

Kraków, 21.01.2026 r.

dr hab. inż. Krzysztof Słowiński, prof. URK

Katedra Użytkowania Lasu i Techniki Leśnej

Wydział Leśny

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Szaroleta

nt. Wpływ konstrukcji i działania zespołu sadzącego na proces sadzenia drzewek z zakrytym systemem korzeniowym.

Promotor: Prof. dr hab. inż. Stanisław Legutko, dr h.c., prof. h.c.

Promotor pomocniczy: Dr inż. Justyna Trojanowska

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo: (DIM.075.292.2025) Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej, Politechniki Poznańskiej, dr hab. inż. Bartosza Gapińskiego, prof. PP z dnia 04.12.2025 r.

1. Charakterystyka ogólna rozprawy

Recenzowana pracy zawarta jest na 174 stronach. Treść rozprawy jest zgodna z tematem. W temacie występuje nieścisłość definicyjna, badany zespół sadzi sadzonki a nie drzewka. Rozprawa podzielona jest na jedenaście numerowanych rozdziałów oraz bibliografię, spis rysunków, spis tabel oraz załączniki. Tytuły rozdziałów i podrozdziałów dają syntetyczny pogląd na zawarte w nich treści. Kolejne rozdziały i ich treści tworzą układ właściwy dla rozprawy naukowej. Praca oprócz tekstu zawiera 151 rysunków i 10 tabel, w załączniku dodatkowo występuje 30 rycin i 8 rysunków wykonawczych części zespołu sadzącego.

Rozprawa zredagowana jest w klasyczny sposób i składa się z: Strony tytułowej (1 strona); Podziękowania (1 strona); Spis treści (2 strony); Streszczenie w języku polskim i angielskim (2 strony); rozdział 1 Wstęp (3 strony); rozdział 2 Obecny stan wiedzy (29 stron); rozdział 3 Cel pracy, problem naukowy i teza pracy (2 strony); rozdział 4 Metodyka badawcza (25 stron); rozdział 5 Projekt nowej konstrukcji sadzącej (14 stron); Rozdział 6 Parametry wpływające na poprawność procesu sadzenia (2 strony); rozdział 7 Badania laboratoryjne

i polowe (17 stron); rozdział 8 Wyniki badań i ich analiza (19 stron); rozdział 9 Prace wdrożeniowe (7 stron); rozdział 10 Dokumentacja dotycząca narzędzia (1 strona); rozdział 11 Podsumowanie i wnioski końcowe 3 strony; Bibliografia (9 stron); Spis rysunków (6 stron); Spis tabel (1 strona); Załączniki (29 stron).

Bibliografia obejmuje 133 pozycje w dużej części anglojęzyczne, publikowane zarówno w polskich jak i zagranicznych czasopismach. Jej zakres jest wystarczający i prawidłowo dobrany.

Stronę edytorską oraz układ rozprawy doktorskiej oceniam poprawnie. Rozprawa w tym zakresie została przygotowana bardzo starannie. Jest napisana poprawnym językiem polskim, a użyte w niej terminy i wyrażenia są zgodne z aktualnie obowiązującym słownictwem w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych.

2. Omówienie rozprawy doktorskiej wraz z uwagami merytorycznymi i redakcyjnymi

Rozdział 1: Wstęp – autor dobrze nakreślił kontekst związany z tematyką podjętą w rozprawie doktorskiej. Podkreślił fakt udziału w projekcie, w którym powstał autonomiczny robot sadzący. Przedstawił parametry robota sadzącego. Autor w tym rozdziale przedstawił genezę tematu, która wynikała z zaobserwowania negatywnych aspektów sadzenia sadzonek, takich jak: zakleszczenia się sadzonek wewnątrz narzędzia sadzącego, unoszenie sadzonki przez narzędzie sadzące nim korzenie sadzonki zostaną dogniecione glebą, sadzenie sadzonek w pozycji innej niż pionowa, brak zagłębiania narzędzia sadzącego w glebie o dużej zwięzłości. Autor po zapoznaniu się z konstrukcją narzędzia sadzącego podjął decyzję o próbie rozwiązania problemów.

