

Warszawa, dnia 18.03.2024

Dr hab. inż. Agnieszka Karczmarczyk, prof. SGGW  
Katedra Kształtowania Środowiska  
Instytut Inżynierii Środowiska  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Barbary Kęsickiej  
pt. „Wpływ sterowania odpływem drenarskim na wybrane elementy gospodarki wodnej  
gleb i straty azotu na obszarze zdrenowanym”**

***Podstawa wykonania recenzji***

Recenzję wykonano na zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, prof. dr hab. inż. Mariusza Sojki, zgodnie z pismem z dnia 22 stycznia 2024 r. Promotorem recenzowanej rozprawy jest dr hab. inż. Rafał Stasik, prof. UPP, a promotorem pomocniczym dr inż. Michał Kozłowski.

Recenzję wykonano w oparciu o egzemplarz rozprawy doktorskiej w wersji papierowej oraz dokumenty w wersji elektronicznej:

- informacja doktorantki o złożeniu rozprawy doktorskiej
- skan dyplomu ukończenia studiów
- rozprawa doktorska
- streszczenie w języku polskim i angielskim
- opinia promotora
- opinia promotora pomocniczego
- opinia kierownika studium doktoranckiego
- wykaz osiągnięć naukowych
- raport z badania antyplagiatowego
- życiorys doktorantki
- kwestionariusz osobowy
- protokół egzaminu doktorskiego ze znajomości języka obcego

***Sylwetka doktorantki***

Mgr inż. Barbara Kęsicka urodziła się 15 marca 1988 roku w Szczecinku. Po ukończeniu liceum ogólnokształcącego w 2007 r. rozpoczęła studia licencjackie na kierunku położnictwo na Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie, które ukończyła w 2010 r. W tym samym roku, rozpoczęła studia na kierunku Architektura Krajobrazu na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, gdzie uzyskała tytuł inżyniera w 2014 r. oraz magistra architekta w 2015 r. Równocześnie w 2012 roku podjęła

studia na kierunku inżynieria środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, które ukończyła w dniu 5 lutego 2016 r. (studia pierwszego stopnia) i w dniu 6 lipca 2017 r. (studia drugiego stopnia). W ramach prac dyplomowych wykonanych w Instytucie Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, w Zakładzie Kształtowania Środowiska i Zasobów Wodnych, realizowała tematy związane z nawadnianiem i uwilgotnieniem wierzchnich warstw gleb leśnych. W latach 2017-2023 uczestniczyła w studiach doktoranckich na kierunku kształtowanie środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Przewód doktorski, którego wynikiem jest recenzowana rozprawa, wszczęto w 26 listopada 2020 roku. W czasie studiów doktoranckich Kandydatka ukończyła także studia podyplomowe „GIS fotogrametria i teledetekcja w gospodarce narodowej, obronie kraju i ochronie środowiska” na Wydziale Inżynierii Lądowej i Geodezji Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie.

Kandydatka jest współautorką ośmiu publikacji naukowych, z których trzy stanowią podstawę przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej. Pozostałe publikacje naukowe zostały opublikowane w latach 2017-2023 w czasopismach: Journal of Ecological Engineering, Sustainability, Agronomy, Journal of Water and Land Development oraz Land. Wszystkie czasopisma znajdują się na krajowej liście czasopism punktowanych a trzy z nich posiadają współczynnik wpływu IF. Sumaryczna liczba punktów za publikacje nie wchodzące w skład rozprawy doktorskiej to 382 a sumaryczny IF 9,893. Podczas studiów doktoranckich doktorantka uczestniczyła w 7 konferencjach międzynarodowych i 6 konferencjach krajowych, prezentując 9 referatów i 8 posterów. Doktorantka odbyła dwa dwumiesięczne staże w ramach programu Erasmus+ w Katedrze Ekologii Stosowanej i Krajobrazowej Uniwersytetu Mendla w Brnie w Czechach oraz w Interdyscyplinarnym Centrum Badań Morskich i Środowiskowych Uniwersytetu w Porto w Portugalii. Doktorantka była także bardzo aktywna w składaniu wniosków projektowych w konkursach Preludium i Nawa. Za osiągnięte wyniki w działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej otrzymywała stypendium dla najlepszych doktorantów oraz stypendium z dotacji projakościowej.

