

Dr hab. inż. Bożena Mrowiec, prof. ATH

Bielsko-Biała, 23.06.2020r.

Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska

Wydział Inżynierii Materiałów, Budownictwa i Środowiska

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

43-300 Bielsko-Biała, ul. Willowa 2

E-mail: bmrowiec@ath.bielsko.pl

ADMINISTRACJA

Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki

Wpłynęło dnia 24 CZE. 2020

Nr 774 szt.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr Gabrieli Zemełki

pt.:

**„Analiza źródeł zanieczyszczenia zawiesiny na przykładzie dopływów
Zbiornika Dobczyckiego z zastosowaniem metody znaczników
geochemicznych (*sediment fingerprints*)”**

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję przygotowano na podstawie pisma Ś0-520-651/20.RKP Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej dr hab. inż. Stanisława M. Rybickiego, Prof. PK z dnia 20 maja 2020r.

2. Przedmiot recenzji i zawartość rozprawy

Przedmiot recenzji stanowi rozprawa doktorska mgr Gabrieli Zemełki pt.: „Analiza źródeł zanieczyszczenia zawiesiny na przykładzie dopływów Zbiornika Dobczyckiego z zastosowaniem metody znaczników geochemicznych (*sediment fingerprints*)”. Praca została wykonana pod opieką Pani dr hab. inż. Ewy Szalińskiej van Overdijk, prof. AGH na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej w Krakowie. Promotorem pomocniczym jest Pani dr inż. Małgorzata Kryłów.

Recenzowana rozprawa stanowi pracę o charakterze studialnym, przygotowaną w klasycznej formie z podziałem na 9 rozdziałów z podrozdziałami, obejmującymi: *Wstęp* (rozdz. 1), *Cel i zakres pracy* (rozdz. 2), *Teren badań* (rozdz. 3), *Przedmiot badań* (rozdz. 4), *Metodykę badań* (rozdz. 5), *Wyniki badań* (rozdz. 6), *Dyskusję wyników badań* (rozdz. 7), *Podsumowanie i wnioski* (rozdz. 8) oraz *Kierunki dalszych badań* (rozdz. 9). Ponadto praca zawiera słownik

stosowanych w tekście terminów, załączniki stanowiące zestawienie uzyskanych wyników badań, wykaz cytowanej literatury oraz streszczenie pracy w języku polskim i angielskim.

Rozdział 1 **Wstęp** w ogólny i zwięzły sposób prezentuje podjętą w pracy problematykę charakterystyki jakościowej zawiesiny unoszonej oraz zagadnienia, które decydują o stopniu jej zanieczyszczenia. Podkreśla istotne znaczenie tego problemu w kontekście jakości wód powierzchniowych, w tym szczególnie ochrony zbiorników wody przeznaczonej do spożycia. W rozdziale tym przybliżono pojęcie metody znaczników geochemicznych (*ang. sediment fingerprinting*), która została wykorzystana w pracy. Rozdział obejmuje 3 strony i opracowany został na podstawie 23 pozycji literaturowych.

W rozdziale 2 **Cel i zakres pracy** sformułowano 4 cele realizacji pracy oraz zaprezentowano dwie hipotezy zweryfikowane na podstawie przeprowadzonych badań. Krótko scharakteryzowano układ i zawartość pracy. Podano również informację, że praca doktorska została realizowana w ramach projektu badawczego „Charakterystyka zawiesiny unoszonej w zlewni zbiornika karpackiego z wykorzystaniem znaczników geochemicznych (*sediment fingerprints*)” finansowanego ze środków NCN.

