Poznań, 30.11.2020 r.

Prof. dr hab. inż. Jacek Przybył
Katedra Inżynierii Biosystemów
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgra inż. Jerzego Ryszarda Koronczoka
pt. „Metoda wyznaczania stref potencjalnego plonowania w rolnictwie precyzyjnym"
Promotor prof. dr hab. inż. Adam J. Lipiński
Rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Maszyn Roboczych i Metodologii Badań na Wydziale Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

Podstawa opracowania

Recenzję opracowałem na prośbę Dziekana Wydziału Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie skierowaną pismem WNT-DZ.DR-IM.42.2017 z dnia 1.10.2020 r.

Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Recenzowana rozprawa doktorska została wykonana w Katedrze Maszyn Roboczych i Metodologii Badań na Wydziale Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie pod kierunkiem promotora prof. dra hab. inż. Adama J. Lipińskiego.

Rozprawa obejmuje 163 numerowane strony maszynopisu, 81 rysunków i 33 tabele. Praca zawiera: spis treści, streszczenie w języku polskim i angielskim, sześć rozdziałów numerowanych, piśmiennictwo, spis tabel i rysunków. W bibliografii zamieszczono 133 pozycje, w tym 36 to prace z ostatnich 5 lat, obejmujące w większości oryginale prace twórcze oraz prace konferencyjne, monografie i artykuły z czasopism popularno-naukowych.

Merytoryczna ocena pracy

W system precyzyjnego rolnictwa jego użytkowników interesuje rzeczywisty rozkład zmienności potencjału produkcyjnego na powierzchni pola. Dlatego stosuje się na przykład mapowanie lokalnej zmienności plonów oraz zdalną detekcję ilości biomasy. Identyfikując na polach strefy produkcyjne, reprezentujące podobne cechy ograniczające plonowanie, można w nich różnicować dawki nawozów, zwiększając i zmniejszając je w sposób proporcjonalny do stwierdzonej zmienności plonowania. Porównując mapy plonowania z poszczególnych sezonów można stwierdzić w jaki sposób zastosowanie zmian w uprawie lub ograniczenie środków produkcji wpłynęło na ostateczne efektów produkcji. Jednak obecnie wiadomo, że wieloletnie, uśrednione mapy plonów odzwierciedlają wyłącznie wpływ na plonowanie czynników o charakterze systematycznym. Brak jest w praktyce rolniczej rozwiązań, które na podstawie danych dotyczących charakterystyk roślin i gleby generowałyby jednoznaczne mapy wyodrębnionych stref potencjalnego plonowania w obrębie pola. Ten problem został podjęty w recenzowanej pracy doktorskiej mgra inż. Jerzego Koronczoka. Zatem stwierdzam, że temat podjęty w recenzowanej rozprawie doktorskiej stanowi problem naukowy z obszaru inżynierii mechanicznej (według poprzedniej struktury dyscyplin naukowych: inżynierii rolniczej), którego rozwiązanie przyczyni się do poszerzenia wiedzy naukowej i utylitarnej.

Rozprawę czyta się z zainteresowaniem, aczkolwiek niektóre określenia (np. samojezdny, czy samobieżny) wymagają ujednolicenia. Ogólnie jednak praca jest starannie zredagowana, a tekst dobrze uzupełniają tabele i rysunki. Opis realizacji celu rozprawy jest poprawny, a przemyślenia i oceny Doktoranta są sformułowane i uzasadniane w sposób logiczny. Cel rozprawy doktorskiej został spełniony, a wnioski stanowią podsumowanie wyników pracy. Analiza treści pracy nasuwa uwagi, wymienione w dalszej części recenzji, które jednak nie pomniejszają wartości merytorycznej przedłożonej do recenzji pracy. Uwagi traktuję jako dyskusyjne i będę na nie oczekiwał odpowiedzi podczas obrony pracy.

Treść pracy jest zgodna z tytułem. Analiza proporcji pracy wykazuje nadmiernie obszerny rozdział *Metodyka pracy*. *Piśmiennictwo* powinno być oznaczone numerem. Zauważalny jest brak klasycznej dyskusji uzyskanych wyników z rezultatami przedstawianymi w pracach innych autorów.