Doktorantka wykazała znaczną aktywność w ramach działalności popularyzatorskiej i organizacyjnej. Jest autorką publikacji popularno-naukowej z zakresu tematyki realizowanej rozprawy doktorskiej, prowadziła warsztaty w ramach Uniwersytetu Młodych Przyrodników, Nocy Naukowców oraz Poznańskiego Festiwalu Nauki i Sztuki. Była też współorganizatorką konferencji i sesji naukowych oraz członkinią komisji wydziałowych i w ramach szkoły doktorskiej.

### ***Przebieg pracy naukowo-zawodowej (miejsce pracy, zajmowane stanowiska)***

Kandydatka zrealizowała przedstawioną do oceny rozprawę doktorską w ramach studiów doktoranckich na kierunku Kształtowanie Środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. W załączonej do rozprawy dokumentacji nie przedstawiono informacji o zatrudnieniu.

### ***Informacja czy kandydat ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora***

Zgodnie z załączoną dokumentacją Kandydatka nie ubiegała się uprzednio o nadanie stopnia doktora.

### ***Przedstawienie informacji o ocenianej rozprawie doktorskiej***

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska pt. „Wpływ sterowania odpływem drenarskim na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb i straty azotu na obszarze zdrenowanym” jest

zbiorem trzech powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowym:

**P1.** Kęszicka, B., Stasik, R., Kozłowski, M. (2022). Effects of modelling studies on controlled drainage in agricultural land on reduction of outflow and nitrate losses—a metaanalysis. *PLOS ONE*, 17(4), e0267736: 1-21. DOI: 10.1371/journal.pone.0267736. IF (2022): 3.700, 100 pkt wg listy MEiN. Wkład własny Doktorantki wg oświadczeń autorów: 60%.

**P2.** Kęszicka, 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. IF (2023): 3.400, 100 pkt wg MEiN. Wkład własny Doktorantki wg oświadczeń autorów: 70%.

**P3.** Kęszicka, 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. IF (2023): 2.700, 100 pkt wg MEiN. Wkład własny Doktorantki wg oświadczeń autorów: 70%.

We wszystkich publikacjach Doktorantka jest pierwszym autorem, a wkład własny w postanie prac został określony na 60 lub 70%. Sumaryczny IF wynosi 9.800, a suma punktów wg listy MEiN wynosi 300.

### **Omówienie i ocena rozprawy doktorskiej**

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska składa się z wymienionych wyżej trzech publikacji oraz autoreferatu, który zawiera wykaz skrótów, streszczenie, abstrakt, wprowadzenie, cel zakres pracy i hipotezy badawcze, materiały i metody, wybrane wyniki badań, wnioski, podsumowanie i spis literatury. W rozdziale materiały i metody wyróżniono pięć podrozdziałów, w których przedstawiono charakterystykę obiektu badań, badania i pomiary terenowe, analizy fizyko-chemiczne gleb i odpływów drenarskich, model Drainmod oraz analizy statystyczne wyników. Do autoreferatu załączono kopie publikacji wchodzących w skład rozprawy wraz z oświadczeniami współautorów.

Publikacje przedstawione jako rozprawa doktorska są powiązane tematycznie oraz logicznie zaplanowane i zrealizowane. Pierwsza publikacja stanowi przegląd literatury z wpływu stosowania drenażu kontrolowanego na wielkość odpływu oraz wynoszenie ładunków azotanów. W przeglądzie uwzględniono publikacje w języku angielskim opublikowane do roku 2020. Ze wstępnie zidentyfikowanych na podstawie słów kluczowych „controlled drainage AND drainmod” 107 publikacji, po przeprowadzeniu selekcji na podstawie tytułów i streszczeń, analizie pełnych tekstów poddano 50 publikacji. Analiza obejmowała dostępność informacji o wielkościach odpływu, stratach azotu, liczbie lat objętych modelowaniem, glebach, płonach, opadach, temperaturach oraz głębokości i rozstawie drenowania. Ostatecznie do metaanalizy wyselekcjonowano 18 artykułów naukowych opublikowanych pomiędzy rokiem 1995 a 2020. Trzy publikacje opisują warunki europejskie (Belgia, Szwecja, Polska) a pozostałe piętnaście warunki północnoamerykańskie. W wyniku przeprowadzonej metaanalizy Doktorantka stwierdziła, że drenaż kontrolowany może być skuteczną praktyką w redukcji wielkości odpływu i strat azotu. Zauważyła jednak różnice w uzyskiwanych efektach. Stwierdziła, że większą redukcję odpływu można uzyskać w latach o niższych opadach oraz podkreśliła większą wartość statystyczną analiz przeprowadzonych dla dłuższych okresów. Wyniki metaanalizy wskazują także na znaczne różnice w aspekcie wpływu stosowania drenażu kontrolowanego na redukcję odpływu azotanów.

