

Warszawa, 11.11.2016.

Dr hab. Katarzyna Delura  
Instytut Geochemii,  
Mineralogii i Petrologii  
Wydział Geologii  
Uniwersytet Warszawski

**Recenzja pracy doktorskiej pod tytułem:**

**„Fazy nieserpentynowe jako wskaźniki ewolucji serpentynitowych ogniw ofiolitów Dolnego Śląska”**

**przedstawionej przez Pana Magistra Piotra Mariana Wojtulka  
przed Radą Instytutu Nauk Geologicznych Wydziału Nauk o Ziemi i Kształtowania  
Środowiska Uniwersytetu Wrocławskiego. Praca została przygotowana  
pod kierunkiem prof. dr. hab. Jacka Puziewicza**

Rozprawa doktorska Pana Magistra Piotra Mariana Wojtulka poświęcona jest charakterystyce petrologicznej i geochemicznej serpentynitów z masywów Gogołów-Jordanów, Braszowice-Brzeźnica oraz Szklar na Dolnym Śląsku, traktowanych jako tzw. ofiolity środkowosudeckie. Autor skupia się zwłaszcza na minerałach nieserpentynowych stanowiących akcesoryczne składniki tych skał. Do tej pory poświęcano im tylko nieliczne publikacje, które nie rozwiązywały większości problemów dotyczących ich genezy oraz ewolucji metamorficznej. Na podstawie składu chemicznego tych faz, ich cech strukturalnych oraz cech teksturalnych samych serpentynitów, dokonuje interpretacji genezy protolitu, a przede wszystkim analizuje genezę i procesy przeobrażeń samych serpentynitów. Na tym tle Autor analizuje środowisko tektoniczne ich powstania, również w kontekście współwystępujących z nimi w sekwencji ofiolitowej gabr i chromitytów. Pochodzenie protolitu serpentynitów oraz zaawansowanie i intensywność przemian metamorficznych rejestrowanych przez minerały główne i akcesoryczne budujące te skały mają nieocenione znaczenie dla odtwarzania przebiegu formowania się i ewolucji Sudetów.

W swojej pracy Doktorant do udowodnienia postawionej tezy wykorzystuje po raz pierwszy w celu analizy minerałów i skał z badanych lokalizacji szereg nowoczesnych metod instrumentalnych (np. analiza pierwiastków śladowych w klinopiroksenie metodą ablacji laserowej ICP-MS, analiza pierwiastków z grupy platyny w chromitytach, analizy

pierwiastków głównych, śladowych i REE w całych skałach z użyciem spektrometru mas). Zasadniczy cel pracy, określony przez Doktoranta na str. 14. jako „... uzupełnienie lub weryfikacja poprzednich prac dotyczących ofiolitów sudeckich w oparciu o nowe dane i aktualny stan wiedzy ...” zostaje zatem w pełni osiągnięty, a nawet znacznie przekroczony. Uzyskujemy jasny i spójny model procesów, które modyfikowały pierwotne skały płaszczowe od powstania po obdukcję, niektóre z tych procesów, jak np. perkolacja skał płaszczowych stopami, do tej pory nie były nawet przedmiotem przypuszczeń badaczy. Cenne zwłaszcza są śmiałe dyskusje Doktoranta z poglądami prezentowanymi w starszych pracach dotyczących obszaru badań.

### **Ocena strony formalnej pracy**

Praca doktorska będąca przedmiotem recenzji stanowi spójny tekst napisany w języku polskim zaopatrzony w angielskie streszczenie. Składa się ze 136 stron tekstu podstawowego (od „Wstępu” na str. 11) oraz 12 stron spisu cytowanych prac. Główna część pracy obejmuje stronę tytułową, dedykację, streszczenie w języku polskim i angielskim, spis treści oraz VIII głównych rozdziałów wraz z licznymi podrozdziałami, w których Doktorant określa kolejno: ogólnie stan obecnej wiedzy na temat przedmiotu badań, cel i strukturę samej pracy, używane skróty i pojęcia. Następnie w bardzo ciekawym i ładnie skonstruowanym rozdziale opisuje możliwości wykorzystania serpentynitów jako nośnika informacji o procesach geologicznych. Kolejny rozdział dotyczy budowy geologicznej obszaru badań i rejonów przyległych – tu cenne są zwłaszcza opisy innych niż rejon badań wystąpień ofiolitów w Sudetach. W następnych rozdziałach opisane zostały zastosowane metody badawcze a także wyniki własnych obserwacji i badań (bardzo obszernie) oraz dyskusja wyników i model geodynamiczny skonstruowany dla wokólsowiogórskich masywów serpentynitowych. Praca kończy się rozdziałem zawierającym wnioski. W rozdziałach tych zamieszczone zostały liczne ilustracje, wykresy i tabele z wynikami analiz (wg numeracji 50 rycin i 26 tabel). Ilustracje przedstawiają przedstawiające mapy, fotografie mikro- i makroskopowe, wykresy i modele geologiczne, wszystkie, co bardzo cenne, wykonane lub zreinterpretowane samodzielnie przez Autora. Tabele prezentują bardzo bogate wyniki analiz chemicznych uzyskanych przez Doktoranta, przedstawiane następnie w formie wykresów.

