

dr hab. Stanisław Wołkowicz
prof. nadzw. PIG-PIB
Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
00-975 Warszawa, ul Rakowiecka 4

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr Pawła Kwecko
pt. „*Pierwiastki ziem rzadkich w korelacji stratygraficznej glin zwałowych złodowacenia wisły i warty*”.

Recenzja została wykonana na zlecenie prof. nadzw. PIG-PIB dr hab. Andrzeja Gąsiewicza, p.o. Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego

Niniejsza recenzja jest recenzją powtórną poprawionej rozprawy doktorskiej.

Recenzowana, poprawiona rozprawa doktorska mgr Pawła Kwecko pt. „*Pierwiastki ziem rzadkich w korelacji stratygraficznej glin zwałowych złodowacenia wisły i warty*” została wykonana pod kierunkiem Pani prof. nadzw. PIG-PIB dr hab. Anny Pasiecznej. Rozprawa liczy 100 stron. W tekście zawartych jest 17 rysunków i 36 tabel. Spis literatury obejmuje około 250 pozycji, z czego około 35% to prace powstałe po roku 2000. Rozprawę uzupełniają 3 załączniki: jeden o charakterze dokumentacyjnym i dwa zawierające wyniki analiz.

Problematyka pierwiastków ziem rzadkich (REE) pojawia się w ostatnich latach bardzo często, można mówić wręcz o „wysypie” różnego rodzaju prac, artykułów, nawet monografii. Z jednej strony spowodowane jest to dużym znaczeniem gospodarczym tych pierwiastków w związku z ich powszechnym zastosowaniem w nowoczesnych technologiach, z drugiej strony szczegółowe zajmowanie się geochemią REE umożliwiło opanowanie tanich metod analitycznych pozwalających na masowe ich oznaczenia z dużą dokładnością. Najczęściej prace te poświęcone są aspektom geologiczno – gospodarczym, z uwagi na monopolistyczne praktyki Chin w handlu REE, co spowodowało zaliczenie przez państwa Unii Europejskiej i Japonię pierwiastków ziem rzadkich, szczególnie członu ciężkiego (HREE) do tzw. surowców krytycznych. Duża część badań naukowych poświęcona jest szeroko pojętym aspektom środowiskowym. Recenzowana praca ma inny cel poznawczy, którym jest zbadanie możliwości wykorzystania pierwiastków ziem rzadkich do korelacji stratygraficznej glin zwałowych złodowaceń wisły i warty. Biorąc pod uwagę własności pierwiastków tej grupy wyzwanie przed którym stanął Doktorant było bardzo trudne.

Z uwagi na to, że jest to recenzja pracy, która decyzją Rady Naukowej została poprawiona przez Doktoranta, pierwsza część recenzji zawiera krótką charakterystykę dysertacji, druga część tabelaryczne zestawienie krytycznych uwag dotyczących pierwszej wersji rozprawy skonfrontowanych w recenzowaną wersją poprawioną. Recenzję zamykają wnioski końcowe.

Na merytoryczną część rozprawy składa się 7 rozdziałów.

Wstęp to krótki, niespełna dwustronicowy tekst wprowadzający zawierający ogólne informacje o pierwiastkach ziem rzadkich i ich podziale.

Za cel pracy Doktorant przyjął próbę opracowania metody geochemiczno – mineralogicznej wspomagającej kartografię geologiczną w badaniach stratygraficznych lodowcowych glin zwałowych na obszarach młodoglacjalnych. Jako poligon badawczy przyjął gliny zwałowe dwóch najmłodszych złodowaceń z obszaru Polski, tj. złodowacenia

wisły i warty. Natomiast jako wskaźniki geochemiczne zostały przyjęte pierwiastki ziem rzadkich, skand, itr i tor oraz skład mineralny frakcji iłowej w badanych profilach. Do swoich badań Doktorant pobrał próbki w 8 obszarach głównych zlokalizowanych w pobliżu maksymalnego zasięgu zlodowacenia wisły. Poza głównymi obszarami pobrano także próbki do badań w tzw. punktach dodatkowych. Wśród tych ostatnich znalazły się m.in. próbki glin ze zlodowacenia odry (6 próbek) i zlodowacenia sanu (2 próbki). Rysunek 1 ilustruje ogólną lokalizację obszarów poboru próbek na tle zasięgów zlodowaceń.

