

Wpłynęło dnia 08 LIS. 2019

Nr 2193 szt.

prof. dr hab. inż. Maria Włodarczyk-Makuła
Katedra Inżynierii Środowiska
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Politechnika Częstochowska

W Pani
Anne MARIA ANIELAK

BARDZO POZYTYWNE
SPRAWY
o PRZEBIEGU

Częstochowa, 26.10.2019r.

DZIEKAN
Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki
Politechniki Krakowskiej

Recenzja

dr hab. inż. Stanisław M. Rybicki, prof. PK

rozprawy doktorskiej mgr inż. Dominiki Łomińskiej-Płatek

pt. „Ilościowa i jakościowa analiza kwasów fulwowych pochodzących z Oczyszczalni
Ścieków Płaszów w Krakowie ”

wykonanej pod kierunkiem Promotora: prof. dr hab. inż. Anny M. Anielak
na Wydziale Inżynierii Środowiska
Politechniki Krakowskiej

1. Podstawa prawna recenzji

Podstawą wykonania recenzji była uchwała Rady Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej w Krakowie z dnia 18.09.2019 przekazana pismem ŚO-520-1754/19.RKP z dnia 23 września 2019r.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Dominiki Łomińskiej-Płatek pt. „Ilościowa i jakościowa analiza kwasów fulwowych pochodzących z Oczyszczalni Ścieków Płaszów w Krakowie” została przygotowana w formie 192-stronicowego opracowania. W dysertacji wyróżniono: siedem głównych rozdziałów, Ósmy - to Podsumowanie z wnioskami oraz streszczenie i spis literatury. Na początku pracy znajduje się spis treści, wykaz skrótów oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. We Wprowadzeniu nakreślono problematykę jakości wody oraz podano ogólne informacje dotyczące substancji humusowych wraz z ogólnym celem badań i uzasadnieniem ważności tematyki pracy. Następnie na 30 stronach zamieszczono obszerny przegląd literatury. W punkcie 3 podano tezę oraz cel i zakres pracy. W części dotyczącej metodyki badań scharakteryzowano obiekt z którego pobierano próbki do badań, opisano materiał badawczy, metodyki analityczne, podano algorytmy obliczeń bilansowych i statystycznych zastosowanych do obróbki wyników. W punktach 5 i 6 opisano wyniki badań oraz dokonano zbiorczej analizy wyników. W punkcie 7 przeprowadzono bilans ilościowy KF zawartych w strumieniach przepływających przez komory reaktora biologicznego oraz w nadawie i jego odpływie. W bilansie tym uwzględniono KF zawarte w ściekach i osadzie czynnym. Na zakończenie zredagowano rozdziały zatytułowane: Podsumowanie i Wnioski zawierające oprócz ww. także sprecyzowanie zagadnień dalszych badań. Całość rozprawy zamyka spis literatury. W spisie tym znajdują się 222 pozycje; w tym 74% - zagraniczne. Większość cytowanych prac zostało opublikowane w ostatnich latach. Zacytowano także akty prawne oraz jedną autorską i 3 współautorskie publikacje Doktorantki w tematyce związanej z badaniami opisanymi w dysertacji. Zatem można stwierdzić, że układ pracy jest prawidłowy i zgodny z przyjętymi zasadami redagowania rozpraw doktorskich.