Pod względem formalnym pracę oceniam na dobrym poziomie. Konstrukcja jest prawidłowa, proporcje między częścią teoretyczną a wynikami i ich dyskusją są właściwie wyważone. Rozbudowany rozdział V prezentujący wyniki badań jest, wbrew obawom

Doktoranta wyrażonym na początku pracy, bardzo cenny i ciekawy, a jego obszerność świadczy o ogromie wykonanej pracy. Skonstruowanie rozprawy doktorskiej w formie monografii wbrew pozorom nie jest proste, ale z tego zadania Doktorant wywiązał się zadowolająco, z wyjątkiem być może „Przedmowy”, która jest nieco zbyt „poetyczna” jak na tekst naukowy. Zawiera też kilka drobnych nieścisłości (Sudety obejmują też Niemcy, nie tylko Czechy i Polskę) i kolokwializmów („wieki” skał, badania „petrograficzne wyjaśniające petrologię”). Dodatkowo podrozdziały „Struktura pracy” i „Lista używanych skrótów, jednostek i definicji” są w pracy całkowicie zbędne. Wyjaśnienie tego co zawiera każdy kolejny rozdział brzmi jakby Doktorant tłumaczył się i nie wierzył, że czytający pracę zrozumieją „co autor miał na myśli”. Natomiast zastosowane skróty i definicje można było wyjaśnić w treści pracy, przy okazji użycia terminu po raz pierwszy lub w podpisach do ilustracji. Co więcej niektóre z nich są ogólnie używane w literaturze fachowej i nie wydaje się by takiego wyjaśnienia w fachowym tekście wymagały (np. BSE, EDS, MORB), dotyczy to zwłaszcza jednostek fizycznych. Rozszyfrowanie skrótu VAB ponadto nie brzmi jednoznacznie – nie bardzo rozumiem po tłumaczeniu czy to bazalt z grzbietu oceanicznego czy z łuku wysp. Z kolei skrót MSZ to raczej Ministerstwo Spraw Zagranicznych niż Masyw Szklar, który aż się prosi o skrót MSz. Wyjaśnienia nie doczekały się terminy „perkolacja” i „subdukcja”, choć bardzo ładnie i dobrze są tłumaczone inne terminy wykorzystywane w pracy w opisach petrologicznych i przy opisach procesów geotektonicznych. Z drugiej strony zaopatrzenie pracy w rozdział „Serpentynit jako nośnik informacji o procesach geologicznych” znacznie zwiększyło jej przejrzystość i wyraźnie określiło na jakiej podstawie i do jakiego celu Autor dąży w swych dalszych dociekaniach.

Treść kolejnych rozdziałów wyraźnie wskazuje na dojrzały warsztat badawczy oraz jasno określone dążenie do wyznaczonego celu. Wywody zamieszczone w każdym rozdziale są przeważnie spójne i tworzą wyraźny ciąg logiczny. Kolejność rozdziałów również wskazuje na przemyślane działanie. Metody badań zostały dobrane i wykorzystane właściwie by osiągnąć wyznaczony cel. Na pochwałę zasługuje ich duża różnorodność, choć można by je uzupełnić o metodę proszkowej rentgenografii strukturalnej w celu właściwego rozpoznania faz serpentynowych, gdyż metody optyczne bywają w tym przypadku zawodne. Autor bardzo dobrze wykorzystał zdecydowaną większość potrzebnych publikacji, nie ma potrzeby uzupełniania listy bibliograficznej. Wykazał się ponadto dobrą znajomością najnowszej literatury tematu, który potraktował szeroko od petrologii po modele geodynamiczne.

