

dr hab. inż. Michał Gąsiorek, prof. UR
Katedra Gleboznawstwa i Agrofizyki
Wydział Rolniczo-Ekonomiczny
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

Kraków, 10. 06. 2020 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Radosława Dąbrowicza

**pt. „Ocena skutków środowiskowych intensywnego systemu produkcji rolnej na tle
funkcji sekwestracji CO₂ w przestrzeni rolniczej gospodarstw”**

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejsza ocena rozprawy doktorskiej została przygotowana w odpowiedzi na pismo Pana Prof. dr hab. Adama Harasima, zastępcy Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach z dnia 17 kwietnia 2020 r. (znak sprawy: RN.470.5.2019.BE), informujące, że Rada Naukowa IUNG-PIB w Puławach w dniu 14 kwietnia 2020 r. wyznaczyła mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Radosława Dąbrowicza pt. „Ocena skutków środowiskowych intensywnego systemu produkcji rolnej na tle funkcji sekwestracji CO₂ w przestrzeni rolniczej gospodarstw”. Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska wchodzi w zakres dziedziny nauk rolniczych, dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Rozprawa doktorska została wykonana w Instytucie Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu. Promotorem rozprawy był Dr hab. inż. Jerzy Bieńkowski a promotorem pomocniczym Dr hab. inż. Jerzy Kopiński.

2. Ocena problematyki badawczej

Rolnictwo, którego podstawowym celem jest produkcja żywności, pasz i surowców pełni również wiele innych, ważnych funkcji pozaprodukcyjnych związanych z ochroną środowiska, zachowaniem bioróżnorodności czy kształtowaniem krajobrazu. Postępująca intensyfikacja i wąska specjalizacja w rolnictwie niesie ze sobą szereg zagrożeń dla zrównoważonego funkcjonowania agrocenoz, co można zaobserwować chociażby w wielu krajach Europy Zachodniej, ale również w niektórych rejonach Polski. Odpowiedzią na

zagrożenia, jakim podlegają tereny użytkowane rolniczo jest ekologizacja produkcji rolniczej. Ważnym staje się zatem wypracowanie takich rozwiązań, które w niewielkim stopniu zmieniają system produkcji rolniczej, a równocześnie ograniczają negatywny wpływ na środowisko. Wydaje się, że taką funkcję może pełnić wprowadzenie sieci zadrzewień i zakrzewień śródpolnych, zwłaszcza w przypadku pól uprawnych o dużej powierzchni.

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Radosława Dąbrowicza podejmuje istotne zagadnienia związane z zrównoważonym rozwojem rolnictwa, jego podstawowym celem, tj. produkcją żywności, jak również z działaniami nakierowanymi na łagodzenie skutków zmian klimatu i degradacji środowiska. Wykorzystano w tym celu szereg wskaźników, w tym związanych z emisją gazów cieplarnianych czy bilansem materii organicznej w glebie. Wykazano, że poprzez system produkcji rolniczej oraz obecność zadrzewień i zakrzewień można oddziaływać na bilans emisji gazów cieplarnianych w skali całego gospodarstwa. Właściwie zaplanowana sieć zadrzewień i zakrzewień sprzyja sekwestracji węgla w glebie, a tym samym ograniczeniu zawartości CO₂ w atmosferze. Jest to niezmiernie ważne, bowiem takie działania wpisują się w obecną politykę klimatyczną Unii Europejskiej.

Podjęta problematyka badawcza zaprezentowana w rozprawie mgr inż. Radosława Dąbrowicza jest wartościową i aktualną dla dziedziny nauk rolniczych, dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Posiada walory naukowe i poznawcze. W powyższym świetle, należy pozytywnie ocenić wybór tematyki badań.

3. Formalna ocena rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska ma formę monografii, obejmuje 114 stron maszynopisu łącznie z aneksem. Materiał dokumentacyjny został przedstawiony w 33 tabelach w tekście pracy i 5 w aneksie oraz na 24 rycinach (w tym 6 w aneksie). Wykaz literatury liczy 128 pozycji, ze znacznym udziałem publikacji obcojęzycznych, obejmuje również akty prawne. Podkreślenia wymaga prawidłowy wybór tematyczny zamieszczonych źródeł literatury, ich aktualność oraz ścisły związek z zakresem rozprawy.

Układ rozprawy spełnia kryteria dla opracowań na stopień naukowy doktora. Składają się na niego następujące rozdziały: „1. Wstęp, 2. Hipoteza i cel badań, 3. Materiał i metoda badawcza, 4. Wyniki badań, 5. Dyskusja, 6. Wnioski, 7. Aneks, 8. Literatura” oraz streszczenia pracy w języku polskim i angielskim. Tworzą one spójną, logiczną całość, ułatwiającą śledzenie treści tego opracowania. Z obowiązku recenzenta nasuwają mi się jednak drobne uwagi. Rozdział „1. Wstęp” jest równocześnie przeglądem literatury i moim zdaniem powinien być on również uwzględniony w tytule tego rozdziału. Rozdział 3

obejmuje nie jedną, a kilka metod badawczych. Rozdział „*Aneks*” powinien być zdecydowanie ostatnim w rozprawie, także po streszczeniach pracy.

