

## ZASTOSOWANIE SITA WIELOPŁASZCZYNOWEGO DO KOMBAJNOWEGO ZBIORU ZBÓŻ W WARUNKACH TERENÓW NACHYLONYCH

### APPLICATION OF THE MULTI-PLANE SIEVE FOR THE HARVESTER-THRESHER CEREALS CROPPING UNDER THE CONDITIONS OF SLOPING AREAS

*W pracy przedstawiono wyniki badań eksploatacyjnych prototypowego sита wielopłaszczyznowego zastosowanego w kombajnie zbożowym NEW HOLLAND BIZON Z-058. Badania przeprowadzone w warunkach terenów nachylonych wykazały, że badane sito polepsza pracę kombajnu zbożowego ograniczając straty ziarna do 0,05% przy jego czystości zawierającej się w zakresie od 95,5% do 99,6% w zależności od ustawienia parametrów pracy sита.*

**Słowa kluczowe:** kombajn zbożowy, sito sekcyjne, czystość, straty.

*The paper presents the operational testing results of a multi-plane sieve prototype used on a harvester-thresher model NEW HOLLAND BIZON Z-058. The testing performed under the conditions of sloping areas showed that the sieve improved the harvester-thresher operation limiting the losses to 0,05% - 0,3% range at grain purity ranging 95,5% to 99,6% depending on the sieve adjustment.*

**Keywords:** harvester-thresher, sectional sieve, purity, losses.

#### 1. Wstęp i cel pracy

Rozwój konstrukcji kombajnów zbożowych zmierza do ich uniwersalizacji polegającej na przystosowaniu tych konstrukcji do zbioru różnych roślin w zróżnicowanych warunkach terenowych. Duża liczba gatunków roślin zbieranych tą samą maszyną sprawia, że kombajny zbożowe stają się maszynami skomplikowanymi w budowie oraz w obsłudze [9], z dużą ilością złożonych zespołów roboczych, z których każdy z osobna ma inny wpływ na strumień przemieszczającego się ziarna, wpływając na jego czystość, straty i uszkodzenia [7]. Zastosowanie kombajnów o klasycznej konstrukcji w terenach nachylonych powyżej 5°, powoduje pogorszenie wskaźników czystości i wzrost poziomu jego strat nawet do 13% [2, 4]. Należy nadmienić, że podczas pracy kombajnu zbożowego w nachyleniu bocznym i wzdłużnym układem generującym największe straty są sита [11]. Potwierdziły to badania Gasperetto i Nevberry [5, 8]. W Polsce ograniczenie ponadnormatywnych strat ziarna zbieranego z pól o nachyleniu większym od 5° może skutkować wzrostem globalnej masy plonów o około 250 tys. ton wpływając na efektywność produkcji rolniczej na terenach o ogólnej powierzchni 1,26 miliona hektarów. Problem uszkodzeń jest rozpatrywany oddzielnie w odniesieniu do zbioru ziarna przeznaczonego na materiał siewny. Według badań amerykańskich autorów [3, 8, 10, 13] uszkodzenia mogą wynosić do 2,1% i są one powodowane głównie przez zespół żniwny i zespół młócający [12].

W ostatnich latach pojawiły się konstrukcje kombajnów zbożowych wyposażonych w zespoły poziomowania całej bryły kombajnu lub zespołu omlotowo-czyszczącego ograniczając w ten sposób straty ziarna podczas pracy w terenach nachylonych. Jakość pracy tych maszyn wynika jednak z zastosowania bardzo drogich systemów hydrostatycznych połączonych z funkcjonowaniem komputerów pokładowych. Zdecydowanie tańszym i skutecznym rozwiązaniem może być zastosowanie

#### 1. Introduction

The development of harvesters-threshers design tends towards their versatility consisting in making them suitable to harvesting various plants under differentiated field conditions. High number of plant species cropped with the same machine results in harvesters-threshers becoming increasingly complicated regarding their construction and operation [9] with a multitude of complicated working units and each of them differently effecting on the flow of grain being moved, determining its parity, losses and damages [7]. The use of harvesters-threshers of a conventional design in the areas of above 5° inclination results in the worsening of purity indexes and increased loss level even up to 13% [2, 4]. Moreover during the operation of the harvester-thresher in a slide slope and up hill, the sieves constitute the system generating the highest losses [11]. This was confirmed by the testing carried out by Gasperetto and Nevberry [5, 8]. In Poland, reduction in over standard losses of grain collected from the fields featuring the slope of more than 5° can result in the increase in total yield weight by about 250.000t, which effects agricultural efficiency on the areas amounting 1,26 mln ha. The problem is considered separately in relation to grain harvested and destined as sowing material. According to American authors of the testing [3, 8, 10, 13], other losses can range up to 2,1%, mainly the harvesting unit and harvester-thresher [12].

