

Wrocław 25 sierpnia 2023 r.

dr hab. Jacek Szczepański, prof. UWr.

Instytut Nauk Geologicznych

Uniwersytet Wrocławski

PL. M. Borna 9

50-204 Wrocław

jacek.szczepanski@uwr.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. Mateusza Sęka pt. „Ewolucja i geneza turmalinów wschodniej osłony metamorficznej granitu karkonoskiego rejonu Kowar-Czarnowa”.

Recenzowana rozprawa została przygotowana na zlecenie Rady Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 5 czerwca 2023 r. Promotorem dysertacji jest prof. dr hab. inż. Adam Pieczka. Oceniana rozprawa ma charakter monografii i swym układem i treścią spełnia ogólnie przyjęte standardy prac doktorskich.

Podstawowym materiałem badawczym wykorzystanym podczas realizacji rozprawy była archiwalna kolekcja próbek skalnych zebranych przez Promotora w latach 1989–2006. Ten materiał został uzupełniony o pobrane samodzielnie w trakcie własnych badań terenowych próbki skalne. Badania wspomnianych zestawów próbek obejmowały oznaczenie dla wyróżnionych generacji turmalinu: (1) koncentracji pierwiastków głównych przy użyciu mikroanalizatora rentgenowskiego, (2) koncentracji pierwiastków śladowych przy użyciu spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej z mikropróbkowaniem laserowym oraz (3) oznaczenie składu izotopowego boru w badanych turmalinach za pomocą spektrometrii masowej jonów wtórnych.

Struktura i treść pracy

Rozprawa została napisana w języku polskim i obejmuje 134 strony tekstu nie licząc spisu treści, spisu literatury, spisu figur oraz spisu tabel. Streszczenie zostało dostarczone jako osobny dokument. W pracy znajduje się 46 figur i 23 tabele, a spis literatury zawiera 198 pozycji.

Rozprawa składa się z siedmiu rozdziałów, w tym czterech zawierających informacje wstępne, rozdziału omawiającego wyniki badań doktoranta, rozdziału poddającego dyskusji osiągnięte rezultaty na tle dotychczasowej wiedzy, rozdziału prezentującego model ewolucji składu turmalinów ze wschodniej osłony granitu Karkonoszy oraz krótkiego podsumowania głównych tez recenzowanej pracy doktorskiej. Opisywane siedem rozdziałów zostało uporządkowanych w 37 podrozdziałów, pogrupowanych na dwóch poziomach hierarchii.

W rozdziale pierwszym bardzo krótko, ale klarownie przedstawiony został cel pracy doktorskiej oraz jej tezy. W rozdziale drugim przedstawiona została charakterystyka minerałów supergrupy turmalinu, a w tym ich klasyfikacja oraz struktura i użyteczność w badaniach petrogenetycznych. Rozdział ten został uzupełniony o informacje dotyczące boru w minerałach z omawianej supergrupy oraz opisane zostały najważniejsze miejsca i skały w Polsce, w których turmaliny zostały zidentyfikowane. W rozdziale trzecim Doktorant opisał budowę geologiczną Sudetów, ze szczególnym uwzględnieniem masywu karkonosko-izerskiego i wschodniej osłony metamorficznej granitu Karkonoszy. Ponadto w rozdziale tym znajdujemy charakterystykę jednostek gnejsów z Kowar oraz łupków z Czarnowa i opis petrograficzny głównych wydzieleni litologicznych budujących te jednostki. W tym rozdziale znalazły się także informacje dotyczące historii badań związanych ze wschodnią osłoną granitu Karkonoszy oraz szczegółowy opis lokalizacji, z których pobrane zostały do badań laboratoryjnych próbki zawierające turmaliny. W rozdziale czwartym opisano materiał skalny oraz wykorzystane przez Doktoranta instrumentalne metody badawcze. Rozdział piąty to zasadnicza część ocenianej dysertacji, ponieważ w nim znalazły się omówione wszystkie uzyskane wyniki badań oraz ich dyskusja. Rozdział szósty zawiera zaproponowany przez Doktoranta model ewolucji składu chemicznego turmalinów ze wschodniej osłony granitu Karkonoszy. Natomiast w rozdziale siódmym znajdujemy krótkie podsumowanie zaprezentowane w punktach.