Zachowano odpowiednie proporcje pomiędzy objętością poszczególnych rozdziałów. Zasadniczą część rozprawy stanowi rozdział „*Wyniki badań*”, który wraz z „*Dyskusją*” zajmują połowę jej objętości. Pewne wątpliwości budzi rozdział „*Materiał i metoda badawcza*”. Z jednej strony jest bardzo rozbudowany (nie uwzględniając „*Aneksu*” stanowi 20% objętości pracy), z drugiej, analizując treść rozprawy, brakuje pewnych założeń metodycznych ułatwiających interpretację wyników. Autor czasami zbyt szczegółowo opisuje pewne procesy mające miejsce w badanym gospodarstwie (powtarzając w tekście pracy, jak i np. na rysunku 1) a pomija, np. jak wyliczono zamieszczone wskaźniki. W mojej opinii, miejscami zbyt nieprecyzyjnie określa co stanowiło tak naprawdę dane pierwotne (ewentualnie ich źródła). Istnieje pewna „luka” między nimi a danymi wtórnymi, podanymi głównie w tabelach. Wyjątkiem są tabele inwentarzowe 2a-3b w „*Aneksie*”, które są dobrym przykładem właściwej dokumentacji danych. Doktorant zapewne kierował się tym, że zamieszczenie zbyt dużej ilości danych pierwotnych, wpłynęłoby znacząco na zwiększenie objętości pracy.

Dysertacja została napisana generalnie poprawnym stylistycznie językiem. Autor, z małymi wyjątkami, prawidłowo wykorzystuje fachowe, naukowe słownictwo, co świadczy o jego dobrym przygotowaniu do pracy badawczej. Prawidłowo stosuje odsyłacze do literatury, tabel i rycin. Uważam jednak, że rysunki i tabele zamieszczone w rozdziale „*7. Aneks*” powinny być inaczej numerowane, niż w zasadniczej części pracy (np. Rys. 1A., Tabela 1A itp.) ponieważ pewne numery się dublują.

4. Merytoryczna ocena rozprawy

Obiektem badań recenzowanej dysertacji było wielkoobszarowe gospodarstwo, Zakład Rolny Długie Stare (pow. leszczyński) wchodzące w skład przedsiębiorstwa rolnego o tej samej nazwie. Dysertacja została przygotowana głównie w oparciu o wyniki pozyskane z zasobów danych gospodarstwa. Wykorzystano również dane zgromadzone w trakcie badań terenowych, w czasie których dokonano inwentaryzacji istniejących zadrzewień i zakrzewień śródpolnych oraz wykonano niezbędne pomiary. Dane zawartości węgla organicznego w warstwie gleby 0-30 cm, były jedynymi, które pozyskano na podstawie analizy laboratoryjnej.

Zgromadzone w ten sposób, oryginalne wyniki były niezbędne do weryfikacji hipotezy badawczej i celu rozprawy. Sformułowana hipoteza badawcza rozprawy zakłada, że

ryzyko zagrożeń środowiskowych związanych z emisjami gazów cieplarnianych w intensywnym systemie produkcji rolnej, może być kompensowane przez procesy sekwestracji CO₂ w przestrzeni rolniczej gospodarstw i absorpcji CO₂ przez stałe elementy krajobrazu. Celem rozprawy była ocena skutków środowiskowych intensywnego systemu produkcji rolnej z uwzględnieniem możliwych funkcji kompensacyjnych gospodarstwa rolnego w zakresie sekwestracji CO₂. Hipoteza badawcza, założony cel badań i tytuł rozprawy są w zasadzie spójne (a tytuł i cel nawet bardzo podobne), jednak moim zdaniem nie korespondują w pełni treścią pracy, gdzie pojawiają się inne wątki, które uwzględniając tytuł i cel należy uznać za poboczne.

Do oceny oddziaływania badanego gospodarstwa na środowisko wykorzystano następujące parametry: bilans azotu, efektywność energetyczną, emisję gazów cieplarnianych, bilans materii organicznej, ślad węglowy produktów oraz sekwestrację węgla w środowisku. Ich omówienie i dyskusja stanowią zasadniczą część dysertacji. Były one również bazą wykorzystaną w sformułowaniu wniosków.