3. Ocena szczegółowa rozprawy

Rozdział dotyczący przeglądu literatury podzielono na 8 podrozdziałów. Scharakteryzowano substancje humusowe, podano ich klasyfikację, występowanie w elementach środowiska naturalnego oraz ich rolę w rolnictwie i przemyśle a także ich interakcje ze zmianami klimatycznymi. Ponadto opisano występowanie tych substancji w ściekach, osadach ściekowych, podkreślono ich rolę w tworzeniu ubocznych produktów utleniania i dezynfekcji w stacjach uzdatniania wody oraz opisano metody ich usuwania. Wszystkie te zagadnienia potraktowano bardzo szczegółowo. W charakterystyce substancji humusowych podano źródła ich powstawania i przedstawiono prawdopodobną budowę cząsteczek kwasów humusowych. Ten podrozdział wzbogacono o informacje dotyczące składu elementarnego (pierwiastków C,O,H,N,S) w zależności od miejsca występowania oraz lokalizacji. Opisując klasyfikację substancji humusowych wyszczególniono kwasy fulwowe, kwasy huminowe wraz z kwasami hymatomelanowymi oraz huminy. Następnie w podrozdziale 2.3 opisano występowanie substancji humusowych w glebach w zależności od ich rodzaju, w wodach podziemnych i powierzchniowych, każdorazowo podkreślając specyfikę składu pierwiastkowego i rolę tych substancji. Następnie przedstawiono rolę jaką spełniają substancje humusowe w gospodarce narodowej tzn. w rolnictwie i przemyśle. Ważnym elementem tej części pracy są informacje na temat odzysku substancji humusowych z osadów ściekowych i ich zastosowanie do remediacji gleb zanieczyszczonych toksycznymi związkami, np. metalami ciężkimi czy związkami o właściwościach metaloidu jak np. arsen. Odzysk cennych składników wpisuje się zasady gospodarki o obiegu zamkniętym i dlatego odzysk substancji humusowych jest zagadnieniem przyszłościowym. Kolejny podpunkt zwraca uwagę czytelnika na udział substancji humusowych w emisji ditlenku węgla z gleb i terenów podmokłych do atmosfery i hamowanie uwalniania metanu jako produktu przemian związków organicznych w warunkach beztlenowych. Następnie przeanalizowano dane literaturowe na temat obecności substancji humusowych w ściekach oraz w osadach ściekowych z uwzględnieniem przemian jakim podlegają w procesach biochemicznych przebiegających podczas oczyszczania ścieków z wykorzystaniem osadu czynnego oraz w procesach fermentacji i kompostowania osadów ściekowych. Ważnym elementem tej części pracy jest scharakteryzowanie substancji humusowych jako prekursorów ubocznych produktów utleniania i dezynfekcji co związane jest z oceną możliwości powstawania związków toksycznych dla człowieka w wyniku procesów przygotowania wody do spożycia. W celu obniżenia potencjału tworzenia UPU i UPD w stacjach uzdatniania projektuje się procesy usuwania prekursorów tych związków. Wykazano bowiem, że substancje humusowe mogą mieć wpływ na powstawanie, trihalometanów, halogenoacetonitryli, trichloronitrometanów, halogenoketonów jak chloropikryna czy jednego z halogenoacetaldehydów - wodzianu chloralu. W tym rozdziale odwołano się do Rozporządzeń Ministra środowiska, które jest nieobowiązujące ze względu na uchyloną podstawę prawną (Dz. U 2002, poz. 1728) oraz uznanego za uchylony (Dz. U 2004, poz. 284). Można to jednak potraktować informacyjnie. Na zakończenie przeglądu

literatury opisano metody usuwania substancji humusowych z roztworów wodnych. Przedstawiono warunki procesowe i efektywność usuwania tych substancji podczas koagulacji, adsorpcji, wymiany jonowej, chemicznego i fotochemicznego utleniania, a także podczas separacji membranowej, procesów biochemicznych oraz zintegrowanych. Szczególnie procesy zintegrowane polegające na połączeniu metod fizycznych i chemicznych są wysokoefektywne w usuwaniu substancji humusowych z wody.

Po zapoznaniu się z przedstawionym przeglądem danych literaturowych można stwierdzić, że wszystkie aspekty zagadnienia ściśle związanego z przedmiotem badań własnych zostały wnikliwie rozpoznane i opisane przez Doktorantkę. Przegląd literatury oparty na aktualnych, głównie zagranicznych artykułach jest wykonany i przedstawiony ze szczególną starannością. Świadczy to o dobrych predyspozycjach Autorki do zgłębiania tematu. Dokonano bowiem szczegółowej analizy dotychczasowych doniesień na podstawie szerokiego przeglądu publikacji innych naukowców dotyczących problematyki substancji humusowych w aspektach technologii wody i ścieków oraz uwzględniono autorską i współautorskie prace.

