



UNIwersytet  
WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

WYDZIAŁ GEOINŻYNIERII

INSTYTUT INŻYNIERII I OCHRONY ŚRODOWISKA  
KATEDRA INŻYNIERII ŚRODOWISKA

prof. dr hab. inż. Wojciech Janczukowicz  
Katedra Inżynierii Środowiska  
Wydział Geoinżynierii  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
w Olsztynie

Olsztyn, dnia 02.01.2024 r.

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Kowalika**  
**pt.: „Model specjacyjny w analizie ryzyka translokacji metali ciężkich w osadach ściekowych”**

### 1. Podstawy formalne sporządzenia recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Kowalika przygotowana została na zlecenie Zastępcy Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w Politechnice Świętokrzyskiej, Pana dr. hab. inż. Łukasza Ormana, prof. PŚk (pismo IAA-002-12/2023 z dnia 30 października 2023 r.), na podstawie przedłożonego maszynopisu pracy - mgr inż. Robert Kowalik, „Model specjacyjny w analizie ryzyka translokacji metali ciężkich w osadach ściekowych”, Wydział Inżynierii Środowiska, Geodezji i Energetyki Odnawialnej Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2023.

### 2. Informacje ogólne

Pan mgr inż. Robert Kowalik ukończył studia magisterskie na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geodezji i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej, na kierunku inżynieria środowiska i obronił 12.07.2017 r. pracę magisterską pt.: „Projekt koncepcyjny przebudowy osadnika Imhoffa na reaktor ABR, na przykładzie oczyszczalni ścieków w Pińczowie”. Doktorant jest współautorem 33 publikacji naukowych, w tym artykułów opublikowanych w wysoko punktowanych czasopismach naukowych takich jak Materials (140 pkt), Desalination



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



and water treatment (100 pkt), Water (100 pkt.), Applied Sciences (100 pkt.) i Membranes (100 pkt.). Sumaryczna liczba punktów MNiSW i MEN wynosi 1970, z uwzględnieniem współautorstwa -768, sumaryczny IF - 49,324, liczba cytowań (według Web of Science Core Collection) 81 (bez autocytowań 72), indeks Hirscha (według Web of Science Core Collection) 3. Mgr inż. Robert Kowalik w 2023 r. w ramach Programu Erasmus+ odbył dwutygodniową praktykę w Technical University of Kosice (Słowacja). Doktorant jest aktywnym uczestnikiem międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych oraz szkoleń. Wykonał 11 recenzji artykułów dla Applied Sciences, Sustainability, International Journal of Environmental Research and Public Health. Od 2019 r. jest członkiem Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział w Kielcach.

Mgr inż. Robert Kowalik nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora.

### 3. Ocena trafności wyboru tematyki pracy

Osady ściekowe są produktem ubocznym oczyszczania ścieków komunalnych, które mogą być zagospodarowywane w procesie składowania, spalania lub wykorzystania przyrodniczego, w tym rolniczego. Osady o wysokich wartościach nawozowych mogą być stosowane w rolnictwie jako nawóz organiczny, jeśli zawarte w nich mikrozanieczyszczenia nie będą negatywnie wpływać na środowisko glebowe. Głównym źródłem metali ciężkich w osadach powstających na oczyszczalniach są ścieki przemysłowe. Metale w ilościach śladowych są niezbędne do życia roślin i zwierząt, a w wyższych stężeniach są toksyczne, rakotwórcze oraz biokumulują się w organizmach. Toksyczność metali ciężkich zależy przede wszystkim od formy mobilności w jakiej występują a nie od całkowitej ich zawartości w osadach.

W związku z rozbudową infrastruktury do odprowadzania i oczyszczania ścieków, ilość powstających osadów ściekowych stale się zwiększa, dlatego zasadne jest podjęcie badań nad opracowaniem narzędzi umożliwiających określenie form mobilności metali ciężkich w osadach ściekowych i następnie ich rolnicze wykorzystanie.

W tym kontekście tematyka rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Kowalika wpisuje się w nurt badań dotyczących możliwości przyrodniczego wykorzystania komunalnych osadów





ściekowych. W mojej ocenie problematyka pracy jest aktualna i istotna z punktu widzenia inżynierii środowiska.