Po dokładnej lekturze recenzowanej rozprawy, pomimo jej zalet i pozytywnego odbioru nasuwają się również pewne uwagi krytyczne, często natury dyskusyjnej. Doktorant będzie mógł się do nich odnieść podczas dyskusji naukowej w trakcie publicznej obrony rozprawy doktorskiej, jak również uwzględnić przy przygotowaniu artykułów naukowych bazujących na niniejszej rozprawie.

Autor, co dotyczy omówienia wyników, jak również wniosków miejscami w sposób zbyt ogólny podchodzi do poruszanych zagadnień, nie proponując konkretnych rozwiązań. W pracy wymieniono kilka wskaźników, bez podania sposobu ich wyliczania, co utrudnia śledzenie jej treści. Rozprawa pozbawiona jest w zasadzie analizy statystycznej danych. Z pojęć statystycznych zastosowano jedynie średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe. Szkoda, że w pracy nie zamieszczono fotografii prezentujących istniejące zadrzewienia i zakrzewienia gospodarstwa. Najnowsze, zaprezentowane wyniki pochodzą z 2014 r., w kilku słowach można było odnieść się do stanu aktualnego.

Poniżej przedstawiam uwagi bardziej szczegółowe, odnoszące się do poszczególnych fragmentów rozprawy:

- Tytuł rozprawy „Ocena skutków środowiskowych intensywnego systemu produkcji rolnej na tle funkcji sekwestracji CO₂ w przestrzeni rolniczej gospodarstw”, sugeruje, że badania obejmowały co najmniej dwa lub kilka gospodarstw rolnych, a przeprowadzone je tylko w jednym. Co Autor rozumie przez „przestrzeń rolniczą gospodarstw”? W tytule nie uwzględniono przepływu związków azotu (w tym strat w wyniku wymywania) czy

efektywności energetycznej badanego gospodarstwa, a poświęcono tym zagadnieniom znaczną część rozprawy.

Rozdział 1. Wstęp

- Na czym ma polegać **aktywna** funkcja rolnictwa w sekwestracji węgla w glebach (str. 8)?
- Proszę o rozwinięcie „*Optymalizacja nawożenia azotowego ukierunkowana tylko na potrzeby kontroli sald azotu jest niewystarczająca*” (str. 9).
- Autor podaje „*W przypadku bowiem zróżnicowanej struktury krajobrazu oraz prowadzonej agrotechniki może się okazać, że ślad węglowy intensywnego systemu produkcji rolnej jest do pewnego stopnia równoważony przez procesy sekwestracji i absorpcji CO₂ w przestrzeni rolniczej gospodarstw*” (str. 10). Użyto tutaj kilku terminów, które wg mnie powinny być bardziej doprecyzowane. Co Autor rozumie przez „strukturę krajobrazu”? Już sam termin krajobraz ma wielorakie znaczenie. Uważam, że określenie „ślad węglowy”, który stanowi sumę całkowitych emisji gazów cieplarnianych analizowanego gospodarstwa, w kontekście dalszej części zdania nie jest zbyt fortunnie użyte. Jeśli „*sekwestracja i absorpcja*” odnoszą się, jak napisano do CO₂, to są synonimem, co potwierdza wyjaśnienie znaczenia „sekwestracji” ze strony 11. Moim zdaniem, Autor, aby uniknąć nieścisłości, powinien zdefiniować na samym początku rozdziału 1, czym jest „sekwestracja”. Polecam w tym miejscu publikację prof. B. Sapek (Inżynieria Ekologiczna 2009, 41, 49-61).

Rozdział 2. Hipoteza i cel badań

- O jakie „*reaktywne formy związków azotowych*” chodzi? (str. 11).
- Hipoteza badawcza nie została wyartykułowana zbyt jasno (str. 11).
- Pojawia się kolejne nieprecyzyjne określenie „*stałe elementy krajobrazu*” (str. 11), moim zdaniem są to też elementy przyrody nieożywionej.

Rozdział 3. Materiał i metoda badawcza

- „*Podstawę pracy badawczej stanowiły badania ankietowe przeprowadzane cyklicznie*” (str. 12, powtórzone również na str. 15), nie zamieszczono jednak w „*Aneksie*” wzoru ankiet(y). Nie podano również ile ankiet zostało rozdanych, a ile otrzymano wypełnionych. Brak informacji o przeprowadzonej analizie statystycznej pozyskanych w ten sposób danych. Przypuszczam, że nie były to jednak badania ankietowe, a dane uzyskano, jak zresztą Autor pisze (str. 12 i 15), na podstawie dokumentacji badanego gospodarstwa.
- Dlaczego powierzchnia trwałych użytków zielonych (54 ha) podana w tekście rozprawy (str. 13) jest inna od powierzchni łąk podanej w tabeli 1 (zakładam, że tylko łąki wchodziły w ich skład), a w latach 2012-2013 powierzchnia łąk jest mniejsza jak w latach wcześniejszych i późniejszych, chociaż zamieszczone w „*Aneksie*” rysunki 1-3 wcale na to nie wskazują?

