

Lublin, 7.11.2024 r.

dr hab. Jaromir KrzyszczaK
Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk
Zakład Metrologii i Modelowania Procesów Agrofizycznych
j.krzyszczaK@ipan.lublin.pl

**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgra Tomasza Żyłowskiego
zatytułowanej
„Ślad węglowy głównych upraw polowych i możliwości jego ograniczenia
na przykładzie wybranych gospodarstw w Polsce”
wykonanej w Zakładzie Biogospodarki i Analiz Systemowych
Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego
pod kierunkiem
promotora dr hab. Jerzego Kozyry oraz
promotora pomocniczego dr Steliosa Rozakisa, prof. ChEnvEng TUC**

Podstawa formalno-prawna opracowania recenzji

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo RN–133/2024 z dnia 23.09.2024 r. skierowane przez z-cę Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa-Państwowego Instytutu Badawczego, prof. dr hab. Beatę Feledyn-Szewczyk oraz Uchwałę nr 76/IUNG-PIB/2024 Rady Naukowej IUNG-PIB w Puławach z dnia 13 września 2024 r. Rada Naukowa IUNG-PIB, zgodnie z w/w Uchwałą powołała moją osobę na recenzenta pracy doktorskiej Pana magistra Tomasza Żyłowskiego pt. “ Ślad węglowy głównych upraw polowych i możliwości jego ograniczenia na przykładzie wybranych gospodarstw w Polsce”. Promotorem pracy jest Pan doktor habilitowany Jerzy Kozyra, a promotorem pomocniczym doktor Stelios Rozakis, profesor School of Chemical and Environmental Engineering, Technical University of Crete.

Problem badawczy i jego znaczenie

Wzrost stężenia gazów cieplarnianych, zwłaszcza dwutlenku węgla, metanu i podtlenku azotu, stanowi jedno z kluczowych wyzwań współczesnej polityki klimatycznej. Raporty Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC) jednoznacznie wskazują, że intensyfikacja emisji tych gazów nasila występowanie zjawisk ekstremalnych, takich jak susze, fale upałów czy gwałtowne burze, które to zjawiska stanowią rosnące zagrożenie dla ekosystemów oraz gospodarki, wpływając na obniżenie plonów rolniczych, zmniejszenie dostępności wody, a także zwiększenie kosztów napraw i adaptacji infrastruktury. Tym samym pogłębiają one zagrożenia związane z bezpieczeństwem żywnościowym, co wywołuje presję na zasoby naturalne oraz wymaga pilnego wdrażania działań adaptacyjnych i mitygujących

na poziomie globalnym i lokalnym.

Dlatego też sektor rolny, będący jednym z głównych źródeł emisji metanu i podtlenku azotu, stoi obecnie przed wyzwaniem ograniczenia swojego wpływu na klimat, przy jednoczesnym zachowaniu lub jedynie nieznacznym zmniejszeniu produktywności. Jednym ze sposobów oceny rzeczywistego wpływu rolnictwa na środowisko jest monitorowanie śladu węglowego. Pozwala ono w dość precyzyjnie określić, które obszary działalności rolniczej generują największe emisje gazów cieplarnianych, co z kolei umożliwia podejmowanie działań ukierunkowanych na ich ograniczenie. Dzięki temu, sektor rolniczy może skuteczniej odpowiadać na wyzwania związane z polityką klimatyczną. Dlatego też problematyka szacowania śladu węglowego rolnictwa zyskuje na znaczeniu w kontekście obecnie obowiązującej unijnej polityki klimatycznej, która w ramach Europejskiego Zielonego Ładu i nowej Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) na lata 2023-2027 stawia za cel redukcję emisji i zwiększenie sekwestracji dwutlenku węgla w glebie. Realizacja tych zamierzeń wymaga wdrożenia praktyk zrównoważonego rolnictwa, zmniejszenia strat składników pokarmowych, głównie poprzez redukcję ilości stosowanych nawozów, a także ograniczenie użycia chemicznych środków ochrony roślin.

