

*Jerzy Bieniek, Jan Banasiak, Bartosz Lewandowski  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Akademii Rolniczej we Wrocławiu*

## **STRATY ZIARNA W ZESPOLE CZYSZCZĄCYM KOMBAJNU ZBOŻOWEGO WYPOSAŻONEGO W SITO DASZKOWE**

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono badania stanowiskowe sita daszkowego żaluzjowego pracującego w wielokierunkowym nachyleniu  $\pm 15^{\circ}$ . Uzyskane wyniki stanowiskowe zweryfikowano w badaniach polowych montując go w kombajnie zbożowym New Holland Bizon Z 058 w zakresie kątów od  $5,2^{\circ}$  do  $8,7^{\circ}$ . Badania potwierdziły możliwość ograniczenia strat ziarna w warunkach nachylenia terenu, poprzez zastosowanie sita daszkowego w miejsce stosowanego w kombajnie sita płaskiego.

**Słowa kluczowe:** kombajn zbożowy, daszkowe sito żaluzjowe, nachylenie, straty ziarna.

### **Wstęp**

Badania kombajnów [Dreszer 2001; Dreszer, Gieroba 1986] wykazały, że przy ich eksploatacji w terenach górzystych rosną straty związane ze zbiorem ziarna zbóż sięgające w skrajnych warunkach 13%. Wielkość tych strat zależy w głównej mierze od wielkości kąta pochylenia terenu. Według Roszkowskiego [1989], badania wpływu tego parametru na wielkość strat ziarna wykazały, że przy nachyleniach do 10% przeciętny wzrost strat wynosi ok. 0,2% na 1% wzrostu nachylenia terenu. Przy zmianie nachylenia terenu powyżej 10% szybkość wzrostu strat ziarna może być dwukrotnie większa. Celem poprawienia jakości pracy kombajnu na zboczach, w niektórych państwach rozpoczęto produkcję specjalnych kombajnów zbożowych, tzw. górskich [Michałek, Kowalski 1993]. Jednak maszyny te ze względu na skomplikowaną konstrukcję są nawet dwukrotnie droższe od kombajnów standardowych.

Poszukuje się więc rozwiązań tanich, które w warunkach terenów falistych pozwolą na poprawę skuteczności zbioru zbóż nie powodując nadmiernych nakładów i kosztów.

### **Cel badań**

Celem badań było sprawdzenie funkcjonalności i przydatności sita daszkowego pracującego w warunkach różnego nachylenia. Jako kryterium oceny przyjęto poziom strat ziarna.

