



UNIWERSYTET
WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

WYDZIAŁ GEOINŻYNIERII

INSTYTUT INŻYNIERII I OCHRONY ŚRODOWISKA
KATEDRA INŻYNIERII ŚRODOWISKA

dr hab. inż. Joanna Rodziewicz, prof. uczelni

Olsztyn, dnia 02.06.2023 r.

Katedra Inżynierii Środowiska

Wydział Geoinżynierii

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

w Olsztynie

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Anety Kowalskiej
pt.: „Analiza wybranych technologii rekultywacji gleb pokopalnianych w aspekcie
sekwestracji węgla”

1. Podstawy formalne sporządzenia recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Anety Kowalskiej przygotowana została na zlecenie Kierownika Dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwa i energetyka Politechniki Częstochowskiej, Pani dr hab. inż. Iwony Zawici, prof. PCz. (pismo R.WIIS.BOD.510.14.2020.2023.2), na podstawie przedłożonego maszynopisu pracy - mgr inż. Anety Kowalskiej, „Analiza wybranych technologii rekultywacji gleb pokopalnianych w aspekcie sekwestracji węgla”, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2023.

2. Informacje ogólne

Pani mgr inż. Aneta Kowalska ukończyła studia magisterskie na Wydziale Infrastruktury i Inżynierii Środowiska Politechniki Częstochowskiej, na kierunku biotechnologia i obroniła 05.07.2018 r. pracę magisterską pt.: „Reakcje roślin pod wpływem wybranych metali ciężkich i nanocząstek srebra we wspomaganiej bioremediacji” napisaną pod kierunkiem dr hab. Anny Grobelak, prof. PCz. Studia doktoranckie rozpoczęła w 2018 r. na kierunku inżynieria środowiska na Wydziale Infrastruktury i Inżynierii Środowiska Politechniki



WYDZIAŁ GEOINŻYNIERII
UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE
ul. Warszawska 117A, 10-950 Olsztyn
tel. (89) 523 56 05 kissekretariat@uwm.edu.pl



Częstochowskiej. Doktorantka jest autorką i współautorką 33 publikacji naukowych, w tym artykułów opublikowanych w wysoko punktowanych czasopismach naukowych takich jak *Energies* (140 pkt) i *Journal of Environmental Science and Technology* (140 pkt). Mgr inż. Aneta Kowalska zrealizowała trzy kilkumiesięczne staże zagraniczne: w 2019 r. w Norwegian University of Life Sciences (NMBU) i w Ostfold Research Institute (Østfoldforskning) w Fredrikstad w Norwegii oraz w 2017 r. w University of Lille we Francji. Doktorantka brała udział w projekcie Najlepsi z Najlepszych 2.0 MNiSW, EnviSafeBioC, NAWA, a także „Nowe technologie w ochronie gleb i gruntów”. Mgr inż. Aneta Kowalska jest aktywną uczestniczką międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych (SDEWES, SETAC, EPAE itp.) oraz warsztatów, seminariów i konkursów dla młodych naukowców. Aktywność naukowa i organizacyjna Doktorantki została nagrodzona przez Rektora Politechniki Częstochowskiej: dwukrotnie medalem „Za naukę, za pracę” i dwukrotnie nagrodami zespołowymi. Poza tym jest inicjatorką założenia koła naukowego GeneInUse oraz organizacji studenckiej Envi.GenInUse działających na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej.

Mgr inż. Aneta Kowalska nie ubiegała się wcześniej o nadanie stopnia doktora.

3. Ocena trafności wyboru tematyki pracy

Górnictwo odkrywkowe w dużym stopniu oddziałuje negatywnie na środowisko przyrodnicze. Do najważniejszych negatywnych konsekwencji wydobywania surowców metodą odkrywkową należą zmiany w ukształtowaniu powierzchni, niszczenie pokrywy glebowej, co skutkuje wyłączeniem znacznych obszarów z użytkowania rolniczego i leśnego, zmiany stosunków wodnych – odwadnianie gruntu i obniżanie zwierciadła wód podziemnych, a także emisja gazów cieplarnianych wpływających na zmiany klimatu i globalne ocieplenie.

