

dr hab. inż. Jarosław Majka  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica  
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska  
Kraków, Polska  
oraz  
Uppsala University  
Department of Earth Sciences  
Uppsala, Szwecja

Länna, 30-04-2019

### **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej Pana mgr. Maksymiliana Twyrdego  
pt. „Metabazyty kopuły orlicko-śnieżnickiej: pochodzenie i ewolucja tektonometamorficzna”

Rozprawę doktorską Pana mgr. Maksymiliana Twyrdego otrzymałem w formie monografii liczącej 214 stron wraz z załącznikami. Podstawę opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Naukowej Instytutu Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk z dnia 20 lutego 2019 roku. Przedstawiona rozprawa swym układem i treścią spełnia ogólnie przyjęte standardy pracy doktorskiej sformatowanej w sposób tradycyjny, czyli jako wspomnianą wcześniej monografię. Tekst jest podzielony na 11 rozdziałów okraszonych nadmierną ilością figur w liczbie 93, po których następuje szereg tabel z materiałami uzupełniającymi. Doktorant generalnie dość systematycznie scharakteryzował obszar i przedmiot badań, podjął próbę opisu metodyki, dobrze przedstawił własne wyniki, po przedstawieniu których starał się przeprowadzić szczegółową dyskusję zakończoną podsumowaniem. Rozprawa jest napisana generalnie poprawnym językiem, choć Doktorant nie uniknął błędów ortograficznych i stylistycznych widocznych zwłaszcza pod koniec tekstu tej monografii. Te błędy jednak nie wpływają na moją ocenę przedstawionej rozprawy, którą streszczam poniżej.

W rozprawie doktorskiej opisane są trzy główne zadania badawcze obejmujące: oszacowanie warunków ciśnienia i temperatury (P-T) metamorfizmu głównie amfibolitów, charakterystykę strukturalną całego kompleksu skalnego, w którym owe metabazyty występują oraz ich charakterystykę geochemiczną. Nawigację w obrębie rozprawy już na wstępie utrudnił brak numerów stron dla poszczególnych rozdziałów w spisie treści. Przechodząc jednak do meritum, w tej części recenzji przedstawiam jedynie ogólnie wybrane problemy, z jakimi się zetknąłem podczas czytania przedłożonego tekstu. Tu chciałbym zaznaczyć, że każda recenzja, a zwłaszcza recenzja rozprawy doktorskiej, ze swej natury polega głównie na krytyce problematycznych rutyn badawczych, stwierdzeń i interpretacji. Poniższa krytyka przedstawiona jest zgodnie z organizacją tekstu rozprawy:

- 1) W rozdziale „Wstęp i cele pracy” oczekiwałem przedstawienia głównych hipotez badawczych, jakie powinien nakreślić doktorant. Niestety, moje oczekiwania były płonne, zaś dowiedziałem się jedynie o celu pracy, którym wedle słów Doktoranta było „uzupełnienie luk w wiedzy o metabazytach kopuły orlicko-śnieżnickiej”. Tak wyrażony cel badań wydaje się być mało precyzyjny i sprawia raczej negatywne wrażenie pracy, która miała charakter jedynie uszczegóławiający istniejący stan wiedzy. Nie jest to prawdą, gdyż na przykład dotychczas nikt nie przeprowadził oznaczeń warunków P-T dla badanych skał przy użyciu nowoczesnych technik geotermobarometrycznych. Toteż już na tym etapie recenzji chciałbym poprosić Doktoranta o sformułowanie faktycznych hipotez badawczych tej pracy i preredagowaniu jej celu. Obecnie przedstawiony cel pasuje bardziej do raportu z badań służby geologicznej niż oryginalnej pracy naukowej, jaką powinna być rozprawa doktorska.
- 2) Rozdział zatytułowany „Stan wiedzy w poruszonym problemie badawczym” obejmuje m.in. opis budowy geologicznej kopuły orlicko-śnieżnickiej. Ku mojemu zdziwieniu w rozdziale tym nie są zacytowane dane z mnogich prac traktujących o skałach (ultra)wysokociśnieniowych (UHP), będących *de facto* litologiami, które skupiły na sobie najwięcej uwagi wielu zespołów międzynarodowych (np. prace N. Bakun-Czubarow, M. Bröckera i R. Klemda, P. Štípskej, R. Anczkiewicza, S. Ferrero, K. Walczak czy piszącego te słowa), co oczywiście jest zrozumiałe ze względu na znaczenie tektoniczne ich wystąpień. Mało tego, Doktorant w dalszej części rozprawy sam opisuje prawdopodobne paragenezy HP, przez co nieuwzględnienie cytowań najnowszych prac traktujących o metamorfiźmie (U)HP w rejonie badań wydaje się tym bardziej niezrozumiałe. Nadto, w rozdziale tym Doktorant słusznie cytuje pracę Faryada & Kachlíka (2013) dotyczącą zachodniej części kopuły, ale myli metamorfizm (U)HP z niskotemperaturowym metamorfizmem HP. Przy tej okazji ciekawym i zapewne słusznym, aczkolwiek niczym niepopartym, jest stwierdzenie, że zapis etapu HP został zamazany przez strefową działalność fluidów podczas retrogresji.
- 3) Na wstępie rozdziału zatytułowanego „Metodyka badań”, Doktorant opisuje szczegółowo i w sposób generalnie niebudzący zastrzeżeń obszar objęty jego badaniami. Sporym mankamentem jest jednak fakt, iż Doktorant nie zdecydował się na przekroczenie granicy państwowej i prowadzenie badań również w czeskiej części kopuły, przez co nawet tak silnie regionalnie zogniskowana praca badawcza stała się mimo wszystko niepełna w kontekście pokrycia terenu badań. Ufam, że Doktorant doskonale zdaje sobie sprawę z tego, że struktury geologiczne nie dbają o granice państwowe, więc chciałbym poznać motywację stojącą za kurczowym trzymaniem się „własnego podwórka”. W dalszych częściach tego rozdziału następują niebudzące większych zastrzeżeń opisy metodyki badań terenowych (choć przyznam, że nie rozumiem sensu pierwszego zdania podrozdziału 3.2) i badań strukturalnych. Problemy zaczynają się przy opisie metodyki badań petrograficznych i analiz mikrosondowych. Pomimo zapewnień Doktoranta, że wykonał oznaczenia składu

chemicznego minerałów przy pomocy mikrosondy elektronowej, muszę jednoznacznie stwierdzić, iż nie jest to prawdą. Urządzenie JEOL JSM/JXM 840A jest elektronowym mikroskopem skaningowym. Ten użyty przez Doktoranta był wyposażony w przystawkę EDS, ale doktorant nie wspominał nic o choćby jednym stowarzyszonym detektorze WDS, który sprawiłby, że wspomniane urządzenie można by ewentualnie nazwać mikrosondą elektronową. Ten ważny szczegół sprawia nie tylko, że tytuł podrozdziału 3.4 jest błędny, ale powoduje również, że należy traktować analizy chemiczne minerałów (zwłaszcza uwodnionych) z daleko idącą ostrożnością i nieufnością. To z kolei ma kolosalne znaczenie dla całej rozprawy doktorskiej, gdyż właśnie oznaczenia składu chemicznego sodowych amfiboli uzyskane przy użyciu ww. urządzenia stanowią jeden z najciekawszych wyników tej pracy. Wskazane zatem jest dodatkowe uszczegółowienie opisu tejże techniki badawczej nawet pomimo tego, że wyniki te akurat zostały opublikowane w formie recenzowanego artykułu (Twyrdy & Żelaźniewicz 2017). Dodatkowo chciałbym spytać, dlaczego składy chemiczne amfiboli nie były przeliczone na wzory strukturalne według procedury zaproponowanej przez Hawthorne et al. (2012)?