Rozdział 2. Obecny stan wiedzy – składa się z dwóch podrozdziałów: **Analiza literatury** (2.1), w którym w syntetyczny sposób zostały przedstawione rozwiązania techniczne różnych sadzarek wykorzystywanych na terenach leśnych i porolnych na całym świecie, nie tylko w Polsce. Przedstawia też ręczne kostury ułatwiające sadzenie sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym, zauważa że prace ręczne charakteryzuje wysoki poziom energochłonności. Autor przedstawił również badania związane z pomiarem zwięzłości gleb leśnych oraz oporów stawianych przez glebę przy pracy wybranych elementów o różnych kształtach. Przedstawia także analizę kosztów sadzenia dla wybranych sadzarek. W tym rozdziale zamieszczono „Rys. 2.2. Opór gleby na różnym podłożu podczas penetracji narzędziem [54].” Recenzent czytając publikację [54] (Use of Impact Penetrometer to Determine Changes in Soil Compactness After



Entracon Sioux EH30 Timber Harvesting. Croatian Journal of Forest Engineering, 43(2), 325–337. <https://doi.org/DOI:10.5552/crojfe.2022.1054>) stwierdza brak wykresu Rys.2.2.

Powyższa kwestia wymaga wyjaśnienia przez Autora podczas publicznej obrony pracy.

Autor w kolejnym podrozdziale **Przegląd rynku narzędzi sadzących; porównanie konstrukcji i funkcjonalności** (2.2) przedstawił obecnie dostępne maszyny na rynku i porównał ich systemy sadzące w celu wykazania potencjału wdrożeniowego testowanego zespołu roboczego do sadzenia sadzonek. Zamieścił również tabelę (2.3) z zestawieniem konstrukcji urządzeń sadzących i porównał koszty sadzenia. **Wątpliwość budzi porównanie dziesięciu sadzarek z siewnikiem umieszczonym w tabeli w pozycji 11.**

Rozdział 3: Cel pracy, problem naukowy i teza pracy. Autor określa bezpośrednio za główny cel opracowanie nowej wersji narzędzia sadzącego, które będzie można zamontować na maszynie bazowej mogącej poruszać się w trudnym terenie. Przedstawia problem naukowy, jako relację między postacią konstrukcyjną zespołu sadzącego a poprawnością procesu sadzenia sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym. Dodatkowo formułuje cele szczegółowe w formie pytań: • czy konstrukcja podzespołów roboczych rozchylanego kostura w postaci stałego, przedniego ostrza i rozchylanych skrzydeł bocznych jest odpowiednia do prawidłowej realizacji procesu sadzenia sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym, • czy parametry rośliny mają istotny wpływ na przebieg i jakość procesu ich sadzenia, • jaki jest wpływ konstrukcji sadzącej na poprawność procesu sadzenia sadzonek. Przedstawia tezę: „konstrukcja i działanie narzędzia sadzącego mają wpływ na przebieg procesu sadzenia drzewek z zakrytym systemem korzeniowym”. W tym rozdziale można by się spodziewać zakresu badań, jednakże Autor go nie zamieścił, natomiast przedstawił dwa schematy blokowe ilustrujące realizację badania.

Rozdział 4: Metodyka badawcza – składa się z pięciu podrozdziałów: **Analiza wytrzymałościowa MES** (4.1.), **Szacowanie oporów roboczych** (4.1.1.) Autor przedstawia wyniki badań zwięzłości gleby leśnej po przejazdach forwardera T1010, które były zamieszczone w publikacji pt. „Wpływ obciążenia i liczby przejazdów ciągników zrywkowych na zmianę zwięzłości wybranych gleb leśnych” autorstwa: Kormanek M., Walczyk M., Walczyk J. - szkoda że pominięto w bibliografii drugiego i trzeciego autora. Autor wykorzystuje wyniki tych badań do określenia **średniej zwięzłości**, ustala ją na „poziomie 2 MPa” na podstawie której przeprowadza dalsze obliczenia wytrzymałościowe. **Powyższa kwestia wyboru średniej zwięzłości a nie maksymalnej wymaga wyjaśnienia przez Autora podczas publicznej obrony pracy.** Analizując powyższą publikację średnie wartości zwięzłości gleby

