

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Doktorantki mgr inż. Magdaleny Marii Sitarz

pt.:

Mineralizacja hydrotermalna w Tatrach Polskich. Inwentaryzacja i charakterystyka sztolni i hałd górniczych będących pozostałością po historycznym górnictwie tatrzańskim

1. Podstawa recenzji.

Recenzję sporządziłem w oparciu o decyzję Rady Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 06.12.2021, dotyczącej powołania mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Marii Sitarz, pt. „Mineralizacja hydrotermalna w Tatrach Polskich. Inwentaryzacja i charakterystyka sztolni i hałd górniczych będących pozostałością po historycznym górnictwie tatrzańskim”. Informację na temat decyzji w/w Rady otrzymałem w piśmie prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza, z dnia 09.12.2021, znak WGGiOŚ-dz.0154-265/2021. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Bożena Gołębiowska. Wraz z dokumentem został mi przekazany egzemplarz rozprawy doktorskiej.

2. Charakterystyka pracy i uwagi ogólne

Praca liczy całościowo 246 stron. Składa się ze Streszczenia rozprawy, w języku polskim i angielskim (po 2 str.), spisu treści, wstępu (1.5 strony), rozdziałów z treścią merytoryczną, spisu bibliografii (i innych źródeł danych), spisu tabel (36 pozycji) i spisu figur. Zestawienie bibliografii zawiera 128 pozycji, zajmując 8.5 strony. Wśród pozycji cytowanych występują m.in. prace znaczące dla podjętej tematyki. Czytanie pracy ułatwia Spis Tabel oraz Spis Figur. Oprawa graficzna jest niezwykle bogata (256 pozycji). Są to pozycje różnorodne: obrazy z mikroskopu kruszcowego, mikroskopowe zdjęcia inkluzji fluidalnych, zdjęcia z mikroskopu polaryzacyjnego, oraz zdjęcia mikrosondowe w trybie BSE. Stosunkowo niewielka jest ilość figur makroskopowych, jednak przy obfitości figur w pracy jest to mankament mało istotny. Na zdjęciach makroskopowych wielu prób dobrze widoczna jest mineralizacja wtórna, co przy bogatej geochemii mineralizacji kruszcowej stwarza duży potencjał dla dalszych badań tego ciekawego materiału.

Struktura pracy nie budzi zastrzeżeń. We Wstępie, w ostatnim akapicie, brak jest informacji o płonności opisywanej tam mineralizacji (w Tatrach Wysokich) pod kątem rud siarczkowych. Rozdział 3 („Budowa geologiczna Tatr”), liczący ok. 4.5 strony. Ten rozdział, jako bardziej zgeneralizowany, powinien znaleźć się przed rozdziałem „2”. Układ akapitów w tym rozdziale mógłby być zmieniony (zgodnie z informacjami w komentarzach w tekście). W części tekstu poświęconej charakteryzacji Dolnej Jednostki Strukturalnej pada nieco niefortunne określenie „skały tej jednostki nie występują w granitoidach (...)”. Rozdział 4 („Górnictwo tatrzańskie na przestrzeni wieków”, liczącym ok. 11.5 strony, jest interesujący, choćby z racji zawarcia w nim ciekawych informacji nt. poszukiwaczy skarbów. Rozdział 5 („Lokalizacja obszaru badań, prace terenowe i inwentaryzacyjne”) liczy 19 stron i zawiera liczne Figury, w tym mapy geologiczne (2 figury czytelne plany rozmieszczenia punktów poboru prób na tle budowy geomorfologicznej terenu (4 figury), plany sztolni i przekroje (10 figur), zdjęcia terenowe (4 figury) oraz zestawienie tabelaryczne prób. Rozdział 6 („Metodyka badań”), liczący 4 strony, jest słusznie podzielony na 4 podrozdziały. Wyniki badań są opisane w rozdziale 7, który liczy 61 stron.

