

## WPŁYW WYBRANYCH PARAMETRÓW I WARUNKÓW PRACY OPRYSKIWACZA NA POŁOŻENIE BELKI POLOWEJ W PŁASZCZYŹNIE POZIOMEJ

Antoni Szewczyk, Zygmunt Owsiak, Krzysztof Lejman, Gracjan Rojek  
*Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** W pracy określono wpływ wybranych parametrów i warunków pracy opryskiwacza na pozycję belki polowej w płaszczyźnie poziomej podczas ruchu roboczego. Posłużono się wskaźnikiem położenia belki WPB, za pomocą którego powiązано wielkość kąta wychylenia belki polowej i udział powierzchni opryskanej przy tym kącie wychylenia. Przeprowadzona analiza wykazała, że ciśnienie w ogumieniu i prędkość robocza wpływa istotnie na poziomie  $\alpha = 0,05$  na wartość wskaźnika położenia belki. Wysokość ustawienia belki oraz stopień napełnienia zbiornika nie wpłynęły istotnie na wartość analizowanego wskaźnika. Badania przeprowadzone były w warunkach polowych.

**Słowa kluczowe:** opryskiwacz polowy, belka polowa, ruch poziomy

### Wstęp

Równomierności naniesienia środków ochrony roślin na opryskiwane obiekty to podstawowy wymóg właściwie wykonanego zabiegu w ochronie upraw polowych i sadowniczych. Ten parametr jakości opryskiwania jest ściśle związany w opryskach polowych z pozycją belki polowej jaką ta zajmuje w stosunku do opryskiwanych powierzchni. Dlatego też tak dużą wagę przykładana się obecnie do konstrukcji belki polowej opryskiwacza, której system zawieszenia powinien utrzymywać jak najlepszą stabilność umożliwiającą pracę rozpylaczy w jednakowych warunkach. Belka polowa opryskiwacza ulega podczas pracy wychyleniom, które spowodowane są nierównościami terenu oraz zmiennymi przyspieszeniami ruchu agregatu. Najbardziej widocznym przykładem takiego zjawiska, jest pochylenie belki w płaszczyźnie pionowej prostopadłej do osi agregatu [Szewczyk 1998]. W tym przypadku występuje zmiana wysokości rozpylania względem opryskiwanej powierzchni, czego skutkiem są miejsca nie opryskane, jak i miejsca mocno przedawkowane oraz praca rozpylaczy na znacznie większej wysokości niż optymalna.

Innymi niekorzystnymi ruchami jakie belka wykonuje podczas pracy opryskiwacza są przemieszczenia w płaszczyźnie poziomej. Podobnie jak poprzednio i w tym przypadku mamy do czynienia z lokalnymi zmianami dawki cieczy użytkowej wynikające ze zmian prędkości belki podczas takiego wychylenia i przemieszczania się kilkakrotnie nad tą samą powierzchnią opryskiwaną. Dotychczas tymi zagadnieniami zajmowali się między innymi Ramon i in. [1998] oraz Antonis i in. [2000].

## Cel pracy

Celem badań było określenie zależności między wybranymi parametrami i warunkami pracy opryskiwacza a pozycją belki polowej, którą przyjmuje belka w płaszczyźnie poziomej w trakcie ruchu roboczego agregatu.