In the last years there appeared harvesters-threshers limiting grain losses during the work in sloping areas, provided with units to level the whole harvester-thresher body or the threshing-cleaning unit. The effectiveness of those machines results, however, from the application of very expensive hydrostatic systems combined with the operation of board computers. A considerably cheaper and effective solution can be the use of roof sieve separator with a tillable curtain section mounted at

daszkowego separatora sitowego z żaluzjową sekcją uchylną zamontowaną w miejsce sita kłosowego, którego schemat przedstawiono na rysunku 1 [1].

Do powyższego stwierdzenia upoważniają uzyskane wyniki badań stanowiskowych przeprowadzonych w Instytucie Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu [2]. Z uwagi na to, że biologiczne cechy zbieranych roślin charakterystyczne dla danego gatunku podlegają znacznej zmienności [6], autorzy artykułu przeprowadzili połowe badania weryfikacyjne na dwóch rodzajach upraw.

Celem pracy było wyznaczenie wskaźników jakościowych pracy (czystości i strat ziarna) uzyskanych w czasie badań eksploatacyjnych sita wielopłaszczyznowego przy zbiorze pszenicy i mieszanki zbożowej.

## 2. Metodyka badań

Zespół separatora kombajnu NEW HOLLAND BIZON Z-058 wyposażano zamiennie w wielopłaszczyznowe sito prototypowe z sekcją uchylną wychyloną pod kątem  $\delta$  względem płaszczyzny głównej, wykonane w Instytucie Inżynierii Rolniczej UP we Wrocławiu (rys. 2) oraz płaskie jednopłaszczyznowe sito stanowiące fabryczne wyposażenie kombajnu. Na tej podstawie możliwa była ocena efektów zastosowania sita wielopłaszczyznowego w porównaniu do sita płaskiego.

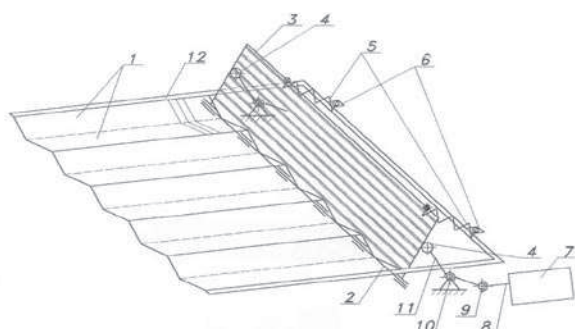
Wszystkie próby pobierano w czasie jazdy kombajnu pod górę, opisując je ilościową i masową charakterystyką zbieranych roślin (tab.1, 2).

Dla określenia czystości zbieranego ziarna, próbki pobierano z wylotu przenośnika podającego materiał do zbiornika kombajnu. Masa pobranej próbki wynosiła 1 kg. Pobrane próby poddano analizie masowej wyznaczając czystość według wzoru:

$$C = (M_c - M_z) / M_c \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:  $M_c$  – masa całkowita pobranej próbki,  $M_z$  – masa zanieczyszczeń zawartych w próbce.

Dla wyznaczenia strat ziarna pod gardzielą wylotową młocarni kombajnu zainstalowano folię nawiniętą na bęben. Rozwijanie folii następowało w trakcie pracy maszyny w miejscach,



Rys. 1. Schemat kinematyczny wielopłaszczyznowego sita sekcijnego. 1- płaszczyzna główna sita daszkowego, 2- zawiasy, 3- sekcja uchylna sita, 4- rolki, 5- sprężyny, 6- mocowanie sprężyn, 7- napęd układu wychylania dodatkowej sekcji, 8- ciągnio, 9- przegub, 10- podpora, 11- ciągnio, 12- rama

Fig. 1. Kinematic diagram of the multi-plane sectional sieve; 1- main plane of the roof sieve, 2- hinges, 3- tiltable section of the sieve, 4- rollers, 5- springs, 6- mounting of the springs, 7- drive of the swing system of an additional section, 8- string, 9- articulated joint, 10- support, 11- string, 12- frame

the place of the cereal ear sieve, schematic picture presented in Figure 1 [1]. Bench testing results justify such a statement [2]. Regarding the fact that some biological features of plants to be cropped, characteristic for particular species, considerable variability [6], field verification tests were undertaken involving two kinds of cultivation.

