

Warszawa, 15.10.2024

dr hab. Elżbieta Wójcik-Gront, prof. SGGW
Katedra Biometrii, Instytut Rolnictwa
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Szkoła Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego w Warszawie**

ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa
www.sggw.edu.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej
p. mgr Tomasza Żyłowskiego
pt.: „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 w Puławach
pod kierunkiem
p. promotora dr hab. Jerzego Kozdry
oraz
p. promotora pomocniczego dr Steliosa Rozakisa, prof. ChEnvEng TUC

1. Ocena problematyki badawczej

Problematyka badawcza związana z rozprawą p. mgr Tomasza Żyłowskiego skupia się na kluczowym zagadnieniu, jakim jest ślad węglowy w uprawach roślin rolniczych oraz możliwości jego redukcji. W obliczu rosnących wyzwań związanych z globalnym ociepleniem i zmianami klimatycznymi, rolnictwo stanowi istotne źródło emisji gazów cieplarnianych, szczególnie podtlenku azotu (N_2O) pochodzącego z nawożenia azotowego. Rozprawa podejmuje się dyskusji problemu różnic w emisjach gazów cieplarnianych między gospodarstwami rolnymi, wynikających z różnorodności stosowanych technik produkcyjnych oraz zarządzania zasobami. Różnice te mogą prowadzić do istotnych rozbieżności w efektywności środowiskowej upraw, co stawia przed nauką wyzwanie poprawy technologii produkcji w celu redukcji emisji. W szczególności, praca skupia się na analizie efektywności technicznej gospodarstw oraz identyfikacji możliwości poprawy ich działalności w kontekście środowiskowym. Problemem badawczym w tej pracy jest więc nie tylko ocena emisji gazów cieplarnianych, ale także identyfikacja możliwości redukcji tych emisji bez uszczerbku na produktywności gospodarstw. Kluczowe pytanie, na które praca stara się odpowiedzieć, dotyczy tego, w jaki sposób można optymalizować praktyki rolnicze, aby zmniejszyć emisje przy zachowaniu wysokich plonów. Jest to istotne w kontekście europejskich polityk klimatycznych, które zakładają redukcję emisji w sektorze rolnictwa przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego. Praca podejmuje istotny, aktualny problem badawczy, który wpisuje się w szerszą dyskusję o zrównoważonym rolnictwie i jego wpływie na środowisko. Rozwój technologii, szczególnie w zakresie nawożenia azotem, oraz poprawa efektywności technicznej gospodarstw rolnych, stanowią kluczowe elementy w ograniczaniu śladu węglowego i ochronie środowiska.

2. Ocena formalna i merytoryczna pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska składa się z pięciu opublikowanych i tematycznie powiązanych artykułów naukowych, wraz z syntetycznym przedstawieniem celów badawczych, hipotezy, metodologii oraz wyników badań. W zwartej formie Doktorant zawarł poniższe rozdziały. Ogólny zarys pracy, jej cel oraz wprowadzenie do problematyki badawczej związanej z oceną śladu węglowego w rolnictwie i analizą efektywności technicznej upraw roślin polowych. Przegląd literatury, w którym Autor omawia wcześniejsze badania dotyczące śladu węglowego w rolnictwie, w tym emisji gazów cieplarnianych wynikających z uprawy roślin oraz zastosowanie metodyki oceny cyklu życia (LCA) do badania wpływu rolnictwa na środowisko. Omawiane są także różne modele DEA (Data

Envelopment Analysis) używane do oceny efektywności technicznej gospodarstw rolnych. Metodologia badania, w której opisane są narzędzia i metody badawcze użyte w pracy, w tym szczegółowy opis zastosowania modelu DEA do oceny efektywności technicznej oraz oszacowania śladu węglowego na podstawie danych z gospodarstw rolnych. W tym rozdziale znajduje się także opis danych źródłowych. Wyniki i dyskusja, gdzie prezentowane są rezultaty przeprowadzonych analiz. Autor przedstawia wyniki oceny efektywności technicznej gospodarstw rolnych i ich wpływu na ślad węglowy. Rozdział ten zawiera także dyskusję wyników w kontekście literatury oraz identyfikację możliwości redukcji śladu węglowego przez optymalizację zarządzania zasobami. Wnioski i rekomendacje, rozdział w którym autor podsumowuje najważniejsze wnioski z badań oraz przedstawia zalecenia dotyczące możliwości redukcji emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie poprzez poprawę efektywności produkcji.