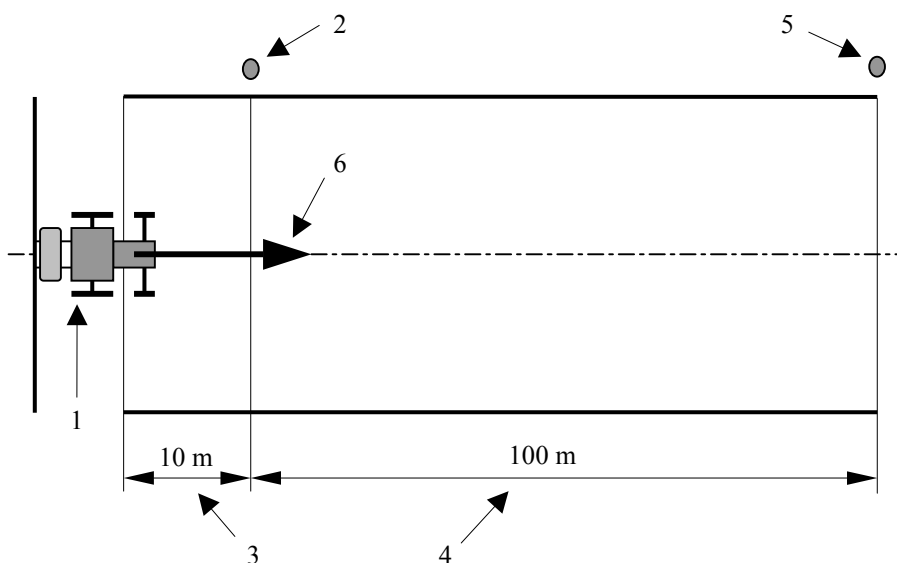
## Przedmiot i metodyka badań

Badania prowadzono w warunkach polowych z wykorzystaniem agregatu składającego się z ciągnika Ursus C-330 i opryskiwacza Pimet-412M.. Badanym podzespołem była belka polowa o szerokości roboczej 12 m.

Jako zmienne niezależne zastosowano następujące parametry pracy opryskiwacza:

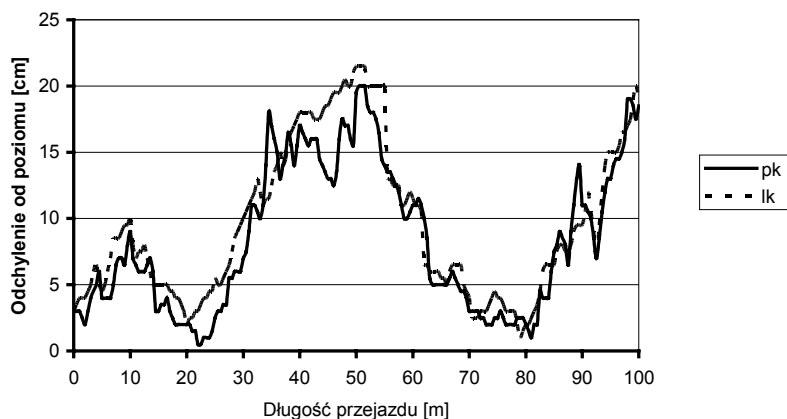
- prędkość jazdy agregatu:  $v_1=1,39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $v_1=1,94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $v_1=2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,
- wysokość ustawienia belki:  $h_1=0,4 \text{ m}$ ,  $h_2=0,8 \text{ m}$ ,
- stopień napełnienia zbiornika:  $\frac{1}{2}$  zbiornika, pełny zbiornik,
- ciśnienie w ogumieniu ciągnika:  $p_1=0,16 \text{ MPa}$ ,  $p_2=0,11 \text{ MPa}$ .

Przejazdy były powtarzane pięciokrotnie, na tym samym torze pomiarowym, dla każdego przyjętego parametru. Sposób prowadzenia agregatu przedstawiono na rysunku 1. Odcinek pomiarowy scharakteryzowano profilogramem (rys. 2) utworzonym oddzielnie dla prawego i lewego koła ciągnika jadącego po ścieżce technologicznej.



Rys. 1. Sposób prowadzenia agregatu: 1 – agregat, 2 – słupek startowy, 3 – odcinek rozbiegowy, 4 – odcinek pomiarowy, 5 – słupek końcowy, 6 – kierunek jazdy

Fig. 1. Unit operation method: 1 – unit, 2 – start post, 3 – warming-up section, 4 – measurement section, 5 – end post, 6 – run direction



Rys. 2. Profilogram odcinka pomiarowego: pk – prawe koło, lk – lewe koło  
 Fig. 2. Measurement section profilogram: pk – right wheel, lk – left wheel