#### 4. Ocena struktury pracy

Recenzowana praca doktorska liczy 159 stron i zawiera 83 rysunki oraz 10 tabel. Bibliografia obejmuje 234 pozycje literaturowe. W dysertacji brakuje streszczenia w języku polskim i angielskim. Rozprawę rozpoczyna spis treści. We *Wstępie* Doktorant wyjaśnia przyczyny podjęcia badań będących tematem rozprawy. Rozdziały 2-5 są teoretycznym wprowadzeniem do tematyki rozprawy doktorskiej i dotyczą osadów ściekowych, metali w nich występujących oraz wskaźników stosowanych do określenia stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi. Rozdziały 6-11 to część aplikacyjna rozprawy obejmująca omówienie obiektów, w których pobierano próbki osadów ściekowych, cele naukowe i utylitarne oraz hipotezy badawcze postawione w pracy, wyniki badań analizy sekwencyjnej metali ciężkich w osadach ściekowych, wartości obliczonych wskaźników ryzyka, model sieci Bayesa oraz podsumowanie i wnioski. Pracę zamyka bibliografia, 21 załączników w formie tabel, spis rysunków oraz spis tabel.

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

Rozdział 1 – *Wstęp* to sześciostronicowe wprowadzenie do tematu pracy, w którym Autor przybliży zagadnienia związane z zagospodarowaniem osadów ściekowych. Na stronie 2 Autor powołuje się na Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 6 lutego 2015 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych – pozycja [9] w *Bibliografii*, na tę samą pozycję powołuje się na stronie 3, nadając jej już numer [14] (choć [14] to artykuł Ociepy i wsp.). W *Bibliografii* rozporządzenie to figuruje po numerem [15] i jest zapisane w języku angielskim.

Rozdział 2 składa się z czterech podrozdziałów, w których Doktorant przedstawił charakterystykę ilościową i jakościową osadów ściekowych, sposoby ich przeróbki oraz omówił zagadnienia prawne regulujące gospodarkę osadami ściekowymi i ich wykorzystanie do produkcji nawozów. W podrozdziale 2.4 Autor powołuje się na dyrektywy europejskie, ustawy i rozporządzenia polskie, których nie zestawia w *Bibliografii*. W rozdziale 3, w dwóch podrozdziałach, zostały omówione metale ciężkie, ich toksyczność oraz stosowane metody





remediacji gleb skażonych metalami ciężkimi. Doktorant w kolejnym rozdziale scharakteryzował czynniki fizykochemiczne wpływające na mobilność metali ciężkich oraz metodę ekstrakcji sekwencyjnej do oznaczania metali ciężkich w osadach ściekowych. Rozdział 5 składa się z sześciu podrozdziałów, w których zostały scharakteryzowane wskaźniki wykorzystywane do określania stopnia zanieczyszczenia gleby w tym autorski wskaźnik środowiskowego czynnika ryzyka (ERD).

Rozdział 6 to omówienie oczyszczalni ścieków, w których pobierano próbki osadów ściekowych. Obiekty wybierano ze względu na wielkość oczyszczalni ścieków i technologię oczyszczania ścieków.

W rozdziale 7 – *Problem, cel pracy oraz hipoteza badawcza* – Doktorant postawił cele użytkowe będące odpowiedziami na pytania:

- „*W jaki sposób technologia oczyszczania ścieków, sposób przeróbki osadu oraz wielkość oczyszczalni wpływa na możliwość przyrodniczego i rolniczego wykorzystania osadów ściekowych.*”
- „*Jaki jest wpływ pory roku na całkowitą zawartość metali ciężkich w osadach ściekowych oraz formy mobilności w jakiej występują.*”

Głównym celem naukowym jest:

- „*Opracowanie wskaźnika ryzyka przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych opierającego się na mobilności metali ciężkich.*”
- „*Opracowanie modelu Bayesa z wykorzystaniem programu GENiE 3.0 do symulowania ryzyka przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych.*”

Dodatkowo sformułował trzy hipotezy badawcze:

- „*Osady pobrane z oczyszczalni pracujących w systemach MBR wykazują niższy stopień mobilności w stosunku do pozostałych technologii.*”
- „*Osady pobrane w sezonie letnim charakteryzuje wyższa zawartość metali we frakcjach mobilnych w odróżnieniu do osadów pobranych w sezonie zimowym.*”
- „*Osady ściekowe pobrane z dużych oczyszczalni ( $RLM > 15000$ ), charakteryzują się niższym poziomem mobilności metali ciężkich.*”





Rozdział 8 składa się z dwóch podrozdziałów i przedstawia wyniki ekstrakcji sekwencyjnej metali ciężkich w osadach ściekowych pobranych z 14 analizowanych oczyszczalni ścieków. W podrozdziale drugim opisane zostały badania wpływu pory roku na mobilność metali ciężkich w dwóch wybranych oczyszczalniach ścieków. Próbki do badań pobierano w styczniu, maju, sierpniu i listopadzie.

Rozdział 9 stanowi omówienie uzyskanych wartości sześciu analizowanych wskaźników ryzyka zanieczyszczenia osadów ściekowych metalami ciężkimi – wskaźnika geoakumulacji (Igeo), wskaźnika potencjalnego ryzyka ekologicznego (PERI), kodu oceny ryzyka (RAC), ekologicznego czynnika ryzyka (ERF), współczynnika indywidualnego skażenia (ICF) oraz środowiskowego czynnika ryzyka (ERD).

Część aplikacyjną pracy stanowi rozdział 10, w którym Autor przedstawił opracowanie matematycznego modelu Bayesa. Model ten umożliwia zmniejszenie liczby wykonywanych badań mobilności metali ciężkich w osadach, które należy wykonać metodą BCR. Opracowany model umożliwia określenie zawartości metali ciężkich w poszczególnych frakcjach i w konsekwencji określenie wartości wskaźnika ERD. Zmiennymi przyjętymi w modelowaniu są wielkość oczyszczalni ścieków, pora roku, w jakiej pobierane są próbki osadów, technologia oczyszczania ścieków, pH osadów oraz sposób ich stabilizacji. Zastosowanie opracowanego modelu w potencjalnej oczyszczalni ścieków umożliwia określenie wartości wskaźnika ERD i na tej podstawie możliwości przyrodniczego wykorzystania osadów.

Merytoryczną część rozprawy zamyka rozdział 11 *Podsumowanie i wnioski*.

Pracę kończy rozdział *Bibliografia* obejmujący 234 pozycje literaturowe, z czego 71 zostało opublikowanych w ostatnich dziesięciu latach, zestawionych w kolejności cytowania, *Załączniki*, *Spis rysunków* i *Spis tabel*. W Bibliografii niektóre pozycje literaturowe są zapisane dwukrotnie. Na przykład pozycja [3] i [50], [9] i [15], [48] i [194], [44] i [192], [55] i [183] to te same publikacje.

## 5. Ocena merytoryczna

Przedmiotem badań, będących podstawą przygotowania rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Kowalika, było opracowanie wskaźnika ryzyka przyrodniczego wykorzystania osadów





UNIwersytet  
WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

WYDZIAŁ GEOINŻYNIERII

INSTYTUT INŻYNIERII I OCHRONY ŚRODOWISKA  
KATEDRA INŻYNIERII ŚRODOWISKA

ściekowych na podstawie mobilności metali ciężkich w osadach oraz modelu Bayesa do symulowania ryzyka przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych.

Doceniam wybór przedmiotu badań, kompleksowe podejście do problemu zwiększenia możliwości przyrodniczego zagospodarowania osadów ściekowych. Należy podkreślić, że tytuł pracy, jej cele oraz hipotezy badawcze zostały poprawnie sformułowane.

Przegląd literatury stanowi logiczne wprowadzenie do zagadnień będących przedmiotem pracy.

Rozdział 5 i 6 dotyczą przyjętej przez Autora metodyki badań. W rozdziale *Wskaźniki ryzyka zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi* Doktorant szczegółowo opisał wskaźniki zanieczyszczeń, które wykorzystał do oceny zanieczyszczenia osadów metalami ciężkimi. W rozdziale *Charakterystyka obiektów poboru próbek osadów ściekowych* zostały omówione technologie oczyszczania ścieków w przyjętych do badań oczyszczalniach ścieków oraz scharakteryzowane oczyszczalnie na których pobierano osady do badań. Dobór metod badawczych oceniam jako właściwy i wystarczający do realizacji celów pracy.

