



Wydział Nauk o Środowisku
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; tel. 89 523 34 21; fax 89 523 36 51; e-mail: wnos-dziekanat@uwm.edu.pl

dr hab. inż. Urszula Filipkowska, prof. UWM
Uniwersytet Warmińsko - Mazurski w Olsztynie
Wydział Nauk o Środowisku
Katedra Inżynierii Środowiska
10 – 720 Olsztyn, ul. Warszawska 117a
tel. 89 523 48 93, e-mail: urszula.filipkowska@uwm.edu.pl

Olsztyn 27.07 2018 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Urszuli Wydro

**Wykorzystanie osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania
procesu fitoremediacji.**

**promotor pracy *prof. zw. dr hab. inż. Tadeusz Józef Łoboda*
promotor pomocniczy: *dr hab. inż. Andrzej Butarewicz***

1. PODSTAWA FORMALNA PRZYGOTOWANIA RECENZJI

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Urszuli Wydro przygotowana została na zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Białostockiej Pana prof. dr hab. inż. Michała Bołtryka, prof. zw. (pismo WBilŚ-200.4030/40/2018) na podstawie przedłożonego egzemplarza rozprawy doktorskiej. Recenzję wykonano zgodnie z wymaganiami stawianymi rozprawom doktorskim zawartymi w Ustawie z dnia 14. marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jednolity Dz. U. 2014, poz. 1852) oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 30. października 2015 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. 2015, poz.1842).

2. ZASADNOŚĆ PODJĘTEJ TEMATYKI BADAWCZEJ

Tematyka pracy dotyczy ważnego, aktualnego i nie do końca rozpoznanego problemu efektywnego wykorzystania osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania procesu fitoremediacji. Gleby terenów miejskich są stale narażone na degradację chemiczną, fizyczną i mechaniczną, których głównym źródłem jest rozwijający się przemysł oraz transport



Wydział Nauk o Środowisku
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; tel. 89 523 34 21; fax 89 523 36 51; e-mail: wnos-dziekanat@uwm.edu.pl

komunikacyjny. Jakość środowiska glebowego na terenach zurbanizowanych ulega ciągłym zmianom i jest stale narażona na presję antropogeniczną. Przy analizie i ocenie jakości gleb na obszarach zurbanizowanych o małym stopniu uprzemysłowienia należy uwzględnić zmienne natężenie ruchu komunikacyjnego i związaną z tym strukturę rodzajową pojazdów oraz lokalne warunki meteorologiczne. Właściwości fizyczno-chemiczne gleb na terenach zurbanizowanych są dość dobrze poznane i opisane, natomiast w przypadku właściwości biochemicznych tych gleb niewiele jest doniesień literaturowych. Przy prowadzeniu technik fitoekstrakcji wymagane jest aby metale w glebach występowały w formie biodostępnej i mogły być pobrane przez rośliny. Ponadto, zmiany właściwości enzymatycznych gleb mogą być wywołane dodaniem do gleb osadów ściekowych, a kierunek i intensywność tych zmian zależy od pochodzenia i rodzaju osadów, ich dawki, stosunku C:N w osadach oraz analizowanego enzymu. Biodostępność i bioprzyswajalność składników pokarmowych oraz metali ciężkich w glebie miejskiej po dodaniu osadów ściekowych zależy od złożonych procesów zachodzących w systemie gleba-roślina, a ich kierunek zależy od właściwości fizyczno-chemicznych i biologicznych gleb oraz wprowadzanych osadów, właściwości metali, obecności innych substancji i jonów oraz rosnących roślin. Do określenia biodostępności metali dla roślin stosowane są wskaźniki takie jak: wynoszenie metali z plonem, jako iloczyn zawartości metali w roślinie i wielkość plonu roślin oraz współczynnik biokoncentracji, wyznaczony jako iloraz zawartości metali w częściach nadziemnych roślin do ich zawartości w glebie.

Zaprezentowane przez Doktorantkę badania wnoszą istotne elementy o znaczeniu nie tylko naukowym, ale przede wszystkim praktycznym. Podjęcie badań dotyczących określenia możliwości wykorzystania osadów ścieków różniących się sposobem przygotowania do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania fotoremediacji uważam za właściwe i zasadne.

3. CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Rozprawa doktorska pt. „Wykorzystanie osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania procesu fitoremediacji” obejmuje 168 stron, w tym 22 tabele, 49 rysunków, 3 fotografie, 10 załączników i 185 pozycji literatury przywołanych w tekście rozprawy. Całość pracy została podzielona na 6 rozdziałów. Dodatkowo zamieszczono w niej Wprowadzenie, Bibliografię streszczenia w języku polskim i angielskim oraz Wykaz



Wydział Nauk o Środowisku
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; tel. 89 523 34 21; fax 89 523 36 51; e-mail: wnos-dziekanat@uwm.edu.pl

ważniejszych oznaczeń. Za najważniejsze należy uznać rozdziały obejmujące przegląd literatury, omówienie i analizę uzyskanych wyników, dyskusję i wnioski.

Pracę rozpoczyna krótkie *Wprowadzenie*, w którym Autorka wyjaśnia przyczynę swego zainteresowania problematyką wykorzystania osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania procesu fitoremediacji.

W rozdziale 2 zatytułowanym „Przegląd literatury” Doktorantka dokonała szczegółowego i wyczerpującego przeglądu literatury powiązanej z tematyką rozprawy doktorskiej. Autorka podnosi wagę zagadnienia, jakim jest potrzeba poszukiwania nowych rozwiązań pozwalających na przyrodnicze zastosowanie komunalnych osadów ściekowych jako substratu do rekultywacji gleb pod trawniki na terenach zurbanizowanych. W kolejnych podrozdziałach omówiona została gospodarka osadowa w Polsce i województwie podlaskim, z bardziej szczegółowym omówieniem charakterystyki ilościowej komunalnych osadów ściekowych, podstawowe uwarunkowania prawne związane z przyrodniczym zagospodarowaniem komunalnych osadów ściekowych, charakterystyka gleb terenów miejskich i znaczenie zieleni na terenach zurbanizowanych oraz problem metali ciężkich w glebach i komunalnych osadach ściekowych. Ostatni podrozdział dotyczy wskaźników biologicznych stosowanych do oceny jakości gleb z podziałem na aktywność biologiczna i biochemiczną gleb.

W rozprawie doktorskiej powołano się na 185 pozycji bibliograficznych z czego 20 to normy, rozporządzenia, uchwały, sprawozdania i GUS, 5 strony internetowe a 70 pozycji stanowią prace w języku angielskim. Przy tak bogatym przeglądzie literatury nieuzasadnione wydaje się cytowanie pozycji dość starych – 79 prac to prace sprzed 10 lat a 38 prac jest sprzed 200 roku. Niepotrzebne jest też odnoszenie się do stron internetowych. Na stronie 23 do zdania „Przyrodnicze zagospodarowanie osadów ściekowych oznacza stosowanie osadów ściekowych w celu nawożenia gleb i roślin oraz rekultywacji gleb zdegradowanych i gruntów bezglebowych” nie jest konieczne cytowanie strony internetowej (wios.warszawa.pl...).

Z przeglądu literaturowego wynika celowość podjęcia badań nad wykorzystaniem osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania procesu fitoremediacji.



Wydział Nauk o Środowisku
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; tel. 89 523 34 21; fax 89 523 36 51; e-mail: wnos-dziekanat@uwm.edu.pl

Informacje i rozważania poparte pozycjami literaturowymi uzasadniają wybór przedmiotu pracy przez Doktorantkę.

Uważam, iż rozdział 2 podający podstawy teoretyczne zagadnień poruszanych w pracy oraz opisujący dotychczasową wiedzę w tym zakresie został przedstawiony w sposób interesujący i zrozumiały, przekonujący czytelnika o potrzebie przeprowadzenia badań będących przedmiotem rozprawy doktorskiej.

W rozdziale 3 przedstawiono tezę i cele główne pracy. Uważam, że zaproponowana teza jest zbyt obszerna i w sposób naturalny dzieli się na dwie odrębne tezy:

1. *Możliwe jest przyrodnicze wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych mechanicznie odwodnionych oraz wysuszonych termicznie jako substratów dorekultywacji gleb terenów zurbanizowanych.*
2. *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*

W tej samej części pracy sformułowane zostały dwa cele główne pracy mające służyć realizacji założonej tezy pracy. I tutaj już prawidłowo zostały sformułowane dwa cele pracy bardzo dobrze opisujące podzieloną tezę pracy.

