

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Krzysztofa Kulpy pt.: „Wpływ położenia roślin w uprawie rzędowej oraz obecności chwastów na trajektorię ruchu noży pielących”

1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, prof. dr hab. inż. Marka Gaworskiego o powołaniu uchwałą nr 13/IM-2024/2025 z dnia 29 kwietnia 2025 r. mojej osoby na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Krzysztofa Kulpy pt.: „Wpływ położenia roślin w uprawie rzędowej oraz obecności chwastów na trajektorię ruchu noży pielących”.

Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora jest prowadzone na podstawie Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.), w trybie określonym Uchwałą Nr 89-2022/2023 Senatu SGGW z dnia 26 czerwca 2023 roku w sprawie uchwalenia Regulaminów przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia doktora w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Recenzje sporządziłem w oparciu o dostarczony egzemplarz rozprawy doktorskiej, którą stanowi oryginalny jednolity tekst.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Recenzowana rozprawa została wykonana w 2025 r. w Instytucie Inżynierii Mechanicznej Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pod promotorskim kierownictwem dr hab. inż. Karola Tuckiego, prof. SGGW. Rozprawa obejmuje 160 stron maszynopisu A4 zawierających spis treści, wykaz oznaczeń, 11 tabel, 144 rysunki i 99 pozycji literaturowych oraz odnośników do stron www. W zebranej literaturze dominują publikacje z ostatniej dekady, w tym 19 opublikowanych po 2015 roku, a do rzadkości należy zaliczyć te, które pochodzą sprzed 2010 roku, które odnoszą się głównie do rzeczy fundamentalnych.

Należy to uznać za wystarczające dla poprawności opracowania. W wykazie bibliograficznym znajduje się również publikacja patentu Doktoranta, co pozytywnie świadczy o jego zaangażowaniu w zakresie przedmiotowej problematyki.

Pracę podzielono na 9 zasadniczych rozdziałów: wstęp; przegląd literatury dotyczący współczesnej wiedzy związanej z techniką i technologią stosowaną przy realizacji procesu zwalczania chwastów ze szczególnym uwzględnieniem pielników do mechanicznej eliminacji chwastów z systemami precyzyjnego prowadzenia narzędzia w czasie rzeczywistym; geneza podjęcia tematu i problem badawczy, gdzie wykazano stan niewiedzy w przedmiotowym zakresie i wynikający z niego zarys problemu naukowego; cel i zakres badań, w którym uszczegółowiono problem naukowy oraz określono zadania badawcze. W kolejnym rozdziale Doktorant opisał wymagania agrotechniczne stawiane dla sekcji pielącej, co pozwoliło określić część warunków brzegowych dla budowanej autorskiej sekcji pielącej, której koncepcję opisał w kolejnym rozdziale pracy doktorskiej przedstawiając szczegółowo model matematyczny mechanizmu z wizualizacją wybranych punktów mechanizmu w przestrzeni 3d, następnie określił zachowanie mechanizmu pielącego w funkcji wybranych parametrów roboczych przeprowadzając stosowne obliczenia i symulacje, które skonkludował krótkim podsumowaniem. Kolejny rozdział pracy dotyczył wyboru technologii służącej do rozpoznawania roślin w czasie rzeczywistym, gdzie określił szczegółowo algorytm wykorzystujący SSN pozwalający ze założoną dokładnością identyfikować rośliny w czasie rzeczywistym, rozdział również zakończył krótkim podsumowaniem. Następny rozdział dotyczył budowy sekcji roboczej, gdzie przedstawił model z koncepcją sterowania oraz rzeczywistą sekcję pielącą. Następnie przeanalizował trajektorię ruchu noży dłutowych wybierając jeden z wariantów w oparciu o metodę ekspercką, gdzie przypisał wagi dla wyszczególnionych w warunkach brzegowych kryteriów. W dalszej kolejności przedstawił algorytm oprogramowania sterującego sekcją pielącą, którego działanie zweryfikował symulacyjnie. W następnym rozdziale przedstawił rzeczywistą weryfikację realizowanych funkcji zbudowanego prototypu w warunkach laboratoryjnych (kanał glebowy) używając rzeczywistych roślin usytuowanych wg wybranego algorytmu nieliniowości poprzecznej rzędu. Opisał szczegółowo metodykę, przebieg i rezultaty badań, a następnie przedstawił uzyskane wyniki i ich interpretację oraz możliwości modyfikacji zaprojektowanej sekcji celem poprawy efektywności pracy. Pracę zakończył rozdziałem podsumowanie i wnioski.

