

*Piotr Kostencki  
Akademia Rolnicza w Szczecinie  
Instytut Inżynierii Rolniczej*

## **MIEJSCOWA JEDNOSTKOWA ZMIANA OBRYSU LEMIESZY PŁUŻNYCH JAKO WSKAŹNIK ICH ODPORNOŚCI NA ZUŻYCIE**

### **Streszczenie**

Do oceny wytrzymałości ściernej lemiesz płużnych w pracy zaproponowano wskaźnik uwzględniający zmianę ich obrysu (czynnik decydujący o granicznym zużyciu elementów) i trwałość. Porównywanie odporności lemiesz na zużycie z zastosowaniem proponowanego parametru jest bardziej precyzyjne niż przy stosowaniu jednostkowego masowego zużycia elementów.

**Słowa kluczowe:** lemiesz płużne, wskaźniki trwałości i zużycia

### **Wprowadzenie**

Przy ocenie zestawu lemiesz różniących się konstrukcyjnie, standardowe wskaźniki ich trwałości i zużycia mogą być mało precyzyjne lub niewystarczające [Owsiak 2000]. Przykładowo, jak interpretować wyniki pomiaru trwałości lemiesz o odmiennych masach.

W praktyce lemiesz zazwyczaj wymieniane są na nowe ze względu na zmianę obrysu. Ocena odporności na zużycie lemiesz różniących się konstrukcją lub pracujących w odmiennych warunkach mogła by być wykonywana zatem za pomocą wskaźnika utworzonego na bazie ich trwałości i zmiany obrysu, występującej w miejscach istotnych pod względem wymienionego kryterium. Parametr ten można by określić mianem miejscowej jednostkowej zmiany obrysu.

Celem niniejszej pracy jest porównanie rezultatów oceny odporności na zużycie wybranych lemiesz płużnych, podczas ich pracy w różnych warunkach glebowych, przy zastosowaniu miejscowej jednostkowej zmiany obrysu i jednostkowego masowego zużycia elementów.

## Metodyka badań

W pracy wykorzystano wyniki polowych badań trwałości i zużycia nienapawanych i napawanych dwuczęściowych (dziób i część trapezowa) lemieszki płużnych [Kostencki i in. 2003; Kostencki i in. 2006]. Badane lemieszki wykonane były ze stali borowej o składzie chemicznym zastrzeżonym przez ich producenta. Również chronione są dane o materiale napoiny. Po uformowaniu elementy poddawane są objętościowej obróbce cieplnej.

$$J_L = \frac{L}{T} \quad (1)$$

Wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu lemieszki  $J_L$  (tab. 1) wyliczono według wzoru (1):

$L$  – bezwzględna w danym miejscu zmiana obrysu elementu [mm],  
 $T$  – trwałość elementu [ha].

Miejsca pomiarów liniowych przedstawiono na rys. 1. Drugim, ustalonym zgodnie z wzorem (2), parametrem był standardowy wskaźnik, tj. jednostkowe zużycie masowe elementów  $J_M$  (tab. 1):

$$J_M = \frac{M}{T} \quad (2)$$

$M$  – bezwzględne masowe zużycie elementu [g].

Obliczenia wykonano na podstawie trwałości i bezwzględnego zużycia elementów startych granicznie. Krańcowe zużycie dziobów wynikało z ubytku długości, a części trapezowych – z ubytku szerokości elementów w strefie mocowania. Stanowi granicznemu odpowiadało niewielkie starcie nakrętek śrub mocujących elementy. Warunki badań, podczas których uprawiano mało nawilgocone (8,5%) i normalnie nawilgocone (17,5%) gleby pylaste oraz średnio nawilgocone (13,8%) gleby piaszczyste – oznaczone odpowiednio jako A, B, C, opisano w pracach Kostencki i in. 2003 oraz Kostencki i in. 2006. Liczba zużytych granicznie elementów w poszczególnych warunkach wynosiła od 3 do 15 w przypadku dziobów i od 3 do 6 dla części trapezowych. Jedynie w warunkach B granicznemu zużyciu uległa jedna napawana część trapezowa. Metody pomiaru trwałości i zużycia lemieszki oraz parametrów cechujących warunki uprawy podano w pracy Kostencki i in. [2000]. Następnie porównano, ustalone według zależności 3 i 4, ilorazy miejscowej jednostkowej zmiany obrysu  $I_L$  z ilorazami jednostkowego masowego zużycia  $I_M$  elementów pracujących w różnych warunkach glebowych lub różniących się konstrukcyjnie (rys. 2 i 3). W przypadku liniowego wskaźnika zużycia posłużono się wartościami średnimi, uwzględniając wartości stosunków ustalone dla linii pomiarowych  $l_4, l_5, l_6$  i  $l_7$  w przypadku dziobów oraz dla linii  $l_8, l_9$ , i  $l_{10}$  przy częściach

trapezowych, gdyż zmiana obrysu w obszarze tych linii determinuje stan granicznego zużycia części.