Położenie belki w trakcie przejazdu opryskiwacza było filmowane kamerą video. Analiza obrazu z kamery pozwoliła na określenie chwilowych ustawień belki w płaszczyźnie poziomej. Schemat pomiaru kąta wychylenia belki pokazano na rysunku 3. Film z przejazdu rejestrowany przez kamerę został podzielony na stop klatki w odstępach jednosekundowych i zapisany jako bit mapa. Tak przygotowany materiał był analizowany przy pomocy programu Photoshop 7.0, który umożliwił wyznaczenie kąta o jaki wychyliła się belka w danej chwili w stosunku do płaszczyzny prostopadłej do osi symetrii agregaty oraz obliczono procentowy udział drogi przejechanej przez opryskiwacz z danym kątem wychylenia belki w stosunku do całego przejazdu.

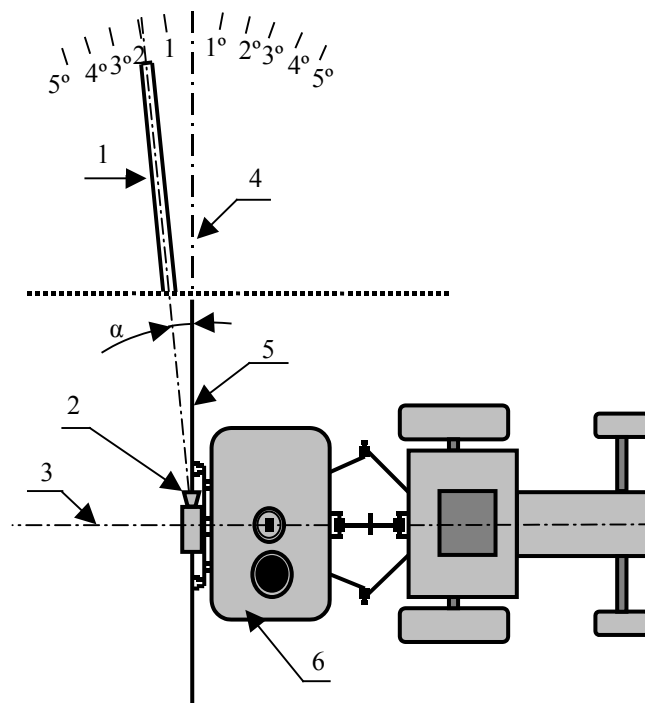
W celu określenia średniej wartości kąta wychylenia belki, posługiwano się bezwzględnymi wartościami rzeczywistych zmierzonych kątów wychylenia. Dla uproszczenia analizy wyników, przy odczycie wartości kąta wychylenia belki połowej, założono przedziały, w których mieściły się kąty wychylenia belki i uproszczono je do całkowitych wartości i tak kąt w przedziale  $0^\circ \leq \alpha < 0,5^\circ$  zapisano jako  $\alpha_1 = 0^\circ$ ; w przedziale  $0,5^\circ \leq \alpha < 1,5^\circ$  został zapisany jako  $\alpha_2 = 1^\circ$ ; w przedziale  $1,5^\circ \leq \alpha < 2,5^\circ$  przejęto  $\alpha_3 = 2^\circ$ ; w przedziale  $2,5^\circ \leq \alpha < 3,5^\circ$  jako  $\alpha_4 = 3^\circ$ ; w przedziale  $3,5^\circ \leq \alpha < 4,5^\circ$  jako  $\alpha_5 = 4^\circ$ ; natomiast w przedziale  $4,5^\circ \leq \alpha < 5,5^\circ$  jako  $\alpha_6 = 5^\circ$ .

W celu powiązania wielkości kąta wychylenia belki połowej opryskiwacza i wielkości powierzchni opryskanej przy tym kącie wychylenia, wykorzystano wskaźnik położenia belki (WPB) wyrażony wzorem [Szewczyk 1998]:

$$WPB = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i \cdot u_i}{100} \quad [^\circ] \quad (1)$$

gdzie:

- $\alpha_i$  – kąt wychylenia belki,
- $u_i$  – procentowy udział powierzchni opryskanej przy danym kącie wychylenia belki połowej,
- $n$  – liczba pomiarów.



