

dr hab. inż. Andrzej Mazur, prof. UPL
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Wydział Inżynierii Produkcji
Katedra Inżynierii Środowiska i Geodezji
ul. Leszczyńskiego 7
20-069 Lublin

Lublin, 28.02.2024 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Barbary Kęsickiej**

**pt.: „Wpływ sterowania odpływem drenarskim na wybrane elementy gospodarki
wodnej gleb i straty azotu na obszarze zdrenowanym”,
wykonanej w Katedrze Melioracji, Kształtowania Środowiska i Gospodarki
Przestrzennej na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
pod kierunkiem dr hab. Rafał Stasika, prof. UPP
oraz dr inż. Michała Kozłowskiego – promotora pomocniczego**

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję wykonano zgodnie z uchwałą Rady Naukowej Dyscypliny *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu nr 5/49 z dnia 18 stycznia 2024 r., na podstawie której zostałem powołany na recenzenta rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Barbary Kęsickiej, ubiegającej się o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Podstawą opracowania niniejszej recenzji było pismo nr WI-4000-2/2024 z dnia 22 stycznia 2024 r. Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Pana prof. dr hab. inż. Mariusza Sojki, informujące mnie o powołaniu na recenzenta ww. rozprawy doktorskiej.

Temat i zakres rozprawy doktorskiej mieści się w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

2. Podstawowe informacje o ocenianej rozprawie doktorskiej

Mgr inż. Barbara Kęsicka przedstawiła rozprawę doktorską pt.: „*Wpływ sterowania odpływem drenarskim na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb i straty azotu na obszarze zdrenowanym*”. Na przedłożoną do recenzji rozprawę doktorską składa się cykl trzech spójnych tematycznie publikacji naukowych, wydanych w latach 2022-2023:

1. Kęsicka, B., Stasik, R., Kozłowski, M. (2022). Effects of modelling studies on controlled drainage in agricultural land on reduction of outflow and nitrate losses—a meta-analysis. PLOS ONE, 17(4), e0267736: 1-21. DOI: 10.1371/journal.pone.0267736.
2. Kęsicka, B., Kozłowski, M., Stasik, R. (2023). Effectiveness of Controlled Tile Drainage in Reducing Outflow and Nitrogen at the Scale of the Drainage System. Water, 15, 1814: 1-20. DOI: 10.3390/w15101814.
3. Kęsicka, B., Kozłowski, M., Stasik, R., Pińskwar, I. (2023). Controlled Drainage Effectiveness in Reducing Nutrient Outflow in Light of Climate Changes. Applied Sciences, 13, 9077. DOI: 10.3390/app13169077.

Wszystkie publikacje naukowe, tworzące cykl powiązanych tematycznie artykułów, zostały wydane w języku angielskim, w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Łączna liczba punktów Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN) publikacji składających się na osiągnięcie naukowe wynosi 300, a sumaryczny współczynnik wpływu Impact Factor (IF) wg bazy JCR, podany dla roku zgodnego z datą publikacji, wynosi 9,800. Udział Doktorantki w przygotowaniu publikacji składających się na rozprawę doktorską był wiodący. Wkład Doktorantki obejmował m.in.: opracowanie koncepcji badań, dobór i pozyskanie materiałów źródłowych, zebranie materiału badawczego, wykonanie analiz fizyczno-chemicznych pobranych próbek, przeprowadzenie badań modelowych, przeprowadzenie obliczeń statystycznych, analizę, interpretację i prezentację wyników badań, formułowanie wniosków oraz redakcję tekstów i przygotowanie artykułów do publikacji, a także przygotowanie odpowiedzi w procesie recenzji artykułów. Średni udział Doktorantki w ww. publikacjach wyniósł 66,67%. Pod względem formalnym i merytorycznym, prace stanowiące cykl tematycznie powiązanych publikacji, są wartościowymi pozycjami naukowymi i nie ma żadnych przeszkód formalnych, aby stanowiły osiągnięcie naukowe Doktorantki.

