

Wrocław, 30.08.2016r.

Prof. dr hab. Michał Sachanbiński  
em prof. zw. Uniwersytetu Wrocławskiego  
obecnie: Szkoła Wyższa Rzemiosł  
Artystycznych i Zarządzania  
50-244 Wrocław pl. św. Macieja 21  
e-mail: [m.sachanbinski@swraiz.pl](mailto:m.sachanbinski@swraiz.pl)

## RECENZJA

poprawionej rozprawy doktorskiej mgr. inż. Marty Wróbel pt. Studium mineralogiczno – petrograficzne złóż miedzi Kibulu i Kajuba (Demokratyczna Republika Konga) i odpadów po ich przeróbce.

### 1. Dane formalne

Przedmiotem recenzji zgodnie z pismem Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska A.G.H. Pana prof. dr. hab. inż. Adama Piestrzyńskiego z dnia 22.07.2016r. (WGGiOś/300/2016 ) jest poprawiona rozprawa doktorska mgr. inż. Marty Wróbel.

Autor recenzji szczególną uwagę zwrócił na uzupełnienia rozprawy dokonane przez doktorantkę w pierwszej wersji Jej pracy doktorskiej.

Cel i zakres rozprawy został przedstawiony w rozdziale drugim. Badania, które zostały przeprowadzone w ramach ocenianej pracy miały na celu przedstawienia kompleksowej charakterystyki mineralogicznej i petrograficznej złóż miedzi okolic Lubunbashi oraz żużli powstających w procesie odzyskiwania miedzi, a także przeanalizowania aspektów środowiskowych związanych m.in. z wydobyciem oraz przeróbką surowców.

### 2. Ocena metodyczna

Praca obejmuje 182 strony, 24 tabel oraz 141 figur.

Dzieło dzieli się na 9 rozdziałów. Rozdziały wstępne stanowią około 20% objętości rozprawy. Pozostałe rozdziały poświęcone są w zasadzie przedstawieniu wyników własnych obserwacji i badan minerałów oraz żużli miedziowych, podsumowaniu i wnioskom. Nagłówki rozdziałów dają syntetyczny pogląd na rozważaną w nich treść. Do pracy zostało dołączone streszczenie w języku angielskim, którego nie było w poprzedniej wersji pracy.

Badany problem został dobrze określony w pracy, bowiem autorka postanowiła swą rozprawę doktorską zrealizować poprzez weryfikację następujących tez:

- Skomplikowana geneza i budowa złóż miedzi okolica Lubumashi predysponują występowanie w nich bogatej gamy zróżnicowanych minerałów.
- Rozpoznanie mineralogiczno – petrograficzna oraz geochemiczne rud oraz skał towarzyszących przyczyni się do umożliwienia poddania ich bardziej wydajnym procesom przeróbczym.
- Skład fazowy w żużlach po przetopie rudy miedziowej jest zróżnicowany.
- Określenie składu fazowego żużli będzie podstawą do określenia optymalnego procesu składowania zakładającego minimalizację negatywnego oddziaływania na środowisko.
- Rozpoznanie mineralogiczno – petrograficzne oraz geochemiczne żużli pozwoli stwierdzić czy zawartość miedzi pozostającej w odpadach jest na tyle wysoka, że opłacalne będzie jej odzyskiwanie.
- Badania mineralogiczne i geochemiczne będą podstawą sporządzenia uproszczonej analizy stanu środowiska.

Realizację przedstawionych celów autorka przedstawiła w 9 rozdziałach. W rozdziale 1 i 2 przedstawiono cele pracy.

Rozdział 3 pt. „Charakterystyka obszaru” poświęcony jest opisowi i historii Demokratycznej Republiki Konga. Jest to rozdział o charakterze publicystycznym, gdzie autorka przedstawia w sposób skrótowy i zabarwiony wartościująco obraz rzeczywistości odnoszącej się do Konga. Wydaje mi się, że podczas przygotowania pracy do druku, można ten rozdział pominąć, a zawarte w nim wiadomości m.in. o intrygach światowych koncernów odnośnie bogactw mineralnych Konga przenieść do podrozdziału 3.6 pt. „Gospodarka złożami.” Również podrozdział 3.4 „Warunki wodne” można uznać za zbędny, ponieważ nie „trzyma się” on linii przewodniej w całej pracy. Podobnie ma się rzecz z opisem świata zwierząt i rolnictwa w podrozdziale 3.7 pt. „Środowisko naturalne”.

