

*Prof. dr hab. inż. Adam Józef Lipiński*  
*Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań*  
*Wydział Nauk Technicznych*  
*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**  
**mgr inż. Bogusławy Marzeny Berner**  
**pt. „Osadzanie na roślinach cieczy rozpylanej z drona wielowirnikowca”**

**1. Wstęp**

Recenzja została opracowana na podstawie informacji zawartej w piśmie RD IM/5100/2023, z dnia 3 lipca 2023 r., podpisanego przez Przewodniczącą Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie – prof. dr hab. inż. Dariusza Andrejko.

Z pisma wynika, Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie wyznaczyła mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Bogusławy Marzeny Berner.

W recenzji uwzględniono ustawowe kryteria i wymogi stawiane pracom doktorskim, wynikające z Ustawy z dn. 14.03.2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r., nr 65, poz. 595; z późn. zm.) oraz z Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 19 stycznia 2018 r. (Dz. U. z 2018 r., poz. 261). w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora.

**2. Ocena rozprawy**

Rozprawa doktorska autorstwa Kandydatki do stopnia doktora w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna ma 122 strony, w tym: spis treści, sześć rozdziałów zasadniczej części pracy, bibliografię oraz załącznik, w którym są szczegółowe wyniki badań.

Układ treści rozprawy jest właściwy i w jasny sposób prezentuje wykonaną pracę.

Rozprawa napisana jest poprawnie, z należytą starannością, ale są też pewne niedociągnięcia (nieprecyzyjne sformułowania, potoczny język), co w niektórych miejscach skutkuje zagubieniem jasności przekazu.

Dużych zastrzeżeń natury edytorskiej nie mam, ale w niektórych miejscach (część wskażę w dalszej części recenzji) zabrakło staranności w korekcie. Podobnie tabele i rysunki zostały w większości opracowane i wykonane czytelnie, ale niektóre wykresy mogłyby być większe, a fotografie lepszej jakości.

Praca rozpoczyna się podziękowaniem i spisem treści, następnie pojawiają się streszczenia po polsku i angielsku (tłumaczenie jest poprawne). Streszczenie z jednej strony właściwie oddaje treść rozprawy, z drugiej jednak sygnalizuje pewne kluczowe niedociągnięcia ocenianej pracy, a są nimi:

- pewna niestaranność edycyjno-redakcyjna (interpunkcja, używanie nieoczywistych dla dyscypliny naukowej skrótów, które w takim wypadku powinno się wyjaśniać przy pierwszym użyciu („BSP”), skróty myślowe, itp.),
- dyskusyjny i nieprecyzyjny język, np. „pojemność osadzanej cieczy”,
- rozmyte, „miękkie” wnioski, używanie wyrażen w rodzaju - „może być lepsza”.

Zasadnicza część rozprawy rozpoczyna się bardzo długim, bo aż 33-stronicowym wstępem, którego długość wynika z faktu, że Autorka, dość niekonwencjonalnie, zawarła w nim przegląd literatury.

Literatura stanowiąca uzasadnienie dla podjęcia tematu jest szeroka, aktualna i właściwie dobrana, aczkolwiek szkoda, że odwołania do literatury są w kilku miejscach wskazane łącznie. Korzystniej byłoby wskazać konkretny powód każdego z odwołań do literatury.

Ponadto należy wyartykułować fakt, że w Polsce opryski dronem nie są obecnie legalne, brakuje odniesień do aktów prawnych, Autorka powołuje się tylko na jedną dyrektywę UE. Aspekt ten jest tym bardziej istotny, że przecież prace naukowe w temacie powinny co do zasady stanowić podstawowy argument do stosownych zmian w prawie. Mogłoby to być może też jednym z wniosków pracy.

Niemniej, abstrahując od powyższego niedociągnięcia, przegląd literatury jest ciekawy i dobrze wprowadza czytelnika w tematykę rozprawy. Przegląd badań w temacie jest wyczerpujący. Dotyczy on badań polowych oraz laboratoryjnych i przekonująco uzasadnia też podjęcie przez Autorkę tematu pracy. Szczególnie ważne wydają się tu aspekty bezpieczeństwa (operator drona nie jest narażony na kontakt ze środkami ochrony roślin) i porównania skuteczności zabiegów oprysku z techniką „tradycyjną”. Moja ocenę tego fragmentu obniżają nieco błędy stylistyczne, niejasny język (czym jest np. „pojemność osadzania pestycydów”?) i brak jasnego zdefiniowania niektórych pojęć, jak np. „jakość osadzania się rozpylanej cieczy” lub „współczynnik równomierności osadzania cieczy”. Wracając jeszcze do pojęcia „pojemności osadzanej cieczy” – wydaje mi się, że zastąpienie terminu „pojemność” terminem „objętość” byłoby nader wskazane.

W kolejnym, czyli drugim, rozdziale Kandydatka wskazała problemy badawcze, cel i zakres swojej pracy.

