Białystok, 28.08.2023 r.

dr hab. inż. Wojciech Dąbrowski, prof. PB
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku
Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok
email: w.dabrowski@pb.edu.pl
tel. 601 450 992

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Kamila Łukasza Bryszewskiego

„Efektywność oczyszczania ścieków z uprawy bezglebowej w sekwencyjnym reaktorze porcjowym z błoną biologiczną (SBBR) z zastosowaniem stałego prądu elektrycznego"

1.Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pana **mgr inż. Kamila Łukasza Bryszewskiego** wykonana na wydziale Geoinżynierii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Joanny Rodziewicz, profesora uczelni i dr inż. Artura Mielcarka, jako promotora pomocniczego.

2. Podstawa formalna recenzji

Podstawą formalną recenzji jest pismo pana prof. dr hab. inż. Marcina Dębowskiego, przewodniczącego rady naukowej dyscypliny inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki na Uniwersytecie Warmińsko- Mazurskim w Olsztynie z dnia 11.07.2023 roku oraz umowa o dzieło pomiędzy Dziekanem Wydziału Geoinżynierii dr hab. inż. Dariuszem Popielarczykiem i dr hab. inż. Wojciechem Dąbrowskim na wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Kamila Łukasza Bryszewskiego.

3. Podstawa prawna recenzji

Recenzję rozprawy doktorskiej osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora wykonano pod względem spełnienia wymogów określonych w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i (tekst jednolity: Dz. Ustaw z 2023 r. poz.742 ze zm.).

4. Ocena układu rozprawy, jej części składowych i piśmiennictwa

Praca jest napisana w języku polskim i ma formę maszynopisu w formie rozprawy doktorskiej, w związku z czym stwierdzam, że spełnia wymogi formalne zapisane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Recenzowana praca obejmuje 133 strony łącznie ze spisem literatury, tabel, rysunków i streszczeniem w języku polskim i angielskim wraz ze słowami kluczowymi.

Na wstępie pracy podano źródło finansowania badań, które były podstawą recenzowanej rozprawy. Praca jest podzielona na sześć rozdziałów, rozpoczyna się od wprowadzenia gdzie autor w sposób syntetyczny przedstawia genezę problemu oraz przesłanki do badań związanych z oczyszczaniem ścieków z bezglebowej uprawy pomidorów. Część teoretyczna rozprawy nie budzi zastrzeżeń. W dwóch rozdziałach autor przedstawił zagadnienia związane z systemem upraw bezglebowych, zarządzaniem pożywką, ściekami szklarniowymi i metodami ich oczyszczania. Oddzielny rozdział został poświęcony zagadnieniom bio-elektrochemicznego usuwania azotu, fosforu jak również charakterystyce osadów powstających w trakcie pracy tego typu reaktorów. Przegląd literatury w sposób jasny i klarowny uzasadnia przyjęty w rozdziale 4 pracy cel i zakres badań oraz metodykę badań. W rozdziale dotyczącym metodyki autor opisał stanowisko badawcze, harmonogram badań wraz zakresem badań analitycznych i analiz statystycznych.

Zasadnicza część recenzowanej pracy to omówienie i dyskusja wyników przedstawionych w rozdziale 6. Autor przedstawił wyniki badań w pięciu podrozdziałach. Tak przyjęty sposób prezentacji wyników i ich dyskusji był konsekwencją przyjętego w punkcie 4 rozprawy zakresu pracy, który obejmował sześć zagadnień dotyczących oczyszczania ścieków i jakości osadów ściekowych. W pracy autor wyodrębnił rozdział dotyczący przedstawienia praktycznej koncepcji zastosowania reaktora porcjowego do oczyszczania ścieków szklarniowych- podał wytyczne do konstrukcji i eksploatacji układu. Pracę podsumowuje trzydzieści wniosków przedstawionych w rozdziale 8. O dobrym warsztacie badawczym świadczy bardzo obszerna literatura, autor cytuje 206 pozycji w tym 16 w języku polskim. Wśród literatury jest 15 pozycji stanowiących dyrektywy, uchwały, normy i ustawy. Wśród cytowanej literatury jest 6 pozycji gdzie doktorant występuje, jako jeden ze współautorów publikacji.

5. Ocena celu pracy, oraz przyjętych metod badawczych

Autor jako cel pracy przyjął określenie wpływu rodzaju, dawki i sposobu dozowania zewnętrznego źródła węgla organicznego oraz prądu stałego na efektywność procesów biologicznych i elektrochemicznych zachodzących podczas oczyszczania ścieków z bezglebowej uprawy pomidorów

w sekwencyjnym reaktorze porcjowym z błoną biologiczną (SBBR). Konsekwencją było przyjęcie dwóch tez:

- Rodzaj, dawka i sposób dozowania zewnętrznego źródła węgla organicznego wpływa na sprawność oczyszczania ścieków pochodzących z bezglebowej uprawy pomidorów w sekwencyjnym reaktorze z błoną biologiczną.
- Zastosowanie procesów elektrochemicznych w połączeniu z procesami biologicznymi pozwala na zwiększenie sprawności usuwania azotu i fosforu.