- 4) Z kolei podrozdział 3.5 przedstawia opis przyjętej strategii i technik geotermobarometrycznych zastosowanych przez Doktoranta do rozwikłania ścieżek P-T badanych skał. Poza zastosowaniem dość już przestarzałych, choć w kilku przypadkach nadal używanych kalibracji dla klasycznych geotermobarometrów, Doktorant wykonał szereg modelowań termodynamicznych równowag fazowych. Generalnie rzecz ujmując, jakkolwiek model termodynamiczny równowag fazowych jest tak dobry, jak dobre jest założenie warunków brzegowych modelu. Innymi słowy, jakość modelu jest uzależniona od m.in. wyboru modeli mieszalności, wyboru systemu chemicznego, wyboru modelu aktywności fluidu, rozważenia modelowania dla chemii niezmodyfikowanej lub tzw. chemii efektywnej oraz od jakości analiz chemicznych zarówno całej skały jak i minerałów. W opisie założeń modeli wykonanych przez doktoranta można znaleźć wiele dość arbitralnych stwierdzeń, które zasadniczo doprowadziły do stworzenia modeli, w mojej ocenie, niepoprawnych. Wśród najcięższych „grzechów” Doktoranta wyszczególniam następujące: (a) dobór modeli mieszalności nie uwzględnia najnowszych kompletnych modeli z baz T. Holland’a i R. Powell’a; (b) niezrozumiałe jest usunięcie potasu z systemu dla próbek niezawierających biotyту (taka taktyka uniemożliwiła stabilizację białej miki dla potencjalnej paragenezy HP – fakt, że jej nie obserwujemy w skale, która przeszła retrogresję nie oznacza, że w tej skale nie występowała); wyrugowanie manganu z systemu (mangan pozwala na stabilizację takich faz jak np. granat już w dość niskich zakresach P-T, a przecież część badanych skał zawiera granat!); (c) niezastosowanie tzw. poprawki na apatyt polegającej na pomniejszeniu zawartości wapnia teoretycznie związanego z fosforem w apatycie, dominującej fazie fosforowej w skałach maficznych (nawet drobna zmiana zawartości Ca w chemii systemu powoduje niejednokrotnie spore zmiany zakresu pól stabilności

poszczególnych paragenez i przebiegu izoplekt); (d) brak przeliczeń chemii efektywnej dla kolejnych etapów metamorfizmu, co *de facto* powoduje, że większość modeli zaprezentowanych przez Doktoranta dla warunków maksimum metamorfizmu, a zwłaszcza dla fazy retrogresywnej jest błędne i niepublikowalne w dobrej klasy periodykach. Ponadto należałoby wytłumaczyć, dlaczego wszystkie modele wykonane są przy założeniu kompletnej saturacji wodą i tlenem. Szczególnie jednak niezrozumiałym jest dobór próbek, dla których wykonano oznaczenia warunków P-T, a zwłaszcza pominięcie tych zawierających granat! Taka strategia wydaje się zupełnie wbrew logice, biorąc pod uwagę mnogość informacji, jakie zapewne zapisane są zarówno w strefowości chemicznej granatu, jak i w obrębie potencjalnych wrostków. Mało tego, obecnie popularną techniką jest tzw. elastotermobarometria, która pozwala na szacowanie warunków P-T nie bacząc na zachowanie równowagi chemicznej, co jest zwłaszcza istotne w silnie retrogresywnie zmienionych skałach maficznych, jakie badał Doktorant. Para kwarc-granat mogłaby być dodatkowo użyta do szacowań warunków P-T dla poszczególnych etapów metamorfizmu. Należy podkreślić jednak, że Doktorant dość sprawnie poradził sobie z doбором klasycznych technik geotermobarometrycznych, choć w Tab. 2 pominięta została kalibracja dla chlorytu autorstwa P. Lanari'ego, zaś przedostatnie zdanie tego podrozdziału mówiące o możliwości dokładnego określenia warunków P-T na podstawie paragenez mineralnych mija się z prawdą. Zauważam też, iż doktorant traktuje technikę Ti w biotycie jako barometr, podczas gdy jest to termobarometr (i.e. temperatura ściśle zależy od dobranego ciśnienia). Przy tej okazji dodam, iż warto byłoby użyć więcej technik termobarometrycznych bazujących na pierwiastkach śladowych, takich jak np. Zr w rutylu, czy Ti w kwarcu, które są generalnie bardziej wiarygodne niż techniki klasyczne.