The aim of the paper was to determine the qualitative coefficients (related to grain purity and losses) of multi-plane sieve applied for field testing regarding wheat and cereal composition cropping.

## 2. Testing methodology

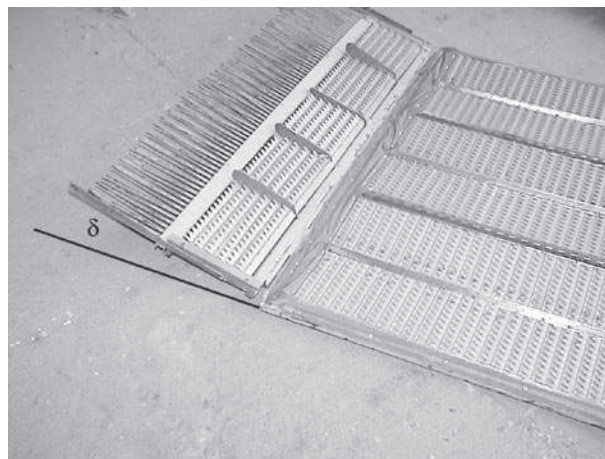
The separation set harvester-thresher model NEW HOLLAND BIZON Z-058 was equipped, interchangeably, with a prototype multi-plane sieve with a tiltable section inclined at the angle of  $\delta$  in relation to the main plane, made in the Institute of Agricultural Engineering, Wrocław University of Environmental and Life Sciences (Fig. 2), and the factory-installed flat single-plane sieve of the harvester-thresher. As a result it was possible to evaluate the effects of a multi-plane sieve as compared to those of a flat sieve.

All the samples were collected while harvester-thresher was moving “up the hill”, and there were determined quantitative and weight characteristics of the plants cropped (Tables 1, 2).

In order to determine the purity of harvested grain, the samples were collected from the outlet of the conveyor that fed the material to the harvester-thresher tank. The weight of the collected sample was 1 kg. The samples collected were subjected to weight analysis, while the purity was determined according to the formula (1):

$$C = (M_c - M_z) / M_c \cdot 100\% \quad (1)$$

where:  $M_c$  – total sample weight,  $M_z$  – weight of impurities in the sample.



Rys. 2. Widok wielopłaszczyznowego sita sekcijnego:  $\delta$ - kąt nachylenia sekcji uchylnej

Fig. 2. View of the multi-plane sectional sieve used for the field testing;  $\delta$  – angle of inclination of the tiltable section

Tab.1. Ilościowa i masowa charakterystyka pszenicy odmiany Zyta zbieranej w miejscowości Wiry

Tab. 1. Quantitative and weight characteristics of wheat of Zyta variety cropped in the locality of Wiry

Lp.		Pszenica Zyta
1	Ilość roślin $n_r$ [szt·m <sup>-2</sup> ] Number of plants, $n_r$ [pcs. per sq.mt.]	
2	Średnia / Average $\bar{x}$	455,3
3	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	21,9
4	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	4,8%
5	Ilość ziarna w kłosie $n_k$ [szt] Amount of grain in a cereal eye, $n_k$ [pcs.]	
6	Średnia / Average $\bar{x}$	32,7
7	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	2,5
8	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	7,6%
9	Masa ziarna w kłosie $m_k$ [g] Weight of grain in a cereal eye, $m_k$ [g]	
10	Średnia / Average $\bar{x}$	1,4
11	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	0,4
12	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	28,6%
13	Plon miejscowy ziarna z hektara $m_{ha}$ [t·ha <sup>-1</sup> ] Local crop of grain from one hectare, $m_{ha}$ [t·ha <sup>-1</sup> ]	
14	Średnia / Average $\bar{x}$	6,7
15	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	1,7
16	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	26,2%
17	Masa tysiąca ziaren [g] Weight of 1,000 grains, [g]	
18	Średnia / Average $\bar{x}$	43,3
19	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	11,3
20	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	26,1%

