię jakiegokolwiek fragmentu Sudetów, ale wydaje się, że ograniczenie szczegółów mineralogiczno-petrograficznych wpłynęłoby na klarowniejszą formę tekstu.

Od rozdziału 6. czyli opisu mikro- i makroskopowego skały kwarcowej z WW rozpoczyna się prezentacja własnych badań Autorki. W analizowanych skałach kwarcowych, pochodzących z 15 różnych lokalizacji, wydzieliła 4 zasadnicze typy strukturalno-teksturalne. W tym miejscu brakuje wyjaśnienia dlaczego Doktorantka nie skorzystała, albo nie odniosła się krytycznie, do opisywanego wcześniej (str.11) podziału na 4 odmiany skał kwarcowych dokonanego wcześniej przez Majerowicza i in. (1963).

Mgr K. Wołkowicz wyróżniła; 1) skałę kwarcową o strukturze nierównokrystalicznej, a w niej 2 podtypy; 2) kwarc żyłowy w zrostach heterogranularnych; 3) skałę drobnokrystaliczną, porowatą z dużymi kryształami kwarcu; 4) kwarc żyłowy w zrostach wielokrystalicznych. Zamieszczona bogata dokumentacja fotograficzna pozwala zobaczyć charakterystyczne cechy wyróżnionych typów skał.

W całej pracy Autorka konsekwentnie posługuje się w opisach i interpretacji przyjętą klasyfikacją, co bardzo porządkuje pracę i ułatwia śledzenie naukowego wyводу.

Dużo miejsca poświęcono badaniom minerałów akcesorycznych w skałach kwarcowych. Oprócz powszechnie spotykanych minerałów odnotowano po raz pierwszy obecność ponad 20 faz, takich jak np.: chalkopiryt z towarzyszącymi mu wtórnymi fazami: chalkozynem i kowelinem, gorceixyt, jarosyt (nie jarozyt), sfaleryt, bizmut rodzimy i inne. Wskazuje to na wyjątkową skrupulatność przeprowadzonych badań mineralogicznych. W kilku miejscach pracy przewija się ciekawy wątek obecności i pochodzenia złota w kwarcu.

Rozdziały 9, 10, 11 to kolejno wyniki badań izotopowych, CL i FI – inkluzji. Wydaje się, że w pierwszej kolejności powinny być omówione badania inkluzji jako fundamentalne dla całej pracy, a dopiero po nich analizy o charakterze komplementarnym. W ten sposób uniknięto by falstartu z podaniem wyników termometrycznych w rozdz.9 dotyczącym badań

izotopowych, podczas gdy wyniki badań inkluzji prezentowane są dopiero w rozdz.11.

Rozdziały 10 oraz 12.3.4 poświęcone wynikom badań CL oraz ich interpretacji oceniam jako najslabszą część pracy. Ograniczę się do ogólnych uwag, gdyż szczegółowe uzasadnienie zdominowałoby recenzję pracy, której podstawą są badania inkluzji. Nie wiadomo dlaczego badaniom w CL poddano tylko 2 z 4 typów skał kwarcowych. Autorka nie powinna opierać się na ważnej, ale bardzo starej pracy z 1976 r Ulfa Zirkenagla, lecz powinna sięgnąć do prac Jensa Goetzego – obecnie „guru” jeśli chodzi o katodoluminescencje kwarcu. Polecam szczególnie jego pracę i Zimmerlego z 2000r “Quartz and silica as guide to provenience in sediments and sedimentary rocks” oraz pracę Goetze i in. (2001), w której można przeczytać: „Kwarce o takiej samej CL i widmach mogą wzrastać w różnych genetycznie warunkach”. Ta świadomość kazałaby Doktorantce ostrożniej interpretować zdjęcia CL.

Nie można mówić, że dany kwarc nie wykazuje luminescencji, kiedy na zdjęciu CL ma barwę brunatną, a na widmie CL wprowadzie słabo, ale zaznaczające się pasmo emisyjne. Nie przypisywałabym tak istotnej roli orientacji optycznej kryształów w rozkładzie barw CL. Widma CL powinny być „zgrane” z kolorowymi fotografiami CL, a nie tylko z czarno/białymi z SEM. Jeśli, jak sądzę, praca będzie publikowana, to badania CL należy poprawić i uzupełnić.

Badania IF, kluczowe w recenzowanej pracy, budzą podziw i uznanie recenzentki. Wiadomo, że technika ta wymaga dużej precyzji, cierpliwości i skrupulatności, aby uchwycić moment homogenizacji czy topnienia wewnątrz inkluzji. Jak trudna była to praca obrazuje przykładowy opis przebiegu analizy termometrycznej w inkluzji trójfazowej. Autorka wykonała bardzo dużą ilość analiz termometrycznych, co pozwoliło na statystyczne ujęcie wyników i przedstawienie ich na histogramach. Wyliczyła wielkość zasolenia, gęstość solanki i ciśnienie. Dodatkowo wykonała w 3 próbkach analizy Ramanowskie w celu zbadania składu fazowego inkluzji. Wszelkie pomierzone wartości odbiegające znacznie od pozostałych umieściła w nawiasach, a wyniki niepewne opatrzyła znakiem zapytania. Z uwagi na ogromną ilość wyników dla każdego typu skały kwarcowej Autorka starała się pogrupować je w zaznaczających się przedziałach.