- 5) W podrozdziale 3.6 brakuje szczegółowego opisu warunków analizy oraz zastosowanych wzorców. Ta ostatnia uwaga ma również zastosowanie do podrozdziału 3.4.
- 6) Rozdział zatytułowany „Charakterystyka petrograficzna skał i faz mineralnych” jest napisany zasadniczo poprawnie i przedstawia dość szczegółowe opisy petrograficzne badanych skał jak i chemię przebadanych minerałów. Brakuje tu jednak bardziej dokładnego opisu relacji pomiędzy poszczególnymi minerałami. Mogę choćby wymienić relacje rutyl-tytanit i fengit-muskowit, ponieważ zwłaszcza te są szczególnie ważne dla poprawnej interpretacji poszczególnych paragenez, w tym tej HP. Opisy amfibolitów laminowanych i smużystych, gdyby były pozbawione tychże nazw, są tak naprawdę opisami skał wapienno-krzemianowych (calc-silicate rocks), co zresztą w zasadzie Doktorant przyznaje pod koniec tekstu rozprawy. To spostrzeżenie ma jednak znaczenie już na tym etapie, gdyż stawia pod znakiem zapytania sens badań geochemicznych (w tym izotopowych) skał o wyraźnie mieszanym osadowo-wulkanicznym protolicie. Doktorant bezdyskusyjnie wykazał to już w tej części rozprawy, zauważając choćby zmienność składu chemicznego

plagioklazu pomiędzy laminami w oczywisty sposób wynikającą z lokalnej zmienności chemii poszczególnych lamin. *Nota bene* chciałbym spytać Doktoranta czy i w jaki sposób wziął tę obserwację pod uwagę przy tworzeniu modeli termodynamicznych równowag fazowych? Jak wcześniej wspomniałem, niezrozumiałym jest dla mnie brak analiz granatu, czyli minerału potencjalnie niosącego najciekawsze informacje na temat warunków P-T wzdłuż ścieżki ewolucyjnej skały. Ponadto uważam za zupełnie nieczytelną figurę 20 (skąd pochodzą analizy epidotu?). Tabele w podrozdziale 4.4. wprowadzają moim zdaniem więcej chaosu niż uporządkowania poprzez wyróżnienie 27 zespołów mineralnych (paragenez jak mniemam) mających kodowanie w postaci np. B17, A22, F16 itd., które pozostaje dla mnie enigmą. Obawiam się, że tylko autor jest w stanie płynnie poruszać się w zaproponowanym przez niego schemacie. W tabeli z paragenezami oznaczonymi jako D brak jest rutylu.