### **Miejsce, warunki, metodyka badań**

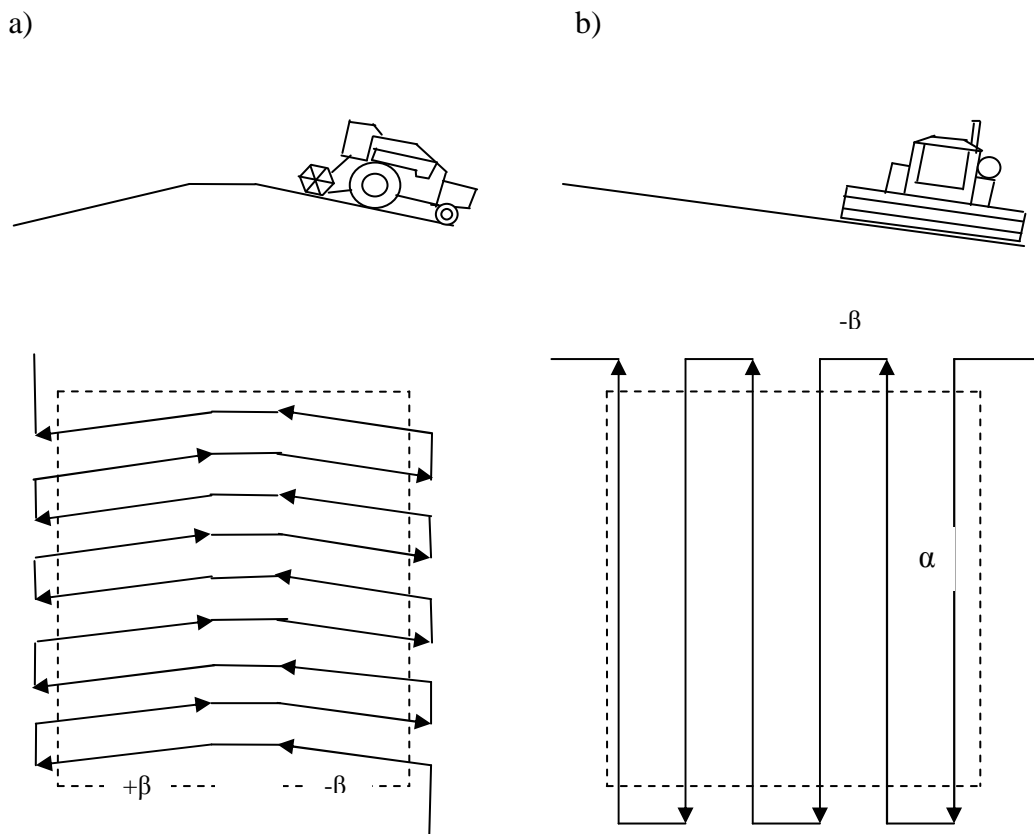
Eksperyment symulacyjny przeprowadzono na stanowisku badawczym Instytutu Inżynierii Rolniczej we Wrocławiu. Badania polowe przeprowadzono w miejscowości Wiry gm. Sobótka woj. Dolnośląskie. Wybór miejsca badań polowych podyktowany był konfiguracją terenu zapewniającą pożądane nachylenie stoków u podnóża góry Ślęży.

Podstawą wyznaczenia strat ziarna były stanowiskowe pomiary masy ziarna przesianego do 50 punktów pomiarowych umieszczonych pod sitem, przy dwóch kierunkach jego nachylenia. Próby przesiewania wykonano w pięciu powtórzeniach przy nachyleniach krokowo zmiennych, stosując:

- przy nachyleniu poprzecznym do kierunku spływu ziarna  $\alpha = 0^{\circ}, 5^{\circ}, 10^{\circ}$  i  $15^{\circ}$ ,
- przy nachyleniu wzdłużnym  $\beta = -15^{\circ}, -10^{\circ}, -5^{\circ}, 0^{\circ}, 5^{\circ}, 10^{\circ}$  i  $15^{\circ}$ .

Symulowany a następnie w badaniach polowych realizowany ruch roboczy kombajnu, odbywał się w dwóch zasadniczych kierunkach - w poprzek nierówności terenu nachylonego obustronnie z odcinkiem płaskim na szczycie wzniesienia (rys. 1a) oraz wzdłuż warstwic zbocza (rys. 1b). W przypadku pierwszym, w fazie dojazdu do pola i w odcinkach uwroci maszyna przebywała w poprzecznym nachyleniu pod kątem  $\alpha$ , następnie kierując się z prawej do lewej strony schematu przechodziła do nachylenia wzdłużnego podczas jazdy „pod górę” ( $-\beta$ ). Po osiągnięciu szczytu pozycja zmieniała się do stanu wypoziomowania, po czym następowało przejście do fazy jazdy „w dół” czyli nachylenia  $+\beta$ .

Konstrukcja i wymiary stanowiska do badań symulacyjnych oraz badanego sita, następnie wykorzystanego w kombajnie zbożowym Bizon New Holland Z 058 zostały opisane w publikacjach Banasiaka i in. [2003] i Bieńka [2003]. Podstawowym celem pomiarów w warunkach polowych (rys. 2) było wyznaczenie poziomu strat ziarna. Dla każdego kąta nachylenia zbocza pobierano po pięć prób w celu uśrednienia wyników badań różnicując kąt nachylenia daszków  $\gamma$  w przedziale od  $0^{\circ}$  do  $20^{\circ}$  co  $5^{\circ}$ . W tym celu po zainstalowaniu sita pod gardzielą wylotową słomy i plew z kombajnu mocowano bęben z nawiniętą folią. Rozwijanie folii następowało w trakcie pracy maszyny w miejscach, w których wcześniej ustalono plon całkowity i kąt nachylenia terenu. Zważone ziarno stanowiło, więc straty łączne, generowane pracą sita daszkowego i standardowych wytrząsaczy kombajnu. Odniesienie wielkości strat do masy przesiewu uzyskano metodą ekstrapolacji. Wysoki współczynnik korelacji między wynikami pomiarów strat podczas badań polowych (w zakresie kątów pochylenia zbocza do  $8,7^{\circ}$ ) i stanowiskowych dla tego samego zakresu kątów ( $r = 0,985$ ) upoważnia do rozszerzenia stosowalności tego wzoru do pełnego analizowanego zakresu kątów ( $\alpha$  od  $0^{\circ}$  do  $15^{\circ}$  i  $\beta$  od  $-10^{\circ}$  do  $+15^{\circ}$ ).



