

dr hab. inż. Agata Duczmal-Czernikiewicz, prof. UAM
Instytut Geologii, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu

Poznań, dnia 20.09.2023r.

Wpłynęło dnia

.....2023..10..03.....

Recenzja pracy doktorskiej Pana Mgr Piotra Rafała Kowalskiego na temat: ***Charakterystyka chemiczna i mineralogiczna żużli i popiołów lotnych z termicznego przekształcania odpadów jako podstawa oceny możliwości ich wykorzystania jako surowców wtórnych***

Recenzja została wykonana na podstawie zlecenia Pani Prof. UJ dr hab. Anity Bokwy, Zastępczyni Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego, z dnia 12.07.2023 roku (pismo nr 1214b510.22023). Rozprawa została wykonana pod opieką promotorską Pana Prof. dr hab. Marka Michalika w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego.

W recenzji rozprawy doktorskiej mgra Piotra Rafała Kowalskiego w pierwszej kolejności odniesiono się do zagadnień ogólnych związanych ze strukturą, założeniami i celami pracy. Następnie przedstawiono uwagi do zawartości poszczególnych rozdziałów. W części podsumowującej przedstawiono ocenę dysertacji wobec wymogów stawianych rozprawom doktorskim. Całość recenzji zamyka wniosek końcowy.

Uwagi ogólne

Odpady i surowce odpadowe, w tym żużle i popioły powstałe w wyniku spalania odpadów stanowią istotną część współczesnych problemów cywilizacyjnych. Znajomość parametrów fizycznych, cech strukturalnych oraz składu mineralnego i chemicznego pozwala na ocenę wartości energetycznej spalanych odpadów i możliwościach recyklingu materiałów powstałych podczas spalania odpadów. Zadania podjęte w dysertacji oddają pilne potrzeby gospodarki dotyczące charakterystyki i zagospodarowania odpadów.

Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska została wykonana w formie monografii, w której detalicznie opisano materiały żużlowe oraz popioły lotne oraz pozostałości po procesie oczyszczania spalin pochodzące z kilku niewymienionych w rozprawie źródeł. Badano materiały pochodzące z odpadów komunalnych oraz odpadów przemysłowych i niebezpiecznych, które według wymagań prawnych są składowane osobno, i klasyfikowane w przepisach prawa. Monografia składa się z 8 rozdziałów które podejmują kolejno:

zagadnienia teoretyczne, metodyczne, eksperymenty i zestawienia wyników badań. Na wstępie znajduje się słownik pojęć używanych w dysertacji, jednostki miar i ich pisownia, nazewnictwo faz krystalicznych w odniesieniu do badanych materiałów, stosowane w pracy skróty oraz opis schematów numeracji załączników. Część ta ma przydatną dla czytelnika formę przewodnika, który ma ułatwić korzystanie z pracy, załączników graficznych i uzasadnia stosowaną nomenklaturę. Rozdział 1 prezentuje wprowadzenie w tematykę badań odpadów (16 str.), ogólną ich charakterystykę i klasyfikację według prawa oraz potencjał surowcowy. W rozdziale 2 przedstawiono hipotezy badawcze i główne cele pracy oraz problemy terminologiczne (6 str.). Rozdział 3 – bardzo obszernie (na 23 stronach) opisuje badany materiał wydzielając grupę odpadów komunalnych oraz grupę odpadów przemysłowych i niebezpiecznych, sposób poboru i zestawienie próbek oraz charakteryzuje podstawy teoretyczne technologii spalania w spalarniach. Rozdział 4 zawiera metodykę prac badawczych, wraz z opisem metod instrumentalnych pracy, w rozdziale 5 przedstawiono rezultaty badań (177 str.), następnie je przedyskutowano w rozdziale 6 (54 str.) w powiązaniu z literaturą oraz zebrano wnioski (Rozdział 7 – 8 str.), w postaci kilkudziesięciu osobnych punktów.