Tytuł rozprawy *Metoda wyznaczania stref potencjalnego plonowania w rolnictwie precyzyjnym* jest zbieżny z treścią celu pracy. Uważam jednak, że pojęcie „rolnictwo precyzyjne" odnosi się do systemu produkcji rolniczej. Natomiast recenzowana praca doktorska koncentruje się na wybranych procesach produkcji rolniczej z wykorzystaniem technologii rolnictwa precyzyjnego. Dlatego moim zdaniem należy to uwzględnić w przypadku publikowania rozprawy.

Streszczenie pracy powinno być obszerniejsze, czyli należało w nim jeszcze zamieścić problem badawczy, cel pracy, rozwiązanie problemu, najważniejsze wnioski.

Wstęp do pracy Doktorant zawarł na 2,5 stronach maszynopisu, co pozwoliło w pełni nakreślić przyczynę podjęcia tematu. Autor stwierdza: *Do tej pory brak jest w praktyce*

rolniczej rozwiązań, które generowałyby w sposób mierzalny skutecznie, na podstawie danych dotyczących roślin i gleby, jednoznaczne mapy wyodrębnionych stref potencjalnego plonowania w obrębie pojedynczego użytku rolnego. To stwierdzenie, skorelowane z tytułem i celem pracy, jest zgodnie z przyjętym zwyczajem w monograficznych rozprawach doktorskich, aby we wstępie nakreślić uzasadnienie celowości podjęcia tematu rozprawy.

Drugi rozdział zatytułowany *Przegląd piśmiennictwa* zawiera siedem podrozdziałów, obejmujących: elementy rolnictwa precyzyjnego, pomiar wielkości plonu w rolnictwie precyzyjnym, wewnętrzne i zewnętrzne uwarunkowania siedliskowe, mapy plonu, mapy przewodności elektromagnetycznej gleby i podsumowanie. Doktorant w tym rozdziale zawarł kompendium wiedzy na temat elementów systemu rolnictwa precyzyjnego. Szczegółowo przedstawił m.in. automatyczne prowadzenie agregatów ciągnikowych, zarządzanie zmiennością przestrzenną pól, zarządzanie gospodarstwem w rolnictwie precyzyjnym, dokumentację w rolnictwie precyzyjnym, układy do pomiaru i rejestracji plonu w kombajnach do zbioru zbóż, wpływ fizycznych, chemicznych i fizyko-chemicznych właściwości gleby, wpływ rodzaju gleby i zagęszczenia oraz wpływ ekspozycji pola na warunki wzrostu, rozwoju i plonowanie roślin. Wskazał, że plon roślin można przedstawić w postaci zróżnicowanej przestrzennie mapy plonów, z którą dużą zgodności wykazuje mapa przewodności elektromagnetycznej.

Dobór źródeł literatury do tego rozdziału uważam za właściwy i wyczerpujący potrzebę merytorycznego uzasadnienia podjętej tematyki pracy. Oceniając ten rozdział należy mieć także na uwadze, że z jego treści wynika bardzo istotny dla rozprawy doktorskiej trzeci rozdział pracy zatytułowany *Sformułowanie problemu badawczego*. Przedstawiona analiza powinna w większym stopniu wskazywać na braki w wiedzy naukowej. Uważam, że w tym zakresie Doktorant istotnie ograniczył krytyczną analizę omawianych zagadnień. Przegląd literatury dotyczący problematyki pracy, aczkolwiek zawiera wskazania na braki w wiedzy naukowej i wady obecnie stosowanych metod wyznaczania stref potencjalnego plonowania, w większym stopniu skupia się na technicznej stronie tego zagadnienia.