W związku z postępującymi zmianami klimatycznymi i emisją gazów cieplarnianych, uznawanymi za największe wyzwanie, z którym należy się zmierzyć, zasadne jest podjęcie badań nad sposobami intensyfikacji sekwestracji węgla w glebie.

W tym kontekście tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Anety Kowalskiej wpisuje się w nurt badań dotyczących sposobów rozwiązania problemu zmniejszenia negatywnego wpływu kopalń odkrywkowych na środowisko. W mojej ocenie problematyka pracy jest





aktualna i istotna z punktu widzenia inżynierii środowiska.

4. Ocena struktury pracy

Recenzowana praca doktorska liczy 140 stron i zawiera 35 rysunków oraz 11 tabel. Bibliografia obejmuje 236 pozycji literaturowych, w tym 8 stron internetowych, dwie ustawy oraz trzy polskie normy. Dysertację rozpoczyna spis treści, streszczenie w języku polskim i angielskim. We *Wstępie* Doktorantka wyjaśnia przyczyny podjęcia badań będących tematem rozprawy. Kolejny rozdział to przegląd literatury, w którym omówiony został obecny stan wiedzy na temat rekultywacji gruntów odkrywkowych, emisji dwutlenku węgla i sekwestracji węgla w glebach poeksploatacyjnych. Następna część pracy obejmuje cel rozprawy, tezy i zakres pracy, metodykę badań, wyniki badań, ich dyskusję oraz wnioski. Pracę zamyka spis literatury, spis rysunków i tabel.

Praca składa się z jedenastu rozdziałów. Moim zdaniem przyjęta struktura pracy jest czytelna oraz kompletna.

Wstęp to jednostronicowe wprowadzenie do tematu pracy oraz próba zwrócenia uwagi na znaczenie problemu rekultywacji gleb poeksploatacyjnych powstałych w wyniku prac kopalni odkrywkowych.

Rozdział 1 – *Przegląd literatury* – składa się z siedmiu podrozdziałów i jest teoretycznym wprowadzeniem do przedmiotu pracy, obejmującym 25 stron (co stanowi około 18 % objętości pracy). Pierwszy podrozdział dotyczy emisji dwutlenku węgla, jego oddziaływania na klimat oraz wpływu przemysłu kopalnianego na wielkość jego emisji. W podrozdziale drugim została omówiona materia organiczna w glebie, jej skład, funkcje jakie pełni oraz przedstawiona charakterystyka frakcji węgla organicznego w glebie. W kolejnym podrozdziale Doktorantka zdefiniowała pojęcie degradacji gleby oraz problemy jakie powoduje. Podrozdział czwarty składa się z trzech paragrafów i dotyczy rekultywacji gruntów odkrywkowych. Autorka omówiła wpływ górnictwa odkrywkowego na środowisko naturalne, znaczenie rekultywacji gleb pokopalnianych, rolę monitoringu w procesie rekultywacji oraz możliwość wykorzystania bioodpadów do rekultywacji. Następny podrozdział wyjaśnia pojęcie sekwestracji węgla w glebach poeksploatacyjnych, czynniki oddziałujące na ten proces oraz wpływ wykorzystania osadów ściekowych na wielkość zatrzymanego w glebie





węgla. W podrozdziale szóstym mgr inż. Aneta Kowalska omawia wskaźniki opisujące frakcje labilne węgla organicznego w glebie oraz techniki opisujące stabilne frakcje węgla organicznego. W ostatnim podrozdziale Doktorantka omówiła zasady modelowania matematycznego.

W rozdziale 2 – Cel rozprawy doktorskiej– Doktorantka zdefiniowała następujący główny cel pracy:

„Głównym celem naukowym jest analiza potencjału, mechanizmów i dynamiki sekwestracji węgla w glebach poeksploatacyjnych i rekultywowanych z zastosowaniem różnych technik” oraz dwa cele użyteczne:

„Celem użytecznym jest określenie najlepszej praktyki rekultywacyjnej gleb pokopalnianych dla procesu sekwestracji węgla i ograniczaniu wpływu praktyk wydobywczych na zmiany klimatyczne. Drugim celem użytecznym jest dostarczenie narzędzia do monitorowania wertykalnej stabilizacji węgla organicznego w rekultywowanych glebach pokopalnianych”.