Główne scharakteryzowane minerały rudne to tetraedryt-(Zn), tetraedryt-(Fe), chalkopiryt, oraz podrzędne pirit i galena. Towarzyszą i różne generacje strontonośnego barytu, oraz węglany reprezentowane przez magnezowy syderyt, żelazowy dolomit i czysty kalcyt. Autorka zwraca uwagę na podwyższone koncentracje srebra zarówno w grupie tetraedrytu jak i w chalkopirycie. Zaawansowane wietrzenie minerałów z grupy tetraedrytu prowadzi do wtórnej koncentracji srebra i rtęci. Oznaczone w chalkopirycie pierwiastki śladowe to głównie bizmut, kadm i mangan. Niskie stężenia cyny, galu i indu w badanych minerałach siarczkowych są przypisane niskim temperaturom i ciśnieniu podczas krystalizacji. W oparciu o badania inkluzji fluidalnych (zaliczonych do systemu $H_2O-NaCl$ domieszkowanego KCl) Autorka wskazuje na niskie temperatury homogenizacji i niski stopień zasolenia roztworów hydrotermalnych. Informacje płynące z badań izotopowych wykorzystuje z kolei do wskazania mieszanego charakteru macierzystych roztworów magmowo-meteoryczne. Proponuje wreszcie kolejność krystalizacji minerałów hydrotermalnych oraz przypisuje je do różnych etapów mineralizacji.

Dyskusja wyników - rozdział 8 – liczy 26 stron. Jest to według mnie odpowiednia proporcja względem całej pracy. Należy zwrócić uwagę, że Autorka odnosi się do znaczenia przeprowadzonych badań, m.in. zwracając uwagę na wzbogacenie grupy tetraedrytu w bizmut i rtęć, oraz rolę chalkopiryty w koncentrowaniu istotnych ilości srebra, oraz sfalerytu w wychwycie manganu i kadmu. W oparciu o te badania dokonuje klasyfikacji badanej mineralizacji, z wyróżnieniem typu dolomitowo-barytowo-tetraedrytowego; przypisuje także badane próby do konkretnych etapów krystalizacji.

W mojej recenzji na uwagę zwracam przede wszystkim na drobne błędy dotyczące nomenklatury i nazewnictwa minerałów. W szczególności chodzi tutaj o zasady pisowni rdzeni w nazwach gatunków

minerałów. Zgodnie z zaleceniami Międzynarodowej Komisji Mineralogicznej (IMA), w nazwach tych należy zachować oryginalną pisownię rdzenia, przy zachowaniu znaków diakrytycznych. Należy jednak zaznaczyć, że kwestie te nie są tak ewidentne gdy mówimy o przystosowywaniu nazw gatunków do pisowni w danym języku, w tym przypadku – polskim. Jednakże, w przypadku nazw pochodzenia, na przykład, rosyjskiego czy chińskiego, właściwe jest stosowanie zasad transkrypcji/transliteracji.

3. Uwagi dyskusyjne

Swoje szczegółowe komentarze umieściłem w przekazanej mi elektronicznej wersji rozprawy. Nie oczekuję od Autorki odniesienia się do wszystkich uwag – szczególnie, że są to w znakomitej większości uwagi drobne, edytorskie i językowe – a jedynie do uwag zaprezentowanych w niniejszej recenzji.

Zgodnie z moimi komentarzami w elektronicznej wersji pracy, Doktorantka powinna zwrócić uwagę na nazewnictwo minerałów, oraz uwzględnić moje sugestie dotyczące prawidłowego zapisu rdzeni niektórych nazw w oparciu o wytyczne komisji IMA oraz zasady transkrypcji i transliteracji. Dotyczy to szczególnie *rozdiescwienskajaitu*-(Zn) oraz końcówek w nazwach takich minerałów jak *goldfieldyt*. Stosowanie nazw typu „kowelin”, choć powszechne, jest jednak nieco anachroniczne i brak jest tutaj zasady zachowania oryginalnej pisowni rdzenia.

W rozdziale metodologicznym, w części poświęconej analizom izotopowym, brak jest określenia definicji wielkości *delta*. O ile jest do, po części, wiedza ogólna, taka informacja powinna się w rzeczonym rozdziale znaleźć, aby każdy czytelnik – także ten całkowicie niezaznajomiony ze specyfiką tych badań – wiedział, czego ta wielkość dotyczy.