W konsekwencji recenzowana praca ma charakter ściśle mineralogiczny z aspektem regionalnym. W tym miejscu chciałbym zauważyć, że mój dorobek naukowy obejmuje głównie prace z zakresu petrologii metamorficznej, a także geochemii metawulkanitów i skał metaosadowych, w których uwzględniam zawsze ważny dla mnie aspekt regionalny. Dlatego w tej recenzji skupię się na wątkach recenzowanej pracy związanych z genezą turmalinu w kontekście zapisu metamorfizmu udokumentowanego na badanym obszarze. Nie będę natomiast oceniał tej pracy pod kątem czysto mineralogicznym, gdyż zagadnienia te leżą poza moimi kompetencjami.

Ocena pracy

W recenzowanej pracy doktorant szczegółowo przedstawia skład chemiczny turmalinów pochodzących z trzech obszarów, w których odsłaniają się sekwencje metamorficzne wschodniej osłony granitu Karkonoszy, tj. rejonów Wołowej Góry, Budnik oraz Rędzin. W sposób metodyczny czytelnik zostaje zapoznany kolejno opisem cech makroskopowych, a potem optycznych opisywanych turmalinów, co doprowadziło autora do wyróżnienia różnych generacji tego minerału dla każdego z badanych obszarów. W dalszej kolejności autor prezentuje wyniki oznaczeń składu pierwiastków głównych oraz śladowych w mikroobszarze dla wyróżnionych uprzednio generacji turmalinu. Opis ten jest sporządzony dla każdego badanego rejonu osobno i dodatkowo wieńczy go podrozdział poświęcony omówieniu genezy poszczególnych generacji turmalinu. Natomiast w dalszej części opisywanego rozdziału znajdują się informacje dotyczące koncentracji poszczególnych pierwiastków w badanych generacjach turmalinu, tj. boru, wapnia, tytanu, strontu, skandiu i fluoru. Przy czym w przypadku boru omówione zostały dane dotyczące zarówno izotopów trwałych tego pierwiastka jak i jego całkowitej koncentracji. Ta część rozprawy jest ilustrowana bardzo dobrej jakości makro- i mikrofotografiami, obrazami wykonanymi przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego w technice elektronów wstecznie rozproszonych (SEM-BSE), mapami składu chemicznego badanych kryształów turmalinu oraz diagramami, które obrazują skład chemiczny opisywanych generacji turmalinu. W konsekwencji za główne osiągnięcie recenzowanej pracy należy uznać opisanie kolejnych generacji turmalinu, których powstanie związane było z wydarzeniami tektonometamorficznymi, które ukształtowały sekwencje skalne badanego obszaru. Na podkreślenie zasługuje staranny i atrakcyjny sposób przygotowania strony graficznej rozprawy, pozwalający na skuteczne przedstawienie czytelnikowi natury poszczególnych generacji turmalinu. Rozprawa jest napisana przy użyciu poprawnej terminologii fachowej, co razem z wymienionymi wcześniej zaletami pracy świadczy o dobrym opanowaniu przez Doktoranta warsztatu badawczego w zakresie mineralogii.

Słabe strony ocenianej dysertacji

Oprócz niekwestionowanych osiągnięć, recenzowana rozprawa ma także swoje słabsze strony. Wśród nich należy wymienić: (1) brak informacji o liczbie przebadanych próbek i ich dokładnej lokalizacji, (2) brak informacji nt. opis turmalinu w Sudetach wschodnich, gdzie jego obecność jest notowana m.in. w warstwach z Jegłowej odsłaniających się na obszarze krystaliniku Wzgórz Strzelińskich (np. Szczepański, 2001), (3) słabej jakości opis budowy geologicznej serii krystalicznych odsłaniających się na obszarze Sudetów. Przykładowo już drugie zdanie z rozdziału 3.1. zawiera tezę,

