

Prof. dr hab. inż. Małgorzata Kacprzak
Instytut Inżynierii Środowiska
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Politechnika Częstochowska

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Urszuli Wydro

„Wykorzystanie osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomaganie procesu fitoremediacji”

Promotor prof. zw dr hab. inż. Tadeusz Józef Łoboda

Promotor pomocniczy: dr hab. inż. Andrzej Butarewicz

Rozprawa, która jest przedmiotem recenzji została przygotowana na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej, w dziedzinie nauki techniczne, w dyscyplinie inżynieria środowiska. Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena, czy rozprawa spełnia warunki określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z późn.zm). Wymogiem ww. artykułu jest, aby rozprawa doktorska spełniała następujące warunki: stanowiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne dokonanie artystyczne oraz wykazywała ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także pokazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Recenzja została napisana pod kątem sprawdzenia powyższych wymogów Ustawy na podstawie pisma z dnia 21.06.2018 przesłanego przez Dziekana WBiŚ PB prof. dr hab. inż. Michała Bołtryka.

1. Celowość podjęcia tematu

Zagospodarowanie osadów ściekowych stanowi od lat wyzwanie zarówno dla praktyków - eksploataatorów oczyszczalni jak i naukowców zajmujących się tym problemem w wielu ośrodkach badawczych tak w kraju jak i za granicą. Do niedawna osady traktowano jako odpad, który należy poddać procesom unieszkodliwiania z tym, że preferowanym sposobem stały się metody termiczne ze spalaniem włącznie. Jednocześnie osady spełniające kryteria określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska mogą być wprowadzane do gleb rolnych oraz w celach rekultywacyjnych. Pomimo powszechnej znajomości właściwości nawozowych ilość osadów stosowanych do rekultywacji w Polsce spada.

Grunty zdegradowane to nie tylko grunty, które zostały poddane presji działalności przemysłu, choć takie są przedmiotem statystyk w tym Głównego Urzędu Statystycznego. Okazuje się, że do terenów przekształconych działalnością antropogeniczną (czasami w znacznym stopniu) należą gleby i grunty miejskie. Główną przyczyną przekształceń są zmiany mechaniczne powodujące znaczne przekształcenia morfologiczne; jednak w

miastach dochodzi także do zanieczyszczeń chemicznych gleb, powodowanych np. przez nadmierne zasolenie. Gleby miejskie to także gleby o znacznie zaburzonych stosunkach wodnych – zwykle nadmiernie przesuszone.

Gleby takie potrzebują odpowiedniego nawożenia, które łączyłoby w sobie cechy substancji organicznej, wysokiej zawartości makro- i mikroskładników, odpowiedniego pH i wilgotności. Jednocześnie nawożenie takie powinno nie tylko wspomagać wzrost zieleni miejskiej ale także procesy remediacji ponieważ zanieczyszczenia występujące na terenach miejskich mają zwykle charakter kumulacyjny. Zastosowanie osadów ściekowych daje takie możliwości jednak wciąż nie ma zbyt wielu opracowań interdyscyplinarnych łączących badania fizyczne, chemiczne i biologiczne.

Stąd też uważam, że podjęcie tematu badawczego nad połączeniem rekultywacji i fitoremediacji gleb miejskich jako efektu zastosowania komunalnych osadów ściekowych za aktualne i celowe.

2. Struktura formalna dysertacji

Recenzowana rozprawa obejmuje 144 strony tekstu, a wraz ze spisem bibliografii i załącznikami – 168 stron. Bibliografia obejmuje 185 pozycji zarówno w j. polskim, j. angielskim oraz j. niemieckim. Większość cytowanych prac powstała po roku 2000. Zasadniczą część pracy stanowią: 1) Wstęp, 2) Przegląd literatury z podrozdziałami: *Gospodarka osadowa w Polsce i województwie podlaskim, Przyrodnicze zagospodarowanie komunalnych osadów ściekowych – podstawowe uwarunkowania prawne, Charakterystyka gleb terenów miejskich i znaczenie zieleni na terenach zurbanizowanych, Metale ciężkie w glebach i komunalnych osadach ściekowych, Rekultywacja gruntów zdegradowanych i fitoremediacja gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi, Wskaźniki biologiczne stosowane do oceny jakości gleb*, 3) Teza i cel pracy, 4) Materiały i metody, 5) Omówienie i analiza uzyskanych wyników badań; 6) Dyskusja oraz 7) Podsumowanie i wnioski. Praca napisana jest dobrym, komunikatywnym językiem i bardzo zredagowana starannie. Do pracy dołączony jest CD-ROM z elektroniczną wersją rozprawy.

3. Krytyczne omówienie zawartości układu i zawartości merytorycznej pracy

W mojej opinii **układ pracy jest prawidłowy** – zachowano proporcje pomiędzy poszczególnymi częściami zgodnie z ogólnie przyjętymi standardami.