Cała rozprawa została napisana poprawnym i zwięzłym językiem, stosując zrozumiałe definicje stosowane w obszarze w inżynierii mechanicznej i innych naukach inżynieryjno-

technicznych oraz rolniczych. Pochwalić trzeba staranność wydania i szatę graficzną całej pracy, a szczególnie tabel i rysunków.

3. Szczegółowa charakterystyka rozprawy doktorskiej

Współczesne technologie produkcji stanowią wysublimowany system wzajemnie ze sobą powiązany i tworzący układ sprzężenia zwrotnego. Zaawansowane systemy telematyczne pozwalają w praktyce na autonomiczną lub zdalnie sterowaną pracę maszyn. Rozwój techniczny wymusza i jednocześnie umożliwia modyfikację technologii produkcji, tak aby każdy z jej etapów był precyzyjny w obrębie realizowanej funkcji celu. Bardzo istotnym, ale też skomplikowanym zagadnieniem stała się selektywna identyfikacja roślin (uprawnych oraz chwastów) na danym areale pozwalająca minimalizować chemizację produkcji i umożliwia stopniowy powrót do technologii tradycyjnych, ale w ich nowoczesnym ujęciu. Mając na uwadze plany Komisji Europejskiej w ramach „Zielonego Ładu” dążące do uzyskania 25% powierzchni gruntów rolnych w systemie ekologicznym w 2030 roku na terenie gospodarstw Unii Europejskiej, nie chemiczne metody zwalczania chwastów będą miały coraz większe znaczenie a rozwój tego typu technologii będzie kluczowym dla utrzymania konkurencyjności produkcji w Europie. Systemy autonomicznego pielenia, oparte na rozwiązaniach z zakresu robotyki, skanowania komputerowego oraz sztucznej inteligencji, stanowią dynamicznie rozwijającą się gałąź tzw. rolnictwa precyzyjnego. Dzięki wykorzystaniu algorytmów klasyfikacji roślin (np. CNN – Convolutional Neural Networks), czujników optycznych, a także systemów pozycjonowania, możliwe jest rozróżnianie chwastów od roślin uprawnych i ich selektywne usuwanie – zarówno w rzędach, jak i między nimi.

Zatem temat rozprawy doktorskiej uważam za bardzo aktualny, ważny i właściwy dla rozwoju współczesnej inżynierii mechanicznej oraz praktyki w zakresie mechanizacji procesów produkcji rolniczej. Z analizy treści przedstawionej do recenzji pracy wynika, że Autor podjął trud zaprezentowania własnej propozycji w przedmiotowym zakresie. Doktorant szczegółowo rozpoznał istniejący stan wiedzy dotyczący zagadnień współczesnych technologii i urządzeń technicznych do niszczenia chwastów. Skoncentrował swoją uwagę na systemach eliminacji chwastów w sposób mechaniczny, realizujących swój proces w sposób selektywny oparty na technologii czasu rzeczywistego oraz algorytmach automatycznego rozpoznawania roślin o różnym poziomie uogólnienia. Autor pracy wskazał na trudną technicznie i mało rozpoznaną naukowo identyfikację chwastów we wczesnych fazach rozwoju, szczególnie w przypadku systemów czasu rzeczywistego, co uważam za właściwą

identyfikację problemu naukowego, jednak nie kontynuował w/w spostrzeżenia w dalszej części pracy. Uzasadniając zasadność podjęcia tematu swojej pracy dotyczącej adaptacyjnego systemu mechanicznego niszczenia chwastów stwierdził, że częste przypadki krzywoliniowych rzędów są notowane w małych gospodarstwach ekologicznych, jednak, to stwierdzenie nie wynika z przeprowadzonego przeglądu literatury, dlatego prosiłbym o wyjaśnienie tego spostrzeżenia. Należy pamiętać, że krzywoliniowe rzędy są anomalią agrotechniczną i nie powinny mieć miejsca, ponieważ komplikuje to nie tylko aspekty techniczne produkcji, ale również aspekty typowo biologiczne.