- Autor zbyt często podaje pod tabelami jako źródło „*Opracowanie własne*” co w wielu przypadkach, jak np. w tabelach 1-3 jest nieuzasadnione, ponieważ korzystano z konkretnych źródeł danych (przypuszczam, że były to np. ewidencja gruntów, obrót stada itp.), które należało podać, a samo ich zestawienie nie upoważnia do użycia takiego sformułowania. Pod innymi tabelami (np. 4-5) użyte jest niepotrzebnie.
- Sądząc z treści pracy, Autor pisząc „*zużycie nawozów mineralnych i **organicznych***” (str. 16) miał zapewne na myśli w przypadku tych drugich, zgodnie z ich podziałem według „Ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu” nawozy naturalne.
- Proszę o wyjaśnienie określenia „*parametry struktury przestrzennej krajobrazu*”, jak również dlaczego zaliczono do nich: wskaźnik reprodukcji materii organicznej i wskaźnik bonitacji gleb (str. 16). Dla tych wskaźników powinny być podane formuły, w jaki sposób je wyliczono. Dziwi zastosowanie wskaźnika bonitacji gleb, który służy do porównania wartości przyrodniczej gleb między np. gospodarstwami, gminami, powiatami itp. Nie znaleziono jego wartości w tekście pracy.
- Uważam, że wymieniony na stronie 20 termin „*nadwyżka N w glebie*” powinien być zmieniony na saldo (ewentualnie bilans) N w glebie.
- Nie ma takiej kategorii nawozów jak nawozy zwierzęce (str. 20).
- Proszę o wyjaśnienie „*zmniejszenie emisji gazowych N do atmosfery w wyniku zastosowania nawozów mineralnych o współczynniku emisji porównywalnym ze stratami gazowymi dla saletry amonowej*” (str. 21) i jakie nawozy spełniają to kryterium?
- Tytuł tabeli 6 (str. 24) jest zbyt ogólny, powinien być podobny jak tabeli 5.
- Co Autor miał na myśli pisząc „*Do oceny śladu węglowego w systemie produkcji roślinnej wykorzystano dane z wcześniejszych obliczeń emisji GHG w gospodarstwie*” (str. 27)?

Rozdział 4. Wyniki badań

- Cytuję „*Duża emisyjność tego podsystemu sprawia jednak, że tylko połowa gromadzącego się tam N może być wykorzystana w postaci obornika i gnojowicy jako nawóz w produkcji roślinnej*” (str. 35). Co się w takim razie dzieje z drugą połową N?
- W oparciu o dane z tabeli 13 (str. 39) proszę o wyjaśnienie dlaczego dopływ N w postaci nawozów mineralnych w przypadku wariantu 3 jest mniejszy o 7 kg ha⁻¹ w odniesieniu do stanu bazowego, a nie jak założono w tym wariantcie o 15 kg ha⁻¹.
- Autor podaje „*Wykorzystanie nawozów mineralnych o zmniejszonej emisyjności i w mniejszych ilościach powodowało ograniczenie strat N w glebie oraz zagrożeń związanych z zanieczyszczeniem wód azotanami od 9,5% (-5,8 kg N ha⁻¹) w scenariuszu I do 24,8% (-15,1 kg N ha⁻¹) w wariantcie 3 scenariusza III*” (str. 41). Wprowadzono zatem wątek

poboczny badań, niezwiązany z hipotezą i tematem pracy. Jeszcze większe kontrowersje budzi powoływanie się w odniesieniu do wymienionych danych na tabelę 16, a w niej na „Straty N w wyniku emisji”. Czy zatem azotany mogą ulegać emisji? Może jednak nie chodzi tutaj o azotany? Według mnie dokonano nadinterpretacji zgromadzonych danych.