W **przeglądzie literatury** Doktorantka szczegółowo omówiła kierunki zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych (KOS) w Polsce na tle woj. podlaskiego. Następnie dokonała charakterystyki jakościowej KOS z uwzględnieniem ich przydatności do przyrodniczego wykorzystania. Opisała przy tym problem występowania w osadach takich zanieczyszczeń jak metale ciężkie oraz skażenia sanitarne, co jest ujęte w Rozporządzeniu MŚ. Kolejny podrozdział obejmuje opis gleb terenów miejskich i znaczenia zieleni na terenach zurbanizowanych. Doktorantka zwraca przy tym uwagę na przyczyny degradacji, a także na istotny fakt, że stopień takich gleb wciąż postępuje i prowadzi do pogarszania się jakości całego ekosystemu miejskiego. Podrozdział 2.4 to opis metali ciężkich w glebach i komunalnych osadach ściekowych. Doktorantka słusznie zauważa, że ogólna zawartość metali nie odzwierciedla dostępności i toksyczności tych pierwiastków w środowisku. Dopiero dokładne poznanie poszczególnych frakcji metali pozwala na ocenę ich rzeczywistej szkodliwości. W rozdziale 2.6 znalazły się informacje dostępne w literaturze dotyczące

rekultywacji gruntów na terenach miejskich i fitoremediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Ostatni podrozdział (2.6) dotyczy wskaźników biologicznych stosowanych do oceny jakości gleb. Uważam, że przegląd literatury przedmiotu jest wyjątkowo staranny i w pełni charakteryzujący aktualny stan wiedzy przedmiotu pracy doktorskiej.

Hipoteza robocza rozprawy zakładała, że:

„Możliwe jest przyrodnicze wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych mechanicznie odwodnionych oraz wysuszonych termicznie jako substratów do rekultywacji gleb terenów zurbanizowanych. Aplikacja komunalnych osadów ściekowych do gleb pod trawniki miejskie pozwoli na poprawę ich właściwości fizyczno-chemicznych oraz wzrost jej aktywności biologicznej, co wpłynie na polepszenie warunków wzrostu traw oraz zwiększenie ich właściwości fitoremediacyjnych”

Przyjęto przy tym dwa cele:

1. Prześledzenie zmian biodostępności zanieczyszczeń w glebie w wyniku oddziaływania komunalnych osadów ściekowych o różnym stopniu przetworzenia jako czynnika wspomagającego fitoremediację.
2. Ocenę efektu rekultywacji poprzez prześledzenie zmian właściwości fizycznych, chemicznych i biochemicznych gleb miejskich zlokalizowanych w różnych warunkach przestrzennych po zastosowaniu komunalnych osadów ściekowych o innym stopniu przetworzenia.

Badania prowadzono na terenie Białegostoku na poletkach wytypowanych na trawnikach wzdłuż ciągów komunikacyjnych przy dwóch ulicach różniących się między sobą natężeniem ruchu. Zastosowano dwa rodzaje osadów ściekowych: ustabilizowane tlenowo, odwodnione mechaniczne komunalne osady ściekowe oraz ustabilizowane osady ściekowe w postaci zgranulowanej. Eksperyment zakładano dwukrotnie i każdorazowo trwał dwa lata. Doktorantka bardzo dokładnie opisuje założenie doświadczeń, ich przebieg, pobór próbek oraz analizy fizyczno-chemiczne i biologiczne. Wyniki badań opracowała przy pomocy programu STATISTICA ver. 13.1.

Pewien niedosyt pozostawia nie uwzględnienie następujących aspektów w badaniach:

- analiz roztworu glebowego. Wiadomo, że wprowadzanie osadów ściekowych może spowodować uruchamianie jonów metali ciężkich, ich przemieszczanie się w profilu glebowym i zwiększenie niebezpieczeństwa skażenia wód podziemnych;
- analiz jonów chlorkowych oraz sodu jako możliwych wskaźników zasolenia gleb w miastach;
- włączenia do badań analiz zanieczyszczeń organicznych np. WWA i problem ich fitodegradacji

Nie jest to zarzut, bo każda praca ma swoje ograniczenia czasowe, a przede wszystkim ograniczone możliwości ludzkie i finansowe. Jednak są to propozycje, które można by uwzględnić w dalszych badaniach.

W rozdziale 5 Doktorantka omówiła i dokonała analizy uzyskanych wyników badań. Wyniki zostały zestawione w postaci tabel, wykresów i zdjęć. Kolejno były to właściwości gleb terenu

badan, właściwości samych osadów ściekowych, właściwości gleb wzbogacanych osadami, zawartość metali ciężkich i ich frakcji w glebach po aplikacji osadów, sumaryczny plon mieszanek traw, wynoszenie metali ciężkich z plonem i współczynnik biokoncentracji metali ciężkich w mieszanek traw, zależności statystyczne. Doktorantka w przejrzysty sposób udowodniła, że wprowadzenie osadów ściekowych do gleb miejskich powoduje szereg korzystnych zmian ich właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych, które w zależności od zastosowanych osadów mają charakter aplikacyjny (w roku zastosowania) lub następczy (w roku następnym). Obok rekultywacji takich gleb następują także procesy fitoremediacji – fitoekstrakcji i fitostabilizacji. Doktorantka starała się w sposób jasny i czytelny przedstawić dużą ilość wyników tak aby przy całej różnorodności analiz i wielowątkowości pracy pokazać wyniki jako pewien monolit.

