

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Weroniki Ptak nt. „Ocena oddziaływania wybranych opon rolniczych na podłoże z wykorzystaniem cyfrowej analizy obrazu 3D”, wykonanej w Instytucie Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Podstawą prawną opracowania recenzji było pismo o sygnaturze PD000000.4100.2.2023 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, prof. dr hab. Cezarego Kabały, z dnia 28 czerwca 2023, skierowane do niżej podpisanego oraz zawarta w następstwie Umowa o dzieło o nr ewid. UCP/2023/06/0368/Z.

1. Charakterystyka ogólna i ocena formalna rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska nt. „Ocena oddziaływania wybranych opon rolniczych na podłoże z wykorzystaniem cyfrowej analizy obrazu 3D” została wykonana przez mgr inż. Weronikę Ptak. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Jarosław Czarnecki, prof. uczelni, a promotorem pomocniczym dr inż. Marek Brennenstul. W skład przekazanych do recenzji materiałów wchodzi *Opracowanie* zawarte na 33 stronach oraz *Zestawienie* publikacji naukowych stanowiących rozprawę doktorską.

Opracowanie składa się z 6 rozdziałów, tj.: „1. Wprowadzenie”, „2. Założenia badawcze, cel i zakres pracy”, „3. Przedmiot i metodyka badań”, „4. Wyniki”, „5. Podsumowanie i wnioski” oraz „6. Literatura”, który zawiera wykaz 87 pozycji źródłowych, głównie angielskojęzycznych (83), wśród których około 50% to artykuły naukowe opublikowane w renomowanych czasopismach w ostatnich 10 latach. W *Opracowaniu* zamieszczono także podziękowania oraz wykaz publikacji będących podstawą doktryzowania. Treść ww. rozdziałów stanowi prawidłowo opracowany materiał tworzący spójną całość. W *Zestawieniu*, oprócz kopii publikacji stanowiących podstawę doktryzowania, zamieszczono streszczenia rozprawy w językach polskim i angielskim oraz oświadczenia współautorów o wkładzie w powstanie poszczególnych publikacji.

Rozprawę doktorską stanowi zbiór czterech powiązanych ze sobą tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w latach 2022-2023 w czasopismach wymienionych w Journal Citation Reports, tj. Journal of Agriculture Engineering oraz Agriculture, posiadających w roku 2022 współczynnik wpływu Impact Factor (IF) równy odpowiednio 1,8 oraz 3,6. Wymienione czasopisma są przypisane, zgodnie z aktualnym Komunikatem Ministerstwa Edukacji i Nauki, m.in. do dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, a przydzielona liczba punktów jest równa odpowiednio 70 oraz 140. Wszystkie cztery publikacje są współautorskie, liczba autorów mieści się w przedziale od trzech do pięciu, a pierwszym wymienionym autorem o największym wkładzie w powstanie każdej publikacji, zgodnie z załączonymi oświadczeniami, jest Pani mgr inż. Weronika Ptak.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że przedłożona do oceny rozprawa doktorska spełnia wymagania formalne zawarte w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2021 poz. 478).



2. Ocena merytoryczna rozprawy

2.1. Dobór tematu

Nadmierne zagęszczanie (ugniatanie) gleb przez mechanizmy jezdne maszyn i pojazdów rolniczych, powodujące niekorzystne zmiany właściwości gleby, to jeden z istotnych i ciągle nierozwiązanych problemów rolnictwa. Dążąc do rozwiązania problemu nadmiernego ugniatania poszukuje się modeli matematycznych, łączących parametry układów jezdnych, najczęściej opon, z parametrami gleb. Dotychczas nie zbudowano modelu matematycznego, który wyjaśniałby skomplikowany problem naukowy ugniatania gleby i byłby użyteczny dla praktyki. Poszukiwanie modelu wiąże się często z wyznaczeniem parametrów charakteryzujących deformację gleby, np. głębokość koleiny lub powierzchnia styku koła z glebą. Złożoność środowiska glebowego i jego reakcja na obciążenia oraz różnorodność konstrukcji opon i zmienność ich parametrów eksploatacyjnych powodują, że, nawet dla warunków statycznych, szczególnie trudne jest wyznaczenie powierzchni styku koła z glebą. Należy podkreślić, że wyznaczenie tej powierzchni pozwala na obliczenie nacisków jednostkowych wywieranych przez koła na glebę, co jest szczególnie ważne w dobie tzw. rolnictwa precyzyjnego. Opracowanie metody szybkiego i precyzyjnego wyznaczania tego parametru deformacji gleby pozwoliłoby bowiem na dostosowanie nacisków jednostkowych wywieranych na glebę do jej aktualnej wytrzymałości.