W celu zweryfikowania tez autor przedstawił następujący zakres pracy:

- określenie wpływu rodzaju i dawki zewnętrznego źródła węgla organicznego na efektywność usuwania azotu i fosforu ze ścieków pochodzących z bezglebowej uprawy pomidorów,
- określenie wpływu sposobu dawkowania substratu organicznego do reaktora na wskaźniki ścieków oczyszczonych,
- określenie stopnia i szybkości wykorzystania zastosowanych substratów organicznych,
- określenie wpływu czasu oddziaływania prądu elektrycznego na efektywność usuwania azotu i fosforu,
- analizę jakościową i ilościową osadów powstających podczas oczyszczania ścieków z bezglebowej uprawy pomidorów,
- opracowanie koncepcji technologicznej zastosowania sekwencyjnego reaktora z błoną biologiczną do oczyszczania ścieków z bezglebowej uprawy pomidorów.

Cel pracy został przyjęty prawidłowo a zakres pracy umożliwił docelowo weryfikację i potwierdzenie przyjętych tez. Konsekwentnie z przyjętego zakresu pracy wynikała metodyka badań, zakres metod analitycznych w ściekach i określenie wybranych wskaźników w biomasie (błonie biologicznej) odprowadzanej z reaktora. Nie budzi także zastrzeżeń przyjęty zakres analizy statystycznej uzyskanych wyników badań.

Ze względu na szeroki zakres pracy autor podzielił badania na 3 główne etapy (I, IIa, IIb, IIIa, IIIb). W etapie I określono wpływ rodzaju i dawki zewnętrznego źródła węgla oraz prądu stałego na efektywność usuwania azotu i fosforu. W etapie IIa określono wpływ sposobu dozowania (trzy sposoby) substratu do reaktora na efektywność oczyszczania ścieków. Etap IIb dotyczył określenia wpływu oddziaływania prądu stałego na efektywność reaktora bio-elektrochemicznego z zastosowaniem trzech wariantów czasowych. Etap III dotyczył określenia wpływu kolejności reaktorów na efektywność usuwania azotu i fosforu. Opisy etapów uzupełniają rysunki przedstawiające poszczególne schematy badań.

6. Ocena dotycząca omówienia i dyskusji wyników badań

Autor przedstawił wyniki wraz z dyskusją w rozdziale 6. Wyniki badań przedstawiono głównie w formie rysunków (36) i tylko 4 tabel. Wyniki etapu I, etapu IIa, IIb i III przedstawiono z podziałem na wykorzystanie związków organicznych, usuwaniu związków azotu i fosforu, odczyn, przewodność i zawartość żelaza. Większość wyników przedstawiono w formie opisu (tekstu). Oddzielny podrozdział poświęcono wynikom badań osadów ściekowych, prezentujący w formie rysunków i tabel ilość osadów odprowadzanych z reaktorów w etapie I, IIa, Ibis, Iii i Iii łącznie z przedstawieniem i dyskusją wyników dotyczących suchej masy mineralnej i organicznej. Zawartość procentową wybranych pierwiastków w osadach (N, P, K, C, Fe) z poszczególnych etapów badań przedstawiono wyłącznie w formie tabelarycznej. Dyskusja wyników badań jest przeprowadzona prawidłowo i na wysokim poziomie. Przyjęty podział prezentacji wyników badań z poszczególnych etapów umożliwia ich zrozumienie i interpretację. Konsekwencją takiej formy prezentacji wyników badań i ich dyskusji są bardzo szczegółowe wnioski (30) przedstawione w rozdziale 8.

Podjęta tematyka pracy jest oryginalna i stanowi istotny element wiedzy w zakresie stosowania wielostopniowych układów do oczyszczania ścieków szklarniowych.

7. Praktyczne aspekty badań wynikający z rozprawy

Przeprowadzone badania i ich wyniki stanowią przesłankę do opracowania wytycznych w zakresie stosowania reaktorów biologicznych, elektrochemicznych, bioelektrochemicznych do oczyszczania ścieków z upraw bezglebowych. Ze względu na obecny niewystarczający stan wiedzy związany z podjętą tematyką badania są istotne i celowe. Autor w swojej rozprawie zamieścił rozdział pt. „*Koncepcja zastosowania reaktora porcjowego z błoną biologiczną do oczyszczania ścieków szklarniowych*". Zaproponował zastosowanie układu opartego o procesy elektrochemiczne i biologiczne oraz dodatkowo zastosowanie złoża zraszanego przy nadmiarze związków organicznych w odpływie ze wstępnego oczyszczania. Docelowo badania przedstawione w rozprawie mogą posłużyć do wyboru typu reaktora i warunków jego pracy w warunkach rzeczywistych.