Niestety pod względem reprodukcji fotografii praca nie jest dopracowana. Jakość i rozmiar większości zamieszczonych przez Doktoranta zdjęć zdecydowanie nie ułatwia

odbioru, a wręcz uniemożliwia odczytanie przedstawianych w tekście faktów. Szkoda, gdyż odrzucając ich wygląd prezentują bardzo ciekawe i ważne dane. Natomiast mapy i wykresy nie budzą zastrzeżeń, jedynie w kilku miejscach, najprawdopodobniej przez nieuwagę, zabrakło objaśnień. Zaletą ich jest samodzielne wykonanie przez Autora, co umożliwiło naniesienie własnych obserwacji na obserwacje i wyniki innych badaczy. Bardzo ciekawa jest Ryc. 49. przedstawiająca schemat przemian skał ultramaficznych na podstawie obserwacji dokonanych przez Doktoranta. Pozytywne skojarzenia budzą też tabele, w których zamieszczone zostały wszystkie wyniki analiz chemicznych. Prezentowane są właściwie i czytelnie, bez uchybień, choć przeliczenia dotyczące spineli mogłyby być czytelniejsze gdyby Autor przeliczył je na 32 tleny lub 24 kationy, a nie na formułę. Podobnie język pracy, jest poprawny naukowo i używany ze swadą (oczywiście poza „Przedmową”). Drobne literówki i niezręczności językowe nie rzutują na zrozumienie treści pracy. Podobnie specjalnego znaczenia nie ma przerzucenie niektórych podpisów ilustracji pod koniec pracy na drugą stronę. Warto by jednak przejrzeć pracę pod kątem używanych jednostek: w kilku miejscach zdarza się użycie metrów zamiast kilometrów (np. str. 41 – długość Masywu Szklar).

### **Ocena merytoryczna pracy**

Celem badań wykonanych przez Magistra Piotra Mariana Wojtulka, jak sam pisze na początku rozprawy, było uzupełnienie lub weryfikacja dotychczasowej wiedzy na temat ofiolitów sudeckich w oparciu o uzyskane nowe dane i aktualny stan wiedzy. Przedmiotem badań dostarczającym nowych danych miały być przede wszystkim fazy mineralne nieserpentynowe, zachowane w obrębie ogniw serpentynitowych wokółsowiogórskich ofiolitów sudeckich. Fazy te do tej pory rzadko były przedmiotem tak szczegółowych dociekań geochemicznych i mineralogicznych. Narzędziem natomiast były, oprócz tradycyjnych metod terenowych i optycznych, nowoczesne metody petrologiczne i chemiczne. Na tej podstawie Doktorant miał stworzyć model procesów, które przeobrażały pierwotne skały płaszczowe w czasie wbudowywania ofiolitu w orogen waryscyjski. Następnym krokiem było przedyskutowanie własnych wyników na tle danych i poglądów literaturowych, dotyczących również innych skał ofiolitowych – gabr i chromitytów. Dla tych ostatnich Doktorant wykonał też szereg nowych analiz, do tej pory nie zastosowanych w tych skałach (analiza pierwiastków z grupy platyny).

Moim zdaniem cele postawione sobie przez Doktoranta zostały w pełni osiągnięte, a tezy właściwie udowodnione. Sformułowane wnioski są nowatorskie i niezwykle

interesujące, w pełni uzasadnione przedstawionymi wynikami własnych obserwacji i badań. Autor nie uniknął jednak niewielkich nieścisłości, czasem przeoczeń, a niektóre z jego poglądów mogą być dyskusyjne i dlatego chciałabym się odnieść kolejnych rozdziałów oddzielnie.

**Rozdział I** zawiera ogólne wprowadzenie do rozprawy, nakreśla między innymi jej cele. Zasadniczo zawartość rozdziału merytorycznie nie budzi zastrzeżeń (poza wcześniej wymienionymi uchybieniami formalnymi). Zbędne są jednak w pracy naukowej opisy struktury pracy i oddzielny podrozdział poświęcony używanym skrótom. Natomiast podrozdziały „Przedmowa” oraz „Przedmiot i cel pracy” są dobrze skonstruowane i stanowią dobrą bazę do zrozumienia dalszych części pracy.