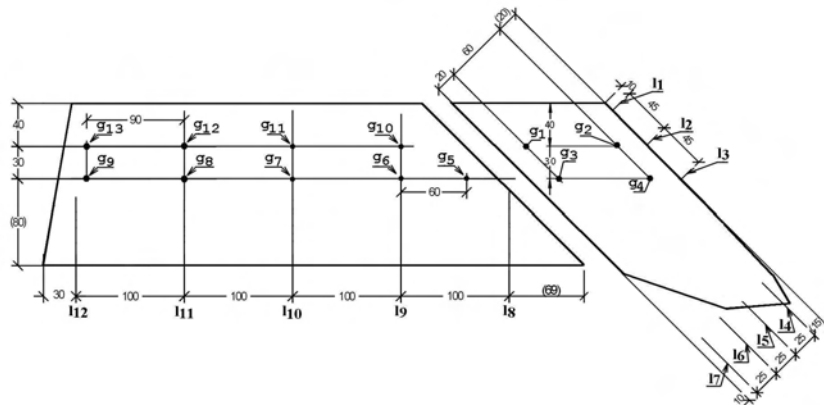
$$I_L = \frac{\sum_n \frac{(J_{Li})_n}{(J_{Lj})_n}}{n} \quad I_M = \frac{J_{Mi}}{J_{Mj}} \quad (3 \text{ i } 4)$$

$J_{Li}, J_{Lj}$  – miejscowa jednostkowa zmiana obrysu dziobów lub części trapezowych pracujących w różnych warunkach glebowych lub różniących się konstrukcyjnie [ $\text{mm} \cdot \text{ha}^{-1}$ ] ( $n=4$  dla dziobów i  $n=3$  dla części trapezowych),

$J_{Mi}, J_{Mj}$  – jednostkowe masowe zużycie dziobów lub części trapezowych pracujących w różnych warunkach glebowych lub różniących się konstrukcyjnie [ $\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$ ].

### Wyniki badań

W przypadku dziobów największa wartość miejscowej jednostkowej zmiany obrysu występowała w linii pomiarowej  $l_4$ , położonej przy krawędzi połowej, natomiast przy częściach trapezowych, poza warunkami C, – w liniach pomiarowych  $l_9$  lub  $l_{10}$  (rys. 1). W warunkach C największa wartość wskaźnika miała miejsce w linii pomiarowej  $l_{12}$ , znajdującej się przy końcu elementu (tab. 1).



Rys. 1. Miejsca pomiaru zmiany obrysu (linie pomiarowe od  $l_1$  do  $l_{12}$ ) i miejsca pomiaru zmiany grubości lemieszki (punkty od  $g_1$  do  $g_{13}$ )

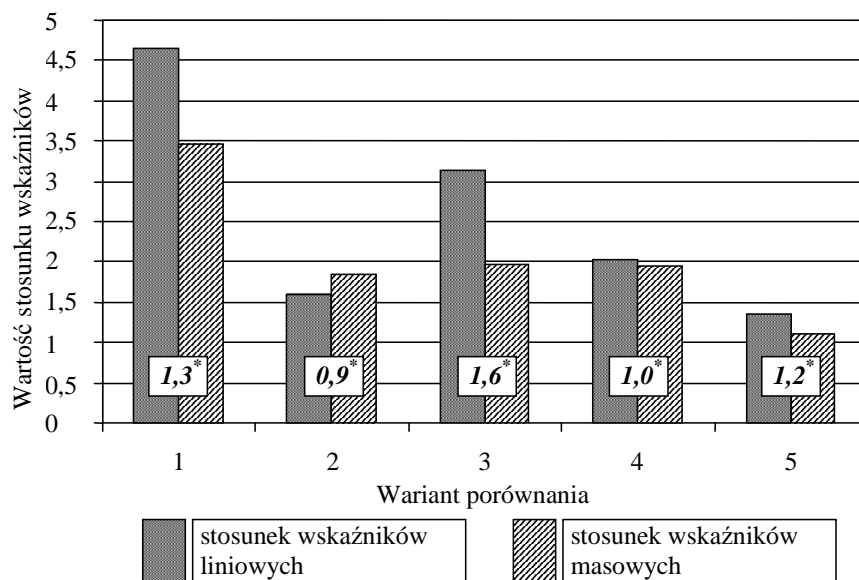
Fig. 1. Points of measurement of change in the contour (the measuring lines from  $l_1$  to  $l_{12}$ ) and points of measurement of change in thickness of shares (the points from  $g_1$  to  $g_{13}$ )