W rozdziale 4. „Metodyka badań” znajdujemy informacje o zastosowanych metodach analiz zebranych próbek. W drugiej wersji pracy rozdział ten został uzupełniony o opis sposobów opróbowania złoża. Dodatkowo dołączono tabele nr 4 pt. „Spis pobranych próbek wraz z badaniami”.

Na podkreślenie zasługuje też fakt, iż poza podstawowymi metodami badań mineralogicznych, autorka do analiz geochemicznych wykorzystwała przenośny analizator DELTA Mining and Geochemistry Handheld XRF Analyzer produkcji USA. Umożliwiło to wykonanie analiz zawartości wielu pierwiastków w warunkach terenowych i na wyrobiskach.

Rozdział 5 pt. „Złóża Kibutu” zawiera opis lokalizacji i charakterystykę geologiczną złoża. Nie jest jasne, kto jest autorem Fig. 5.12 pokazującej fazy A-G formowania się złoża Kibutu.

Należy żałować, że autorka opisując badane złoża miedzi nie zwróciła uwagi na ich strefy otaczające, w których obserwuje się rozproszenie składników złoża, czyli aureole rozproszenia.

Podrozdział 5.3 poświęcony jest wynikom badań mineralogicznych i petrograficznych. Przedstawiono w nim wyniki obserwacji makroskopowych oraz analiz przy użyciu mikroskopu polaryzacyjnego w świetle odbitym, wyniki dyfrakcji rentgenowskiej, analizy uzyskane przy użyciu mikrosondy elektronicznej oraz metodą ramanowską. Opisano formy występowania minerałów rudnych.

W sumie przedstawiono dość wyczerpującą, dobrze zilustrowaną zdjęciami charakterystykę minerałów rudnych z badanych złóż, wykazując, między innymi, że w próbkach zielonej rudy miedziowej występuje „czysty, wręcz wzorcowy malachit”, a w żyłkach chalkozynowych udało się zidentyfikować srebro.

W próbkach skrzemionkowanego dolomitu oprócz mineralizacji malachitowej, znaleziono również znaczne ilości mineralizacji typu chryzokolowego.

Bardzo istotne dla rozprawy są badania geochemiczne złóż Kibutu przeprowadzone przy użyciu spektrometru Handheld XRF DELTA. Wykonano je na profilach dolomitu miedzionośnego (profil B) oraz zmetamorfizowanych łupków serycytowo – talkowych z hematytem (profil D).

Uśrednione wyniki oznaczeń zamieszczono w 24 tabelach oraz na licznych wykresach. Niektóre z tych wykresów, np. Fig. 5.56 do Fig. 5.76 zostały źle podpisane, jest np. „zawartość ppm As”, a ma być „zawartość As (w ppm).” Analizy chemiczne dolomitu kruszczonego ze złoża Kibutu wskazują, że miedź nie występuje w nim jedynie w postaci malachitu, lecz także w siarczku oraz w podstawieniach diadochowych w innych minerałach. Zawartości miedzi w tym złożu maksymalnie wynoszą 3,5%. Natomiast w przypadku złoża Kasonta prawie 5%. Autorka wykazała dużą przydatność analizatora DELTA do geochemicznych badań

terenowych oraz umiejętność interpretacji danych uzyskiwanych przy jego pomocy.

Rozdział 6 obejmuje opis lokalizacji złóż Kajuba i Renzo, ich geologię i litologię. Jest on bogato ilustrowany.

Przedstawiono również wyniki badań mineralogicznych i petrograficznych złoża Kajuba (podrozdział 6.3). W porównaniu do złoża Kibutu, ilości miedzi w złożu Kajuba okazały się niewielkie. Próbkę z tego złoża analizowane różnymi metodami zawierają chalkozyn, chalkopiryt oraz piryt. Ponadto zidentyfikowano w jednej z próbek, metodą mikrosondy elektronowej, tetraedryt.