**Rozdział II** jest szczegółowym wprowadzeniem w zagadnienia rozpatrywane w pracy doktorskiej. Doktorant opisuje w nim serpentynity jako narzędzie mogące posłużyć do odczytania warunków powstania i historii geologicznej ofiolitów. Jest to bardzo ciekawy rozdział, świetnie zarysowujący podstawy i tezę na jakich opierał się Doktorant w czasie pisania pracy. Zawiera wszystkie niezbędne informacje na temat skał i oddziałujących na nie procesów geologicznych, przedstawione w jasny i komunikatywny sposób. Moją uwagę zwrócił zwłaszcza dobry sposób opisu procesów wytapiania, rodzajów stopów, procesów serpentynizacji i wyjaśnienia powstawania tekstur w serpentynitach. Dalsze rozdziały pracy wyraźnie opierają się na przedstawionych tu informacjach. Ewidentnie widać tu dobre opanowanie literatury fachowej, wśród której Doktorant świetnie się porusza. Dużym plusem są też samodzielnie wykonane rysunki, które pozwalają jaśniej zrozumieć prezentowane treści oraz prezentowane najnowsze poglądy na procesy obdukcji ofiolitów.

Jednak moim zdaniem kilka aspektów potrzebuje dalszego wyjaśnienia lub wzbudziło moje wątpliwości. Pierwszym z nich jest stwierdzenie Autora, że perydotyty pojawiają się bezpośrednio na dnie oceanu (str. 19), z badań i wierceń podwodnych wynika, że woda morska ma do nich dostęp raczej przez szczeliny tektoniczne niż bezpośrednio. Nie do końca rozumiem też opisaną w pracy różnicę między „alpejskimi”, „ofiolitowymi” i perydotytami „dna morskiego”. Chemicznie oczywiście skały te różnią się od siebie, ale jaka jest różnica środowiska geologicznego? Wzory minerałów podane przez Doktoranta są wzorami ogólnymi, co warto zaznaczyć, i są modyfikowane w różnych perydotytach w zależności od warunków ciśnienia i temperatury. W liście minerałów zabrakło też granatu, który jest ważnym składnikiem lherzolitów granatowych (tekstury powstałe z jego rozpadu są często wykorzystywane jako wskaźniki pochodzenia protolitu). Zabrakło mi też podkreślenia przy opisie genezy dunitów, że mogą też stanowić residuum po wytopieniu innych minerałów

płaszczowych. Przy charakterystyce procesów wytapiania i rodzaju stopów warto by też zamieścić jak zmienia się skład pierwiastków w minerałach pozostałych po wytopieniu stopów. Kolejna uwaga dotyczy ryciny 4. – można by nieco wyraźniej zaznaczyć gdzie znajduje się oś ryftu i jakie są kierunki rozchodzenia się płyt.

Przy opisie procesów serpentynizacji Doktorant podkreśla też, że serpentynity mogą powstawać kosztem dolomitów i amfibolitów, nie definiuje jednak odmienności procesów od „typowej” serpentynizacji. Moje wątpliwości budzi też druga z przedstawionych na str. 24 reakcji: co dzieje się wtedy z Fe zawartym w minerałach pierwotnych? Podobnie rycina 7 nie pokrywa się do końca z zamieszczonym w tekście szczegółowym opisem poszczególnych litologii w ofiolicie.

Mimo niewielkich uwag krytycznych rozdział ten oceniam bardzo pozytywnie. Jest on dowodem na to, że prace w starym stylu, będące rozbudowanymi monografiami, oprócz niewątpliwej wartości naukowej mają dodatkowe edukacyjne i kompilacyjne znaczenie.

**Rozdział III** charakteryzuje szczegółowo Sudety na tle budowy geologicznej Masywu Czeskiego. Również ten rozdział jest bardzo dobrze skonstruowany i merytorycznie ważny. Na pochwałę zasługują zamieszczone mapki, bogato ilustrujące prezentowaną treść. Zawiera rozbudowane opisy budowy geologicznej różnych fragmentów Masywu Czeskiego i Sudetów przedstawione zgodnie z najnowszą literaturą. Ciekawe i wartościowe są zwłaszcza opisy sudeckich, innych niż wokólsowigórskie, masywów ofiolitowych. Ofiolity środkowosudeckie, będące przedmiotem dociekań Doktoranta, zostały również właściwie i dokładnie przedstawione. Przy tak szerokim opisie zastanawia jednak mała uwaga poświęcona strukturze Sudetów wschodnich, bezpośrednio sąsiadujących z terenem badań. Warto też by Doktorant zapoznał się z pracą doktorską Lidii Barszczowskiej poświęconą rodingitom z wokólsowigórskich ofiolitów – z pewnością wniosłaby ona sporo do opisu procesów geologicznych.