Na podstawie aktualnego stanu wiedzy w rozdziale 3 postawiła następujące tezy:

„Technika rekultywacji gleb pokopalnianych ma wpływ na proces sekwestracji węgla w glebie”.

„Rekultywacja gleb pokopalnianych wspomagana osadami ściekowymi pozwala na efektywniejszą sekwestrację węgla w glebie w porównaniu z rekultywacją bez zastosowania dodatków doglebowych.”

„Możliwe jest stworzenie narzędzia ułatwiającego monitorowanie i kontrolowanie procesu sekwestracji węgla w rekultywowanych glebach pokopalnianych”.

W kolejnym rozdziale Doktorantka przedstawiła zakres prac badawczych, które zostały podzielone na trzy etapy.

Rozdział 5 *Materialy i metodyka badań* składa się z pięciu podrozdziałów. Pierwszy podrozdział został podzielony na trzy paragrafy, w których omówiono tereny poeksploatacyjne dwóch kopalni odkrywkowych: wapienia i węgla brunatnego będących przedmiotem badań, sposób rekultywacji badanych terenów, charakterystykę klimatu, topografię terenu i rodzaj gleb badanych obszarów oraz przyjęty w doświadczeniu podział na stanowiska badawcze. W kolejnym podrozdziale został omówiony sposób poboru i przygotowania próbek gleby. W





podrozdziale trzecim opisana została procedura pomiaru respiracji gleby *in-situ* i metody obliczeń respiracji gleby oraz emisji dwutlenku węgla netto z gleby. W podrozdziale 4 zostały omówione przeprowadzone analizy fizyczne, chemiczne, mikrobiologiczne i enzymatyczne badanych próbek gleby oraz metody obliczeń podstawowych parametrów charakteryzujących sekwestrację węgla w glebie. W ostatnim podrozdziale zostały przedstawione elementy analizy statystycznej zastosowanej w rozprawie doktorskiej.

Rozdział 6 *Schemat badań* opisuje etapy, na które zostało podzielone prowadzone doświadczenie.

Obszerną część pracy stanowi rozdział 7 – *Omówienie badań i dyskusja wyników* (40% jej objętości). Doktorantka określiła możliwość sekwestracji węgla w dwóch różnych glebach pokopalnianych na czterech różnych etapach zaawansowania rekultywacji. Przeprowadzone badania wykazały poprawę parametrów (hydrofobowość, aromatyczność, humifikacja) węgla organicznego w glebach pokopalnianych (SOC) z kopalni węgla brunatnego w porównaniu z glebami pokopalnianymi rekultywowanymi nasypem, co może być związane z zastosowaniem osadów ściekowych w rekultywacji tych pierwszych. Badania pokazały, że rekultywacja terenów poeksploatacyjnych z wykorzystaniem osadów ściekowych jest korzystniejsza dla procesu sekwestracji węgla i ogranicza wpływ praktyk wydobywczych na zmiany klimatyczne. Poza tym Autorka przeprowadziła analizę zmian mikrobiologicznych, fizycznych i chemicznych zachodzących w ciągu roku w glebach o różnym stopniu zaawansowania rekultywacji. Wykazała, że pojemność sorpcyjna w ciągu roku wzrastała w początkowych stadiach rekultywacji w obu badanych glebach, natomiast na obszarach z bardziej zaawansowaną rekultywacją pojemność sorpcyjna wykazywała tendencję spadkową. Ponadto uzyskała znacznie wyższe wartości pojemności sorpcyjnej w przypadku wapiennych gleb pogórnicych w porównaniu z glebami z kopalni węgla brunatnego. Pojemność sorpcyjna pierwszych gleb zwiększała się wraz ze stopniem zaawansowania rekultywacji a drugich zmniejszała się.

