

dr hab inż. Aleksander Astel, prof. AP
Kierownik Zakładu Chemii Środowiskowej
Instytut Biologii i Ochrony Środowiska
Akademia Pomorska w Słupsku
ul. Arciszewskiego 22a
76-200 Słupsk
tel. 59 - 8405-423
e-mail: astel@apsl.edu.pl

Słupsk, 28 stycznia 2016 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Weroniki Wachowiak
pt. „Badanie specjacji żelaza jako znacznika procesów geochemicznych
w osadach rzecznych”

1. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr Weroniki Wachowiak pt.: "Badanie specjacji żelaza jako znacznika procesów geochemicznych w osadach rzecznych" ubiegającej się o stopień doktora nauk chemicznych przed Radą Wydziału Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Promotorem rozprawy są dr hab. Przemysław Niedzielski, prof. UAM oraz Prof. dr hab. Stanisław Lorenc. Promotorem pomocniczym rozprawy jest dr Paweł Owsiany.

2. Ocena wstępna

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska ma klasyczną formę monografii i zawiera 184 strony. Rozprawę podzielono na 5 wyraźnie wyodrębnionych rozdziałów: 1. Wstęp i cel pracy, 2. Część literaturowa, 3. Część eksperymentalna, 4. Wyniki i dyskusja, 5. Wnioski. Dodatkowo do pracy załączono spis literatury zawierającej w sumie 173 pozycje literaturowe oraz Abstrakt w języku angielskim. Całość uzupełniono zestawieniem dorobku naukowego kandydatki oraz dwoma aneksami, które stanowią komplet wyników w formie tabelarycznej oraz wycinek mapy geologicznej z zaznaczonymi miejscami pobierania próbek. Proporcje pomiędzy kolejnymi częściami pracy wydają się nieco zachwiane, gdyż część literaturowa i zawierająca wnioski stanowią odpowiednio po około 20% całości pracy, zaś dość mocno rozbudowano część eksperymentalną (około 60%). Autorka zdecydowała się także umieścić w pracy spis stosowanych akronimów. Podjęcie takiej decyzji powinno znacząco ułatwić lekturę pracy, jednakże spis spełniałby swoją funkcję jedynie wtedy, kiedy faktycznie zawierałby wszystkie skróty stosowane w pracy a także, kiedy skrótów tych nie wyjaśniano by się ponownie w treści. Brak konsekwentnego realizowania podjętej decyzji wprowadza odrobinę chaosu. I tak w spisie zabrakło przykładowych skrótów: MIP-OES (użyto na stronie 48), EDXRF (str. 48), EDL (str. 39), CCD (str. 50), CID (str. 50). Przypadków wielokrotnego wyjaśniania skrótów ze spisu jest bardzo wiele. Na przykład już na stronie 27 autorka ponownie wyjaśnia co oznacza CSV. Ten element pracy mógłby być opracowany bardziej starannie a przyjęta konwencja w formie: skrót --> tłumaczenie polskojęzyczne --> tłumaczenie anglojęzyczne stosowana konsekwentnie. W zestawie cytowanej literatury znajdują się trzy publikacje mgr Weroniki Wachowiak, które są ściśle związane z tematyką rozprawy i zostały opublikowane w periodykach z tzw. Listy Filadelfijskiej. We wszystkich przypadkach Pani mgr jest jednym z wielu autorów.