w których wcześniej ustalono plon miejscowy, dla pszenicy - 6,7 t · ha<sup>-1</sup> i 3,7 t · ha<sup>-1</sup> dla mieszanki zbóż. Po zważeniu ziarna zebranego z rozwiniętej folii wyznaczono straty generowane pracą separatora sitowo-pneumatycznego. W literaturze [14] straty te nazywane są stratami powodowanymi przez młocarnię i nie powinny przekroczyć poziomu 1,5% plonu ziarna. Straty ogólne  $S_o$  określono odnosząc je do średniego plonu z pola, na którym prowadzone były badania. Straty miejscowe  $S_m$  wyznaczono odnosząc je do plonu uzyskanego z miejsca pobierania prób o powierzchni 34 m<sup>2</sup> (folia o wymiarach 4m x 8,5m).

W miejscowości Wiry miejsca pobierania prób wyznaczono w terenie o nachyleniu od 7,8° do 9,3°, przy wilgotności zbieranego ziarna, która zawierała się w przedziale 11,9%÷13,3%. W miejscowości Lutomierz nachylenie zbocza w miejscach pobierania prób wynosiło od 9,1° do 11,5° a wilgotność ziarna 12,3%÷14,7% (tab. 3).

Tab.2. Ilościowa i masowa charakterystyka zbieranej mieszanki zbożowej w miejscowości Lutomierz

Tab.2. Quantitative and weight characteristics of the cereal composition cropped in the locality of Lutomierz

Lp.		Mieszanka		
		Pszenica	Jęczmień	Owies
1	Ilość roślin $n_r$ [szt·m <sup>-2</sup> ]/ Number of plants, $n_r$ [pcs. per sq.mt.]			
2	Średnia / Average $\bar{x}$	53,0	84,0	131,7
3	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	7,5	43,4	15,0
4	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	14,2%	51,7%	11,4%
5	Ilość ziarna w kłosie $n_k$ [szt]/ Amount of grain in a cereal eye, $n_k$ [pcs.]			
6	Średnia / Average $\bar{x}$	20,0	18,7	31,0
7	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	2,6	0,6	3,6
8	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	13,2%	3,1%	11,6%
9	Masa ziarna w kłosie $m_k$ / Weight of grain in a cereal eye, $m_k$ [g]			
10	Średnia / Average $\bar{x}$	1,7	3,0	5,2
11	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	0,3	2,0	1,7
12	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	19,4%	65,7%	33,4%
13	Plon miejscowy ziarna z hektara $m_{ha}$ [t·ha <sup>-1</sup> ] Local crop of grain from one hectare $m_{ha}$ [t·ha <sup>-1</sup> ]			
14	Średnia / Average $\bar{x}$	0,9	1,1	1,7
15	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	0,3	3,4	3,1
16	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	32,6%	111,7%	44,5%
17	Masa tysiąca ziaren / Weight of 1,000 grains [g]			
18	Średnia / Average $\bar{x}$	32,3	34,2	38,7
19	Odchylenie standardowe $S_x$ Standard deviation $S_x$	3,3	4,6	8,5
20	Współczynnik zmienności $V_x$ Variability factor $V_x$	10,3%	13,5%	22,1%

In order to determine grain losses, under the final tunnel shaft of threshing-machine of the harvester-thresher there was collected a foil wrapped round the attached drum. The foil unwinding took place during the machine operation at those spots where the local plumb-line was pre-determined for wheat, 6,5 t · ha<sup>-1</sup> and 3,7 t · ha<sup>-1</sup> for corn mix. After weighing the grain collected from the unwound foil, there were determined total losses due to pneumatic-sieve separation set. In the literature [14] those losses are described as the ones caused by threshing machine and they should not exceed 1,5% of grain yield. General losses were determined through relating them to the average crop from the field under testing. Local losses were determined through relating them to the crop from the testing site of an area of 34 sq.mts. (foil of 4 m x 8,5 m dimensions).

In Wiry sample collection took place in the sites of slope area from 7,8° to 9,3° and grain moisture ranged 11,9% to 13,3%, in Lutomierz the sites of sample collection charactensed 9,1° to 11,5° sloping, whereas grain moisture measured ranged 12,3% to 14,7% (Table 3).