Należy jednak zaznaczyć, że analiza bibliograficzna dotychczasowej wiedzy naukowej przez Doktoranta pozwoliła mu bardzo wyraźnie wyartykułować stan niewiedzy naukowej w przedmiotowym zakresie, co stanowiło podstawę do sformułowania hipotezy badawczej, której treść mogłaby mieć brzmienie: *zastosowanie technologii adaptacyjnych umożliwiające elastyczne dostosowanie toru jazdy pielnika oraz jego narzędzi roboczych do zmiennego układu roślin w czasie rzeczywistym pozwoli na realizację zabiegu w normatywnym reżimie jakościowym*. Autor pracy nie sformułował bezpośrednio hipotezy badawczej, ale zawarł jej treść w rozdziale 2.8. Podsumowanie (str.37).

Sformułowany przez Autora pracy problem badawczy był zasadny, wynikał z bezpośrednio przeglądu literatury, baz patentowych i dotyczył efektywnego niszczenia chwastów pomiędzy roślinami, które znajdują się w krzywoliniowym rzędzie. Być może należałoby uzupełnić problem badawczy w sposób: efektywnego mechanicznego niszczenia chwastów w sposób automatyczny (a nawet autonomiczny) pomiędzy roślinami, które znajdują się w krzywoliniowym rzędzie. Takie postawienie problemu naukowego, uważam za właściwe i w pełni akceptowalne dla tego typu prac doktorskich oraz uzasadniające temat rozprawy doktorskiej. Ten aspekt pracy oceniam pozytywnie, ponieważ spełnia on wymogi merytorycznie stawiane pracom naukowym w aspekcie trafnej identyfikacji oryginalnego problemu naukowego.

Za pierwszy cel naukowy swych rozważań Autor przyjął wykazanie przydatności identyfikacji roślin za pomocą sieci neuronowych w mechanizmie niszczenia chwastów w krzywoliniowych i nierównoległych rzędach roślin. Drugim celem naukowym było opracowanie nowej metody wyznaczania trajektorii ruchu noży pielących w krzywoliniowych i nierównoległych rzędach roślin, wynikającej z opisu matematycznego zależności geometrycznych i kinematycznych mechanizmu. Realizacja w/w celów naukowych pozwoliła osiągnąć cel użyteczny pracy doktorskiej, którym było techniczne zaimplementowanie opracowanych rozwiązań i zbudowanie w pełni działającej sekcji roboczej pielnika

do usuwania chwastów w krzywoliniowych i nierównoległych rzędach roślin oraz potwierdzenie jej skuteczności. Autor określił również cele cząstkowe którymi było: 1) stworzenie autorskiej koncepcji mechanizmu do usuwania chwastów, 2) opracowanie modelu matematycznego, zawierającego równania określające właściwości geometryczne wszystkich elementów mechanizmu oraz wykonanie na nim analiz geometrycznych i kinematycznych, 3) opracowanie metody wyznaczania trajektorii ruchu noży pielących, 4) budowa w pełni funkcjonalnego prototypu mechanizmu niszczącego chwasty, 5) weryfikacja skuteczności działania prototypu w krzywoliniowych i nierównoległych rzędach roślin.

Cele pracy doktorskiej określono precyzyjnie i merytorycznie poprawnie, których realizacja gwarantowała rozwiązanie wyartykułowanego wcześniej problemu naukowego. Natomiast przyjęty szczegółowy zakres prac pozwalał osiągnąć założone cele cząstkowe oraz cele główne.

Doktorant nieco zmienił standardowy układ pracy dzieląc całość na poszczególne zadania i dla każdego z nich przedstawił metodykę, badania, analizę oraz podsumowanie. Biorąc pod uwagę przedstawione rozwiązanie, zastosowany układ pracy należy uznać za akceptowalny. Autor pracy w przypadku opisu koncepcji mechanizmu sekcji pielącej opisał już istniejący autorski patent nr P.437195, który został zgłoszony dn. 2021-03-04 r., ogłoszony dn. 2022-09-05 r., i przydzielony 2023-01-13 r., co jednoznacznie wskazuje na oryginalność opisywanego rozwiązania. Rozszerzenie opisu patentowego w pracy należy uznać za dobre rozwiązanie, ponieważ pozwala czytelnikowi w pełni zrozumieć koncepcje rozwiązania technicznego i szczegóły funkcjonalne opisywanego systemu. W tekście tego opisu należy rozważyć usunięcie akapitu „Dzięki swojej konstrukcji.....”, ponieważ to są warunki brzegowe, które konstrukcja bezwzględnie powinna spełniać. Koncepcja opisanego rozwiązania jest ciekawa i bardzo pomysłowa, co podkreśla merytoryczne przygotowanie Doktoranta do pracy konstruktorskiej. Przedstawiony model matematyczny mechanizmu sekcji pielącej, opis matematyczny punktów charakterystycznych sekcji pielnika w przestrzeni 3D oraz wizualizacja obliczonych punktów mechanizmu pielącego jest zrealizowany poprawnie, zgodnie z zasadami inżynierskiej obróbki danych. Przeprowadzona analiza modelu matematycznego oraz symulacje potwierdziła spełnienie warunków brzegowych dotyczących zakresu ruchu mechanizmu zmiany położenia noży pielących. Natomiast analizy kinematyczne uwzględniające prędkość liniową ciągnika pozwoliły uszczegółowić dopuszczalną prędkość jazdy, która nie powinna przekraczać $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ eliminując wyższe prędkości jazdy ciągnika z uwagi na nieakceptowalną trajektorię ruchu noży i potencjalnie złą jakość wykonywanego zabiegu. Wszystkie elementy tego rozdziału Doktorant wykonał merytorycznie poprawnie