- Interpretacja zamieszczonych na rysunku 4 (str. 46) wskaźników efektywności energetycznej uprawianych roślin, byłaby łatwiejsza, gdyby podano sposób jego wyliczenia (np. na str. 23).
- Powyższa uwaga dotyczy również rysunku 8 (str. 50) w odniesieniu do produkcji zwierzęcej.
- Tabele 24 i 25 (szerzej, rozdział 4.6) są dobrym przykładem, gdzie zaprezentowano dalece przetworzone dane (pisałem o tym wcześniej). Źródło: „Opracowanie własne” uważam za stanowczo niewystarczające. Autor przeprowadza między innymi kalkulację bilansu materii organicznej całego gospodarstwa w odniesieniu do gruntów ornych, a co z trwałymi użytkami zielonymi (TUZ)? Czy założono, że dla TUZ w analizowanym okresie wartość ta się nie zmieniała? Poprawę wymaga również w tabeli 24 sformułowanie „Zmiana materii organicznej gleby pod wpływem uprawy roślin”. Autor w rozdziale 4.6 używa pojęć „współczynnik degradacji materii organicznej”, a po chwili „wskaźnik bilansu materii organicznej” – czy oba te terminy są tożsame? Proszę o wyjaśnienie.
- Do analizy zawartości węgla organicznego pobrano próbki glebowe z warstwy 0-30 cm (str. 69). Uważam, że jest to zbyt duża głębokość, wykraczająca w przypadku wielu gleb gruntów ornych poza miąższość próchnicznego poziomu płuźnego. Niesie to niebezpieczeństwo „rozcieńczenia” zawartości C org. W analizie chemiczno-rolniczej standardowa głębokość to 0-20 cm (PN-R-04031). W innych badaniach, w tym środowiskowych, gleba jest pobierana z głębokości 0-25 cm. Moje zastrzeżenie budzi również wyrażenie zawartości węgla organicznego w $t\ ha^{-1}$, zamiast standardowo w $g\ kg^{-1}$ gleby (w starszych publikacjach w %). W odniesieniu do jednostki powierzchni podano zatem nie zawartość, a zasoby węgla organicznego, do wyliczenia których potrzebna była wartość gęstości objętościowej gleby. Przypuszczam, na podstawie podanej dla gleb uprawnych (powinno być gruntów ornych) w rozdziale 5 zawartości 0,8% C org. i w rozdziale 4.8 zasobów równych $34,8\ t\ ha^{-1}$ oraz przeprowadzonej kalkulacji, że przyjęta gęstość objętościowa wynosiła $1,5\ Mg\ m^{-3}$. Autor nie wspomina, aby została ona oznaczona oparciu o próbki gleb pobrane w terenie. Nie można zakładać, że jej wartości będą takie same dla gruntu uprawianego i sąsiadującego z nim zadrzewionego lub zakrzewionego.

- W tabeli 31 (str. 70) i wcześniej na stronie 69, powołując się na nią, podano zakresy danych, nie wyjaśniając z czego to wynika. Ta sama uwaga dotyczy rysunku 17, jak również tabeli 33 i rysunku 18 (str. 72).

- Autor podaje „*że zaprojektowano utworzenie nowych zadrzewień i zakrzewień wzdłuż granic pól uprawnych, cieków i dróg (tu cytacje), w miejscach, w których wcześniej one nie występowały*” (str. 71), wspomina również o tym rozdziale 3.5.7. Jednak, moim zdaniem, jest zbyt daleko posunięte stwierdzenie. Nie znaleziono w pracy projektu nowych zadrzewień i zakrzewień. Trudno za projekt uznać rysunek 6 w „Aneksie”. Zdecydowanie bardziej neutralne byłoby stwierdzenie: zaproponowano, ewentualnie zaplanowano utworzenie nowych zadrzewień i zakrzewień. Nie wspomniano, jakie gatunki roślin miałyby zostać wprowadzone, takie same jak w przypadku istniejących zadrzewień (w tym sosna zwyczajna) i zakrzewień czy inne? Brak takich informacji uważam, za niedociągnięcie rozprawy. Za nieprecyzyjne uważam także sformułowanie: „*Oszacowano, że istniejące i nowe nasadzenia zadrzewień i zakrzewień (po kilkunastu latach) pozwoliłyby na roczne zmagazynowanie CO₂ w przedziale od około 374 do ponad 406 t w całym gospodarstwie*” (str. 71). Jaki zakres czasowy brano pod uwagę?

Rozdział 5. Dyskusja

- Nawozy naturalne są ważnym źródłem azotu, proszę więc o rozwinięcie następującej sentencji: „*Skutkiem niskiej obsady zwierząt jest niewystarczająca ilość nawozów naturalnych, która przyczynia się do większego zużycie nawozów mineralnych w gospodarstwie (tu cytacja). Niewątpliwie badane gospodarstwo posiada potencjał do zwiększenia wartości wskaźnika obsady zwierząt w celu lepszego zbilansowania produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz efektywniejszego wykorzystania własnych zasobów nawozów naturalnych*” (str. 74), jak to się ma do sformułowania z następnej strony rozprawy „*W badanym gospodarstwie dodatnie saldo N na poziomie ponad 79 kg N ha⁻¹ świadczy o potencjalnym ryzyku strat tego składnika poprzez wymywanie azotanów do wód oraz emisje amoniaku i podtlenku azotu do atmosfery*” a także do pierwszego wniosku (str. 86)?