Tab. 3. Nachylenie terenu oraz wilgotność ziarna oznaczona podczas zbioru

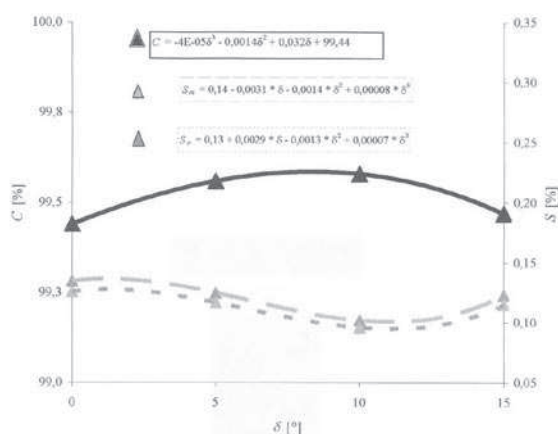
Tab. 3. Land inclination and grain moisture contents occurring during the testing

Lp	Wiry			Lutomierz		
	Nachylenie terenu Land inclination		Wilgotność ziarna Grain moisture contents	Nachylenie terenu Land inclination		Wilgotność ziarna Grain moisture contents
	1°	%	%	1°	%	%
1	Ustawienie sekcji uchylnej / Adjustment of the tiltable section $\delta = 0^\circ$					
	9,3	16,5	13,3	9,8	17,3	13,3
2	Ustawienie sekcji uchylnej / Adjustment of the tiltable section $\delta = 5^\circ$					
	8,2	14,4	12,9	10,5	18,5	13,7
3	Ustawienie sekcji uchylnej / Adjustment of the tiltable section $\delta = 10^\circ$					
	8,4	15,0	11,9	9,8	17,3	13,8
4	Ustawienie sekcji uchylnej / Adjustment of the tiltable section $\delta = 15^\circ$					
	7,8	13,8	12,3	9,1	16	14,7
5	Sito płaskie (fabryczne) / Flat (factory-made) sieve					
	8,4	15,0	12,8	11,5	20,4	12,3

3. Omówienie wyników badań

Na rysunku 3 przedstawiono wyniki badań eksploatacyjnych kombajnu zbożowego pracującego na polu w miejscowości Wiry. Najniższą czystość ziarna pszenicy ( $C=96,6\%$ ) uzyskano przy wykorzystaniu sita płaskiego zamontowanego fabrycznie. Dla sita wielopłaszczyznowego najniższą czystość uzyskano przy ustawieniu części uchylnej separatora pod kątem  $\delta=0^\circ$  ( $C=99,44\%$ ). W miarę zwiększania kąta  $\delta$  do  $10^\circ$  zwiększała się też czystość zebranego materiału do wartości  $99,58\%$ . Dalsze zwiększenie kąta nachylenia uchylnej płaszczyzny do  $15^\circ$  powoduje nieznaczny spadek czystości do  $C=99,47\%$ . Narastał wtedy stopień aerodynamicznej fluidyzacji cienkiej warstwy ziarna przy postępującym stopniowym przesiewaniu zanieczyszczeń kategorii ciężkiego podziarna.

Najwyższe straty ogólne i miejscowe odnotowano przy zastosowaniu oryginalnego sita fabrycznego ( $S_o=5,9\%$ ,  $S_m=6,1\%$ ). Po założeniu prototypowego sita z sekcją uchylną ustawioną pod kątem  $\delta=0^\circ$  poziom strat zmniejszył się do  $0,13\%$  dla  $S_o$  i do  $0,14\%$  dla  $S_m$ . Przy zwiększaniu kąta  $\delta$  do  $5^\circ$  straty ogólne zmalały do wartości  $0,12\%$ , a miejscowe do  $0,13\%$ . Dal-

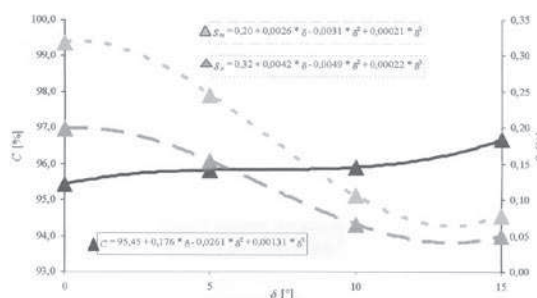


Rys. 3. Zmiana czystości ziarna C i strat ziarna ogólnych  $S_o$  oraz miejscowych  $S_m$  w zależności od kąta ustawienia płaszczyzny uchylnej  $\delta$  sita daszkowego podczas badań w miejscowości Wiry

