

prof. dr hab. inż. Mariola Saternus
Katedra Metalurgii i Recyklingu
Wydział Inżynierii Materiałowej i Cyfryzacji Przemysłu
Politechnika Śląska
ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice

Katowice, dnia 15.01.2026

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Tytuł rozprawy: Wybrane pierwiastki technologicznie krytyczne i ich formy specyjalne w glebach na terenach związanych ze składowaniem i segregacją elektroodpadów

Autor rozprawy: mgr Katarzyna Grygoyć

Przewód doktorski: w dyscyplinie Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Promotor rozprawy: prof. dr hab. Magdalena Jabłońska-Czapla

Promotor pomocniczy: dr Małgorzata Wawer-Liszka

Recenzja rozprawy doktorskiej wykonana na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrze.

Informacje o pracy i ocena strony formalnej

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska ma formę tematycznie spójnego cyklu publikacji naukowych, poświęconych badaniom zawartości, mobilności oraz specyacji pierwiastków o znaczeniu technologicznym – przede wszystkim germanu, telluru i antymonu – w glebach pochodzących z obszarów związanych ze składowaniem oraz wstępnym przetwarzaniem zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Rozprawa doktorska obejmuje dziewięć rozdziałów. Dwa pierwsze zawierają streszczenie pracy oraz zestawienie posiadanych dyplomów wraz z wykazem publikacji stanowiących podstawę rozprawy. Trzeci rozdział stanowi zwięzły i starannie opracowany autoreferat, w którym na ponad czterdziestu stronach przedstawiono hipotezę i cele pracy, zastosowaną metodykę badawczą oraz uzyskane wyniki. W dalszych rozdziałach Doktorantka kolejno prezentuje wnioski, zestawienie wykorzystanej literatury (193 pozycje), kopie sześciu publikacji włączonych do rozprawy doktorskiej, oświadczenia współautorów, a także inne formy upowszechniania wyników badań oraz spis pozostałego dorobku naukowego. Całość została opracowana z użyciem poprawnego

i precyzyjnego języka technicznego, a objętość rozprawy wynosi 230 stron. Praca zawiera nieliczne błędy interpunkcyjne, które jednak nie wpływają na wartość merytoryczną treści.

Wartość naukowa i merytoryczna pracy

Pierwiastki technologicznie krytyczne obecne w elektroodpadach, takie jak Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Sb, Sn, Ag, Au, Ga, Ge, Te, Nb oraz pierwiastki ziem rzadkich (np. Nd, La, Ce), wykazują tendencję do akumulacji w glebach na obszarach związanych ze składowaniem i segregacją zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Do środowiska glebowego przedostają się głównie w wyniku procesów korozji, mechanicznej degradacji oraz wymywania komponentów elektronicznych. W glebach pierwiastki te występują w zróżnicowanych formach geochemicznych, identyfikowanych na podstawie metod ekstrakcji sekwencyjnej, od frakcji łatwo mobilnych po formy silnie związane ze strukturą mineralną. Rozkład poszczególnych form zależy od właściwości fizykochemicznych gleby, w szczególności od odczynu, warunków redoks oraz zawartości materii organicznej, i determinuje ich mobilność, biodostępność oraz potencjalne oddziaływanie toksyczne.

Określenie zarówno całkowitej zawartości, jak i form występowania pierwiastków technologicznie krytycznych w glebach ma kluczowe znaczenie, gdyż gleba pełni funkcję głównego rezerwuaru tych zanieczyszczeń, a jednocześnie może stanowić źródło ich wtórnej emisji do innych komponentów środowiska. Analiza wyłącznie stężeń całkowitych nie pozwala na rzetelną ocenę ryzyka środowiskowego, ponieważ o potencjale migracyjnym, biodostępności i toksyczności pierwiastków decyduje ich forma związania w glebie. Identyfikacja tych form stanowi zatem podstawę oceny zagrożeń ekologicznych, planowania działań rekultywacyjnych oraz opracowywania skutecznych strategii zarządzania terenami zdegradowanymi w wyniku działalności związanej z gospodarowaniem elektroodpadami.