po przejazdach obciążonego forwardera T1010 wynosiły około 3,75 MPa na głębokości 0,21 m. Obliczony przez Autora opór gleby może być niedoszacowany. W kolejnym podrozdziale **Budowa modeli obliczeniowych (4.1.2.)** przedstawione są założenia analizy wytrzymałościowej MES, przejrzystie zaprezentowane dane wejściowe. Oceniam że zakres i założenia wstępne do obliczeń umożliwiały osiągnięcie wiarygodnych wyników. Przedstawiono 5 modeli obliczeniowych układu sadzącego. Ten podrozdział mocno wzbogaca pracę, pokazuje że doktorant opanował doskonale techniki analiz wytrzymałościowych MES. **Badania laboratoryjne (4.2.)** w tym podrozdziale autor przedstawia metodykę badań polegających na wciskaniu „narzędzia sadzącego” do gleby umieszczonej w pojemniku i mierzy siłę, jaka jest potrzebna do zagłębienia. Szkoda że autor nie podaje, jakiej gleby użyto do badań – jej składu granulometrycznego, wilgotności, zwięzłości. Wymienione parametry gleby znacznie wzbogaciłyby wyniki badań doktoranta. **Badania polowe (4.3.)** w tym podrozdziale Autor przedstawił urządzenia pomiarowe wykorzystywane w badaniach polowych oraz opisał metodykę badań. Doktorant zbudował model funkcjonalny narzędzia sadzącego, ramę pośrednią umożliwiającą zagregatowanie z ciągnikiem uniwersalnym, co umożliwiło badania polowe sekcji sadzącej. Badania obejmowały: - pomiar oporów sekcji sadzącej przy pomocy ramy pomiarowej zamontowanej pomiędzy ciągnikiem a autorską ramą do montażu sekcji sadzącej, - pomiar ciśnienia oleju hydraulicznego zasilającego siłownik zagłębiający narzędzie sadzące, - pomiar prędkości zagłębiania narzędzia sadzącego. Autor przeprowadził badania dla pracy narzędzia sadzącego w glebie, które sadziło sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym i bez sadzenia sadzonek. Badania polowe przeprowadził na poletku doświadczalnym zlokalizowanym na terenie Sieci Badawczej Łukasiewicza – Poznańskiego Instytutu Technologicznego – analizując zdjęcia można podejrzewać, że nie była to gleba leśna. Przed badaniami została spulchniona agregatem uprawowym na głębokość 15 cm. Tutaj pojawia się wątpliwość dlaczego do głębokości 15cm? Z założeń pracy dla sekcji sadzącej głębokość sadzenia miała wynosić do 20 cm. W badaniach laboratoryjnych narzędzie sadzące zagłębiało się do głębokości około 6 cm. **Ta kwestia wymaga wyjaśnienia przez Autora podczas publicznej obrony.**

Statystyczne opracowanie wyników (4.4.) Autor w analizie otrzymanych danych użył testu t-Studenta dla prób zależnych, mając taką ilość otrzymanych danych rozsądnie dokonał wyboru testu statystycznego. Po analizie rozdziału 4 mogę stwierdzić, że dobór narzędzi i metod badawczych był wystarczający do zrealizowania postawionego w rozprawie celu.

Rozdział 5: Projekt nowej konstrukcji sadzącej - składa się z trzech podrozdziałów: **Koncepcje rozwiązań nowego narzędzia (5.1.)** w rozdziale tym Autor przedstawia koncepcje



narzędzi sadzących w postaci: wiertła, z ostrzem w kształcie klina oraz stożka, w formie rury z płytką wgłębną. Świadczy to o dobrym rozeznaniu przez doktoranta możliwych do zastosowania rozwiązań konstrukcyjnych narzędzi sadzących. **Uzasadnienie wyboru i analiza wybranej koncepcji** (5.2.) w tym podrozdziale zawarto uzasadnienie wyboru konstrukcji do dalszych badań, przedstawiono ponownie genezę tematu. Opisano obserwacje z wcześniejszych prób, co jest cenne, jeśli planuje się modernizację i poprawę konstrukcji. Przedstawiono sposoby wykonania narzędzi sadzących. Czytając ten podrozdział mamy wrażenie dużego zaangażowania się doktoranta w poprawę tej konstrukcji. **Analiza wytrzymałościowa MES** (5.3.) w tym podrozdziale autor przedstawia wyniki uzyskanych wartości z obliczeń. Wyniki z MES przedstawia na 15 kolorowych rysunkach z zamieszczoną skalą wartości. W podsumowaniu analiz Autor stwierdza, że dla przyjętych danych wejściowych naprężenia w konstrukcji zespołu sadzącego nie przekraczają naprężeń określonych w kryteriach oceny konstrukcji.