Przy tak dużej ilości wykonanych pomiarów, kilku kategorii badanych skał oraz wielu wyróżnionych grup i zespołów inkluzji, bardzo trudne jest syntetyczne podsumowanie i klarowne przedstawienie wyników. Autorka przeprowadziła analizę wyników w postaci jasnego, choć długiego, wywodu. Zdecydowanie pomocna jest tabela na fig.212 przedstawiająca sukcesję mineralną występującą na poszczególnych etapach powstawania

skał kwarcowych: począwszy od etapu metamorficznego, przez wysokotemperaturowy pneumatolityczny, następnie etapy hydrotermalne aż do diagenety i procesów hipergenicznych. Tabela ta zyskała by na klarowności gdyby zaznaczyć na niej zakresy w których Autorka umieściłaby wyróżnione przez siebie typy skał kwarcowych. Tutaj poleciłabym, jako dobry przykład syntezy wyników badań inkluzji w ujęciu tabelarycznym, zaprezentowaną tabelę w pracy Heynke'go i in. (1992). Zarówno forma prezentacji, jak i same wyniki niemieckich badaczy, powinny zainteresować Doktorantkę, gdyż dotyczą genezy kwarcu żyłowego w skałach krystalicznych w Niemczech, w tym w sąsiedniej Saksonii.

Przy bardzo pozytywnej ocenie pracy jako całości, poza wspomnianymi wcześniej uwagami krytycznymi, chciałabym zwrócić uwagę na drobne błędy, często o charakterze redakcyjnym:

- Praca jest bardzo dobrze ilustrowana zdjęciami, lecz uzupełnienia wymagają objaśnienia do nich (oznaczenia literowe, strzałki na fotografiach, np. fig. 106 - 107), natomiast objętość podpisów powinna być trochę zredukowana.

- Zamiast kilkadziesiąt razy pisać pod zdjęciami o zbyt grubej płytce cienkiej należy raz napisać o tym w tekście.

- Nie powinno się umieszczać pod zdjęciami równie długich, identycznie brzmiących zdań, co w tekście tego samego rozdziału (np. str.76 i fig.124-127).

- Zdjęcie CL nie przedstawia „obrazu” jak na sąsiednim zdjęciu lecz „obiekt”, bo istotą CL jest uzyskanie odrębnego obrazu dla tego samego obiektu (dot. wszystkich opisów zdjęć CL)

- Uwagi o metodyce (np. str.96) należy skoncentrować w rozdziale jej dotyczącym.

- W opisie widm ramanowskich jest wiele niejasności i pomyłek: nie wiadomo, które wykresy do których inkluzji się odnoszą (do 01, 02 czy 03?), a opisywane piki w tekście nie są widoczne na wskazanych wykresach (np. fig.200).

- Podając zakres wartości $\delta^{18}\text{O}$ nie należy pisać, że „generalnie” mieszczą się pomiędzy -3,7 i +3,7‰, ale trzeba by podać też wartość średnią lub medianę.

- należy pisać $\delta^{18}\text{O}$, a nie „ δ^{18} dla kwarcu” z pominięciem symbolu tlenu (wielokrotnie na str. 74)

Wszystkie krytyczne uwagi, do których niejako zobowiązana jest recenzentka, nie są zasadniczej wagi. Istotne jest wykonanie przez Doktorantkę oryginalnych badań i ich interpretacja.

Głównym i bardzo wartościowym dokonaniem Doktorantki jest przedstawienie spójnej całościowej historii powstawania skał kwarcowych w rejonie Wądroża Wielkiego. Wskazała Ona przede wszystkim na wieloetapową genezę tych skał w szerokim zakresie temperatur 70 - 410°C, jako efekt działania metasomatozy hydrotermalnej, a także aktywności procesów hipergenicznych i diagenety.

Szczególną rolę przypisała Autorka hercyńskim fluidom pomagmowym zawierającym głównie NaCl lub NaCl - KCl i gaz bogaty w CO₂ z domieszkami CH₄, H₂S i N₂. Krystalizacja kwarcu zachodziła w temperaturach 302-338°C dla fluidu homogenicznego i 270-331°C dla fluidu heterogenicznego, w warunkach niemieszalności. Późniejsze niskotemperaturowe roztwory hydrotermalne (< 200°C) powiązane z metasomatozą spowodowały znaczne zniszczenie wcześniejszej mineralizacji. Kwarc krystalizował z roztworów zawierających NaCl-CaCl₂ o zmiennym zasoleniu. Zdaniem Doktorantki sprzyjające warunki dla powstawania badanych mas kwarcu panowały w neogenie.

Doktoranta wykorzystała liczne nowoczesne metody badawcze. Większość badań wykonała samodzielnie (badania petrologiczne, termometryczne, katodoluminescencyjne, badania w mikroobszarze) lub współuczestniczyła w nich (analizy Ramanowskie), korzystała również z wyników badań laboratoryjnych (oznaczenia izotopów i pierwiastków śladowych), które samodzielnie zinterpretowała.

Osiągnięcia pracy stanowią oryginalny dorobek Doktorantki i dowodzą Jej zdolności do prowadzenia samodzielnych badań naukowych. Autorka dowiodła umiejętności analizowania faktów i krytycznego podejścia do wyników badań. Przedstawiła własny, precyzyjny obraz genezy mineralizacji kwarcowej występującej w granitognejsach Wądroża Wielkiego na bloku przedsudeckim.

Zdaniem recenzentki przedłożona praca w pełni spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wnoszę o jej przyjęcie oraz o dopuszczenie Pani mgr Krystyny Wołkowicz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