Rozdział trzeci noszący tytuł Przegląd literatury jest bardzo obszerny i jest podzielony na dwie zasadnicze części: pierwsza dotyczy tematyki związanej z geologią utworów czwartorzędowych Polski, druga obejmuje problematykę geochemii REE, skand, itru i toru. Druga część tego rozdziału dotycząca geochemii REE, skand, itru i toru jest równie szczegółowa jak pierwsza. Doktorant wykazuje się w tym rozdziale znakomitą znajomością geochemii REE, procesów ich frakcjonowania, zachowania w procesach wietrzeniowych. Najwięcej uwagi, i słusznie, poświęcono glebom i procesom glebotwórczym oraz roli minerałów ilastych w procesach wychwytywania pierwiastków REE z roztworów.

Rozdział czwarty - Metody badań - ma objętość nieco ponad 4 strony, zawiera informacje o pracach terenowych i sposobie poboru próbek wraz z ogólną informacją o lokalizacji miejsc poboru. W sumie na potrzeby dysertacji wykonano 64 sondy geologiczne, z których pobrano 194 próbki glin zwałowych. Próbkę pobierano z głębokości 0,0-0,3 m; 1,0-1,3 m i 1,8-2,0 m. Szczegółowa lokalizacja poszczególnych punktów poboru próbek wraz z profilami sond geologicznych została zawarta w Załączniku 1. W wielu przypadkach punkty te są tak zlokalizowane, iż można dojść do przekonania, że sondy te zostały wykonane w drogach (np. Grajewo, w.4-6; Gostynin w. 4-6; Jarocin w. 2-3 i 4-5 itd.).

W drugim podrozdziale zebrano informacje o zastosowanych metodach laboratoryjnych: chemicznych i mineralogicznych oraz statystycznych.

Rozdział piąty – Wyniki badań – ma objętość 15 stron. Naturalnym uzupełnieniem tego rozdziału są Załączniki 2 i 3, zawierające tabelaryczne zestawienie wyników analiz chemicznych oraz graficzną prezentację składu mineralnego badanych próbek (diagramy kołowe). Oprócz danych czysto informacyjnych rozdział ten zawiera również szereg analiz interpretacyjnych w formie diagramów i tabel. Ciekawy jest rysunek 3, na którym w formie wykresu typu ramka-wąsy zilustrowano podstawowe parametry statystyczne badanych pierwiastków (mediana, ramka – percentyle 25 – 75, wąsy - minimum, maksimum) dla glin zwałowych zlodowaceń wisły i warty. Jego analiza prowadzi do wniosku, że zmienność zawartości poszczególnych pierwiastków jest prawie niezauważalna dla obydwu glin. Potwierdzają to dane zawarte w tabeli 12, z której wynika, że różnica zawartości dla większości pierwiastków jest poniżej 1%, a najwyższa różnica (dla europu) wynosi 6%. Słusznie więc Doktorant stwierdza w ostatnim akapicie na stronie 43, że niewielkie zróżnicowanie analizowanych pierwiastków uniemożliwia wykorzystanie wskaźnika geochemicznego opartego na zróżnicowaniu zawartości REE do celów stratygraficznych. Ważne z punktu widzenia dalszej interpretacji są obliczone parametry statystyczne zawarte w tabelach 13 i 18, zawierające informacje o zawartości poszczególnych pierwiastków w poziomach poboru próbek: 0,3, 1,0 i 2,0 metra. Szybka analiza możliwa jest dzięki temu, że Autor pracy kolorem zaznaczył najwyższe wartości mediany, średniej arytmetycznej i geometrycznej danego pierwiastka. Dla glin zlodowacenia warty praktycznie wszystkie najwyższe parametry analizowanych pierwiastków zostały stwierdzone na głębokości 1 metra. Nieco bardziej skomplikowana jest sytuacja dla glin zlodowacenia wisły, dla których w miarę przesuwania się od pierwiastków lekkich do ciężkich obserwuje się przesunięcie maksymalnych wartości z poziomu głębokościowego 1 metr do poziomu 2 metry. Należy jednak cały czas pamiętać o tym, że zróżnicowanie to wyraża się wartością pojedynczych procentów.