Analizując treść rozdziału „Wprowadzenie” należy stwierdzić, że Doktorantka wykazała się rozległą wiedzą z zakresu wyżej przedstawionej tematyki. Podpierając swoje przemyślenia licznymi odwołaniami do materiałów źródłowych, zaczyna od nakreślenia problematyki nadmiernego ugniatania gleb w rolnictwie, następnie przedstawia stan dotychczasowych badań naukowych dotyczących przeciwdziałaniu temu zjawisku, pokazując złożoność zagadnienia, a kończy podsumowaniem wskazując kierunki przyszłych badań, w tym potrzebę opracowania techniki pomiarowej pozwalającej na szybką i precyzyjną analizę skutków oddziaływania na glebę.

Biorąc pod uwagę genezę tematu pracy doktorskiej przedstawioną przez Doktorantkę we „Wprowadzeniu” *Opracowania* oraz treści zawarte w poszczególnych publikacjach będących podstawą doktoryzowania, stwierdzam, że dobór tematu pracy doktorskiej jest trafny i dobrze uargumentowany.

2.2. Założenia badawcze, cel i zakres rozprawy

Sformułowane w rozdziale drugim *Opracowania* założenia badawcze, główny cel pracy oraz cele cząstkowe są powiązane z tytułem rozprawy oraz treścią rozdziału „Wprowadzenie”. Zostały napisane w sposób jasny i zrozumiały oraz określają syntetycznie zakres przewidzianych do realizacji kolejnych etapów badań, przedstawionych w cyklu publikacji. W kontekście przyjętego ostatecznie zakresu pracy, zauważa się brak w tym rozdziale odniesienia do przyjętego sposobu obciążania kół, tj. w warunkach obciążenia statycznego, oraz brak adnotacji, że badania dotyczą kół nienapędowych. Dodam, że te informacje podano w rozdziale następnym „Przedmiot i metodyka badań”.

Uważam przy tym, biorąc pod uwagę opisany szczegółowo w cyklu publikacji przyjęty program badań, w tym pomiary powierzchni odcisku opony w glebie oraz złożoność zjawiska oddziaływania koła na glebę, a także czas przewidziany na realizację pracy doktorskiej, że zawężenie zakresu badań do warunków statycznego obciążania kół nienapędowych wyposażonych w wybrane rodzaje ogumienia pneumatycznego było zasadne.

2.3. Metodyka badań własnych

W rozdziale „Przedmiot i metodyka badań” Doktorantka scharakteryzowała skrótowo, w porównaniu do treści zawartych w poszczególnych artykułach, przedmiot badań, zastosowane metody i techniki badawcze oraz wykorzystane w analizie wyników narzędzia statystyczne, które posłużyły do zrealizowania głównego celu pracy. Skrótowy opis jest wystarczający do zrozumienia przyjętego toku realizacji badań własnych i świadczy o umiejętności syntetycznego ujmowania zagadnień, która jest typową cechą prac naukowych.

Dążąc do zrealizowania ogólnego celu pracy badania wykonywano etapami. Początkowo pomiary prowadzono w laboratorium na podłożu nieodkształcalnym, co pozwoliło, bez zakłóceń wynikających ze zmienności środowiska glebowego, sprawdzać i modyfikować proponowaną metodę pomiarów z wykorzystaniem skanera 3D. Kontynuując badania laboratoryjne pomiary wykonywano na podłożu nieodkształcalnym a następnie odkształcalnym materiale glebowym, kontrolując jego wybrane właściwości. Po wprowadzenie szeregu modyfikacji do stanowiska pomiarowego program badań zakończono w warunkach rzeczywistych, wykonując pomiary odcisku wybranych opon w glebie o uziarnieniu wierzchniej warstwy takim jak materiał glebowy wykorzystywany w laboratorium. Przyjęty tok etapowego prowadzenia pomiarów, przedstawiony szczegółowo w publikacjach wchodzących w skład monotematycznego cyklu, jest właściwy i świadczy o dobrym przygotowaniu Doktorantki do wykonywania badań naukowych.

O pozytywnej ocenie zastosowanej metodyki pomiarów deformacji opony i podłoża świadczy nie tylko użycie innowacyjnej techniki skanowania 3D oraz komputerowej analizy obrazu, lecz także zastosowanie oryginalnego i zbudowanego do tego celu stanowiska umożliwiającego płynną zmianę obciążenia pionowego kół.

Recenzent pozytywnie ocenia także dobór narzędzi statystycznych zastosowanych do analizy uzyskanych wyników, z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania. Zauważalna jest przy tym dbałość o prawidłowe przeprowadzenie zastosowanych procedur.