Rozdział 6: Parametry wpływające na poprawność procesu sadzenia - składa się z dwóch podrozdziałów: **Geometria ostrza** (6.1.) – w tym podrozdziale Autor podkreśla wpływ kształtu narzędzia na opory wciśnięcia go do gleby. Zwraca również uwagę na wymagane wymiary narzędzia związane z przemieszczaniem się sadzonki do gleby. Stwierdza że, „...Jedynym skutecznym i pewnym sposobem sprawdzenia poprawności pracy takiego narzędzia jest przeprowadzenie badań w rzeczywistych warunkach jego pracy”. **Parametry pracy** (6.2.) W tym podrozdziale wymienia trzy parametry, jakie mają wpływ na proces sadzenia przez narzędzie sadzące, tj: prędkość zagłębiania i wygłębiania kostura oraz ciśnienie w układzie hydraulicznym podczas zagłębiania.

Rozdział 7: Badania laboratoryjne i polowe - składa się z dwóch podrozdziałów: **Badania polowe** (7.1.) i **Badania polowe** (7.2.). W tym rozdziale przedstawiony jest opis prowadzonych badań z obszerną dokumentacją fotograficzną – 33 fotografie. Rozdział ten przedstawia również zakres badań, jaki doktorant postawił sobie do zrealizowania. Podziw budzi wykonanie poszczególnych elementów urządzenia sadzącego, jak i rama badawcza łącząca element sadzący z ciągnikiem, zauważa się duże zaangażowanie i wkład pracy doktoranta.

Rozdział 8: Wyniki badań i ich analiza - składa się z trzech podrozdziałów: **Badania laboratoryjne** (8.1.) Autor przedstawił uzyskane wyniki pomiarów zagłębiania ostrza klinowego oraz stożkowego – trzy powtórzenia. Wyniki przedstawione są w tabeli oraz na wykresach. **Badania polowe** (8.2.) w tym podrozdziale przedstawione są wyniki: ciśnienia w układzie hydraulicznym, wartość siły pochodzącej od oporu gleby, osiąganą głębokość ostrza podczas pracy z ostrzem klinowym i stożkowym. **Statystyczne opracowanie wyników badań**



polowych (8.3.) w tym podrozdziale przedstawione są wyniki z analizy statystycznej, autor otrzymał odpowiedź, że zarówno dla średniej wartości zagłębienie, jak i średniej wartości oporów zagłębienia dla narzędzia w kształcie klina i stożka różnica jest statystycznie istotna.

Rozdział 9: Prace wdrożeniowe - składa się z sześciu podrozdziałów: **Istniejące rozwiązanie jako baza** (9.1.), **Modyfikacja służąca wdrożeniu** (9.2.), **Możliwości wdrożenia i przeznaczenie opracowanego narzędzia sadzącego** (9.3.), **Identyfikacja klientów** (9.4.), **Kryteria wyceny produktu** (9.5.), **Sposoby wdrożenia** (9.6.) w tym rozdziale autor zawarł informacje związane z wdrożeniem poddanej badaniom sekcji sadzącej sadzonki.

Rozdział 10: Dokumentacja dotycząca narzędzia - składa się z trzech podrozdziałów: **Dokumentacja techniczna** (10.1.), **Schemat połączeń hydraulicznych** 10.2., **Instrukcja obsługi** (10.3.) Autor przedstawia w tym rozdziale i załącznikach bogatą dokumentację techniczną narzędzia sadzącego, w tym schemat układu hydraulicznego oraz instrukcję obsługi i montażu.

Rozdział 11: Podsumowanie i wnioski końcowe - składa się z czterech podrozdziałów: **Wnioski dotyczące tezy pracy** (11.1.), **Wnioski poznawcze** (11.2.), **Wnioski utylitarne i dotyczące wdrożenia** (11.3.), **Wnioski dotyczące dalszych badań** (11.4.) – zawiera syntetyczne powtórzenie zrealizowanego zakresu pracy, ze szczególnym uwzględnieniem przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników. Autor trafnie ocenił kierunki dalszych badań, które będą prowadzić do pogłębienia podjętych w rozprawie doktorskiej zagadnień.

Autor w bibliografii zamieścił 12 publikacji naukowych, których był współautorem, w 4 publikacjach był pierwszym autorem - świadczy to o jego dobrym przygotowaniu do pracy naukowej.