- Autor podaje „*Niezbędnymi instrumentami w realizacji tych celów powinno być także tworzenie szczegółowych planów nawożenia, które uwzględniałyby różne źródła dopływu N, m.in.: obornik, gnojowicę, słomę i przyorane resztki poźniwne*” (str. 76-77). Zgodnie z obowiązującymi przepisami, gospodarstwa, o tak dużej powierzchni użytków rolnych jak analizowane, zobowiązane są, do sporządzenia corocznie planu nawożenia.

- Cytuję „*Można przypuszczać, że ogólnie niska wartość salda materii organicznej w badanym gospodarstwie (0,8% C org) jest istotnym czynnikiem ograniczającym*

potencjalny wzrost zasobów materii organicznej” (str. 82). Na pewno nie chodziło o saldo, a sądząc z treści pracy, Autor miał na myśli niewielką zawartość węgla organicznego w powierzchniowej warstwie gruntów ornych gospodarstwa.

- Za błędne uważam sformułowanie (podparte cytowaniami) **„Dodatkową funkcją wprowadzanej systematycznie z roku na rok materii organicznej będzie zwiększanie sekwestracji CO₂ z atmosfery i przeciwdziałanie zmianom klimatycznym wywołanym przez emisję gazów cieplarnianych”** (str. 82). Do zwiększenia zasobów glebowej materii organicznej, a zwłaszcza jej najcenniejszej składowej – próchnicy, przyczynia się proces humifikacji. Jak dowodzą liczne badania, niewielka część wprowadzonej do gleby materii organicznej podlega temu procesowi, większa zaś część ulega mineralizacji, której efektem jest emisja CO₂. Zachodzi więc zjawisko odwrotne do opisanego. Owszem będą się zwiększały zasoby węgla organicznego w glebie, ale glebowa materia organiczna nie ma zdolności do wyłapywania i wiązania CO₂ z atmosfery (dodatkowa funkcja, jak powyżej). Myślę, że Doktorant w tym przypadku dokonał zbyt dużego skrótu myślowego.

Rozdział 6. Wnioski

- Kwintesencją rozprawy doktorskiej są wnioski z przeprowadzonych badań, które są równocześnie odpowiedzią na postawiony cel pracy. Zredagowano 10 wniosków. W mojej opinii są one generalnie zbyt ogólne i brakuje w nich konkretów. W kilku przypadkach wymagają dopracowania i poprawy. Za wnioski poprawnie zredagowane uważam 4, 5, 7, 8 oraz z drobnymi zastrzeżeniami 2 i 10. Wniosek 9 można uznać za cytaty z podręcznika, opisuje oczywistą prawidłowość, nie wnosi dodatkowej wartości do meritum rozprawy. Pozostałe są bardzo nieprecyzyjne, czego najlepszym przykładem są wnioski 1 i 3, w których zawarto bardzo ogólne sformułowania (np. *„wprowadzenie zmian w systemie utrzymania bydła”* ale jakich?). Ponadto, wniosek 1 wydaje się pobocznym, nie związanym z celem pracy. Wniosek 6 można uznać za nieuprawniony – nie przeprowadzono, np. badań emisji metanu. W przeciwieństwie do pozostałej części rozprawy, styl wielu użytych tu sformułowań również wymaga poprawy.

5. Pozostałe uwagi o charakterze redakcyjnym i innym

Zamieszczone tutaj uwagi nie obniżają wartości naukowej rozprawy. Do całości manuskryptu odnoszą się następujące uwagi:

- Brak numeracji kilku stron recenzowanej rozprawy, np. strony od 52 do 57.
- Na części stron (np. 45, 49, 51) w *„Wynikach badań”* występują puste miejsca, które powinny być wypełnione tekstem.

- Część zamieszczonych pozycji w rozdziale „8. Literatura” ma niepełne dane bibliograficzne, brakuje nr tomu, zeszytu czy numerów stron, np. Bieńkowski J. 2011. Niektóre pozycje mają inny układ niż pozostałe, przykładowo Klikocka i in.

- Niekonsekwentnie jest ułożona kolejność cytowań, zarówno w porządku alfabetycznym, jak i w chronologicznym.

- Występują powtórzenie pewnych sformułowań wyjaśnionych wcześniej (np. str. 37, odnośnie scenariusza III)

- Autor miejscami zupełnie niepotrzebnie wprowadza nowe, bliżej niesprecyzowane terminy.

Do pozostałych, dostrzeżonych niedociągnięć zaliczam:

- Brak wyjaśnienia, że często stosowany w rozprawie skrót GHG, oznaczający gaz cieplarniany, pochodzi od angielskiego greenhouse gas (np. str. 7). Dotyczy to również innych używanych skrótów np. LCA (str. 9), natomiast, Autor podaje, według mnie zupełnie niepotrzebnie, powszechnie znane symbole pierwiastków jak azot (N) lub powtarza użyty już wcześniej, wyjaśniony symbol CO₂ (str. 8).