Bibliografia składa się z 96 cytowanych pozycji literatury, które w większości są w języku angielskim o międzynarodowym zasięgu.

W ostatniej części manuskryptu dołączono kopie artykułów, na których oparto tę pracę. Oceniana rozprawa doktorska Tomasza Żyłowskiego składa się z cyklu pięciu publikacji, z których trzy zostały opublikowane w języku angielskim. Łączny impact factor (IF) wynosi 3,9, a suma punktów według punktacji MNiSW to 180 punktów, co świadczy o wysokiej wartości naukowej rozprawy oraz jej istotnym wkładzie w badania nad śladem węglowym i efektywnością techniczną w rolnictwie. Publikacje te ukazały się w latach 2018-2023, a autor wykazał się znaczącym wkładem w ich realizację.

Pierwsza publikacja, pt. "Ocena możliwości ograniczenia śladu węglowego w uprawie kukurydzy na ziarno", ukazała się w 2018 roku w Rocznikach Naukowych Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu (A1). Druga, pt. "Evaluation of the technical efficiency and carbon footprint reduction potential of spring barley cultivation", została opublikowana w 2019 roku (A2), a trzecia, pt. "Environmental efficiency of root crop cultivation", w 2020 roku (A3). Kolejna praca, "Ślad węglowy głównych roślin uprawnych w Polsce", opublikowana w 2022 roku (A4), znajduje się w czasopiśmie Studia i raporty IUNG-PIB. Najnowsza publikacja, pt. "Crop Cultivation Efficiency and GHG Emission: SBM-DEA Model with Undesirable Output Approach", ukazała się w 2023 roku w czasopiśmie Sustainability, posiadającym impact factor na poziomie 3,9 (A5).

Praca A1 koncentruje się na analizie emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie, z naciskiem na uprawę kukurydzy na ziarno. Głównym celem badania było zbadanie możliwości redukcji emisji gazów cieplarnianych poprzez połączenie metod oceny śladu węglowego z metodą analizy danych DEA. W

pracy przeanalizowano dane z 32 gospodarstw w Polsce, aby określić główne źródła emisji oraz ocenić potencjał ograniczenia emisji poprzez optymalizację stosowanych technik produkcyjnych. DEA pozwala na identyfikację optymalnych strategii produkcyjnych dla jednostek nieefektywnych poprzez minimalizację nakładów przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej produkcji. Wyniki badania wskazują na duże zróżnicowanie emisji pomiędzy gospodarstwami. Największym źródłem emisji były nawozy azotowe, które odpowiadały za ponad 68% całkowitych emisji. Wyniki analizy wykazały również, że poprzez optymalizację procesów produkcyjnych, emisje można zredukować średnio o około 11%. W pracy A2 przeprowadzono analizę efektywności technicznej upraw jęczmienia jarego oraz ocenę potencjalnych możliwości redukcji śladu węglowego. W badaniu wykorzystano dane ankietowe pochodzące ze 113 gospodarstw rolnych uprawiających jęczmień w 2016 roku. Wyniki wskazują, że ulepszenie technologii upraw, w szczególności lepsze wykorzystanie nawozów, mogłoby doprowadzić do zmniejszenia śladu węglowego średnio o około 32%. Autor zastosował również model regresji ułamkowej (FRM) do zbadania wpływu czynników strukturalnych i środowiskowych na wyniki efektywności. Analiza wykazała, że wielkość gospodarstwa, jakość gleby i roczna suma opadów mają istotny wpływ na efektywność techniczną. Praca A3 dotyczy dwóch głównych roślin okopowych uprawianych w Polsce: buraków cukrowych i ziemniaków. Badania opierają się na analizie danych z 62 gospodarstw uprawiających buraki cukrowe i 74 gospodarstw uprawiających ziemniaki w latach 2016 i 2017. Głównym celem pracy było zmierzenie efektywności środowiskowej przy wykorzystaniu modelu SBM-DEA (Slack-Based Measure-Data Envelopment Analysis), w którym niepożądanym wynikiem były emisje gazów cieplarnianych. Model ten umożliwia porównanie gospodarstw pod kątem ich wydajności w zarządzaniu zasobami, takimi jak nawozy mineralne, środki ochrony roślin, paliwo i nasiona, w odniesieniu do uzyskiwanych plonów i emisji gazów cieplarnianych. Efektywne gospodarstwa emitują średnio kilkanaście procent mniej gazów cieplarnianych, uzyskując jednocześnie wyższe plony. Praca podkreśla, że warunki pogodowe oraz wielkość ekonomiczna gospodarstw mają istotny wpływ na efektywność środowiskową upraw. W pracy A4 oceniono emisję gazów cieplarnianych związanych z uprawą dziewięciu głównych roślin w Polsce: pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego, jęczmienia jarego, mieszanki zbóż, kukurydzy na ziarno i na kiszonkę, ziemniaka, buraka cukrowego oraz rzepaku ozimego. Najważniejsze wyniki badań pokazują, że ślad węglowy dla analizowanych roślin różni się w zależności od intensywności uprawy i zastosowanych technologii. Praca A5 koncentruje się na efektywności środowiskowej upraw rolnych w Polsce, w szczególności upraw pszenicy ozimej, pszenżyta ozimego oraz rzepaku ozimego. Badania przeprowadzono na podstawie danych z 250 gospodarstw rolnych, a do analizy