Tabela 1. Liniowe i masowe wskaźniki zużycia badanych elementów  
 Table 1. Coefficients of linear and mass wear of tested elements

Warunki pracy	Miejscowa jednostkowa zmiana obrysu $J_L$ części dziobowych [mm·ha <sup>-1</sup> ] ustalona w linii pomiarowej <sup>1), 2)</sup>							Jednostkowe zużycie masowe $J_M$ <sup>3)</sup> [g·ha <sup>-1</sup> ]
	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	l <sub>6</sub>	l <sub>7</sub>	
<i>Dzioby nienapawane</i>								
A	0,06	0,11	0,65	20,32	17,40	14,56	9,71	146,4
B	0,03	0,04	0,10	4,53	3,73	3,12	2,02	42,2
C	0,06	0,10	0,37	7,13	5,92	4,76	3,50	77,7
<i>Dzioby napawane</i>								
A	0,03	0,06	0,15	9,67	7,97	7,27	5,36	75,5
B	0,04	0,07	0,17	3,52	2,78	2,30	1,42	38,3
Warunki pracy	Miejscowa jednostkowa zmiana obrysu $J_L$ części trapezowych [mm·ha <sup>-1</sup> ] ustalona w linii pomiarowej <sup>4)</sup>						Jednostkowe zużycie masowe $J_M$ <sup>5)</sup> [g·ha <sup>-1</sup> ]	
	l <sub>8</sub>	l <sub>9</sub>	l <sub>10</sub>	l <sub>11</sub>	l <sub>12</sub>			
<i>Części trapezowe nienapawane</i>								
A	3,25	4,21	3,81	2,22	0,88		106,6	
B	1,02	1,31	1,38	1,33	1,35		55,6	
C	1,48	1,78	1,92	2,07	2,45		88,5	
<i>Części trapezowe napawane</i>								
A	3,22	3,83	3,64	2,83	1,53		112,5	
B	0,87	1,14	1,16	1,08	1,02		47,5	

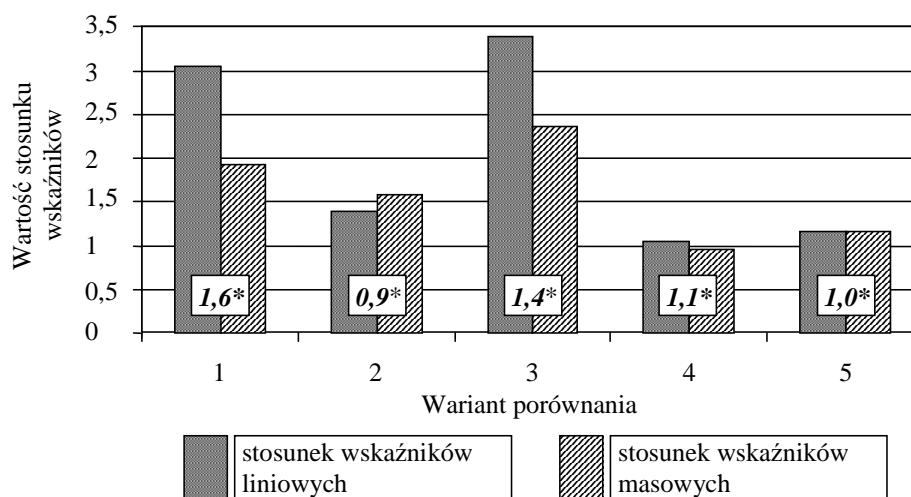
<sup>1)</sup> linie pomiarowe l<sub>1</sub>, l<sub>2</sub>, l<sub>3</sub> dotyczą zmiany obrysu od strony krawędzi polowej elementu, a linie l<sub>4</sub>, l<sub>5</sub>, l<sub>6</sub>, l<sub>7</sub> zużycia długości elementu, <sup>2)</sup> zakres odchyłeń standardowych dla wartości ustalonych w liniach pomiarowych l<sub>4</sub>, l<sub>5</sub>, l<sub>6</sub>, l<sub>7</sub> – od około 4 do 33% wartości parametru, <sup>3)</sup> zakres odchyłeń standardowych – od około 5 do 29% wartości parametru, <sup>4)</sup> zakres odchyłeń standardowych – od około 7 do 41% wartości parametru, <sup>5)</sup> zakres odchyłeń standardowych – od około 7 do 33% wartości parametru