- Sformułowanie „wzrost występowania ekstremalnych zjawisk klimatycznych” (str. 7) proponuję zastąpić „ekstremalne zjawiska pogodowe stają się coraz częstsze i bardziej intensywne”.

- Jest „azowymi” (str. 8) powinno być azotowymi.

- Autor pisząc „Azot będąc bardzo reaktywnym chemicznie związkiem” (str. 9) miał zapewne na myśli związki azotu. Sam azot jako pierwiastek jest bierny chemicznie, co wynika z silnego potrójnego wiązania w cząsteczce N₂.

- Cytuję: „w latach siedemdziesiątych” (str. 9) należy dodać XX wieku.

- Cytuję: „jego długotrwałej akumulacji w biomase roślin” (str. 11) należał usunąć „długotrwałej”.

- Nazwy „Zakład Usług Rolnych z Warsztatem i Grupą Remontowo-Budowlaną, Suszarnią i Mieszalnią Pasz oraz Gorzelnią” (str. 12) przypuszczam, że nie są własnymi i w taki razie powinny być zapisane małą literą.

- Jest „Chów jałówek prowadzona” (str. 14) powinno być „prowadzony”.

- Jest „sposobie utrzymania” (str. 19) powinno być „sposobu”.

- Cytuję „pobranie N przez rośliny w produkcji roślinnej” (str. 20) niepotrzebne „w produkcji roślinnej”.

- Jest „jaki i poza nim” (str. 27) powinno być „jak i poza nim”.

- Użyte sformułowanie „w warstwie **nad powierzchniowej** oraz **podpowierzchniowej**” (str. 29) jest bardzo nieprecyzyjne, nienaukowe, do jakiej warstwy się odnosi? Dodatkowo występuje błąd ortograficzny. Należało wykorzystać słownictwo zamieszczone w tabeli 7.
- Jest „*t C ha rok⁻¹*” (str. 29) powinno być „*t C ha⁻¹ rok⁻¹*”.
- Należy zmienić tytuł tabeli 8 (**nawożenie organiczne**) oraz tytuł ostatniej kolumny w tej tabeli (str. 30). Proponuję „Dawki nawozów naturalnych” i wyraźnie zaznaczyć do których wartości dawek obornika lub gnojowicy odnoszą się wymienione jednostki.
- Tytuł tabeli 11 (str. 35 i 36) powinien brzmieć „Średnioroczny bilans azotu ...”, a nie jak jest „*Roczny*”.
- Uważam, że podane na stronie 37 dodatkowe warianty dla scenariusza III zmniejszenia emisyjności systemu gospodarowania N powinny być zamieszczone w rozdziale 3.5.3 (str. 18). Wpłynęłoby to na większą przejrzystość pracy. Według przyjętego nazewnictwa trudno uznać, że występuje „*Wariant I*”, jest po prostu „*scenariusz III*” (jak to Autor określa w rozdziale 3.5.3), a następnie już w omówieniu wyników, nazywa wariantem.
- Następujące zdanie należy poprawić „*Wskutek zastosowania nawozu mineralnego i naturalnego w formach o obniżonej emisyjności osiągnięto wyższe salda dopływu N do systemu produkcyjnego w porównaniu do stanu bazowego oraz zwiększone ilości pobranego N przez rośliny*” (str. 37).
- Proponuję zmianę określenia „*Nadwyżka N w glebie*” podanego w tabelach 12 i 13 (str. 37 i 38) na „*Różnica bilansowa*”. Widać tu również brak konsekwencji w nazewnictwie (o czym wspomniałem wcześniej), bo w tabeli 12 występuje „*Scenariusz III*”, a te same dane powtórzone w tabeli 13 są już podane jako „*Scenariusz III, wariant I*”.
- W tabeli 15 (st. 41) zamiast „*Saldo strat azotu*” powinno być „*Suma strat azotu*”.
- Zdanie „*Porównując otrzymane wyniki można zauważyć podobne kierunki zmian przepływów N.*” (str. 41) jest niedokończone – dodałbym „w poszczególnych scenariuszach”.
- W miejsce „*Udział poszczególnych nakładów energetycznych*” (str. 43) proponuję „*Struktura nakładów energetycznych*”.
- Sformułowanie „*Różnica wynosiła 53,9%*” (str. 47) jest w kontekście wcześniejszego zdania niepoprawne.
- Proponuję zastąpić „*podobną technologię produkcji*” (str. 50) na „*podobną technologię uprawy*”.
- „*Główne źródło emisji GHG w produkcji roślinnej*” (str. 51) nie stanowił **zabieg** nawożenia pól nawozami azotowymi i naturalnymi, ale przemiany w środowisku glebowym tych nawozów.