W pracy podano, szczególnie w załączonych publikacjach, wiele szczegółów metodycznych wykonywania pomiarów, co stanowi cenną informację dla innych badaczy. Nie podano natomiast szczegółów przygotowania do badań zarówno materiału glebowego wykorzystanego w laboratorium, jak i powierzchni poletka doświadczalnego. Uważam, że wskazane byłoby także podanie budowy profilu glebowego.

2.4. Wyniki i wnioski

Rozdział „Wyniki” stanowi najobszerniejszą część *Opracowania*. Został podzielony na cztery podrozdziały, których treść jest powiązana z kolejnymi zrealizowanymi celami cząstkowymi. W porównaniu do treści zawartych w cyklu publikacji opis rezultatów badań połączono z dyskusją, podając najważniejsze stwierdzenia, odnosząc je do aktualnego stanu wiedzy oraz podkreślając ich podobieństwo lub odmienną do wyników badań własnych. Doktorantka w ten sposób dokonała krytycznej oceny rezultatów własnych badań, co oceniam pozytywnie.

Pełny i obiektywny opis uzyskanych wyników zamieszczono w cyklu publikacji, przedstawiając je na wykresach i w tabelach oraz podając opracowane modele matematyczne do prognozowania powierzchni przekroju badanych opon na wysokości odpowiadającej maksymalnej deformacji poprzecznej opon oraz przede wszystkim powierzchni odcisku badanych opon w warunkach laboratoryjnych i polowych.

Rezultatem dążenia do osiągnięcia celów szczegółowych są: bogaty zbiór oryginalnych danych o badanych parametrach, wyznaczone zależności statystyczne pomiędzy obciążeniem pionowym oraz ciśnieniem powietrza w oponie a analizowanymi wielkościami, tj.: szerokością, długością, głębokością odcisku i jego powierzchnią. Odnosząc się do uzyskanych równań uważam, że skoncentrowanie się w pracy na budowie modeli do prognozowania powierzchni odcisku opony było właściwe i uzasadnione. W wielu pracach naukowych wykazano, że powierzchnia ta jest kluczowym parametrem decydującym o generowaniu nacisków jednostkowych wywieranych na glebę, a w konsekwencji jej zagęszczaniu. Należy dodać, że sprawdzenia poprawności modeli dokonano, po pierwsze poprzez porównanie wyników pomiarów laboratoryjnych z wynikami obliczeń, po drugie poprzez weryfikację ich przydatności. Weryfikacja polegała na porównaniu wyników pomiarów polowych z rezultatami obliczeń równaniami opracowanymi dla warunków laboratoryjnych. Wykazano, że w obu przypadkach zachodzi między nimi zależność liniowa o stosunkowo wysokim współczynniku determinacji, który wyniósł odpowiednio dla opony radialnej wyniósł 0,97 i 0,92, a dla opony diagonalnej 0,82 i 0,58.

W rozdziale „Podsumowanie i wnioski” Doktorantka odniosła się do poszczególnych etapów przeprowadzonych badań oraz sformułowała wynikające z nich wnioski. Wykazała się przy tym krytycznym podejściem do wykonanej pracy zwracając m.in. uwagę na ograniczony zakres zastosowania równań do prognozowania powierzchni kontaktu opony z glebą. Zaproponowała także kierunek dalszych badań. Wnioski powiązała chronologicznie z celem głównym i kolejnymi celami szczegółowymi. Są one uogólnieniem treści wniosków sformułowanych w cyklu publikacji.

2.5. Znaczenie naukowe rozprawy

Po ponownej analizie całości tekstu rozprawy recenzent zauważa jej interdyscyplinarny charakter. Przyjęty program badań umożliwił osiągnięcie wyznaczonych celów i poszerzenie wiedzy na temat układu opona-gleba, co ma znaczenie nie tylko dla rozwoju dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, z punktu widzenia kształtowania warunków rozwoju roślin, lecz także dla rozpatrywania zagadnień terramechanicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna oraz badań antropogenicznego oddziaływania na środowisko glebowe, które wpisują się w obszar zainteresowania dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Przedstawiona do oceny rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, na podstawie szeroko zakrojonych badań i wyników ich analizy, zgodnie z nakreślonym celem ogólnym.

W pracy wykazano m.in., że:

- technika pomiaru z zastosowaniem skanera 3D oraz komputerowej analizy obrazu jest przydatna do wyznaczania deformacji gleby, w tym przestrzennej powierzchni odcisku opony, poddanej oddziaływaniu koła w warunkach statycznych;
- jest możliwe prognozowanie powierzchni kontaktu opony z glebą za pomocą modeli opracowanych na podstawie rezultatów pomiarów deformacji powierzchni sztucznego profilu glebowego ww. techniką, poddanego oddziaływaniu koła w warunkach statycznych.

Trzeba jednak mieć na uwadze to, że ww. osiągnięcia, odnoszą się do warunków w jakich przeprowadzono badania.

2.6. Uwagi szczegółowe i dyskusyjne

Lektura opiniowanej pracy nasuwa następujące uwagi szczegółowe:

1. Nieprecyzyjne posługiwanie się jednostką wilgotności (rozdz. 3.2, publikacje nr 3 i 4). Sondą ThetaProbe mierzymy tzw. wilgotność objętościową gleby. Zapis jednostki powinien wskazywać ten rodzaj wilgotności, tzn. np. % obj. (ang. % vol.) zamiast %.
2. Niefortunne posługiwanie się określeniem „gleba” (np. str. 15 *Opracowania*) w odniesieniu do badań wykonywanych w warunkach laboratoryjnych. Termin „gleba” powinno się używać w odniesieniu do badań wykonywanych w warunkach naturalnych.
3. Nie wszystkie oznaczenia zastosowane w cyklu publikacji mają takie samo znaczenie. W publikacji nr 1 „*h*” to wysokość profilu opony, a publikacji nr 3 „*h*” to głębokość śladu (odcisku) opony w materiale glebowym.
4. Utrudnieniem dla czytelnika cyklu publikacji jest zastosowanie różnych jednostek do wyrażenia obciążenia pionowego koła, tj. za pomocą: niutonów, kiloniutonów i kilogramów. Dodam, że Doktorantka w *Opracowaniu* ujednoliciła jednostki.
5. W tabeli 1 *Opracowania*, w odniesieniu do publikacja nr 2, nie wymieniono zastosowanego w badaniach obciążenia pionowego koła o wartości równej 19,6 kN.
6. W tabeli 2 *Opracowania* wartości zwięzłości i wilgotności podano jako zakres wartości, co sugerowałoby, że było ich znacznie więcej, a w rzeczywistości każdy ww. parametr miał dwie średnie wartości - po jednej dla każdego rodzaju opony.

Za dyskusyjne uważam:

1. Brak argumentacji dotyczącej wyboru do badań gleby o składzie glina piaszczysta. Dlaczego wybrano tę glebę?
2. Brak argumentacji dotyczącej przyjętych w badaniach laboratoryjnych wartości wilgotności i zwięzłość materiału glebowego? Dlaczego przyjęto zwięzłość 0,90 MPa oraz wilgotność 25% obj.?
3. Wykonywanie kolejnych pomiarów na tym samym materiale glebowym, po uprzednim jego odkształceniu kołem, a następnie spulchnieniu i zagęszczeniu do poprzedniej wartości, określanej za pomocą mierzonego oporu penetrometrycznego. Czym się kierowano wybierając tę pośrednią metodę oceny zagęszczenia?
4. Wykonywanie pomiarów polowych, na potrzeby weryfikacji modeli uzyskanych na podstawie wyników badań laboratoryjnych, prawdopodobnie w częściowo innych warunkach, opisanych zwięzłością i wilgotnością objętościową gleby, co wynika z analizy danych zamieszczonych w tabeli 2 *Opracowania*. Powstaje zatem pytanie: czy laboratoryjne warunki badań, określone ww. parametrami, różniły się od stwierdzonych na polu?
5. Stosowanie różnych wartości obciążeń pionowych koła, na poszczególnych etapach realizacji pracy. Z czego to wynikało?

Do rozważenia, w przypadku publikacji rozprawy w formie monografii, jest korekta tytułu. Uważam, że termin „podłoże” ma zbyt ogólne znaczenie. Właściwsze byłoby zasugerowanie już w tytule, że praca dotyczy oddziaływania opony na glebę.

Przedstawione uwagi nie obniżają znacząco merytorycznej jakości pracy, jako przedmiotu w postępowaniu o nadanie stopnia doktora. Dotyczą one głównie strony redakcyjnej rozprawy, nie naruszając jej istoty.

3. Podsumowanie recenzji i wniosek końcowy

Podsumowując całość recenzji rozprawy w postaci zbioru powiązanych tematycznie artykułów naukowych uważam, że stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie Ogrodnictwo i Rolnictwo oraz wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Stwierdzam zatem, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Weroniki Ptak spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2021 poz. 478) oraz wnioskuję o dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dariusz Błażejczak