Materiał badań stanowił zbiór różnorodnych odpadów po spalaniu. W sumie przebadano 70 próbek odpadów pobranych w przedziale czasowym pomiędzy 2012 a 2017 rokiem. Pobrano 49 próbek odpadów komunalnych (w tym: 37 próbek żużli o masie 261 kg, o różnych typach morfologicznych: 16 ziarnistych, 9 zeszklwionych, 4 zlepieńcowate oraz 8 próbek materiału po procesie waloryzacji. Zbadano ponadto 8 próbek popiołów lotnych oraz 5 próbek po procesie oczyszczania spalin. Przebadano 21 próbek odpadów przemysłowych i niebezpiecznych, które opisano jako żużle ziarniste (12 próbek), żużle zeszklwione (2 próbki, w tym 1 archiwalna) oraz dodatkowo 7 próbek (66 kg) pozostałości po procesie oczyszczania spalin, które w klasyfikacji katalogowej należą do kategorii: *popioły lotne zawierające substancje niebezpieczne*.

Charakterystykę materiałów z odpadów zaprezentowano obszernie na 347 stronach dysertacji, w której poza częścią opisową znalazły się liczne załączniki: figury, schematy instalacji w spalarniach, fotografie makroskopowe odpadów różnych typów oraz fotografie urządzeń do waloryzacji i wzbogacania rud, mikrofotografii, obrazów elektronowych z mikroskopu skaningowego BSE, diagramów i wykresów, oraz licznych tabel. Niestety nie załączono ich spisu, co utrudnia korzystanie z bogatej dokumentacji wyników badań. W rozprawie cytowana jest liczba 275-ciu pozycji literatury, w tym 208 manuskryptów, 255 strony internetowe, 232- karty z bazy danych poz.: 256-275, 209 do 231 raporty i roczniki (20 pozycji).

Ocena szczegółowa

Recenzowana rozprawa ma klarowną, logiczną strukturę a kolejność prezentowanych treści jest właściwa. W części wstępnej zawiera teoretyczne podstawy składowania i metod spalania, opracowane

na podstawie literatury. W pierwszej części praca zawiera streszczenie w języku polskim, angielski abstrakt, słownik terminologiczny wprowadzenie. Na szczególne podkreślenie zasługuje obecność słownika, w którym Autor zestawia i uzasadnia stosowanie terminów mineralogicznych w pracy, która mineralogiczna *de facto* nie jest, gdyż dotyczy faz powstałych w warunkach antropogenicznej presji, w wyniku termicznego przeobrażenia materiałów odpadowych, co Autor szczegółowo i jasno objaśnia. Bardzo cenne jest w tym miejscu pracy zestawienie zagadnień prawnych i charakterystyka norm prawnych obowiązujących w tej dziedzinie zagospodarowania odpadów. Hipotezy badawcze (5 hipotez) dotyczą obszernego spektrum badań stosowanych do żużli popiołów lotnych i pozostałości po procesie oczyszczania spalin, czynników kontrolujących ich skład i możliwości wzbogacania i potencjalnego wykorzystania. Cele (10) są sformułowane poprawnie wraz z hipotezami w Rozdziale 2 i Autor odnosi się do nich w kolejnych rozdziałach i badaniach empirycznych, dyskusji oraz wnioskach.

Zebrane liczne pozycje literatury wskazują na dogłębne poznanie przez Doktoranta tematyki poruszanej w pracy. Streszczenie i angielski abstrakt nie odpowiadają sobie, podobnie jak różny zestaw słów kluczowych, które w języku polskim i angielskim nie odpowiadają sobie, pod względem ilości i znaczenia, w zestawie angielskim pojawiają się skróty, które nie są objaśnione np. IHW, APC, i nie mają odpowiedników w polskim streszczeniu.

Rozdziały mają poprawny układ, kolejność i zakres jest odpowiedni, prezentując opisy i zagadnienia od ogólnych do bardzo detalicznych. Rozdzielenie ich na fragmenty w randze niższej niż podrozdziały, nie wyróżnione w spisie, a wydzielone z tekstu przez podkreślenie zaburza konsekwencję numeracji, jednak jako że omawiane w nich są osobne zagadnienia, więc taki zabieg można uzasadnić.