Doktorant wykazał, że przyjmowanie łącznej zawartości metali ciężkich w osadach jako kryterium oceny przydatności osadów do ich przyrodniczego wykorzystania jest obarczone błędem, bo toksyczność metali ciężkich zależy od ich formy specyficjnej. Analiza sekwencyjna wykazała, że w badanych osadach metale ciężkie występowały we wszystkich frakcjach, przy czym w większości przypadków głównie we frakcjach stabilnych FIII i FIV. Osady ściekowe powstające w oczyszczalniach z technologią membranową charakteryzowały się wyższymi stężeniami metali ciężkich, przy czym większość z nich występowała we frakcjach stabilnych. Osady ściekowe z oczyszczalni pracujących w technologii osadu czynnego wykazywały najmniejszą skłonność do migracji metali a osady z oczyszczalni SBR największą. Doktorant wykazał zależność między zwiększoną zawartością miedzi, ołowiu, kadmu i cynku a okresem jesiennym. Zwiększone zawartości chromu obserwował w okresie zimowym, najmniejsze w jesiennym. Poza tym w okresie wiosennym metale ciężkie najczęściej występowały w formach mobilnych, a w okresie zimowym we frakcjach stabilnych. Badania wykazały również zależność mobilności metali ciężkich od wielkości oczyszczalni ścieków. Osady ściekowe z mniejszych oczyszczalni ścieków charakteryzowały się mniejszą zawartością metali ciężkich w porównaniu z osadami z większych oczyszczalni, ale częściej występowały w formach



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



mobilnych. Natomiast sposób stabilizacji osadów i odczyn nie miały statystycznie istotnego wpływu na zawartość i mobilność metali w osadach. Uzyskane wyniki wykazały przekroczenia poziomu średniego ryzyka zanieczyszczenia metalami ciężkimi osadów ściekowych ze wszystkich badanych oczyszczalni ścieków, określonymi na podstawie wartości wskaźników nieuwzględniających mobilność metali ciężkich (Igeo i PERI). Natomiast otrzymane wartości wskaźnika ERD (uwzględniającego mobilność metali) wskazują, że osady ściekowe z siedmiu oczyszczalni ścieków można uznać za niewpływające negatywnie na środowisko. W rozdziale tym występuje kilka nieścisłości. Moim zdaniem na stronie 97, zgodnie z rys. 9.12, powinno być napisane: „Dla oczyszczalni ścieków O11, żaden z metali...” a nie „Dla oczyszczalni ścieków O12...”. Na stronie 98, zgodnie ze wzorem (6) na stronie 49, powinno być: „Wskaźnik ERF wykorzystuje stosunek...” a nie „Wskaźnik ERF wykorzystuje różnicę...”. Podobnie na stronie 101, zgodnie ze wzorem (5) na stronie 48, powinno być: „Współczynnik indywidualnego skażenia (ICF) uwzględnia stosunek...” a nie „Współczynnik indywidualnego skażenia (ICF) uwzględnia różnicę...”. Na stronie 105, zgodnie z rys. 9.21, powinno być: „Dla cynku zarejestrowano średnie ryzyko dla osadów z oczyszczalni O1” a nie „Dla cynku zarejestrowano średnie ryzyko dla osadów z oczyszczalni O2”. Na stronie 110, zgodnie z tabelą 9.1 i rysunkami 9.21-9.24, powinno być „Osady pobrane, aż z 7 oczyszczalni...” a nie „Osady pobrane, aż z 6 oczyszczalni...”