Rys. 1. Schemat ruchu roboczego kombajnu zbożowego w terenie nachylonym: a) w poprzek zbocza, b) wzdłuż zbocza  
 Fig. 1. Diagram of elemental motions of combine harvester in the sloping field: a) crosswise to the slope, b) along to the slope

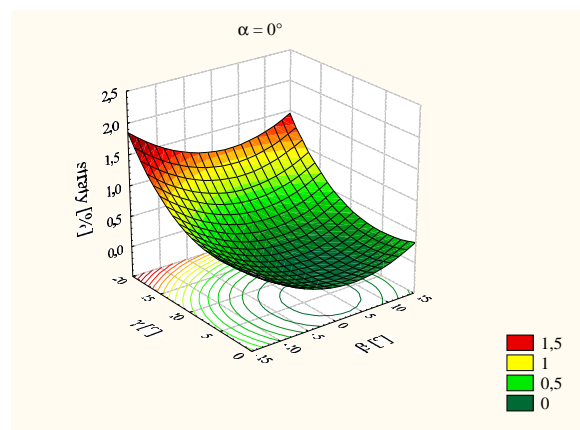


Rys. 2. Pobieranie prób dla określenia strat ziarna  
 Fig. 2. Drawing of samples to determine the loss of grain

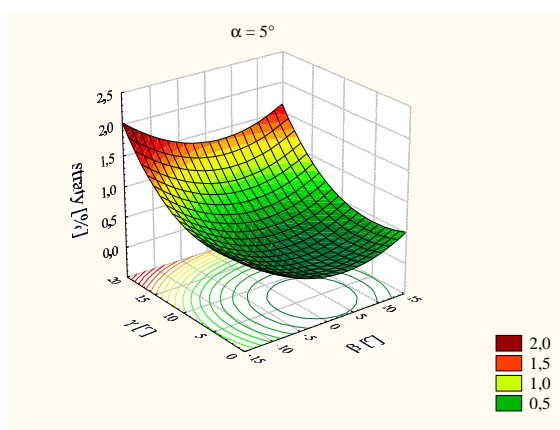
## Wyniki badań

Na rysunku 3 przedstawiono zależność sumarycznych strat ziarna od kątów  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$ . Podczas pracy kombajnu w nachyleniu poprzecznym przy kątach  $\alpha = 0^0, 5^0, 10^0$  i  $\beta = 0^0$  straty ziarna utrzymują się poniżej przyjętego poziomu 1,5% masy plonu. Poziom ten przekroczony został w nachyleniu  $\alpha = 15^0$ . Znacznie wyższe straty odnotowano przy nachyleniu wzdłużnym – najwyższe przy jeździe „pod górę”, znacząco mniej przy dojeżdżaniu do szczytu pola. Kolejny wzrost strat występuje przy przechylenie maszyny do pozycji jazdy „w dół”. Kolejną zmienną był kąt  $\gamma$  rozpatrywany w różnych warunkach jazdy: pod górę ( $-\beta$ ) i jazdy w dół zbocza ( $+\beta$ ). Najmniejsze straty generował kąt ustawienia daszków sita  $\gamma = 5^0$ , natomiast straty największe odnotowywano przy maksymalnym wychyleniu powierzchni daszków sita  $\gamma = 20^0$  przy jeździe kombajnu pod górę, gdy maszyna dojeżdżała do wzniesienia poziom strat malał, aby ponownie wzrosnąć, przy pozycji kombajnu jazda „w dół”.