8. Uwagi dotyczące recenzowanej pracy

- Dlaczego w zakresie badań analitycznych nie uwzględniono takich wskaźników jak BZT_5 i ChZT? Są one istotne z punktu widzenia procesu biologicznego oczyszczania ścieków.
- Jakiego określenia należy używać odnośnie ścieków, których oczyszczaniem zajmował się autor rozprawy. W pracy używano następujących określeń: ścieki z uprawy bezglebowej, ścieki szklarniowe, ścieki ogrodnicze. Autor używa różnych terminów.

- Proszę wyjaśnić określenie z punktu 5.1.: „Budowa reaktora pozwalała na wymianę całej objętości ścieków".
- W puncie 5.3. metodyki przedstawiono skład ścieków użytych w badaniach (tabela 6-8). Bardziej odpowiednie byłoby umieszczenie tej tabeli w rozdziale „Omówienie wyników i ich dyskusja".
- W części tabel określenie „przewodnictwo elektrolityczne", „EC" jak i „przewodność elektrolityczna".
- Jak należy rozumieć określenie „sprawność wykorzystania związków organicznych" (Rysunki przedstawione w rozdziale 6).
- Informacje dotyczące np. etapu IIa z punktu 6.2 czy też 6.3 powinny znaleźć się w rozdziale opisującym metodykę badań (eksperymentu).
- W rozdziale 7 autor przedstawił własną propozycję układu do oczyszczania ścieków szklarniowych. Zaproponował między innymi zastosowanie dodatkowego stopnia oczyszczania biologicznego. W swoich badaniach nie uwzględnił takiego układu. Co było przesłanką do zastosowania złoża zraszanego w schemacie układu technologicznego, a nie np. reaktora z osadem czynnym?
- Zabrakło moim zdaniem praktycznej aplikacji opracowanej na podstawie wyników badań, którą mogą posłużyć się inni naukowcy czy też praktycy opracowujący układy do oczyszczania tego rodzaju ścieków w pełnej skali.
- Bardzo ogólne jest stwierdzenie o konieczności dalszych badań, proszę precyzyjnie czego powinny one dotyczyć.
- Zaproponowany układ wniosków bardzo szczegółowo i precyzyjnie podsumowuje wyniki badań. Dlaczego autor nie zdecydował się na ich podział np. na wnioski ogólne, szczegółowe i np. praktyczne?

Przedstawione uwagi, głównie natury formalnej i redakcyjnej nie wpływają na wysoką ocenę merytoryczną pracy. Ogromne wrażenie robi wkład pracy konieczny do przeprowadzenia badań, opracowania wyników i treści przedłożonej rozprawy doktorskiej.

9. Wniosek końcowy

Rozprawa wnosi nowe wartości poznawcze, a jej wyniki poszerzają wiedzę w zakresie problematyki efektywnego oczyszczania ścieków z bezglebowej uprawy roślin.

Praca wskazuje, że mgr inż. Kamil Łukasz Bryszewski wykazał się umiejętnością syntezy doświadczeń naukowych innych badaczy niezbędną do sformułowania i zrealizowania własnego celu badawczego. Istotny jest udział doktoranta w projektowaniu, budowie i eksploatacji systemu

zastosowanego do badań w skali półtechnicznej z zastosowaniem rzeczywistych ścieków. Należy podkreślić bardzo szeroki zakres badań wykonanych przez autora, jak i szeroką dyskusję na temat otrzymanych wyników. Praca bazuje na starannie dobranym materiale źródłowym co świadczy o dobrym rozeznaniu doktoranta w przedmiocie badań.

Chciałbym podkreślić, że recenzowana rozprawa charakteryzuje się aktualnością tematu, oparta jest na nowoczesnej wiedzy, a jej wyniki mają duże znaczenie dla praktyki w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Przedłożona do oceny rozprawa pt. *Efektywność oczyszczania ścieków z uprawy bezglebowej w sekwencyjnym reaktorze porcjowym z błoną biologiczną (SBBR) z zastosowaniem stałego prądu elektrycznego* spełnia wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami) oraz Ustawy z dnia 03 lipca 2018 Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669).

W związku z powyższym stawiam wniosek do Rady Naukowej dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Wydziału Geoinżynierii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o dopuszczenie pana mgr inż. Kamila Łukasza Bryszewskiego do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

dr hab. inż. Wojciech Dąbrowski, prof. PB