Stosunkowo krótkie naukowe podsumowanie braków w wiedzy naukowej znajduje się dopiero w podrozdziale siódmym. Tu Autor stwierdza, że uwarunkowania zewnętrzne, wpływające na tworzenie stref potencjalnego plonowania najczęściej były analizowane pojedynczo lub zbiorowo. Nie analizowano jednak wszystkich uwarunkowań w ujęciu całościowym wraz z danymi przestrzennymi, zebranymi za pomocą sensorów, takimi jak np.: przewodność elektromagnetyczna, indeksy wegetacyjne i ich wpływu na wielkość plonu, tak jak uczyniono w niniejszej pracy.

W rozdziale trzecim w podrozdziale *Pytania badawcze* Doktorant kontynuując powyższe zdania dodaje: „*Mimo różnych podejść badawczych do tej pory nie w pełni rozwiązano problem wyznaczania stref potencjalnego plonowania*”. Powyższe stwierdzenia, wskazujące na obszar niewiedzy naukowej, były podstawą sformułowania problemu badawczego recenzowanej pracy doktorskiej. Doktorant formułuje go w postaci jednego pytania badawczego: *czy, i jaki wpływ mają zmienne niezależne (*wskaźnik przewodności elektromagnetycznej gleby, wskaźnik wegetacji roślin NDVI, wysokość położenia punktu

n.p.m., kąt nachylenia terenu, ekspozycja terenu) *na kształtowanie się wartości zmiennej zależnej - czyli wielkości plonu?*

Na podstawie problemu badawczego został sformułowany cel pracy, którym było opracowanie metody wyznaczania stref potencjalnego plonowania w rolnictwie precyzyjnym. Autor założył, *że cel będzie zrealizowany poprzez poznanie i określenie mierzalnych zależności, dotyczących właściwości gleb i roślin uprawnych, rozłożonych przestrzennie na badanych polach w kolejnych latach oraz okresach wegetacyjnych, i na przestrzennie zarejestrowaną wysokość plonu zbieranych roślin*.

Oceniając trzeci rozdział *Sformułowanie problemu badawczego* uważam, że zawarte tu założenia ukierunkowują przedsięwzięcie badawcze Autora pracy. Jednak podczas przygotowywania pracy do druku, rozdział ten powinien zostać przeredagowany. Zamieszczone obecnie pytanie badawcze ze względu na zmienne niezależne powinno być mim zdaniem przekształcone w problemy cząstkowe. W *Celu i zakresie pracy* winny być zamieszczone odpowiadające problemom cząstkowym zadania badawcze, a tym samym konieczne do przeprowadzenia eksperymenty, których wyniki powinny umożliwić znalezienie odpowiedzi na problem badawczy. Takie postępowanie z reguły ułatwia i porządkuje realizację celu pracy i ułatwia wnioskowanie.

Czwarty rozdział rozprawy *Metodyka pracy* zajmuje aż 78 stron tekstu. W tym rozdziale Doktorant zawarł charakterystykę i lokalizację 3 gospodarstw rolnych, w których prowadził badania procesu produkcji kukurydzy, pszenicy ozimej i rzepaku ozimego w latach 2015-2018. Jednym z kryteriów wyboru tych roślin była możliwość pozyskania map plonów tworzonych za pomocą seryjnie produkowanych kombajnów zbożowych, wyposażonych w system pomiaru i rejestracji plonów. Ze względów technicznych, organizacyjnych oraz logistycznych do badań wybrano gospodarstwa znajdujące się w południowo-zachodniej Polsce.

Kryterium wyboru pól do badań była ich powierzchnia (powyżej 8 ha) oraz możliwość pozyskania danych przestrzennych, takich jak: numeryczne mapy wysokościowe (NMT), mapy przewodności elektromagnetycznej gleb, satelitarne mapy indeksów wegetacyjnych oraz satelitarne mapy pól w paśmie widzialnym. W badaniach uwzględniono także specyfikę rozładunku kombajnu zbożowego przy zbiorze ziarna kukurydzy, pszenicy oraz nasion rzepaku.