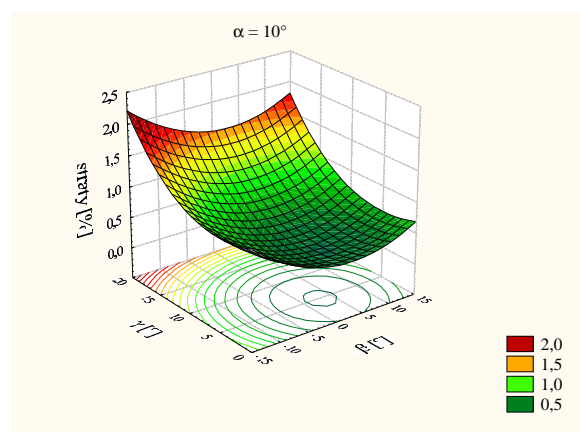
a)



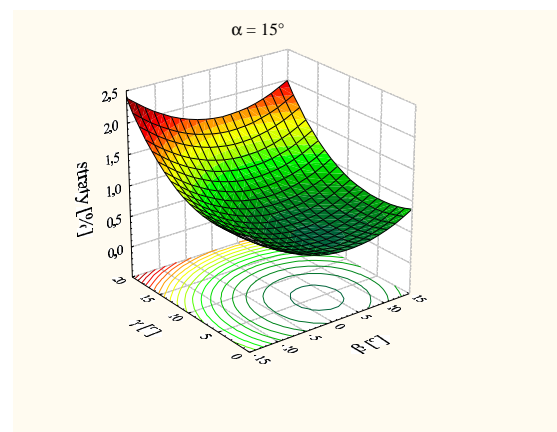
b)



c)

