

Warszawa, 07.08.2018 r.

Dr hab. Stanisław Z. Mikulski, *prof. nadzw.* PIG-PIB
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Rakowiecka 4; 00-975 Warszawa
e-mail: stanislaw.mikulski@pgi.gov.pl

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr Wojciecha Retmana pt. „Budowa geologiczna złoża rud Zn-Pb Zawiercie-3 na podstawie dodatkowego rozpoznania geologicznego”

Recenzja została wykonana zgodnie z decyzją Rady Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej z dnia 28.05.2018 r., o czym zostałem powiadomiony pismem z dnia 05.06.2018 r., przez Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, prof. dr hab. inż. J. Matyszkiewicza.

Mgr Wojciech Retman wykonał rozprawę doktorską pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Adama Piestrzyńskiego z Wydziału Geofizyki, Geologii i Ochrony Środowiska AGH.

Rozprawa doktorska przedstawiona do recenzji dotyczy budowy geologicznej oraz charakterystyki geochemiczno-mineralogicznej złoża rud Zn-Pb Zawiercie-3 zlokalizowanego w strefie kontaktu bloku małopolskiego z blokiem górnośląskim wzdłuż regionalnej strefy tektonicznej Kraków-Lubliniec w Małopolsce. Rozprawa napisana jest w języku polskim, liczy 228 stron, obejmujących 15 rozdziałów, ponad 80 podrozdziałów, 36 tabel, 74 figury graficzne oraz 18 załączników graficznych w formacie większym od A4 przedstawiających oprócz mapy dokumentacyjnej rozmieszczenia otworów również przekroje geologiczne i profile chemiczne wybranych otworów. Zestawienie cytowanej literatury jest imponujące biorąc pod uwagę całkowitą liczbę ok. 475 zebranych pozycji materiałów publikowanych jak również opracowań archiwalnych.

Rozprawa doktorska poprzedzona jest krótkimi podziękowaniami oraz spisem treści. We wstępie i ogólnej charakterystyce obszaru badań doktorant przedstawił dotychczasowy zakres przeprowadzonych prac geologicznych oraz lokalizację obszaru badań na tle podziału geograficznego i geologicznego regionu jak również udokumentowanych złóż rud Zn-Pb w regionie zawierciańskim. Autor dokładnie cytuje bogatą bibliografię zarówno prac opublikowanych jak i archiwalnych poruszających zagadnienia geologiczne i surowcowe w zakresie rud metali. Należy docenić gorliwość doktoranta w cytowaniu innych prac, ale w rezultacie na niektórych stronach dysertacji (np. s. 8, 30 i 42) cytowania prac zajmują do ok. 2/3 strony. Cytowania wymagają odniesienia do informacji podanej przez innych autorów, które są adekwatne do konkretnego zagadnienia w tekście. Dla celów publikacji rozprawy doktorskiej będą one wymagały weryfikacji oraz znacznej redukcji.

Badania wykonane zostały dzięki wykorzystaniu materiałów geologicznych z 218 nowych otworów wykonanych w okresie 2010-2013 pod kierownictwem doktoranta oraz archiwalnych materiałów z 801 wierceń poszukiwawczych wykonanych w latach 1953-1988

przez Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie oraz Państwowe Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie. Lokalizację złoża Zawiercie-3 na tle niezagospodarowanych złóż regionu zawierciańskiego przedstawiono w formacie A4 na słabo czytelnej mapce. Duża liczba danych pochodzących z różnych okresów wykonania robót geologicznych wymagała od doktoranta odpowiedniego nakładu pracy i doświadczenia w pracach poszukiwawczo-złożowych. Ponadto, umiejętności selekcji i doboru materiału badawczego dla zaplanowania zakresu badań i ich przeprowadzenia oraz na końcu udowodnienia postawionych tez badawczych.

Mgr Wojciech Retman postawił sobie za cel realizacji rozprawy doktorskiej, trzy grupy tematyczne zagadnień ujęte w ambitne cele badawcze, do których należy zaliczyć: (1) Reinterpretację mapy tektonicznej utworów triasowych obszaru złoża Zawiercie-3 w celu właściwego oszacowania zasobów rud. (2) Analizę archiwalnych przejawów mineralizacji siarczkowych uznawanych dotychczas za negatywne ze względu na niski uzysk rdzenia dla wyznaczenia stref zasobów prognostycznych. (3) Identyfikację głównego nośnika srebra jak również wyznaczenie trendów zmienności koncentracji metali śladowych dla podniesienia wartości ekonomicznej złoża Zn-Pb Zawiercie-3.