Rozdział 3 **Teren badań** charakteryzuje obszar wybrany do prowadzenia badań, tj. zlewnię rzeki Raby oraz potoku Wolnica. Wybór tego obszaru do badań był celowy, ze względu na zlokalizowany na Rabie Zbiornik Dobczycki, który stanowi źródło wody pitnej dla aglomeracji krakowskiej. Potok Wolnica jest natomiast największym lewym dopływem Zbiornika Dobczyckiego. W rozdziale tym przedstawiono położenie geograficzne obu analizowanych zlewni, ich budowę geologiczną, typy i gatunki występujących gleb, scharakteryzowano zagadnienia dotyczące hydrologii i hydrogeologii obszaru obu zlewni. W charakterystyce terenu badań uwzględniono również panujący klimat i mikroklimat, występującą roślinność oraz sposób zagospodarowania zlewni jako czynniki decydujące o jakości i ilości transportowanych wód, a co za tym idzie również zawiesiny unoszonej występującej w wodzie. Rozdział obejmuje 14 stron, opracowany został w oparciu o 24 pozycje literaturowe, zawiera 7 rysunków prezentujących położenie geograficzne i omawiane charakterystyczne parametry.

Rozdział 4 **Przedmiot badań** stanowi opis teoretyczny i przegląd literatury w zakresie podjętego tematu badań. Doktorantka wyjaśnia definicje pojęć „rumowisko unoszone” oraz „zawiesina unoszona”, wyjaśnia różnice pomiędzy pojęciami w kontekście jakościowym i ilościowym. Sprecyzowała, że w pracy pod pojęciem „zawiesina unoszona” rozumie się frakcje cząstek stałych poniżej 62,5 μm (przypis 1 str. 19). Scharakteryzowała parametry fizyczne i chemiczne zawiesiny unoszonej, czynniki odpowiedzialne za jej obecność w toni wodnej oraz jej znaczenie w kontekście funkcjonowania ekosystemów wodnych. Podkreśliła problematykę

transportu zanieczyszczeń w zawieszynie unoszonej (4.2.1), w tym szczególnie zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego, np. metali ciężkich, co ma istotne znaczenie w ocenie ekotoksykologicznej środowiska wodnego. W rozdziale tym zaprezentowano również stosowane metody oceny stopnia zanieczyszczenia elementów ekosystemu wodnego takie jak: klasyfikacja LAWA, Sediment Quality Guidelines (SQG), indeks geoakumulacji (Igeo), współczynnik zanieczyszczenia (CF), wskaźnik ładunku zanieczyszczeń (PLI) oraz współczynnik wzbogacenia osadów (EF), które zostały zastosowane również w pracy. Osobny podrozdział *Sediment fingerprinting* (4.4) stanowi charakterystykę metody znaczników geochemicznych i możliwości jej praktycznego wykorzystania, jako sposób do określania źródeł pochodzenia zawiesziny unoszonej, którą Doktorantka rozwinęła w swojej pracy. Rozdział obejmuje 13 stron, opracowany został w oparciu o 89 pozycji literatury, zawiera 1 rysunek i 7 tabel.

Rozdział 5 *Metodyka badań* prezentuje opis realizacji badań. Scharakteryzowano lokalizację miejsc poboru prób i sposób poboru zależnie od rodzaju pobieranego materiału, czas prowadzenia badań oraz liczbę realizowanych serii badawczych. Przedstawiono miejsce prowadzenia badań laboratoryjnych i rodzaje wykonywanych analiz fizyczno-chemicznych z opisem metodyki analitycznej oraz analizę statystyczną w ramach wykorzystywanej metody *sediment fingerprinting*. Ta część pracy zawiera również 7 tabel, 5 rysunków i 1 fotografię, a zawarto ją na 14 stronach.

Rozdział 6 *Wyniki badań* zawiera omówienie i prezentację „skróconych wyników” analizowanych parametrów, tj. wartości minimalne, maksymalne, średnie oraz odchylenie standardowe. Wyniki zostały przedstawione w 11 tabelach i na 10 rysunkach stanowiących wykresy omawianych parametrów. Jak Doktorantka zaznaczyła we wstępie tego rozdziału wszystkie „surowe wyniki” uzyskane w ramach prowadzonych badań zostały zestawione w załącznikach. Rozdział 6 obejmuje 24 strony pracy.