Na samym początku Autorka stawia dwie hipotezy. Pierwsza mówi o wpływie ciężaru drona, jak też jego prędkości i wysokości, na jakość oprysku, druga z kolei, chyba zbyt odważna, o tym, że jakość zabiegu oprysku wykonanego przy pomocy drona może być lepsza od jakości uzyskanej przy pomocy opryskiwacza naziemnego. Na podstawie tych hipotez zbudowane zostały cztery kluczowe problemy badawcze, w gruncie rzeczy doprecyzowujące pytania, jakie wynikają z powyższych hipotez.

Jeśli chodzi o wpływ parametrów pracy drona oraz cech roślin na zabieg oprysku, to nie mam uwag, ale jeśli chodzi o porównanie uzyskanej przy pomocy drona jakości oprysku z jakością uzyskaną przy pomocy opryskiwacza naziemnego, to w mojej opinii nie jest to stosowne pytanie.

Niezwykle trudno byłoby znaleźć tu punkt odniesienia, tzn. jaki miałby być opryskiwacz, jakie dysze, czy stosowano by pomocniczy strumień powietrza, czy belka byłaby stabilizowana i o jakiej długości, jakie byłyby warunki pogodowe, itp. W tym kontekście odpowiedź na pytanie, bez wykonywania żadnych badań: „czy jakość może być lepsza”, może być zarówno potwierdzająca, jak i zaprzeczająca.

Następnie możemy zapoznać się z celem pracy, który w zasadzie sprowadza się do zbadania wpływu różnego rodzaju czynników technicznych charakteryzujących lot drona wielowirnikowca (parametrów pracy drona) na jakość zabiegu oprysku. Cel tak sformułowany, jest w mojej opinii, jest dość luźno związany z tematem rozprawy. Lepiej byłoby inaczej sformułować temat rozprawy, aby był ściślej powiązany z celem pracy.

W dalszej kolejności Autorka ustaliła zadania badawcze, które wprost wynikają z wcześniejszej zawartości rozdziału, oraz zakres pracy.

Zakres pracy jest przedstawiony bardzo ogólnie, zawiera też elementy metodyki. W kontekście tych właśnie elementów warto wspomnieć, że przyjęte do badań parametry niezbyt dobrze nawiązują do praktyki rolniczej. Trochę też szkoda, że przyjęto jedyne skrajne wartości napełnienia zbiornika, ponieważ wartości pośrednie mogłyby dostarczyć dodatkowych, ważnych, informacji, np. mogłoby się okazać, że dla pewnego zakresu napełnienia zbiornika, czyli w gruncie rzeczy ciężaru całkowitego drona, jakość oprysku się nie zmienia.

Rozdział trzeci opisuje materiał badawczy i zastosowane metody. Jest on w mojej opinii dobrze napisany, nie pozostawia wątpliwości w tych kwestiach. Zdjęcia, szczególnie stanowiska badawczego, są dość słabej jakości. Można było lepiej zadbać o ich jakość, albo też poza zdjęciami - dodać schemat tegoż stanowiska.

Należy jednak zaznaczyć, że eksperyment zaplanowany został w oderwaniu od rzeczywistych warunków prowadzenia oprysków, co w połączeniu z faktem, że wykonano tylko badania laboratoryjne, obniża wartość poznawczą wyników w kontekście ich przełożenia na ewentualną przyszłą praktykę polową.

Już sam fakt tego, że dron prowadzony jest po dokładnie ustalonej ścieżce sprawia, że koniec końców badany jest przede wszystkim wpływ ruchu powietrza generowanego przez śmigła drona na jakość oprysku przy pomocy dyszy, która jest zamocowana na dronie, zamiast na belce opryskiwacza polowego.

W kontekście powyższego w mojej opinii zbyt pochopnie przyjęto założenie, że wystarczy wyłączyć napęd śmigła drona by uznać, że uzyskany oprysk jest taki, jaki zostałyby uzyskany przy pomocy opryskiwacza naziemnego. Przy tym założeniu nie są uwzględniane czynniki rzeczywiste, tj. wpływ warunków atmosferycznych dla obu sposobów opryskiwania (w przypadku opryskiwacza naziemnego wiatr wpływa na znoszenie cieczy, w przypadku drona, wpływa też na niego samego), precyzji sterowania dronem, nierówności terenu, możliwości zastosowania pomocniczego strumienia powietrza w opryskiwaczu naziemny, itd.

Mam też pytanie dotyczące zastosowanej dyszy, tj. ST 110-02. Skąd taki wybór? W literaturze tematu dość często obecne jest podejście, w którym testuje się co najmniej dwa typy dysz. Natomiast dysza ST 110-02 daje drobne krople, podatne na znoszenie, co rodzi też pytanie o wpływ generowanego przez ruch śmigieł drona ruchu powietrza na znoszenie kropeł poza obszar docelowy.

W tym miejscu warto być może wspomnieć o tym, że w dalszej części pracy Autorka wskazuje m.in. na pewną korzyść wynikającą z ruchu śmigieł (strumień powietrza rozchylając liście/todygi ułatwia penetrację wgłąb), ale pojawia się tu pytanie o rachunek zysków i strat, bo z drugiej strony, czy i ewentualnie jak ten sam strumień wpływał na znoszenie cieczy. W tym kontekście szkoda, że nie umieszczono także próbników poza obszarem docelowym.