W świetle powyższych rozważań, problematyka szacowania śladu węglowego produkcji rolniczej, wraz z identyfikacją głównych źródeł tego śladu oraz analizą wskazującą sposoby jego redukcji, którą autor podjął w przedłożonej do recenzji rozprawie doktorskiej, jawi się jako wysoce istotna i aktualna. Podjęcie tego zagadnienia ma znaczenie nie tylko poznawcze, lecz również praktyczne, odpowiadając na bieżące potrzeby sektora rolniczego oraz wymogi polityki klimatycznej. Wybór tematu dysertacji przedstawionej mi do oceny jest zatem w pełni uzasadniony.

Formalna analiza pracy

Recenzowana dysertacja stanowi tematycznie spójny cykl pięciu artykułów naukowych, które zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych. Łączna wartość punktowa tych publikacji wynosi 180 według listy czasopism MNiSW (zgodnie z wykazem czasopism obowiązującym w roku publikacji), a sumaryczny wskaźnik Impact Factor - 3,9. Doktorant jest pierwszym autorem wszystkich artykułów i, zgodnie z załączonymi oświadczeniami, odgrywał wiodącą rolę w ich opracowaniu, co świadczy o jego aktywnym udziale w procesie badawczym oraz zaangażowaniu w proces publikacyjny.

Rozprawa obejmuje 127 numerowanych stron maszynopisu, w tym 2 rysunki i 17 tabel. Została napisana w języku polskim i składa się z 7 głównych rozdziałów merytorycznych: wstępu, przeglądu literatury, celu i zakresu pracy oraz hipotezy badawczej, materiałów i metod, wyników, dyskusji oraz podsumowania i wniosków, zajmujących łącznie 41 stron. Rozdziały główne zostały podzielone na logiczne podrozdziały, co umożliwia czytelnikowi łatwiejsze śledzenie treści oraz zapewnia przejrzystość. Dysertacja zawiera również: wykaz publikacji naukowych składających się na pracę doktorską, oświadczenia doktoranta i współautorów, spis treści, wykaz skrótów i akronimów, wykaz tabel i rysunków, bibliografię, streszczenia pracy w języku polskim i angielskim, a także załączniki, w tym opis pól sekcji dotyczącej uprawy roślin, kopię internetowego kwestionariusza wykorzystanego do zbierania danych ankietowych z gospodarstw oraz kopie artykułów naukowych stanowiących podstawę dysertacji. Wykaz literatury sporządzony jest poprawnie i obejmuje 96 pozycji, w większości obcojęzycznych, z

czego prawie połowa (39) prac naukowych pochodzi z ostatnich 10 lat, co silnie sugeruje, iż podjęta przez Doktoranta tematyka jest aktualna. Duży procentowy udział artykułów zagranicznych w cytowanej literaturze wskazuje, iż Doktorant posiada szeroką znajomość tematyki badawczej.

Struktura pracy jest dobrze przemyślana i logicznie uporządkowana, co znacząco ułatwia czytelnikowi śledzenie poszczególnych etapów analizy oraz pozwala na pełniejsze zrozumienie przedstawionych argumentów i wniosków. Tytuł rozprawy precyzyjnie oddaje zakres przeprowadzonych badań. Całość pracy cechuje się przejrzystością oraz dbałością w przekazaniu wyników badań, co świadczy o wysokiej staranności autora.

Merytoryczna ocena pracy

Główna część merytoryczna ocenianej dysertacji stanowi opracowanie składające się z typowych dla pracy doktorskiej rozdziałów i cechuje się przejrzystą strukturą. W rozdziale „**Wstęp**” autor przedstawia przesłanki, które skłoniły go do podjęcia badań będących podstawą niniejszej dysertacji doktorskiej. Wstęp ma na celu zarysowanie tła teoretycznego oraz uzasadnienie wyboru tematu, co zrealizowane zostało w sposób przekonujący i spójny. Autor precyzyjnie określa znaczenie tematu, uzasadniając jego wybór, oraz formułuje kluczowe pytania badawcze, wokół których koncentrować się mają dalsze rozważania. Moim zdaniem jedynym elementem zakłócającym spójność i ciągłość narracyjną wprowadzenia jest przywołanie podstawy prawnej już w pierwszym zdaniu wstępu, a także niepotrzebne i niewnoszące nowych informacji powtórzenie zestawienia danych bibliometrycznych prac wchodzących w skład dysertacji. Informacje te mogłyby znaleźć bardziej naturalne miejsce w dalszej części pracy.