Rozdział 7 *Dyskusja wyników badań* składa się z 3 podrozdziałów, charakteryzujących stopień i źródła zanieczyszczenia gleb oraz zawiesziny unoszonej i osadów dennych analizowanych zlewni w oparciu o uzyskane wyniki badań i dane literaturowe. Ten rozdział pracy obejmuje również rozwinięcie i zastosowanie metody *sediment fingerprinting*, jako sposób określenia źródeł zanieczyszczenia zawiesziny unoszonej. Do dyskusji wykorzystano wyniki własne i cytowane z literatury zestawione w 21 tabelach oraz na 14 rysunkach, stanowiących wykresy omawianych parametrów. Rozdział ten obejmuje 32 strony pracy, gdzie zacytowano 49 pozycji literaturowych.

Rozdział 8 **Podsumowanie i wnioski** prezentuje 4 zrealizowane cele badawcze i 2 zweryfikowane hipotezy.

Zasadniczą część pracy kończy rozdział 9 **Kierunki dalszych badań**, w którym wskazano na konieczność kontynuacji badań w ramach podjętego tematu.

Ogółem praca obejmuje 192 strony, w tym część zasadnicza stanowi 104 strony.

W dalszej części pracy zawarto słownik terminów, który wyjaśnia pełną nazwę zastosowanego w tekście skrótu, zazwyczaj anglojęzycznego oraz jego definicję, co ułatwia właściwe zrozumienie zastosowanego terminu. Załączniki, stanowiące obszerną część pracy (71 stron) obejmują tabele: 1 – 91 i zawierają zestawienie wartości stężeń oznaczanych substancji, wyniki analiz granulometrycznych oraz wartości wyznaczanych parametrów statystycznych. Załączniki stanowią również rysunki: 1–12 prezentujące krzywe przesiewu analizowanych prób. Literatura wykorzystana do przygotowania rozprawy obejmuje łącznie 183 pozycje, w tym 103 anglojęzyczne i 2 w języku niemieckim. Doktorantka zacytowała 7 prac anglojęzycznych, których była autorem lub współautorem.

Ogólnie można stwierdzić, że pod względem formalnym prezentowany układ pracy zawiera wszystkie wymagane elementy i występują one we właściwej, standardowej kolejności.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Podjęty przez Doktorantkę problem naukowy dotyczący analizy źródeł zanieczyszczenia zawiesiny unoszonej jest istotnym zagadnieniem inżynierii środowiska. Cząstki unoszone w toni wodnej biorą udział w transporcie substancji niezbędnych do funkcjonowania ekosystemów wodnych, ale jednocześnie są nośnikiem zanieczyszczeń antropogenicznych. Ilość transportowanych zanieczyszczeń zależy od ilości i właściwości sorpcyjnych cząstek zawiesiny, a to z kolei zależy od charakterystyki zlewni, w tym od rodzaju podłoża, sposobu zagospodarowania zlewni, panujących warunków meteorologicznych i spływu powierzchniowego. Zagadnienie transportu zanieczyszczeń przez cząstki zawiesiny było już tematem badań naukowych, jednak w większości (poza jednym przytoczonym przykładem z Polski) wyłącznie w zakresie oceny jej składu chemicznego. Wykorzystanie charakterystyki jakościowej zawiesiny unoszonej i materiału glebowego do ustalenia zestawu znaczników geochemicznych, a następnie opracowania modelu matematycznego pozwalającego na analizę i wskazanie źródeł pochodzenia zanieczyszczeń występujących w zawieszynie jest nowym podejściem do problematyki oceny stopnia zanieczyszczenia elementów ekosystemu wodnego. Kolejnym istotnym zagadnieniem, które Doktorantka opracowała w pracy jest analiza

statystyczna, pozwalająca na ustalenie optymalnej liczby i kombinacji znaczników geochemicznych, takich które są najbardziej charakterystyczne dla danej zlewni i danego typu prób.