Zarówno teza/tezy pracy jak i cele główne zostały sformułowane prawidłowo i w pełni zrealizowane w pracy.

W rozdziale 3 brakuje zakresu pracy i ogólnego zarysu przeprowadzonych badań, który wprowadziłby czytelnika w kolejne rozdziały.

Rozdział 4 poświęcony jest szczegółowemu omówieniu metodyki badań obejmującej charakterystykę terenu badań, charakterystykę osadów ściekowych wykorzystanych w badaniach polowych, charakterystykę mieszanek traw gazonowych, opis doświadczenia w warunkach polowych, oznaczenia fizyczne i chemiczne próbek gleb i mieszanek traw i określenie zdolności mieszanek traw do fitoremediacji. W ostatnim podrozdziale omówione zostały metody statystyczne, które zostały zastosowane do opracowania wyników badań stanowiące mocny element recenzowanej rozprawy doktorskiej.



Wydział Nauk o Środowisku
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; tel. 89 523 34 21; fax 89 523 36 51; e-mail: wnos-dziekanat@uwm.edu.pl

W rozdziale tym – jak we wszystkich pozostałych – zastosowany jest niejednolity zapis określający użyte w badaniach rodzaje osadów. Zgodnie z informacją zawartą w rozdziale 4.2 Charakterystyka osadów ściekowych wykorzystanych w badaniach polowych w pracy użyte były osady ściekowe mechanicznie odwodnione i osady ściekowe wysuszone termicznie w postaci granulatu. Natomiast Autorka zastosowała chyba wszystkie możliwe kombinacje (osady, osady ściekowe, osady odwodnione, osady wysuszone, osady ściekowe odwodnione, odwodnione osady ściekowe, osady odwodnione mechanicznie, osady wysuszone termicznie, wysuszone termicznie osady ściekowe, wysuszone osady ściekowe w postaci zgranulowanej ...) konsekwentnie unikając tych przedstawionych w rozdziale 4.2. Myślę, że wprowadzenie skrótów lub symboli rozwiązywałoby sprawę.

Omówienie i analizę wyników badań Doktorantka przedstawiła w kolejnym, piątym rozdziale pracy. Jest to najobszerniejszy rozdział, w którym wyodrębniono 7 większych i 8 mniejszych podrozdziałów. Wyniki własne przedstawione w rozdziałach i podrozdziałach zostały bardzo szczegółowo omówione przez Autorkę. Każdy z tych rozdziałów został skonstruowany w podobny sposób, co porządkuje obszerny materiał badawczy i ułatwia czytelnikowi zapoznanie się uzyskanymi wynikami badań. Na uwagę zasługuje niezwykle staranność w prezentacji wyników i fakt, że Autorka pokusiła się o znalezienie takiej formy graficznej wykresów, aby uzyskane wyniki możliwe były do zaprezentowania w sposób jak najbardziej czytelny. Dotyczy to m.in. wykresów, na których zaprezentowany został udział metali we frakcjach. Jedynie przedstawienie szeregów biokoncentracji jest trochę mniej czytelne. Porównanie i przeanalizowanie umieszczonych w tekście sześciu szeregów (2 lata badań, próby kontrolne i dwa rodzaje osadów) jest praktycznie niemożliwe bez dodatkowych notatek.

Na szczególną uwagę zasługuje opracowanie statystycznie uzyskanych wyników. Zostało ono przedstawione w sposób jasny i stanowi integralną część badań, którą Doktorantka rozumie i potrafi wykorzystać we wnioskowaniu i omawianiu wyników.