Najistotniejszy dla recenzowanej rozprawy jest rozdział VI zatytułowany Dyskusja wyników. Jest to też najobszerniejszy rozdział liczący 28 stron. W pierwszym podrozdziale Doktorant analizuje zróżnicowanie mineralogiczne w układzie regionalnym oraz głębokości poboru próbek (3 poziomy). Daje się zauważyć pewne zróżnicowanie regionalne w składzie mineralnym frakcji iłowej, co zdaniem Autora umożliwiłoby podkreślenie cech indywidualnych poszczególnych łobów (strumieni lodowych), asynchronicznie nasuwających się od północy. Jednakże najistotniejsze zmiany składu mineralnego zachodzą w profilu pionowym wskazując np. na to, że w poziomie glebowym 0,3 m następuje wyraźne zubożenie w kalcyt i dolomit lub minerały te nie występują w ogóle. Dla łobu wiśły Doktorant zauważa znaczący wzrost zawartości kalcytu i dolomitu w głębszych profilach.

Analizując przestrzenny rozkład zawartości REE, skandu, itru i toru Autor dysertacji również wskazuje na zróżnicowanie regionalne, a najwyższe zawartości prawie wszystkich badanych pierwiastków występują w glinach łobu litewskiego (najmłodszego). W dalszej części rozdziału zamieszczone są normalizacje uzyskanych wyników badań do standardów światowych (chondryt, PAAS, NASC, UCC). W chwili obecnej trudno sobie wyobrazić pracę naukową traktującą o pierwiastkach ziem rzadkich bez takich normalizacji. Natomiast dobrym rozwinięciem tego zagadnienia jest przeprowadzenie normalizacji względem średnich zawartości w glebach i podglebiu obszaru Polski, uzyskanych w ramach europejskiego projektu FOREGS.

Doktorant przeprowadził również analizę obecności dość dobrze zaznaczającej się anomalii europejskiej. Zauważalny jest wyraźny wzrost tej anomalii w glinach zlodowacenia wiśły wraz z głębokością, natomiast dla glin zlodowacenia warty wartość anomalii utrzymuje się we wszystkich poziomach opróbowania na tym samym poziomie. Zdaniem Autora pracy anomalia ta jest odziedziczona po macierzystych skałach magmowych, z których powstały badane gliny zwałowe. Elementem modyfikującym wielkość tej anomalii były przypuszczalnie procesy formowania i wietrzenia badanych glin.

W celu pogłębienia analizy geochemicznej Doktorant przeprowadził analizę zawartości wybranych pierwiastków głównych i śladowych gleb rozwiniętych na glinach zwałowych zlodowaceń wiśły i warty, wykorzystując dane z Atlasu geochemicznego Polski (Lis, Pasieczna, 1995). Wykres typu ramka-wąsy w sposób dość czytelny ilustruje praktyczny brak zróżnicowania geochemicznego gleb rozwiniętych na przedmiotowych glinach zwałowych, jedynie zawartości tytanu w istotny sposób się różnicują. Autor pracy słusznie wysuwa wniosek, że czynnik stratygraficzny ma nikły wpływ na zróżnicowanie geochemiczne gleb. Natomiast zbadane korelacje grupy REE, skandu, itru i toru są interesujące. Zgodnie z oczekiwaniami większość tych pierwiastków wykazuje wzajemne, istotne korelacje dodatnie. Odmiennie zachowuje się przede wszystkim europ, wykazujący dość słabą korelację z pozostałymi analizowanymi pierwiastkami, oraz samar. Te dwa pierwiastki wzajemnie dla obydwu rozpatrywanych glin zwałowych wykazują istną korelację ujemną.