3. Dodatkowe uwagi do tekstu rozprawy doktorskiej

Jak już wspomniano, praca pod względem językowym i edytorskim napisana jest na przyzwoitym poziomie. Jednak poniżej zamieszczam kilka drobnych uwag:

- strona 7 zdanie „...Posiada możliwość samodzielnego poruszania się wraz z pokonywaniem przeszkód, pobiera ze zintegrowanego magazynu sadzonki, przygotowuje placówkę do wysadzenia sadzonki, osadza sadzonkę w **ziemi** i ją **przygniata** [2] [4] [109] [114].” – **nie przygniata sadzonki** tylko glebę wokół systemu korzeniowego, oraz nie umieszcza w **ziemi** tylko w glebie, słowo ziemia używane jest w języku potocznym, w tym przypadku bardziej poprawne będzie użycie słowa gleba, „ziemia” pojawia się jeszcze na stronach: 17, 35, 41, 45,46, 49, 50, 60, 66, 71, 80, 81, 108, 115,



- strona 8 zdanie „...”, które są składową kompletnej operacji od pobrania sadzonki z magazynu, aż po końcowy krok **przygnięcia** sadzonki w glebie. – wyjaśniono powyżej, podobnie na str. 84,
- strona 8 zdanie „...Podczas sadzenia **drzewek** zaobserwowano jednak pewne, negatywnie wpływające na jakość pracy aspekty, które mogłyby zostać wyeliminowane. Mają one istotny wpływ na jakość pracy narzędzia i realizację jego podstawowej funkcji, jaką jest sadzenie **w ziemi drzewek** z zakrytym systemem korzeniowym...” – to nie są drzewka tylko sadzonki, podobnie na stronie: 9, 10, 128,
- strona 10 zdanie „W pierwszym przypadku **opory wynosiły około 0,35 MPa**, natomiast w drugim była to wartość około **5 MPa**” – to nie opory tylko o zwięzłość gleby, opory podajemy w jednostkach siły np. N,
- strona 10 zdanie „...natomiast na **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** przedstawiono wartości oporu gleby otrzymane na różnych typach podłoża - ??? podobnie na stronie 12, 17, 18, 66
- strona 10 zdanie „Rys. 2.1. **Narzędzie** do oceny zwięzłości gleby wraz z elementami składowymi (po lewej),...” to narzędzie to penetrometr,
- strona 11 zdanie „Rys. 2.2. **Opór** gleby na różnym podłożu podczas penetracji narzędziem [54]” – to **zwięzłość** gleby, podobnie też opis osi wykresu podany w jednostce MPa i opis osi to „opór gruntu” poprawniej byłoby opisać zwięzłość gleby. Autor bardzo często stosuje wymiennie słowa ziemia, grunt mając na myśli glebę. Ciekawość budzi pochodzenie zamieszczonego wykresu ponieważ w cytowanej publikacji (Use of Impact Penetrometer to Determine Changes in Soil Compactness After Entracon Sioux EH30 Timber Harvesting) nie ma takiego wykresu.
- strona 11 zdanie „W treści sprawozdań powstałych w **Sieć Badawcza Łukasiewicz** - ...”
Czy tutaj nie powinno się odmienić – w Sieci Badawczej Łukasiewicza?
- strona 13 zdanie „Inny typ sadzarek to urządzenia montowane na ramieniu koparki gąsienicowej. Zaletą tego typu urządzeń jest niewątpliwie **możliwość pracy na każdym podłożu i pokonywanie wszelkich nierówności terenowych.**” Tutaj autor przecenia możliwości podwozia koparki gąsienicowej, tereny leśne często są w górach o znacznych nachyleniach zboczy a także na terenach podmokłych zabagnionych.
- strona 13 zdanie „Wnioski, jakie płyną z badań autorów pracy są następujące: wzrost kąta wierzchołkowego zagłębianego stożka (kąąt rozwarcia stożka) lub **zmniejszenie pola powierzchni podstawy stożka prowadzi do zwiększenia oporu jednostkowego penetracji gleby**, bez wpływu na stopień zagęszczenia gleby.” Wydaje się to małoprawdopodobn że

zmniejszenie średnicy podstawy stożka penetrometru prowadzi do zwiększenia oporu penetracji, Autor na stronie 81 napisał wręcz coś przeciwnego „Kształt elementu czołowego, który penetruje glebę, a także pole powierzchni przekroju poprzecznego rury kostura wpływają bezpośrednio na siłę potrzebną do zagłębienia kostura. **Im większe pole powierzchni przekroju kostura, tym większa siła zagłębiająca jest wymagana**, a co za tym idzie - większe ciśnienie w układzie hydraulicznym”,