W kolejnych kilku podrozdziałach autor przedstawia szczegółowo zakres oraz wyniki dotychczas wykonanych dokumentacji dla złóż cynkowo-ołowiowych w obszarze zawierciańskim. Informuje również o ograniczeniach prawnych dotyczących wykorzystania najnowszych materiałów uzyskanych przez Rathdowney Polska Sp. z o.o. podczas prospekcji w obszarach koncesyjnych w okresie 2009-2013. Autor wskazuje na pewne ograniczenie w prezentacji map zreinterpretowanych przejawów mineralizacji siarczkowych oraz obszarów prognostycznych. Jednak dla celów oceny rozprawy istotniejszym była możliwość weryfikacji doboru metodyki i sposobu przeprowadzenia prac. Przedstawione w wersji poglądowej mapki obszarów prognostycznych wykonane zostały poprawnie pod względem merytorycznym.

W następnym rozdziale autor powraca tematyką do wcześniejszego rozdziału zatytułowanego „*Ogólna charakterystyka obszaru badań*” i niestety duplikuje część wcześniej opisanych materiałów. Tego typu powtórzenia treści pojawiają się w przekroju całej rozprawy i koniecznie powinny być usunięte dla celów przyszłej publikacji rozprawy doktorskiej.

W kilku kolejnych podrozdziałach doktorant bardzo starannie przedstawił różne metodyki badań dla realizacji postawionych celów badawczych. Opisał szczegółowo metodykę reinterpretacji przebiegu uskoków w utworach triasowych, analizę przejawów mineralizacji siarczkowych, wyznaczenia obszarów i zasobów prognostycznych oraz wręcz wzorcowo metodykę opróbowania interwałów rudnych, przygotowania prób, oznaczeń chemicznych oraz kontroli jakości analiz laboratoryjnych. Zastrzeżenie może budzić słaba czytelność diagramów kontroli jakości oznaczeń pierwiastków jak również kolejność niektórych podrozdziałów. Na przykład rozdziały dotyczące metodyki przygotowania i opróbowania rdzeni powinny poprzedzać metodykę oznaczeń metali głównych i pierwiastków śladowych. Z kolei podrozdziały nr XI i XII w *Metodyce badań* dotyczące określenia relacji pierwiastków śladowych do metali głównych w złożu oraz w koncentratkach powinny być przedstawione w dalszej części pracy tj. w rozdziale XV (od strony 181). W rozdziale tym ponownie przytaczane są informacje podobnie jak w przypadku rozdziału XV.3

(s. 203). Przy omawianiu metodyki określenia zasobów pierwiastków śladowych takich jak Ag, Cd, Tl, As, Ga i Ge oszacowane zostały ich zasoby w rudach bilansowych złoża Zawiercie-3 na podstawie ich median zawartości. Niestety brak danych źródłowych i histogramów zawartości pierwiastków znacznie ogranicza możliwość weryfikacji zastosowanej metodyki.

Na stronie 29 w rozdziale o *Metodyce badań*, podano, że wyniki badań nad wzbogacalnością rud pozwoliły na identyfikację głównego nośnika srebra w koncentratkach sfalerytowych. Stwierdzenie to, powinno być we wnioskach a nie w jednym z początkowych rozdziałów. Dodatkowo należy skorygować i uporządkować numerację dla wszystkich podrozdziałów poszczególnych części rozprawy i odpowiednio poprawić spisy treści.

Kolejna część pracy, zawarta na 60 stronach rozprawy, dotyczy szczegółów budowy geologicznej obszaru, reinterpretacji przebiegu uskokuw w utworach triasowych oraz weryfikacji i możliwości zwiększenia zasobów rud Zn-Pb. Udowodnienie tej ostatniej tezy jest niewątpliwie dużym osiągnięciem doktoranta, który umiejętnie wykorzystał swoje długoletnie doświadczenie zdobyte podczas eksploatacji, eksploracji i dokumentowaniu rud cynkowo-olowiowych w Polsce.