Doktorantka w swojej pracy koncentruje się na trzech pierwiastkach technologicznie krytycznych: germanie, tellurze i antymonie, analizując ich zawartość w glebach, mobilność oraz formy specyjalne. Celem jej badań było określenie, w jakim stopniu działalność zakładów zajmujących się przetwarzaniem elektroodpadów wpływa na poziom akumulacji tych pierwiastków w środowisku glebowym oraz na ich chemiczne formy występowania, determinujące mobilność i potencjalne oddziaływanie środowiskowe. Aby z powodzeniem osiągnąć cel Doktorantka musiała opracować odpowiednią metodykę badawczą związaną z przygotowaniem próbek glebowych, a także oznaczaniem całkowitej zawartości i identyfikacją form specyjalnych wspomnianych pierwiastków technologicznie krytycznych. Ponadto Doktorantka oceniała przydatność magnetometrii glebowej jako metody geofizycznej w

identyfikacji obszarów o podwyższonej koncentracji pierwiastków technologicznie krytycznych w glebach, analizując możliwość jej skutecznego zastosowania do lokalizacji stref potencjalnego zanieczyszczenia. Wobec powyższego tematyka podjętych przez Doktorantkę badań jest niezwykle aktualna i ma duże znamiona oryginalności.

Rozprawę doktorską stanowi cykl sześciu oryginalnych powiązanych tematycznie artykułów naukowych, a zaproponowany tytuł rozprawy doktorskiej odpowiada w pełni tematyce załączonych publikacji. Cykl publikacji obejmuje sześć artykułów naukowych opublikowanych w latach 2020–2023. Doktorantka jest pierwszą Autorką trzech publikacji (oznaczonych jako P2, P3 i P6), natomiast w pozostałych trzech figuruje jako druga Autorka; wśród nich jedna została przygotowana we współautorstwie wyłącznie z promotorem (P1), druga w ramach trzyosobowego zespołu badawczego (P5), a trzecia powstała w ramach pięcioosobowego zespołu badawczego (P4). Wszystkie prace stanowiące podstawę rozprawy doktorskiej charakteryzują się bardzo dobrym poziomem naukowym, a ich łączny impact factor wynosi 11,098, zaś sumaryczna liczba punktów MNiSW prac tworzących cykl to 390.

W prezentowanej pracy dołączone są stosowne oświadczenia, zarówno Autorki, jak również współauterek artykułów o procentowym wkładzie w te prace. Autorka oświadczyła, że jej wkład w powstanie prac P1, P2, P3 oraz P6 wynosi 70%, zaś w pracy P4 jest to 45%, a w przypadku pracy P5 55%. Można zatem stwierdzić, że jej wkład w powstanie artykułów był znaczący – była nie tylko głównym badaczem, lecz również odegrała kluczową rolę w planowaniu eksperymentów, analizie i interpretacji wyników oraz w finalnym przygotowaniu publikacji.

Załączone w doktoracie artykuły wskazane jako cykl publikacji stanowią opracowania oryginalne, trzy z nich to prace przeglądowe wprowadzające do zagadnienia, a pozostałe trzy to artykuły bardziej obszerne, obfitujące w badania, niejednokrotnie poparte szeregiem wyników badań. Artykuły te prezentują dobry poziom naukowy, co potwierdza przyjęcie ich do publikacji w czasopismach Polish Journal of Environmental Studies, Journal of Soil and Sediments, Archives of Environmental Protection czy Molecules.

W artykule 1 (P1) opublikowanym w 2021 roku w Polish Journal of Environmental Studies Doktorantka analizowała zagadnienia związane ze specjacją i frakcjonowaniem mniej badanych technologicznie krytycznych pierwiastków takich jak: Nb, Ta, Ga, In, Ge, Tl i Te. Dokonała analizy dostępnej literatury dotyczącej obecnych metod i technik stosowanych w specjacji tych pierwiastków, ze szczególnym uwzględnieniem ich mobilności, reaktywności oraz przemian chemicznych w środowisku. Ponadto omówiła trendy w technikach analitycznych stosowanych w badaniach specjacji technologicznie krytycznych pierwiastków,