3. Ocena formalna rozprawy doktorskiej

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska jest typowa dla prac z zakresu nauk inżynierskich, przygotowanych w oparciu o spójny tematycznie zbiór artykułów naukowych. Obejmuje ona 27 stronicowy opis, będący wprowadzeniem do przedstawionego cyklu artykułów naukowych i w syntetyczny sposób prezentujący ich zawartość. Rozprawa składa się z 7 rozdziałów, podzielonych na podrozdziały, a sam układ rozprawy ma klasyczną konstrukcję, na którą składają się: wykaz artykułów naukowych składających się na spójny tematycznie zbiór, streszczenia w języku polskim i angielskim, wprowadzenie w tematykę badań, cel, zakres pracy i hipotezy badawcze, materiał i metody, wybrane wyniki badań, wnioski, podsumowanie oraz wykaz bibliografii. Przyjęty układ rozprawy, struktura, kolejność rozdziałów oraz podział treści, jest logiczny i nie budzi zastrzeżeń. Dodatkowo pozwolił Doktorantce na zwięzłe zarysowanie problematyki badawczej, wskazanie głównych założeń podjętych badań i sposobów ich realizacji oraz przedstawienie najważniejszych wyników badań i konkluzji wynikających z ich interpretacji.

Uważam, że w opisie wyników badań, można było więcej miejsca poświęcić zagadnieniom istotnym z punktu widzenia jednego z głównych celów pracy doktorskiej – strat azotu.

Doktorantka wykorzystała 32 źródła literaturowe, głównie anglojęzyczne. Ich dobór jest trafny i odpowiada aktualnemu stanowi wiedzy na temat gospodarowania wodą na terenach wiejskich, w tym gruntach zdrenowanych, a także strat wybranych składników materii zawartych w odpływających wodach z takich obszarów. Jednak nie wszystkie pozycje ujęte w bibliografii zostały zacytowane w rozprawie (pozycja bibliograficzna nr 9). Występują także rozbieżne informacje dotyczące roku opublikowania artykułu naukowego – zacytowanego w rozprawie i zestawionego w wykazie bibliograficznym (pozycja nr 1 i 32).

Rozprawa napisana jest poprawnym, zwięzłym i jasnym językiem z właściwym stosowaniem fachowej terminologii branżowej, chociaż zdarzają się pojedyncze błędy stylistyczne i interpunkcyjne.

Do rozprawy Doktorantka załączyła kopie artykułów naukowych wchodzących w skład spójnych tematycznie publikacji naukowych oraz oświadczenia współautorów wszystkich publikacji zaliczonych do cyklu z określeniem indywidualnego wkładu w ich powstanie.

W mojej ocenie, przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymogi formalne określone w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789).

4. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Głównym celem naukowym badań, stanowiących podstawę przedstawionego do recenzji doktoratu, była „*analiza wpływu zastosowania kontrolowanego odpływu drenarskiego na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb i strat związków biogenych z obiektu drenarskiego*”.

Uważam, że takie sformułowanie celu naukowego nie jest właściwe, gdyż analiza nie powinna być celem badawczym, a stanowić narzędzie (metodę) badań. Doktorantka poprawnie sformułowała cel rozprawy w streszczeniu dysertacji.

Realizacja założonego celu miała w perspektywie służyć wskazaniu, które elementy kontrolowanego odpływu mają istotny wpływ na gospodarowanie wodą w glebie oraz ilość i jakość odpływających wód drenarskich. Podjęcie takiej problematyki uważam za w pełni uzasadnione, z uwagi na jej duże znaczenie dla rolnictwa w perspektywie zmian dostępności wód do produkcji roślinnej i jej deficytu. Dlatego blokowanie odpływów w systemach drenarskich, które postrzegane są jako systemy działające w sposób jednostronny – odwadniający, może stać się jedną z metod racjonalnego gospodarowania wodą w glebie i zwiększenia jej dostępności, a także ograniczenia strat składników odżywczych dla roślin.

W przedstawionej do recenzji dysertacji, problem naukowy nie został bezpośrednio sformułowany, ale wyłania się w przeglądzie literatury, obrazując niedostatek wiedzy w zakresie sterowania odpływem drenarskim na obszarze szczególnie narażonym na suszę, jakim jest Wielkopolska. Zagadnienie to nabiera szczególnego znaczenia w warunkach pogłębiających się zmian klimatycznych i występowania coraz dłuższych okresów suszy.