W kolejnym punkcie umieszczono tezę, cele i zakres pracy. Tezę pracy sformułowano następująco: **KF są substancjami organicznymi opornymi na biodegradację, dlatego w reaktorze biologicznym na oczyszczalni ścieków nie ulegają istotnym biochemicznym przemianom. Usunięcie KF ze ścieków jest wynikiem ich adsorpcji na osadzie czynnym poprzez mostkowanie zanieczyszczeniami i mikrozanieczyszczeniami zawartymi w ściekach.** Wyszczególnione cele pracy to:

- Przedstawienie charakterystyki ilościowej i jakościowej kwasów fulwowych występujących w różnych miejscach układu technologicznego mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków
- Ocena wpływu procesów biochemicznych i fizyczno-chemicznych na budowę KF ekstrahowanych ze ścieków i osadów ściekowych w różnych komorach biologicznego reaktora mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków.
- Przeprowadzenie analizy zbiorczej i bilansu ilościowego KF ekstrahowanych ze ścieków i osadów ściekowych z reaktora biologicznego.

W podrozdziale zatytułowanym *Zakres pracy* wymieniono kolejne badania jakie przeprowadzono dla udowodnienia postawionej tezy i zrealizowania celów. Były to:

- Ekstrakcja kwasów fulwowych KF ze ścieków i z osadów ściekowych pobranych z wybranych punktów oczyszczalni ścieków
- Badania składu elementarnego kwasów fulwowych, ocena ich właściwości chemicznych, określenie ilorazów atomowych oraz stopnia utlenienia wewnętrznego KF
- Analiza widma w podczerwieni IR i budowa kwasów fulwowych występujących w ściekach i osadach ściekowych mechaniczno-biologicznej oczyszczalni
- Ocena zawartości metali i innych mikrozanieczyszczeń w KF
- Analiza termogravimetryczna (TGA)
- Bilans ilościowy KF.