W kolejnych podrozdziałach szczegółowo opisuje poglądy na temat rozwoju wiedzy o budowie geologicznej i tektonice poszczególnych jednostek litostratygraficznych, od stropu paleozoiku po kenozoik, dla strefy kontaktu bloków małopolskiego i górnośląskiego wzdłuż regionalnego uskoku Kraków-Lubliniec dzielącego również obszar koncesji w rejonie Zawiercia. Opisy są dokładne, a wielu miejscach widoczna jest umiejętność identyfikacji subtelnych różnic w poszczególnych poziomach mniej lub bardziej zmetasomatyzowanych utworów węglanowych. Reinterpretacja mapy tektonicznej utworów triasowych wymagała od doktoranta olbrzymiej wiedzy terenowej, którą w tym miejscu znakomicie potrafił się wykazać. Prawdłowo zreinterpretował wcześniejsze dane archiwalne jak również własne spostrzeżenia zdobyte podczas profilowania rdzeni wiertniczych uzyskanych w okresie 2010-2013. Niewątpliwie, przydatną była także dobra znajomość literatury przedmiotu szczególnie opracowań i zestawień litologiczno-stratygraficznych autorstwa np. Buły i in. (1996; 2002) oraz Kotlickiego (1974). Zwracają uwagę starannie opracowane (w formacie A3) dwie tabele litologiczno-stratygraficzne stropu paleozoiku oraz mezozoiku i kenozoiku. Z kolei słabo czytelne są, opracowane w formacie A4, mapki geologiczne (fig. 3 i 4). Ponadto, opisy litologiczne powinny zostać uzupełnione fotografiami makro-, i mikroskopowymi triasowych skał węglanowych szczególnie z dokładnie zbadanej strefy kontaktu sedimentacyjnego pomiędzy utworami węglanowymi retu a najniższymi warstwami gogolińskimi. Strefie tej doktorant poświęca dużo uwagi w aspekcie surowcowym, ze względu na możliwość reinterpretacji przebiegu uskokuw oraz właściwego oszacowania zasobów rud w strefach tektonicznych. W przypadku ewentualnego zagospodarowania złoża również i rozpoznania zagrożeń górniczych oraz hydrogeologicznych.

Doktorant w swej dysertacji przedstawił na podstawie archiwalnych materiałów oraz własnych spostrzeżeń z profilowań szczegółowe opisy i dominujące cechy litologiczne utworów węglanowych strefy kontaktu stropu retu ze spągami warstw gogolińskich dolnych. Obserwacje te zestawiał również w formie tabelarycznej oddzielnie dla obszaru synkliny Pomorzany-Michałówka i antykliny Brudzowic na Bloku Górnośląskim oraz osobno na Bloku Małopolskim. Jest to niewątpliwie duże osiągnięcia mgr Wojciecha Retmana

podsumowujące Jego dobrą znajomość poziomów litostratygraficznych w obszarze koncesyjnym.

W kolejnym rozdziale – V, autor porusza ważne zagadnienie reinterpretacji budowy tektonicznej badanego obszaru. Przedstawił, w oparciu o wyniki prac Żaby (1999), Bogacza (1967), Krokowskiego (1984) i własnych obserwacji opisy sukcesji procesów i efektów zdarzeń tektonicznych w obszarze koncesyjnym. Obszar ten zlokalizowany jest w wyjątkowo ciekawej pod względem tektonicznym regionalnej strefie uskoku Kraków-Lubliniec stanowiącej część kontynentalnej strefy ryftowej Hamburg-Kraków w krawędziowej strefie platformy wschodnioeuropejskiej. Doktorant bardzo szczegółowo opisuje poszczególne kompleksy litostratygraficzno-strukturalne paleozoiczne oraz mezozoiczne w obszarze bloków małopolskiego i górnośląskiego.

W rozdziale o orientacji drobnych struktur, spękań i mezouskoków zbyt szczegółowo opisał elementy tektoniki tym bardziej, że nie przedstawił własnych pomiarów tektonicznych tylko zaprezentował diagramy sieci spękań i mezouskoków w utworach węglanowych i osadach kompleksu dewońsko-karbońskiego oraz permo-mezozoicznego wraz interpretacją kinematyczną według Żaby (1999). Opis ten należało skrócić odnosząc się do głównych elementów tektonicznych potrzebnych dla przeprowadzenia własnej reinterpretacji przebiegu uskoku w utworach triasowych.