Analiza czynnikowa przeprowadzona przez Doktoranta pozwoliła na wyróżnienie trzech czynników. W odniesieniu do REE pierwszy i trzeci czynnik mają charakter geogeniczny i Autor dysertacji wiąże je z powiązaniem badanych pierwiastków z minerałami ilastymi (pierwszy czynnik) bądź z minerałami akcesorycznymi zawierającymi również tor (trzeci czynnik). Drugi czynnik grupujący samar europ jest dość enigmatyczny. Obecność tych pierwiastków Autor wiąże z tym, że wchodzi one w skład monacytu i bastnäsytu, a więc może to wskazywać na charakter geogeniczny. W pewnym względzie Doktorant ma rację, bo monacyt jest minerałem dość pospolicie występującym w skałach magmowych i metamorficznych (granitoidy, gnejsy) i bardzo odpornym na wietrzenie, co trudno powiedzieć o bastnäsyty, który jest minerałem bardzo rzadkim. Monacyt jest natomiast zwornikiem REE z torem, stąd też czynnik ten rzeczywiście ma charakter geogeniczny.

W podrozdziale VI.5 Doktorant przeprowadza analizę porównawczą uzyskanych wyników badań do wyników badań wykonanych dla glin obszaru Szwecji, gleb Europy oraz osadów jezior polodowcowych zlodowacenia wisły. Analizy porównawcze zawsze stanowią cenne uzupełnienie pracy i często pomagają w interpretacji własnych wyników badań. Można dyskutować, czy obiekty wybrane do porównań są odpowiednio dobrane. Gliny Szwecji są zlokalizowane praktycznie na skałach, z których powstały. W wielu miejscach mamy do czynienia z wychodniami skał zasobnych w pierwiastki ziem rzadkich. Północna część obfituje w złoża tlenków żelaza z apatytem, ale ponadto w całej Szwecji znane są dość liczne wystąpienia karbonatów oraz nefelinowych i agpaitowych syenitów. Proporcje LREE i HREE są bardzo zróżnicowane, przykładowo w złożu Norra Kärr udział HREE wynosi 51%. Biorąc pod uwagę to, że w przypadku Szwecji mamy do czynienia z krótkim transportem, co w powiązaniu z dużą odpornością na wietrzenie najważniejszych minerałów - nośników REE, trudno zgodzić się ze stwierdzeniem, że źródłem anomalii są minerały ilaste. Z porównania z glebami Europy wynika, że gliny wisły i warty praktycznie niczym się nie różnią, a dane liczbowe dla zbioru określonego jako gleby Europy są wypadkową dla gleb powstałych w bardzo zróżnicowanych warunkach, od gleb tundrowych do terra rossy i gleb cynamonowych. Wyciągnięcie sensownych wniosków z takiego zestawienia jest bardzo trudne. Porównanie do zawartości REE w glinach zwałowych zlodowacenia wisły do fundamentalnych i litoralnych osadów jeziornych jezior zlokalizowanych na glinach zlodowacenia wisły wykazało zmniejszające się zawartości REE od glin zwałowych poprzez osady litoralne do fundamentalnych.

Pracę kończy rozdział VII Podsumowanie i Wnioski. Zawiera on wylistowanie najważniejszych rezultatów uzyskanych w toku badań. Autor pracy podjął próbę opracowania metody geochemiczno – mineralogicznej wspierającej zdjęcie kartograficzne w badaniach stratygraficznych lodowcowych glin zwałowych. Pomimo wykonania bardzo dużej pracy zdaniem recenzenta wynik nie jest zadowalający.