Na drodze do rozwiązania problemu naukowego i osiągnięcia celu głównego, Doktorantka założyła realizację następujących zadań:

- określenie efektywności stosowania kontrolowanego odpływu na podstawie danych zawartych w publikacjach naukowych,
- pomiarów warunków meteorologicznych, poziomu zalegania wód gruntowych, odpływów drenarskich w ujęciu ilościowym i jakościowym oraz sparometryzowanie środowiska glebowego na badanym obiekcie drenarskim,
- kalibrację i walidację modelu DRAINMOD na podstawie wyników badań terenowych i analiz laboratoryjnych oraz prac kameralnych,

- w oparciu o modelowanie, ocenę wpływu zastosowania kontrolowanego odpływu w latach przeciętnych, mokrych i suchych (dane IMGW-PIB) na wybrane elementy gospodarki wodnej i ograniczenie odpływu azotanów dla wybranych sezonów wegetacyjnych z lat 1961-2020,
- w oparciu o modelowanie, ocenę efektywności zastosowania kontrolowanego odpływu na wybrane elementy gospodarki wodnej i ograniczenie strat związków biogenych dla scenariusza klimatycznego SSP370 najbliższej przyszłości (2021-2050) z uwzględnieniem modeli klimatycznych GFDL, MPI i UKESM.

Realizacja powyższych zadań miała prowadzić do weryfikacji dwóch przyjętych hipotez badawczych, mówiących o tym, że:

- sterowanie odpływem drenarskim istotnie wpływa na poprawę wybranych elementów gospodarki wodnej gleb zdrenowanych,
- sterowanie odpływem drenarskim istotnie ogranicza straty azotu z gleb zdrenowanych.

Przystępując do rozwiązania problemu naukowego oraz weryfikacji postawionych hipotez badawczych, Doktorantka wykonała przegląd 80 pozycji światowej literatury przedmiotu wraz z metaanalizami (publikacja P1). Wyniki zamieszczone w publikacjach, poddane analizom statystycznym, wykazały, że stosowanie kontrolowanego odpływu pozwala na redukcję średnio o 71 mm (30,5%) odpływów drenarskich wód i o około $8,36 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ azotanów (NO_3) w porównaniu do drenowania z niekontrolowanym odpływem.

Oprócz przeprowadzonych metaanaliz, Doktorantka zrealizowała badania na obiekcie drenarskim „Ostrowo Szlacheckie”, położonym na terenie gminy Września, w województwie wielkopolskim. Dla wytypowanego do badań działu drenarskiego, podzielonego na sekcję eksperymentalną z możliwością blokowania odpływu i sekcję kontrolną, przeprowadziła badania terenowe, laboratoryjne i kameralne, w trakcie których wykonała analizy fizykochemiczne gleb i odpływów drenarskich oraz pomiary zwierciadła wody gruntowej, a także określiła przebieg warunków meteorologicznych. Wyniki badań posłużyły do opracowania danych wejściowych, na podstawie których przygotowała model DRAINMOD. Model poddała procesowi kalibracji i walidacji, a także przeprowadziła modelowanie tworząc różne warianty symulacji dla modelu. Uzyskane wyniki opracowała statystycznie w celu oceny efektywności stosowania kontrolowanego odpływu drenarskiego i weryfikacji postawionych hipotez.

Wyniki badań zamieszczone w publikacji P2, uzyskane dla aktualnych i przeszłych warunków meteorologicznych dla obiektu „Ostrowo Szlacheckie” wykazują, że wstrzymywanie odpływów drenarskich najlepiej rozpocząć od 1 marca. Jest to bardzo istotna i praktyczna informacja dla użytkowników takich systemów drenarskich. Blokowanie odpływu w tym terminie pozytywnie wpływa na podniesienie średniej głębokości zwierciadła wód gruntowych i wydłużenia czasu jego utrzymywania powyżej poziomu ułożenia sączków oraz 100% redukcję odpływów wód drenarskich i strat azotu azotanowego N-NO₃. Blokowanie odpływów w innych, późniejszych okresach, nie jest już tak efektywne, a często jest porównywalne z obiektem kontrolnym. Na podstawie wyników badań Doktorantka stwierdza, że *„termin rozpoczęcia blokowania odpływów drenarskich jest jednym z kluczowych elementów decydujących o skuteczności redukcji odpływów drenarskich pod względem ilościowym i jakościowym”*.

Nasuwa się zatem pytanie, jakie inne czynniki mają lub mogą mieć wpływ na efektywność stosowania kontrolowanego odpływu drenarskiego na poprawę gospodarowania wodą w glebie i redukcję odpływów drenarskich?