takich jak spektroskopia, chromatografia czy metody hybrydowe, oraz oceniła ich zalety i ograniczenia. W artykule przedstawiono również luki w wiedzy, wskazując, które pierwiastki i postaci chemiczne są wciąż słabo zbadane. W szczególności zwrócono uwagę na niewielką liczbę badań dotyczących specjacji niobu i tantal. Doktorantka wykazała, że technologicznie krytyczne pierwiastki obecne w odpadach, takie jak german, niob, tantal, ind, gal, tal i tellur, mogą stanowić istotne zagrożenie środowiskowe, jeśli nie zostaną odpowiednio zagospodarowane. Ponadto stwierdziła, że pomimo ich niskiej naturalnej dostępności, odpady stałe mogą zawierać znaczące ilości tych pierwiastków, dlatego badanie ich rozmieszczenia, przepływu materiałów oraz technologii odzysku jest kluczowe z perspektywy zarówno ekonomicznej, jak i środowiskowej.

W artykule P2 oraz P3 Doktorantka przeanalizowała aktualny stan wiedzy dotyczący dwóch technologicznie krytycznych pierwiastków – germanu i telluru – koncentrując się na ich występowaniu w skorupie ziemskiej i formach naturalnego występowania. Omówiła także szeroki zakres ich zastosowań w przemyśle, elektronice, energetyce odnawialnej oraz w materiałach wysokiej technologii, a ponadto zwróciła uwagę na potencjalne drogi uwalniania tych pierwiastków do środowiska, w tym do atmosfery, gleby i wód, oraz związane z tym zagrożenia ekologiczne i implikacje dla zrównoważonego gospodarowania zasobami.

W artykule P4 opublikowanym w 2023 roku w *Journal of Soil and Sediments* Doktorantka przeanalizowała obecność pierwiastka technologicznie krytycznego, jakim jest german, w glebie w pobliżu zakładu przetwarzającego odpady elektroniczne. Opracowała i poddała walidacji metody specjacji germanu w glebie oraz sprawdziła, jak działalność przemysłowa wpływa na jego obecność i mobilność. Pobrała 30 rdzeni glebowych, a punkty poboru próbek wyznaczyła między innymi przy użyciu magnetometrii gleby. Na podstawie analizy wyników badań stwierdziła, że w glebie przeważa forma Ge(IV), a pochodne metylowe germanu pojawiają się rzadko. Ponadto zanotowała, że maksymalne stężenie germanu wyniosło 7,64 mg/kg, a jego wyższa zawartość była skorelowana z magnetycznymi właściwościami gleby. Doktorantka wykazała, że działalność zakładu przetwarzającego odpady elektroniczne zwiększa wzrost koncentracji germanu w górnej warstwie gleby, szczególnie w kierunku zgodnym z dominującym wiatrem, oraz że magnetometria gleby może być skuteczną metodą identyfikacji obszarów z podwyższonym stężeniem tego pierwiastka.

W artykule P5 opublikowanym w 2022 roku w *Archives of Environmental Protection* Doktorantka przedstawiła optymalizację i walidację metody specjacyjnej oznaczania antymonu w glebach pochodzących z obszarów poddanych silnej antropopresji przemysłowej, związanej z ruchem drogowym, hutnictwem oraz przetwarzaniem zużytego sprzętu elektrycznego i

elektronicznego. Doktorantka badania przeprowadziła z wykorzystaniem techniki łączonej HPLC-ICP-MS, umożliwiającej jednoczesny rozdział i oznaczanie trzech form antymonu: Sb(III), Sb(V) oraz SbMe₃. Zoptymalizowała zarówno etap ekstrakcji antymonu z matrycy glebowej, jak i warunki chromatograficzne, uzyskując wysoką skuteczność odzysku, krótkie czasy analizy oraz niskie granice wykrywalności. Wykazała, że w badanych glebach dominowała utleniona forma Sb(V), natomiast forma zredukowana Sb(III) występowała jedynie w próbkach o najniższym pH, a forma organiczna SbMe₃ była obecna w glebach o niskim potencjale redoks, głównie w rejonie zakładu przetwarzania elektroodpadów. Autorka stwierdziła znaczne zróżnicowanie zawartości antymonu w zależności od źródła zanieczyszczenia, przy czym najwyższe stężenia odnotowano w glebach z obszaru zakładu przetwarzania e-odpadów. Stwierdziła także, że forma i mobilność antymonu w glebach są ściśle związane z warunkami środowiskowymi, takimi jak pH, potencjał redoks oraz procesy metylacji. Oryginalna, opracowana przez Doktorantkę metodyka badawcza stanowi użyteczne narzędzie do oceny stopnia i charakteru skażenia gleb antymonem.