Autorka powinna zwrócić uwagę na stosowane opisy wtórnych minerałów żelaza: określenie „wodorotlenki żelaza” sugeruje obecność faz bardzo rzadko spotykanych w przyrodzie, takich jak *bernalit*. Z kolei określenie „tlenki żelaza” sugeruje obecność *hematytu*. Biorąc pod uwagę opis barwy tych substancji podejrzewam, że w większości przypadków chodzi o *goethyt* (albo skałę *limonit*), a zatem lepszym terminem jest określenie „tlenowodorotlenki”. Wspominając o *goethycie*, który także jest miejscami wymieniany w tekście, chciałbym uzyskać odpowiedź odnośnie sposobu oznaczenia tego minerału; podobnie w przypadku *malachitu*.

W tabelach prezentujących wyniki analiz minerałów z grupy *tetraedrytu* brak jest rozdzielenia na, czy ogólnie informacji o, pozycjach *Y* oraz *Z*. Niejasnym jest dlaczego Autorka nie prezentuje wzorów empirycznych dla minerałów z grupy *tetraedrytu* - najważniejszych minerałów opracowywanych przez Nią w pracy – a także choćby *chalkopirytu* i *galeny*, podczas gdy takie wzory prezentowane są dla minerałów węglanowych. Występuje pewna nieścisłość jeśli chodzi o domieszki w *galenie*. W tabeli 12 wskazane są (rzekomo) znaczące domieszki *Cd* (w % wag.), zaś w części poświęconej *apfu*, najwyraźniej omyłkowo, wykazano znaczące ilości *Se*. Jeśli badana *galena* zawiera znaczące domieszki

Se, to przydatny byłby dodatkowy komentarz nt. obecności szeregu kryształów mieszanych galena-clausthalit.

W rozdziale 7.2.3, w ostatnim jego zdaniu, pada stwierdzenie, że wysokie koncentracje srebra w niektórych chalkopirytach świadczą o obecności wrostków siarczków srebra. Nie jest do końca jasne, dlaczego Autorka tak uważa: czy takie zawartości przekraczają granice akomodacji srebra w strukturze minerałów z grupy tetradrytu? Chalkopiryt tworzy grupę o tej samej nazwie; do grupy tej zalicza się lenait, AgFeS_2 (srebrowy analog chalkopiryty), istnieje zatem szansa, że przynajmniej w niektórych przypadkach możemy mówić o obecności szeregu kryształów mieszanych chalkopiryt-lenait.

W Tabeli 14 przedstawiono analizy faz wyraźniej niż inne wzbogaconych w srebro. Przypisanie pierwszych dwóch analiz do roździeswienckajaitu-(Zn) wydaje się prawidłowe. Zabrakło natomiast szerszych komentarzy na temat pozostałych dziesięciu analiz. W moim odczuciu Autorka mogłaby nieco rozszerzyć tą część pracy, zważywszy choćby na fakt ekonomicznego znaczenia srebra, a więc i jego własnych minerałów. Dla przykładu, przeliczenie analizy trzeciej w oparciu o sumę pozycji D równą 3, otrzymujemy wzór empiryczny $\{(\text{Cu}_{4.77}\text{Ag}_{1.10}\text{Zn}_{0.59}\text{Fe}_{0.39}\text{Hg}_{0.03}\text{Cd}_{0.01})_{\Sigma 6.89}[\text{I}]_{0.11}\}_{\Sigma 7.00}(\text{Sb}_{1.59}\text{As}_{0.41}\text{Bi}_{0.01})_{\Sigma 2.00}\{(\text{S}_{6.91}\text{Se}_{0.01})_{\Sigma 6.92}[\text{I}]_{0.08}\}_{\Sigma 7.00}$, odpowiadający być może potencjalnej nowej fazie mineralnej. Podobny wynik uzyskamy w przypadku podobnego przeliczenia analizy szóstej, albo przy przeliczeniu analizy czwartej w oparciu o bazę $D=4$. Oczywiście wskazanie obecności takich faz jest czysto teoretyczne, niemniej komentarz o przyczynie nadmiaru srebra w postaci przerostów ze srebrem czy też akantytem jest niewystarczający, a o zbliżonym stopniu prawdopodobieństwa jak proponowane przeze mnie przeliczenia. Pamiętajmy bowiem, że siarkosole to bardzo duża grupa minerałów, nierzadko odznaczająca się niestechiometrią; dowodzi temu znacząca liczba tzw. Zatwierdzonych Nienazwanych Minerałów, zaprezentowana przez komisję IMA.