z której wynika, że blok dolnośląski graniczy z Masywem Czeskim, co nie jest prawdą (Żelaźniewicz, 2011). Ponadto nie znam określenia struktura śląsko-morawska, ale w literaturze znajduje się sporo pozycji traktujących o strukturze morawsko-śląskiej. Przyznaję też, że opis budowy masywu karkonosko-izerskiego z rozdziału 3.2. nie przypadł mi do gustu. Zamiast wymieniać litologie wchodzące w skład tego masywu wolałbym, aby Doktorant opisał jednostki tektoniczne (tektonostratygraficzne) budujące wspomniany masyw i dopiero potem scharakteryzował ich inwentarz litologiczny. To zadanie jest o tyle proste że dysponujemy stosunkowo nową literaturą, która zawiera dobrą dokumentację w tym zakresie (Mazur and Aleksandrowski, 2001; Jeřábek et al., 2016; Majka et al., 2016; Konopásek et al., 2019). Mam również zastrzeżenia do figury 4 prezentującej schematyczną mapę geologiczną badanego obszaru. Jest ona dwudzielna i druga jej część, która powinna prezentować jak się wydaje nieco bardziej szczegółową mapkę, jest w rzeczywistości bardziej ogólna i wywołuje jedynie konsternację u czytelnika. Omawiana mapka powinna wyglądać mniej więcej tak jak figura nr 1 z pracy Majka et al. (2018), której zresztą Doktorant jest współautorem. Już na samym początku rozdziału 3.3 czytelnik dowiaduje się, że obszar badany przez Doktoranta jest interpretowany m.in. jako „ciągła, paleozoiczna, sekwencja skalna zdeformowana i zmetamorfizowana w okresie orogenezy kaledońskiej”. A dodatkowo w tym kontekście zacytowana jest praca Mazura i współautorów z roku 2007. Podejrzewam, że autorzy wspomnianego artykułu mogliby się mocno zdziwić czytając w jakim kontekście zostali przez Doktoranta zacytowani. Chciałbym zauważyć, że już co najmniej od początku lat 90-tych ubiegłego stulecia zakończyła się dyskusja nad zapisem orogenezy kaledońskiej w sekwencjach krystalicznych Sudetów i obecnie ten obszar uważamy za fragment orogenu waryscyjskiego. Dopiero na końcu omawianego rozdziału czytelnik zostaje zapoznany z w miarę nowymi poglądami na budowę geologiczną i ewolucję masywu karkonosko-izerskiego. Jednak nie rozumiem dlaczego w tym kontekście doktorant ignoruje bardzo ważne prace czeskich kolegów (Žáčková et al., 2010; Jeřábek et al., 2016; ;Konopásek et al., 2019), a wymienia publikacje z lat 40-ych, 60-tych i 70-tych ubiegłego stulecia, które siłą rzeczy dawno się już zdezaktualizowały. Z kolei opisując ewolucję tektoniczną sekwencji skalnych wschodniej okrywy granitu Karkonoszy Doktorant raz umieszcza intruzję granitu Karkonoszy w końcowych fazach etapu deformacji D2, by zaraz potem poinformować czytelnika, że wspomniana intruzja wdarła się w skały osłony jednak później. W rozdziale 3.4. Doktorant opisując datowania izotopowe sukcesji skalnych odsłaniających się na badanym obszarze robi to niestarannie. Przykładem jest informacja nt. protolitu łupków kwarcowo-skalieniowych, który podobno „wykazuje wiek sedymentacji wynoszący około 500 Ma”. Niestety czytelnik pozbawiony jest informacji dotyczącej autora tego doniesienia, metody jaką zostało wykonane opisywane datowanie i minerału który był datowany. Wreszcie też w przypadku łupków kwarcowo-skalieniowych w grę wchodzi przecież także protolit magmowy i to on wydaje się bardziej prawdopodobny. Nie rozumiem też dlaczego w kontekście wieku granitu karkonoskiego Doktorant

przytacza datowania uzyskane metodą Rb-Sr dla całej skały. Ta metoda została już dawno zdyskredytowana. Zastanawiające jest też, że doktorant nic nie wspomina o wieku wydarzeń tektonometamorficznych, które ukształtowały strukturę masywu karkonosko-izerskiego, a które z perspektywy prowadzonych przez Doktoranta dociekań są niezwykle istotne. Chcę zauważyć, że takimi informacjami dysponujemy (np. Konopásek et al., 2019). W dalszej części omawianego rozdziału, opisując ciała rudne udokumentowane we wschodniej okrywie granitu Karkonoszy, pojawia się nie wprowadzona wcześniej nazwa formacji Velkiej Upy. W konsekwencji czytelnik zupełnie nie wie jak umieścić wspomnianą formację i znajdujące się w niej ciała rudne w strukturze wschodniej okrywy granitu Karkonoszy. W rozdziale 3.5 Doktorant wspomina o schemacie litostratygraficznym dla skał wschodniej okrywy granitu Karkonoszy. Szkoda jednak, że nie zamieszcza wspomnianego schematu.