**Rozdział IV** przedstawia metody badawcze jakimi Doktorant posługiwał się w czasie rozwiązywania problemu. Zostały one dobrane właściwie, a opis i warunki eksperymentów nie budzą żadnych zastrzeżeń. Nie bardzo rozumiem tylko co oznacza stwierdzenie, że w badaniach mikrosondowych pod uwagę brane były wyłącznie analizy „niezanieczyszczone”. Żałuję też, że Doktorant zrezygnował z rentgenowskiej dyfrakcji proszkowej do identyfikacji faz serpentynowych – metody optyczne, choć bardzo użyteczne przy pewnej wprawie w obserwacji minerałów z grupy serpentynu, bywają zawodne nawet dla doświadczonego badacza. Ogólnie jednak muszę pochwalić wkład pracy wykonanej przez Doktoranta oraz ilość wykonanych analiz, a także różnorodność zastosowanych

metod. W obecnych czasach rzadko się zdarza by w pracach doktorskich wykonano tak szczegółowe i różnorodne badania.

W **Rozdziale V** mgr Piotr Marian Wojtulek zamieszcza wyniki własnych obserwacji terenowych, a zwłaszcza wyniki badań mikroskopowych i chemicznych wykonanych w skałach trzech masywów zawierających ogniwa serpentynitowe. Jest to bardzo rozbudowany (co jest jego zaletą!), jednocześnie cenny rozdział zawierający bardzo bogaty materiał faktograficzny. Autor bardzo dobrze prezentuje zebrany materiał, dokładnie opisuje i klasyfikuje zidentyfikowane tekstury oraz przeprowadza analizę swoich obserwacji. Szczegółowo przedstawia też wyniki analiz chemicznych przeprowadzonych nowoczesnymi metodami, niektóre po raz pierwszy w badanych skałach. Jest to niewątpliwie ogromną zaletą pracy, zwłaszcza szczegółowa charakterystyka minerałów nieserpentynowych oraz mikrotekstur służące w dalszych rozdziałach przeprowadzeniu identyfikacji procesów oddziałujących na badane skały. Bardzo cenne są też wyniki analiz zawartości pierwiastków ziem rzadkich i pierwiastków z grupy platyny. Docenić trzeba też bardzo szczegółowe rozróżnienie nowych tekstur widocznych w serpentynitach oraz znalezienie ziaren oliwinu w skałach pochodzących z Masywu Szklar.

Na tej podstawie rozdział ten oraz całą pracę oceniam bardzo wysoko. Ogrom wykonanej pracy i wiedza potrzebna do interpretacji wyników w pełni zasługują na miano dojrzałej pracy naukowej. Jednak w kilku miejscach Autor nie uniknął pewnych niedokładności, wynikających zapewne z chęci przedstawienia wszystkich swoich obserwacji, bez cenzury. Przy tak dużej ilości posiadanego materiału mogło to spowodować nieco chaosu, a być może pominięć. Wysoka ocena jego pracy, niezależna od drobnych mankamentów, skłania mnie zatem do podjęcia z Nim dyskusji i zadania kilku pytań, które nie są jednak krytyką. Moim zdaniem, na przykład, zabrakło w pracy obserwacji co do serpentynizacji przebiegającej przy wzroście objętości skały i wynikających z tego tekstur makroskopowych i mikroskopowych. Ciekawa też jestem czy Doktorant zaobserwował w kamieniołomie w Nasławicach, we wschodniej ścianie na poziomie „0” serpentynity z otoczkami serpentynitowymi. Niepotrzebnie od razu, przed opisem petrograficznym i teksturalnym serpentynitów, Doktorant prezentuje ogólny wniosek o serpentynitach ze znalezionymi fazami nieserpentynowymi. Ma to jednak pewne uzasadnienie, gdyż od razu znajduje swoje odzwierciedlenie na zamieszczonej mapie.