Rozdział poświęcony produktom procesów mógłby być nieco rozleglejszy i, dla przykładu, opatrzony większą ilością widm EDS (tak samo zresztą dla w/w faz srebrowych). Rozumiem, że praca nie jest dedykowana mineralizacji wtórnej, niemniej takie rozszerzenie byłoby przydatne choćby z uwagi na fakt, że właściwie brak jest jakichkolwiek opracowań tego materiału.

W rozdziale 7.2.6. poświęconym produktom utleniania Autorka pisze, że obserwowano „większe ziarna pirytu [zachowane jedynie reliktoowo – przyp. rec.], a znaczna część stanowi już wtórne wypełnienia”. Zdanie to sugeruje, że Autorka obserwowała piryty pochodzenia wtórnego – czy tak?

Na początku rozdziału Dyskusja, w części poświęconej inwentaryzacji obiektów górniczych, Autorka zbyt często powtarza informacje z rozdziału opisowego. O ile Dyskusja powinna zawierać przytoczone informacje, to powinny one zamykać się na możliwe treściwe, a więc zwięzłe, podsumowanie. W moim odczuciu ten rozdział warto by było przeredagować i skrócić, podając choćby informacje liczbowe, jakich tutaj zabrakło, np. łączna ilość stwierdzonych sztolni oraz hałd. Rozdział

ten cechuje zbyt duży poziom szczegółowości, głównie ze względu na bardzo dużą ilość informacji liczbowych. Rozdział "Dyskusja" powinien zawierać syntezę, tj. omówienie wyników, nie zaś przytaczanie licznych rekordów stężeń; zamiast tego można podać informacje zbiorcze, np.: „tetraedryty z rejonu Ornaku odznaczają się wyższą koncentracją Ag, w przedziale od x do y, w porównaniu do tetraedrytów z Doliny Pysznińskiej; ze śladów koncentrowanych przez ornackie tetraedryty największy udział przypada bizmutowi, a w dalszej kolejności rtęci, kadmowi, itd.”. Reasumując, w rozdziale „Dyskusja” spodziewałbym się raczej podania ogólnego poziomu albo zakresów wzbogacenia w konkretne pierwiastki.

W dalszej części Dyskusji (str. 125), autorka podsumowuje, że nie odnotowała mineralizacji innej niż taka zawierająca minerały z grupy tetraedrytu, chalkopiryt, piryt i galenę, a także, że „W żadnym z wymienionych minerałów nie stwierdzono obecności znaczących substytucji”. O ile jestem w stanie zgodzić się z pierwszym stwierdzeniem (choć zabrakło tutaj wzmianki o fazach wyraźniej bogatych w srebro, takich jak roždiescwenckajait-(Zn) – minerał odkryty bardzo niedawno, a tym samym stanowiący bardzo ciekawy materiał badawczy), to drugie stwierdzenie pozostaje, w pewnym stopniu, w sprzeczności z zawartością rozdziałów opisowych. Dla przykładu, badana przez Autorkę galena, wykazuje znaczące domieszki; niektóre badane chalkopiryty są wzbogacone w srebro. Co więcej, na str. 139, w rozdziale Dyskusja, Autorka pisze, że „W części analizowanych obszarów odnotowano w chalkopirycie dochodzące do 14% zawartości Ag”. Mamy więc tutaj nieścisłość.