W etapie drugim Doktorantka zauważyła wzrost stężenia SOC (węgla organicznego w glebie) w wapiennej glebie poeksploatacyjnej rekultywowanej nasypem oraz stabilizację dla gleby o wyższym wieku rekultywacji. Rekultywacja gruntów poeksploatacyjnych węgla brunatnego spowodowała wzrost zawartości węgla organicznego w glebie. Poza tym obserwowana ujemna





emisja netto CO₂ (NCER) i oddychanie gleby (Ce) w obu rekultywowanych glebach pogórnicznych wskazują na przeważanie pochłaniania CO₂ węgla z atmosfery nad jego uwalnianiem z gleby. Autorka wykazała, że zastosowanie osadów ściekowych w procesie rekultywacji terenów pokopalnianych prowadzi do obniżenia stężenia metali ciężkich w glebie już na początkowych etapach rekultywacji, co pozwala ograniczyć jej toksyczność. Ponadto zauważyła wpływ materii organicznej na stężenie metali w obu badanych glebach. Doktorantka obserwowała wpływ rekultywacji gleb poeksploatacyjnych na skład populacji drobnoustrojów w glebie. Dominującą grupą na obu badanych terenach były bakterie mezofilowe, a najmniejszą bakterie termofilne. Trzeci etap badań jest analizą zmian zachodzących w glebie poddawanej rekultywacji na różnym stopniu jej zaawansowania na dwóch głębokościach gleby (0-15 cm oraz 15-30 cm). Poza tym Autorka zaproponowała model oceny stabilizacji pionowej węgla organicznego w rekultywowanych glebach pokopalnianych.

Merytoryczną część rozprawy zamyka rozdział *Wnioski*.

Pracę kończy rozdział *Literatura* obejmujący 236 pozycji literaturowych, z czego 224 zostało opublikowanych w ostatnich dziesięciu latach, przedstawionych w porządku alfabetycznym (w tym tylko 2 pozycje polskojęzyczne poza polskimi normami i ustawami), *Spis rysunków* i *Spis tabel*.

5. Ocena merytoryczna

Przedmiotem badań, będących podstawą przygotowania rozprawy doktorskiej mgr inż. Anety Kowalskiej, była analiza dwóch metod rekultywacji gleb pokopalnianych w odniesieniu do sekwestracji węgla. Badania prowadzono na terenach poeksploatacyjnych kopalni wapienia, gdzie zastosowano rekultywację z nasypem i kopalni węgla brunatnego, gdzie prowadzono rekultywację z zastosowaniem osadów ściekowych.

Wysoko oceniam wybór przedmiotu badań, kompleksowe podejście do problemu ograniczenia śladu węglowego kopalń odkrywkowych i jego negatywnego wpływu na zmiany klimatu. Należy podkreślić, że tytuł pracy, jej cele oraz hipotezy badawcze zostały poprawnie sformułowane, a wyszczególnione przez Autorkę na stronie 37 prace badawcze, stanowiące zakres pracy umożliwiły realizację wskazanych przez Doktorantkę celów.





Przegląd literatury stanowi logiczne wprowadzenie do zagadnień będących przedmiotem pracy.

W rozdziale *Materialy i metodyka badań* w sposób szczegółowych podano charakterystykę badanych gleb pokopalnianych, omówiono zastosowane metody rekultywacji, sposób podziału na stanowiska badawcze, metodykę poboru próbek oraz procedury prowadzenia analiz respiracji gleby *in-situ* i *ex-situ* oraz analiz statystycznych uzyskanych wyników. Dobór metod badawczych oceniam jako właściwy i wystarczający do realizacji celów pracy.

Doktorantka wykazała istotną rolę rekultywacji obszarów pokopalnianych w ograniczaniu negatywnych zmian klimatu i obniżaniu globalnego ocieplenia. Obie prezentowane metody rekultywacji gleb poeksploatacyjnych zapewniają poprawę zawartości w nich składników pokarmowych. W obu rekultywowanych glebach pogórnicznych uzyskane ujemne wartości emisji netto CO₂ (NCER) i oddychania gleby (Ce) wskazują na przeważanie pochłaniania dwutlenku węgla z atmosfery nad jego uwalnianiem z gleby. Zastosowanie osadów ściekowych do rekultywacji gleb pokopalnianych wpływa na lepszą stabilność sekwestrowanego węgla organicznego w glebie (SOC) w głębi gruntu w porównaniu z poeksploatacyjnymi gruntami wapiennymi rekultywowanymi nasypem. Ponadto rekultywacja z wykorzystaniem osadów ściekowych prowadzi do zwiększenia liczebności mikroorganizmów. Zaproponowany przez Autorkę model wskaźnika pionowej stabilności węgla organicznego w glebie (SOC) dla rekultywowanych gleb pokopalnianych może być pomocny przy podejmowaniu decyzji dotyczących łagodzenia zmian klimatycznych, obniżania śladu węglowego kopalń, a także efektywności rekultywacji gleby.