efektywności zastosowano model DEA oparty na luzach (SBM-DEA), który uwzględnia emisje gazów cieplarnianych jako wynik niepożądany. Ważnym czynnikiem wpływającym na efektywność były warunki pogodowe, gdzie wyższe temperatury i opady wiosną sprzyjały większej efektywności, natomiast letnie upały miały efekt odwrotny.

Hipoteza badawcza Doktoranta zakładała, że istnieje możliwość ograniczenia śladu węglowego poprzez poprawę efektywności użycia nakładów w produkcji roślinnej, co pozwoli na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych bez uszczerbku na produkcji. W wyniku przeprowadzonych badań hipoteza została potwierdzona. Analiza wskazała, że dzięki lepszemu zarządzaniu zasobami (szczególnie nawozami mineralnymi i paliwem) oraz stosowaniu bardziej efektywnych technologii upraw, można znacząco obniżyć ślad węglowy produkcji roślinnej w Polsce. Wskazano, że gospodarstwa technicznie nieefektywne mogą obniżyć emisje gazów cieplarnianych o istotny procent, co przekłada się na poprawę wydajności środowiskowej.

To, że nawożenie azotem znacząco przyczynia się do śladu ekologicznego w uprawie roślin rolniczych nie jest nową wiedzą. Już od wielu lat naukowcy zwracają uwagę na fakt, że nawozy azotowe są głównym źródłem emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie, szczególnie w postaci podtlenku azotu, który ma bardzo wysoką zdolność do powodowania efektu cieplarnianego. Badania z zakresu cyklu życia produktów konsekwentnie pokazują, że nawozy azotowe odpowiadają za największą część emisji w produkcji rolniczej, często stanowiąc od 40% do nawet 80% całkowitych emisji gazów cieplarnianych w uprawach polowych. Badania naukowe, w tym te opublikowane w ramach metaanaliz i przeglądów literatury, regularnie potwierdzają, że optymalizacja zarządzania nawozami azotowymi to jedno z kluczowych działań, które mogą przyczynić się do zmniejszenia śladu ekologicznego rolnictwa. Prace przedstawione przez p. mgr Tomasza Żyłowskiego wzbogacają te badania, dostarczając aktualnych danych i analiz specyficznych dla polskiego rolnictwa oraz sugerując konkretne metody redukcji emisji.

3. Uwagi do pracy

Całościowo praca jest dobrze zorganizowana. Rozdziały jasno definiują kluczowe zagadnienia, takie jak przegląd literatury, metodologie badawcze, a także wyniki i dyskusje. Jednak w niektórych miejscach warto rozważyć bardziej szczegółowe omówienie wyników i ich skutków, szczególnie w odniesieniu do polskiego rolnictwa. Wyniki są przejrzyste, a główne czynniki wpływające na ślad węglowy w rolnictwie dobrze przedstawione. Warto jednak podkreślić potencjalne konsekwencje

polityczne i praktyczne dla rolników, które mogą wynikać z proponowanych zmian w zarządzaniu nawożeniem i emisją gazów cieplarnianych.