- strona 15 zdanie „**Częstotliwość drgań** dziobu lemiesza oscylowała między 284, a 568 **drgań/min** przy skoku od 15 do 70 mm [48] [116]” proponowałbym użycie jednostek SI – Hz,

- strona 15 zdanie „**Zostało** to przedstawione **zostało** na Rys. 2.7 [75]” – podwójnie użyte słowo „zostało”,

- strona 18 zdanie „Kolejnym urządzeniem jest dwurzędowa **sadzarka Egedal** (Rys. 2.10).…” ta sadzarka nie ma nazwy Egedal tylko jest produkowana przez firmę Egedal, podobnie w opisie ryciny i tabeli na stronie 19,

- strona 19 zdanie „**W badaniu** wykorzystano także narzędzia ręczne, przeznaczone do sadzenia **roślin rocznych**.” – trudno zrozumieć do czego odnosi się to zdanie, jakie badania autor miał na myśli, lepszym określeniem roślin rocznych w mojej opinii byłoby użycie sadzonek jednorocznych,

- strona 23 zdanie „Na konstrukcję składa się przestrzeń **z krzesłami** przeznaczona dla dwóch operatorów w kabinie maszyny oraz układ wspierający sam proces sadzenia.” - bardziej poprawnie było by użycie słowa siedzeniami lub fotelami,

- strona 29 zdanie „Jeśli warunki są sprzyjające, tj. sucho, a teren równy, wtedy jest możliwość pracy z **ciągnikiem na jedną oś lub nieco słabszym** (przy czym producent nie podaje dokładnie innych parametrów)” - podejrzewam że chodzi o ciągnik z napędem na jedną oś,

- strona 33 zdanie „Stąd, operator dysponując sadzonkami w kasetach, w jakich **rozmnaża się sadzonki** w szkółkach kontenerowych, musi dokonać ręcznego przeładunku sadzonek” - w kasetach nie rozmnaża się sadzonek, w nich się hoduje sadzonki,

- strona 38 zadanie „konstrukcja zaprojektowana do **sadzenia nasion**, nie sadzonek, brak precyzji sadzenia” – pominąłbym tą pozycję w tabeli, Autor chce porównać sadzarki z siewnikiem nasion, dwie różne grupy maszyn, nasion nie sadzimy, nasiona wysiewamy,

- strona 39 - brak numeracji strony,

- strona 41 zdanie „Na podstawie powyższego wykresu **średnia zwieźłość gleby** podczas zagłębiania narzędzia została przyjęta na poziomie 2 MPa” – czy Autor nie powinien użyć do obliczeń wartości maksymalnej? Przyjmując wartość średnią może się zdarzyć że połowa sadzonek będzie właściwie posadzona a połowa nie,