W rozdziale 3.5 zamieszczone zostały opisy odmian litologicznych odślanających się na badanym obszarze. Niestety wspomniane opisy są bardzo ogólne i sprawiają wrażenie zaczerpniętych z literatury. Spodziewałbym się jednak opisów próbek skalnych wykorzystanych do badań. Same opisy również nie są idealne petrologa m.in. ze względu na dosyć swobodne stosowanie przez Doktoranta określeń struktura i tekstura oraz przede wszystkim brak informacji nt. pozycji teksturalnej turmalinu w obrębie opisywanych skał. Uważam, że dopiero pełny opis zespołów mineralnych oraz ich pozycji teksturalnej w analizowanych próbkach skalnych pozwoliłoby na udokumentowanie relacji turmalinu do pozostałych minerałów. W moim odczuciu dopiero takie postępowanie pozwoliłoby ustalić historię wzrostu turmalinu w odniesieniu do innych zespołów minerałów. Niestety tej informacji jesteśmy pozbawieni i uważam to za słabą stronę ocenianej rozprawy doktorskiej.

Osobnym zagadnieniem są dane dotyczące składu chemicznego analizowanych ziaren turmalinu w mikroobszarze, które są prezentowane zbiorczo w postaci zakresów i średnich. W mojej opinii samo w sobie nie jest to złe, ale w pracy powinny się również znaleźć konkretne analizy. Ponadto uważam, że Doktorant powinien wykonać własne oznaczenia geotermobarometryczne, a nie tylko bazować na danych już opublikowanych i wykonanych przez innych autorów. Szczególnie wyraźnie potrzebę własnych obliczeń geotermobarometrycznych widać na przykładzie opisu zachowania wapnia w skałach metamorficznych serii kowarskiej. Doktorant postuluje niskotemperaturową i niskociśnieniową genezę badanych przez niego turmalinów wapniowych. Powołuje się przy tym na dane literaturowe dotyczące warunków w jakich powstać mogą tego typu turmaliny i w których uruchomione zostały w badanym masywie fluidy bogate w wapń i bor. Co więcej przytacza w tym kontekście swoje własne dane dotyczące relacji teksturalnych pomiędzy turmalinem i wapniowymi amfibolami dopiero będące w opracowaniu. Jako hipoteza robocza jest to oczywiście dobry punkt wyjścia do własnych dociekań w tym zakresie. W przeciwnym przypadku jest to wyłącznie spekulacja. Uwaga o relacjach teksturalnych pomiędzy turmalinem i innymi minerałami jest dla recenzenta

niezwykle ciekawa (także w świetle sformułowanych krytycznych uwag), ale trudna do oceny ze względu na brak konkretnych danych w ocenianej dysertacji. Brak własnych obserwacji w zakresie relacji teksturalnych pomiędzy poszczególnymi minerałami widać w przypadku rozdziału odnoszącego się do zachowania tytanu w skałach metamorficznych serii kowarskiej. Doktorant opisuje w nim za pracą Mochnackiej i in. (2008) „[...] powstawanie dużych kryształów rutylu, odmieszkań ilmenitu w rutylu oraz przejścia ilmenitu w Al-tytanit [...]”, które przez cytowanych autorów jest interpretowane jako efekt metamorfizmu kontaktowego. Co ważne w ocenianej rozprawie znajdujemy bardzo ciekawą dokumentację graficzną wskazującą na obrastanie ilmenitu przez tytanit (Fig. 28). Niestety nie odnajdujemy dokumentacji wskazującej na pozycję teksturalną rutylu w badanych skałach. W konsekwencji Doktorant nie pomaga czytelnikowi wyrobić sobie zdania odnośnie do zachowania tytanu w opisywanych skałach. W kontekście warunków powstawania turmalinu Doktorant wspomina o wynikach obliczeń geotermobarometrycznych z użyciem składu chemicznego amfiboli. Niestety po raz kolejny nie mamy do czynienia z materiałem źródłowym a jedynie powołaniem się na własne, ale nieopublikowane dane. Zresztą w kontekście warunków metamorfizmu zapisanego w skałach badanego obszaru zastanawia ignorowanie przez Doktoranta danych uzyskanych przez niektóre zespoły pracujące na obszarze wschodniej okrywy metamorficznej granitu Karkonoszy (Žáčková et al., 2010; Majka et al., 2016; Jeřábek et al., 2016; Konopásek et al., 2019). Chciałbym zapytać Doktoranta czy byłby w stanie wyjaśnić swoje obserwacje stosując wyniki badań i rekonstrukcje geodynamiczne zaproponowane przez przytoczone zespoły badawcze?