Podane na rys. 2 i 3 wartości stosunków miejscowej jednostkowej zmiany obrysu, ustalonej dla elementów pracujących w odmiennych warunkach glebowych, odbiegają od wartości stosunku jednostkowego masowego zużycia elementów. Podobnie jest w większości przypadków odniesienia wartości wskaźników zużycia elementów nienapawanych i napawanych, pracujących w tych samych warunkach. Wskazuje to na różny wynik porównania intensywności zużywania się elementów uzyskiwany przy zastosowaniu jednego i drugiego wskaźnika. Przykładowo, z danych zamieszczonych na rys. 2 (pozycja 1) wynika, że przy zastosowaniu wskaźnika liniowego nienapawane dzioby pracujące w warunkach A były około 4,7-krotnie mniej odporne na zużycie niż w warunkach B. Natomiast stosunek wskaźników masowego zużycia wskazuje na tylko 3,5-krotnie mniejszą ich odporność. W tym przypadku rezultaty w ocenie różnią się 1,34-krotnie.



Rys. 2. Porównanie odporności na zużycie dziobów, ocenianej jednostkową miejscową zmianą obrysu i jednostkowym masowym zużyciem elementów, \* iloraz wartości porównania ustalonego na podstawie wskaźników liniowych do wartości ustalonej na podstawie wskaźników masowych: 1 – zużycie dziobów nienapawanych pracujących w warunkach A do zużycia w warunkach B, 2 – zużycie dziobów nienapawanych pracujących w warunkach C do zużycia w warunkach B, 3 – zużycie dziobów napawanych pracujących w warunkach A do zużycia w warunkach B, 4 – warunki A, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych, 5 – warunki B, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych

Fig. 2. Comparison of wear resistance of tips, estimated by local unit change of the contour and unit mass waste of elements, \* the quotient of comparison values stated on the ground of the linear coefficients to the value specified on the ground of mass coefficients: 1 – the wear of unpadded tips working in the A conditions to wear of the ones working in the B conditions, 2 – the wear of unpadded tips working in the C conditions to wear of the ones working in the B conditions, 3 – the wear of padded tips working in the A conditions to wear of the ones working in the B conditions, 4 – the A conditions, wear of unpadded tips to the wear of padded ones, 5 – the B conditions, the wear of unpadded tips to the wear of padded ones



Rys. 3. Porównanie odporności na zużycie części trapezowych, ocenianej jednostkową miejscową zmianą obrysu i jednostkowym masowym zużyciem elementów, \* iloraz wartości porównania ustalonego na podstawie wskaźników liniowych do wartości ustalonej na podstawie wskaźników masowych: 1 – zużycie części trapezowych nienapawanych pracujących w warunkach A do zużycia w warunkach B, 2 – zużycie części trapezowych nienapawanych pracujących w warunkach C do zużycia w warunkach B, 3 – zużycie części trapezowych napawanych pracujących w warunkach A do zużycia w warunkach B, 4 – warunki A, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych, 5 – warunki B, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych

Fig. 3. Comparison of wear resistance of shares, estimated by local unit change of the contour and unit mass waste of elements, \* the quotient of comparison values stated on the ground of the linear coefficients to the value specified on the ground of mass coefficients: 1 – the wear of unpadded shares working in the A conditions to wear of the ones working in the B conditions, 2 – the wear of unpadded shares working in the C conditions to wear of the ones working in the B conditions, 3 – the wear of padded shares working in the A conditions to wear of the ones working in the B conditions, 4 – the A conditions, wear of unpadded shares to the wear of padded ones, 5 – the B conditions, the wear of unpadded tips to the wear of padded ones

W większości pozostałych wariantów porównania (rys. 2 i 3) odstępstwa w relacjach odporności elementów zawierają się w zakresie od około 10 do 60% (jedynie dla pozycji 4 z rys. 2 stwierdzono niewielką rozbieżność, a przy pozycji 5 z rys. 3 brak różnic). Należy dodać, że dla wariantu, którego graficznie na rys. 3 nie przedstawiono, tj. porównania odporności na zużycie nienapawanych części trapezowych pracujących w warunkach A do zużycia w warunkach C, ocena odporności ściernej elementów przy zastosowaniu liniowych i masowych wskaźników zużycia różni się nawet około 1,8-krotnie.