W rozdziale 1 (Wstęp i cele pracy; str. 18-19) autorka krótko wprowadziła czytelnika w tematykę pracy wyjaśniając rolę osadów dennych w ekosystemach wodnych a także wskazując na fakt, iż podlegają one dynamicznym przemianom a ich skład chemiczny jest wynikiem oddziaływania czynników naturalnych i antropogenicznych. Wspomniana wyżej dynamika przemian sprawia, że analiza całkowitej zawartości danego pierwiastka jest często niewystarczająca i należy uwzględniać także zawartość poszczególnych jego form. Z tego względu autorka zdecydowała się na analizę żelaza, która oprócz oznaczania całkowitej jego formy obejmowała także analizę specyjną i oznaczanie Fe(II) i Fe(III). Chcąc uzyskać pełen opis tła geochemicznego autorka zdecydowała się także oznaczać Ca, Mg, Mn, Zn, Pb, Cd, Na, K, Cu, Al, Si oraz P. Zdaniem autorki wykonanie tak obszernych oznaczeń analitycznych miało pozwolić na realizację celu pracy, którym było określenie, czy pochodzenie osadów oraz procesy jakie zachodzą po ich depozycji pozostawiają ślad w zawartości poszczególnych form żelaza. Dodatkowo, zamiarem autorki było ustalenie, czy zawartość poszczególnych form żelaza oraz ich relacje w stosunku do całkowitych form innych pierwiastków mogą tłumaczyć procesy zachodzące w osadach po ich depozycji, czyli czy żelazo może zostać uznane za efektywny wskaźnik geochemiczny?

W ocenie recenzenta założone cele są ambitne a w połączeniu z faktem, że badania nad chemicznymi znacznikami osadów, w szczególności nad żelazem prowadzone są stosunkowo rzadko przedstawiona do recenzji praca posiada wysokie walory poznawcze i istotny element nowości naukowej.

Rozdział 2 (strony 20-36) to część literaturowa, którą poświęcono trzem głównym elementom. Pierwszy dotyczy opisu zawartości całkowitej oraz specjacji żelaza w osadach pobieranych z różnych zbiorników wodnych położonych w różnych rejonach geograficznych. Drugi poświęcono opisowi technik i procedur analitycznych stosowanych w badaniach specjacji żelaza zaś ostatni przedstawia opis geoekosystemu rzeki Parsęty jako obszaru modelowego dla oceny zjawisk kształtujących procesy depozycji osadów. W ocenie recenzenta pierwszy i trzeci element tego rozdziału pełni funkcję kluczową w realizacji ambitnego celu pracy i dlatego, szczególnie pierwszy element powinien zostać opracowany bardziej starannie. Pewne utrudnienie w analizie zmienności zawartości żelaza i jego form w różnego typu osadach wprowadza zbyt szczegółowe prezentowanie danych literaturowych. Wydaje się zbyteczne podawanie informacji na temat zmienności zawartości żelaza w ujęciu sezonowym z pracy Morina et al. 2005, czy też uwzględnianie podziału na stanowisko z centrum jeziora i z południowej części jeziora z pracy Qi-xinga et al., 2003. Bardziej zasadne byłoby przedstawienie danych w formie tabelarycznej z uwzględnieniem ogólnych krain geograficznych czy też rodzajów środowisk wodnych, z których pobierano osady.

Rozdział 3 (str. 37-114) to bardzo obszerny fragment pracy, w którym autorka scharakteryzowała rodzaj stosowanej w badaniach aparatury i główne założenia metodologiczne użytych technik spektroskopowych, opis pobierania i przygotowania próbek, wykaz stosowanych odczynników i roztworów oraz opis stanowisk i profili rzecznych. Prezentowana do oceny praca doktorska nie jest pracą poświęconą optymalizacji metod analitycznych i dlatego, w opinii recenzenta, zbyt dużo uwagi poświęcono opisowi poszczególnych składowych stosowanych systemów spektroskopowych. Przedstawienie głównych idei technik pomiarowych uzupełnionych odpowiednimi odnośnikami literaturowymi byłoby w zupełności wystarczające. Dodatkowo, jeśli autorka podjęła decyzję o uzupełnieniu tekstu rysunkami to oznaczenia prezentowane na nich powinny być

przetłumaczone na język polski (np. rys. 2 i 4). Umieszczenie osobnego rozdziału poświęconego prezentacji aspektów metodologicznych stosowanych technik spektroskopowych powinno wyeliminować także powtarzanie tych informacji w kolejnych fragmentach pracy. Niestety, np. na stronach 122-123 autorka ponownie wraca do aspektów metodologicznych. Podobną konkluzję można sformułować po lekturze fragmentu poświęconego stosowanym odczynnikiem i roztworom (str. 55-56). Autorka wskazuje, że w pracy stosowano certyfikowane materiały odniesienia lecz ich rodzaj i nr katalogowe podaje dopiero w rozdziale prezentującym wyniki. Ogólne wrażenie jest takie, że w wielu fragmentach pracy dochodzi do zbędnego powtarzania treści, co powoduje znaczące rozbudowanie pracy a także utrudnia płynną lekturę. Niemniej jednak szczegółowy opis stosowanego oprzyrządowania, metod pobierania próbek, ich wstępnego przygotowania a także systemu zapewnienia jakości (który opisano dopiero w podrozdziale 4.2.) wskazuje na to, że mgr Weronika Wachowiak posiadała wystarczające umiejętności analityczne, które umożliwiły jej realizację polowych i laboratoryjnych etapów pracy eksperymentalnej z zachowaniem wysokiej troski o jakość oznaczeń końcowych.

Obszerny rozdział 3 zawiera także bardzo szczegółowy opis stanowisk badawczych, który w każdym przypadku zawiera dane stanowiska, opis terenu i diagram profilu poprzecznego rzeki. W opinii recenzenta diagramy profili poprzecznych rzeki, choć atrakcyjne graficznie, nie wnoszą zbyt wiele do możliwości interpretacyjnych, tym bardziej, że dane dotyczące szerokości rzeki i głębokości po prawej stronie, lewej stronie i w środku nurtu dublowano w tabelach opisu stanowiska. Opis stanowisk badawczych powinien być przedstawiony w nieco bardziej kompaktowej formie (np. tabelarycznej) z podkreśleniem głównych cech stanowisk dotyczących zagospodarowania zlewni czy też południkowego lub równoleżnikowego kierunku nurtu rzeki.

W rozdziale 3 zabrakło fragmentu poświęconego opisowi stosowanych metod statystycznych i chemometrycznych oraz identyfikacji używanego oprogramowania. Fragmentaryczne opisy ww. technik znajdują się wszakże w rozdziale "Wyniki i dyskusja" aczkolwiek ich miejsce, w opinii recenzenta, powinno być w rozdziale 3.

Rozdział 4 (strony 114-165) to część pracy poświęcona opisowi uzyskanych wyników i wniosków. Autorka zawarła w nim opis optymalizacji procedury przygotowania próbek dla oznaczeń składników głównych i śladowych oraz form żelaza w osadach, procedur analitycznych stosowanych dla oznaczeń żelaza oraz informacje dotyczące zawartości składników głównych i śladowych oraz form żelaza w osadach jak również wyniki analiz chemometrycznych. Ocena tego rozdziału prowadzi ponownie do konkluzji, że dwa pierwsze elementy powinny być umieszczone w części eksperymentalnej zaś sam rozdział być poświęcony jedynie opisowi wyników i ich dyskusji. Ponowne wracanie do metodologii wydaje się zbędne w tym miejscu.

Rozprawę kończy niezmiernie syntetyczny rozdział poświęcony omówieniu Wniosków (strona 165).

Podsumowując, struktura rozprawy mogłaby być bardziej przejrzysta i usystematyzowana, zaś proporcje pomiędzy kolejnymi częściami bardziej zrównoważone.

3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Analityka specjacyjna to aktualny kierunek rozwoju analityki środowiskowej. Bezpowrotnie minęły już czasy kiedy wnioskowanie o stanie środowiska przyrodniczego lub analizę złożonych procesów w nim zachodzących można było wykonywać jedynie w oparciu o wyniki wartości stężeń całkowitych form pierwiastków. Zdobycze naukowe ostatnich lat wskazują, że najbardziej efektywne podejścia powinny uwzględniać stosowanie różnych narzędzi takich jak testy toksykologiczne uwzględniające możliwość wzajemnych interakcji pomiędzy zanieczyszczeniami czy też chemometryczne opracowanie wyników, które umożliwia wyłonienie użytecznej informacji z informacji zaszumionej. W tym świetle tematyka rozprawy doktorskiej jest ze wszech miar prawidłowa i aktualna. Jej realizacja wymagała sporej wszechstronności od mgr Weroniki Wachowiak ze względu na konieczność wykonania, często niebezpiecznych z powodu dostępności miejsc pobierania próbek, prac terenowych, przygotowania próbek do oznaczeń końcowych, wykonania pomiarów analitycznych i wreszcie zastosowania technik chemometrycznych.

Po zakończeniu lektury rozprawy doktorskiej muszę stwierdzić, że mgr Weronika Wachowiak zrealizowała dość ambitny i zaawansowany metodologicznie program badawczy. Wysoko oceniam poziom merytoryczny związany z przygotowaniem warsztatu badawczego, szczególnie w zakresie optymalizacji procedur przygotowania próbek dla oznaczeń składników głównych i śladowych oraz form żelaza w osadach. Równie wysoko oceniam spektrum technik spektroskopowych, które zastosowała na etapie wykonywania oznaczeń końcowych. Niemniej jednak w pracy występuje kilka zagadnień, które budzą wątpliwość i powinny zostać dodatkowo skomentowane i doprecyzowane. Autorka wielokrotnie podkreśla, że wykorzystanie żelaza jako znacznika geochemicznego ma na celu określenie genezy pochodzenia osadów oraz analizy procesów jakie zachodzą po ich depozycji. Co tak właściwie to oznacza? Czy termin "geneza osadów" odnosi się raczej do wpływu czynników antropogenicznych i naturalnych determinujących ich skład chemiczny w konkretnej lokalizacji lub odcinku rzeki czy powinien być raczej wiązany z typem podłoża geologicznego określonego fragmentu zlewni? Wydaje się bowiem, że szczegółowa informacja geologiczna umieszczona w aneksie została potraktowana w pracy w sposób szcątkowy a lokalne fluktuacje w składzie chemicznym osadów były wyjaśniane wpływem najbliższego otoczenia miejsc pobierania próbek. Podobna wątpliwość dotyczy procesów, które mogą zachodzić po depozycji osadów. Czy w bardzo dynamicznie zmiennym środowisku rzeki możliwe jest uchwycenie i wykonanie analizy procesów przemian osadów po ich depozycji w sytuacji, kiedy próbki pobierano jednokrotnie w wybranym sezonie? Czy pod pojęciem "procesy" kryje się coś więcej niż procesy utleniania i redukcji bądź depozycji i erozji?

Poziom merytoryczny warsztatu analitycznego nie budzi wątpliwości. Autorka zastosowała nowoczesne, powszechnie akceptowane i precyzyjne techniki oznaczeń. Zadbła także o wykonanie analiz certyfikowanych materiałów odniesienia a serie pomiarowe przeplatała wykonywaniem analiz próbek kontrolnych. Dokonała także szczegółowej analizy budżetu niepewności co stanowi niezaprzeczalny dowód na to, że świadomość analityczna kandydatki jest bardzo wysoka a co za tym idzie prawdopodobieństwo tego, że uzyskane wyniki oznaczeń są prawidłowe praktycznie graniczy z pewnością. Niemniej jednak autorka powinna wyjaśnić, dlaczego na etapie optymalizacji warunków ekstrakcji analitów z mokrych próbek osadu stosowała 50 ml roztworu HCl o różnych stężeniach zaś na etapie właściwych oznaczeń używała jedynie 10 ml tego roztworu? Po opisanu wpływu warunków ekstrakcji i suszenia na zawartość wybranych pierwiastków przydałoby się sformułowanie kilku

podsumowujących wniosków, które będą wspierać wybór konkretnych parametrów prowadzenia procesu. Niezbędne jest także skorygowanie opisów parametrów krzywych kalibracyjnych stosowanych do oznaczania Fe(II) i Fe(III) (str. 126), gdyż podawana wartość R^2 nie dotyczy współczynnika korelacji (r) lecz współczynnika determinacji. Wysoki poziom merytoryczny części doświadczalnej byłby jeszcze wyższy gdyby autorka umieściła w pracy wyniki oznaczeń wybranych pierwiastków w certyfikowanych materiałach odniesienia i ocenę zróżnicowania uzyskanych wyników w stosunku do podawanych wartości certyfikowanych a także przedstawiła przykład obliczeń rozszerzonej niepewności pomiarowej w oparciu o prezentowany diagram Ishikawy. W sekcji opisującej *Kontrolę serii pomiarowych* brakuje komentarza o tym na czym polegała identyfikacja przyczyn niezgodności i jaka była ich ogólna ilość w przypadku pomiarów przekraczających poziom niepewności.

W większości przypadków realizacji projektów środowiskowych największa trudność wiąże się z wyborem optymalnych i efektywnych technik opracowania wyników. Najczęściej autorzy badań pragną wyjaśnić zmienność badanych elementów na wysokim poziomie szczegółowości używając w tym celu eksploracyjnych technik analizy chemometrycznej danych. Tak też jest w przypadku ocenianej rozprawy doktorskiej, aczkolwiek wydaje się, że zastosowanie analizy skupień i analizy głównych składowych wykonano jako ciekawostkę i nie traktowano ich jako wiodące narzędzie eksploracji danych. Wrażenie takie można odnieść po lekturze opisu wyników całkowitej zawartości pierwiastków oznaczonych metodą XRF (od strony 131). Autorka zaprezentowała serię rysunków przedstawiających zmienność całkowitych zawartości pierwiastków z uwzględnieniem podziału na próbki pobierane na lewym i prawym brzegu oraz w środku nurtu. Interpretacja tych wykresów przyniosła wiele wartościowych spostrzeżeń, z najbardziej istotnym dotyczącym obniżenia stężeń analitów w środkowym odcinku nurtu, w którym rzeka zmienia kierunek przepływu z południkowego na równoleżnikowy. Niemniej jednak wykonanie jedynie wizualnej oceny zmienności nie uprawnia do formułowania stwierdzeń o występowaniu różnic pomiędzy zawartością analitów w różnych miejscach pobierania próbek. Należało w tym miejscu wprowadzić zmienną kategoryzującą (lewy brzeg, prawy brzeg i środek nurtu) a ocenę różnic wartości średnich lub mediany oprzeć o wyniki konkretnego testu statystycznego (np. testu t-Studenta lub Kruskala-Wallisa po ocenie kryteriów stosowności testów). Dodatkowo, ostatecznie można było potwierdzić zmienność w południkowym i równoleżnikowym układzie rzeki stosując te same narzędzia. Przypuszczalnie wyniki testowania byłyby zbieżne z wynikami oceny wizualnej rysunków 18-36.

Lektura pracy od strony 147 dowodzi tego, że autorka podjęła wyzwanie wykonania trudnej, lecz zdobywającej coraz większe uznanie wśród badaczy analizy, i chciała uzyskać dodatkową informację dzięki zastosowaniu eksploracyjnych technik chemometrycznej analizy danych. Zgodnie z oczekiwaniami poprawnie wyznaczyła wartości statystycznych parametrów opisowych, uwzględniając oprócz najbardziej powszechnych także współczynnik skośności i kurtozę. Następnie przystąpiła do oceny charakteru rozkładu zmiennych w oparciu o wyniki testów Kołmogorowa-Smirnowa, Shapiro-Wilka i Lilleforsa chcąc uzyskać potwierdzenie zasadności stosowania współczynnika korelacji Pearsona w dalszej analizie. W ocenie recenzenta przyjęcie takiej strategii było nieco niefortunne ponieważ test Kołmogorowa-Smirnowa stosujemy w przypadkach gdy znamy wartość średnią i odchylenie standardowe w populacji a tak nie było w tym przypadku. Wystarczyło zastosować test Shapiro-Wilka. Wydaje się ponadto, że autorka błędnie zinterpretowała wyniki testów ponieważ, np. hipoteza zerowa testu W Shapiro-Wilka zakłada, że rozkład danej zmiennej jest rozkładem

normalnym i uzyskanie $p > 0,05$ oznacza brak podstaw do jej odrzucenia. Przeciwnie, uzyskanie $p < 0,05$ wymusza odrzucenie H_0 i przyjęcie hipotezy alternatywnej --> brak rozkładu normalnego. Oznacza to, że poza nielicznymi wyjątkami (K, Al, Mg) zmienne charakteryzuje rozkład niezgodny z normalnym a co za tym idzie autorka powinna użyć współczynnika rang Spearmana w ocenie korelacji. Wyniki testów normalności znajdują także potwierdzenie w wyznaczonych wartościach współczynnika skośności, które w zdecydowanej większości przypadków są dalekie od 0, wskazując tym samym na istotną asymetrię rozkładów. W ocenie recenzenta opisana niezgodność nie dyskwalifikuje jednak wnioskowania opartego na wynikach analizy korelacji ponieważ w przypadku dużych zbiorów wyników (tak jak jest tym razem) wpływ asymetrii rozkładów maleje a w zdecydowanej większości przypadków zastosowanie r Pearsona i współczynnika rang Spearmana daje zbieżne wyniki. Pozytywna opinia o możliwości kontynuowania analizy w dalszej części pracy jest także uzasadniona jeśli uwzględnimy fakt, że ani analiza skupień ani analiza głównych składowych nie wymaga spełnienia kryterium rozkładu normalnego. W opisie wyników analizy korelacyjnej autorka powinna unikać sformułowań typu "podobieństwo kształtowania się danych dla wapnia..." i zastępować je terminologią odnoszącą się do zależności wprost lub odwrotnie proporcjonalnych. Interesujące wyniki analizy głównych składowych byłyby jeszcze bardziej wartościowe gdyby autorka podała sumaryczną ilość uzyskanych składowych głównych, ich wartości własne i procent wyjaśnionej wariancji. Wydaje się, że jeżeli kandydatka zamierza prezentować wyniki rozprawy doktorskiej w czasopiśmie z Listy Filadelfijskiej uzupełnienie wyników analiz o te elementy jest niezbędne.

Podsumowując, analiza uzyskanych wyników uprawnia autorkę do formułowania wniosków dotyczących przydatności żelaza całkowitego oraz jego form jako znacznika geochemicznego w badaniu osadów. Istotnym elementem nowości jest powiązanie zmienności żelaza z kierunkiem przepływu rzeki i oddziaływaniem sił Coriolisa. Niemniej jednak wysoki poziom merytoryczny pracy można radykalnie podwyższyć rozważając wykonanie korekt sprecyzowanych w recenzji.

4. Ocena edytorska rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr Weroniki Wachowiak pod względem edytorskim została przygotowana w dość staranny sposób a autorka posługuje się poprawną polszczyzną. Nie ustrzegła się jednak drobnych niedociągnięć, które miejscami nieco utrudniają lekturę pracy. Przedstawiam część z nich, gdyż jest to obowiązkiem recenzenta:

- w spisie treści pomyłkowo umieszczono tę samą numerację podrozdziału 2.1; tytuł podrozdziału 2.2.1.1. to **1,10-fenantrolina**, zaś tytuł podrozdziału 2.3 powinien dotyczyć raczej **Geoekosystemu rzeki Parsęty jako modelu procesów depozycji osadów**;
- pisownia nazw anglojęzycznych w spisie akronimów powinna być zweryfikowana z większą starannością, np. powinno być **spectrometry** w miejsce **spektrometry**; nie wiadomo także jak odczytywać **X-ray fluorescencje**, powinno być raczej **X-ray fluorescence** /przypuszczalnie występowanie literówek w tekście nie wynika z zamierzonego działania autorki lecz wynika z faktu automatycznego uzupełniania fragmentu tekstu przez stosowany edytor/;
- autorka powinna stosować konsekwentnie wybrany format notacji jednostek, w kilku fragmentach stosuje je zamiennie np. (str. 21) $\mu\text{g/g}$ i $\mu\text{g g}^{-1}$ w jednym zdaniu; podobne odczucie dotyczy stylu cytowania pozycji literaturowych, najczęściej autorka nie podaje inicjałów imion, w niektórych zaś przypadkach tak się dzieje (np. str. 22 Karwacka A. et al., 2015);

- oznaczeń żelaza nie można wykonać na **Zatoce Fińskiej**, lecz w wodach Zatoki Fińskiej (str. 22)
- na stronie 31 wysokość opadów w rejonie Przymorza powinna być podana w **mm** a nie w **nm**;
- w zdaniu na str. 32: "Aspekty rozpoznania oraz ekologiczne)" brakuje orzeczenia;
- czy praca **Szczepaniak** (str. 37) pochodzi z **2008** czy z **2004** jak jest w spisie literatury;
- na stronie 128 autorka wprowadza rysunek **17**, którym w istocie jest rysunek **16** (Diagram Ishikawy), rysunek 17 pojawia się dopiero na stronie 130.
- na str. 130 autorka stosuje notację dla stanowisk w formie **002S** i **003S**, gdy później używa notacji odpowiednio **2S** i **3S**.

Należy jednak podkreślić, że pomimo niewątpliwej staranności różnych autorów praktycznie w każdym opracowaniu naukowym występują błędy edytorskie. Pomimo uchybień wymienionych powyżej w rozprawie doktorskiej mgr Weroniki Wachowiak ilość usterek i potknięć terminologicznych jest niewielka i świadczy to o wysokiej dbałości Pani mgr o szczegóły oraz przejrzystość prezentowanej rozprawy.

5. Wnioski końcowe

Na podstawie analizy wyników rozprawy doktorskiej mgr Weroniki Wachowiak oraz ich nowatorskiej wartości naukowej z całą pewnością można stwierdzić, że cel główny jakim było ustalenie, czy zawartość poszczególnych form żelaza oraz ich relacje w stosunku do całkowitych form innych oznaczonych pierwiastków mogą tłumaczyć procesy zachodzące w osadach po ich depozycji, czyli czy żelazo może zostać uznane za efektywny wskaźnik geochemiczny został zrealizowany. Autorka wykazała, że zawartość żelaza w formie skompleksowanej podlega zmienności związanej z pochodzeniem osadów, zaś w formie Fe(II) i Fe(III) kształtowana jest głównie przez procesy redoks oraz depozycji i erozji związane ze zmianą warunków hydrologicznych rzeki Parsęty. Sumarycznie, z pracy jasno wynika, że specjacja żelaza może być wykorzystana jako geochemiczny znacznik procesów depozycji osadów na dni rzek.

6. Podsumowanie

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska pt.: "Badanie specjacji żelaza jako znacznika procesów geochemicznych w osadach rzecznych" spełnia wymagania stawiane tego typu pracom przez Ustawę o stopniach i tytule naukowym. Pojawia się w niej istotny element nowości naukowej a kontynuowanie prac nad specjacją żelaza w różnych ekosystemach może wniesić nieznana dotąd wartość w badaniach geochemicznych. Wnoszę zatem o dopuszczenie mgr Weroniki Wachowiak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

KIEROWNIK
Zakładu Chemii Środowiskowej
Aleksander Astel
dr hab. inż. prof. nadzw. AP Aleksander Astel