- 7) Podrozdział 5.4 zatytułowany „Reakcje metamorficzne” przedstawia szereg prawdopodobnych reakcji mineralnych, które mogły doprowadzić do utworzenia się zidentyfikowanych paragenez w poszczególnych litologiach. Konceptyjnie większość przytoczonych reakcji nie jest błędna. Błędny jest jednak nieuwzględnienie faktu, iż wiele z faz biorących udział w reakcjach jest roztworami stałymi. Uwidocznione jest to w zdaniu, które w całości tu przytaczam: „Łyszczyki i granaty zawarte w agregatach prawdopodobnie zachowały stabilność i nie uległy przeobrażeniom według powyższych reakcji”. To zdanie demonstrowa niezrozumienie problematyki przez doktoranta. Otóż zarówno skład chemiczny miki jak i zwłaszcza granatu ewoluuje w sposób ciągły, od nukleacji do warunków pikowych jak i nawet postpikowych. Zatem miki i granat na pewno brały udział w reakcjach mineralnych podczas progresji metamorfizmu i nie były pasywnie stabilnymi fazami, niewrażliwymi na zachodzące zmiany.
- 8) W rozdziale 6 zatytułowanym „Charakterystyka mezo- i mikrostrukturalna” doktorant bardzo zgrabnie opisuje wyniki pomiarów strukturalnych z poszczególnych subregionów badań (choć w jednym subregionie jest to oparte na tylko jednym odsłonięciu). Z tego rozdziału dowiadujemy się również innych ciekawych informacji, jak np. tego, że granaty są dość pospolite w badanych skałach i zawierają sporo wrostków. Czemu takie informacje są ważne, nie muszę powtarzać. Rozdział ten jest w mojej ocenie najjaśniejszą stroną tej rozprawy, choć posiada pewne mankamenty jak np. nieostre zdjęcia terenowe (np. figura 34), czy użycie jako skalę czubek kciuka, którego wymiarów można się jedynie domyślać, nie wiedząc do kogo on należy. Osobiście nie jestem geologiem strukturalnym, więc nie podejmuję się głębszej analizy przedstawionych wyników, ale uważam, że ten rozdział powinien być wzbogacony o diagramy sporządzone przy użyciu siatek stereograficznych, co pozwoliłoby potencjalnemu czytelnikowi łatwiej zrozumieć przedstawione wyniki. Również w tej części tekstu pojawiają się jednak stwierdzenia nie do końca zrozumiałe, jak np. to, że relacje terenowe potwierdzają poprawność datowań U-Pb cyrkonów. Relacje terenowe, jeśli są dobrze zinterpretowane, pokazują stan

faktyczny, zaś wyniki datowań mogą ewentualnie być w zgodzie z tym, co obserwuje się w odstonięciach. Jak wcześniej wspomniałem, nie jestem geologiem strukturalnym, więc mam dość zawężoną możliwość szczegółowej oceny przedstawionych tu zagadnień, ale jestem w stanie łatwo dostrzec na podstawie podsumowania przedstawionego w tabeli 6, że Doktorant zdecydowanie różni się w swej interpretacji struktur tektonicznych od innych autorów pracujących w tym terenie. Prosiłbym zatem Doktoranta o dodatkową argumentację przekonywującą do jego racji, ponieważ aktualny tekst rozprawy wydaje się nie dyskutować wszystkich tych aspektów w sposób wyczerpujący. Kończący tę część rozprawy podrozdział 6.7 jest napisany w sposób zwięzły i logiczny, ale poniekąd zachowawczy.

- 9) Krytykę sposobu prowadzenia modelowań termodynamicznych i generalnie obliczeń termobarometrycznych przedstawiłem już powyżej, więc nie poświęcę temu zagadnieniu, przedstawionemu w rozdziale 7 zatytułowanym „Obliczenia termobarometryczne”, zbyt wiele miejsca. Jednakowoż muszę nadmienić po raz kolejny, że wszystkie modelowania P-T pikowego i retrogresywnego etapu metamorfizmu są niezgodne z zasadami sztuki. Podkreślę jednak, że Doktorant przekonał mnie, iż co najmniej jedna z modelowanych skał (prawdopodobnie więcej) niesie zapis warunków niskotemperaturowego metamorfizmu HP, co jest bardzo wartościowym odkryciem. Doktorant popełnia kilka drobniejszych lapsusów w tej części pracy jak np. zaszeregowanie tytanitu i rutylu do tej samej retrogresywnej paragenezy, czy przedstawienie wyników termometru Ti w biotycie na kompletnie niezrozumiałej dla mnie figurze 66. Zwieńczeniem tej części rozprawy jest figura 67, która wyraźnie pokazuje, że przebieg ścieżek ewolucyjnych P-T różni się zdecydowanie dla poszczególnych badanych litologii. Pomijając już nawet błędy w modelowaniach, ufam Doktorantowi, że wychwycił istotny fenomen i doceniam to odkrycie. Mało tego, Doktorant wreszcie w tej części tekstu wykazuje się odwagą i stwierdza, że możemy mieć do czynienia z odrębnymi jednostkami tektonicznymi. W pełni zgadzam się z tą interpretacją, pamiętając jednak, iż wydedukowane przez Doktoranta gradienty geotermiczne mogą być obarczone istotnymi błędami.
- 10) Rozdział 8 zatytułowany „Ewolucja tektonometamorficzna metabazytów wschodniej części KOŚ i implikacje regionalne” jest napisany poprawnie i podsumowuje poprzedzające go rozdziały z wynikami badań. Osobiście życzyłbym sobie jednak dyskusji nieco szerszej zakrojonej, bowiem kupa orlicko-śnieżnicka nie jest jednostką zawieszoną w próżni, lecz integralną częścią Masywu Czeskiego i jeszcze szerszej europejskiego pasma waryscydów.
- 11) W rozdziale 9 rozprawy zatytułowanym „Geochemia metabazytów” Doktorant wytoczył całą artylerię klasyfikacji geochemicznych skał magmowych. W ten sposób przekonał mnie, iż potrafi się nimi biegle posługiwać. W natłoku prezentacji tych diagramów doktorant nie zauważył, iż popełnił błąd na jednym z bardziej istotnych, a mianowicie diagramie AFM przedstawionym na figurze 70, gdzie serie toleitowa i wapniowo-alkaliczna są oznaczone błędnie. Nie ma to jednak zbyt dużego znaczenia,