Autor przeprowadził tę reinterpretację bardzo szczegółowo, a efekt końcowy przedstawił na dwóch mapkach (fig. 8 i 9). Porównanie wyników tych prac z mapą wg Buła i in. (2002) wskazuje na znaczne uszczegółowienie obrazu tektonicznego obszaru badań jak również rozpoznanie nowych stref uskoku o różnym kierunku przebiegu oraz wskazanie ich, jako elementów składowych wielu nowych bloków i rowów tektonicznych. Doktorant bazując na koncepcji Żaby (1999), dotyczącej rozwoju tektonicznego kontaktu bloków małopolskiego i górnośląskiego wzdłuż regionalnej strefy uskoku Kraków-Lubliniec, przeprowadził wnikliwą analizę zdarzeń tektonicznych w obszarze koncesji oraz przedstawił ich własną interpretację. Wydzielił oprócz znanych struktur takich jak zrzęb i rów Zawiercia także szereg większych i mniejszych nowych struktur tektonicznych. Uważa, że cechy geometryczne ciosu w utworach triasowych rejonu zawierciańskiego wykazują znaczne podobieństwo do innych obszarów monokliny śląsko-krakowskiej oraz do utworów węglanowych kompleksu dewońsko-karbońskiego. Reinterpretację przebiegu uskoku triasowych wykonał na podstawie wzajemnych relacji poziomu reperowego w profilach 300 otworów dokumentujących. Wyinterpretował w ten sposób 77 głównych uskoku oraz 74 bloki tektoniczne o zrzutach od 10 do 130 m zgrupowanych w 5 populacji wiekowych i jednostek tektonicznych wyższego rzędu wzdłuż dominujących kierunków NW-SE i WNW-ESE.

Wyznaczenie tzw. poziomu reperowego (syndementacyjnego) w stropie utworów węglanowych retu i dolnych wapieni gogolińskich dla analizy przebiegu uskoku okazało się słuszną hipotezą. Doktorant zweryfikował ją pozytywnie i udowodnił jej przydatność nie tylko dla celów tektoniki w utworach triasowych, ale przede wszystkim dla lokalizacji ciał rudnych i przejawów z mineralizacją Zn-Pb zarówno w utworach triasowych jak i w dewońsko-karbońskim podłożu węglanowym. Reinterpretacja tektoniczna przebiegu uskoku w utworach triasowych umożliwiła również wskazanie nowych miejsc dla rozpoznania zasobów rud Zn-Pb. Na przedstawionej mapce (fig. 9) słabo czytelna jest barwna legenda położenia głębokości zalegania kontaktu poziomu reperowego w odniesieniu do poziomu

morza. Utrudnia to dokładną weryfikację głębokości zalegania struktur tektonicznych. Jednocześnie wyjaśnienia wymagają widoczne na mapce w południowo-wschodniej części koncesji struktury tektoniczne w postaci łusek (fig. 9). Dodatkowo, interpretacja dotycząca przebiegu uskoku o kierunku WNW-ESE i NNW-SSE w nadkładzie triasowym oraz prognozowanie odnośnie znacznych zasobów rud Zn-Pb wzdłuż tego kierunku (s. 91, pkt. 7) w górnych poziomach dolomitów kruszconośnych (DK2) oraz w dolomitach diploporowych (DD) są słabo widoczne na załączonych mapkach obszarów prognostycznych właśnie dla tych poziomów litostratygraficznych (fig. 10 i 11). Niewątpliwie teza ta, jest bardziej zasadna i widoczna na mapkach występowania obszarów prognostycznych dla dolnej części dolomitu kruszconośnego (DK1; fig. 1) oraz szczególnie dobrze widoczna w przypadku ich rozmieszczenia w utworach węglanowych dewonu (fig. 13).