Przyczyną powyższych rozbieżności jest odmienny proces ścierania się części w zależności od warunków pracy lub różnic w konstrukcji. Stwierdzono, że ubytek grubości granicznie zużytych elementów był różny – w ramach miejsc pomiaru (rys. 1) wynosił średnio dla dziobów od 0,67 do 5,95 mm, a dla części trapezowych od 0,65 do 3,70 mm [Kostencki i in. 2003; Kostencki i in. 2006]. Masa materiału zużytego z powierzchni natarcia lemieszy jest zatem zmienna (przy stałym stanie granicznym, wynikającym ze zmiany obrysu), co wpływa na wartość jednostkowego masowego zużycia elementów. Natomiast wskaźnik liniowego zużycia jest niezależny od zmienności ubytku masy elementów. Podobnie, w przypadku lemieszy napawanych i nienapawanych masa napoiiny startej podczas eksploatacji elementów modyfikuje wartość ich jednostkowego masowego zużycia. Natomiast wskaźnik, zbudowany na bazie zmiany obrysu i trwałość elementów, bezpośrednio uwzględnia wartości tych parametrów wynikające ze wzmocnienia elementów przez napawanie.

Stwierdzono także, że w zależności od warunków pracy i cech konstrukcyjnych lemieszy obrysy w końcowym obszarze granicznie zużytych elementów są różne. Zakres zmian szerokości części trapezowych w liniach pomiarowych  $l_{11}$  i  $l_{12}$  (rys. 1) wynosił odpowiednio od 35,8 do 71,8 i od 14,3 do 84,9 mm [Kostencki i in. 2003, Kostencki i in. 2006]. Zmiana kształtu w końcowym obszarze elementów nie jest brana pod uwagę przy ocenie ich stanu granicznego zużycia. Różnice w kształtach wpływają natomiast na wartość masowych parametrów oceny zużycia elementów.

### **Podsumowanie**

Stwierdzono, że ocena odporności na zużycie zestawu lemieszy o różnej konstrukcji lub lemieszy pracujących w różnych warunkach, wykonywana z zastosowaniem jednostkowego masowego zużycia elementów, może być obciążona znacznym błędem. Miejscowa jednostkowa zmiana obrysu, wskaźnik wiążący bezpośrednio czynnik determinujący stan granicznego zużycia elementów (zmianę obrysu) z ich trwałością, pozbawiony jest tego błędu. Ustalono, że efekt oceny wytrzymałości ściernej lemieszy, przy zastosowaniu masowego i liniowego wskaźnika ich zużycia, może różnić się 1,6, a nawet 1,8-krotnie. Przyczyną jest zmienność masowego zużycia elementów różniących się konstrukcyjnie lub pracujących w odmiennych warunkach, która niekoniecznie związana jest z czynnikiem decydującym o stanie ich granicznego zużycia.

Badania ukierunkowane na ocenę trwałości i zużycia elementów pracujących w glebie cechują się dużą pracochłonnością. Dla lemiesz o zastosowanej konstrukcji, w celu uproszczenia takich badań, proponuje się wykonywanie pomiarów zmiany ich obrysu w liniach pomiarowych  $l_5$  i  $l_9$ . Pomiary wykonywane w tych liniach określają zmianę kształtu lemiesz w obszarze ich mocowania.

### **Bibliografia**

Kostencki P., Dawidowski B. 2000. Metodyka pomiarów trwałości i zużycia lemiesz płużnych. *Folia Universitatis Agriculturae Stetnensis. Agricultura* 209 (83), s. 61-70.

Kostencki P., Nowowiejski R., Dawidowski J. B. 2003. Odporność na ściernie zużycie wybranych lemiesz płużnych produkcji Zakładu Badawczo-Wdrożeniowego Techniki Rolniczej B.M. Worona, podczas uprawy gleb piaszczystych o średnim nawilgoceniu. *Folia Universitatis Agriculturae Stetnensis. Agricultura* 231 (92), s. 47-56.

Kostencki P., Nowowiejski R. 2006. Wytrzymałość ścierna wybranych lemiesz płużnych podczas uprawy pyłu zwykłego o dwóch stanach nawilgocenia. *Tribologia* nr 2, s. 123-142.

Owsiak Z. 2000. Analiza zużycia lemiesz pługów. *Inżynieria Rolnicza* 6 (17), s. 205-211.

## **LOCAL UNIT CHANGE OF THE CONTOUR OF PLOUGH SHARES AS A COEFFICIENT OF THEIR WEAR RESISTANCE**

### **Summary**

In order to estimate abrasive resistance of plough shares the index taking into account the change of their contour (the factor determining terminal wear) and durability was proposed. Comparison of wear resistance by employing the proposed parameter is more precise than with the use of unit mass wear of elements.

**Key words:** plough shares, indexes of wear and durability