Moją wątpliwość budzi czy opisywane na str. 55. wzbogacenie w Pb i Sb nie wynika przypadkiem z serpentynizacji? Wykorzystanie tych pierwiastków może być obarczone błędem, gdyż są wrażliwe na obecność fluidu w czasie krystalizacji. Podobnie Rb i Ba mogą

być zawodne, gdy w pobliżu występuje intruzja granitoidowa i podejrzewamy, że serpentynizacja mogła być choć częściowo wynikiem oddziaływania fluidu związanego z granitoidem. Powtórzę też wątpliwość co do optycznych metod identyfikacji minerałów z grupy serpentynu. Ciekawa jestem też jak Doktorant interpretuje „myrmekitowy” (lub „robakowaty”) przerost spinelu chromowego z klinopiroksenem (zserpentynizowanym), często pojawiający się zwłaszcza w skałach z Raduni. Zrosty takie mogą być interpretowane również jako skutek rozpadu granatów chromowych występujących w lherzolicie granatowym – badane skały pochodziłyby więc ze znacznie większych głębokości niż przedstawiane w pracy. Na ryc. 24. pola oliwinów wzajemnie się pokrywają, skąd zatem jednoznaczny wniosek o perkolacji. Czy zawartość Al i Fe w spinelu z symplektytów z tekstury M2 nie jest przypadkiem wynikiem serpentynizacji? Niezbyt zrozumiała jest też ryc. 26 i 34 (trendy) oraz 27 (skąd pochodzą próbki?), a co oznacza „a)” i „b)” umieszczone przy oznaczeniu Fe w tab. 25?. W tym miejscu muszę też skrytykować jakość zamieszczonych fotografii – niestety tylko nieliczne z nich pozwalają odczytać opisywane w tekście fakty. Ponadto w podpisach tabel nie zaszkodziłoby dodać jaką metodą wykonywano oznaczenie, a wyniki uzyskane dla spineli przeliczyć raczej na 32 tleny lub 24 kationy (jak utarło się w literaturze) niż na formułę.

Sugerowałabym też wykorzystanie składu i struktur rozproszonych ziaren spineli chromowych do poparcia wniosków uzyskanych z badań innych faz nieserpentynowych – bardzo dobrze rejestrują one zmiany zarówno nisko- jak i wysokotemperaturowe w czasie serpentynizacji i deserpentynizacji. Wskaźnikowa może być też wielkość domieszki Cr w magnetytach. Natomiast dowodem perkolacji może być też zawartość Ti w rozproszonych spinelach oraz obecność ilmenitu w serpentynitach (np. często występujący w serpentynitach z północnego stoku wzgórza Mnich, MBB). Z kolei wykorzystanie interstycjalnego oliwinu z chromitytów do rekonstrukcji pierwotnych cech jest obarczone błędem, gdyż najprawdopodobniej zmienił on swój skład w czasie procesów tzw. „wyżarzania” (ang. annealing) chromitytu po krystalizacji.

Na szczególną uwagę zasługuje **Rozdział VI**, w którym Pan Magister Wojtulek prezentuje wyniki analiz składu chemicznego serpentynitów i chromitytów, charakteryzuje opisane zespoły mineralne i tekstury oraz przeprowadza dyskusję na temat znaczenia uzyskanych wyników dla rekonstrukcji procesów, które uformowały serpentynitowe ogniwa środkowosudeckich ofiolitów. Jest to dobrze skonstruowany rozdział, zawierający dobrze skonstruowaną dyskusję, uwzględniającą najnowszą literaturę i osiągnięcia innych badaczy. Opisy i interpretacja mikrotekstur są bardzo ciekawe. Po tak przedstawionych faktach



obecność procesów deserpentynizacji w badanych skałach jest oczywista. Dobrze przedyskutowana jest też kwestia temperatur oddziałujących na badane skały.

Zdecydowana większość wyciągniętych wniosków nie budzi najmniejszych uwag, jednak i tu chciałabym przedyskutować kilka wątpliwości. Pierwsza z nich została już przedstawiona nieco wcześniej – jeśli protolitem serpentynitów Masywu Gogołów-Jordanów były perydotyty zlokalizowane blisko Moho to jak zinterpretować obecność efektu rozpadu granatów chromowych typowych dla lherzolitów granatowych? Odpowiedzi ewentualnie może dostarczyć praca Matsumoto & Arai, 2001 (Morphological and chemical variations of chromian spinel in dunite-harzburgite complexes from the Sagun zone (SW Japan): implications form mantle/melt reaction and chromitite formation processes. *Mineralogy and Petrology* 73, 305–323). Druga to procesy perkolacji, przedstawione dowody nie do końca przekonują o ich działaniu, ale Autor zręcznie wyjaśnia wątpliwości na podstawie danych literaturowych (str. 116). Nie do końca też wiadomo czy proces perkolacji miał miejsce przed czy po pierwszej serpentynizacji.