ponieważ sam Doktorant dowodzi, że „proporcje pierwiastków głównych (...) mogły ulec zaburzeniom w trakcie ewolucji badanych skał”. Pytam zatem Doktoranta, czy sensownym było przedstawianie w rozprawie tych wszystkich klasyfikacji bazujących niekiedy li tylko na pierwiastkach głównych? Czy nie należało skupić się tylko na zdecydowanie niemobilnych składnikach badanych skał?

- 12) Interesującym, acz kontrowersyjnym jest podrozdział 9.3.2, w którym Doktorant testuje potencjalne efekty kontaminacji. Po raz kolejny Doktorant prezentuje umiejętność płynnego posługiwania się narzędziami geochemicznymi, ale brakuje mu krytycznego podejścia i zdolności ewaluacji własnych wyników. Czy Doktorant na pewno wziął pod uwagę, iż część z analizowanych próbek może mieć mieszany protolit? Czy Doktorant ma świadomość modyfikacji zachodzących w subdukowanej płycie? Oczekując na odpowiedzi na powyższe pytania wyrażam uznanie dla dotychczasowej pracy Doktoranta w omawianym zakresie.
- 13) Kilka zdań komentarza wymagają również podrozdziały 9.3.5, 9.3.6 i 9.3.7, w których prezentowane są wyniki oznaczeń izotopowych Sm i Nd. Podczas gdy dwa pierwsze podrozdziały nie budzą zastrzeżeń, to dla całej rozprawy byłoby zdecydowanie lepiej, gdyby podrozdział zatytułowany „Wiek izochronowy” w ogóle się w tej pracy nie pojawił. Po pierwsze wyniki takich oznaczeń wieku bazujących na wielu próbkach o prawdopodobnie nieco innej historii są z natury rzeczy dyskusyjne. Dodatkowo mamy tu do czynienia ze skałami metamorficznymi, co nie ułatwia problemu. Arbitralne odrzucenie analiz nie pasujących do oczekiwanej izochrony ok. 500 Ma i dokooptowanie analiz Ilnickiego et al. (2013) robi wrażenie desperackiej próby przedstawienia „własnego” wieku bezwzględne, który sam w sobie nie jest aż tak krytyczny, ponieważ jest nam wszystkim ogólnie znany. Zdecydowanie negatywnie oceniam tego typu praktykę i zachęcam Doktoranta do zaniechania podobnych przedsięwzięć w przyszłości.
- 14) W rozdziale 10 zawierającym „Interpretację i dyskusję” Doktorant poprawnie dyskutuje pochodzenie protolitu badanych skał. Dyskusja ewolucji metabazytów też nie pozostawia większych zastrzeżeń i scenariusz zaproponowany przez doktoranta jest jak najbardziej realny. Jeśli chodzi o dyskusowanie etapu kolizji waryscyjskiej, prosiłbym jednak o ujęcie tych rozważań w szerszym tle i w świetle istniejących modeli, a tych dla Masywu Czeskiego i nawet badanej kopuły orlicko-śnieżnickiej nie brakuje. Natomiast figura 93 wymaga poważnej reorganizacji, gdyż jej aktualna forma jest z kilku powodów nieakceptowalna. Brakuje tam np. cytowania zaprezentowanego modelu paleogeograficznego. Wynika z niej również, że subdukcja płyta ulegała przetopieniu, co jest zasadniczym błędem, który w rozprawie doktorskiej nie powinien się przydarzyć. Zaznaczony jest również „efekt” wstecznego rolowania płyty (slab roll-back), choć jest to w rzeczywistości proces, a nie efekt, zaś faktycznym efektem tego procesu jest pionizacja kąta subdukcji. Ta figura stanowi w zasadzie jedną z dwóch najważniejszych, jakie w tej pracy powinny być się pojawić i w związku z tym musi być doszlifowana przed ewentualną