W pracy znajduje się stosunkowo niewielka liczba literówek. Z drobnych usterek o charakterze językowym chciałbym zwrócić uwagę na używane przez Doktoranta określenie zonowanie stosowane w celu opisu strefowej zmienności składu chemicznego badanych ziaren turmalinu. Przy czym słowa zonowanie nie znalazłem w Słowniku Języka Polskiego. W mojej opinii przedstawiona dokumentacja dobrze uzasadnia wyróżnione przez doktoranta generacje turmalinu, a interpretacja przedstawionych wyników badań jest przekonująca. Ilustracje w postaci makro- i mikrofotografii, obrazy SEM-BSE oraz mapy składu chemicznego są bardzo dobrej jakości. Jednak w tym miejscu warto wspomnieć, że niektóre z map ilustrujących skład chemiczny badanych ziaren turmalinu nie mają opisanej skali barwnej (np. Fig. 35), a w innych przypadkach nie jest ona dostatecznie jasno opisana i nie wiadomo w jakich jednostkach przedstawione są prezentowane dane (np. Fig. 34).

Podsumowanie

Mgr Mateusz Sęk wykazał się wiedzą i dobrym opanowaniem warsztatu badawczego w zakresie mineralogii, a także umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Recenzowana

rozprawa zawiera oryginalne i metodycznie poprawne rozwiązanie zagadnienia naukowego, polegającego na zaproponowaniu modelu ewolucji składu turmalinów ze wschodniej osłony granitu Karkonoszy. Dlatego stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. Mateusza Sęka spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim w świetle ustawy z dnia 14 marca 2003 roku "O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuk" Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie mgr. Mateusza Sęka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. Jacek Szczepański, prof. UWr

Cytowana literatura

- Jeřábek, P., Konopásek, J., Žáčková, E., 2016. Two-stage exhumation of subducted Saxothuringian continental crust records underplating in the subduction channel and collisional forced folding (Krkonoše-Jizera Mts., Bohemian Massif). *J. Struct. Geol.* 89, 214–229. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2016.06.008>
- Konopásek, J., Anczkiewicz, R., Jeřábek, P., Corfu, F., Žáčková, E., 2019. Chronology of the Saxothuringian subduction in the West Sudetes (Bohemian Massif, Czech Republic and Poland). *J. Geol. Soc.* jgs2018-173. <https://doi.org/10.1144/jgs2018-173>
- Majka, J., Mazur, S., Kořmińska, K., Dudek, K., Klonowska, I., 2016. Pressure–temperature estimates of the blueschists from the Kopina Mt., northern Bohemian Massif, Poland – constraints on subduction of the Saxothuringian continental margin. *Eur. J. Mineral.* 28, 1047–1057. <https://doi.org/10.1127/ejm/2016/0028-2601>
- Majka, J., Sęk, M.P., Mazur, S., Gołębiowska, B., Pieczka, A., 2018. Polymetamorphic evolution of pelites inferred from tourmaline zoning – the Rędziny hornfels case study at the eastern contact of the Karkonosze Granite, Sudetes, Poland. *Mineralogia* 49, 17–34. <https://doi.org/10.2478/mipo-2018-0003>
- Mazur, S., Aleksandrowski, P., 2001. The Tepla(?) / Saxothuringian suture in the Karkonosze-Izera massif, western Sudetes, central European Variscides. *Int. J. EARTH Sci.* 90, 341–360.
- Szczepański, J., 2001. Warstwy z Jegłowej - zapis wielofazowej deformacji w strefie kontaktu Sudetów wschodnich i zachodnich (krystalinik Wzgórz Strzelińskich, blok przedsudecki). *Przegląd Geol.* 49, 63–71.
- Žáčková, E., Konopásek, J., Jeřábek, P., Finger, F., Kořler, J., 2010. Early Carboniferous blueschist facies metamorphism in metapelites of the West Sudetes (Northern Saxothuringian Domain, Bohemian Massif). *J. Metamorph. Geol.* 28, 361–379. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1314.2010.00869.x>
- Żelaźniewicz, A. (Ed.), 2011. Regionalizacja tektoniczna Polski. Komitet Nauk Geologicznych PAN, Wrocław.