**Rozdział VII** przedstawia skonstruowany przez Doktoranta model geodynamiczny procesów, które przeobrażały badane serpentynity. Zawiera on między innymi świetną dyskusję z pracą Dubińskiej i in., 2010 na temat pochodzenia oliwinów. Tu Pan Magister Wojtulek wykazał się świetnym opanowaniem wiedzy i dojrzałością naukową, cechującą wytrawnego badacza. Choć dyskutowałabym na temat obecności tekstur pseudospinifex w serpentynitach Masywu Braszowice-Brzeźnica. Cały rozdział zasługuje na pochwałę, Autor świetnie wykorzystał uzyskany materiał do otrzymania spójnego modelu. Po raz pierwszy fazy nieserpentynowe zostały wykorzystane do rekonstrukcji na tak dużą skalę, a efekt jest bardzo zadowalający.

**Rozdział VIII**, zawierający wnioski jest jasny, dobrze opiera się na przedstawionych danych i przeprowadzonej dyskusji. Zawiera nowe stwierdzenia dla serpentynitowych ogniwi ofiolitów środkowosudeckich.

Podsumowując całą pracę, do największych osiągnięć Pana Magistra Piotra Mariana Wojtulka należy wykorzystanie faz nieserpentynowych do opisanie procesów przeobrażających perydotytowe ogniwa ofiolitów środkowosudeckichh oraz skonstruowanie dla nich dokładnego modelu geodynamicznego. Praca została oparta na nowoczesnych metodach badawczych, niektóre stosowane były po raz pierwszy dla analizowanych skał, a wyniki z dużą znajomością tematu przedyskutowano w świetle obowiązującej w literaturze teorii. Otrzymane wyniki niewątpliwie mają regionalny charakter i bardzo wzbogaciły naszą

wiedzę na temat warunków formowania się sudeckiej części orogenu waryscyjskiego.

Mankamentem pracy jest jej nieco niedopracowana strona edytorska (fotografie!). Nie pomniejszają ona jednak dużej wartości naukowej całości przedstawionego materiału. Mam nadzieję, że Doktorant będzie kontynuował swoje badania, gdyż przedstawiony w pracy materiał dobrze rokuje na przyszłość.

## **Wniosek**

Pracę doktorską Pana magistra Piotra Mariana Wojtula pt.: „Fazy nieserpentynowe jako wskaźniki ewolucji serpentynitowych ogniw ofiolitów Dolnego Śląska” oceniam pozytywnie. Zawiera ciekawe i oryginalne rozwiązanie skomplikowanego problemu naukowego z zakresu petrologii i geochemii skał metamorficznych, wraz ze śmiałą i brawurowo poprowadzoną dyskusją podjętą z teoriami przedstawionymi przez innych badaczy. Moim zdaniem stanowi bardzo ważny i jednocześnie nowy przyczynek do poznania mineralogii, petrologii i złożonej genezy serpentynitów z dolnośląskich ofiolitów. Doktorant dobitnie udowodnił, że umie w dojrzały sposób zebrać i przeanalizować nowoczesnymi metodami materiał badawczy. Na podstawie przedstawionej w pracy dyskusji bez wątpliwości można stwierdzić, że posiada wiedzę teoretyczną i praktyczną niezbędną do prawidłowej, krytycznej, a zarazem nowatorskiej interpretacji otrzymanych danych. Umiejętnie dobiera i wykorzystuje szereg dostępnych nowoczesnych metod naukowych i w ten sposób osiąga założony cel pracy. Uchybienia edytorskie i ilustracyjne tylko w niewielkim stopniu wpływają na prezentowane treści i nie umniejszają wartości naukowej opracowania. Stwierdzam, że recenzowana praca w pełni spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim przez Ustawę 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 ze zmianami z dnia 2 grudnia 2014 roku i Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014 roku.

Wniosuję o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie magistra Piotra Mariana Wojtulka do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora.

Kataryna Delura