Podejście do rozwiązania przedstawionego problemu naukowego zostało zaprezentowane poprzez wyznaczenie i realizację 4 celów pracy, a następnie zweryfikowanie hipotez badawczych, a mianowicie:

1. *„Istnieje bezpośredni związek pomiędzy zestawami znaczników geochemicznych próbek zawiesziny unoszonej i gleby, w poszczególnych dopływach zbiornika karpackiego”* oraz
2. *„WWA stanowią dobry wskaźnik zanieczyszczenia pochodzącego ze zlewni antropogenicznej oraz atmosfery”*.

Wszystkie założone cele pracy doktorskiej zostały zrealizowane, co zostało przedstawione w formie wniosków. Ponadto uzyskane wyniki badań, ich opracowanie i analiza statystyczna pozwoliły na ustalenie charakterystycznych znaczników geochemicznych dla obu rozważanych zlewni i udowodnienie w ten sposób założonych hipotez.

Doktorantka podjęła się bardzo pracochłonnego i czasochłonnego zadania. Przeprowadzone badania obejmowały szereg analiz fizyczno-chemicznych, jak oznaczanie zawartości metali ciężkich (Pb, Zn, Cd, Cu, Mn, Ni, Fe, Hg), substancji biogennych (N_{og} i P_{og}), wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (16 WWA), radioizotopów (Cs-137 i K-40) oraz analizę granulometryczną pobranego materiału. Materiał badawczy stanowiły: zawiesina unoszona, próby gleby (las, użytk rolny, łąki i pastwiska, zabudowa mieszkalna) oraz pył z ulicy dla obu analizowanych zlewni, tj. rzeki Raby i potoku Wolnica. Badania realizowano w dwóch częściach, opisanych jako badania wstępne realizowane w latach 2016-2017 oraz badania główne prowadzone w latach 2017-2018. Dla zlewni potoku Wolnica zrealizowano łącznie 15 serii badawczych (4 w badaniach wstępnych i 11 w badaniach głównych). Natomiast dla zlewni rzeki Raby przeprowadzono 10 serii badawczych (3 w badaniach wstępnych i 7 w badaniach głównych). W tej sytuacji nasuwa się od razu pytanie dlaczego taki układ ilości serii badań i tylko 10 serii przeprowadzonych dla zlewni Raby?

Jak przedstawiono w opisie zlewnia Rzeki Raby jest znacznie większa (1537 km^2) i w dużej części jest zlewnią górską o gęsto rozbudowanej sieci dopływów. Na Rabie zlokalizowany jest Zbiornik Dobczycki, stanowiący ujęcie wody dla Krakowa. Zatem ilość wody dostarczanej do Zbiornika z Raby, w tym ilość zawiesziny unoszonej, a przede wszystkim jej jakość będzie znacznie bardziej zróżnicowana, co decyduje również o jakości wody w Zbiorniku. Zlewnia

potoku Wolnica, jak przedstawiono, posiada powierzchnię tylko 15,5 km², czyli 100 razy mniejsza, a jej obszar to głównie tereny rolnicze. Potok Wolnica stanowi największy lewy dopływ do Zbiornika Dobczyckiego. Czy zatem, ilość przeprowadzonych badań dla zlewni Raby była wystarczająca również pod względem statystycznym?

Najobszerniejszy zakres realizowanych prac badawczych dotyczy oceny zawartości metali ciężkich w pobranych próbach. Wynika to z faktu, że metale ciężkie stanowią istotny wskaźnik oceny ekotoksykologicznej elementów środowiska. Stanowią one podstawę do oceny stopnia zanieczyszczenia elementów ekosystemu wodnego (klasyfikacja LAWA), kryterium ekotoksykologicznego (SQG) osadów dennych, oceny w oparciu o indeks geoakumulacji (Igeo), a także do klasyfikacji jakości na podstawie wskaźnika zanieczyszczeń (CF), w metodzie wskaźnika ładunku zanieczyszczeń (PLI) dla danego miejsca oraz do określania wartości współczynnika wzbogacenia osadów (EF). Przytoczone metody i sposoby oceny stopnia zanieczyszczenia prób środowiskowych zostały zaprezentowane w pracy (4.3), a następnie na ich podstawie dokonano klasyfikacji badanych elementów. Ponadto wyznaczono korelacje pomiędzy zanieczyszczeniem zawiesiny unoszonej i zanieczyszczeniem gruntów. Już na tym etapie opracowania wyników badań wykazano, że istnieją zależności pomiędzy zawartością metali ciężkich w zawieszynie unoszonej a ich zawartością w gruntach różnych typów użytkowania.