Dyskusja zaprezentowana przez Doktorantkę jest poprawna i poparta argumentami bazującymi na najnowszych wynikach prezentowanych w literaturze przedmiotu. *Wnioski* zawierają wykaz najistotniejszych osiągnięć pracy.

Równoległe z pozytywną oceną pracy nasuwają się następujące pytania:

1. Czy rodzaj kopaliny (wapień, węgiel brunatny) może mieć wpływ na proces sekwestracji węgla?





2. Czy o zwiększonej sekwestracji węgla w glebie (w wyniku zastosowania metody rekultywacji z wykorzystaniem osadów ściekowych) zdecydowało wyłącznie zastosowanie osadów ściekowych? Czy nie miał znaczenia rodzaj materiału zastosowanego do zasypania wyrobiska i przykrycia wierzchniej warstwy gleby?
3. Jakie mogło mieć znaczenie, że na obszarach poeksploatacyjnych w kopalni wapienia do rekultywacji użyto materiału z nasypów, gdzie dominowały piaski gliniaste i ubogie, suche gleby wymagające nawożenia organicznego, a w przypadku obszarów poeksploatacyjnych w kopalni węgla brunatnego, gleby wykształcone na podłożu piaszczystym – biellicowe i pseudobiellicowe?
4. Która z gleb pokopalnianych skuteczniej wpływała na ograniczenie stężenia CO₂ w atmosferze?
5. Czy nie lepiej byłoby używać wyrażenia „zasekwestrowany węgiel” a nie „zsekwestrowany węgiel”?

Podsumowując ocenę merytoryczną pracy stwierdzam, że uwagi zamieszczone powyżej nie wpływają na ogólną, pozytywną opinię rozprawy doktorskiej mgr inż. Anety Kowalskiej. Dysertacja zawiera obszerny materiał eksperymentalny, uporządkowany i zaprezentowany w sposób zrozumiały. Należy podkreślić duży nakład pracy i czasu związany z przeprowadzeniem badań, a także ich aplikacyjny charakter.

6. Uwagi szczegółowe

Praca jest dość starannie przygotowana pod względem redakcyjnym, jednak Autorka nie ustrzegła się pewnych błędów. Występują błędy interpunkcyjne: zgodnie ze *Słownikiem interpunkcyjnym języka polskiego* nie zaleca się stawiania przecinków po modulancjach takich jak *ponadto*, *poza tym*, *dodatkowo*, *oprócz tego* (z wyjątkiem wyrażenia *co więcej*), chyba że bezpośrednio po tym modulancie pojawia się zdanie lub wyrażenie wtrącone, które rozpoczynamy i kończymy przecinkami (np. str. 13, 17, 18, 25, 28, 38, 52, 65, 67, 70, 83, 85, 86, 95, 99, 101). Poza tym nie stawia się przecinka przed *oraz* (str. 13, 41, 62, 69, 79) i przed *albo* (str. 18).

Jeśli wskazujemy między rzeczami podobieństwa oraz różnice, to *porównujemy coś z czymś*. Jeśli natomiast pokazujemy podobieństwa między rzeczami, to *porównujemy coś do*





czegoś. Dlatego według mnie na stronie 50, 56, 57, 59, 61, 62, 69, 75, 77, 83, 85, 86, 94, 99, 100 powinno być użyte sformułowanie „porównanie coś z czymś” zamiast „porównanie coś do czegoś”.

Autorka nie ustrzegła się także błędów językowych i stylistycznych, które wpływają na czytelność przekazu np.: „Niższy stosunek C/N odnotowano w przypadku zalesienia użytków zielonych (9,68), a jeszcze niższy w przypadku zalesienia użytków zielonych (7,72)” (str. 75), „Bakterie termofilne były najmniejszą liczbą dla każdej badanej gleby” (str. 76), „Liczebność grzybów wyraźnej tendencji w pierwszym pobraniu próbek w wapiennej glebie poeksploatacyjnej” (str. 77).