Istotnym jest wykazanie, że badane minerały z grupy tetraedrytu są reprezentowane zarówno przez tetraedryt-(Fe) jak i tetraedryt-(Zn). Przedstawienie średniego składu chemicznego dla obydwu tych reprezentantów, na przykład w formie zapisu udziałów członów skrajnych, w sposób przejrzysty pokazałoby różnice chemiczne między tymi dwoma reprezentantami. Na str. 129 Autorka pisze (odnosząc się do faz bardzo bogatych w srebro), że „(...) jednak zdecydowana większość analiz zawiera w składzie poniżej 50 % wag. Ag, czyli reprezentuje minerały grupy freibergitu [prawidłowo: podgrupy freibergitu - przyp. rec.] lub tetraedrytu z substytucją Ag za Cu”. Jest to nieprawda, o czym świadczą zawyżone sumy kationów, prezentowane przez Autorkę w Tabeli 14. Przy Tabeli tej umieściłem komentarz z sugestią możliwości napotkania bliżej nieokreślonych antymonowych siarkosoli miedziowo-srebrowych, o stechiometrii innej niż ta typowa dla grupy tetraedrytu. W drugim akapicie na str. 130 autorka wskazuje na Figurę 35, przedstawiającą widmo fazy srebrowo-rtęciowej, komentując, że dotyczy ona wtórych siarczków Ag i Hg. Widmo prezentowane na Fig. 35 nie jest przekonujące na temat obecności fazy siarczkowej, gdyż występuje na nim bardzo intensywna linia tlenowa. Możemy tu mieć do czynienia z mieszaniną np. amalgamatów srebra z siarczanami niezawierającymi Ag i Hg, albo z przerostami siarkosoli wzbogaconych w Ag i Hg z fazami tlenowymi, itd. Nie jest też prawdą, że omawiana faza/fazy nie zawierają śladów Cu czy Fe, o czym także świadczy prezentowane widmo.

Na str. 135 Autorka nadmienia, że badane przez nią syderyty z rejonu Starorobociańskiego Wierchu wykazują znacznie niższe wzbogacenie w magnez niż wskazują na to dane literaturowe. Z czego to wynika, i na co wskazuje? Brak jest na ten temat komentarza. Podrozdział 8.3 kończy zdanie nt. badań dla Tatr Wysokich wykonane przez Gawędę i in., jednak dla tej informacji także nie ma komentarza, pojawia się zatem pytanie jaka jest celowość tej informacji.

Porównanie stosunku $Sb/(Sb+As)$ dla tetraedrytów charakteryzowanych przez Autorkę z danymi literaturowymi, umieszczone w tekście powyżej prezentującej to zestawienie Figury 48, jest nieco chaotyczne i utrudnia zrozumienie tej części tekstu. Nie jest jasne, czy Autorka ma na myśli średnie stosunki izotopowe dla poszczególnych serii swoich danych. Sytuację tą zmieniłoby umieszczenie na Figurze 48 dodatkowych punktów wskazujących te średnie wartości. W bieżącym rozdziale brak jest także komentarzy na temat stopnia zmienności stężeń pierwiastków.

Na str. 141 czytamy, że „Niskie koncentracje pierwiastków śladowych w chalkopirycie można wytłumaczyć ich większą preferencją do wbudowywania się w strukturę”. Jest to niejasne, a bez odniesienia do struktury konkretnego minerału – nieprawdziwe, bowiem efekt jest dokładnie odwrotny. Na str. 144 Autorka pisze, że „Tetraedryt jest zawsze podrzędnym minerałem dla Se (...)”, podczas gdy nie bez przyczyny wyróżniono w ramach grupy tetraedrytu podgrupę giraudytu, czy też przypisano do grupy tetraedrytu, jak poşepnyit czy stibioústaleçyt. W tej samej części Autorka pisze, że „Sn z kolei nie ma silnego związku z żadnym z siarczków”. Jest to stwierdzenie niejasne, a przez to także nieprawdziwe: siarczków z jakiej grupy, jakiego zestawu, krystalizującego w jakich warunkach? Cyna jak najbardziej może koncentrować się w siarczkach, szczególnie w siarkosolach z grupy stannitu, które stanowią niekiedy nawet rudę Sn, a nawet tworzyć proste siarczki, takie jak herzenbergit, które lokalnie także tworzą większe nagromadzenia. W drugim akapicie na str. 142 Autorka cytuje informacje nt. geochemii i krystalochemii chalkopiryty hydrotermalnego, wymieniając Co, Zn, Se, Ag, In, Sn i Mo. Sposób zapisu zdań w tej części sugeruje, że każdy hydrotermalny chalkopiryt będzie zawierał podwyższone koncentracje tych metali. Tymczasem należy pamiętać, że zależy to jeszcze od wzbogacenia danego systemu hydrotermalnego w dany metal: inne więc będą cechy geochemiczne siarczków z otoczenia *black smokers* w pobliżu intruzji ofiolitowych, a inne w żyłach hydrotermalnych tnących granity. Dyskusja wyników uzyskanych w badaniach inkluzji fluidalnych (str. 143-144) jest napisana nieco chaotycznie: najpierw powtórzone są wyniki Autorki, potem porównane z danymi literaturowymi, po czym następują kończące tą część dyskusji dwa zdania, w których porównywane są ze sobą dane literaturowe. Taka kolejność utrudnia odbiór i zrozumienie wnioskowania Autorki opartego na uzyskanych przez Nią wynikach.