Zestawienie korekt i zmian wprowadzonych przez Doktoranta

L.p.	Uwagi do pierwszej wersji pracy	Stosunek Doktoranta do uwag recenzenta	Ocena wprowadzonych zmian
1.	Druga część Wstępu zawiera informacje o celu dysertacji i zdaniem recenzenta jest ona zupełnie zbędna, gdyż w dużej mierze jest ona powtórzona w rozdziale drugim, który jest zatytułowany Cel, przedmiot i obszary badań.	Doktorant usunął wszystkie powtórzenia	Praca zyskała na przejrzystości
2.	Przedwczesna i nieuzasadniona konstatacja, że praca jest pierwszą w polskich badaniach, w której za podstawę wyznaczenia charakterystycznych litotypów geochemicznych glin zwałowych zaproponowano zróżnicowanie wyżej wymienionych pierwiastków	Doktorant usunął wątpliwe stwierdzenie	Pozytywna zmiana
3.	nie podano jednak źródła pod fig. 1.	Uzupełniono	Pozytywna zmiana
4.	Liczne uwagi do rozdziału trzeciego dotyczące zasięgów poszczególnych zlodowaceń	Rozdział ten został gruntownie przebudowany	Pozytywna zmiana
5.	W rozdziale III.1.5. Autor przywołuje bardzo bogatą literaturę dotyczącą analizy petrograficznej skał krystalicznych, recenzentowi brakuje w tym zestawieniu	W wyniku wprowadzonych zmian ograniczona została ilość cytowanych prac	Zmiana ze stratą dla pracy. Nowoczesne badania geologiczne nie są

	zacytowania prac H. Siemiradzkiego (1891 i 1882)		domeną wyłącznie żyjącego pokolenia. Prace historyczne o fundamentalnym znaczeniu winny być cytowane
6.	Tytuł podrozdziału powinien być rozszerzony o mineralogię	Uwaga została zaakceptowana	Pozytywna zmiana
7.	Pierwsza strona tego podrozdziału zawiera liczne powtórzenia z pierwszej części wstępu. Można więc mieć wątpliwości czy rozdział Wstęp w obecnej formie ma rację bytu.	Po przepracowaniu wstępu usterka ta została usunięta	Pozytywna zmiana
8.	Rozdział ten zyskałby na przejrzystości, gdyby połączono podrozdziały REE w glebach, wietrzenie i procesy glebotwórcze.	Połączono podrozdziały REE w glebach i procesy glebotwórcze	Zmiana dobrze zrealizowana
9.	Rozdział czwarty dotyczący metodyki nie zawiera informacji o metodach statystycznych i programach obliczeniowych, którymi posługiwał się Doktorant przy opracowaniu danych geochemicznych. Część z tych informacji pojawia się w rozdziale VI.4, jednakże zaburza to logiczny układ pracy	Rozdziały IV i VI.4 zostały gruntownie przepracowane, uporządkowane i uzupełnione	Bardzo dobra korekta pracy, która stała się bardziej czytelna i uporządkowana
10.	Rozdział VI - brakuje jakiegokolwiek paraleli do geochemii REE nawiązaniu do geochemii pierwiastków głównych i śladowych w badanych glinach zwałowych,	Doktorant uzupełnił wprowadzając komentarze porównujące uzyskane wyniki badań	Korzystna zmiana
11.	Ostatnie dwa rozdziały: VII Podsumowanie i VIII Wnioski mają łączną objętość trzech stron i ze względu na to, że w wielu elementach zawierają podobne informacje powinny być skomasowane.	W poprawionej pracy Doktorant połączył te rozdziały w jeden: Podsumowanie i Wnioski	Praca zyskała na przejrzystości
12.	nie jest zrozumiałe wprowadzenie do materiału badawczego punktu dodatkowego w rejonie Wojcieszowa na Dolnym Śląsku, w którym teoretycznie występują gliny złodowacenia sanu II. Wyniki dwóch próbek tam pobranych nie są w żadnym miejscu dysertacji szerzej omówione, nie stanowią też poziomu odniesienia. Ponadto, biorąc pod uwagę lokalizację tego punktu dodatkowego obszarem alimentacji były raczej skały Masywu Czeskiego a nie Skandynawia	Próbki te usunięto z pracy	Korzystna zmiana
13.	Analizie zawartości badanych pierwiastków Doktorant więcej uwagi powinien poświęcić procesom glebotwórczym, które zdaniem recenzenta odcisnęły największe piętno. Wówczas bardziej zrozumiałe i łatwiejsze w	Doktorant uwzględnił tę uwagę recenzenta i starał się w znacznie większym stopniu uwzględnić procesy glebotwórcze w procesie remobilizacji	Korzystna zmiana