W drugiej publikacji Autorka przeprowadziła analizę wpływu zastosowania drenażu kontrolowanego na redukcję odpływu wody i azotanów na przykładzie wybranego obiektu. Do analizy wybrano obiekt Ostrowo Szlacheckie położony w województwie wielkopolskim,

na którym system drenarski działa od 1980 roku. Badania polowe przeprowadzono na dziale nr 42 o powierzchni 5,3 ha, spadku terenu poniżej 1%, rozstawie drenów 14 m i głębokości drenowania między 0,9-1,0 m. Badania polowe wykonane na obiekcie obejmowały wykonanie 8 odkrywek, z których pobrano po 4 próbki o nienaruszonej strukturze do oceny właściwości retencyjnych i gęstości objętościowej oraz po 3 próbki do oceny składu granulometrycznego oraz zawartości węgla wapnia ( $\text{CaCO}_3$ ) i węgla organicznego. Obiekt został także wyposażony w automatyczny monitoring obejmujący pomiar zwierciadła wody gruntowej w odstępach godzinowych. Dodatkowo prowadzono też ręcznie pomiary zwierciadła wody z częstotliwością raz na tydzień (ta aktywność została sprecyzowana w metodyce w publikacji 3). Dane meteorologiczne z lat 2019-2020 uzyskano ze stacji zlokalizowanej w odległości ok. 3 km od obiektu. Od lutego 2019 roku do czerwca 2020 roku pobierano także próbki odpływu z drenów do oceny ich jakości. Próbkę pobierano dwa razy w tygodniu o ile zarejestrowano taki odpływ. W odpływach drenarskich oznaczano pH, EC oraz azot azotanowy. Dane uzyskane w wyniku badań terenowych wykorzystano do przeprowadzenia symulacji modelem Drainmod. Symulacje przeprowadzono dla drenażu kontrolowanego i tradycyjnego w wariantach obejmujących: termin rozpoczęcia wstrzymywania odpływu (1 marca, 15 marca, 1 kwietnia i 15 kwietnia), początkowy poziom zwierciadła wody gruntowej (40, 60 i 80 cm ppt) wraz z podziałem na lata suche, mokre i normalne dla okresu 30 lat. W tym artykule Autorka opisuje jak drenaż kontrolowany wpływa na stosunki wodne w glebie w aktualnych warunkach klimatycznych wielkopolski. Na podstawie przeprowadzonych symulacji Doktorantka stwierdziła, że odpływ kontrolowany jest dobrym rozwiązaniem, jeżeli rozpocznie się między 1 a 15 marca, ponieważ dla tego terminu uzyskano znaczącą redukcję zarówno wielkości odpływu jak i ładunku odprowadzanego azotu azotanowego. W latach suchych rozpoczęcie regulacji odpływu w tym terminie spowoduje znaczące podniesienie zwierciadła wody gruntowej i wydłuży czas jego zalegania powyżej poziomu drenów w porównaniu do drenażu tradycyjnego.

Trzecia publikacja miała odpowiedzieć na pytanie, jaka będzie w niedalekiej przyszłości efektywność stosowania kontrolowanego odpływu z drenów w zmieniającym się klimacie. Doktorantka wykonała symulacje modelem Drainmod w oparciu o scenariusz przyszłego rozwoju społeczno-gospodarczego SSP3-7.0, który mieści się w górnej środkowej części pełnego zakresu scenariuszy („middle of the road scenario”,  $7 \text{ W/m}^2$  do roku 2100). W badaniu wykorzystano trzy modele zmiany klimatu (GFDL-ESM4, MPI-ESM1-2-HR i UKESM1-0-LL) o różnej czułości klimatycznej, w odniesieniu do scharakteryzowanego wcześniej obiektu badań. W publikacji 3 poza elementami analizowanymi w P2 przeprowadzono szerszą analizę jakości odpływu obejmującą nie tylko możliwe redukcje azotu azotanowego, ale także ortofosforanów. W wyniku przeprowadzonych symulacji Doktorantka stwierdziła, że efektywność stosowania drenażu kontrolowanego w niedalekiej przyszłości (okres 30 lat) wzrośnie w stosunku do efektu uzyskanego w obecnych warunkach klimatycznych. Autorka potwierdziła pozytywny wpływ wczesnego wstrzymywania odpływu z drenów na położenie zwierciadła wody gruntowej, objętość zredukowanego odpływu a także redukcję biogenów. Wszystkie zastosowane w symulacjach modele zmiany klimatu przewidują także zwiększenie ilości generowanego spływu powierzchniowego.