- strona 42 zdanie „Analizę MES przeprowadzano na komputerze z zainstalowanym oprogramowaniem SolidWorks Simulations zgodnie z ogólnie przyjętą i znaną w tym zakresie **metodologią**, stosowaną do prowadzenia obliczeń MES” – metodologia to nauka o metodach w tym przypadku metodyka,
- Strona 43 zdanie „W **Tabela 4.1** zestawiono siły generowane w siłownikach hydraulicznych zespołu sadzącego” – brak odmiany słowa tabela,
- strona 43 autor w tabeli tabela 4.1. „Siły generowane w siłownikach hydraulicznych zespołu sadzącego [106]” zamieszcza obliczenia dla wartości ciśnienia 25 MPa a na stronie 42 podaje wartość ciśnienia roboczego 18 MPa, te obliczenia wydają się zbędne,
- strona 57 zdanie „Rys. 4.24. **Skrzynka pomiarowa** HBM QuantumX MX840B (widok części zasilającej) [opracowanie własne]” – skrzynka pomiarowa to określenie potoczne bardziej technicznie byłoby użycie słowa interfejs lub podobnego, podobnie w opisie rys 4.25 na stronie 58,
- strona 58 zdanie „Podczas badań temperatura otoczenia zawierała się w przedziale $23\div 26^{\circ}\text{C}$, natomiast wilgotność względna powietrza wynosiła od 30 do 35%” - można się zastanawiać, jaka jest zależność pracy zespołu sadzącego od tych parametrów,
- strona 80 zdanie „ciśnienie w układzie hydraulicznym podczas zagłębiania kostura” Autor rozwija to zdanie, wyjaśnia, co wpływa na ciśnienie w układzie hydrauliki sekcji sadzącej, wymienia między innymi kształt, zwraca uwagę na przekrój poprzeczny narzędzia a całkiem pomija przedmiot pracy narzędzia - glebę i jej parametry, które to też wpływają na opory wciskania narzędzia a tym samym na ciśnienie w układzie hydraulicznym.
- strona 99 i kolejne nie przedstawia się w pracach naukowych tych samych danych w tabelach (tabela 8.1 oraz 8.2 i 8.3) oraz na wykresach (rys. 8.1-3; rys. 8.16—20),
- strona 109 zdanie „Tabela 8.2. Wartości zagłębienia narzędzia w wersji pierwszej z podziałem na wysokość ramy od powierzchni gleby w miejscu sadzenia [opracowanie własne]” - brak wyjaśnienia oznaczeń tytułów poszczególnych kolumn w opisie tabeli, Autor zamieścił je w tekście, podobnie tabela 8.3 str. 110,
- strona 115 zdanie „Fakt sadzenia lub nie sadzonek nie miał wpływu na osiąganę zagłębienie w ziemi lub osiąganą wartość oporu gleby.” - co Autor miał na myśli?
- strona 115 w tabeli „8.5. Statystyka wartości zagłębienia narzędzia wyposażonego w ostrze klinowe oraz stożkowe” – brak jednostek, Autor podał same wartości, podobnie tabela 8.6. na stronie 116,
- strona 116 zdanie „**Wizualnie potwierdza** to wynik testu t-Studenta: Ostrze stożkowe ma istotnie większe wartości zagłębienia, niż ostrze klinowe” - nie zrozumiały zapis,

- strona 116 „W” – błąd redakcyjny,
- strona 117 zdanie „Na podstawie testu t-Studenta dla prób zależnych stwierdzono, że różnica między średnimi wartościami pomiarów **zagłębienia** obu wersji ostrza jest statystycznie istotna.” – nie zagłębienia tylko oporu,
- strona 117 zdanie „**Wykres potwierdza** wynik testu t-Studenta: ostrze klinowe wykazuje istotnie większe wartości oporu gleby, niż ostrze stożkowe” - nie zrozumiały zapis,
- strona 118 zdanie „Do patentu tego prawo mają Sieć Badawcza Łukasiewicz – Poznański Instytut Technologiczny w Poznaniu oraz **Uniwersytet Przyrodniczy w Krakowie**” - w Krakowie nie ma takiej uczelni, jest Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
- strona 118 zdanie „W efekcie przeprowadzonych badań ustalono, że ostrze w kształcie stożka zauważalnie lepiej może wykonywać proces sadzenia **drzewek** z zakrytym systemem korzeniowym” – jest to proces sadzenia **sadzonek** z zakrytym systemem korzeniowym,
- strona 120 zdanie „Rys. 9.3. **Przekrój** rury przelotowej (wnętrza narzędzia) w przypadku ostrza z końcówką stożkową” - czy to nie jest widok?,
- strona 121 zdanie „Rys. 9.4. Przekrój rury przelotowej (wnętrza narzędzia) w przypadku ostrza z końcówką klinową” - czy to nie jest widok?,
- strona 125 zdanie „Rys. 10.1 Schemat układu hydraulicznego zasilania narzędzia sadzącego; układ zasilania siłownika zagłębienia (po lewej), układ zasilania siłowników szczęk (po prawej) [opracowanie własne]” – na rysunku przedstawiono tylko część wykonawczą układu hydraulicznego, brak jest elementów sterujących, filtrów oleju itd.,
- brak w tekście pracy cytowania publikacji **pozycja 45** ze spisu bibliografii - Johnston, K., Cheung, I. C., Henderson, F., Queen, G., & Lida, K. (2016). Enhancement of Forestry Tree Planting Machine. University of Strathclyde, ME519 Group Project, Mechanical and Aerospace Engineering.
- brak w tekście pracy cytowania publikacji **pozycja 67** ze spisu bibliografii - Lemecha, M., Napiórkowski, J., & Konat, Ł. (2017). Analysis of wear and tear of working elements with a replaceable cutting Edge in an abrasive of soil mass. Tribologia, 3, 101– 109.
- brak w tekście pracy cytowania publikacji **pozycja 68** ze spisu bibliografii - Luoranen, J., & Viiri, H. (2016). Deep planting decreases risk of drought damage and increases growth of Norway spruce container seedlings. New Forests, 47.
- brak w tekście pracy cytowania publikacji **pozycja 72** ze spisu bibliografii - Napiórkowski, J. (2005). Zużyciowe oddziaływanie gleby na elementy robocze narzędzi rolniczych. Inżynieria Rolnicza, R. 9, nr 12, 3–171.