Do oceny jakości zawiesiny unoszonej, osadów i gleb wykorzystano również zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Analiza zawartości tych substancji w badanych próbach pozwoliła na określenie źródła pochodzenia WWA w środowisku, wskazując że istotną rolę w uwalnianiu tego rodzaju substancji do środowiska w badanych zlewniach odgrywają emisja ze spalania paliw płynnych i źródła pirogeniczne.

Zasadniczym elementem pracy było ustalenie i dobór, na podstawie analiz fizyczno-chemicznych optymalnej kombinacji znaczników geochemicznych dla zawiesiny unoszonej, charakterystycznych dla danej zlewni. Etapowa analiza umożliwiła określenie takich zestawów dla zawiesiny zarówno dla zlewni potoku Wolica (Pb, Zn, Cd, Cu, Ni i Hg) jak i dla zlewni Raby (Pb, Zn, Cu, Fe, i P_{og}). Ustalenie znaczników umożliwiło w dalszym etapie na opracowanie modelu statystycznego pozwalającego określić źródła pochodzenia zawiesiny w danej zlewni. Do realizacji tego celu Doktorantka przeprowadziła liniową analizę dyskryminacyjną (LDA) z zastosowaniem liniowego dyskryminatora Fishera. W ramach analizy określono prawdopodobieństwo przynależności klasowej rozkładu prognozowanej

zmiennej, wyznaczono średnie stężenia dla wybranych znaczników geochemicznych oraz współczynniki dyskryminatorów liniowych dla danych zlewni. Końcowym etapem analizy statystycznej było określenie modelu regresji, który wyjaśniał zmienność jakościową w próbach zawiesiny unoszonej. Opracowanie modelu statystycznego wykazało dopasowanie dla danych testowych w 81,9% (R^2) w przypadku zlewni potoku Wolnica, natomiast w przypadku zlewni Raby tylko w 56,3 % (R^2). W kontekście uzyskanych wartości współczynników determinacji (R^2), zróżnicowanych dla obu zlewni nasuwa się pytanie, czy zatem dobór znaczników dla zawiesiny zlewni Raby był optymalny, czy też jest to konsekwencją mniejszej liczby przebadanych prób w tym przypadku? Jednak pomimo zróżnicowanej efektywności dopasowania modeli statystycznych pozwalają one na określenie źródeł pochodzenia zanieczyszczeń w zawieszinie unoszonej, co Doktorantka dowiodła w swojej pracy.

Do największych osiągnięć pracy doktorskiej można zatem zaliczyć:

1. Wieloparametrową ocenę stopnia zanieczyszczenia zawiesiny unoszonej, osadu dennego i gleb w dwóch zróżnicowanych zlewniach, tj. potoku Wolnica i rzeki Raby.
2. Wielowariantową ocenę zagrożenia ekosystemów wodnych ze strony metali ciężkich.
3. Ustalenie zestawów znaczników geochemicznych charakteryzujących zawieszinę unoszoną w obu zlewniach.
4. Opracowanie modelu statystycznego umożliwiającego identyfikację źródeł pochodzenia zanieczyszczeń w zawieszinie unoszonej obu zlewni.
5. Określenie źródeł zanieczyszczeń zawiesiny unoszonej w obu zlewniach na podstawie badań i opracowanego modelu statystycznego.

Na zakończenie oceny merytorycznej pracy należy pokreślić, że opis zagadnień z zakresu realizowanej pracy przedstawiony został w sposób zrozumiały, w większości z wykorzystaniem literatury zagranicznej, co świadczy, że Doktorantka posiada ugruntowaną i wyczerpującą wiedzę z zakresu tematyki pracy oraz w obszarze dyscypliny naukowej, której rozprawa dotyczy.