W rozdziale dotyczącym metodyki badań opisano oczyszczalnię ścieków Płaszów w Krakowie. Podano ilościowo-jakościową charakterystykę ścieków surowych i oczyszczonych w latach 2016-2018 oraz opisano technologię oczyszczania. Ilość punktów pomiarowych dla ścieków wynosiła 6, a osadów - 4. Następnie opisano metodykę analityczną kwasów fulwowych jaką stosowano w celu oznaczenia tych związków w ściekach i osadach ściekowych. Metodykę przedstawiono na schematach i szczegółowo opisano. Polegała ona na kilkietapowym przygotowaniu próbek. Prowadzono zakwaszanie próbek, filtrację i adsorpcję na żywicy polimerowej XAD-16. Zaadsorbowane kwasy fulwowe eluowano wodorotlenkiem sodu, a następnie kierowano do wymiennika jonitowego wypełnionego kationitami Lewatit MonoPlus 112 pracującego w cyklu wodorowym. Otrzymany roztwór zatężano i odparowywano otrzymując suchą pozostałość kwasów fulwowych. Ze względu na małe stężenia KF w celu uzyskania oznaczalnego stężenia tych związków konieczne było użycie stosunkowo dużych ilości ścieków. Wydzielenie kwasów fulwowych z osadów ściekowych było poprzedzone odwadnianiem osadów i wydzieleniem cieczy nadosadowych. Sposób postępowania został przedstawiony na schemacie. Warto było uzupełnić różnice w postępowaniu z tymi próbkami w porównaniu do ścieków w tekście. Uwzględniając powyższe należy podkreślić, że przygotowanie próbek do oznaczania kwasów fulwowych w ściekach i osadach było czasochłonne i pracochłonne. Dodatkowe analizy jakościowe ścieków polegały na oznaczeniu takich wskaźników jak: pH, temperatura, zawiesina ogólna, barwa, mętność, sucha pozostałość, pozostałość po prażeniu, utlenialność, BZT₅, ChZT, azot azotanowy, azot azotynowy, azot Kjeldahla, azot ogólny, fosforany, fosfor ogólny, OWO. Oznaczenia te wykonywano zgodnie z ogólnie przyjętymi metodami. Można było zastosować przyjęty sposób nazewnictwa azotanów(V) i azotanów(III) zamiast odpowiednio azotanów i azotynów. Tym bardziej, że w dalszej części pracy jest to stosowane (np. str. 48/51 i str. 153). Następnie opisano zakres badań jakościowych kwasów fulwowych. Ze względu na to, że niezależnie od pochodzenia i występowania, KF zbudowane są z pierwiastków takich jak węgiel, tlen, wodór, azot i siarka, wykonano badania składu elementarnego. Na podstawie tych wyników określono stopień utlenienia wewnętrznego wyekstrahowanych KF. Ponadto wykonano oznaczanie zawartości pierwiastków śladowych takich jak: Cl, Si, Ca, K, Mg, P, Br, Mn, Ce, Ti, I, Al, B oraz Sr z wykorzystaniem techniki fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Analizowano także zawartość wybranych metali, w tym ciężkich. Oznaczenia Cu, Cr, Zn, Ni, Pb, Cd, Hg, Ba, Mn oraz Fe wykonano z wykorzystaniem techniki ICP-MS. W celu określenia zawartości popiołu oraz określenia utraty masy w określonych temperaturach wykonano analizę termogravimetryczną (TGA). Uzupełnieniem tych badań było określenie widma w podczerwieni z wykorzystaniem techniki FTIR z przystawką ATR pozwalającego na określenie rodzaju wiązań i obecności charakterystycznych grup funkcyjnych, np. takich jak fenolowe, alkoholowe, karbonylowe. Następnie przedstawiono algorytmy obliczeń zastosowanych przy wyznaczeniu bilansu kwasów fulwowych oraz obliczeń statystycznych.

W następnej kolejności obejmującej 98 stronach tekstu (str. 65-163) zawarto opis wyników wraz z wynikami analiz jakościowych kwasów fulwowych i obliczeniami bilansowymi. Punkt 5 podzielono na cztery następujące części – podpunkty:

- Charakterystyka ścieków
- Wskaźniki zawartości zanieczyszczeń organicznych w ściekach
- Charakterystyka kwasów fulwowych w ściekach
- Charakterystyka kwasów fulwowych w osadach.