W kolejnym bardzo ciekawie zredagowanym rozdziale pt. „*Reinterpretacja przejawów mineralizacji siarczkowej*” doktorant przedstawił ponownie historię przeprowadzonych prac poszukiwawczo-dokumentacyjnych oraz udokumentowania zasobów rud Zn-Pb w złożach Marciszów, Rodaki-Rokitno Szlacheckie, Zawiercie I i II z podziałem na okresy poszukiwań i udokumentowanie zasobów rud. Przedstawił również szczegółowo weryfikację zasobów w tych złożach według nowych kryteriów i metodyki tzw. *promienia autokorelacji*, które przeprowadzone zostały przez PIG-PIB, AGH oraz PG w Krakowie. Doktorant, zaznaczył, że ponowne zainteresowanie prospekcją w obszarze zawierciańskim było wynikiem wzrostu cen metali na rynkach światowych oraz obniżeniem kryteriów bilansowości. Szczegółowe streszczenie wyników wcześniejszych prac było podstawą przeprowadzenia nowych oszacowań zasobów złóż uzupełnionych najnowszą prospekcją w obszarze koncesji Rathdowney Polska Sp. z o.o. w okresie 2009-2013. Doktorant uczestniczył w profilowaniu i opróbowaniu interwałów rudnych oraz samodzielnie wykonał obliczenia zasobów rud Zn-Pb (Retman i in., 2014), które zostały zatwierdzone Decyzją Ministra Środowiska. Autor ponownie opisuje zakres i metodykę przeprowadzonych robót geologicznych oraz prac laboratoryjnych w obszarze złoża Zawiercie-3. Stwierdził, że przeprowadzone badania geofizyczne metodą polaryzacji wzbudzonej (IP) wzdłuż linii pomiarowych o długości ponad 27 km nie przyniosły zadowalających rezultatów. Szkoda, że doktorant nie podał więcej szczegółów wyników tych prac, ponieważ w Jego wcześniejszych pracach i publikacji (Retman i Wierchowicz, 2008) metoda IP okazywała się bardzo przydatną dla identyfikacji gniazd z mineralizacją siarczkową w rejonie olkuskim. Konieczne jest kilka zdań komentarza dlaczego przeprowadzone w obszarze koncesji prace IP okazały się mało przydatne.

W dalszej części rozprawy doktorant przeprowadził szczegółową analizę przejawów mineralizacji dla poziomów złożowych w utworach dolomitów diploporowych, dolomitów kruszconośnych z podziałem na poziom wyższy (DK2) i poziom podstawowy (DK1) oraz w utworach węglanowych dewonu na podstawie danych archiwalnych oraz nowych rezultatów prac przeprowadzonych w obszarze koncesji Rathdowney. Doktorant dla wydzielenia poziomów z przejawami mineralizacji siarczkowej Zn-Pb przyjął odpowiednie parametry brzeżne, a dla wyliczenia średnich ważonych zawartości (zasobności) uwzględnił dodatkowo współczynniki korygujące dla uzysku rdzenia i tzw. zasypu. Na podstawie przeprowadzonych reinterpretacji stwierdzonych przejawów mineralizacji i uzyskanych wyliczeń wydzielił według metodyki M. Niecia (2011) obszary prognostyczne w/w 4 poziomach złożowych. Opracowane zostały mapy obszarów prognostycznych dla udokumentowanego złoża

Zawiercie-3. Przedstawione w formacie A4 mapki z obszarami zasobów prognostycznych (fig. 10-13) są słabo czytelne ze względu na uwarunkowanie prawne, o których doktorant poinformował wcześniej. Jednak bardzo szczegółowo omówił te wydzielone obszary prognostyczne w poszczególnych poziomach złożowych.

Niewątpliwym sukcesem przeprowadzonych przez doktoranta prac jest także opracowana zbiorcza mapka obszarów prognostycznych dla 4 poziomów bilansowych na tle zreinterpretowanego przebiegu uskoku w utworach mezozoiku i w stropie paleozoiku. Istotne znaczenie ma również udokumentowanie po raz pierwszy nie punktowych bilansowych zasobów rud Zn-Pb w utworach dewonu w złożu Zawiercie-3. Porównanie wyliczonych zasobów dla złoża Zawiercie-3 wykazało przyrost zasobów o ok. 42% w stosunku do zweryfikowanych w 2007r., zasobów złóż Zawiercie I i II. Przedstawione w pracy dwuwymiarowe mapki obszarów prognostycznych dla różnych poziomów złożowych są bardzo ważnym osiągnięciem rozprawy doktorskiej. Jednak dysponując tak bogatą bazą danych opracowaną na podstawie ponad 1000 otworów wiertniczych, w następnym etapie prac, należałoby skoncentrować się na wykonaniu komputerowego trójwymiarowego modelu mineralizacji rudnej Zn-Pb. Tego typu model mineralizacji rudnej 3D opracowany został dla, zlokalizowanego bezpośrednio na zachód od złoża Zawiercie-3, złoża Gołuchowice (Mikulski i in., 2017).