i bardzo starannie, a zastosowane specjalistyczne oprogramowanie było adekwatne do zadań, które zrealizował. Niemniej nasuwa się w tym miejscu pytanie, dlaczego Doktorant nie wykorzystał modułu oprogramowania SolidWorks Simulations zgodnie z ogólnie przyjętą i znaną w tym zakresie metodologią, stosowaną przez specjalistów w branży obliczeń MES.

Kolejnym etapem pracy doktorskiej była automatyczna identyfikacja roślin uprawnych w danej uprawie. W tym przypadku wykorzystano otwartoźródłowe biblioteki oprogramowania Tensorflow umożliwiające tworzenie i trening modeli uczenia maszynowego. Tak opracowano algorytm sterujący oparty na sztucznych sieciach neuronowych. Proces tworzenia sieci neuronowej zrealizowano poprawnie wykonując wszystkie konieczne etapy zgodnie z powszechnie przyjętymi standardami. Nasuwa się w tym miejscu pytanie jakimi wskaźnikami opisano jakość identyfikacji tj.: wskaźniki jakości rozpoznania ACC, czułość TPR, specyficzność SPC oraz precyzja PPV.

Doktorant jako platformę obliczeniową wykorzystał Jetson Xavier NX, co należy uznać za słuszne i trafne w aspekcie realizowanego zadania obliczeniowego. W kolejnym kroku dokonał procesu optymalizacji detekcji osiągając zakładane parametry wydajnościowe detekcji przekraczające wymagania konieczne do osiągnięcia warunków brzegowych pracy mechanizmu, zatem tą część pracy również oceniam pozytywnie. Następnie doktorant zbudował rzeczywisty model sekcji pielącej stanowiącej stanowisko badawcze oraz zaprojektował i wykonał układ sterowania zapewniający przesterowanie ruchomych mechanizmów sekcji pielącej w pełnym zakresie konstrukcyjnym.

W kolejnym etapie swojej pracy wyznaczył trajektorię ruchu noży dłutowych określając założenia, które taka trajektoria powinna spełniać, aby uzyskać warunki brzegowe całości mechanizmu. Na podkreślenie zasługuje hierarchizacja założeń dotyczących trajektorii ruchu noża dłutowego, pozwalająca w łatwy sposób przypisać przedmiotowym założeniom odpowiednie wagi. Doktorant przyjął dwie koncepcje wyznaczania trajektorii ruchu: 1) „stycznych do stref bezpieczeństwa roślin” polegającej na maksymalizacji obszaru roboczego oraz 2) „wyłączonych stref bezpieczeństwa roślin” zakładająca większe odległości noży od stref bezpieczeństwa roślin. Obie koncepcje szczegółowo przeanalizował w odniesieniu do wybranych wcześniej założeń. Następnie dokonał analizy porównawczej obu analizowanych koncepcji i w sposób prawidłowy metodycznie dokonał wyboru lepszej, którą okazała się koncepcja 2, czyli „wyłączonych stref bezpieczeństwa roślin”. Dla wybranej metody opracował metodę wyznaczania ścieżki dla noży dłutowych, a następnie w języku C# napisał oprogramowanie pozwalające na symulację ruchu z określonymi parametrami mechanizmu, zadanego położenia startowego sekcji pielącej oraz zadanego rozkładu roślin.