W artykule P6 opublikowanym w roku 2021 w *Molecules* Doktorantka opracowała, zoptymalizowała oraz poddała walidacji metodę analityczną umożliwiającą oznaczanie form specjacyjnych telluru – Te(IV) i Te(VI) – w glebie z wykorzystaniem chromatografii jonowej sprzężonej z spektrometrią mas z plazmą indukcyjnie sprzężoną (IC-ICP-MS). Badania obejmowały zarówno dobór warunków separacji jonów telluru, jak i optymalizację procedury ekstrakcji z matrycy glebowej, przy jednoczesnym oznaczaniu całkowitej zawartości telluru, pH oraz potencjału oksydacyjno-redukcyjnego badanych próbek. Zastosowana metoda pozwoliła na szybki i skuteczny rozdział form Te(IV) i Te(VI) w czasie 4 minut na kolumnie Hamilton PRPX100, przy bardzo niskich granicach wykrywalności. W ramach badań Doktorantka przeprowadziła sekwencyjną ekstrakcję chemiczną, która wykazała, że tellur w glebach jest związany głównie z siarczkami, materią organiczną oraz krzemionką. Ponadto wykazała, że najlepsze rezultaty w tym zakresie można osiągnąć przy zastosowaniu 100 mM kwasu cytrynowego jako ekstrahenta z wydajnością sięgającą średnio 20%. Stwierdziła także, że całkowita zawartość telluru w glebie może być nawet dziesięciokrotnie wyższa od naturalnego tła geochemicznego i osiągać wartość do 0,166 mg/kg, co wskazuje na istotny wpływ działalności antropogenicznej. Autorka udowodniła, że połączenie technik IC-ICP-MS stanowi skuteczne narzędzie do szybkiej i precyzyjnej specjacji telluru w glebach. Opracowana i zwalidowana metodyka badawcza umożliwiła uzyskanie istotnych wyników badawczych i wskazała na potrzebę kontynuowania badań nad wpływem przetwarzania elektroodpadów na środowisko glebowe, poprzez analizę większej liczby próbek, obliczanie współczynników

geochemicznych oraz dokładniejsze uwzględnienie warunków środowiskowych. Oryginalność pracy polegała więc nie tylko na samym aspekcie metodycznym, ale również na nowym spojrzeniu na zachowanie i specjację telluru w glebach skażonych działalnością antropogeniczną, co dostarczyło istotnych informacji dla dalszych badań środowiskowych i oceny ryzyka związanego z przetwarzaniem elektroodpadów. W artykule zwraca uwagę nietypowe uporządkowanie rozdziałów – najpierw przedstawiono i omówiono wyniki badań, a dopiero później zaprezentowano metodykę badawczą. Taki układ odbiega od powszechnie przyjętych standardów publikacji naukowych, w których opis materiałów i metod poprzedza część wynikową, umożliwiając czytelnikowi właściwą interpretację uzyskanych danych.

Zastosowana w artykułach wchodzących w skład cyklu rozprawy doktorskiej metodyka badawcza oraz uzyskane wyniki, zarówno pod względem merytorycznym, jak i formalnym, nie budzą zastrzeżeń i spełniają wymagania stawiane pracom naukowym.

Przyjęta koncepcja badawcza przez Doktorantkę została konsekwentnie zrealizowana, a poziom merytoryczny, w szczególności artykułów o charakterze badawczym, jest w pełni satysfakcjonujący. Mocną stroną rozprawy doktorskiej jest bez wątpienia opracowanie trzech niezależnych procedur analitycznych dotyczących analizy specjacyjnej wybranych pierwiastków technologicznie krytycznych, a ponadto ich praktyczne zastosowanie do identyfikacji form specjacyjnych, w jakich te pierwiastki występowały w glebach na obszarach związanych z przetwarzaniem e-odpadów, co w konsekwencji pozwoliło na zrozumienie ich mobilności, dostępności i potencjalnego wpływu na środowisko.