W rozdziale IX omówione zostały zmiany w interpretacji budowy złoża i możliwości zwiększenia zasobów rud Zn-Pb w wyniku zagęszczenia siatki wierceń poszukiwawczych. Autor szczegółową dyskusję reinterpretacji budowy geologicznej złoża Zawiercie-3 w głównych poziomach złożowych zilustrował 9 schematycznymi przekrojami, na których na tle reinterpretacji budowy geologicznej złoża przedstawił oprócz wcześniej udokumentowanych także nowe poziomy z siarczkową mineralizacją bilansową i/lub z jej przejawami po zagęszczeniu siatki wierceń w latach 2010-2013. Załączniki te są starannie opracowane w tym 4 w dużym formacie A0. Autor przedstawił również wyliczenia dla szacunkowych zasobów rud wykazując, że wielkość tych zasobów uzależniona jest od gęstością siatki wierceń. Dla obszaru złoża Zawiercie-3 rozpoznanego w kat. C1+C2+D aktualna gęstość siatki otworów na mapce przedstawiającej kwadraty o powierzchni 1 ha dla poziomu DK1 wynosi ok. 35% powierzchni złoża, co oznacza, że ok. 65% tj. 915 bloków nie zostało rozpoznane żadnym wierceniem. W zaprezentowanych do tej części pracy wnioskach, doktorant zaznacza, że reinterpretacja przejawów mineralizacji siarczkowej o zawartości, co najmniej 0,5% Zn+Pb umożliwiła wyznaczenie 53 obszarów prognostycznych oraz określenie ich zasobności w 4 poziomach złożowych (tj. DD, DK1, DK2 i D), jak również wskazanie ich dystrybucji związanej głównie ze strefami i przecięciami uskoku o kierunkach NW-SE / WNW-ESE oraz NE-SW / NNE-SSW.

Doktorant stwierdził, że zagęszczenie siatki wierceń do ok. 50 m pomiędzy otworami zlokalizowanymi wzdłuż głównych stref uskoku powinno zwiększyć znacznie zasoby złoża w poziomach DK1 oraz utworach węglanowych dewonu. Wskazuje na możliwość przyszłej eksploatacji gniazd rudnych zalegających nie tylko w poziomie DK1, ale również zlokalizowanych poniżej w utworach dewońskich. Jest to niewątpliwie duże osiągnięcie doktoranta, które będzie miało konkretne znaczenie ekonomiczne podczas ewentualnej eksploatacji złoża. Strefy z mineralizacją, wzdłuż kierunków NE-SW i NNE-SSW w DK 1 w złożu Zawiercie II, porównuje do opisanej przez M. Szuwarzyńskiego w 1985 r., sytuacji

występowania ciał rudnych w złoża Trzebionka. Doktorant stwierdził, że potwierdzenie przedstawionego oszacowania wzrostu zasobów złoża Zawiercie-3 o ok. 17 mln ton znacznie zwiększyłoby wartość ekonomiczną złoża, którego aktualne zasoby bilansowe wynoszą ok. 32,0 mln ton (Retman i in., 2014).

Doktorant potwierdził w tym rozdziale przedstawiane już wcześniej także przez innych badaczy możliwości znacznego zwiększenia wielkości zasobów rud Zn-Pb w obszarze zawierciańskim.

W kolejnej części rozprawy doktorskiej zatytułowanej „*Geochemia stref okruszczonych*” mgr W. Retman w kilku rozdziałach szczegółowo scharakteryzował nie tylko dystrybucję metali podstawowych oraz pierwiastków towarzyszących i krytycznych, ale również poszczególne typy mineralizacji pod względem ich rozmieszczenia w profilu złoża. Dlatego bardziej odpowiedni byłby dla tego rozdziału tytuł „*Charakterystyka geochemiczna i mineralogiczna stref okruszczonych*”. Opisy różnych form mineralizacji kruszczowych występujących w poszczególnych poziomach złożowych wskazują na dobrą znajomość doktoranta poziomów rudnych i łatwość ich identyfikacji. Autor opisuje zmienność strefowości i formy okruszczowania w różnych poziomach rudnych. Prezentuje dobrej jakości zdjęcia makroskopowe rud siarczkowych oraz mikroskopowe mineralizacji kruszczowej w różnych poziomach złożowych. Opisy obserwacji makro i mikroskopowych są szczegółowe i potwierdzają umiejętność doktoranta w zakresie obserwacji i identyfikacji kruszczów oraz wiedzy z zakresu procesów złożotwórczych. Wyróżnił dwa podstawowe typy mineralizacji siarczkowych, główny metasomatyczno-impregnacyjny z teksturami impregnacyjnymi, kolomorficznymi i brekcjowatymi oraz typ związany z wypełnieniem wolnych przestrzeni w systemie pustek, kawern, spękań, szczelin i brekcji. Umiejętnie i sumiennie cytuje wybitnych badaczy złóż cynkowo-ołowiowych regionu śląsko-krakowskiego z Akademii Górniczo-Hutniczej, Uniwersytetu Warszawskiego oraz Państwowego Instytutu Geologicznego.