W pierwszej kolejności przedstawiono wartości analizowanych wskaźników jakości ścieków mechanicznie oczyszczonych, pobranych z komory predenitryfikacji, defosfatacji, denitryfikacji, nitryfikacji oraz ścieków oczyszczonych. Wartości wskaźników ogólnych uzupełniają wartości wskaźników określających ogólną ilość związków organicznych i wzajemne proporcje pomiędzy nimi. Zasadniczą częścią rozprawy są wyniki dotyczące analiz ilościowo-jakościowych kwasów fulwowych w ściekach i osadach. W opisie wyników zastosowano jednolity sposób prezentacji, gdyż kolejno opisywano wyniki wszystkich analiz przeprowadzonych w ściekach i osadach w kolejnych punktach pomiarowych. Uzupełnieniem tego opisu jest ich zbiorcza analiza polegająca na przedstawieniu wyników badań KF wraz z analizą statystyczną wyników i dyskusją z danymi literaturowymi. Pozwala to na prześledzenie wartości analizowanych wskaźników, ich porównanie oraz ocenę zmian wartości pomiędzy poszczególnymi punktami ciągu technologicznego. Dotyczy to zawartości kwasów fulwowych, składu pierwiastkowego, ilorazów atomowych, stopnia utleniania wewnętrznego, stężeń metali, zawartości popiołu i interpretacji analizy spektralnej.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że największe stężenie kwasów fulwowych występowało w ściekach dopływających do reaktora biologicznego oraz w ściekach i osadach pobranych z komory defosfatacji. Wyjaśniono to dodatkową ilością tych związków zawartą w osadach recyrkulowanych do tej komory i cieczach nadosadowych z zagęszczania osadów zwracanych do strumienia ścieków nadawanych. Wraz z przepływem ścieków w ciągu technologicznym i zmieniających się warunków tlenowych stężenie tych związków wahało się, ale różnica pomiędzy zawartością KF w komorze denitryfikacji, a nitryfikacji była nieznacząca. Zatem stwierdzono, że podczas tych procesów związki te nie ulegały biodegradacji. Porównując zawartość tych związków w ściekach surowych i oczyszczonych można stwierdzić, że podczas procesów zastosowanych w oczyszczalni efektywność usunięcia kwasów fulwowych była rzędu 48%. Jednocześnie w kolejnych komorach wzrastała ilość KF w osadzie czynnym. Doktorantka wyjaśniła, że jest to wynikiem adsorpcji opornych na biodegradację KF na cząstkach osadu czynnego a mikrozanieczyszczenia nieorganiczne poprzez mostkowanie ułatwiają tą adsorpcję. Ładunek KF w ściekach oczyszczonych (447,98 kg/d) i w osadzie nadmiernym (215,99 kg/d) wskazuje, że łączny ładunek tych związków w obu odpływach wynosi 663,97 kg/d i jest mniejszy od ładunku wprowadzanego do układu o 182,48 kg/d. Stąd Doktorantka wywnioskowała, że oczyszczalnia ścieków nie generuje KF. Wyniki analiz składu elementarnego pozwalają na ocenę zmian udziału poszczególnych pierwiastków w KF, co związane jest ze stopniem

aromatyzacji, kondensacji i występowaniem grup funkcyjnych. Dlatego cennym uzupełnieniem jest identyfikacja tych grup funkcyjnych, którą można było wykonać dzięki poddaniu KF analizie spektralnej w podczerwieni (FTIR). Interpretację uzyskanych widm przeprowadzono na bazie danych literaturowych i przedstawiono w obszernej zajmującej 6 stron tabeli. Analizy składu pierwiastkowego wykazały stosunkowo małe zróżnicowanie (na poziomie kilku punktów procentowych) w budowie wyizolowanych kwasów fulwowych z pobranych próbek z poszczególnych komór reaktora biologicznego zarówno w odniesieniu do ścieków jak i osadów. Pozwalają jednak na uzyskanie wiedzy na temat procentowego udziału podstawowych pierwiastków takich jak C, H, O, N, S w budowie KF w ściekach i osadach. Świadczą także o tym, że KF w osadach ściekowych charakteryzują się większą stabilnością niż występujące w ściekach. Wiedzę tę uzupełniają obliczone ilorazy atomowe pozwalające na ocenę stopnia aromatyzacji, kondensacji, humifikacji i mineralizacji KF. Wyniki analizy spektralnej w podczerwieni wykazały obecność podstawowych grup funkcyjnych takich jak karboksylowe, fenolowe, alkoholowe jakie są typowe dla struktury KF oraz potwierdziło powyższe stwierdzenia. Można było jedynie zamienić kolejność podpunktów tak, aby wyniki powyższych analiz były w kolejności, gdyż w dysertacji są przedzielone wynikami badań związków nieorganicznych w badanych materiałach. Jest to uwaga dyskusyjna ponieważ te wyniki to także jest analiza pierwiastków. Wyniki tych analiz z kolei dostarczają wiedzy na temat obecności wybranych pierwiastków oraz metali ciężkich w kwasach fulwowych wydzielonych ze ścieków i osadów. I tak w KF wyekstrahowanych z osadów potwierdzono obecność Cl, Si, Ca, K, Mg, P, Br, Al, B, Sr, natomiast w KF pochodzących ze ścieków nie wykryto B i Sr. Natomiast w odniesieniu do metali w KF ze ścieków oznaczono Cu, Cr, Zn, Ni, Pb, Cd, Ba, Mn oraz B, a w osadach nie wykryto Mn. Na podstawie oznaczeń ilościowych KF wykonano obliczenia bilansowe kwasów fulwowych uwzględniające zawartość w ściekach i osadach ściekowych. Mimo tego, że w oczyszczalni następuje znaczny ubytek tych związków to uwzględniając godzinowy przepływ ścieków, do odbiornika wprowadzany jest ładunek kwasów fulwowych na poziomie 18kg. Jest to o tyle istotne, że wody tego odbiornika stanowią źródło zaopatrzenia w wodę stacji przygotowania wody do celów spożywczych.