W publikacji P3, Doktorantka zawarła wyniki przeprowadzonych symulacji dla opracowanego modelu DRAINMOD, wykorzystując wcześniej przyjęte warianty kontrolowanego odpływu, ale zmieniając parametry meteorologiczne. W symulacjach uwzględniła przyszły scenariusz klimatyczny dla wspólnej ścieżki społeczno-gospodarczej SSP370 (*Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project*), pozyskany z repozytorium danych dla modeli klimatycznych GFDL (*Geophysical Fluid Dynamics Laboratory*), MPI (*Max Planck Institute Earth Model*) oraz UKESM (*UK Earth System Model*). Wyniki symulacji dla najbliższej przyszłości (2021-2050) pokazują, że najbardziej korzystnym terminem do rozpoczęcia blokowania odpływu drenarskiego będzie termin 1 marca. Wówczas powinno nastąpić wyraźne podniesienie głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej, a także 100% zablokowanie odpływów drenarskich i około 95% redukcja odpływu azotu azotanowego N-NO₃ w porównaniu do drenowania konwencjonalnego. Bardzo zbliżone wyniki uzyskano dla trzech przyjętych modeli klimatycznych i są one niemal identyczne z wynikami prezentowanymi w publikacji P2. Należy podkreślić, że wyniki przeprowadzonych symulacji są bardzo istotne dla potencjalnych użytkowników takich systemów drenarskich, ponieważ pokazują jakie działania należy podejmować w przyszłości, aby poprawić efektywność stosowania kontrolowanego odpływu wód drenarskich. Dodatkowo, uważam, że połączenie badań terenowych i modelowania było bardzo dobrym

posunięciem, ponieważ pozwoliło określić efektywność stosowania kontrolowanego odpływu drenarskiego w różnych scenariuszach i projekcjach zmian klimatycznych.

Cykl badań, będący przedmiotem rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Barbary Kęsickiej, został zaplanowany i przeprowadzony w sposób poprawny, a także jest adekwatny do założonego celu i weryfikacji postawionych hipotez badawczych. Realizacja założonych celów wymagała od Doktorantki przeprowadzenia licznych pomiarów terenowych i badań laboratoryjnych. Ważny element stanowiły również prace analityczne, obejmujące przetwarzanie uzyskanych danych. Warto wskazać przy tym dobry poziom analizy statystycznej, umiejętność wykorzystywania właściwych narzędzi oraz interpretację uzyskanych wyników, co potwierdza dobre przygotowanie Doktorantki w tym zakresie i wskazuje na umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Przedstawiony jako rozprawa doktorska cykl trzech publikacji naukowych, stanowi spójną tematycznie i logiczną całość, która wpisuje się w zakres inżynierii środowiska. Publikacje cyklu odnoszą się do sterowania odpływem drenarskim i jego efektywności w zakresie gospodarowania wodą w glebie i ilościowo-jakościowego odpływu drenarskiego. Przeprowadzone badania, analizy i interpretacje wyników badań, a także metaanalizy danych bibliograficznych z ww. zakresu oraz zacytowanie łącznie około 250 publikacji naukowych, wskazują na dobrą wiedzę teoretyczną Doktorantki i umiejętność prowadzenia pracy naukowej, a także na swobodne poruszanie się w tematyce z zakresu gospodarowania wodą w systemach drenarskich oraz ilościowo-jakościowych odpływów z obszarów zdrenowanych. Potwierdzeniem tego są wysokie wskaźniki bibliometryczne czasopism, w których opublikowano prace, gwarantujące przeprowadzenie przez wydawnictwa rzetelnych procedur wydawniczych z oceną niezależnych ekspertów, a tym samym wysoki ich poziom naukowy.

Uważam, że sformułowane wnioski zawarte w cyklu publikacji, składających się na rozprawę doktorską, potwierdzają przyjęte na wstępie hipotezy badawcze oraz pozwalają stwierdzić, że główny cel badawczy został osiągnięty.

Dodatkowo należy stwierdzić, że rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie sformułowanego problemu naukowego, ponieważ znacząco wzbogaca wiedzę w zakresie sterowania odpływem drenarskim na obszarze szczególnie narażonym na suszę, jakim jest Wielkopolska. Wyniki badań, oprócz wartości naukowej, mają również wartość użyteczną. Wskazania zawarte w rozprawie doktorskiej, dotyczące terminów blokowania odpływów drenarskich, stanowią praktyczną informację dla użytkowników systemów drenarskich. Pozwalają ograniczyć straty wody i składników pokarmowych roślin, co może przełożyć się na efektywniejsze gospodarowanie i uzyskiwanie wyższych dochodów z rolniczego

użytkowania obszarów zdrenowanych w Wielkopolsce. Dodatkowo wyniki mogą znaleźć szersze zastosowanie na gruntach zdrenowanych o zbliżonych warunkach glebowych i meteorologicznych.

