

Olsztyn, 5.01.2018 r.

Dr hab. inż. Stanisław Konopka, prof. UWM  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Wydział Nauk Technicznych  
Katedra Maszyn Roboczych i Metodologii Badań

## Recenzja

**pracy doktorskiej mgra PAWŁA ARTURA KLUZY**  
**pt. „Prognozowanie równomierności opadu cieczy z dysz szczelinowych opryskiwacza”**

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Izabela Kuna-Broniowska

Promotor pomocniczy: dr inż. Milan Koszel

Podstawa prawna: pismo TDz.531/os/2017 wystosowane przez Pana prof. dra hab. inż. Andrzeja Marczyka, Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dn. 20.11.2017 r.

### Ogólna charakterystyka pracy

Recenzowana rozprawa dotyczy modelowania rozkładu poprzecznego cieczy podczas symulowanego zabiegu oprysku polowego, przy wykorzystaniu szczelinowych rozpylaczy o zróżnicowanym stopniu ich zużycia. Autor, w warunkach laboratoryjnych, przeprowadził szereg eksperymentów, których wyniki posłużyły do opracowania symulacyjnego modelu umożliwiającego prognozowanie równomierności rozkładu aplikowanej cieczy (wody). Do opracowania modelu wykorzystano rozpylacze szczelinowe typu AZ-MM 110°/03 o zmiennym stopniu ich zużycia, ale umożliwiającym uzyskanie tzw. współczynnika zmienności (V) w zakresie do 10% (wg obowiązujących przepisów, dotyczących oceny sprawności sprzętu technicznego do ochrony roślin, jest to wartość maksymalna). Natomiast do weryfikacji modelu (etap sprawdzenia adekwatności modelu z jego założeniami) użyto do badań porównawczych rozpylaczy RS-MM 110°/03, dla których  $V=2,16\%$ . Doświadczenia zrealizowano na stanowisku badawczym, będącym na wyposażeniu Katedry Eksploatacji Maszyn i Zarządzania Procesami Produkcyjnymi, Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Pomiary przeprowadzono wg obowiązujących procedur i przy właściwych (dla tego rodzaju badań) parametrach roboczych, tj. ciśnieniu wynoszącym 0,3 MPa oraz odległości rozpylacza od rowkowej części stołu równej 0,5 m. Szerokość profilu probierczych stołu wynosiła 50 mm.

Praca liczy 87 stron, przy czym jej zasadniczą treść - wraz z 27 rysunkami i 12 tabelami - przedstawiono na 58 stronach. Pozostałą (integralną część rozprawy) stanowi „Aneks”, składający się z „Załącznika A” - zbiór diagramów korelacyjnych z równaniami regresji dla różnych wariantów porównywanych rozpylaczy oraz „Załącznika B” - zbiór wykresów symulacyjnych dla różnych wariantów porównywanych końcówek rozpylających.

Rozprawa została podzielona na 7 głównych rozdziałów (łącznie z „Wykazem literatury”), przy czym 3 zasadnicze rozdziały, tj.: „Analiza stanu wiedzy”, „Materiał i metody” oraz „Wyniki badań i ich dyskusja” podzielono na dodatkowe podrozdziały. Generalnie, pod względem formalnym, strukturę pracy oceniam jako prawidłową. Pewną modyfikację planu pracy wprowadziłbym w rozdziale (2) – propozycję w tym zakresie przedstawię w dalszej części recenzji.

Największym mankamentem ocenianej rozprawy doktorskiej jest występowanie licznych błędów: stylistycznych, interpunkcyjnych, ortograficznych (np. skrót „nr.” – tabele 8÷11) oraz brak stosowania tzw. fachowego nazewnictwa. Czyni to szereg fragmentów tekstu pracy niejasnymi, a czasami wręcz niezrozumiałymi. Zastrzeżenia w tym zakresie, które powinny stanowić dla Autora istotne wskazówki w aspekcie ewentualnego przygotowywania tekstu pracy do publikacji naukowych, przedstawiam w dalszej części recenzji dotyczącej szczegółowej analizy treści poszczególnych rozdziałów.