publikacją zawartych tu wyników. Niestety druga, z rekonstrukcją tektoniczną dla orogenezy waryscyjskiej, nie została w rozprawie przedstawiona, a byłoby wskazane przedstawienie zaobserwowanych różnic w gradientach geotermicznych podczas metamorfizmu progresywnego jak i odniesienie tych obserwacji do istniejącego zapisu metamorfizmu (U)HP w terenie badań.

- 15) Kończący rozprawę jednostronicowy rozdział 11 pokrótce streszcza najważniejsze wnioski Doktoranta. Nawet tutaj Doktorant był w stanie mnie zaskoczyć i podsumował w zasadzie jedynie swe dokonania na polu badań geochemicznych, podczas gdy w mojej ocenie dużo donioślejszymi są udokumentowanie potencjalnych paragenez HP oraz dostarczenie poważnych dowodów na istnienie niezależnych jednostek tektonicznych w badanych wydzieleniach skalnych. Nie rozumiem, dlaczego Doktorant pominął te aspekty swojej pracy w jej zakończeniu.
- 16) W rozprawie znalazłem wiele innych drobnych niedociągnięć, które nie rzutują jednak na jej ogólny obraz i merytoryczną ocenę.

Podsumowując, recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr. Maksymiliana Twyrdego stanowi próbę holistycznego podejścia badawczego do metabazytów kopuły orlicko-śnieżnickiej i zawiera zarówno oszacowania warunków P-T metamorfizmu, badania strukturalne, jak i badania geochemiczne. Obawiam się jednak, iż tak rozbudowany zakres badań przerósł możliwości Doktoranta, co poskutkowało, miejscami wręcz, trywialnymi błędami w sztuce. W mojej ocenie dużo lepiej by było, gdyby Doktorant skupił się bardziej na zagadnieniach związanych bądź to z geochemią tych skał i ich pozycją strukturalną albo wykonał bardziej szczegółowe i poprawne studium historii tektonometamorficznej badanych litologii. W obu przypadkach dałoby to prawdopodobnie dużo lepszy efekt niż przedstawiona do recenzji rozprawa. Ponadto praca ta razi wręcz swym ograniczeniem regionalnym, zwłaszcza w kwestii dyskusji wyników na tle całego orogenu. Niemniej jednak, Doktorant może się pochwalić kilkoma zdecydowanie wartościowymi obserwacjami i oryginalnymi, generalnie poprawnymi interpretacjami. Toteż stwierdzam, że recenzowana rozprawa, pomimo swych słabości, spełnia kryteria określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 roku w sprawie szczegółowego trybu warunków przeprowadzenia czynności w przewodach doktorskich, postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora. Niniejszym wnoszę o dopuszczenie Pana mgr. Maksymiliana Twyrdego do publicznej obrony tejże rozprawy.