Kolejnym moim pytaniem dotyczącym tego rozdziału jest pochodzenie wzoru (4). Moim zdaniem zbyt lakonicznie opisano pochodzenie tej formuły.

Częściowo w nawiązaniu do powyższej uwagi, wykorzystywane przez Kandydatkę pojęcia/wskaźniki często są zbyt krótko opisane, co budzi wątpliwości interpretacyjne. Warto byłoby powołać się na literaturę uzasadniając użycie takiego, a nie innego wskaźnika (dotyczy to np. wykorzystania współczynnika zmienności do opisu równomierności wgłębnej osadzenia cieczy CV), czy też dokładniej opisując wskaźnik pokrycia liściowego LAI.

Kolejny, czwarty rozdział, omawia wyniki badań. Wyniki zasadniczo opracowano prawidłowo i wyczerpująco, także w aspekcie statystycznym, aczkolwiek mam kilka uwag:

- zabrakło dokładnej korekty, np. pomyłona jednostka na stronie 65, tytuł Tabeli 8, ...,
- w mojej opinii wyznaczanie równań regresji opisujących wpływ prędkości obrotowej śmigieł droga na równomierność osadzania cieczy (formuły (10), (11) i (12)) jest nieuzasadnione zbiorem danych – jedynie 3 punkty na osi x, na dodatek nierównomiernie na tej osi położone.

Mam też istotną uwagę dotyczącą dyskusji wyników. O ile sam ich opis jest zasadniczo rzetelny i wyczerpujący, to niestety niemal całkowity brak odniesienia się do literatury tematu jest zauważalny. Generalnie, badań dotyczących podobnych zagadnień w ostatnich latach opublikowano niemało, zresztą sama Autorka część z nich cytuje w ramach wstępu do pracy, więc odniesienie się do nich byłoby również wskazane.

Rozprawę podsumowano dwustronicowym rozdziałem 5, zawierającym stwierdzenia i wnioski.

Fragment ten dość dobrze podsumowuje wykonane badania i osiągnięte rezultaty.

Na początku dane są wypunktowane stwierdzenia, które dobrze syntetyzują osiągnięte wyniki.

Na koniec Kandydatka do stopnia doktora próbuje postawić ostateczne wnioski dotyczące przyjęcia wcześniej postawionych hipotez. Mam tu dwie uwagi:

- Autorka „ostrożnie” pisze, że pewne czynniki „mogą mieć” wpływ na jakość osadzania cieczy rozpylanej z drona – oczekiwałbym tu jednak konkretnego wniosku,
- tak samo „ostrożnie” Autorka pisze o tym, że jakość osadzania cieczy rozpylanej z drona „może być lepsza” od jakości uzyskanej opryskiwaczem naziemnym. Tutaj akurat tą zachowawczość rozumiem (wcześniej już o tym napisałem).

Rozprawę kończą wykaz literatury i załącznik zawierający tabele z wynikami badań. Liczba pozycji bibliografii jest adekwatna i obejmuje pozycje zarówno polsko, jak i anglojęzyczne. Aktualność literatury również jest bez zarzutu - pojawiają się pozycje z lat 2021 i 2022, co pozwala założyć, że Kandydatka opierała się na najnowszych wynikach badań.

Warto zwrócić uwagę na obecność w bibliografii prac własnych Autorki (8 pozycji, z czego 7 jako pierwszy autor), które w mojej opinii podkreślają kompetencje naukowe Autorki, szczególnie w kontekście ewentualnej dalszej pracy naukowej.

Powtarzam tu jednak uwagę dotyczącą braku aktów prawnych dotyczących możliwości wykorzystania dronów w praktyce polowej.

Kończąc ocenę rozprawy, chciałbym podkreślić, że moja kompleksowa jej ocena jest pozytywna.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Rozprawę zaliczam do kategorii spełniających wymagania stawiane rozprawom doktorskim w dyscyplinie inżynieria mechaniczna (wcześniej inżynieria rolnicza).

Kandydatka do stopnia doktora zrealizowała postawiony cel oraz odpowiedziała na kluczowe pytania badawcze.

Sama rozprawa w mojej opinii podejmuje tematykę ważną, aktualną i ciekawą, a uzyskane w ramach prac nad nią wyniki mają w mojej opinii sporą wartość poznawczą. Oba te aspekty są moim zdaniem kluczowe dla pozytywnej oceny rozprawy.

Dodatkowym wsparciem dla tej oceny są publikacje Autorki dotyczące zastosowań dronów w różnych, często bardzo ciekawych aplikacjach, jednak oczywiście w większości dotyczące ochronnych zabiegów oprysku roślin.

Przekazana mi do recenzji rozprawa doktorska stanowi zatem w mojej opinii dowód na właściwe przygotowanie jej Autorki do samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych oraz na Jej kompetencje w kontekście dalszej samodzielnej pracy naukowej.

**Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej ocenę rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Bogusławy Marzeny Berner wnioskuję o dopuszczenie Jej do publicznej obrony.**



Obrotyna 28. VIII. 2023 r.