- brak w tekście pracy cytowania publikacji **pozycja 101** ze spisu bibliografii - Ślósarczyk, W. (b.d.). Tarcie w niektórych parach kinematycznych—Klin. Tarcie w łożyskach. Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH. Pobrano 3 lipiec 2022,
- brak w tekście pracy cytowania publikacji **pozycja 108** ze spisu bibliografii - Więsik, J., & Aniszewska, M. (2011). Urządzenia techniczne w produkcji leśnej—Tom I – Urządzenia do hodowli i ochrony lasu: T. I. SGGW.
- brak w tekście pracy cytowania publikacji **pozycja 131** ze spisu bibliografii - Weremczuk, D., Weremczuk, J., & Weremczuk, R. (2008). Sadzarka karuzelowa do rozsady roślin z zakrytym systemem korzeniowym (Urząd Patentowy RP Patent No. Pat.197368).

4. Podsumowanie i końcowe wnioski

W niniejszej recenzji przedstawiłem uwagi krytyczne oraz pytania i wątpliwości nasuwające się podczas czytania rozprawy doktorskiej. Uwagi te wynikały głównie ze sposobu prezentacji badań oraz wyników badań, dlatego ich interpretacja była utrudniona. Nie obniża to jednak ogólnej oceny, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Michał Szaroleta jest na zadawalającym poziomie merytorycznym. Głównymi walorami przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej są:

- **znaczenie podjętej tematyki**, w kontekście poszerzenia wiedzy na temat konstrukcji, kształtu oraz oporów roboczych narzędzia sadzącego sadzonki z zakrytym systemem korzeniowym,
- **aktualność** – analiza literatury pokazała, że podjęta tematyka jest nowa i pionierska w stosunku do sadzarek leśnych, a przedstawione w rozprawie rozwiązania układów pomiarowych i analizy są interesujące i wzbogacają wiedzę w tym obszarze,
- **zakres pracy** – rozprawa doktorska jest rozbudowana teoretycznie (np. analiza MES), znajdują się w niej bardzo szczegółowe opisy i rysunki przedstawiające elementy składowe zespołu sadzącego. Część teoretyczna stanowi dość dobrze opisany i uporządkowany obszar wiedzy,
- **zakres przeprowadzonych badań** – przedmiot badań, zaplanowane i przeprowadzone badania laboratoryjne i polowe oporów oraz głębokości zagłębiania elementu roboczego sadzarki były wystarczające do osiągnięcia postawionego celu, pomimo pewnych uwag i wątpliwości wyartykułowanych powyżej,
- **przygotowanie merytoryczne i badawcze Autora** – teoretyczny i badawczy zakres pracy potwierdzają, że Autor posiada odpowiednią wiedzę i umiejętności do samodzielnego rozwiązywania stawianych problemów badawczych z obszaru szeroko rozumianego projektowania konstrukcji maszyn oraz może samodzielnie lub we współpracy kontynuować

realizowane dotychczas badania. Propozycje dalszych badań sformułował w ostatnim 11.4 podrozdziale,

- **znaczenie uylitarne pracy** – przedstawiona wiedza na temat: sadzenia sadzonek, sadzarek, oporów roboczych oraz głębokości zagłębienia zależnych od kształtu narzędzia sadzącego oraz możliwości ich obliczania przekłada się bezpośrednio na możliwość projektowania i konstruowania mniej energochłonnych zespołów roboczych sadzarek do sadzenia sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym.

W związku z powyższym konkludując wszystkie powyższe kwestie potwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Michała Szaroleta na temat *Wpływ konstrukcji i działania zespołu sadzącego na proces sadzenia drzewek z zakrytym systemem korzeniowym* spełnia wymagania obowiązującej ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Dlatego rekomenduję dopuszczenie do publicznej obrony.

Recenzent