Opracowany przez Autora nowy wskaźnik, Środowiskowy czynnik ryzyka, zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi (ERD), który uwzględnia zawartość metali ciężkich we frakcjach od FI do FIII i wprowadza stopnie wagowe dla każdej z tych frakcji, może stanowić narzędzie do oceny przydatności osadów ściekowych jako nawozu w procesie ich przyrodniczego zagospodarowania. Przedstawiony przez Doktoranta model Bayesa, do przewidywania zawartości metali ciężkich w poszczególnych frakcjach, pozwala na określenie możliwości przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych i jednocześnie umożliwia zmniejszenie liczby badań laboratoryjnych osadów ściekowych. Opracowanie modelu Bayesa i wskaźnika ERD uważam za najważniejszą część pracy. Model i wskaźnik mogą być narzędziem umożliwiającym taką modyfikację pracy oczyszczalni ścieków by otrzymywać osady ściekowe spełniające wymagania związane z ich przyrodniczym wykorzystaniem.

*Podsumowanie i wnioski zawierają wykaz najistotniejszych osiągnięć pracy.*





Równoległe z pozytywną oceną pracy nasuwają się następujące pytania:

1. Na jakiej podstawie postawiono hipotezy badawcze?
2. Czym się kierowano przyjmując, w odniesieniu do wartości frakcji FII i FIII, że będą one podniesione w równaniu (8) do drugiej i trzeciej potęgi?
3. Jak można wyjaśnić zwiększoną zawartość metali ciężkich w osadach pochodzących z oczyszczalni ścieków pracujących w technologii membranowej?
4. Dlaczego do badań wpływu pory roku na mobilność metali ciężkich wybrano dwie oczyszczalnie ścieków, z których jedna pracowała w technologii membranowej a druga osadu czynnego a pominięto oczyszczalnie SBR i ze złożem biologicznym?
5. Co mogło spowodować zwiększoną zawartością miedzi, ołowiu, kadmu i cynku w okresie jesiennym?
6. Co może decydować o niższej ogólnej zawartości metali w osadach pochodzących z mniejszych oczyszczalni ścieków i o wyższej ogólnej zawartości metali w osadach pochodzących z dużych oczyszczalni (o wysokim RLM)?

Podsumowując ocenę merytoryczną pracy stwierdzam, że uwagi zamieszczone powyżej nie wpływają na ogólną, pozytywną opinię rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Kowalika. Dysertacja zawiera obszerny materiał badawczy, 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 nie dość starannie przygotowana pod względem redakcyjnym i Autor nie ustrzegł się pewnych błędów. W pracy występuje bardzo duża liczba błędów gramatycznych i stylistycznych, które wpływają na czytelność tekstu np.: „Jednym z kryteriów, które decydują...” (str. 2), „gdzie następuje wzrost stężenia substancji zanieczyszczającej ze środowiska do pierwszego konsumenta...” (str. 20), „W zależności od dawki i długości ekspozycji, jako czynnik immunotoksyczny i rakotwórczy,.... (str. 29), „W tabeli 4.2 zaprezentowanie porównanie wszystkich metod stosowanych.....” (str. 42) itp.







Poza tym w bierniku liczby pojedynczej rzeczowników rodzaju żeńskiego oraz w mianowniku i bierniku pewnej grupy rzeczowników rodzaju nijakiego w liczbie pojedynczej zawsze należy pisać *ę* a nie *e*, czyli powinno być „klasyfikację” a nie „klasyfikacje” (str. 19), „reakcję” a nie „reakcje” (str. 24).

Występują błędy interpunkcyjne: zgodnie ze Słownikiem interpunkcyjnym języka polskiego nie zaleca się stawiania przecinków po modulantach takich jak *ponadto*, poza tym, dodatkowo, oprócz tego, z kolei (z wyjątkiem wyrażenia *co więcej*), chyba że bezpośrednio po tym modulancie pojawia się zdanie lub wyrażenie wtrącone, które rozpoczynamy i kończymy przecinkami (np. str. 6, 18, 20, 40, 59, 110).

Występują błędy ortograficzne: *nie* z imiesłowami przymiotnikowymi czynnymi i biernymi pisze się razem, w pracy jest oddzielnie: powinno być „niewpływające” a nie „nie wpływające” – strona 109; według zasad języka polskiego partykułę *nie* w połączeniu z przymiotnikami w stopniu równym zapisuje się zawsze łącznie, czyli na str. 4 powinno być „nierolne” a nie „nie rolne”, „niebiodegradowalnym” a nie „nie biodegradowalnym” (str. 27) wszystkie przedrostki pisze się łącznie z wyrazami pospolitymi, czyli na str. 23 powinno być „międzyfazowe” a nie „między fazowe”. Wyrażenie „okres czasu” jest pleonazmem, czyli konstrukcją, która niepotrzebnie kilka razy przekazuje tę samą treść, czyli na stronie 27 powinno być „przez długi okres” lub „przez długi czas” a nie „przez długi okres czasu”.