### **Szczegółowa analiza treści poszczególnych rozdziałów rozprawy**

1. W rozdziale (1) „*Wstęp*” Autor wprowadza czytelnika w zagadnienie związane z aplikacją cieczy, przy wykorzystaniu opryskiwacza polowego wyposażonego w płaskostrumieniowe rozpylacze szczelinowe. Stwierdza, że strumienie emitowanej cieczy z kolejnych rozpylaczy powinny się częściowo pokrywać (szczególnie w skrajnych obszarach tzw. stożków emitowanej cieczy) celem uzyskania równomiernego rozkładu cieczy na szerokości wynikającej z konstrukcji opryskiwacza. Dodatkowo, Pan mgr Paweł Kluza zaznacza, że wyznacznikiem równomierności aplikacji cieczy jest tzw. współczynnik zmienności (określany w specjalistycznej literaturze jako CV – coefficient of variation), którego wartość wg obowiązujących przepisów (norm) nie może przekraczać 10%. Nie rozumiem, jednak, ostatniego zdania niniejszego rozdziału, które brzmi cyt. „*Dotychczas nie opracowano modelu, który w przypadku pracy nowego rozpylacza zadowalająco określa ilości nagromadzonej cieczy zapewniające uzyskanie określonej normy, dopuszczalnej wartości współczynnika zmienności*”. Czytając takie stwierdzenie można domniemywać, że nowe rozpylacze nie pozwalają na uzyskanie wartości wskaźnika (CV) poniżej 10%, co jest tezą błędną.
2. Rozdział (2), zatytułowany „*Analiza stanu wiedzy*”, Autor podzielił na cztery podrozdziały, w których (na bazie literatury) przedstawia kolejno: opis „*Parametrów i elementów rozpylacza*”, budowę i klasyfikację opryskiwaczy (podr. „*Opryskiwacz*”), charakterystykę „*Stopnia pokrycia opryskiwanych powierzchni*” oraz podr. „*Rozkłady kropeł po procesie oprysku*” dotyczący matematycznego modelowania rozkładu cieczy. Według mnie, struktura niniejszego rozdziału nie w pełni odzwierciedla stan wiedzy analizowanego zagadnienia. Odczuwa się wyraźny brak podrozdziału dotyczącego analizy „*czynników wpływających na równomierność rozkładu poprzecznego aplikowanej cieczy*”. Moim zdaniem, taki podrozdział istotnie uświadomiłby czytelnikowi, że równomierność rozkładu poprzecznego cieczy nie zależy tylko od stopnia zużycia rozpylaczy. Równie ważne są aspekty związane np. z: typem

i rozstawem rozpylaczy, wysokością „prowadzenia” belki polowej nad uprawą w trakcie zabiegu, zmiennością (głównie spadkiem) ciśnienia powstałego w wyniku „zabrudzeń” lub niewłaściwie działających podzespołów opryskiwacza (np. powietrznika), zmiennych warunków wykonywania zabiegu (np. wahań belki polowej, prędkości i kierunku wiatru, rodzaju i gęstości uprawy), czy też prędkością wykonywania zabiegu (występowanie tzw. turbulencji wtórnej). Wymienione czynniki mają zasadniczy wpływ na równomierność rozkładu poprzecznego aplikowanej cieczy, a tym samym użyteczność techniczną opryskiwacza ocenianą m.in. poprzez wartość współczynnika zmienności (CV).

Natomiast, odnosząc się do treści opisywanego rozdziału (podrozdziałów) można odnieść wrażenie, że przeprowadzona analiza jest zbyt powierzchowna – wyraźnie odczuwalny jest brak tzw. „naukowej dociekliwości”.

Odnutowałem również liczne informacje (stwierdzenia), które wg mojej wiedzy są niewłaściwe. Główne zastrzeżenia dotyczą następujących zapisów:

- str. 10 – cyt. „...redukujące nanoszenie się kropeł...” – co to znaczy?
- str. 10 – cyt. „Rozpylacze standardowe pracują w zakresie ciśnień od 0,2 do 0,4 MPa i produkują mało kropeł o dużych rozmiarach” – co to są rozpylacze standardowe i na jakiej podstawie określono wymieniony zakres ciśnień?
- str. 10 – cyt. „Bardziej nowoczesne rozpylacze produkują duże krople przy ciśnieniach od 0,3 do 0,6 MPa” – uwagi zbliżone do zamieszczonych powyżej;
- str. 11 – cyt. „Dla rozważanych rozpylaczy szczelinowych stosowane są kąty z zakresu od 80 do 120 stopni” – nie wiem, z jakiego źródła Autor przytacza dane dotyczące zakresu zmienności kątów w rozpylaczach szczelinowych?
- przedstawione formuły matematyczne, oznaczone jako: (1), (2), (3), (8), (9), (10), (11) i (12) nie są poprzedzone właściwym cytowaniem źródła, co w konsekwencji oznacza autorskie opracowanie Pana mgra Pawła Kluzy - a tak nie jest;
- str. 14 – nie zgadzam się ze stwierdzeniem Autora, stanowiącym podsumowanie podr. (2.1.) – cyt. „Podsumowując, na rozkład kropeł po procesie oprysku mają wpływ różne parametry. Rodzaj rozpylacza determinuje ciśnienie robocze, odległość dyszy od powierzchni oraz ustawienie kąta dyszy (Azimi i in. 1985)”. Nawet pomimo faktu, iż Pan mgr Paweł Kluza powołuje się w przytoczonym fragmencie na źródło bibliograficzne uważam, że jest to stwierdzenie niewłaściwe. Główne czynniki wpływające na równomierność rozkładu poprzecznego aplikowanej cieczy wymieniłem w drugim akapicie opisu niniejszego rozdziału;
- str. 15 – przedstawiony na rysunku (3) podział opryskiwaczy jest mało precyzyjny. Moim zdaniem jest to klasyfikacja bardzo uproszczona, nie zdefiniowana kryterialnie i nie odzwierciedlająca obecnego stanu wiedzy;
- str. 18 – odnotowałem błędne oznaczenie cytowań: „Ozkan i in. 1992b” oraz „Nation 1976a”;
- stwierdziłem brak w „Wykazie literatury” następujących pozycji: „Sinfort i in. 1992” – str. 20 oraz „Dagnelie, 1975” – str. 22 i 23.

Przedstawione powyżej propozycje (uwagi) mają charakter uściślający i porządkujący treść ocenianego rozdziału. Mam nadzieję, że posłużą one Autorowi w przygotowywaniu publikacji naukowych.

3. Rozdział (3) został zatytułowany „*Cel i zakres pracy*”. Jednakże treść tego rozdziału dotyczy sformułowania problemu naukowo-badawczego oraz sposobu jego rozwiązania i zweryfikowania.

Moim zdaniem, jest to kwestia kontrowersyjna.

Dodatkowo, mam zastrzeżenia co do poprawności sformułowania problemu naukowo-badawczego. Wg mnie, jest on zbyt słabo uszczegółowiony, a jego treść (str. 24 ocenianej pracy) stanowi jedynie ideę pewnych przypuszczeń.

4. Rozdział (4) zatytułowany „*Materiał i metody*” został podzielony na (3) podrozdziały. Autor przedstawił w nim istotne informacje dotyczące: stanowiska badawczego i techniki wykonywania badań, sformułowania założeń dotyczących nowego modelu (tzw. funkcji gęstości) oceny rozkładu cieczy aplikowanej przy wykorzystaniu rozpylaczy szczelinowych oraz autorskiego modelu umożliwiającego prognozowanie stopnia równomierności pokrycia powierzchni cieczą podczas oprysków polowych.

Generalnie, treść niniejszego rozdziału (podrozdziałów) nie budzi zastrzeżeń i stanowi „clou” niniejszej rozprawy doktorskiej. Pan mgr Paweł Kluza prawidłowo zdefiniował matematyczną postać nowej funkcji rozkładu gęstości do predykcji ilości aplikowanej cieczy przy wykorzystaniu rozpylaczy o zróżnicowanym stopniu zużycia. Dodatkowo, przeprowadził redukcję współzależnych parametrów modelu oraz dokonał optymalizacji pozostałych parametrów funkcji, przyjmując za kryterium zadaną wartość współczynnika zmienności (CV) ilości aplikowanej cieczy.

Pewną wskazówką dla Autora może być podanie (w podrozdziale 4.1.) danych dotyczących: objętości pojedynczego cylindra w stanowisku pomiarowym oraz czasu wypływu cieczy z rozpylacza w trakcie prowadzenia badań.

Pragnę również zwrócić uwagę, że obliczenia wg wzoru (21) – str. 34 dają wyniki w postaci ułamka właściwego. Natomiast, cała dalsza część rozprawy (dyskusja wyników) oparta jest na współczynniku zmienności wyrażonym w (%), co z kolei jest właściwym podejściem w tego typu analizach. W związku z powyższym, wzór (21) wymaga korekty.

5. Rozdział (5) – „*Wyniki badań i ich dyskusja*” i jego podrozdziały stanowią dokumentację wyników obliczeń związanych z weryfikacją autorskiego modelu (opisu) rozkładu aplikowanej cieczy oraz symulacją jego zastosowań do prognozowania jakości wykonywania zabiegów oprysków polowych opryskiwaczami wyposażonymi w szczelinowe końcówki rozpylające o różnym stopniu zużycia.