Uwagi:

str. 66 – z tekstu nie wynika, czy wartości przedstawione na rysunku rys. 5.3b dotyczą średniej z dwóch lokalizacji przy ul. Hetmańskiej i ul. Popiełuszki – uwaga ta dotyczy



wszystkich rysunków, na których porównywane wartości parametrów z pierwszego i drugiego roku prowadzenia eksperymentu

str. 72 – brak jest w legendzie rys. 5.9 zaznaczenia co odnosi i się do rysunku a i b

W rozdziale 6. Doktorantka przeprowadziła dyskusję uzyskanych w badaniach własnych wyników z literaturą. Uwagi dotyczące cytowanej literatury zamieszczone powyżej odnoszą się również do tego rozdziału pracy. Dyskusja wyników podzielona została na dwa podrozdziały: Przydatność komunalnych osadów ściekowych do rekultywacji gleb oraz Wpływ osadów ściekowych na fitoremediację metali ciężkich z gleb miejskich. Po bardzo szczegółowym omówieniu wyników jest to decyzja słuszna zmierzająca do sformułowania najistotniejszych osiągnięć pracy.

W kolejnym siódmym rozdziale Autorka przedstawiła krótkie podsumowanie uzyskanych wyników oraz sformułowała 10 wniosków, które dowodzą założoną tezę.

4. OCENA MERYTORYCZNA PRACY

Gleby w miastach stanowią nieodłączną część ekosystemu miejskiego, którego funkcjonowanie w znacznym stopniu zależy od potencjału gleby do detoksykacji zanieczyszczeń i zmniejszenia szybkości ich migracji do wódziemnych oraz od wytworzonej przez glebę biomasy zielonej zdolnej do produkcji tlenu jak i usuwania szeregu szkodliwych substancji zawartych w powietrzu. Właściwości gleb miejskich znacznie różnią się od gleb użytkowanych rolniczo ze względu na większy wpływ działalności człowieka. Ponadto bardziej niż inne gleby, są narażone na zanieczyszczenia, zarówno ze źródeł punktowych jak i rozproszonych. Do głównych czynników wpływających na stan chemiczny gleb i gruntów miejskich należą m.in.: stopień industrializacji miasta, natężenie ruchu komunikacyjnego, gęstość zaludnienia, gospodarka ściekowo-odpadowa, struktura powierzchniowa miast, otoczenie miasta, rodzaj i gatunek gleb.

Metody fitoremediacji, w tym fitoekstrakcji, posiadają szereg zalet. Poza tym, że prowadzą do oczyszczenia podłoża z różnego rodzaju zanieczyszczeń, mogą być stosowane w miejscu skażenia (*in situ*) na obszarach o dużej powierzchni. Jest to proces mniej kosztowny w porównaniu do innych technik, ponadto jest to metoda akceptowana przez społeczeństwo ze



Wydział Nauk o Środowisku
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; tel. 89 523 34 21; fax 89 523 36 51; e-mail: wnos-dziekanat@uwm.edu.pl

względem na poprawę walorów estetycznych na skutek zastosowania roślin. Nasadzenia roślin stosowanych do przeprowadzenia zabiegu, oprócz funkcji oczyszczającej, mogą chronić glebę przed erozją wietrzną i wodną.

Istnieje potrzeba głębszego poznania roślinnych mechanizmów odpowiedzialnych za proces oczyszczania oraz rozwoju i udoskonalania technik fitoremediacyjnych, które jako mało inwazyjne, są alternatywą dla tradycyjnych metod oczyszczania środowiska.

W prezentowanej pracy zaproponowano zastosowanie ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych, pochodzących z oczyszczalni ścieków komunalnych z terenu woj. podlaskiego jako materiału do rekultywacji gleb, na których tworzone są trawniki w głównych ciągach komunikacyjnych w miastach.

W rozprawie jako główne cele obrano:

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.

Recenzowana praca miała udowodnić następującą tezę: *Możliwe jest przyrodnicze wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych mechanicznie odwodnionych oraz wysuszonych termicznie jako substratów dorekultywacji 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.*

Oceniając rozprawę doktorską w zakresie kryteriów merytorycznych stwierdzam, że recenzowana praca dotyczy interesującego i aktualnego zagadnienia. Wybór tematu pracy należy uznać za właściwy głównie ze względów poznawczych. Koncepcja realizacji badań nad zastosowanie osadów ściekowych różniących się sposobem przygotowania do rekultywacji