Na str. 147 Autorka wspomina o badaniach inkluzji fluidalnych m.in. dla złoża Pod Babou w rejonie Pernek (Słowacja). Złoża tego rejonu są jednak innego typu niż złoża badane przez Autorkę, ze względu na obecność licznych minerałów antymonu jako głównego ich składnika, przy relatywnie niewielkiej ilości minerałów z grupy tetraedrytu, a obecności takich faz jak antymonit, stephanit, bourmonit i

boulangeryt. Jak mają się zatem wyniki z tego złoża do wyników uzyskanych przez Autorkę? Na końcu omawianego akapitu brakuje bowiem szerszego odniesienia Autorki do tych badań, w kontekście uzyskanych przez nią wyników. Inaczej jest w następujących akapitach, w których Autorka szeroko komentuje swoje wyniki i prawidłowo odnosi się do cytowanej literatury.

Podsumowanie, poza powtórzeniem nieścisłości odnośnie braku domieszek w minerałach innych niż te z grupy tetraedrytu, jest w swej większości napisane poprawnie, przejrzyste i w sposób zwięzły. W tej części rozdziału warto także wspomnieć o częstotliwości występowania minerałów własnych srebra, oraz o roździescwieńckajajicie-(Zn), ale również wymienianym w części początkowej pracy freibergicie. W omawianym rozdziale zabrakło także podsumowania odnośnie faz wtórnych. To samo tyczy się Streszczeń.

Na koniec poprosiłbym Autorkę o krótkie odniesienie się do mojego komentarza umieszczonego w opisie do Figury 28 (str. 72). Dotyczy on metod statystycznych.

4. Uwagi edytorskie

Autorka nie ustrzegła się przed błędami interpunkcyjnymi, błędami o charakterze literówek, oraz błędami gramatycznymi. O ile te pierwsze nie mają w moim odczuciu większego znaczenia, błędy gramatyczne, literówki, oraz zbyt duża złożoność niektórych zdań nieco utrudniają czytanie pracy. Dotyczy to szczególnie rozdziałów poświęconych historii górnictwa w Tatrach, opisowi mineralizacji i sztolni, niektórych akapitów w ramach Dyskusji, a także (w mniejszym stopniu) charakterystyce mineralogicznej i krystalochemicznej badanej mineralizacji. Uwzględnienie poprawek wzmocniłoby czytelność oraz poprawiło możliwość zrozumienia niektórych opisów, szczególnie opisów wzajemnych relacji przestrzennych minerałów oraz pochodzenia próbek, w których te minerały występują. Ta sama uwaga dotyczy sposobu opisu zawartości pierwiastków śladowych w minerałach: słownictwo jest tutaj zbyt mało zróżnicowane, występują także błędy gramatyczne, co utrudnia czytanie tekstu. Pojawiają się także w tej części nieco nieprecyzyjne określenia, np. „Największe koncentracje srebra odnotowano w strefie wietrzenia” podczas gdy z opisu Autorki wiadomo, że – choć faktycznie w wyniku wietrzenia – srebro to zostało stwierdzone w produktach wietrzenia w bezpośrednim sąsiedztwie wietrzejących minerałów rudnych. Podobnie, określenie „wtórne minerały srebra” sugeruje, że mowa tu o substancjach, w których srebro jest składnikiem minerałotwórczy (tj. koniecznym), nie zaś jedynie domieszką.

Niektóre napisy na figurach prezentujących przekroje przez sztolnie powinny być napisane większą czcionką, co zwiększyłoby czytelność tych grafik. Jednakże, szata graficzna tych i innych figur nie budzi wątpliwości, z wyjątkiem braku objaśnień niektórych symboli na mapach. Na Figurach 4 oraz 5 przydałyby się dodatkowe oznaczenia symboli widocznych na mapie. Na figurach prezentujących

widma EDS brak jest symboli podpowłok. Figura 49, prezentująca zawartości pierwiastków śladowych w minerałach z grupy tetraedrytu, bez użycia skali logarytmicznej (prezentowanej w wersji diagramu umieszczonej na Figurze 50) jest zbędna. Brak jest też objaśnień niektórych stosowanych skrótów.