Scharakteryzowane powyżej publikacje, które są zasadniczym elementem rozprawy doktorskiej, zostały poprzedzone przez Doktorantkę autoreferatem. *Jest to w moim odczuciu najmniej doskonały element rozprawy doktorskiej i pozostawia lekki niedosyt w zakresie streszczenia oraz opisu zastosowanych metod.* W streszczeniu Autorka skupiła się głównie na omówieniu osiągnięć opisanych w publikacji 2, całkowicie omijając zakres publikacji 1 i jedynie zdawkowo informując o wynikach przedstawionych w publikacji 3. Rozdział 2 autoreferatu przedstawia cel naukowy pracy sformułowany jako „analiza wpływu zastosowania

kontrolowanego odpływu drenarskiego (CD) na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb oraz ograniczenie strat związków biogenych z obiektu drenarskiego”. *Brak jest jednak doprecyzowania, jakie „elementy gospodarki wodnej gleb” zostały poddane analizie w rozprawie oraz uzasadnienia ich wyboru.* Następnie Doktorantka przedstawiła zakres pracy, tylko w niektórych miejscach odnosząc się do publikacji w których został on zrealizowany. W ostatnim akapicie przedstawiono dwie hipotezy badawcze: „Sterowanie odpływem drenarskim istotnie wpływa na poprawę wybranych elementów gospodarki wodnej gleb zdrenowanych.” (H1) oraz „Sterowanie odpływem drenarskim istotnie ogranicza straty azotu z gleb zdrenowanych.” (H2), które są sformułowane dość ogólnie i stanowią odzwierciedlenie tytułu rozprawy doktorskiej. Rozdział 3 zatytułowany „Materiały i metody” w którym podrozdział 3.1 opisuje obiekt badań, podrozdział 3.2 przedstawia zakres badań i pomiarów terenowych, podrozdział 3.3 wykonane analizy gleb i odpływów drenarskich, podrozdział 3.4 opis modelu Drainmod, a podrozdział 3.5 przeprowadzone obliczenia i analizy statystyczne. W moim odczuciu dopracowania wymaga podrozdział 3.2. Poza drobnymi nieścisłościami, np. co do odległości stacji meteorologicznej od obiektu badań, opis przeprowadzonych badań i pomiarów terenowych jest dość ogólny. Pojawia się tu co prawda dość istotna informacja o prowadzonych pomiarach natężenia odpływów z sieci drenarskiej (bez wskazania metody pomiaru) w lutym, marcu i kwietniu 2019 roku, *jednak nie znalazłam w pracy wyników tych pomiarów ani uzasadnienia terminu ich prowadzenia.* Zamieszczona dalej *informacja o poborze próbek wody odpływającej z drenów sugeruje, że były one pobierane w tym samym okresie co pomiary natężenia odpływu, jednak w publikacji 2 wspomniano, że czas poboru prób obejmował okres od lutego 2019 roku do czerwca 2020 roku.* Autorka co prawda odsyła czytelnika do P2 i P3 w celu uzyskania szczegółowych informacji w tym zakresie, jednak i tam, informacje nie są pełne. O ile w przypadku artykułów ograniczanie informacji do niezbędnego minimum można uznać za uzasadnione, tak w przypadku autoreferatu *spodziewałam się znaleźć obszerny, kompleksowy i usystematyzowany opis badań terenowych, czego tutaj niestety zabrakło.* Podobne uwagi mam do podrozdziału 3.2 w zakresie *niespójności opisu analiz jakości odpływu drenarskich.* Pojawia się tu np. informacja o oznaczeniach różnych form azotu, z których w publikacjach pojawia się tylko azot azotanowy oraz wzmianka o jego udziale w azocie ogólnym (bez podania w publikacji metody oznaczenia) oraz fosforu, który w formie fosforanów pojawia się tylko w P3. *Brakuje natomiast informacji na temat ilości prób, terminów ich poboru czy zakresu oznaczalności stosowanych metod analiz, jak również informacji na temat pochodzenia danych o wielkościach odpływu niezbędnych do określenia wynoszonych ładunków biogenów.* Przetawiony w tym podrozdziale zakres wykonanych analiz laboratoryjnych nie został w pełni wykorzystany w rozprawie doktorskiej i nie jest spójny z przedstawionymi w niej wynikami. Podrozdział 3.4 jest syntetycznym opisem zastosowanego w pracy modelu Drainmod i jego wykorzystania w publikacjach. *Niestety nie znalazło się tutaj oczekiwane przeze mnie uzasadnienie, dlaczego Doktorantka zdecydowała się na zastosowanie tego właśnie modelu.*

Podsumowując układ rozprawy doktorskiej, a w szczególności wchodzące w jej skład trzy publikacje, stwierdzam, że układ rozprawy jest logiczny i świadczy o dobrym zaplanowaniu i konsekwentnym przeprowadzeniu badań. Każdy z kolejnych artykułów bazuje na poprzednim i jednocześnie stanowi jego rozwinięcie odpowiadając na kolejne nasuwające się pytania naukowe. Same artykuły mają prawidłową i dostosowaną do typu publikacji strukturę. Moje uwagi w stosunku do niedoskonałości autoreferatu nie mają wpływu na całość oceny, która w odniesieniu do układu i treści rozprawy jest pozytywna.

### ***Ocena zastosowanego piśmiennictwa***

Każda z publikacji oraz autoreferat zakończone są obszernym spisem cytowanych źródeł. Publikacja 1 zawiera w spisie literatury 80 pozycji, publikacja 2 - 91 pozycji, publikacja 3 – 53 pozycje, a autoreferat 32 pozycje. Stosunkowo niewielka liczba źródeł jest ponownie wykorzystana w kolejnych publikacjach (3 pozycje z publikacji 1, 23 pozycje z publikacji 2, 15 pozycji z publikacji 3 i 16 pozycji z autoreferatu). Zdecydowana większość cytowanych źródeł to publikacje angielskojęzyczne autorów spoza Polski oraz z okresu ostatnich 20 lat. Dobór i zasadność stosowania źródeł literatury przez Doktorantkę oceniam jako prawidłowe.

### ***Wskazanie oraz ocena celu pracy***

Doktorantka sformułowała w pracy cel naukowy, cel praktyczny oraz dwie hipotezy badawcze. Celem naukowym pracy była „analiza wpływu zastosowania kontrolowanego odpływu drenarskiego (CD) na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb oraz ograniczenie strat związków biogennych z obiektu drenarskiego”. Tak sformułowany ogólny cel badawczy Doktorantka ukierunkowuje stawiając następujące hipotezy badawcze: „H1: Sterowanie odpływem drenarskim istotnie wpływa na poprawę wybranych elementów gospodarki wodnej gleb zdrenowanych.” oraz „H2: Sterowanie odpływem drenarskim istotnie ogranicza straty azotu z gleb zdrenowanych.”

Dodatkowo, sformułowano cel praktyczny, którym było „wskazanie, które elementy kontrolowanego odpływu, mają istotny wpływ na jego efektywność i mogą w przyszłości stanowić wskazówki dla potencjalnych użytkowników takich systemów drenarskich.” Cel praktyczny zostanie omówiony w dalszej części recenzji.

Aby w pełni odpowiedzieć na tak sformułowany cel badawczy *należało by najpierw doprecyzować jakie „elementy gospodarki wodnej gleb” mogą potencjalnie ulegać zmianie pod wpływem wstrzymywania odpływu z drenów i które z tych „elementów” zostały do analizy „wybrane”*. Recenzując rozprawę odniosłam wrażenie, że Doktorantka uznała te kwestie za tak oczywiste, że nie warte większej uwagi. Rzeczywiście dalej, z treści publikacji możemy wyczytać, że analizie poddano takie elementy jak: położenie zwierciadła wody gruntowej, czas jego utrzymywania się na konkretnym poziomie, wielkość odpływu drenarskiego czy wielkość spływu powierzchniowego. W drugiej części celu badawczego poruszone jest zagadnienie „strat związków biogennych z obiektu drenarskiego”, które w istotny sposób rozszerza zakres pracy w aspekcie aktualnych problemów środowiskowych oraz podejścia do ich rozwiązania. Zarówno cel pracy jak i hipotezy badawcze, pomimo iż są dość ogólne, to odpowiadają na potrzeby i wyzwania jakie stawia przed rolnictwem spotęgowana przez zmianę klimatu konieczność troski o zasoby wodne zarówno w aspekcie ilościowym jak i jakościowym.

### ***Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych***

W pracy wykorzystano szeroki zakres metod badawczych, związanych z szeroko i kompleksowo realizowanym zakresem badań. Przeprowadzono badania literaturowe z wykorzystaniem podejścia przeglądu systematycznego oraz metaanalizy, badania terenowe obejmujące ciągły monitoring oraz niezbędne pomiary manualne, analizy laboratoryjne w celu określenia właściwości gleb i jakości odpływów oraz modelowanie. Jedyne moje zastrzeżenie w tym zakresie budzi niedoskonałość opisu zrealizowanych badań, ale ich zakres oraz zastosowane metody oceniam pozytywnie.

### ***Ocena części rozprawy dotyczącej omówienia wyników badań***

Wyniki badań zostały omówione w rozprawie w sposób bardzo szczegółowy, zarówno w poszczególnych publikacjach jak i w autoreferacie je podsumowującym. Na uwagę zasługuje obszerna dyskusja wyników w każdej z trzech publikacji. Poziom tej dyskusji świadczy o dojrzałości naukowej Kandydatki. Cenne jest także podsumowanie zamieszczone w rozdziale 6 autoreferatu. Wskazując zarówno na praktyczne problemy związane dostępnością wody do produkcji roślinnej jak i na konieczność ograniczenia odpływu biogenów z obszarów użytkowanych rolniczo, Autorka dostrzega potrzebę kontynuowania i poszerzania badań terenowych na obiektach drenarskich w celu określenia potencjału i sposobu wykorzystania istniejącej infrastruktury odwadniającej w sposób przyjazny dla rolnika i środowiska. Uzyskane w wyniku realizacji rozprawy doktorskiej wyniki symulacji wskazują, że jest to kierunek obiecujący i możliwy do realizacji.

Za najistotniejsze elementy naukowe pracy uważam:

1. Stwierdzenie, że w warunkach klimatyczno-glebowych środkowej Wielkopolski istotny wpływ na redukcję odpływu drenarskiego ma termin rozpoczęcia stosowania wstrzymywania odpływu. Zostało to wykazane, zarówno w symulacjach przeprowadzonych dla danych historycznych i jak i w warunkach prognozowanych w niedalekiej przyszłości.
2. Wykazanie, że w niedalekiej przyszłości należy się spodziewać większych odpływów drenarskich przy zastosowaniu drenowania konwencjonalnego w latach mokrych.
3. Stwierdzenie, że stosowanie drenażu kontrolowanego w przyszłości w większym niż obecnie stopniu wpłynie na podniesienie średniej głębokości zalegania wód gruntowych oraz na wydłużenie czasu jego utrzymywania się powyżej poziomu ułożenia drenów.
4. Stwierdzenie, że w najbliższej przyszłości może nastąpić istotne zwiększenie ilości spływów powierzchniowych z obiektów zdrenowanych.
5. Wykazanie, że efektywność redukcji ładunku azotanów wynoszonych z odpływem drenarskim przy zastosowaniu drenażu kontrolowanego jest największa w latach mokrych.

Powyższymi stwierdzeniami Doktorantka udziela odpowiedzi na postawione w pracy hipotezy badawcze, potwierdzając zarówno pozytywny wpływ sterowania odpływem z drenów na poprawę wybranych elementów gospodarki wodnej gleb (H1) jak i możliwe ograniczenie strat azotu (H2).

### ***Informacje dotyczące praktycznego zastosowania wyników badań***

Wyniki badań będące efektem recenzowanej rozprawy mają znaczny potencjał aplikacyjny. Sama Kandydatka w rozdziale 2 autoreferatu sformułowała cel praktyczny, którym było „wskazanie, które elementy kontrolowanego odpływu, mają istotny wpływ na jego efektywność i mogą w przyszłości stanowić wskazówki dla potencjalnych użytkowników takich systemów drenarskich”. Wszystkie sformułowane powyżej najcenniejsze elementy naukowe mogą mieć zastosowanie w praktyce w warunkach środkowej Wielkopolski dla której zostały przeprowadzone badania. W rozdziale 6 Autoreferatu Doktorantka zwraca także uwagę na niezwykle istotny aspekt społeczny, związany z ugruntowanym przez wiele lat postrzeganiem systemów drenarskich jako infrastruktury odwadniającej. Niniejsza rozprawa

jednoznacznie wskazuje na potencjał tych systemów oraz kierunek w jakim powinny być stosowane w przyszłości.

### ***Uwagi dyskusyjne, komentarze i pytania***

Podczas recenzowania przedstawionej do oceny rozprawy pojawiło się kilka kwestii, które moim zdaniem wymagają doprecyzowania lub wyjaśnienia. Część z nich wyróżniłam *kursywą* w tekście recenzji, a te moim zdaniem najważniejsze zestawiam poniżej.

1. Doktorantka wykonując przegląd literatury z zakresu drenażu kontrolowanego skoncentrowała się jedynie na publikacjach opartych o model Drainmod. Jak obszerna była by baza artykułów, czy też inaczej jak powszechne w świecie są badania i stosowanie wstrzymywania odpływu z drenów, gdyby nie ograniczać przeglądu źródeł do jednego modelu? Zastosowane na etapie wyszukiwania publikacji założenie może sugerować, że zainteresowanie badaczy spoza USA tym tematem jest znikome. Czy to prawda? Czy w literaturze do symulacji efektów stosowania drenażu kontrolowanego stosowane są inne modele? Jeśli tak, proszę o uzasadnienie wyboru modelu Drainmod.
2. Usystematyzowania wymagają informacje z zakresu metod badań polowych i laboratoryjnych oraz sposobu i zakresu wykorzystania uzyskanych z tych badań wyników w przeprowadzonych symulacjach. W szczególności brak jest jednoznacznej informacji o ilości i terminach pobrania prób do analiz jakościowych odpływów drenarskich, metodach i zakresach stosowanych oznaczeń oraz uzyskanych wyników.
3. W publikacjach 2 i 3 podano, że oznaczenia azotanów wykonano metodą spektrofotometryczną w oparciu o PN-EN2677:1999. Jest to metoda do azotynów z wykorzystaniem absorpcyjnej spektrometrii cząsteczkowej. W Autoreferacie w rozdziale 3.3 wspomniano o oznaczeniu „azotu azotanowego (V) ( $\text{N-NO}_3^-$ ) metodą z salicynianem sodu w środowisku kwasu siarkowego (IV)”. Ta kwestia wymaga wyjaśnienia.
4. W publikacji 2 pod tabelą 3 znajduje się informacja (dosłowne tłumaczenie) „Odpływy z drenażu wykazały, że najwyższy udział  $\text{NO}_3\text{-N}$  w azocie całkowitym sięgał 94% i jest to główna forma azotu. W przypadku wartości tego azotu wartości wahały się od 14,01 do 87,98 mg/L. Zawartość azotu całkowitego wahała się od 17,48 do 92,02 mg/l.”. W metodyce w P2 nie ma informacji o metodzie analizy azotu całkowitego. Natomiast w Autoreferacie w rozdziale 3.3 została zamieszczona informacja, że „pobranych próbkach odpływów drenarskich oznaczono zawartość azotu całkowitego (N całkowity) metodą Kjeldahla”. Pod pojęciem azot całkowity rozumie się sumę azotu całkowitego Kjeldahla (TKN), azotanów i azotynów, a azot całkowity Kjeldahla (TKN) to suma azotu organicznego i amoniaku. Czy zatem zacytowana informacja o udziale azotu azotanowego w azocie całkowitym dotyczy azotu całkowitego (ogólnego) czy TKN? Ta kwestia wymaga wyjaśnienia.
5. W publikacji 3 w tabeli 8 zestawiono redukcje azotu azotanowego i fosforanów w postaci jednej wartości dla tych dwóch wskaźników. Czy wielkość redukcji uzyskana dla tych dwóch wskaźników jakości wód była taka sama? Ta kwestia wymaga wyjaśnienia.

### ***Szczegółowo wymienione wszystkie zauważone błędy oraz niesłuszne lub niedokładne sformułowania***

1. Autoreferat, strona 8 – Wykaz skrótów – nie uwzględnia wszystkich zastosowanych w rozprawie skrótów



2. Autoreferat, strona 8, akapit 2, stwierdzenie „Wynoszone składniki mineralne stanowią istotny komponent wpływający na rozwój eutrofizacji wód w zlewni Morza Bałtyckiego.” wymaga cytowania
3. Autoreferat strona 8, akapit 3, w zdaniu „Ponadto w krajach europejskich, jak Holandia (Ritzema i Stuyt, 2015), Dania (Rozemeijer i in., 2016; Carstensen i in., 2019; Deichmann i in., 2019), Szwecja (Wesström i Messing, 2007; Wesström i in., 2014), Finlandia (Österholm i in., 2015), Włochy (Tolomio i Borin, 2018; 2019), Litwa (Povilaitis i in., 2018) czy inne kraje, jak Egipt (Wahba i in., 2001). – brak jest czasownika
4. Autoreferat, strona 20, 4 akapit – symulację wykonano dla trzech nie czterech modeli
5. Autoreferat, strona 25 – Spis literatury – pozycja 9 nie jest cytowana w tekście autoreferatu
6. Autoreferat, strona 28, niepotrzebne słowo „wykaz”
7. Publikacja 2, tabela 1 oraz Publikacja 3, tabela 1 – zauważono kilka różnic w liczbach, np. clay content  $A_p$  i  $C_g/C_k$
8. Publikacja 2, strona 5, norma dotyczy oznaczania azotynów
9. Publikacja 2, rysunek 3, rysunek uwzględnia także FD co nie jest wspomniane w jego opisie
10. Publikacja 3, tabela 2, norma PN-EN 26777:1999 została wycofana i zastąpiona przez PN-EN ISO 6878:2005, a ta również wycofana i zastąpiona przez PN-EN ISO 6878:2006 Jakość wody - Oznaczanie fosforu - Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu.

### ***Podsumowanie oceny rozprawy doktorskiej***

Podjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza jest aktualna, a w świetle ograniczonej dostępności wody i zanieczyszczenia wód wyraźnie zyskuje na znaczeniu. Można zaobserwować w tym temacie zarówno zwiększenie aktywności w środowisku naukowym, jak i rosnące oczekiwanie ze strony gospodarki. Podjęty temat pracy wpisuje się w aktualne trendy, a Doktorantka w ocenianej rozprawie analizuje je w sposób kompleksowy. Zarówno tematyka podjętych badań, jak ich zaplanowanie, przeprowadzenie, prezentacja i interpretacja uzyskanych wyników oraz przedstawione wnioski są spójne i świadczą o dobrym warsztacie badawczym Doktorantki i umiejętności samodzielnego prowadzenia dalszej pracy naukowej. Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest oryginalnym opracowaniem, które znacząco poszerza wiedzę w zakresie wpływu wstrzymania odpływu drenarskiego na gospodarkę wodną obszaru zdrenowanego i tym samym wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

### ***Podsumowanie i wniosek końcowy***

Pracę doktorską mgr inż. Barbary Kęsickiej pt. „Wpływ sterowania odpływem drenarskim na wybrane elementy gospodarki wodnej gleb i straty azotu na obszarze zdrenowanym” oceniam pozytywnie. Podjęta tematyka jest aktualna i ma duży potencjał aplikacyjny. Doktorantka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań i interpretacji wyników. Warsztat naukowy Kandydatki jest wystarczający do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rezultaty przeprowadzonych badań w sposób znaczący poszerzają wiedzę dotyczącą regulacji stosunków wodnych na obszarach zdrenowanych. Moje krytyczne uwagi

zawarte w recenzji mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej.

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" wykonana pod opieką naukową promotora dr hab. Rafała Stasika oraz promotora pomocniczego dr inż. Michała Kozłowskiego spełnia warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity Dz. U. z 2020 r., poz. 85, z późn. zm.). Uwzględniając powyższe, wnioskuję o przyjęcie recenzowanej rozprawy przez Radę Naukową Dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Agnieszka Kaucyńska