Treść podrozdziału (5.1.) jest potwierdzeniem adekwatności modelu do predykcji wartości rzeczywistych. Do realizacji tego celu Autor wykorzystał właściwe (statystyczne) metody obliczeniowe, których efektem jest wyznaczenie: odpowiednich zależności korelacyjnych i regresyjnych, ocen współczynników dopasowania równań

regresji oraz porównanie rzeczywistych (empirycznych) wartości wydatków cieczy z oczekiwanymi (test  $\chi^2$ ).

Natomiast w podrozdziale (5.2), Pan mgr Paweł Kluza przedstawił symulacje ilości aplikowanej cieczy, przeprowadzone na podstawie autorskiego modelu, dla rozpylaczy o zróżnicowanym stopniu zużycia i zdefiniowanych wartości parametrów modelu. Wykazał On, że zaproponowany model może mieć użyteczność diagnostyczną do oceny współczynników zmienności (CV) aplikowanej cieczy, przy wykorzystaniu rozpylaczy o różnym (ale dopuszczalnym) stopniu zużycia.

W zakresie zastrzeżeń do niniejszego rozdziału pragnę zwrócić uwagę, że nie ma potrzeby podawania wartości współczynników liniowej korelacji *Pearsona* i współczynników determinacji, co zauważyłem np. w tabeli 6 – str. 39. Ponadto, na str. 51 zostało zapisane, że cyt. „*Analizując wyniki zawarte w tabelach od 12 do 15 oraz na rysunkach od 21 do 32 można...*” – czytając pracę odnotowałem (12) tabel i (29) rysunków.

6. W rozdziale (6) - „*Wnioski*” – Autor przedstawił (9) wniosków - moim zdaniem, stwierżeń.

Natomiast ich treść obejmuje konkluzje dotyczące: opracowania wyników pomiarów, ich weryfikacji oraz symulacji autorskiego modelu do predykcji aplikacji cieczy opryskiwaczami polowymi, wyposażonymi w szczelinowe końcówki rozpylające o różnym stopniu zużycia. Stanowią one syntezę efektów badań empirycznych i opracowań analitycznych, a ich tematyka bezpośrednio odnosi się do „sformułowanego w pracy problemu naukowo-badawczego”.

7. „*Wykaz literatury*” – rozdział (7) - stanowi spis (71) pozycji opracowań naukowych związanych tematycznie z treścią pracy. Ich wykorzystanie w treści pracy oceniam jako właściwe.

Drobne uwagi, w tym zakresie, wymieniłem w ramach opisu rozdziału (2).

## **Syntetyczna ocena pracy**

Reasumując pragnę stwierdzić, że:

- tytuł rozprawy został sprecyzowany jednoznacznie. Niestety, jego wybór nie został przekonująco uzasadniony;
- w pracy nie sformułowano jasno problemu naukowo-badawczego;
- treść celu i zakresu pracy jest nietypowa w odniesieniu do redakcji prac naukowych;
- rozprawa nie zawiera hipotez naukowych;
- metodyka oraz wyniki badań i analitycznych opracowań nie budzą zastrzeżeń i mogą stanowić podstawę wnioskowania;

- w dysertacji przedstawiono oryginalną (autorską) metodę dotyczącą modelowania aplikacji cieczy w trakcie wykonywania oprysków polowych, przy wykorzystaniu szczelinowych rozpylaczy o zróżnicowanym stopniu zużycia;
- praca ma charakter badawczy, a jej znaczna część treści stanowi rozszerzenie wiedzy naukowej nt. nowatorskiego podejścia do modelowania i symulowania operacji technologicznych związanych z prowadzeniem oprysków upraw polowych;
- wyniki badań i analiz mogą mieć istotne znaczenie praktyczne;
- wiarygodność wyników badań, analiz oraz interpretacji - nie budzą zastrzeżeń;
- przedstawione wyniki badań nie mają charakteru kompleksowego, ale istotnie wskazują kierunki dalszych prac w celu ich uzupełnienia;
- dobór źródeł bibliograficznych jest zgodny profilowo i gatunkowo z tematem i zakresem pracy;
- do największych mankamentów pracy zaliczam jej niedopracowanie pod względem stylistycznym i interpunkcyjnym oraz brakiem poprawnej jednolitości pojęciowej. Świadczy to o tzw. „słabym warsztacie redakcyjnym” Autora.

### **Wniosek końcowy**

Biorąc pod uwagę powyższe uważam, że opiniowana dysertacja Pana mgra PAWŁA ARTURA KLUZY pt. „*Prognozowanie równomierności opadu cieczy z dysz szczelinowych opryskiwacza*” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2016 r., poz. 882 ze zm.).

W związku z tym, **wniosuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.**

*Stanisław Konopka*