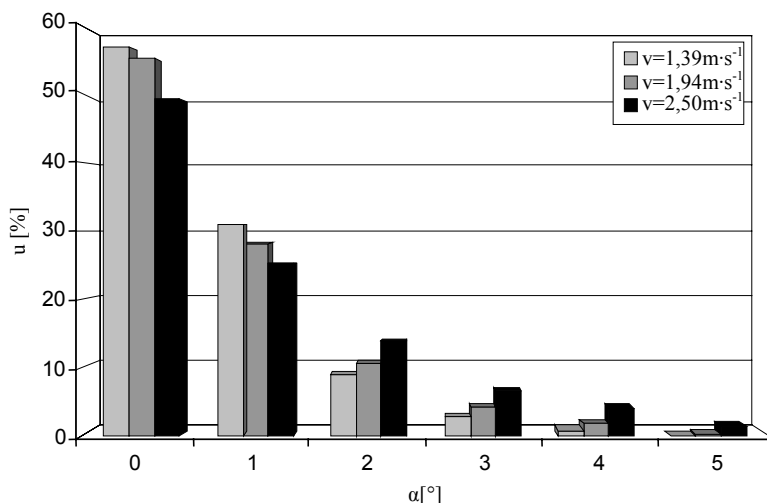
Rys. 3. Schemat pomiaru kąta wychylenia belki. 1 – belka polowa, 2 – kamera, 3 – oś symetrii agregatu, 4 – płaszczyzna prostopadła do osi agregatu, 5 – początkowe położenie belki, 6 – opryskiwacz,  $\alpha$  – kąt wychylenia belki w płaszczyźnie poziomej

Fig. 3. Diagram showing toolbar inclination angle measurement. 1 – field toolbar, 2 – camera, 3 – unit symmetry axis, 4 – plane parallel to unit axis, 5 – initial toolbar position, 6 – spraying machine,  $\alpha$  – toolbar inclination angle in horizontal plane

Wyniki pomiarów jak i obliczone wartości wskaźnika położenia belki WPB poddano wieloczynnikowej analizie wariancji w celu określenia istotności wpływu analizowanych parametrów.

## Wyniki badań

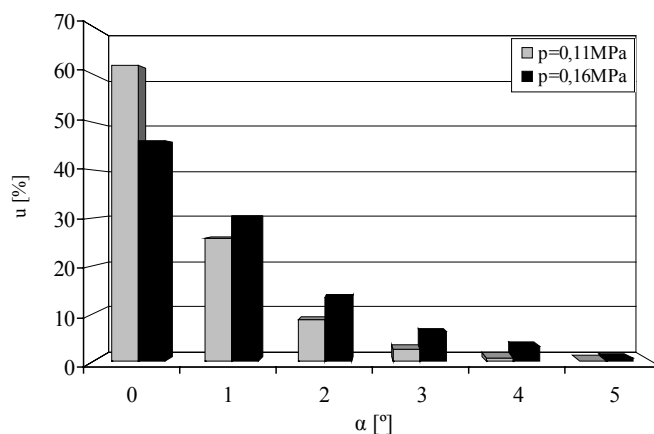
Wyniki badań zostały zaprezentowane na rysunkach 5-8. Udział drogi, dla przyjętych prędkości roboczych agregatu, przejechanej z danym kątem wychylenia belki polowe przedstawiono na rysunku 4. Jak widać na rysunku przy prędkości  $1,39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  agregat przejechał 57,15% drogi bez zmiany położenia belki czyli z kątem wychylenia równym  $0^\circ$ . Maksymalne wychyleniem belki przy tej prędkości wynosiło  $4^\circ$ , ale przy tym wychyleniu agregat przejechał tylko 0,67% drogi. W trakcie przejazdów z prędkości  $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  belka pozostała prostopadła do osi agregatu przez 49,41% długości odcinka pomiarowego.