5. Uwagi do rozprawy doktorskiej

Po analizie przedstawionej rozprawy doktorskiej nasuwa się kilka uwag.

Jedna z nich dotyczy braku spójności i konsekwencji w określaniu zakresu badań w temacie rozprawy, celu pracy oraz opisie wyników badań. Temat rozprawy Doktorantka sformułowała jako „*Wpływ sterowania odpływem drenarskim na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb i straty azotu na obszarze zdrenowanym*”. Cel pracy Doktorantka formułuje jako „*analiza wpływu zastosowania kontrolowanego odpływu drenarskiego (CD) na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb oraz ograniczenie strat związków biogenych z obiektu drenarskiego*”. Cel pracy określony w streszczeniu doktoratu brzmi „*określenie wpływu stosowania kontrolowanego odpływu drenarskiego na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb i jakość odpływów wód drenarskich uchodzących do pobliskich wód powierzchniowych*”. Natomiast w opisie wyników badań, Doktorantka odnosi się wyłącznie do **strat azotu azotanowego N-NO₃**, ewentualnie **azotanów NO₃** w metaanalizach danych literaturowych.

Nasuwa się zatem pytanie, **czym kierowała się Doktorantka podając tak rozbieżny zakres badań?**

Dodatkowo w podrozdziale 3.3. *Analizy fizyko-chemiczne gleb i odpływów drenarskich*, Doktorantka określiła zakres badań chemizmu odpływających wód drenarskich podając, że oznaczyła: azot całkowity (N całkowity), azot azotanowy (N-NO₃), azotu azotynowy (N-NO₂), azot amonowy (N-NH₄) oraz fosfor całkowity (P całkowity) i fosforany (PO₄). Ujęty tutaj zakres oznaczeń, odpowiada celowi pracy (gdzie jest mowa o stratach związków biogenych), byłby również w dużym zakresie zgodny z tematem rozprawy doktorskiej dotyczącej m.in. strat azotu (niepotrzebnie Doktorantka wspomina tu o badaniu fosforu i fosforanów). Jednak wykonane oznaczenia, z wyjątkiem azotu azotanowego N-NO₃, nie stanowią wyników badań prezentowanych w cyklu publikacji i doktoracie – wyjątek stanowią fosforany, omówione w publikacji P3, które jednak są poza zakresem tematu doktoratu.

Nasuwa się tutaj drugie pytanie, **dlaczego w rozprawie Doktorantka podała tak szeroki zakres wykonanych oznaczeń chemizmu wód drenarskich, chociaż większość**

oznaczonych wskaźników jakości wody nie została wykorzystana w publikacjach i dysertacji?

To pytanie budzi kolejne wątpliwości: **czym kierowała się Doktorantka zamieszczając w publikacjach i dysertacji tylko wyniki strat azotu azotanowego N-NO₃?** Jest to tylko jedna z form azotu i nie oddaje całych jego strat z terenu objętego badaniami. Nie należy też do związków najbardziej eutrofizujących wody powierzchniowe. Silnie eutrofizuje wody np. fosfor i jego związki.

Kolejna uwaga dotyczy braku bezpośredniego ustosunkowania się Doktorantki do weryfikacji postawionych hipotez badawczych w dysertacji. Doktorantka nie określiła, czy wyniki badań potwierdzają przyjęte hipotezy badawcze lub nie.

6. Wniosek końcowy

Wymienione powyżej uwagi, nie mają znaczącego wpływu na moją pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej mgr inż. Barbary Kęsickiej. Uważam, że całokształt dorobku naukowego, wkład Doktorantki w przygotowanie poszczególnych publikacji składających się na cykl spójnych tematycznie publikacji naukowych, poziom czasopism, w których Doktorantka opublikowała wskazane prace, spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Doktorantka wykazała się umiejętnościami planowania i prowadzenia badań naukowych, ukierunkowanych na osiągnięcie przyjętego celu oraz interpretowania uzyskanych wyników. Stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Barbary Kęsickiej pt. *„Wpływ sterowania odpływem drenarskim na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb i straty azotu na obszarze zdrenowanym”*, spełnia wymagania stawiane w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) oraz Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2018 r. poz. 1669 z późn. zm.). Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego o dużym znaczeniu praktycznym, a właściwie zaplanowane i zrealizowane doświadczenie ma dużą wartość naukową.

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, o dopuszczenie Pani mgr inż. Barbary Kęsickiej do dalszego etapu przewodu doktorskiego.

Lublin, 28.02.2024 r.


dr hab. inż. Andrzej Mazur, prof. uczelni