Przedstawiony w pracy autoreferat potwierdza umiejętność samodzielnego i poprawnego przygotowywania publikacji naukowych przez Doktorantkę. W krótkim wprowadzeniu Doktorantka przedstawiła istotne informacje dotyczące studiowanego zagadnienia, a jednocześnie uzasadniła podjęcie danej tematyki badawczej. Następnie na tej bazie wysunęła 4 hipotezy, cel badawczy oraz zakres przeprowadzonych prac w celu udowodnienia powziętych hipotez. Postawione hipotezy, cel pracy oraz zakres badań są logiczne, uzasadnione i nie budzą wątpliwości.

W kolejnym rozdziale zatytułowanym „Opis metodyki badań, techniki badawcze, aparatura, materiały” Doktorantka umiejętnie przedstawia charakterystykę zastosowanych w pracy materiałów oraz opis sposobu przeprowadzonych badań, z uwzględnieniem metodyki pobierania próbek gleby, optymalizacją procesu ekstrakcji gleby oraz sekwencyjnej ekstrakcji chemicznej odnosząc się jednocześnie do wskazanych publikacji. Opis jest przejrzysty i zrozumiały, jednak brak w nim schematu badawczego, który pozwoliłby w pełni zrozumieć przebieg badań, ich parametry oraz oczekiwane wyniki. Wskazane byłoby również

zaprezentowanie pełnego zakresu badań i liczby przeprowadzonych analiz przez Doktorantkę, co lepiej ukazałoby skalę wykonanej pracy.

W kolejnym rozdziale na 13 stronach Doktorantka omawia wyniki badań zawarte w publikacjach, które wchodzą w zakres przedmiotowej pracy wraz ze stosowną ich analizą. Doktorantka wykazała się dobrymi umiejętnościami w analizowaniu otrzymanych wyników w sposób jasny i precyzyjny, jednocześnie realizując w pełni założony cel pracy, udowadniając postawione hipotezy, co zostało dodatkowo potwierdzone w rozdziale kolejnym, zatytułowanym „Podsumowanie i wnioski”. Przedstawiony autoreferat w pełni dowodzi, że Doktorantka skutecznie rozwiązała postawiony problem naukowy, który miał charakter w pełni oryginalny, wykorzystując przy tym odpowiednie i właściwie dobrane metody badawcze.

Pani mgr Katarzyna Grygoyć w rozdziałach VIII i IX przedstawiła także inne formy prezentacji upowszechniania wyników pracy, głównie w postaci posterów prezentowanych przez nią lub współautorów na 6 konferencjach krajowych i międzynarodowych, a także swój dorobek naukowy w postaci: 19 artykułów w czasopiśmie naukowych (w tym raz jako pierwszy Autor), 4 rozdziałów w monografiach naukowych (w tym dwa jako pierwszy Autor), jednego rozdziału w materiałach konferencyjnych, 22 wystąpień na konferencjach naukowych krajowych i międzynarodowych (w tym 17 posterów, 1 wystąpienie własne, 3 prezentacje wygłoszone przez współautora), udziału w 10 projektach badawczych finansowanych ze środków NCN, NCBiR, CuBR, EFRR, FESL i FENG (w tym raz jako główny wykonawca, 9 jako wykonawca), udziału w 5 pracach prowadzonych w ramach działalności statutowej jednostki jako główny wykonawca, 2 nagród (za najlepszy poster).

Suma osiągnięć przedstawionych w pracy wyraźnie świadczy o aktywnej postawie naukowej Doktorantki oraz jej systematycznym rozwoju kompetencji i poszerzaniu wiedzy.

Praca przedstawiona do oceny cechuje się oryginalnością, a Doktorantka wykazała się dużą samodzielnością naukową i umiejętnością poprawnej interpretacji wyników badań. Tematyka pracy jest aktualna, a zaplanowane i wykonane eksperymenty zostały przeprowadzone w sposób poprawny i rzetelny. Uzyskane wyniki, przy kontynuowaniu badań w tym kierunku, mogą mieć znaczący wymiar praktyczny.