3. Uwagi krytyczne i pytania do pracy

1. W opinii recenzenta wydaje się być niewłaściwie usytuowanych podrozdział 7.3 *Sediment fingerprinting*, zawarty w rozdziale 7 Dyskusja wyników badań. Podrozdział 7.3 prezentuje w znacznej większości sposób opracowania modelu i jego parametry statystyczne dla danej zlewni. Zatem taki opis powinien stanowić osobny rozdział po wynikach badań, które

są wykorzystywane do opracowania modelu dla danej zlewni. Dyskusja wyników, jak nazwa wskazuje, powinna dotyczyć przede wszystkim omówienia uzyskanych wyników w kontekście ich porównania, wiarygodności i przydatności w zakresie omawianego zagadnienia. Ponadto dodatkowy rozdział 9 **Kierunki dalszych badań**, jako w tym przypadku rozdział kończący zasadniczą część pracy wskazuje, jakby praca nie była do końca zrealizowana. Doktorantka sama podkreśla „...*pomimo wykonanych, długotrwałych badań, niniejsza praca nie przyczynia się do rozwiązania, nadal występujących licznych problemów badawczych w omawianym zakresie*”. Czy to świadczy, że cel pracy jednak nie został osiągnięty?

2. Pod względem technicznym w rozprawie doktorskiej można znaleźć kilka istotnych błędów, jak np. dwa razy występująca str. 3; niepoprawny zapis jednostki spływu powierzchniowego „l/s/km²” a poprawny zapis powinien być l/s·km² (str.11); powtórzenia „...Cs-137 oraz Cs-137...” a powinno być Cs-137 oraz K-40 (str. 80); w załącznikach występują tabele bez tytułu (str. 127, 134, 138 i 147). Można znaleźć również błędy logiczne, np. str. 2 „...*Zanieczyszczenia organiczne (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne – WWA) pochodzące z transportu drogowego i atmosfery są kolejnym źródłem zanieczyszczenia środowiska*”; „...*Ustalenie pochodzenia źródeł zanieczyszczeń...*”; str. 38 „...*Zmniejszenie prędkości przepływu wywołane sedimentacją zawieszonych cząstek osadu powoduje...*”, str. 81 „...*Przeprowadzone wyniki badań wykazały....*”. Niektóre tabele w załącznikach można było umieścić jako dwie razem, a nie jak w wielu przypadkach występują one pojedynczo na stronie zajmując ok. 1/3 powierzchni strony.

3. Definiując zawiesinę unoszoną (str. 19) podano, że „... *przyjęto wielkość frakcji ziaren poniżej 62,5 µm*”, natomiast w dalszej części pracy przywoływana jest wartość 63 µm. (np. str. 33, 37, 38, 83). Ponadto na wykresach obrazujących analizę granulometryczną zawiesiny unoszonej (Rys. 1) i w tabeli prezentującej zawartość ziaren w zawieszynie unoszonej są wartości do 0,5 mm (Tab. 58). Czy zatem frakcje ziaren o średnicy powyżej 62,5 nie były odrzucane? Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.

4. Na jakiej głębokości potoku/rzeki ustawiano batometr? Czy była to wartość stała, czy też zależała od stanu wody w potoku/rzece ? Jak długo (przedział czasu) zawiesina unoszona była gromadzona w batometrze?

5. Jak wspomniano, w ramach pracy badawczej wykonano bardzo dużą ilość analiz fizyczno-chemicznych pobieranych prób. Analizy wykonywane były w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, w Politechnice Krakowskiej oraz na Uniwersytecie Genewskim w Szwajcarii. Co sugeruje, że raczej nie wszystkie prace w zakresie analiz fizyczno-chemicznych Doktorantka realizowała samodzielnie, jeśli tak, to które analizy wykonywała osobiście?