Praca zyskałaby także poprzez ujednoczenie stosowanych (na to samo określenie) różnych skrótów, a także wymianę niektórych zwrotów na synonimy – tak aby uniknąć częstych powtórzeń. Dodatkowo, Autorka powinna zwrócić uwagę na cytowanie Figur w tekście, bowiem w niektórych przypadkach ich brakuje. To samo tyczy się znaków diakrytycznych w niektórych nazwach słowackich, oraz brakujących indeksów dolnych w niektórych wzorach chemicznych. Ujednoczenia (odnośnie formy zapisu) wymaga także spis bibliografii.

5. Wartości poznawcze rozprawy

Najważniejszą kwestią związaną z wartościami poznawczymi rozprawy jest fakt, że tak dokładne badania chemiczne mineralizacji rudnej w Tatrach – najwyższym i choćby w związku z tym doskonale rozpoznawalnym paśmie górskim Polski – nie były wcześniej przedmiotem prac naukowych. Tym samym, Autorka – stosując nie tylko podstawowe ale i zaawansowane techniki badawcze – dostarczyła brakujących danych. Znacząca ilość danych na temat stężeń pierwiastków śladowych, w minerałach rudnych z próbek pochodzących z różnych obszarów górniczych, jest niezwykle przydatna w świetle faktu, że pierwiastki takie jak ind, gal, german, antymon czy bizmut występują na unijnej liście materiałów krytycznych. Należy także dodać, że istotnym wkładem Autorki w kwestie społeczne (a więc wdrożeniowe), jest uzupełnienie Lapidarium Tatrzańskiego o okazy rud miedzi i srebra. Jest to wkład niezwykle cenny, bowiem przez wiele lat kwestia górnictwa tatrzańskiego była w lokalnych muzeach nieco pomijana, przynajmniej jeśli chodzi o ilość i jakość okazów mineralogicznych.

6. Wniosek końcowy

Mimo wspomnianych przeze mnie, nieznaczących, błędów merytorycznych (głównie nomenklaturowych) oraz błędów edytorskich, nie należy ich traktować jako decydujących o wartości oraz całościowej jakości i odbiorze pracy. Recenzowana rozprawa ma zdecydowanie charakter poznawczy i użyteczny. Nie mam wątpliwości, że Autorka rozprawy wykonała ogrom pracy i była w pełni zaangażowana.

Przedmiot rozprawy został scharakteryzowany w klarowny sposób i Autorka rozwiązała zadane sobie pytania naukowe z zastosowaniem zarówno klasycznych (tj. mikroskopia kruszców, mikroskopia skaningowa, mikrosonda elektronowa) jak i bardziej zaawansowanych (analiza izotopowa, analiza inkluzji) metod badawczych. Stosowane w pracy liczne szczegółowe nazwy geograficzne, czy

informacje na temat historyczny, a także sposób opisu budowy – w sensie technologicznym i geologicznym – obiektów górniczych składają się na stwierdzenie, że Kandydatka posiada ogólną, a nawet szerszą wiedzę teoretyczną w ramach realizowanego tematu. O umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej świadczą choćby liczne zaprezentowane w pracy wyniki badań chemicznych w mikroobszarze, w ramach których Autorka dowodzi umiejętności przeliczania tych analiz na skład atomowy, ale również interpretacja wyników analiz izotopowych i analizy inkluzji. Praca jest tematycznie spójna, z zarysowaniem problemu, rozwinięciem w postaci opisu historii górnictwa oraz historii badań mineralogicznych, zaprezentowaniem wyników opatrzonych bogatą oprawą graficzną, i skończywszy na odpowiednio szerokiej dyskusji wyników oraz podsumowaniu. W związku z powyższy uważam, że przedstawiona mi rozprawa odpowiada wymaganiom stawianym w Ustawie z dnia 20.07.2018, Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 r., poz. 1668, z późn. zm.), toteż wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Marii Sitarz do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Krzysztof Łukasiewicz