Dyskusja została podzielona na dwie części: w pierwszej części Doktorantka skupia się na bardziej praktycznej stronie tego procesu czyli rekultywacji, natomiast w drugiej części stara się wyjaśnić efekty fitoremediacji. Doktorantka starała się wyjaśnić jakie mechanizmy zachodzą po zastosowaniu osadów ściekowych do gleb miejskich, jednak widać, że do końca nie może zdecydować czy miała miejsce w większym stopniu fitoekstrakcja czy fitostabilizacja metali.

Uwagi szczegółowe do pracy:

1. W pracy nie uniknięto zdań, które w pracach o charakterze technicznym rażą ze względu na użyty styl z mowy potocznej np.: „...*Rośliny pobierają metale ciężkie przez system korzeniowy ale metale mogą się też przedostawać przez blaszki liściowe...*” (str. 36); „*wartości odczynu mierzono w wodzie...*” (str. 63); „*Autorzy podkreślają również możliwość straty składników zawartych w osadach na skutek uwalniania ich do (?) podczas intensywnej mineralizacji środowiska, w tym do wód gruntowych...*”
2. Na str. 54 podano wymiary ramki do poboru materiału roślinnego (33,3 cm x 33,3 cm), skąd takie wymiary i dlaczego taka dokładność?
3. Dlaczego nie zrobiono analiz P przyswajalnego (tab. 5.2, str. 62) dla osadów ściekowych skoro taka analiza została wykonana dla gleb ((tab. 5.1, str. 61)?
4. Nigdzie nie jest podane czy granulowane osady były odpadem czy już zarejestrowanym nawozem.
5. W eksperymentach stosowano dwie mieszanki traw, które zostały przy zakładaniu doświadczeń bardzo dokładnie opisane, a poletka gdzie je stosowano rozdzielone. Jednak nigdzie nie ma później umieszczonych wyników, które by uwzględniały fakt stosowania różnych mieszanek traw
6. Zarówno w glebach miejskich jak i wzbogacanych osadami stwierdzono bardzo niską zawartość kadmu nawet poniżej 0,5 mg /kg s.m. (wyższa była w przypadku osadów granulowanych). Co ciekawe niższa zawartość kadmu była odnotowywana właśnie w glebach wzbogacanych osadami granulowanymi, a także w biomasie traw rosnących na takich glebach. Co może być tego przyczyną?
7. Na str. 131. Doktorantka pisze: „*Wynikiem tego (suszenie) może być brak wpływu takich osadów na wzrost aktywności niektórych enzymów glebowych.*” Jednak na większości wykresów widać wyraźnie wzrost aktywności enzymów po zastosowaniu osadów wysuszonych, więc skąd to stwierdzenie?

4. Charakterystyka formalna pracy

Z formalnego punktu widzenia praca jest napisana poprawnie. Nie mam istotnych zastrzeżeń redakcyjnych do tekstu, widać że Autorka opanowała w stopniu co najmniej dobrym styl pisania prac technicznych. Oczywiście nie uniknęła drobnych potknięć stylistycznych i tzw. literówek, które są bardzo nieliczne i nie obniżają jakości pracy.

5. Ocena dysertacji pod kątem wymogów art. 13 Ustawy

Moim zdaniem praca **stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego**. Ustalono celowość podjęcia tematu oraz cele jakie chciałyby Doktorantka w swej rozprawie osiągnąć. Sformułowano hipotezy badawcze, które w trakcie postępu pracy naukowej zostały zweryfikowane. Doktorantka przygotowała i zrealizowała bardzo duży zakres prac badawczych a uzyskane wyniki zostały przedstawione w postaci tabelarycznej i graficznej, przeanalizowane i skonfrontowane z istniejącym dorobkiem literaturowym.

6. Podsumowanie

Moim zdaniem koncepcja pracy i formułowane wnioski w **bardzo dobrym stopniu wpisują się w dyscyplinę naukową inżynieria środowiska**. Uważam, że praca jest **oryginalnym rozwiązaniem** jasno sprecyzowanego problemu naukowego. Doktorantka wykazała, że **potrafi samodzielnie prowadzić pracę naukową**. Widać wyraźnie, że w prowadzenie doświadczenia, przeprowadzenie analiz badawczych, zebranie i opracowanie wyników włożono ogrom pracy. Stąd też wyrażam głębokie przekonanie, że przedstawiony mi do recenzji materiał ma duży potencjał i stanowi wartościową rozprawę naukową.

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Urszuli Wydro spełnia warunki określone w art. 13 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). W tym przekonaniu w oparciu o Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskim i habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora stawiam wnioski skierowany do Rady Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska w Białymstoku o skierowanie rozprawy mgr. inż. Urszuli Wydro do publicznej obrony.

Uwzględniając powyższe **proponuję wyróżnienie pracy mgr inż. Urszuli Wydro**, o ile jej obrona przebiegnie w sposób odpowiednio satysfakcjonujący.

Prof. dr hab. inż. Małgorzata Kacprzak