Na fotografiach mikroskopowych stosowane są skróty literowe nazw minerałów pisane z małej i/lub dużej litery (np. fig. 51 i 52). Akronimy powinny być pisane zgodnie z powszechnie stosowanymi w mineralogii np. według Kretz (1983) lub Whitney i Evans (2010).

Charakterystyka geochemiczna występowania podstawowych pierwiastków metalicznych i śladowych w siarczkowych rudach Zn-Pb jest również przedstawiona szczegółowo. Uzupełnieniem rozdziału są starannie opracowane profile chemiczne wybranych otworów bilansowych zebrane w załączniku nr 5. Warto odnotować fakt, że doktorant mógł wykorzystać tak dużą liczbę oznaczeń pierwiastków śladowych (ponad 5 tys.), uzyskanych podczas dokumentowania złoża Zawiercie-3. Wykazał, że udział składników niekorzystnych (Cd, As, Tl i Fe) w rudach bilansowych złoża Zawiercie-3 jest stosunkowo niski w porównaniu z regionem olkuskim oraz relatywnie wysoki, jeżeli chodzi o obecność srebra. Przedstawione w tab. 33 szacunkowe zasoby pierwiastków towarzyszących (Ag, Cd, As, Tl) oraz krytycznych (Ge, Ga) oszacował wykorzystując dla poszczególnych pierwiastków wartości mediany. Trudno jest zweryfikować poprawność tej metody nie dysponując histogramami częstości zawartości dla poszczególnych pierwiastków. W rozprawie doktorskiej przedstawił kilkanaście wykresów zawartości pomiędzy niektórymi pierwiastkami (Ag, Zn, Pb, Cd, Tl, Fe i Ni). Koncentracje niektórych z przedstawionych pierwiastków charakteryzują się rozkładem wielomodalnym. Można to wytłumaczyć

różnicami w przebiegu procesów geochemicznych i geologicznych odpowiedzialnych za zróżnicowaną dystrybucję tych pierwiastków podczas formowania się złoża. Dlatego bardziej zasadnym byłoby wydzielenie osobnych zbiorów dla różnych typów próbek i zastosowanie np. średniej geometrycznej dla obliczeń ich zasobów w rudach bilansowych. Zastosowanie do obliczeń wartości mediany najprawdopodobniej w większości przypadków zaniżyło zawartość tych pierwiastków w rudach bilansowych jak również ich szacunkowe zasoby w złożu Zawiercie-3.

Doktorant stwierdził, że najwyższe koncentracje srebra występują w rudach i koncentratkach sfalerytowych oraz podkreślił możliwość udokumentowania dodatkowych zasobów pierwiastków krytycznych (Ge i Ga oraz Ag) w słabo rozpoznanej SW części złoża Zawiercie II. Szkoda, że dysponując tak dużym zbiorem wyników z analiz chemicznych próbek nie zamieszczono w pracy macierzy korelacji pomiędzy poszczególnymi pierwiastkami. Umożliwiłoby to wyciągnięcie wniosków odnośnie dystrybucji innych pierwiastków śladowych w złożu. Jednocześnie uważa, że rozwiązane problemów społecznych związanych z uruchomieniem eksploatacji złoża Zawiercie-3 pozwoliłoby na przedłużenie górnictwa siarczkowych rud cynku i ołowiu o minimum 20 lat. Są to bardzo ważne i istotne dla całego regionu, a także dalszych losów górnictwa rud Zn-Pb w Polsce stwierdzenia.

W tekście tej części pracy pojawiają się nieliczne literówki (np. s. 150; s. 196), nieścisłości (np. fig. 50 brak oznaczenia barytu na fotografii; s. 196 nie sprecyzowano jakiego typu wyznaczono średnie zawartości).