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 5, 49, 90 i dwukrotnie na stronie 126 powinno być użyte sformułowanie „porównanie coś z czymś” zamiast „porównanie coś do czegoś”.

Prace naukowe pisze się stosując formy bezosobowe, nie powinno się pisać w pierwszej osobie tak jak to zrobił Doktorant na stronie 1 – „obserwujemy”, str. 52 – „wyróżniamy”.

W pracach naukowych do wszystkich umieszczonych tabel i rysunków należy się odwołać w tekście. W pracy brak odwołania do rysunków 2.2 – 2.5 i rysunku 6.2 oraz 6.4.

Za niefortunne uważam użycie wyrażenia „wylimitowanie osadów ściekowych” (str. 1), „eliminacji większości zanieczyszczeń” (str. 53) ponieważ słowo eliminacja oznacza usunięcie „do zera”





Pozostałe uwagi:

- na str. 49 użyto skrótu ERD w odniesieniu do „Środowiskowego czynnika ryzyka” bez wyjaśnienia od jakich słów w języku angielskim pochodzi,
- na str. 52 powinno być „na rysunku 6.1” a nie „na rysunku 1”,
- na str. 52 Doktorant pisząc o złożach biologicznych stwierdził, że: „..ta metoda ...wymaga wysokich nakładów konserwacji i eksploatacji, głównie ze względu na zużycie energii elektrycznej”. Nie mogę się zgodzić z takim sformułowaniem,
- zamiast „fizyko-chemicznych” powinno być „fizykochemicznych” – str. 6, 41,
- wyrażenia „zawiesiny ogólnej” i „zawiesiny lotnej” powinny być zastąpione terminami „zawiesin ogólnych” i „zawiesin lotnych” – strona 58,
- na str. 58 Doktorant napisał: „...na membranie tworzy się osad czynny...”. Termin „osad czynny” nie powinien być tu użyty, ponieważ to nazwa powszechnie stosowanej technologii oczyszczania ścieków,
- nazwy województw pisze się małą literą niezależnie od tego, czy występują one z rzeczownikiem województwo, czy bez niego, dlatego na stronie 60 powinno być „województwa świętokrzyskiego” a nie „województwa Świętokrzyskiego”,
- na str. 60, na początku podrozdziału 6.2 znalazło się zdanie dotyczące „Celu badań...”,
- na str. 63 w Tabeli 6.1 powinny znaleźć się informacje o technologii oczyszczania zastosowanej w obiektach O1-O7.
- moim zdaniem tytuł rozdziału 9 powinien brzmieć „Wskaźniki ryzyka zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi” a podrozdziału 9.7 „Podsumowanie wartości wskaźników”,
- na stronie 126, w pierwszym wniosku nie znalazły się informacje o osadach pochodzących z oczyszczalni ze złożami biologicznymi.

## 7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi wartościowe opracowanie naukowe, a wyniki badań w sposób znaczący poszerzają stan wiedzy na temat możliwości wykorzystania zjawiska mobilności metali ciężkich do oceny przydatności osadów ściekowych w procesie ich przyrodniczego zagospodarowania.





UNIWERSYTET  
WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE

WYDZIAŁ GEOINŻYNIERII

INSTYTUT INŻYNIERII I OCHRONY ŚRODOWISKA  
KATEDRA INŻYNIERII ŚRODOWISKA

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Roberta Kowalika pt.: „Model specyjalny w analizie ryzyka translokacji metali ciężkich w osadach ściekowych” 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 Doktorant wykazał 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 w Politechnice Świętokrzyskiej ***o dopuszczenie mgr. inż. Roberta Kowalika do dalszych etapów postępowania kwalifikacyjnego o nadanie stopnia naukowego doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.***

prof. dr hab. inż. Wojciech Janczukowicz



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