Końcowe punkty rozprawy to rozdziały zatytułowane *Podsumowanie i wnioski*. W podsumowaniu znajdują się przekrojowe informacje o przebiegu i zakresie badań a także konkluzje dotyczące wyników badań jakie zostały opisane w dysertacji. Sformułowane wnioski w liczbie 12 są zbyt szczegółowe. Można było wydzielić wnioski ogólne ściśle związane z tezą i celami podjętych badań oraz wnioski szczegółowe z podaniem dodatkowych osiągnięć wynikających z przeprowadzonych badań.

Do najważniejszych osiągnięć wynikających z przeprowadzonych badań należy zaliczyć:

- monitorowanie ilości kwasów fulwowych w ściekach w dużej oczyszczalni ścieków z biologicznym usuwaniem związków biogennych

- analiza składu pierwiastkowego i identyfikacja grup funkcyjnych kwasów fulwowych w ściekach pobieranych z różnych punktów oczyszczalni oraz w osadach pochodzących z reaktorów biologicznych
- ocena stopnia aromatyzacji, kondensacji i humifikacji kwasów fulwowych
- uzyskanie wiedzy dotyczącej zawartości pierwiastków śladowych i metali ciężkich w kwasach fulwowych wyekstrahowanych ze ścieków i osadów
- obliczenia bilansowe masy KF w opróbowanych komorach reaktora biologicznego.

Na zakończenie pracy Doktorantka sprecyzowała kierunek dalszych badań polegający na rozpoznaniu toksyczności metali ciężkich zawartych w KF, badaniach biodegradacji KF oraz dokonanie monitoringu kwasów huminowych w oczyszczalni ścieków.

Analizując treść pracy, opis wyników, podsumowanie i wnioski należy stwierdzić, że teza została udowodniona, cele zostały osiągnięte i udokumentowane wynikami badań i obliczeń. Podsumowując uważam, że Doktorantka pobierając rzeczywiste próbki ścieków i osadów podjęła się trudnego zadania, gdyż materiały te są heterogenne i zwykle otrzymuje się wyniki trudne do jednoznacznej interpretacji. Doktorantka dokonała opisu wyników, uzupełniając je rysunkami i tabelami oraz je właściwie zinterpretowała. Dokonała także porównania wyników badań własnych z wynikami innych badaczy opisanymi w literaturze. Wyniki badań mogą być wykorzystane do opracowania technologii odzysku substancji humusowych z osadów ściekowych pod kątem i ich zastosowania, w tym np. do remediacji gleb zanieczyszczonych toksycznymi związkami. Obszar podjętych badań wpisuje się w najnowsze trendy inżynierii środowiska w zakresie uzyskania wiedzy na temat zmian ilościowo-jakościowych kwasów fulwowych w ściekach i osadach podczas procesów oczyszczania ścieków komunalnych prowadzonych z uwzględnieniem usuwania związków biogenych.