Rozdział drugi, zawierający **przegląd literatury**, jest wystarczająco obszerny i w ogólności dobrze przygotowany. Doktorant przedstawia zarys historyczny rozwoju badań nad oceną wpływu cyklu życia produktów na środowisko, ze szczególnym uwzględnieniem śladu węglowego. Omówione zostały również wyniki badań szacujących ślad węglowy różnych upraw roślinnych, takich jak pszenica ozima, kukurydza, rzepak oraz zboża. Autor słusznie zauważa, że wartości śladu węglowego różnią się w zależności od wielu czynników, takich jak techniki uprawy, stosowanie nawozów, paliw, środków ochrony roślin, a także warunki klimatyczne oraz wielkość gospodarstwa. Rozdział ten zawiera także omówienie różnych metod oceny efektywności technicznej w rolnictwie, w tym wskaźnikowych (np. wskaźnik efektywności wykorzystania azotu) oraz modeli stochastycznych i deterministycznych, takich jak SFA (Stochastic Frontier Analysis) i DEA (Data Envelopment Analysis). W rozdziale znajdują się liczne przykłady literaturowe zastosowania modeli DEA do oceny śladu węglowego w rolnictwie. Doktorant podkreśla, że model DEA nie odpowiada bezpośrednio na pytanie, dlaczego jednostki są efektywne lub nieefektywne, dlatego analiza wpływu czynników środowiskowych i organizacyjnych wymaga podejścia dwuetapowego, w którym wyniki efektywności stanowią zmienną zależną w drugim etapie analizy. W dalszej części opisane są techniki regresji, takie jak modele Tobit czy modele frakcyjne, stosowane do wyjaśniania przyczyn efektywności. Ta część pracy została opracowana przez doktoranta bardzo rzetelnie, z uwzględnieniem wielu materiałów źródłowych, a dobór źródeł do tego rozdziału jest właściwy. Niemniej jednak dostrzegam, że w pracy brakuje dostatecznie wyczerpującego merytorycznego uzasadnienia dla podjęcia tej tematyki. Przeprowadzony przegląd literaturowy

powinien uwidaczniać istotne luki w wiedzy naukowej, które stanowią podstawę do sformułowania problemu badawczego. W związku z tym, analiza piśmiennictwa zawarta w dysertacji powinna w większym stopniu wskazywać na braki w wiedzy z zakresu oceny śladu węglowego upraw wybranych roślin oraz możliwości jego redukcji.

W kolejnym rozdziale przedstawiony został **cel pracy i hipoteza badawcza**. Celem głównym dysertacji była ocena śladu węglowego uprawy wybranych roślin oraz zbadanie możliwości jego ograniczenia. Cel ten Doktorant zamierzał osiągnąć przez realizację celów szczegółowych, takich jak: oszacowanie śladu węglowego w uprawie roślin o największej powierzchni zasiewów w Polsce, czyli pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego, jęczmienia jarego, rzepaku ozimego, kukurydzy na ziarno, buraka cukrowego, i ziemniaka na podstawie danych ankietowych z gospodarstw; określenie wpływu poziomu nakładów na efektywność techniczną uprawy i jej ślad węglowy; oraz wskazanie źródeł nieefektywności oraz zbadanie możliwości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w uprawie analizowanych roślin. Cele główny i szczegółowe zostały dobrze sformułowane i są odpowiednio ogólne w odniesieniu do tematyki pracy doktorskiej. Z kolei hipoteza badawcza, zakładająca, iż istnieje możliwość ograniczenia śladu węglowego w produkcji roślinnej poprzez poprawę efektywności użycia nakładów, jest, moim zdaniem, sformułowana niepoprawnie i jest zbyt trywialna. Założenie, że poprawa efektywności użycia nakładów prowadzi do ograniczenia śladu węglowego w produkcji roślinnej, wydaje się być oczywiste i nie stanowi wyzwania wymagającego przeprowadzenia badań naukowych. Dodatkowo, confirmacja tej hipotezy znajduje się już w przeprowadzonym przez autora przeglądzie literaturowym. Przykładowa, bardziej wartościowa hipoteza badawcza mogłaby brzmieć: „Istnieje możliwość ograniczenia śladu węglowego głównych upraw polowych w Polsce o przynajmniej 10% poprzez poprawę efektywności użycia nakładów stosowanych w produkcji roślinnej.”