Fig. 3. Variation of grain purity C and of general losses  $S_o$  and local losses  $S_m$  of grain in function of the tiltable plane adjustment angle  $\delta$  of the roof sieve in the locality of Wiry

3. Discussion

Figure 3 shows the operational testing results of the harvester-thresher in the locality of Wiry. The lowest purity of wheat grain ( $C=96,6\%$ ) was obtained while using a factory-mounted flat sieve. For the roof sieve with a tiltable section, the lowest purity of grain was obtained when that part of the separator was set at the angle  $\delta=0^\circ$  ( $C=99,44\%$ ). As the angle  $\delta$  increased up to  $10^\circ$ , the purity of the collected material also rose to  $99,58\%$ . A further rise in the inclination angle of the tiltable plane up to  $15^\circ$  resulted in a slight drop in grain purity down to  $C=99,47\%$ . Then higher degree of aerodynamic fluidization of a thin grain layer with gradual screening of heavy contaminants could be observed. Both highest general and local losses were recorded using the original factory-made separator ( $S_o=5,9\%$ ,  $S_m=6,1\%$ ). When mounting the prototype sieve with the tiltable section set at the angle  $\delta=0^\circ$  the level of losses decreased to  $0,13\%$  for  $S_o$  and down to  $0,14\%$  for  $S_m$ . When raising the angle  $\delta$  to  $5^\circ$  general losses diminished to  $0,12\%$ , and local losses to  $0,13\%$ . The increase in the angle  $\delta$  value to  $10^\circ$  produced a further reduction of losses to  $0,09\%$  for general losses and  $0,10\%$  for local losses. Further increase in the angle of tiltable section to  $15^\circ$  resulted in a slight rise of losses. Yet the increase in grain losses remained close to the determined limit of statistic error. Figure 4 shows



Rys. 4. Zmiana czystości ziarna C i strat ziarna ogólnych  $S_o$  oraz miejscowych  $S_m$  w zależności od kąta ustawienia płaszczyzny uchylnej  $\delta$  sita daszkowego podczas badań w miejscowości Lutomierz

Fig. 4. Variation of grain purity C and of general losses  $S_o$  and local losses  $S_m$  of grain in function of the tiltable plane adjustment angle  $\delta$  of the roof sieve in the locality of Lutomierz



szcze zwiększanie kąta  $\delta$  do  $10^\circ$  spowodowało zmniejszenie strat ogólnych do 0,09% i miejscowych do 0,10%. Zwiększanie kąta części uchylnej do  $15^\circ$  spowodowało nieznaczne zwiększenie strat. Widoczny wzrost strat jest jednak bliski wyznaczonej granicy błędu statystycznego.

Rysunek 4 przedstawia wyniki badań eksploatacyjnych kombajnu zbożowego pracującego na polu w miejscowości Lutomierz. Podobnie jak w przypadku zbioru pszenicy w miejscowości Wiry, najniższą czystość ( $C=94,6\%$ ) zebranej mieszanki uzyskano stosując oryginalne sito płaskie-fabryczne. Po zastosowaniu sita z sekcją uchylną ustawioną pod kątem  $\delta=0^\circ$  odnotowano wzrost czystości do  $C=95,43\%$ . Wzrost kąta nachylenia sekcji uchylnej powodował zwiększenie czystości ziarna. Dla  $\delta=5^\circ$  wynosiła ona  $C=95,83\%$ , dla  $\delta=10^\circ$  -  $C=95,91\%$  i  $\delta=15^\circ$  -  $C=96,68\%$ . Zastosowane oryginalne sito generowało straty ogólne na poziomie 7,4%, a miejscowe 7,8%. Zbierając mieszankę kombajnem z sitem wielopłaszczyznowym zauważono zmniejszenie się strat w miarę zwiększania kąta nachylenia dodatkowej części separatora. W tym przypadku, przy kącie  $\delta=0^\circ$  odnotowano najwyższy poziom strat ogólnych (0,2%) oraz miejscowych (0,32%). Natomiast przy kącie  $\delta=15^\circ$  zanotowano najniższy poziom strat zarówno ogólnych jak i miejscowych - poniżej 0,08%.