4. Uwagi edycyjne

Podkreślając profesjonalne podejście Doktorantki do zagadnienia, zarówno w kwestii przeglądu literatury jak i organizacji badań a także opisu wyników, w rozprawie znalazły się pewne niedociągnięcia edycyjne czy nieprawidłowe sformułowania. Nie mają one jednak wpływu na ocenę strony merytorycznej rozprawy. Uwagi edycyjne to przykładowo:

- Nieprawidłowe sformułowania: „zespół naukowców opracował membranę która usuwa wirusy i bakterie ze ścieków i przekształca je w wodę pitną”, „ ... ważne jest określenie ilości ich powstawania”, „ ... przeprowadzono ocenę ilości zanieczyszczeń ładunku KF” (str.11), „ stosunek KF do K_{Hu} w wodach o niskiej kolorystyce...”(str. 20), „ ...wskazują na mniejszy charakter podwójnego wiązania” (str.29), „K_H mogą wpłynąć na poprawę metabolizmu fosforu i azotu w glebie” (str.30), „ Strumień ścieków .. stanowi podstawowy ładunek donorów elektronów ... ” (str.51), „ osad trafia do zbiorników: ,wody nadosadowe trafiają do...” , „osad ...trafia do odwadniania” (str.52),
- str. 43 – podwójna punktacja w podrozdziale 3.3
- str. 50/51 –na rys. brak KO i PRiON, w tekście – jest KPD a na rysunku KPDN

- str. 64 – błąd w odwołaniu do równania 4.11
- str. 70 – błąd pod tabelą 5.7 (odwołanie do str. 51 zamiast do str. 53).

5. Zagadnienia do wyjaśnienia w czasie obrony:

- wyjaśnić sposób pobierania próbek (chwilowe, średniodobowe, z uwzględnieniem przepływu, czasu zatrzymania w poszczególnych urządzeniach)
- w kontekście tezy pracy: „KF...nie ulegają **istotnym** biochemicznym przemianom” omówić ogólnie czy istnieją możliwości biodegradacji kwasów fulwowych, jakim przemianom mogą ulegać, jaką rolę mogą pełnić w biodegradacji innych związków
- do prezentacji sformułować wnioski ogólne w odniesieniu do tez i celów rozprawy oraz wnioski szczegółowe.

5. Wniosek końcowy

Odnosząc się do aktualnie obowiązujących przepisów prawnych (Dz. U 2011, Nr 84 poz. 455, Dz. U z 2015 r. poz. 249, 1767, Dz. U 2016 poz. 882, Dz. U z 2018r. poz. 1669) rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką Promotora, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w danej dyscyplinie naukowej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Na podstawie przekazanej do recenzji rozprawy doktorskiej, stwierdzam, że opracowanie otrzymane do recenzji spełnia podane warunki. Treść rozprawy potwierdza wiedzę teoretyczną Doktorantki, a sprecyzowanie tezy, celu i zakresu badań, ich zaplanowanie i opis a także interpretacja wyników świadczą o dojrzałości naukowej Doktorantki i umiejętności do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Zatem wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej o dopuszczenie mgr inż. Dominiki Łomińskiej-Płatek do dalszego postępowania kwalifikacyjnego przewidzianego w procedurze do uzyskania stopnia doktora nauk technicznych (obecnie: inżynierijno-technicznych) w dyscyplinie inżynieria środowiska (obecnie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka).

Uważam, że praca doktorska mgr inż. Dominiki Łomińskiej-Płatek zasługuje na wyróżnienie. Uzasadnieniem tego wniosku jest ważność i aktualność tematyki pracy doktorskiej oraz wysoki poziom merytoryczny. Wyniki badań dostarczają wiedzy na temat przebiegu zmian ilościowo-jakościowych w ściekach i osadach w oczyszczalni ścieków, a elementem nowatorskim jest sporządzenie bilansu masowego tych związków w strumieniach ścieków i osadów. Praca zawiera także elementy aplikacyjne, gdyż wyniki badań dotyczące zawartości kwasów fulwowych w osadach ściekowych mogą stanowić bazę do wykorzystania w opracowaniu technologii ich odzysku.

Anna Włodarczyk-Kuczyńska