Kolejny rozdział pracy doktorskiej poświęcony jest opisowi zastosowanych metod badawczych. Został on opracowany w sposób rzetelny i prawidłowy, a autorowi nie można odmówić dobrej znajomości metod opracowywania danych oraz umiejętnego korzystania z narzędzi niezbędnych do realizacji celu badań. Rozdział **Materiały i metody** podzielony został na podrozdziały o logicznej strukturze, w których doktorant szczegółowo opisał źródła danych wykorzystane w badaniach, a także metodologię oraz założenia związane z szacowaniem śladu węglowego upraw roślin, rozróżniając emisje bezpośrednie i pośrednie. Rozdział ten przedstawia również założenia teoretyczne modeli DEA (Data Envelopment Analysis), które zostały użyte do oceny efektywności technicznej analizowanych jednostek. Dzięki tym modelom zidentyfikowano różnice ilościowe w nakładach i rezultatach pomiędzy jednostkami efektywnymi a nieefektywnymi. Ponadto opisano modele regresji dla zmiennej frakcyjnej FRM oraz uogólniony addytywny model z parametrem położenia, skali i kształtu GAMLSS, które zastosowano do przeprowadzenia próby wyjaśnienia przyczyn efektywności/nieefektywności jednostek decyzyjnych (gospodarstw). W rozdziale wymieniono także testy statystyczne użyte do zbadania różnic między grupami oraz potwierdzenia istotności statystycznej. Stwierdzam, że zastosowana przez Doktoranta metodyka badań została dobrana prawidłowo do zakresu i specyfiki przeprowadzonych badań.

W dwóch kolejnych rozdziałach, prezentujących **wyniki badań** oraz ich **dyskusję** autor w syntetyczny sposób przedstawia wyniki badań, które opisane są bardziej szczegółowo w cyklu prac składających się na dysertację, oraz konfrontuje je z wynikami uzyskanymi w

literaturze przedmiotu. Z analizy treści ocenianej pracy wynika, że doktorant realizuje tę część pracy skrupulatnie i przejrzyście. Opis wyników jest uzupełniony o zestawienia w postaci tabel oraz opracowania graficzne w formie rysunków. Tytuły tabel i rysunków są komunikatywne, jasno wskazując na rodzaj przedstawianych danych. Autor wykazał się dobrą i wyważoną interpretacją uzyskanych wyników, a przeprowadzone analizy statystyczne potwierdziły ich wiarygodność. Dyskutując osiągnięte rezultaty, doktorant odwołuje się do wyników uzyskanych przez innych autorów w sposób rzeczowy, co świadczy o jego umiejętności właściwego posługiwania się literaturą przedmiotu oraz szerokiej wiedzy z zakresu prowadzonych badań. Jednakże, lektura wyników i dyskusji skłoniła mnie do sformułowania kilku pytań na które nie znalazłem odpowiedzi w dysertacji. Modele DEA pozwalają na ocenę względnej efektywności jednostek decyzyjnych (gospodarstw). Należy jednak podkreślić, że jednostki wskazane w analizie jako efektywne niekoniecznie odzwierciedlają rzeczywistą efektywność w praktyce, a ich wynikowa efektywność może być miarodajna wyłącznie wtedy, gdy próba badawcza jest reprezentatywna. W rozprawie, poza jednym zdaniem wskazującym, że uśrednione wartości nakładów i plonów gospodarstw wylosowanych do badań mieszczą się w zakresie typowym dla polskich opracowań dotyczących technologii produkcji roślinnej, nie znalazłem informacji na temat reprezentatywności analizowanej próby ani próby przeprowadzenia analizy tej reprezentatywności. Rodzi to pytanie, czy zbiór 250 gospodarstw wyselekcjonowanych do badań jest rzeczywiście reprezentatywny dla polskiego sektora rolnictwa. Aby taką reprezentatywność ustalić, należałoby przeanalizować rozkłady cech i porównać je z danymi z GUS lub Polskiego FADN, gdyż informacja o średnich wartościach nakładów i plonów nie jest wystarczająca. Ponadto, w pracy bazowano na danych ankietowych maksymalnie z dwóch sezonów wegetacyjnych, a w trzech z pięciu artykułów, stanowiących cykl tematycznie spójnych prac, analizy przeprowadzono na podstawie danych jedynie z jednego sezonu. Doktorant słusznie zauważa w pracy, że ślad węglowy upraw może ulegać znacznym wahaniom między latami nawet przy zbliżonej agrotechnice, co jest wynikiem naturalnych wahań plonów związanych z warunkami pogodowymi. W tym kontekście pojawia się pytanie, czy zmienność warunków meteorologicznych w innych latach niż analizowane mogłaby spowodować, iż inny procent gospodarstw byłby efektywny i czy efektywne byłyby te same gospodarstwa? Zastanawia mnie również, czy możliwe byłoby przeprowadzenie analizy DEA w taki sposób, aby dla konkretnego gospodarstwa można było sformułować ilościowe zalecenia dotyczące ograniczenia zużycia nawozów czy środków ochrony roślin, albo przynajmniej rekomendacje, które pozwalałyby zmniejszyć jego ślad węglowy? W odniesieniu do badań nad przyczynami efektywności i nieefektywności, nasuwa się pytanie, czy uwzględnienie dodatkowych zmiennych niezależnych – na przykład liczby dawek nawożenia zastosowanych w sezonie w sposób bezpośredni, a nie tylko pośrednio poprzez zużycie paliwa przez maszyny – nie pozwoliłoby na sformułowanie dodatkowych wniosków. Na przykład, czy rozbijanie dawekowania nawożenia na kilka terminów jest ekonomicznie efektywne i jaka jest optymalna liczba zabiegów nawożenia?