Doktorant pisze, że na podstawie numerycznego modelu terenu obliczone zostały dwie cechy topograficzne pól, na których prowadził badania tj. nachylenie i ekspozycja terenu. Następnie podaje, że w *celu wyeliminowania w obliczeniach wartości kierunku ekspozycji terenu wyrażonej w stopniach, zamieniono skalę kierunków stron świata na wyrażoną w niemianowanych wartościach liczbowych*, aczkolwiek podanej skali są przypisane punkty. Skalę ekspozycji Autor opracował w trzech wariantach, nie podając uzasadnienia. Następnie w punkcie 4.2.4. podaje wyniki nachylenia pól w poszczególnych gospodarstwach wyrażone w stopniach. Wcześniej w pytaniu badawczym obie cechy są wymienione jako zmienne niezależne. Wyżej opisane działanie sugeruje, ze Doktorant utożsamił obie cechy. Również w punkcie 4.4.1. Autor podaje, że wśród informacji o

właściwościach gleby wykorzystano „nachylenie (wystawa) poszczególnych części pola". Ostatecznie jednak w wynikach badań przyjmuje nachylenie w stopniach.

Kolejne informacje w tych rozdziale dotyczą średniego opadu rocznego, średniej temperatury rocznej i długości okresu wegetacji w badanych miejscowościach. Chociaż to rozdział dotyczący metodyki badań, podobnie jak dla zmiennych wymiennych powyżej, Autor podaje także wyniki tych charakterystyk. Uważam, że należało wyraźnie oddzielić metody pozyskiwania danych od wyników charakterystyki warunków badań.

W kolejnym podrozdziale Doktorant przedstawił karty technologiczne procesów produkcji wybranych do analiz trzech roślin oraz zastosowane do poszczególnych zabiegów agrotechnicznych agregaty maszynowe. W opisie maszyn skupił się na szczegółowej charakterystyce ich wyposażenia w rozwiązania z zakresu precyzyjnego rolnictwa, co uważam za ważne z punktu widzenia problemu pracy.

Uważam także, że powyższe podrozdziały (4.1. – 4.3.) z korzyścią dla struktury pracy powinny być wydzielone z rozdziału *Metodyka pracy* i zamieszczone na przykład w rozdziałach *Miejsce badań* i *Przedmiot badań*.

W podpunkcie 4.4. Doktorant zamieścił *Program badań, technika pomiarów i ich przetwarzanie* (można przyjąć, że Autor miał na myśli przetwarzanie wyników pomiarów). Tu czytelnik znajdzie informację, że do badań przyjęto łącznie dane z 46 pól (chociaż w innych miejscach pracy jest podane, że 45), z czego 10 pól dotyczyło uprawy kukurydzy, 27 pól dotyczyło uprawy pszenicy ozimej, a 9 pól dotyczyło uprawy rzepaku oraz, że w ramach podjętych badań zebrano szereg informacji przestrzennych, dotyczących właściwości gleb oraz właściwości roślin podczas wegetacji na badanych polach poszczególnych gospodarstw.

W podpunkcie *Właściwości gleby* zbędny jest w tym miejscu akapit dotyczący przeglądu literatury w zakresie wysokości nad poziomem morza i nachylenia pól. Wystarczyło podać w jaki sposób Doktorant pozyskał te dane. Podobna uwaga dotyczy punktu *Właściwości roślin*, a dokładnie znormalizowanego indeksu wegetacyjnego NDVI.

Największą wartością tego rozdziału jest szczegółowy opis procedur zebrania i przetworzenia informacji o plonie badanych roślin oraz o zmiennych niezależnych. W tym celu Doktorant wykorzystał m.in. dostępne oprogramowanie ArcGIS, do którego zostały wczytane dane obejmujące zmienne niezależne, czyli indeks wegetacyjny NDVI, numeryczny model terenu, punktowe dane przewodności elektromagnetycznej gleby oraz punktowe dane plonu oczyszczone wcześniej w programie Yield Editor. Dane te Doktorant wykorzystał w analizie statystycznej do ustalenia siły i charakteru związku między zmiennymi niezależnymi a zmienną zależną (plonem).