Wydział Nauk o Środowisku
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 5, 10-719 Olsztyn; tel. 89 523 34 21; fax 89 523 36 51; e-mail: wnos-dziekanat@uwm.edu.pl

gleb miejskich oraz jako wspomaganie procesu fitoremediacji jest oryginalna i stanowi osiągnięcie własne doktoranta. Dyskusja wyników oraz wnioski zostały oparte o obszerny i bardzo starannie przedstawiony i omówiony materiał doświadczalny świadczący o dobrej znajomości zagadnień związanych zarówno z prowadzeniem badań w warunkach polowych, umiejętnością planowania eksperymentów badawczych a także umiejętności interpretacji uzyskanych wyników z wykorzystaniem metod statystycznych. Praca ma prawidłową konstrukcję i strukturę podziału treści. Założone w pracy cele główne jak i tezy zostały zrealizowane i udowodnione.

Uwagi i pytania do pracy:

1. Autorka zauważa, że duża produkcja biomasy roślin i wysoki współczynnik biokoncentracji to dwa kluczowe czynniki udanej fitoekstrakcji oraz że różnice w plonowaniu mieszanek traw w prowadzonych eksperymentach mogły być spowodowane warunkami meteorologicznymi oraz różną formą testowanych osadów ściekowych. W eksperymencie I w pierwszym roku badań, suma opadów wynosiła 296,7 mm i była ponad dwukrotnie wyższa niż w trakcie prowadzenia eksperymentu II (133,8 mm). Czy w związku z takimi różnicami Doktorantka widzi konieczność przeprowadzenia badań w skali laboratoryjnej, kiedy możliwa będzie dokładna kontrola ilości dodawanej wody?
2. Zawartość metali w glebach różniła się w zależności od prowadzonego eksperymentu i roku badań. W eksperymencie I odnotowano, w porównaniu do tła, wyższe zawartości w glebach kadmu (w pierwszym roku badań), chromu (w drugim roku badań) i niklu (w pierwszym i drugim roku badań). W eksperymencie II w pierwszym i drugim roku badań stwierdzono wyższe zawartości Cr i Ni. Skąd w doświadczeniu zanotowano większe stężenie metali w próbach kontrolnych w drugim roku eksperymentu i dlaczego z czasem prowadzenia doświadczenia stężenie metali zwiększało się? Czy przeprowadzone były badania związane z dokładnym określeniem ilości metali ciężkich w glebie, osadach i trawach przed, w czasie i po zakończeniu doświadczenia w warunkach laboratoryjnych?
3. Czy okres badawczy nie jest zbyt krótki – trudno w ciągu dwóch lat określić efektywność procesu przy tylu zmieniających się parametrach



5. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Urszuli Wydro prezentuje interesujące wyniki badań. Przeprowadzone badania mają w dużym stopniu oryginalny i nowatorski charakter. Temat badawczy podjęty przez Panią mgr inż. Urszulę Wydro jest aktualny, ze względu na istniejącą konieczność poszukiwania możliwości efektywnego wykorzystania osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania procesu fitoremediacji a zaprezentowane w pracy rozwiązania posiadają również potencjał aplikacyjny. Zastosowanie osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich o wysokim odczynie może być podstawą do prowadzenia fitostabilizacji, w której przy udziale wybranych odmian traw gazonowych, metale ciężkie mogą być unieruchamiane w glebie. Zarówno tematyka badań, zastosowana metodyka, przeprowadzenie badań doświadczalnych polowych oraz wnioskowanie są poprawne i na dobrym poziomie merytorycznym, co to świadczy o dużych umiejętnościach Doktorantki.

Niezależnie od wymienionych powyżej jednostkowych uwag, rozprawę doktorską oceniam pozytywnie. Przedstawione uwagi w większości mają charakter dyskusyjny i nie umniejszają wartości rozprawy. Treść ocenianej pracy kwalifikuje mgr inż. Urszulę Wydro do ubiegania się o stopień doktora w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska w pełni odpowiada wymaganiom określonym w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule sztuki (Dz. U. Nr.65 poz. 595). Wobec powyższego wnioskuję o przyjęcie pracy mgr inż. Urszuli Wydro p.t. „Wykorzystanie osadów ściekowych do rekultywacji gleb miejskich i wspomagania procesu fitoremediacji” jako rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Autorki dalszych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. inż. Urszula Filipkowska, prof. UWM