Język pracy jest ogólnie rzecz biorąc poprawny, a styl wypowiedzi jest formalny, co jest odpowiednie dla pracy naukowej. Jednak pewne aspekty językowe i sposób opisu można poprawić, aby zwiększyć jasność i precyzję przekazu.

Współczynnik globalnego ocieplenia – jest to pośrednie tłumaczenie z języka angielskiego, ale w literaturze polskojęzycznej częściej funkcjonuje sformułowanie „potencjał tworzenia efektu cieplarnianego”;

Numer DOI do pracy A3 zawiera zbłądą cyfrę 8 na końcu, prawidłowe jest: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.3453>.

W pracy pojawiają się zbędne spacje przed cytowaniami, najlepszym rozwiązaniem jest ich usunięcie, aby tekst wyglądał estetycznie i był zgodny z zasadami poprawnej edycji.

Z dużym uznaniem stwierdzam, że w ocenianej pracy nie znalazłam żadnych dodatkowych nieścisłości.

Ciekawe są wyniki analizy modelu regresji ułamkowej (FRM) przedstawione w pracy A2 wskazują na istotny wpływ kilku czynników na efektywność techniczną gospodarstw rolnych, opadów, wielkości gospodarstwa. Model FRM pozwolił na określenie siły i kierunku wpływu tych czynników.

4. Pytania

Jedną z cech modelu DEA jest to, że większe próby, takie jak 100 gospodarstw, pozwalają lepiej uchwycić różnice między jednostkami. Model DEA porównuje jednostki względem siebie, wyznaczając granicę efektywności na podstawie najbardziej efektywnych jednostek w próbie. Czy próba obejmująca 29 lub 32 gospodarstwa (w pracach A1 i A4) może wpływać na wyniki modelu?

W pracy A1 znajduje się stwierdzenie: „Do interpretacji wyników otrzymanych przez zastosowanie metody DEA należy więc podchodzić z ostrożnością.” Wynika ono z zaleceń modelu, aby w jednym z gospodarstw obniżyć wysiew nasion o 78,3%. Jak często pojawiały się takie wyniki? Z czego mogła wynikać taka rekomendacja?

Dane wejściowe dotyczące wielkości nakładów gospodarstwa mogą zawierać błędy rzędu 5-10%. Wskaźniki emisji gazów cieplarnianych także wykazują znaczną rozbieżność. Błędy oszacowań mogą

sięgać ponad 30% wartości wskaźnika i mogą mieć istotny wpływ na wyniki analizy efektywności technicznej oraz śladu węglowego, które mogą wprowadzać zniekształcenia w modelu DEA, który jest bardzo wrażliwy na jakość danych. Czy te rozbieżności mogą wpływać na uzyskane w pracy wyniki? Jak można oszacować błąd wyznaczonego śladu węglowego w uprawie roślin rolniczych w Polsce?

Potencjał redukcji użycia azotu w badanych gospodarstwach wynika głównie z optymalizacji jego stosowania, co pozwoliłoby ograniczyć nadmierne dawki nawozów przy jednoczesnym zachowaniu wysokich plonów. Jak można jednak zwiększyć potencjał poprawy efektywności zużycia paliwa w badanych gospodarstwach?

5. Wniosek końcowy

W świetle przeprowadzonej analizy i oceny rozprawy doktorskiej p. mgr Tomasza Żyłowskiego, w kontekście przewidzianych prawem kryteriów wymagających spełnienia dla uzyskania stopnia naukowego doktora, należy stwierdzić, że kryteria te zostały spełnione. Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Ponadto, analiza zawarta w pracy dowodzi wiedzy praktycznej Doktoranta, a także umiejętności prowadzenia samodzielnie pracy naukowej.

Podsumowując, recenzowana praca spełnia wszystkie kryteria właściwe dla rozpraw doktorskich, co uzasadnia postawienie wniosku o przyjęcie rozprawy doktorskiej, dopuszczenie jej do publicznej obrony i kontynuowanie czynności w ramach przewodu doktorskiego p. mgr Tomasza Żyłowskiego.

Elżbieta Grot