Różnica w czystości ziarna pszenicy i mieszanki zebranej kombajnem zbożowym z sitem fabrycznym jest nieznaczna i wynosi 2,0%. Po zastosowaniu sita wielopłaszczyznowego najwyższą czystość ziarna uzyskano dla kąta nachylenia sekcji uchylnej  $\delta=10^\circ$  ( $C=99,53\%$ ) w miejscowości Wiry i dla kąta  $\delta=15^\circ$  ( $C=96,68\%$ ) w miejscowości Lutomierz.

W wyniku przeprowadzonych badań zarówno w miejscowości Wiry jak i Lutomierzu można stwierdzić, że najlepsze efekty pracy sita wielopłaszczyznowego wystąpiły przy nachyleniu sekcji uchylnej  $\delta=10^\circ$ . W miejscowości Wiry dla takiego ustawienia, najmniejsze straty ziarna (około 0,1%) wystąpiły przy najwyższej czystości 99,58% (rys. 3). Zaobserwowano też wpływ jakości zbieranego materiału na straty ogólne kombajnu zbożowego (ilościowa i masowa charakterystyka zbieranych zbóż w trakcie badań polowych – tab. 1, 2). W miejscowości Wiry (tab. 1) zbierana pszenica była dobrej jakości o masie tysiąca ziaren 43,3 g, a średni plon materiału celnego z pola wynosił  $6,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Natomiast w miejscowości Lutomierz plon średni z pola wyniósł  $3,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Tak niski plon spowodowany był odmiennością każdego zboża w mieszance.

#### 4. Wnioski

- 1) Badane sito wielopłaszczyznowe zastosowane w zespole separującym kombajnu zbożowego pracującego w warunkach polowych na zboczach o nachyleniu do  $12^\circ$ , zmniejsza straty ziarna w porównaniu do sita fabrycznego z 7,8% do 0,1%.
- 2) Zastosowanie sita wielopłaszczyznowego w kombajnie zbożowym w czasie jazdy pod górę, pozwoliło na utrzymanie wysokiego wskaźnika czystości zbieranego ziarna (około 99,4%) przy poziomie strat poniżej 0,2%.
- 3) Najlepsze efekty pracy sita wielopłaszczyznowego zaobserwowano przy nachyleniu sekcji uchylnej  $\delta=10^\circ$ , przy którym były najmniejsze straty ziarna a czystość była największa.

the operational testing results of the harvester-thresher in the locality of Lutomierz. Concerning wheat harvest, the lowest purity ( $C=94\%$ ) of the harvested composition was obtained using an original factory-made flat sieve. After application of the sieve with the tiltable section set at the angle  $\delta=0^\circ$  a rise in purity up to  $C=95,43\%$  was recorded. Increased tiltable section inclination resulted in higher grain purity amounting for  $\delta=5^\circ$  to  $C=95,83\%$ , for  $\delta=10^\circ$  to  $C=95,91\%$  and for  $\delta=15^\circ$  to  $C=96,68\%$ , respectively. The original sieve applied produced general losses of 7,4%, and local losses of 7,8%. There was observed significant decrease in losses when the harvester-thresher with multi plane sieve was applied and at simultaneous increase in additional part of separator. In that case, for  $\delta=0^\circ$ , the highest level of general losses (0,2%) and of local losses (0,32%) were recorded. On the other hand, at the angle  $\delta=15^\circ$ , the lowest level of both general and local losses below 0,08% was noticed. The difference in grain purity obtained during the wheat and cereal composition harvest for the operation of the harvester-thresher with the factory-made sieve is insignificant and amounts 2,0%. After mounting a multi-plane sieve the highest grain purity in the locality of Wiry was obtained for the inclination angle of the tiltable section  $\delta=10^\circ$  ( $C=99,53\%$ ), whereas in the locality of Lutomierz for the angle  $\delta=15^\circ$  ( $C=96,68\%$ ). The impact of the quality of harvested material on general losses of the harvester-thresher was also observed (quantitative and weight characteristic of cereals harvested during the field testing – Tables 1, 2). In the locality of Wiry (Table 1) the cropped wheat was of a good quality, with a weight of 1,000 grains of 43,3 g, and the average crop of the prime material was 7,0 t per hectare. On the other hand, in the locality of Lutomierz (Table 2) the average crop was 4,2 t per hectare. Such a low crop was due to the diversity of each cereal in the composition.