6. Uchybienia w pracy Doktorantka ujawniła opisując metodykę badań laboratoryjnych. W przypadku oznaczania azotu ogólnego wg podanej na str. 41 normy (również niepoprawny zapis nazwy metody), należało uściślić, że jest to azot ogólny Kjeldahla, nie uwzględniający azotu azotanowego(III) i azotanowego(V), bo nie jest to metoda zmodyfikowana. Natomiast omawiając zawartość azotu w badanych próbach gleb, Doktorantka wyjaśniała, iż wyższe wartości stężenia azotu ogólnego mogą być efektem nawożenia pól nawozami azotanowymi (str. 73). Dodatkowo opis oznaczania zawiera błędy proceduralne. Podobna uwaga dotyczy procedury oznaczania fosforu ogólnego. Nie do końca poprawny jest również opis oznaczania WWA, np. nie ma podanych parametrów kolumny kapilarnej, temp. iniekcji nie wynosi „280°C”, sformułowanie „...*Próbkę analizowano za pomocą kapilarnego chromatografu gazowego* ...” jest niewłaściwe, to kolumna chromatograficzna jest kapilarna.

7. W rozdz. 5.2.1 Oznaczanie metali ciężkich Doktorantka pisze”... *suche próbki (0,5 g) zawiesziny unoszonej, osadu dennego oraz gleby* ...” jednak nie jest podane czy dla pobranych prób oznaczano wilgotność. Zamieszczono informację „...*wysuszono w temperaturze pokojowej*”. Oznaczenie wilgotności analizowanego materiału, takiego jak osad denny czy gleba, jest istotne z punktu widzenia właściwego określenia zawartości oznaczanej substancji. W przypadku osadów zawartość zanieczyszczeń podaje się w przeliczeniu na suchą masę osadu (np. mg/kg_{s.m.}), a w przypadku gleb w np. mg/kg, ale wymagane jest jednocześnie podanie wilgotności gleby. Tylko w jednym przypadku – rozdział 6.3 Stężenia WWA w badanych zlewniach stosowana jest jednostka „µg/kg s.m (suchej masy)”. Proszę o wyjaśnienie tego zagadnienia.

Wyszczególnione niedociągnięcia i potknięcia edytorskie oraz uwagi dyskusyjne nie umniejszają jednak merytorycznej wartości pracy. Uwzględnienie przez Doktorantkę wymienionych uwag pozwoli na udoskonalenie warsztatu pisarskiego oraz uniknięcie różnych uchybień i niedociągnięć na etapie przygotowania publikacji czy referatów konferencyjnych. Pomimo wyszczególnionych uwag, uzyskane wyniki badań ich opracowanie analityczne i statystyczne oraz sformułowane wnioski, pozwalają stwierdzić, że mgr Gabriela Zemelka zrealizowała postawione w rozprawie cele naukowe, a zastosowana metoda badawcza była właściwa i odpowiadała aktualnemu stanowi wiedzy naukowej i technicznej. Osiągnięte efekty realizacji pracy są ważne dla praktyki, szczególnie w kontekście badań monitoringowych ekosystemów wodnych. Przedstawione w rozdziale 8 rozprawy wnioski odpowiadają na postawione cele i potwierdzają założone hipotezy.

4. Ocena końcowa

Recenzowana rozprawa doktorska prezentuje rozwiązanie ważnego problemu naukowego jak i praktycznego w zakresie monitoringu środowiska. Dysertacja jest oryginalnym opracowaniem i cechuje ją duży stopień przydatności w aspekcie praktycznego zastosowania. Mgr Gabriela Zemelka wykazała się odpowiednią wiedzą teoretyczną oraz praktyczną w swojej dyscyplinie oraz umiejętnościami planowania i realizacji badań naukowych, jak również w opracowaniu monografii, w której zaprezentowano wyniki badań.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr Gabrieli Zemelki pt.: „Analiza źródeł zanieczyszczenia zawiesiny na przykładzie dopływów Zbiornika Dobczyckiego z zastosowaniem metody znaczników geochemicznych (*sediment fingerprints*)” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. 2018, poz. 261) i wnioskuję o przyjęcie rozprawy przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Bożena Mroczek