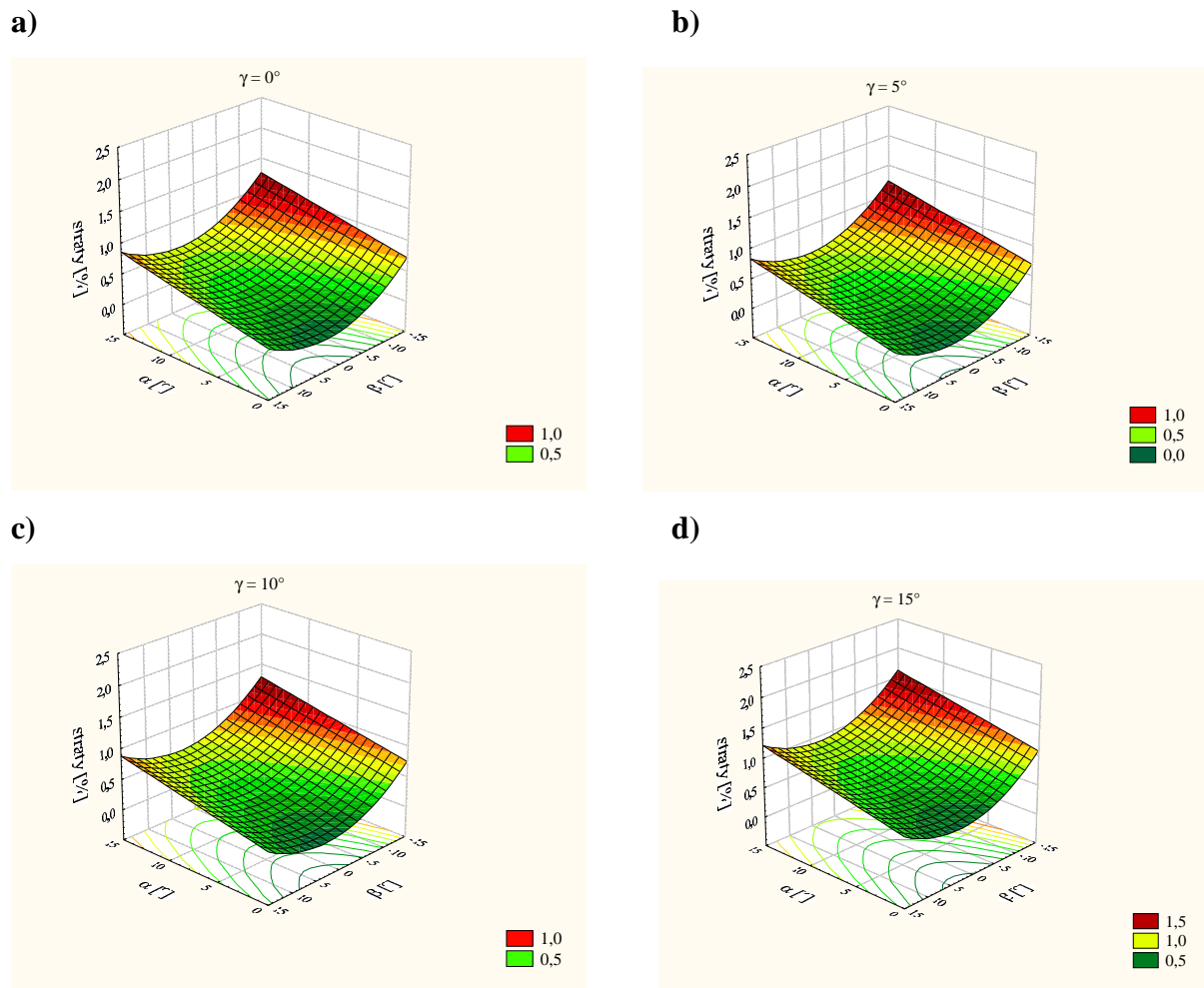


d)



Rys.3. Zależność sumarycznych strat ziarna w zespole czyszczącym kombajnu, od kątów  $\beta$  i  $\gamma$  dla: a)  $\alpha = 0^\circ$ , b)  $\alpha = 5^\circ$ , c)  $\alpha = 10^\circ$  i d)  $\alpha = 15^\circ$   
 Fig. 3. The depends of summary grain loss in the assembly of cleaning combine from angles  $\beta$  and  $\gamma$  for: a)  $\alpha = 0^\circ$ , b)  $\alpha = 5^\circ$ , c)  $\alpha = 10^\circ$  i d)  $\alpha = 15^\circ$

Wykresy na rysunku 4 przedstawiają wpływ kąta nachylenia daszków sekcji sita  $\gamma$  na straty ziarna. Z przebiegu powyższych wykresów można wnioskować, iż wszystkie ustawienia daszków  $\gamma$  od  $0^\circ$  do  $20^\circ$  charakteryzowały się podobnym wpływem na poziom strat, z niewielkimi różnicami liczbowymi. Najmniejsze straty rzędu 0,1 – 0,5% osiągnano przy kątach  $\alpha = 0^\circ$  i  $5^\circ$  oraz  $\beta = 5^\circ$ . Największą ilość strat uzyskano przy nachyleniu maksymalnym  $\alpha = 15^\circ$ , jak i przy kombajnie poruszającym się pod górę w maksymalnym nachyleniu  $\beta = -15^\circ$ , gdzie straty ziarna wynosiły 2 – 2,5%.



Rys. 4. Zależność sumarycznych strat ziarna od kątów  $\alpha$  i  $\beta$  dla: a)  $\gamma = 0^\circ$ , b)  $\gamma = 5^\circ$ , c)  $\gamma = 10^\circ$ , d)  $\gamma = 15^\circ$   
 Fig. 4. The dependence of summary grain loss from the angles  $\alpha$  and  $\beta$  for: a)  $\gamma = 0^\circ$ , b)  $\gamma = 5^\circ$ , c)  $\gamma = 10^\circ$ , d)  $\gamma = 15^\circ$

Reasumując, aby zminimalizować straty ziarna, w przedziale  $\alpha = 0^{\circ} - 15^{\circ}$  kąt nachylenia daszków sita  $\gamma$  powinien zawierać się od  $2^{\circ}$  do  $9^{\circ}$  dla nachyleń poprzecznych przy  $\alpha = 0^{\circ}$  i  $5^{\circ}$ , a wraz ze wzrostem tegoż nachylenia do  $\alpha = 10^{\circ}$  i  $15^{\circ}$  zakres kąta  $\gamma$  zawęża się od  $4^{\circ}$  do  $7^{\circ}$ .