W kolejnym etapie stworzył algorytm sterowania sekcją pielącą, a następnie zaimplementował wszystkie konieczne do prawidłowej realizacji procesu pielienia funkcjonalności do programu sterującego, którego działanie zweryfikował odpowiednimi symulacjami. Takie działanie Doktoranta było zgodne z ogólnie przyjętą metodyką i dawało gwarancję uzyskania wiarygodnych wyników badań oraz merytorycznie poprawnego wnioskowania. W przedostatnim etapie swojej pracy doktorskiej Doktorant dokonał weryfikacji funkcjonalnej modelu funkcjonalnego w warunkach laboratoryjnych, które symulowały warunki rzeczywiste. Do tego celu wykorzystał kanał glebowy, gdzie wyznaczył tory roślin i chwastów używając rzeczywistych roślin. Do precyzyjnego wyznaczenia rozkładu nieliniowości roślin w rzędzie posłużył się matrycą, co wykluczyło zmienność warunków doświadczenia w tym zakresie, pozwalając na precyzyjną walidację zbudowanego adaptacyjnego systemu pielącego. Metodykę badań doświadczalnych tego etapu pracy opracowano bardzo starannie, a jej stopień uszczegółowienia był adekwatny do przeprowadzonego eksperymentu. Należy podkreślić, że wykorzystany w badaniach system rejestracji sygnałów był autorskim dziełem doktoranta, który zaimplementował całą strukturę do oprogramowania LabView. Uzupełnienia wymaga rola właściwości fizycznych gleby w przeprowadzonym eksperymencie, czy konieczne było tak szczegółowe analizowanie parametrów gleby. Przebieg eksperymentu był metodycznie poprawny a liczba zastosowanych kombinacji doświadczenia oraz parametry przyjętych w nich zmiennych w pełni pozwalała zweryfikować wszystkie będące przedmiotem opracowania cechy funkcjonalne prototypu. Pan mgr inż. Krzysztof Kulpa bardzo szczegółowo opisał przebieg eksperymentu utrzymując chronologię poszczególnych jego etapów. Na uwagę zasługuje zastosowany aparat matematyczno-statystyczny, przy pomocy, którego określono współczynnik korelacji oraz zakres zmienności wyników badań weryfikacyjnych. W tym przypadku komentarza wymaga dwukrotnie wyższa wartość średniego błędu bezwzględnego noża lewego odnotowanego w przypadku próby drugiej w dwóch wariantach doświadczenia dotyczących obecności chwastów przy prędkości roboczej wynoszącej $0,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, w stosunku do pozostałych wartości błędu tego wariantu doświadczenia.

Doktorant przeprowadził również dyskusję wyników swojej pracy doktorskiej, której merytoryczność oraz poziom samokrytyki zasługuje na wyróżnienie. Autor szczegółowo przeanalizował funkcjonalności zbudowanego przez siebie systemu technicznego i skonfrontował swoje wyniki badań z wynikami innych autorów zajmujących się podobnymi systemami. Przedstawił i merytorycznie uzasadnił przewagi swojego rozwiązania w stosunku do analizy literaturowej, ale również wskazał pewne niedociągnięcia zbudowanego systemu,

które jednak w żaden sposób nie wpływają na osiągnięcie w pełni warunków brzegowych i sformułowanych celów pracy. Dodatkowo po analizie pracy zrealizowanego systemu technicznego zaproponował zmianę zastosowanego noża dłutowego na nóż kątowy w kształcie litery „L” skierowanego prostopadle do osi rzędu, co wg Doktoranta zwiększy szerokość jego oddziaływania i w tym celu sporządził stosowną wizualizację pola oddziaływania noża. Świadczy to o dużym potencjale Doktoranta w obrębie tworzenia nowych rozwiązań technicznych.

Podsumowanie i wnioski zawarte w pracy są poprawne i wynikają bezpośrednio z przeprowadzonych prac konstruktorskich oraz badań naukowych w tym badań walidacyjnych.

4. Ocena merytoryczna pracy

Reasumując stwierdzam, że tekst pracy zawiera opis merytorycznie i metodycznie poprawnie rozwiązanego problemu naukowego i oceniam, że wyartykułowano go w metodycznie poprawnej formie. Wartość logiczną pracy oceniam pozytywnie, gdyż treści zawarte w poszczególnych rozdziałach są spójne, a Autor konsekwentnie stosuje pojęcia, charakterystyczne dla dyscypliny inżynieria mechaniczna, zaś wyniki badań podaje z dokładnością, mającą odzwierciedlenie w dokładności zastosowanej aparatury pomiarowej.