Uwagi/pytania:

1. Str. 13 - Autorka pisze: „... Badania Europejskiej Agencji Środowiska wykazały, że w Europie jest aż 2,5 mln miejsc, w których gleba może być zanieczyszczona” – a ile tych miejsc jest zlokalizowanych w Polsce? i gdzie są zlokalizowane, np. w jakich województwach lub regionach? Dla porównania dobrze byłoby także podać, ile tych miejsc jest na świecie?

2. Str. 15 – Autorka wymienia metale i państwa, które w głównej mierze je produkują, proszę podać % wielkość produkcji tych metali przez te kraje
3. Str. 16 – Autorka podaje procentowo szacunkowy wzrost produkcji germanu do roku 2050, proszę podać także te wzrosty dla innych metali technologicznie krytycznych
4. Str. 18 – Autorka pisze o stratach w przypadku germanu i telluru podczas wydobywania i produkcji na poziomie 95% - skąd takie wysokie wartości, dobrze byłoby rozszerzyć tę wypowiedź, np. wskazać etapy, na których straty są najwyższe
5. Str. 18 – Autorka pisze o elektroodpadach nielegalnie wyjeżdżających z kraju, czy można oszacować, jaka to jest wielkość?
6. Str. 24 – autorka pisze: „Metylacja nieorganicznego Sb może wpływać znacząco na jego mobilność, toksyczność, własności bioakumulacyjne...” – co to znaczy znacząco, proszę rozwinąć to zdanie, doprecyzować
7. Str. 27 – Autorka pisze o wzroście popytu na german w nadchodzących latach, proszę podać szacunkowe wartości, tym bardziej, że wcześniej wspomniano o roku 2050
8. Str. 27 – zdanie: „Spalanie węgla, prowadzi do uwolnienia germanu do atmosfery, zwłaszcza w postaci popiołów” – jakie to są wartości, jakie stężenie germanu w popiołach jest notowane
9. Str. 32 – rys. 1 – czy kolory na zdjęciu coś oznaczają, dlaczego na tym schemacie brak antymonu?
10. Rys. 3 – na pierwszym zdjęciu z widokiem zakładu należałoby wskazać główne elementy zakładu oraz miejsce składowania odpadów znajdujących się na kolejnych zdjęciach
11. Str. 39 – Autorka opisuje lokalizację punktów poboru, należałoby zamieścić odpowiednią mapę
12. Str. 45 - Brak w tym rozdziale schematu badawczego z etapami badań oraz parametrami procesowymi, ukazałoby to ogrom pracy włożonej przez Doktorantkę, a ponadto wskazałoby faktyczny stan i zakres przeprowadzonych badań
13. Wykaz skrótów zamieszczonych w pracy znacznie ułatwiłoby jej czytanie
14. Str. 51 – należałoby zamieścić mapę z zaznaczonymi miejscami o wysokiej zawartości germanu, podobna uwaga dotyczy telluru i antymonu
15. Str. 61 – wniosek 2 – jakie maksymalne stężenia tych pierwiastków stwierdzono?
16. Str. 62 – należałoby w Tabeli zestawić jako podsumowanie stężenia badanych pierwiastków w porównaniu z ilościami referencyjnymi, formy występowania tych metali i jakie parametry wpływają na daną formę występowania oraz korelacje z innymi pierwiastkami

Ocena końcowa

Uwzględniając powyższe stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe Pani mgr Katarzyny Grygoyć. Przeprowadzone badania oraz ich interpretacja jednoznacznie wskazują, że Doktorantka posiada bardzo dobre kompetencje w zakresie samodzielnego prowadzenia trudnych badań eksperymentalnych oraz bardzo dobrą znajomość zagadnień związanych z tematyką rozprawy. Na szczególne podkreślenie zasługuje aktualność podjętej problematyki badawczej oraz potencjalne znaczenie aplikacyjne uzyskanych wyników. Przedstawione w recenzji uwagi i pytania nie umniejszają wartości pracy, mają charakter dyskusyjny.

Reasumując, stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr Katarzyny Grygoyć spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrze o jej przyjęcie i dopuszczenie mgr Katarzyny Grygoyć do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dyscyplinie Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