Rys. 4. Procentowy udział drogi przejechanej  $u$  z danym kątem wychylenia belki polowej  $\alpha$  dla przyjętych prędkości roboczych  $v$

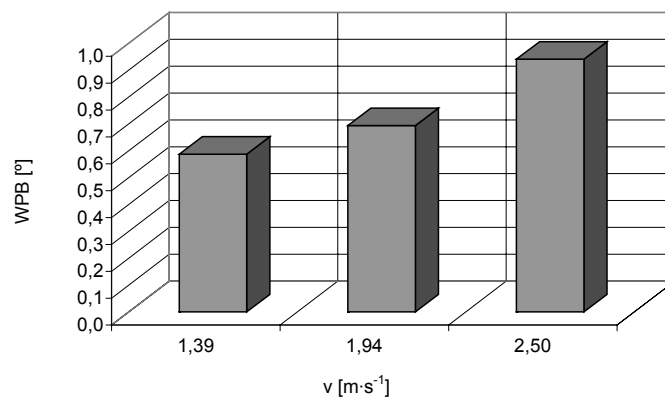
Fig. 4. Percent share of covered distance  $u$  with given field toolbar inclination angle  $\alpha$  for assumed running speed values  $v$

Największy kąt dla tej prędkości, o jaki wychyliła się belka miał wartość  $5^\circ$  i utrzymywał się przez 1,13% drogi pokonanej przez agregat. Na rysunku 5 widać, że przy ciśnieniu 0,11 MPa belka pozostała prostopadła do osi agregatu przez 61,89% drogi przejechanej przez agregat. Przy tym ciśnieniu zanotowano największe wychylenie belki wynoszące  $5^\circ$ . Udział drogi przejechanej przy tym wychyleniu do całego odcinka pomiarowego wynosił 0,19%. Przy ciśnieniu 0,16 MPa odległość jaką pokonał agregat z belką prostopadłą do osi agregatu stanowiła 46,02% całej drogi pomiarowej. Maksymalne wychylenie przy tym ciśnieniu miało wartość  $5^\circ$ . Belka w tej pozycji pozostawała przez 0,72% odcinka przejechanego przez agregat. Na rysunku 6 pokazano wartości wskaźnika położenia belki WPB dla przyjętych w badaniach prędkości roboczych. Analizując wpływ prędkości można stwierdzić, że wraz ze wzrostem prędkości agregatu, w przyjętym w badaniach zakresie wartości, zaobserwowano wzrost wskaźnika położenia belki. Wartość wskaźnika położenia belki WPB w zależności od ciśnienia w ogumieniu tylnych kół ciągnika przedstawiono na rysunku 7. Najmniejsze wychylenia belki zaobserwowano przy ciśnieniu w ogumieniu 0,11 MPa. Po zwiększeniu ciśnienia w ogumieniu do wartości 0,16 MPa zaobserwowano radykalny wzrost wskaźnika położenia belki WPB, czego przyczyną może być mniejszy współczynnik tłumienia drgań przez koła agregatu.

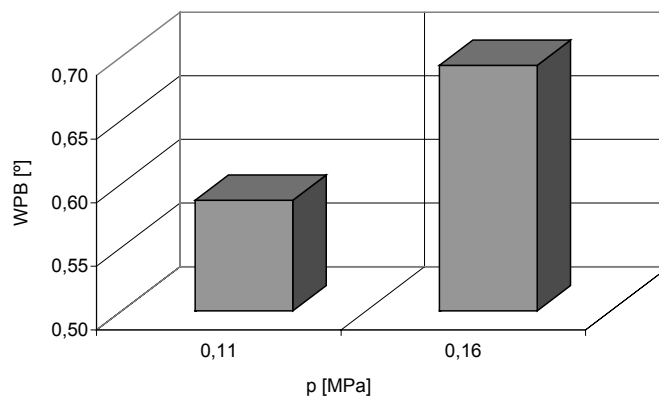


Rys. 5. Procentowy udział drogi przejechanej  $u$  z danym kątem wychylenia belki polowej  $\alpha$  dla przyjętych ciśnień w ogumieniu ciągnika  
 Fig. 5. Percent share of covered distance  $u$  with given field toolbar inclination angle  $\alpha$  for assumed values of pressure in tractor tyres

Na podstawie wyników przeprowadzonej analizy wariancji stwierdzono brak istotności wpływu wysokości ustawienia belki oraz stopnia napełnienia zbiornika na wskaźnik położenia belki WPB w analizowanym zakresie wartości.