Oceniając wartość metodologiczną pracy należy stwierdzić, że sformułowany problem badawczy przedstawiono poprawnie. Przyjęte założenia można uznać za spełniające wymagania formalne i merytoryczne. Sformułowanie zarówno problemu badawczego było możliwe po dość wnikliwie i wystarczająco krytycznie przeprowadzonej analizie stanu wiedzy w przedmiotowym zakresie.

Cel pracy przedstawiono poprawnie, prezentując istotne dla nauki wartości poznawcze i praktyczne. Metodyka badań oraz ich przebieg są prawidłowe, gdyż wykonano je zgodnie z obowiązującymi normami lub zastosowano własne, które wynikają z doświadczenia prowadzenia tego typu badań przez Doktoranta.

Wyniki odnoszące się do części eksperymentalnej są prawidłowe, a wnioski końcowe są konsekwencją własnych badań i analiz ich wyników. Wnioski odnoszą się do postawionego problemu badawczego i celu pracy, który został osiągnięty. Należy docenić imponujące umiejętności Doktoranta w zakresie konstrukcji maszyn, nowoczesnych technik programowania wykorzystującego algorytmy sztucznej inteligencji oraz opanowania systemów automatyki przemysłowej pod względem sprzętowym oraz systemów informatycznych w tym programowania sterowników. Również wysoko oceniam poziom naukowy rozprawy

doktorskiej, jej kompletność, nowoczesność oraz umiejętność prezentacji poszczególnych kroków analizy naukowej, aż do osiągnięcia zamierzonego celu. Usterki redakcyjne zaznaczyłem w tekście pracy, ale nie znalazłem błędów merytorycznych, gdyż trudno uznać za błędy merytoryczne przypadkowe powtórzenie części zdania (str. 35., akapit 4,5).

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Moja końcowa ocena rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Kulpy pt.: „Wpływ położenia roślin w uprawie rzędowej oraz obecności chwastów na trajektorię ruchu noży pielących” jest pozytywna. Praca stanowi duży interesujący, naukowy i wdrożeniowy materiał, świadczący o sporych możliwościach badawczych kandydata do stopnia naukowego Doktora. Praca wnosi niewątpliwie wkład w rozwój dyscypliny naukowej – inżynieria mechaniczna przez zaproponowanie nieznanych rozwiązań technicznych, charakterystyk i relacji odnoszących się do procesu eliminacji chwastów szczególnie w krzywoliniowych i nierównoległych rzędach roślin. Zatem rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie inżynieria mechaniczna oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej na poziomie doktorskim, a przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.) w inżynierii mechanicznej. Przedkładam więc Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna wniosek o dopuszczenie mgr inż. Krzysztofa Kulpę do publicznej obrony pracy pt. „Wpływ położenia roślin w uprawie rzędowej oraz obecności chwastów na trajektorię ruchu noży pielących”.

Biorąc pod uwagę zakres przeprowadzonych badań, prac konstruktorskich, poziom wykorzystania technik informatycznych (w tym algorytmów sztucznej inteligencji) oraz stopień zawansowania systemów automatyki przemysłowej a także zaawansowany poziom analityczny i naukowy pracy, wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie o jej wyróżnienie.



/Paweł Kielbasa/

 **UNIWERSYTET ROLNICZY**
im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I ENERGETYKI
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii
i Procesów Produkcyjnych
30-149 Kraków, ul. Balicka 116 B
tel + 4812 662 4631, e-mail: lemeipp@urk.edu.pl
adres do korespondencji: 31-120 Kraków, ul. Mielkiewicza 21

OPŁATA POBRANA
TAXE PERÇUE-POLOGNE
Umowa z Poczta Polska S.A.
ID nr 583682/K

PRIORYTET



RPW/18328/2025 N
Data: 2025-07-07

KANCELARIA GŁÓWNA SGGW

2025 -07- 07

WPLYNĘŁO DNIA -4-



46637 02.07.2025 02 POLECONA

R

(00)659007734528625676



(00)659007734528625676



Poczta Polska

Opłata pobrana _____ zł _____ gr

Biuro Obsługi nauki SGGW
Nowoursynowska 166
02- 787 Warszawa
02.07.2025

45022