Autor używa szczegółowych opisów terminologicznych, powtarzając je wielokrotnie w całej pracy. Niezwykła detaliczność opisów, a także powtarzające się w różnych kontekstach nazwy metod materiału studiowanego przy użyciu różnych metod, niepotrzebnie wydłuża tekst oraz sprawia pewne zawiłości stylistyczne, nie ułatwiając przy tym identyfikacji próbki w poszczególnych etapach pracy. Odbiór pracy znacznie ułatwiłoby zastosowanie skrótów nazw, wyjaśnionych razem na początku Rozprawy. Skróty takie z powodzeniem Autor używa w nazwach próbek. Poza tym stosowanie bardzo szczegółowych i detalicznych opisów materiału badawczego poskutkowało wyjątkowo długimi tytułami rozdziałów i podrozdziałów, (np. 4.2 i 4.3), które odpowiadają zawartym w nich treściom jednak ich skrócenie, np. przez zastosowanie skrótów nazw dla konkretnych materiałów poprawiłoby klarowność pracy i pozwoliłoby to na lepszy jej odbiór, znacznie skróciłaby się część tekstowa, z korzyścią dla czytelnika.

Metodyka badań objęła przygotowanie próbek do analiz (w tym rozdrobnienie, uśrednienie, granulacja, preparatyka do badań rentgenograficznych, wykonanie preparatów do badań mikroskopowych). Określenie składników morfologicznych – tak nazywanych ze względu na wygląd zewnętrzny – tutaj

(termin w literaturze angielskiej znany jako *grain morphology* obejmuje także inne cechy, np. średnice ziarn, powierzchnię, stopień obtoczenia. Używany termin: „zawartości składników morfologicznych”, który określa ilość poszczególnych kategorii składników w żużlach – jest nieprecyzyjny i wymaga wyjaśnienia jakie znaczenie ma słowo morfologia (zmatowienie, wydłużenie) dla osadów czwartorzędowych, lub w gleboznawstwie: powierzchnia? Jeżeli przyjąć nomenklaturę mineralogiczną –używa się raczej określenia pokrój lub forma. Wyjaśnienia wymaga także termin „typy morfologiczne”, który inne znaczenie ma w sensie sedimentologicznym, inne mineralogicznym. Podobnie sformułowanie „zeszklwione” jest dość niefortunne, dlaczego nie użyć terminu „szkliste”?

W tej części rozprawy opisano także metodykę wydzielenia składników nierozpuszczalnych i rozpuszczalnych w pozostałościach po procesie oczyszczania spalin ze spalarni odpadów przemysłowych i niebezpiecznych, przy czym godne, że eksperymenty prowadzono zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm.

W kolejnej części Rozdziału 4 opisano szczegółowo instrumentalne metody badań, które podzielono na metody dyfrakcji promieniowania laserowego, mikroskopowe – skład mineralny; metody spektroskopowe – skład chemiczny, skład w mikroobszarze meta mikrosondy elektronowej, oraz rentgenowskie jakościowe i ilościowe. W części eksperymentalnej zastosowano jednostopniowe i dwustopniowe wymywanie zgodnie z normami PN-EN 12457 (2-4) i określenie potencjału do alkalizacji roztworów, przesiewacz oraz metodę elektromagnetycznej separacji fragmentów produktów z metali żelaznych i nieżelaznych z użyciem zestawu separatorów elektromagnetycznych (w tym separatorów prostych i wirowych), powszechnych w gospodarce odpadami (np. w sortowniach, spalarniach, przy produkcji paliw RDF, w przeróbce żużli metalurgicznych); umożliwiają one odzysk składników metalicznych z różnych typów materiałów stałych np. separacji składników bogatych w różne pierwiastki metaliczne, takie jak: Fe, Al, Mg, Cu, Zn, Ag, Au oraz Pb, Cr i Ni. Brakuje przy tym w pracy objaśnienia skrótu RDF. Zawartość żelaza oraz glinu wśród składników produktów termicznego przeobrażania odpadów jest ważnym kryterium zastosowań surowcowych odpadów. Szkoda, że Autor nie podał jakich zastosowań surowcowych dotyczy kryterium zawartości Fe/Al.

Metody badań dobrane zostały odpowiednio, pozwalając na realizację badań w celu weryfikacji hipotez badawczych, opisane są one bardzo szczegółowo i wyczerpująco, większość badań z nich Autor wykonywał osobiście, a te które wykonywano w innych laboratoriach (chemiczne analizy) przygotowywał samodzielnie.