- Zapis „C-humus ha^{-1} ” (str. 58) należy zastąpić „C org. ha^{-1} ”. Korekty wymaga również sformułowanie z tej samej strony rozprawy „*Umiarkowanie dodatnie saldo materii organicznej świadczyło o zachowaniu warunków agrotechnicznych...*”. Co rozumiano przez „umiarkowanie dodatnie”? W przypadku „warunków agrotechnicznych” chodziło zapewne o „zabiegi agrotechniczne”.
- Brak podanej jednostki w przypadku tabeli 25 (str. 61).
- Zdanie „*Najniższe wskaźniki śladu węglowego posiadają produkty związane z roślinami o dużej masie własnej.*” (str. 65), uważam za niezbyt dobrze sformułowane, bo jak to się ma w przypadku kukurydzy?
- Należy uzupełnić brzoza brodawkowata (str. 68).
- Podane na stronach 68 i 69 łacińskie nazwy gatunków drzew i krzewów powinny być zapisane kursywą.
- Tabela 30 (str. 69) wymaga poprawy. Podana suma długości zadrzewień i zakrzewień gospodarstwa wynosi 23,3m! Autor miał na myśli na pewno km, lecz nie podał tej jednostki. Drobną uwagę, po zsumowaniu wychodzi 23,2 km. Tytuł ostatniego wiersza „*Wskaźnik długości ($m_{zadrzewień} m^{-1}$)^2*” należy zapisać jak w tabeli 32, obecny wskazuje na potęgowanie.
- Jest „w województwie Opolskim” (str. 73), powinno być „opolskim”.
- Jest „Freibauer’a i Kaltschmitt’a 2000” (str. 79), rok wydania powinien być w nawiasie.
- Sformułowanie „*natomiast w konwencjonalnym systemie uprawy materia organiczna ulegała degradacji*” (str. 82) jest skrótem myślowym. Do czego odnosi się degradacja w tym przypadku?
- Korekty wymaga pod względem stylistycznym następujące zdanie: „*Z kolei badania Falloona i in. (2004) potwierdzają duży potencjał do sekwestracji węgla w glebowej materii organicznej między i zadrzewień śródpolnych, odpowiednio o 1,30% i 1,23% rok^{-1} , natomiast w przypadku drzew dużo większe znaczenie ma akumulacja węgla przez nadziemne części roślin, zwiększając jego zawartość o około 2,8 t C $ha^{-1}rok^{-1}$* ” (str. 83). W mojej opinii zbyt dosłowne tłumaczenie wpłynęło na niepoprawny styl.
- W tytule rysunków 1-3 w rozdziale „7. Aneks” słowo „zasiewów” proponuję zastąpić przez „upraw” (str. 88-90).
- Rysunek 4 zamieszczony w rozdziale „7. Aneks” należało zaprezentować w formie uproszczonej, zawiera bowiem dużo istotnych informacji, a w obecnej postaci jest zupełnie nieczytelny.
- Uważam rysunek 5 w „Aneksie” za niepotrzebny, przedstawione na nim informacje można bez problemu odczytać na rysunku 6 (str. 100 i 101).

- Jest „w województwie Wielkopolskim” (str. 111), powinno być „wielkopolskim”.

6. Podsumowanie

Zaprezentowaną przez mgr inż. Radosława Dąbrowicza, w recenzowanej dysertacji, problematykę badawczą uważam za bardzo ciekawą, aktualną i o wysokiej wartości naukowej. Wnosi ona nowe elementy poznawcze odnośnie racjonalnego, zrównoważonego rolnictwa. Niezaprzeczalnie mocną stroną rozprawy jest dyskusja wyników oparta o bogatą i aktualną literaturę. Pochwalić należy także wykorzystanie różnych parametrów w celu oceny oddziaływania analizowanego gospodarstwa na środowisko. Dostrzeżono pewne niedociągnięcia, do których zaliczyłbym zwłaszcza zbyt ogólnikowy (oszczędny w interpretacji) charakter niektórych części rozprawy. Brakuje również szerszego opisu proponowanej sieci nowych nasadzeń drzew i krzewów na obrzeżach pól uprawnych.

Zamieszczone przeze mnie uwagi o charakterze redakcyjnym, zasadniczo nieliczne w pracy, mają ułatwić Autorowi przygotowanie dysertacji lub jej części do dalszego procesu publikacyjnego.

7. Wniosek końcowy

Wartość merytoryczną rozpatrywanej rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Radosława Dąbrowicza oceniam pozytywnie. Pod względem formalnym spełnia ona także wymagania stawiane tego typu opracowaniom. Oceniana rozprawa mieści się w zakresie dziedziny nauk rolniczych, dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.

W związku z powyższym, wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach o dopuszczenie Pana mgr inż. Radosława Dąbrowicza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Michał Gęsiorek