Prace naukowe pisze się stosując formy bezosobowe, nie powinno się pisać w pierwszej osobie tak jak to zrobiła Doktorantka na stronie 33 – „mamy”, str. 64 – „zauważyliśmy”, str. 69, 77, 80, 83 i 107 – „zaobserwowaliśmy”.

Moim zdaniem cztery pozycje literaturowe ze spisu literatury nie zostały zacytowane w tekście pracy: Dutta i in. (2019), Nissim i in. (2018), Qiu i in. (2021) oraz Wu i in. (2019). Trzy pozycje literaturowe w spisie literatury zostały umieszczone dwukrotnie: Feng i in. (2019), Kacprzak i in. (2017) i Placek i in. (2017). Poza tym, jeżeli kilka wykorzystywanych w pracy publikacji ma autorów o tym samym nazwisku i ten sam rok wydania, wówczas rozróżnia się je za pomocą pierwszych liter imion autorów i w pracy powinno być wyraźnie zaznaczone na pracę którego Yan i wsp. Doktorantka się powołuje (Yan C. i in., 2020; Yan J. i in., 2020; Yan M. i in., 2020). Taką samą zasadę należałoby przyjąć w przypadku prac Zhang i wsp.

Pozostałe uwagi:

- do badań pobiera się „próbki” a nie „próby” – str. 77, 84.,
- wyrażenia: „azot całkowity” i „fosfor całkowity” powinny zostać zastąpione obowiązującymi w Polsce terminami: azot ogólny i fosfor ogólny – str.: 42, 43, 51.
- pozycji literaturowej (Duan i in., 2022) cytowanej na stronie 24 nie ma w spisie literatury,
- na stronie 13 powinno być (*Adeyemo* i in., 2019) a nie (*Adayemo* i in., 2019), str. 89 (*Abdallh* i in., 2020) a nie (*Abdahll* i in., 2020), na str. 31 i 33 (*Joshua* i in., 2021) a nie (*Joshue* i in., 2021), str. 25 (*Mannina* i in., 2023) a nie (*Manina* i in., 2023), str. 87 (*Piotrowska-Długosz* i in., 2022) a nie (*Piotrkowska-Długosz* i in., 2022), str. 101





(Sarkar i in., 2021) a nie (Sakar i in., 2021), str. 15 (Ferreira i in., 2022) a nie (Ferriera i in., 2022), na str. 16 chyba powinno być (Mohsin i in., 2021) a nie (Mohsin i in., 2019), na str. 12 (Mühlbachová i in., 2022) a nie (Mühlbachová i in., 2021), str. 89. (Muyen i Wrigley, 2016) a nie (Muyen i Wrigley, 2019), str. 19 i 24 (Shrestha i Lal, 2006) a nie (Shrestha i Lal, 2004), str. 65 (Sopialena i in., 2017) a nie (Sopialena i in., 2018), str. 17 (Yang i in., 2019) a nie (Yang et al., 2016), str. 24 (Zhao i in., 2021) a nie (Zhao i in., 2019), str. 20 (Feng i in., 2019), a nie (Feng i in., 2016) oraz str. 69 (Feng i in., 2019) a nie (Feng i in., 2017).

- błędy w numeracji podrozdziałów: brak podrozdziału 5.5.

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi wartościowe opracowanie naukowe, a wyniki badań w sposób znaczący poszerzają stan wiedzy dotyczącej sposobów intensyfikacji sekwestracji węgla w glebie.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Anety Kowalskiej pt.: „Analiza wybranych technologii rekultywacji gleb pokopalnianych w aspekcie sekwestracji węgla” spełnia warunki wynikające z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.). Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Doktorantka wykazała się wiedzą teoretyczną w zakresie dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Wniosuję zatem do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, górnictwo i energetyka na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej o **dopuszczenie mgr inż. Anety Kowalskiej do dalszych etapów postępowania kwalifikacyjnego o nadanie stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.**

Joanna Rodziewicz

dr hab. inż. Joanna Rodziewicz, prof. uczelni