Dla oszacowania strat ziarna na drodze regresji wielorakiej, przy zadanych wyżej parametrach, model matematyczny przyjmuje postać:

$$\text{straty [\%]} = 0,039 + 0,0360 \cdot \alpha - 0,0135 \cdot \beta + 0,0022 \cdot \beta^2 - 0,0023 \cdot \gamma^2 + 0,00026 \cdot \gamma^3$$

Podczas pracy wzdłuż warstwic – prostopadle do zbocza ( $\beta = 0^{\circ}$ ) najniższe straty ziarna (0,01%) uzyskano przy kątach  $\alpha = 0^{\circ}$ ,  $\gamma = 5,9^{\circ}$ .

### Wnioski

1. Zastosowanie sita daszkowego ograniczyło straty ziarna podczas pracy kombajnu w warunkach terenu poprzecznie nachylonego do  $15^{\circ}$ , do poziomu 1,5 %.
2. Badania polowe umożliwiły ustalenie kąta nachylenia daszków sitowych –  $\gamma$ . Optymalny kąt  $\gamma$  dla pracy kombajnu wzdłuż warstwic wyznaczony w oparciu o kryteria: strat ziarna i jego czystości określono w przedziale  $5,9^{\circ} - 11,8^{\circ}$ .
3. Najwyższy poziom strat ziarna wynoszący 2,4% stwierdzono w warunkach nachylenia wzdłużnego kombajnu podczas biegu maszyny „pod górę” - $\beta$ . Wyznacza to kierunek dalszych prac koncepcyjnych i konstruktorskich nad ograniczaniem poziomu tych strat.

*Pragniemy serdecznie podziękować Panu Stanisławowi Winiarzowi za udostępnienie kombajnu zbożowego New Holland Bizon Z 058 oraz umożliwienie przeprowadzenia badań na jego polu.*

### Bibliografia

- Banasiak J., Bieniek J., Lewandowski B., 2003. Stanowisko do badania zespołów roboczych maszyn pracujących w warunkach zmiennego nachylenia. *Górnictwo Odkrywkowe*, nr 2-3, Wrocław.
- Bieniek J., 2003. Proces separacji ziarna zbóż na sicie daszkowym w zmiennych warunkach pracy. *Rozprawa habilitacyjna, Zeszyty Naukowe AR Wrocław, Nr 462.*
- Dreszer A. K., 2001. Problem strat ziarna przy kombajnowym zbiorze zbóż na zboczach. *Inżynieria Rolnicza* nr 12.
- Dreszer A. K., Gieroba J. 1986. Problemy strat i uszkodzeń ziarna podczas kombajnowego zbioru. *Problemy Agrofizyki* z.50, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, PAN, Wrocław.
- Michałek R., Kowalski J., 1993. Wybrane problemy mechanizacji rolnictwa w rejonach górskich i podgórskich. *Nauka Praktyce Rolniczej*, z. 1 Wyd. Pitr i KTR – PAN, Kraków.
- Roszkowski A., 1989. *Kombajny zbożowe do pracy na zboczach. Maszyny i Ciągniki Rolnicze* nr 11, Warszawa.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego 3 PO6R 036 23, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych

**LOSS OF GRAIN IN A GRAIN COMBINE CLEANING ASSEMBLY EQUIPPED  
WITH A CANOPY SIEVE**

**Summary**

The paper presents stand research on a canopy shutter sieve working in multidirectional sloping of  $\pm 15^{\circ}$ . The obtained stand results were compared in field research by mounting it in a combine harvester New Holland Bizon Z 058 at angles from  $5.2^{\circ}$  to  $8.7^{\circ}$ . The research confirmed the possibility of limiting grain loss in sloping field by assembling a canopy sieve instead of a flat sieve in the combine.

**Keywords:** combine harvester, canopy section sieve, slope, loss of grain.