Ostatni merytoryczny rozdział pracy to **wnioski**. Rozprawa doktorska została zakończona dziewięcioma wnioskami, które stanowią zwięzłe podsumowanie wyników przeprowadzonych badań. Doktorant wykazał, że istnieje możliwość ograniczenia śladu węglowego produkcji roślinnej w Polsce poprzez poprawę efektywności użycia nakładów, co zostało potwierdzone wynikami badań. Uzyskane rezultaty wskazują na dużą zmienność

wartości śladu węglowego w zależności od rodzaju upraw oraz podkreślają kluczową rolę nawozów i maszyn w kształtowaniu emisji gazów cieplarnianych. Wnioski końcowe odnoszą się bezpośrednio do głównego celu pracy, który został w pełni zrealizowany. Niemniej jednak, wśród wniosków zawartych w pracy brakuje odniesienia do ważnej kwestii poruszonej w piątej publikacji cyklu, a mianowicie negatywnego wpływu stosowania nawozów naturalnych na efektywność upraw, wynikającego głównie z wyższego zużycia paliwa i intensywniejszego wykorzystania maszyn, co, moim zdaniem, stanowi jeden z cenniejszych wniosków z całości przeprowadzonych badań. Doktorant zasugerował również potrzebę doskonalenia agrotechniki w tym zakresie. Uważam, że powyższy aspekt warto byłoby uwzględnić w pracy doktorskiej, gdyż jest to istotna kwestia, mająca znaczenie dla dalszego doskonalenia praktyk rolniczych oraz ograniczania negatywnego wpływu produkcji roślinnej na środowisko. Włączenie powyższego wniosku mogłoby znacząco wzbogacić podsumowanie wyników badań, nadając im jeszcze większą wartość praktyczną i merytoryczną.

Uwagi do pracy

Manuskrypt w ogólności przygotowany jest starannie i napisany poprawną polszczyzną. Tekst jest zwięzły, a większość wypowiedzi charakteryzuje się precyzją i czytelnością. Niemniej jednak dostrzegłem w kilku miejscach pewne nieścisłości, niezręczności językowe oraz stylistycznie niepoprawnie sformułowane zdania:

- już w **Wykazie skrótów i akronimów** autor cytuje trzy prace, podając nazwiska autorów bez ich odmiany. Zgodnie z zasadami poprawnej polszczyzny, nazwiska obcojęzyczne, które kończą się w wymowie spółgłoską, odmieniamy jak rzeczowniki męskoosobowe i nie dodajemy do nich apostrofu (czyli powinniśmy pisać „zaproporowany przez Charnesa, Coopera i Rhodesa”, a nie „zaproporowany przez Charnes, Cooper i Rhodes”). W przypadku nazwisk kończących się na samogłoskę „e”, której nie słyszymy w wymowie, po samogłosce korzystamy z apostrofu (np. „opisany przez Tone’a” zamiast „opisany przez Tone”). Błąd ten powtarza się w dalszych rozdziałach pracy.

- we **Wstępie** w zdaniu „Globalnie rolnictwo przyczynia się do emisji około 12% gazów cieplarnianych; natomiast udział całego sektora związanego z produkcją żywności szacuje się na od 21% do 37%” autor nie precyzuje, czego dotyczy szacowanie udziału całego sektora (prawdopodobnie chodzi o „21% do 37% całkowitych emisji gazów cieplarnianych”). Zdanie „Podejście to jest szeroko stosowane w literaturze przedmiotu i umożliwia wyznaczenie jednostek efektywnych technicznie, porównanie poziomu nakładów i rezultatów pomiędzy nimi a jednostkami nieefektywnymi oraz ocenę możliwości redukcji nakładów” nie jest poprawnie sformułowane stylistycznie i lepiej brzmiałoby jako: „(...) wyznaczenie jednostek efektywnych technicznie, porównanie ich poziomu nakładów i rezultatów z jednostkami nieefektywnymi oraz (...)”,

- w rozdziale **Przegląd literatury** pojawiają się akronimy bez podania ich rozwinięcia (np. „ILCD” czy „COBOR”), a prace Holka i in. (2016) oraz Syp i in. (2015) nie mają przypisów do bibliografii. Kilka zdań wymaga także przeredagowania dla poprawności i klarowności, między innymi:

- „W warunkach polskich Holka i in. (2016) oszacowali ślad węglowy uprawy pszenicy ozimej, na przykładzie trzech gospodarstw w Wielkopolsce” na „Holka i in. (2016) oszacowali ślad węglowy uprawy pszenicy ozimej w warunkach polskich na

przykładzie trzech gospodarstw w Wielkopolsce.”

- „Ślad węglowy tony plonu wynosi od dziesiątych części do kilku ton CO₂e na tonę plonu w zależności od roślin” na „Ślad węglowy tony plonu wynosi od dziesiątych części do kilku ton CO₂e, w zależności od gatunku roślin.”
- „Kyrgiakos i in. (2023) zestawili 120 prac z bazy danych Scopus and Web of Science opartych na użyciu modeli DEA w rolnictwie” na „W zestawieniu Kyrgiakosa i in. (2023) wymienionych jest 120 prac z baz Scopus i Web of Science, w których użyto modeli DEA do oceny śladu węglowego w rolnictwie.”
- „Badania Bienkowskiego i in. (2019) pokazały, że gospodarstwa o profilu produkcji roślinna są bardziej efektywne w uprawie pszenżyta ozimego niż gospodarstwa o przewadze produkcji zwierzęcej” na „Badania Bienkowskiego i in. (2019) wykazały, że gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej są bardziej efektywne w uprawie pszenżyta ozimego niż gospodarstwa o przewadze produkcji zwierzęcej.”
- „Należy jednak zauważyć, że Ricciardi i in. (2021) w swojej metaanalizie nie znaleźli istotnej różnicy między małymi i dużymi gospodarstwami pod względem efektywności technicznej i emisji gazów cieplarnianych” na „Należy jednak zauważyć, że Ricciardi i in. (2021) w swojej metaanalizie nie zaobserwowali występowania istotnych różnic w efektywności technicznej ani w emisji gazów cieplarnianych pomiędzy małymi a dużymi gospodarstwami.”

Również zdanie „Zastosowanie cenzurowanych modeli regresji (Tobit) jest również kwestionowane, choć używane w literaturze” wymagałoby redakcji, gdyż jest sformułowane nieprecyzyjnie. W literaturze nie „stosuje się” modeli, lecz się je prezentuje lub opisuje ich zastosowania.

- w rozdziale **Materiały i metody**, w tabeli 3, warto byłoby wskazać, jaką klasyfikację zastosowano do określenia typów klimatu. Dla większej transparentności i przejrzystości pracy należałoby także jawnie podać zawartość azotu w nawozach naturalnych oraz wartości współczynników globalnych lub krajowych, które posłużyły do obliczenia ilości azotu wnoszonego do gleby wraz z resztkami roślinnymi, zamiast ograniczać się do odniesienia literaturowego. Dodatkowo, przydałoby się krótko wyjaśnić, dlaczego przyjmuje się, że potencjał globalnego ocieplenia w 100-letnim horyzoncie czasowym dla N₂O wynosi 298. Na stronie 25 autor błędnie odnosi się do „Tabeli 2” przy opisie wartości przykładowych współczynników emisji oraz źródeł, podczas gdy poprawne odniesienie to „Tabela 4.” Ponadto zdanie „Emisje z użycia maszyn policzono dla trzech kategorii maszyn” wprowadza czytelnika w błąd, ponieważ w rzeczywistości chodzi tu o emisje związane z produkcją maszyn rolniczych, przypisane do określonych zabiegów agrotechnicznych na podstawie czasu ich pracy poświęconego na te zabiegi.

- w **Dyskusji** doktorant wspomina o „scenariuszach stworzonych na podstawie publikacji i opinii ekspertów”, jednak nie precyzuje, o jakie konkretnie scenariusze chodzi ani czego scenariusze te dotyczą. Zdanie „Wyniki uzyskane przez Syp i in. (2017) wyznaczyły średnią wartość TE w uprawie pszenicy ozimej w zakresie od 0,72 do 0,84” wymaga korekty stylistycznej.

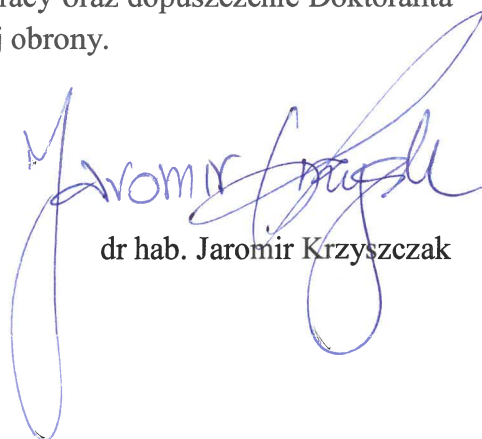
- kopie pracy 4 i 5, wchodzących w skład cyklu publikacji załączonego do dysertacji, są niekompletne: w pracy 4 brakuje stron 30 i 33, natomiast w pracy 5 brak jest strony 14, a zamiast niej powtórzona jest strona 13.

Podsumowanie i ocena końcowa

Pan magister Tomasz Żyłowski w swojej rozprawie doktorskiej wykazał się znajomością problematyki emisji śladu węglowego w rolnictwie oraz umiejętnością stosowania zróżnicowanych i zaawansowanych metod badawczych. Przeprowadzone badania, ich wyniki, oraz szczegółowa analiza zostały przedstawione w sposób zgodny z założonymi celami pracy, świadcząc tym samym o szerokiej wiedzy teoretycznej oraz dobrym przygotowaniu Doktoranta. Cel rozprawy został zrealizowany, Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, a recenzowana praca ma wysoką wartość zarówno poznawczą, jak i praktyczną. Zgłoszone przeze mnie uwagi krytyczne nie wpływają na merytoryczną ocenę rozprawy, mają one bowiem charakter dyskusyjny lub redakcyjny.

Dlatego też stwierdzam, że przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pana magistra Tomasza Żyłowskiego, zatytułowana „Ślad węglowy głównych upraw polowych i możliwości jego ograniczenia na przykładzie wybranych gospodarstw w Polsce”, napisana pod naukową opieką doktora habilitowanego Jerzego Kozyry oraz promotora pomocniczego, doktora Steliosa Rozakisa, profesora School of Chemical and Environmental Engineering, Technical University of Crete, stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w obszarze nauk rolniczych, w dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo. Rozprawa spełnia wymogi ustawowe określone w Ustawie o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami) oraz w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668), dotyczące prac doktorskich w zakresie nauk rolniczych.

W związku z powyższym rekomenduję przyjęcie pracy oraz dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego i do publicznej obrony.



dr hab. Jaromir Krzyszcak