W ostatnim rozdziale autor przedstawił spis literatury. Zawiera on aż 475 pozycji głównie z literatury polskiej, ale także artykuły ze światowej literatury przedmiotu. Doktorant bardzo sumiennie zacytował w większości przypadków liczne prace autorów zajmujących się problematyką złóż cynkowo-ołowiowych w Polsce oraz zagadnień geologicznych i tektonicznych w zbadanym regionie. Dla celów publikacyjnych konieczna jest weryfikacja cytowań i pominięcie mniej ważnych czasem przyczynkowych publikacji, a w zamian dodanie kilku najnowszych publikacji ze światowej literatury przedmiotu. Ponadto w spisie niektórych pozycji literatury brak jest stron, co także wymaga uporządkowania i uzupełnienia dla celów publikacyjnych.

Podsumowanie

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska autorstwa mgr Wojciecha Retmana jest na dobrym poziomie naukowym. Język dysertacji jest poprawny stylistycznie. Układ pracy jest logiczny, a redakcja tekstu oraz poziom techniczny i dobór zamieszczonych ilustracji graficznych odpowiedni. Założone cele dysertacji doktorskiej zostały osiągnięte.

Doktorant zaprezentował szczegółowe wyniki własnych prac dotyczących reinterpretacji budowy geologicznej, mineralizacji kruszcowej oraz zasobów siarczkowych rud Zn-Pb dla obszaru złoża Zawiercie-3. Badania oparte zostały na dużej liczbie obserwacji zebranych z >1000 archiwalnych i nowych otworów wiertniczych. Wykazał się umiejętnością prowadzenia samodzielnych prac poszukiwawczo-dokumentacyjnych i komplementarnych badań mineralogiczno-geochemicznych w zakresie siarczkowych złóż rud cynku i ołowiu.

Udokumentował swoje wieloletnie doświadczenie zawodowe prezentując w dysertacji doktorskiej reinterpretację budowy geologiczno-tektonicznej obszaru złoża Zn-Pb Zawiercie-3, metodykę identyfikacji przebiegu uskoku w utworach triasowych oraz możliwości zwiększenia zasobów prognostycznych siarczkowych rud Zn-Pb przy zagęszczeniu siatki wierceń szczególnie wzdłuż głównych kierunków tektonicznych.

Wykazał się również umiejętnością do prowadzenia samodzielnych i kompleksowych badań geochemiczno-mineralogicznych z zakresu hydrotermalnych siarczkowych złóż rud cynkowo-ołowiowych. Z przeprowadzonych badań wyciągnął liczne i poprawne wnioski odnośnie budowy geologiczno-tektonicznej obszaru badań oraz zagadnień surowcowych dotyczących dystrybucji pierwiastków chemicznych w rudach Zn-Pb złoża Zawiercie-3.

Należy podkreślić bardzo ważny aplikacyjny charakter rozprawy doktorskiej oraz prawidłową interpretację uzyskanych wyników prac badawczych.

Zaprezentowane w pracy rezultaty przeprowadzonych prac dokumentacyjno-badawczych powinny mieć wpływ na podjęcie dalszych robót i prac dotyczących możliwości zagospodarowania złóż rud siarczkowych Zn-Pb w regionie zawierciańskim dla podtrzymania wielowiekowej tradycji górnictwa rud cynku i ołowiu na Górnym Śląsku.

Wniosek końcowy

Po przeprowadzeniu krytycznej oceny przedłożonej rozprawy doktorskiej mgr Wojciecha Retmana pt. „*Budowa geologiczna złoża rud Zn-Pb Zawiercie-3 na podstawie dodatkowego rozpoznania geologicznego*” stwierdzam, że spełnia ona wymagania zgodnie z przepisami ustawy z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. Nr 65. Poz. 595 z późn. zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Rozprawa doktorska stanowi oryginalny wkład w badania geologiczno-złożowe oraz mineralogiczno-geochemiczne siarczkowych złóż rud cynku i ołowiu w Polsce i na świecie. Dowodzi umiejętności doktoranta w zakresie wykonywania samodzielnych prac geologiczno-prospekcyjnych za rudami metali podstawowych oraz prowadzenia komplementarnych badań mineralogiczno-geochemicznych i tektonicznych wspierających prospekcję surowcową.

Stawiam wniosek do Rady Naukowej Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisław Staszica w Krakowie o dopuszczenie mgr Wojciecha Retmana do dalszego postępowania przewidzianego regulaminem przewodu doktorskiego.