Rezultaty badań opisano w rozdziale 5, na 177 stronach: omówienie i ich dyskusję zaprezentowano w rozdziale 6 na 54 stronach charakterystyka żużli, popiołów i POSPKOM komunalne – v/s przemysłowe i niebezpieczne. Rozdział pierwiastków metalicznych pomiędzy materiały i frakcje ziarnowe. Wyniki badań pokazana w sposób detaliczny, i dobrze udokumentowane, przez obrazy w elektronach wstecznych, mikrofotografie oraz bardzo przejrzyste tabele. W tabelach podane są wartości średnie,

koncentracji metali, inne parametry statystyczne, a zwłaszcza zmienność i mediana mogłaby dać dodatkowe informacje o rozkładzie wartości liczbowych. W tekście podane są przedziały zawartości z rozdzieleniem na miejsca (nazwy próbek) oraz daty ich pobrania, co pozwala na rejestrację zmian koncentracji składników w kilkuletnim odstępie czasowym. Wykazany spadek koncentracji niektórych pierwiastków metalicznych o wysokiej toksyczności Autor tłumaczy różną technologią spalania. Autor porównuje zawartości metali w badanych materiałach do minimalnej koncentracji składników w złożach eksploatowanych, powołując się na źródła literaturowe. Wartości minimalne w złożach eksploatowanych można by ująć jako wartości brzeżne: ważne kryterium jakościowe w określaniu bilansowości złoża, różne dla złóż metali o odmiennej genezie, zatem dla złóż antropogenicznych wartości brzeżne mogłyby być ustalone osobno. Nagromadzenia metali w odpadach wymagają ustalenia nowych kryteriów jakościowych i parametrów granicznych przede wszystkim w odniesieniu do prognozowanych zasobów. W złożach polimetalicznych – a żużle i popioły ze względu na skład chemiczny odpowiadają takim właśnie typom złóż – wartości brzeżne mogą być obliczane w stosunku do innych składników złoża poprzez obliczenie wartości ekwiwalentne, gdy któryś ze składników ma duże znaczenie złożowe.

Bardzo cennym rezultatem badań jest rozpoznanie w badanych materiałach odpadowych zawartości składników strategicznych: pierwiastków ziem rzadkich oraz platynowców, wśród których najbardziej obiecujące okazały się żużel ze spalarni odpadów przemysłowych i niebezpiecznych wzbogacone w platynowce.

Ważnym osiągnięciem pracy jest określenie potencjału surowcowego materiałów odpadowych, zwłaszcza w odniesieniu do składników metalicznych, zwłaszcza metali uznawanych za szkodliwe. Brakuje jednak zestawienia – dla metali które w każdym składniku występują i wzbogacone mogą być w różnych procesach. Autor pokusić się o podanie metali które występują we wszystkich frakcjach i wszystkich typach odpadów.

Pewne trudności interpretacyjne mogą wynikać ze zróżnicowanych zadań badawczych i różnorodnego materiału badawczego (odpady komunalne vs przemysłowe i niebezpieczne, żużle, popioły). Autor prezentuje zróżnicowanie zawartości składników metalicznych we frakcjach ziarnowych, jednak można by podjąć próbę oznaczenia rozmieszczenia wybranych metali o możliwym działaniu toksycznym także we frakcjach chemicznych. Przy nowych metodach odzysku pojawiających się w ostatnich latach, takich jak np. ługowanie (ang. *in situ leaching*) lub odzysk metali z udziałem mikroorganizmów pozyskanie metali z odpadów, nawet jeśli występują w niskich koncentracjach i w ograniczonej masie odpadów, może być realną perspektywą w powiększaniu bazy zasobowej składników metalicznych.

Na szczególną pozytywną uwagę zasługuje określenie i udokumentowanie przez Doktoranta potencjału badanych materiałów do alkalizacji roztworów wodnych, poprzez pomiary pH, z eksperymentalnym zastosowaniem procedur zawartych w normach PN-EN12457, według których zbadano zawartość

składników toksycznych w roztworach po wymywaniu. Wykazano słabą podatność na wymywanie składników żużli, popiołów wobec czego koncentracje toksycznych składników metalicznych w pozostałościach po wymywaniu były niskie – co jest pozytywnym rezultatem dla środowiska naturalnego. Pojawia się jednak pytanie, co się dzieje rtęcią i arsenem podczas spalania i wymywania, gdyż te składniki występują w bardzo zróżnicowanych zakresach.

Wnioski zaprezentowane z Rozdziału 7 – stanowią zbiór 49 zestawionych charakterystyk badanych materiałów na podstawie badań prowadzonych w całej pracy, i jest to rozdział podsumowujący całą dysertację, napisany szczegółowo, przeważnie jasno, miejscami jednak w sposób mało klarowny, tak jak punkt który podkreśla *bardziej jednorodną charakterystykę komory spalania w piecu obrotowym*, lub w przypadku zastosowania skrótu myślowego: (z wyłączeniem ziaren Al, które bywają utlenione nawet całkowicie). Wnioski pogrupowane np. według realizowanych celów badawczych, analizowanego materiału lub wyników eksperymentów byłyby bardziej przejrzyste. Zawierają one jednak podsumowanie wszystkich wątków rozprawy począwszy od charakterystyki uziarnienia, przez rozpoznanie składników mineralnych, określenie składu chemicznego substancji ze spalania odpadów komunalnych oraz przemysłowych i niebezpiecznych: odpowiednio żużli, popiołów lotnych i pozostałości po procesie oczyszczania spalin, ze szczególnym uwzględnieniem procesów waloryzacji przez separację oraz fragmentację oraz metod wzbogacania grawitacyjnego.

Pytania szczegółowe

1. Jak Autor rozumie termin „wieloskładnikowe ziarna” ? Czy to sformułowanie jest tożsame z pojęciem agregat wyjaśnionym w słowniku w rozprawie? Jeśli nie - czy m się różnią?
2. W składzie mineralnym oznaczony metodą rentgenowską wykazano wiele faz mineralnych, na dyfraktogramach charakterystyczne wartości d częściowo pokrywają się, jak oznaczono zawartość poszczególnych faz? Z jakim prawdopodobieństwem występują fazy mineralne oznaczone w ilościach 0,5 - 1% wag. wobec granicy wykrywalności metody rentgenowskiej.
3. Czy za pomocą metody XRD można odróżnić fazy amorficzne i organiczne?
4. Jak można uzasadnić występowanie cristobalitu, w badanych materiałach?
5. Autor konsekwentnie stosuje zapis pierwiastkowy dla tlenu uzasadniając występowanie tlenu procesami utleniania termicznego, czy skład chemiczny oznaczonych faz mineralnych może być wyrażony w postaci tlenkowej ? W jakich przypadkach ?
6. Według jakiego klucza wybierano zestaw składników chemicznych do analizy? Czy grupa 15 pierwiastków metalicznych wykazuje zróżnicowanie ilościowe w odmiennych formach badanego materiału? Czy były mierzone dodatkowo koncentracje metali strategicznych, takich jak np. german i gal.

7. Poza platynowcami do metali szlachetnych zalicza się srebro i złoto, które zazwyczaj mają tendencję do gromadzenia się w żużlach, czy w badanych materiałach koncentracje są znaczące?
8. Które składniki zaliczono do metali nieżelaznych, według jakich kryteriów dokonano podziału w obrębie tej grupy? Czy częstość występowania ma związek z określoną grupą?
9. W eksperymencie rocznej ekspozycji na warunki zewnętrzne określona została potencjalna szkodliwość środowiskowa; szkliwo – zostało nieznacznie spękane i obserwowano rozpuszczanie powierzchniowe fragmentów szkliwa w kontakcie z wodą; opisywano także proces korozji składników. Czy powstanie warstwy skorodowanej oraz strefy cementacji minerałami neoformacyjnymi może mieć wpływ na koncentracje metali? Czy w warunkach hipergenicznych mogą się minerały z grupy tlenków lub węglanów?
10. W części dotyczącej waloryzacji, separacji elektromagnetycznej, fragmentacji z wykorzystaniem impulsów wysokiego napięcia, grawitacyjnej metody wzbogacania brakuje oszacowania energochłonności tych procesów, co wpływa na całkowity bilans zysków, czy są one mniej kosztowne, niż klasyczne metody wzbogacania rud, takie jak kruszenie i mielenie ?
11. Na stronie 316 Dysertacji znalazło się zdanie: „ Na bilans kosztów mają wpływ czynniki niezależne od składu pozostałości.” O jakich czynnikach jest mowa ?