Badania mineralogiczne próbek ze złoża Kajuba i złoża Renzo, pozwoliły autorce na stwierdzenie, iż surowiec z tych złóż wymaga innej przeróbki i odmiennie prowadzonego procesu hutniczego niż miało to miejsce w przypadku rud malachitowych ze złoża Kibutu.

W ostatnim rozdziale (9.) przedstawiono wnioski z przeprowadzonych badań.

Oceniając rozprawę pod względem formalnym i metodycznym należy stwierdzić, iż podjęto w niej ważne z punktu naukowego i praktycznego problemy. Jest ich jednak zbyt wiele i lepiej dla sprawy byłoby się ograniczyć tylko do głównych tez przedstawionych w rozdziale 2 „Cele i zakres pracy”. Wystarczyło w sposób pogłębiony zająć się szczegółową charakterystyką mineralogiczno – petrograficzną złóż miedzi Kibutu i Kajuba oraz odpadów powstających po ich przeróbce. Rozdziały 3. „Charakterystyka badanego obszaru” i 8. „Analiza środowiska” są napisane w stylu publicystycznym i można je było znacznie skrócić. Chciałbym jednak podkreślić, iż drugą poprawioną wersję pracy, autorka uzupełniła w ważne informacje postulowane w pierwszej recenzji. Są to:

- Spis pobranych próbek wraz z podaniem metod analitycznych (Tab. 4).
- Znacznie rozszerzono zakres badań, szczególnie z zastosowaniem badań mikrosondowych i ramanowskich.
- Opisano sposób pobrania reprezentatywnych próbek.
- Wykazano, jakie metody analityczne zastosowano do badań reprezentatywnych próbek,
- Dołączono streszczenie w języku angielskim.

Pomimo wszystkich tych uzupełnień, autorce nie zawsze udało się przedstawić wyników badań w sposób klarowny. Niektóre sformułowania, opisy i wywody są mało precyzyjne i pojawiają się naleciałości obcojęzyczne np. tytuł Tabeli 4.1 str. 42 „Spis

pobranymi próbkami wraz z badaniami". Str.8 „Duże kryształy chalkopirytu pojawiają się w formie intruzji". Strona 91 „Wykonane oznaczenia chemiczne dolomitu z kamieniołomu wykazują, że nie idą one w parze z obserwacjami makroskopowymi zawartości malachitu w dolomicie kruszonośnym". Strona 107 „ pomiary promieniotwórczości łupków serycytowo-talkowo-hematytowych wieku R4-1"? Strona 112 „Carrollite" lepiej po polsku carrolit.

Pisanie nazw okresów i epok geologicznych dużą literą np. str. 25 „W Pliocenie", str. 26 „W Czwartorzędzie", str. 108 „Z Kosmosu".

Autorka używa określenia „aureola wietrzeniowa" str.22. Tymczasem w terminologii geochemicznej (A. Polański) oraz w naukach o złożach (H. Gruszczuk, 1972) nie używa się tego terminu. Są aureole, rozproszenia, aluwialne, chemiczne i inne.

#### Ocena końcowa

Rozprawa doktorska mgr. inż. Marty Wróbel dotyczy ważnego problemu jakim jest mineralogia i petrografia wybranych złóż miedzi (Kibutu i Kajuba) znajdujących się na obszarze Demokratycznej Republiki Konga.

Autorka do swych badań zastosowała głównie spektroskop Handheld XRF DELTA oraz inne podstawowe metody badań mineralogicznych.

Jej praca wnosi wkład do geochemii złożowej ponieważ wykazała zalety i wady stosowania spektroskopu DELTA w badaniach terenowych. Przedstawiła również ciekawe wyniki analiz odpadów powstających po przeróbce miedzi. Wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną w zakresie mineralogii i petrografii.

W przedstawionej pracy autorka wykazała się również umiejętnością zebrania i selekcji materiału, wyboru i uzasadnienia właściwych metod badawczych oraz umiejętnością interpretowania wyników.

Po analizie uzupełnionej wersji pracy doktorskiej Pani mgr inż. Marty Wróbel stwierdzam, iż Jej praca spełnia warunki określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z późn. zm.) oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Dz. U. R.P. Z 10.XI.2015r. p.6) dla prac doktorskich.

Stawiam wniosek o dopuszczenie Jej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Michał Sachanbiniski