	interpretacji będą takie obserwacje jak zubożenie w kalcyt i dolomit poziomu glebowego 0,0-0,3 i istotny wzrost udziału tych minerałów na głębokości 1 metra. Procesy wymywania i wmywania zachodzące w poziomach E i B mogą tłumaczyć najniższe zawartości badanych pierwiastków na głębokości 0,0-03 i najwyższe na głębokości 1 m.	pierwiastków	
14.	Uwagi edytorskie i nomenklaturowe: niejednolita pisownia nazw minerałów, nazwy niekiedy niezgodne z obowiązującymi, niewłaściwe nazewnictwo frakcji („ilasta”, „piaszczysta”), pisownia nazw zlodowaceń z dużych liter.	Doktorant dość skrupulatnie skorzystał z uwag recenzenta	W pojedynczych przypadkach pozostało nieujednolicone nazewnictwo minerałów, w kilku miejscach pracy przeoczono nazwę „frakcji ilastej”. Ogólnie – dość staranna poprawa usterek

Oceniając ogólnie całą recenzowaną rozprawę doktorską należy stwierdzić, że jest napisana bardzo dobrym językiem, co sprawia, że czyta się ją z przyjemnością. Doktorant stosuje bardzo skondensowaną formę wypowiedzi. Cała praca praktycznie pozbawiona jest usterek stylistycznych czy literowych. Spis literatury jest perfekcyjny.

Niżej podpisany podejmując się przygotowania recenzji z natury rzeczy skupił się na wychwyceniu i uwypukleniu słabszych czy dyskusyjnych stron pracy. Takie zadanie wynika z uregulowań prawnych, obowiązujących recenzentów prac doktorskich. Stwierdzam, że przedłożona skorygowana wersja rozprawy doktorskiej uległa znaczącej poprawie. Geologia skał czwartorzędu, pomimo tego, że jest przedmiotem różnorodnych badań od ponad 100 lat wciąż wymaga dalszych prac, a spory co do ilości i zasięgów zlodowaceń są wciąż żywe. Cel jaki postawił przed sobą Doktorant był bardzo trudny. Dość monotonne nasuwanie się ładłodów spowodowało, że materiał skalny w trakcie transportu na duże odległości podlegał znaczącej homogenizacji i znalezienie klucza geochemiczno – mineralogicznego do stratygraficznego rozpoziomowania następujących po sobie zlodowaceń jest niezwykle trudne. Podjęta próba wykorzystania REE oraz geochemicznie bliskich skandiu, itru i toru raczej nie powiodła się. Doktorant osiągnął cel, chociaż odpowiedź jest negatywna. Ale czy planując badania naukowe zawsze wiemy, że ostateczna odpowiedź na postawione pytanie będzie pozytywna? Gdyby tak było, prowadzenie wielu prac badawczych nie miałoby sensu, bo po co badać coś co jest oczywiste. Doktorant jest osobą bardzo pracowitą i rzetelną w pracy naukowej, potrafiącą stawiać problemy badawcze i rozwiązywać je. Wykonał bardzo dużą pracę i wykazał się dużą umiejętnością prowadzenia prac badawczych. Samodzielnie w całości wykonał wszystkie prace terenowe. Posiadał w wysokim stopniu wiedzę z dziedziny geochemii pierwiastków ziem rzadkich i innych pierwiastków śladowych. Z dużą swobodą przeprowadził różnorodne analizy statystyczne. Wykazał się dużymi umiejętnościami w analizie geochemicznej i interpretacji danych analitycznych, krytycznej ich oceny, dyskusowania w oparciu o literaturę przedmiotu i poprawnością we wnioskowaniu. Sprawnie posługuje się narzędziami informatycznymi, co pozwala Mu na dobrą wizualizację danych. Umiejętnie potrafi skorzystać z dostępnych baz danych.

Wobec powyższego wyrażam opinię, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Pawła Kwecko „*Pierwiastki ziem rzadkich w korelacji stratygraficznej glin zwałowych złodowacenia wisły i warty*” spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr. 65, poz. 595 z późn. zmianami). Przedkładam więc Radzie Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego wnioski o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr Pawła Kwecko i dopuszczenie do publicznej obrony.

Warszawa, 25 lipca 2016 r.