#### 4. Conclusions

- 1) The tested multi-plane sieve used on the separating unit of the harvester-thresher operating in a field of an inclination up to  $12^\circ$  reduces grain losses, as compared to the factory-made sieve, from 7,8% to 0,1%.
- 2) The use of the roof sieve with the tiltable section on the harvester-thresher during its drive up hill allowed to maintain a high purity index of harvested grain (circa 99.4%) at the level of losses below 0.2%.
- 3) The best effects of the multi-plane sieve operation were observed at the inclination of the tiltable section  $\delta=10^\circ$ , at which inclination grain losses were the lowest and grain purity the highest.

## 5. References

- [1] Banasiak J., Bieniek J., Pogoda G. 2004: *Sito czyszczące kombajnu zbożowego*. Założenia patentowe zarejestrowane pod numerem P-367380.
- [2] Bieniek J., Banasiak J., Pogoda G. 2006: „Rozkład wskaźników przepustowości i czystości przesianej masy na sicie wielopłaszczyznowym”. *Inżynieria Rolnicza*, 2 (77), s.129-136.
- [3] Buckingham F. 1979: *An engineers compare rotaries and conventional models*. *Implement and Tractor*, nr 9.
- [4] Dreszer K. A. 2001: *Problem strat ziarna przy kombajnowym zbiorze zbóż na zboczach*. *Inżynieria Rolnicza*, nr 12, s.65-70.
- [5] Gasperetto E., Zen M., Guadagnin A. 1977: *Ultra High Speer Movie Observation of a Conventional Threshing Mechanice. (Cylinder-Concave Rear Beater) Working At Wheat*. *Grain and Forage Harvesting Conference American, ASAE*, s.104-111.
- [6] Gieroba J., Dreszer K. A., Nowak J., Dudkowski J. 1993: *Wpływ właściwości zboża na jakość pracy kombajnu zbożowego*. *Przegląd Techniki Rol. i Leśnej*, nr 5, s.6-9.
- [7] Maertens K., Baerdemaeker. J., Ramon H., Keyser R. 2001: *An analytical grain flow model for a combine harvester, Part I: Design of the model*. *Journal-of-Agricultural-Engineering-Research.*, 79(1), s.55-63.
- [8] Newbery R. S., Paulsen M. R., Nave W. R. 1980: *Soybean and Quality with Rotary and Conventional Threshing*. *Trans. of the ASAE*, vol. 23, nr 2.
- [9] Orzechowski J., Michalski R. 1990: *Rozwój i wizja kombajnu zbożowego*. *Maszyny i Ciągniki Rolnicze*, nr 7-8, s.5-7.
- [10] Paulsen M. R., Nave W. R. 1980: *Corn Damage from Conventional and Rotary Combines*. *Trans. of the ASAE*, vol. 23, nr 5.
- [11] Pfahler K. 1986: *Einfluss der Hangeigung auf Verluste und Verfahrenstechnik bei der Getreideernte*. *Landtechnik*, nr 6.
- [12] Sorensen H. H., Maskinradgivning O. O., Deleuran. L. C. 2005: *Pick-up or common cutter platform*. *Froavleren*, 88(9), s.136-137.
- [13] Wrublewski. D., Smith L. G. 1980: *Separation Characteristics of Conventional and Non – Conventional Grain Combines*. *Trans of the ASAE*, vol. 23, nr 2.
- [14] Zbiorowa praca IBMER. 1967. *Systemy Maszyn Rolniczych*. PWRiL, Warszawa.

---

**Dr hab. inż. Jerzy BIENIEK, prof. nadzw. UP**

**Prof. dr hab. inż. Jan BANASIAK**

**Dr inż. Grzegorz POGODA**

Zakład Eksploatacji Maszyn Rolniczych  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław  
tel. 071-3205721, tel/fax 3482486,  
bieniek@imr.ar.wroc.pl  
banasiak@imr.ar.wroc.pl  
pogoda@imr.ar.wroc.pl

---