Uwagi końcowe

Praca doktorska mgra Piotra Kowalskiego wskazuje, że Doktorant opanował dobrze warsztat badawczy, jak również jest w stanie jasno i precyzyjnie komunikować wyniki swoich badań. Technika pisania pracy została opanowana w stopniu bardzo dobrym, z kilkoma ogólnymi zastrzeżeniami (nie obniżającymi merytorycznej oceny pracy). W kilku przypadkach stosowana terminologia była nieuzasadniona. Praca napisana jest dobrą polszczyzną, poprawna stylistycznie, i - poza niektórymi zbyt obszernymi tytułami podrozdziałów - bez zarzutu. Nieliczne błędy literowe i interpunkcyjne, które występują sporadycznie (zaledwie kilka razy interpunkcyjne, kilkanaście razy błędy literowe) nie umniejszają wysokiej wartości merytorycznej pracy. Nieliczne błędy dotyczą cytowań (np. Bunge 2015, zamiast Bunge 2016). Na wyróżnienie zasługuje wysoka jakość edycyjna i dopracowane załączniki graficzne, które stanowią cenną wartość dokumentacyjną badanych materiałów.

Podsumowanie recenzji

Tematyka pracy rozwijana konsekwentnie na kolejnych stronach dysertacji obejmuje kompleksową charakterystykę odpadów, ich parametrów fizycznych, struktury i tekstury, jak również wzajemnych proporcji składników mineralnych i chemicznych. Obejmuje zagadnienia z pogranicza mineralogii, sedimentologii, geochemii, prawa oraz problemów środowiskowych, co wskazuje na jej

interdyscyplinarność, która jest olbrzymią zaletą rozprawy ale również utrudnieniem w sprawdzaniu hipotez badawczych oraz realizacji celów rozprawy, z których realizacją Autor poradził sobie znakomicie. Wykazał się przy tym doskonałą znajomością procesów przebiegających w trakcie spalania, oraz towarzyszących im przeobrażeń chemicznych w obrębie badanych materiałów. Praca wnosi nowe i interesujące dane dotyczące składu mineralnego i chemicznego odpadów poddanych spalaniu termicznemu, przy czym niektóre tezy Pracy zostały wcześniej opublikowane. Drobne uchybienia i nieliczne drobne błędy nie umniejszają wysokiej wartości merytorycznej rozprawy.

Uwzględniając wymogi stawiane rozprawom doktorskim stwierdzam, co następuje:

- rozprawa doktorska Pana Mgr. Piotra Rafała Kowalskiego stanowi oryginalne rozwiązanie problemu zdefiniowanego w tytule, hipotezach i celach badawczych.
- przedstawiona rozprawa doktorska Mgr. Piotra Rafała Kowalskiego dowodzi ogólnej wiedzy teoretycznej Doktoranta w zakresie dyscypliny nauki o Ziemi i środowiska. Doktorant posiada bardzo dobre rozeznanie w światowej literaturze związanej z prowadzonymi badaniami. Potrafi z niej umiejętnie korzystać,
- Pan Mgr Piotr Rafał Kowalski wykazał się umiejętnościami samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Z recenzowanej rozprawy doktorskiej wynika, że Doktorant jest w stanie zaplanować proces badawczy, pozyskać i opracować materiał, dobrać odpowiednie metody stosowane w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku i w prawidłowy sposób z nich korzystać, w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy.

Podsumowując stwierdzam, że recenzowana praca doktorska spełnia kryteria określone na podstawie przepisów Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 13.03.2003 r. (Dz. U. nr 65, poz. 595), z późniejszymi zmianami, oraz Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r., poz. 478 z późn. zm.) i wnoszę o dopuszczenie Pana mgr. Piotra Rafała Kowalskiego do dalszych etapów postępowania zmierzającego do nadania mu stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

Jednocześnie z uwagi na wartość naukową i jakość dokumentacyjną opracowania wnoszę o rozważenie przez Radę Dyscypliny wyróżnienia recenzowanej rozprawy.