Chociaż cały rozdział *Metodyka pracy* można uznać za postępowanie prowadzące do wyznaczania stref potencjalnego plonowania, to jednak brakiem rozdziału jest jednoznacznie przedstawienie w oddzielnym punkcie „Metody wyznaczania stref potencjalnego plonowania w rolnictwie precyzyjnym" czego oczekiwałem po przeczytaniu tytułu rozprawy.

Pomimo wskazanych wyżej uwag, ogólnie oceniając rozdział *Metodyka pracy* stwierdzam, że przyjęte założenia, materiał oraz zastosowane metody badań pozwoliły na zrealizowanie celu rozprawy.

Wyniki badań wraz z ich analizą Doktorant zamieścił w zasadniczym, piątym rozdziale pracy. Autor rozprawy poddał analizie wariancji plony badanych roślin w zależności od roku uprawy oraz przedstawił wyniki analizy regresji w podziale okresu wegetacyjnego na miesiące. Z zebranych danych na podstawie wartości odchylenia standardowego np. w przypadku kukurydzy można wnioskować o zmienności przestrzennej plonu w kolejnych latach uprawy. Analiza korelacji liniowej w podziale okresu wegetacyjnego na miesiące wykazała jakie czynniki niezależne mają istotny wpływ na plon, a to pozwoliło na opracowanie modeli wyznaczania stref potencjalnego plonowania badaną metodą. Uważam, że wyniki analizy korelacji powinny zostać poszerzone o ich aspekt praktyczny, także w odniesieniu do analizy korelacji liniowej bez podziału na miesięczne okresy wegetacyjne. Oczekuję również, że podczas obrony Doktorant przedstawi prawdopodobieństwo reprezentatywności opracowanej metody, ponieważ dobór gospodarstw do badań był nielosowy.

Oceniając rozdział dotyczący wyników badań stwierdzam, że jest on przedstawiony w poprawnej formie, a wyniki badań mają duże znaczenie poznawcze i wartość utylitarną. Doktorant wykorzystując stan wiedzy naukowej, wyniki eksperymentów oraz analizę statystyczną dokonał weryfikacji naukowych założeń rozprawy. Świadczy to o bardzo dobrej znajomości Jego warsztatu naukowego.

Ostatni merytoryczny rozdział pracy Doktorant zatytułował „Podsumowanie i wnioski". Wnioski w liczbie ośmiu są podsumowaniem wyników badań. Wnioski 3, 5 i 7 powinny być przeredagowane, ponieważ w części są powtórzeniem wyników badań. Uważam także, że wskazany jest wniosek odnoszący się do celowości badań w miesięcznych okresach wegetacji roślin. Brakuje także wniosku odnoszącego uzyskane wyniki do praktyki oraz wniosku wskazującego na potrzebę dalszych badań w zakresie wyznaczania stref potencjalnego plonowania.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Ogólnie recenzowaną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie, zarówno pod względem formalnym, jak i merytorycznym. Cel rozprawy został zrealizowany w sposób zgodny z metodologią nauk empirycznych. Należy podkreślić szeroki zakres przeprowadzonych przez Doktoranta badań oraz umiejętność korzystania z nowoczesnych metod badawczych, w tym statystycznych. Doktorant posiada umiejętność krytycznego analizowania wyników badań. Koncepcja rozprawy, metody rozwiązywania problemu badawczego oraz sposób jej realizacji pozwalają na stwierdzenie, iż Doktorant posiada nie tylko duży zasób wiedzy w zakresie dyscypliny inżynieria mechaniczna, ale i umiejętnie się nią posługuje.

Na zakończenie stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Jerzego Ryszarda Koronczoka pt. *Metoda wyznaczania stref potencjalnego plonowania w rolnictwie precyzyjnym* spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim w myśl Ustawy z dn. 14

marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789) oraz z Rozporządzenia MNiSzW z dn. 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r., poz. 261), w związku z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 30 sierpnia 2018 r., poz. 1669), gdyż stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. W związku z powyższym kieruję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna wniosek o dopuszczenie mgra inż. Jerzego Ryszarda Koronczoka do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