Rys. 6. Wpływ prędkości roboczej  $v$  na wartość wskaźnika położenia belki WPB  
 Fig. 6. The impact of running speed  $v$  on the value of WPB toolbar position indicator



Rys. 7. Wpływ ciśnienia w ogumieniu  $p$  na wartość wskaźnika położenia belki WPB  
Fig. 7. The impact of pressure in tyre  $p$  on the value of WPB toolbar position indicator

## Wnioski

1. Zaproponowany wskaźnik położenia belki (WPB) umożliwia określenie liczbowo wpływu badanych czynników na odchylenie się belki połowej opryskiwacza zawieszanego w płaszczyźnie poziomej od pozycji prostopadłej do osi agregatu podczas pracy. Wzrost wartości wskaźnika oznacza większe odchylenie belki od płaszczyzny prostopadłej do osi agregatu i mniej korzystne warunki opryskiwania.
2. Na podstawie wyników wieloczynnikowej analizy wariancji stwierdzono, że wysokość ustawienia belki oraz stopień napełnienia zbiornika nie mają istotnego wpływu (na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ ) na wskaźnik położenia belki WPB natomiast istotny wpływ na WPB ma ciśnienie w ogumieniu ciągnika a najniższe wartości WPB równe  $0,55^\circ$  uzyskano przy ciśnieniu  $0,11$  MPa.
3. Na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  parametrem mającym istotny wpływ na wielkość WPB okazała się prędkość robocza. Najmniejsze wartości WPB równe  $0,58^\circ$  zanotowano dla prędkości  $1,39$  m·s<sup>-1</sup>.
4. Zarejestrowana w trakcie badań największa wartość wskaźnika położenia belki WPB  $1,61^\circ$  wystąpiła dla największego ciśnienia  $0,16$  MPa i największej prędkości przemieszczania się agregatu  $2,5$  m·s<sup>-1</sup>, natomiast najmniejsze odchylenie belki w płaszczyźnie poziomej, przy której wskaźnik położenia belki był równy  $0,27^\circ$  uzyskano przy prędkości  $1,39$  m·s<sup>-1</sup> i ciśnieniu  $0,11$  MPa.

## Bibliografia

- Antonis J., Ramon H., De Baerdemaeker J.** 2000. Implementatnion of an active horizontal suspension on a spray boom. Transaction of the ASAE, vol. 43(2). s. 213-220.
- Ramon H., Anthonis J., Moshou D., De Baerdemaeker J.** 1998. Evaluation of cascade compensator for horizontal vibrations of a flexible spray boom. Journal of agricultural engineering research, vol. 71. s. 81-92.
- Szewczyk A.** 1998. Wpływ parametrów pracy opryskiwacza na położenie belki polowej w płaszczyźnie pionowej. Problemy inżynierii rolniczej z.454. Cz.1. s. 201-206.

## THE IMPACT OF SELECTED SPRAYING MACHINE WORK PARAMETERS AND OPERATING CONDITIONS ON FIELD TOOLBAR POSITION IN HORIZONTAL PLANE

**Abstract.** The paper determines the impact of selected spraying machine work parameters and operating conditions on field toolbar position in horizontal plane during working movement. The research involved using toolbar position index WPB, allowing to connect toolbar inclination angle value to the share of area sprayed at that inclination angle. Carried out analysis has proven that pressure in tyres and running speed significantly (at the level of  $\alpha = 0.05$ ) affects toolbar position index value. Toolbar position height and tank filling degree had no significant impact on analysed index value. The tests were carried out in field conditions.

**Key words:** field spraying machine, field toolbar, horizontal motion

### Adres do korespondencji:

Antoni Szewczyk; e-mail: antoni.szewczyk@up.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław