

*Piotr Kostencki, Rafał Nowowiejski, Jan B. Dawidowski
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Szczecinie*

METODYCZNY ASPEKT OCENY ZUŻYCIA LEMIESZY PŁUŻNYCH

Streszczenie

Istotnym problemem w ocenie odporności ścierniej lemieszki płużnych jest brak uniwersalnych wskaźników, umożliwiających porównywanie lemieszki o zróżnicowanej budowie. Zaproponowano wskaźnik uwzględniający trwałość i zmianę obrysu lemieszki, którego zaletą jest powiązanie trwałości z czynnikiem najczęściej decydującym o granicznym zużyciu elementów.

Słowa kluczowe: zużycie ściernie, zużycie lemieszki płużnych

Wprowadzenie

W badaniach trwałości i zużycia różniących się konstrukcyjnie lemieszki płużnych, pojawia się istotny problem, dotyczący przyjęcia kryterium umożliwiającego porównywanie elementów. Powszechnymi parametrami analizy ścierniej wytrzymałości lemieszki są: trwałość oraz bezwzględne, względne i jednostkowe zużycie masowe. Niekiedy powyższe wskaźniki mogą być mało uniwersalne. Zachodzi bowiem pytanie, na ile miarodajne są te wskaźniki w przypadku pracy lemieszki różniących się geometrią i masą początkową. Również odmienne mechanizmy zużycia elementów, mogą utrudniać interpretację niektórych wskaźników. Przykładowo, w czasie uprawy gleb wilgotnych intensywniejszemu ścieraniu ulega powierzchnia natarcia lemieszki, aniżeli podczas orki tych gleb w stanie przesuszonym [Kostencki i in. 2002]. Wpływa to, przy tym samym kryterium granicznego zużycia elementów (zmiana obrysu), na różne wartości masowego bezwzględnego, względnego i jednostkowego ich zużycia. Podobnie, masa startej napoiny, przy ocenie lemieszki nienapawanych i napawanych, wpłynie na zmianę wartości masowych wskaźników zużycia elementów.

Wydaje się, że pozbawionym powyższych wad byłby wskaźnik wiążący zmianę obrysu lemieszki i ich trwałość. Parametr ten, o wymiarze $\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}$, odzwierciedla intensywność zmiany obrysu elementów i można by go określić mianem miejscowej jednostkowej zmiany obrysu.

Opis badań

Przeprowadzono badania polowe, w których ustalono trwałość oraz masowe i liniowe zużycie wybranych lemieszki płużnych [Kostencki i in. 2002]. Zastosowano lemieszki nienapawane i napawane, o tych samych gabarytach, składające się z dwóch oddzielnych części: dziobowej i trapezowej. Pomiary wykonano podczas orki gleb pylastych (dominował

pył zwykły - około 87% areału uprawy), przy wilgotności gleby: 8,5% - warunki A i 17,5% - warunki B. Inne dane, charakteryzujące warunki badań, podano w pracy [Kostencki i in. 2002]. Miejsca pomiarów zmiany obrysu i grubości elementów przedstawiono na rysunku 1.

Wyniki badań i dyskusja

Na podstawie trwałości i bezwzględnego zużycia elementów startych granicznie, wyliczono wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu lemieszki (zmiana obrysu w danym miejscu odniesiona do trwałości elementu – tab. 1) oraz ich masowego zużycia jednostkowego (stosunek ubytku masy elementu do trwałości – tab. 2). Dodatkowo, w tabeli 2 podano dane dotyczące trwałości, względnego zużycia masowego i bezwzględnego ubytku grubości badanych części. Należy zaznaczyć, że w obu warunkach glebowych dzioby wymieniano ze względu na ubytek ich długości, natomiast części trapezowe - ze względu na zmniejszenie ich szerokości. Jedynie napawane części trapezowe, pracujące w warunkach B, po uprawie 132,6 ha/element nie uległy granicznemu zużyciu, przy dużym ubytku masy, wynoszącym około 55 %. Stąd ustalone wartości intensywności zużycia tych elementów (tab. 1 i 2), poprawne przy założeniu stałego tempa zużywania się części, podano w nawiasach.

W przypadku dziobów największą wartość miejscowej jednostkowej zmiany obrysu lemieszki stwierdzono w linii l_4 , leżącej przy krawędzi połowej elementu (rys. 1). Dla linii oddalających się od krawędzi połowej, parametr ten sukcesywnie malał. W przypadku części trapezowych, przy uprawie gleby mało nawilgoconej (klasyfikacja wg Łabęcki 1995) – warunki A, największa wartość wskaźnika występowała w linii l_9 , odległej o około 170 mm od początku tych części, co odpowiada odległości 290 mm od krawędzi połowej dziobu, mierząc w linii ostrza lemieszki. Natomiast przy orce gleby normalnie nawilgoconej (wg Łabęcki 1995) - warunki B, wartości omawianego parametru dla części trapezowych były względnie wyrównane (tab. 1).

Zużycie graniczne lemieszki następuje zazwyczaj w wyniku skrócenia elementów, przy którym ścierają się nakrętki śrub montażowych. Wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu lemieszki płużnych proponuje się zatem ustalać w obszarze mocowania elementów (w liniach l_5 , l_9 i l_{10} - rys. 1).

W tabeli 3 podano wyniki porównania miejscowej jednostkowej zmiany obrysu i masowego zużycia jednostkowego, dla różnych przypadków pracy lemieszki.

Tabela 1. Miejskowa jednostkowa zmiana obrysu lemieszy

Table 1. Local unit change of the ploughshare shape

Warunki pracy, liczba powtórzeń	Miejskowa jednostkowa zmiana obrysu [mm·ha ⁻¹] w linii pomiarowej (rys. 1)						
	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇
DZIOBY NIENAPAWANE							
A n=8	0,19 s=0,08	0,31 s=0,12	0,71 s=0,26	19,48 s=5,59	15,92 s=4,54	14,47 s=3,90	9,73 s=2,48
B n=4	0,10 s=0,01	0,16 s=0,03	0,28 s=0,04	4,20 s=0,64	3,30 s=0,56	2,96 s=0,54	1,96 s=0,46
DZIOBY NAPAWANE							
A n=4	0,13 s=0,05	0,16 s=0,04	0,32 s=0,11	5,22 s=0,85	4,10 s=0,62	4,28 s=0,94	3,23 s=0,51
B n=3	0,06 s=0,03	0,10 s=0,04	0,21 s=0,09	2,25 s=0,36	1,63 s=0,24	1,47 s=0,18	1,08 s=0,12
Warunki pracy, liczba powtórzeń	Miejskowa jednostkowa zmiana obrysu [mm·ha ⁻¹] w linii pomiarowej (rys. 1)						
	l ₈	l ₉	l ₁₀	l ₁₁	l ₁₂		
CZĘŚCI TRAPEZOW NIENAPAWANE							
A n=2	2,19 R=0,28	2,86 R=0,47	2,62 R=0,44	1,66 R=0,21	0,84 R=0,35		
B n=1	0,68	0,90	0,93	0,88	0,90		
CZĘŚCI TRAPEZOWE NAPAWANE							
A n=2	0,78 R=0,67	1,18 R=0,29	0,94 R=0,18	0,63 R=0,20	0,48 R=0,22		
B n=2	(0,34)* R=0,05	(0,39)* R=0,01	(0,37)* R=0,03	(0,34)* R=0,06	(0,50)* R=0,07		

* - elementy nie osiągnęły stanu granicznego zużycia (przepracowały 132,6 ha/element, osiągając około 55% ubytku masy), n – liczba powtórzeń, s – odchylenie standardowe, R – rozstęp

* - elements have not reached the wear extreme condition (they worked for 132.6 ha/element, reaching c.a. 55% of the weight loss), n – number of repetitions, s – standard deviation, R – spacing

Tabela 2. Masowe zużycie jednostkowe, trwałość, masowe zużycie względne i bezwzględny ubytek grubości elementów
 Table 2. Mass unit wear, durability, mass relative wear and absolute loss of the elements thickness

Warunki pracy, liczba powtórzeń	Masowe zużycie jednostkowe [g·ha ⁻¹]	Trwałość [ha]	Masowe zużycie względne [%]	Zużycie grubości [mm] w miejscu pomiarowym (rys. 1)			
				g 1	g 2	g 3	g 4
DZIUBY NIENAPAWANE							
A n=8	114,3 s=30,5	7,0 s=2,4	39,2 s=2,5	0,40 s=0,15	0,36 s=0,18	0,68 s=0,25	0,72 s=0,30
B n=4	30,8 s=4,8	30,7 s=5,1	50,6 s=2,8	1,96 s=0,47	2,43 s=0,79	2,75 s=0,41	3,95 s=1,00
DZIUBY NAPAWANE							
A n=4	49,4 s=8,0	26,2 s=2,9	49,1 s=2,9	0,89 s=0,36	0,46 s=0,19	1,22 s=0,55	2,09 s=0,76
B n=3	27,2 s=2,4	65,6 s=4,4	65,9 s=1,6	5,02 s=0,82	5,41 s=1,31	5,05 s=0,80	9,69 s=0,47
Warunki pracy, liczba powtórzeń	Masowe zużycie jednostkowe [g·ha ⁻¹]	Trwałość [ha]	Masowe zużycie względne [%]	Zużycie grubości [mm] w miejscu pomiarowym (rys. 1)			
CZEŚCI TRAPEZOWE NIENAPAWANE							
A n=2	77,7 R=7,3	22,6 R=0,64	37,7 R=2,2	g 5 0,72 R=0,22	g 6 0,59 R=0,07	g 7 0,32 R=0,18	g 8 0,29 R=0,34
B n=1	34,9	70,5	53,5	g 9 2,64	g 10 1,61	g 11 1,12	g 12 1,09
CZEŚCI TRAPEZOWE NAPAWANE							
A n=2	36,3 R=7,8	53,3 R=7,1	40,1 R=4,5	g 13 1,17 R=0,05	g 14 1,08 R=0,14	g 15 0,78 R=0,02	g 16 0,69 R=0,11
B n=2*	(20,6)* R=0,99	-*	-*	g 17 (3,43)* R=0,96	g 18 (3,42)* R=0,08	g 19 (2,33)* R=0,35	g 20 (2,50)* R=0,34

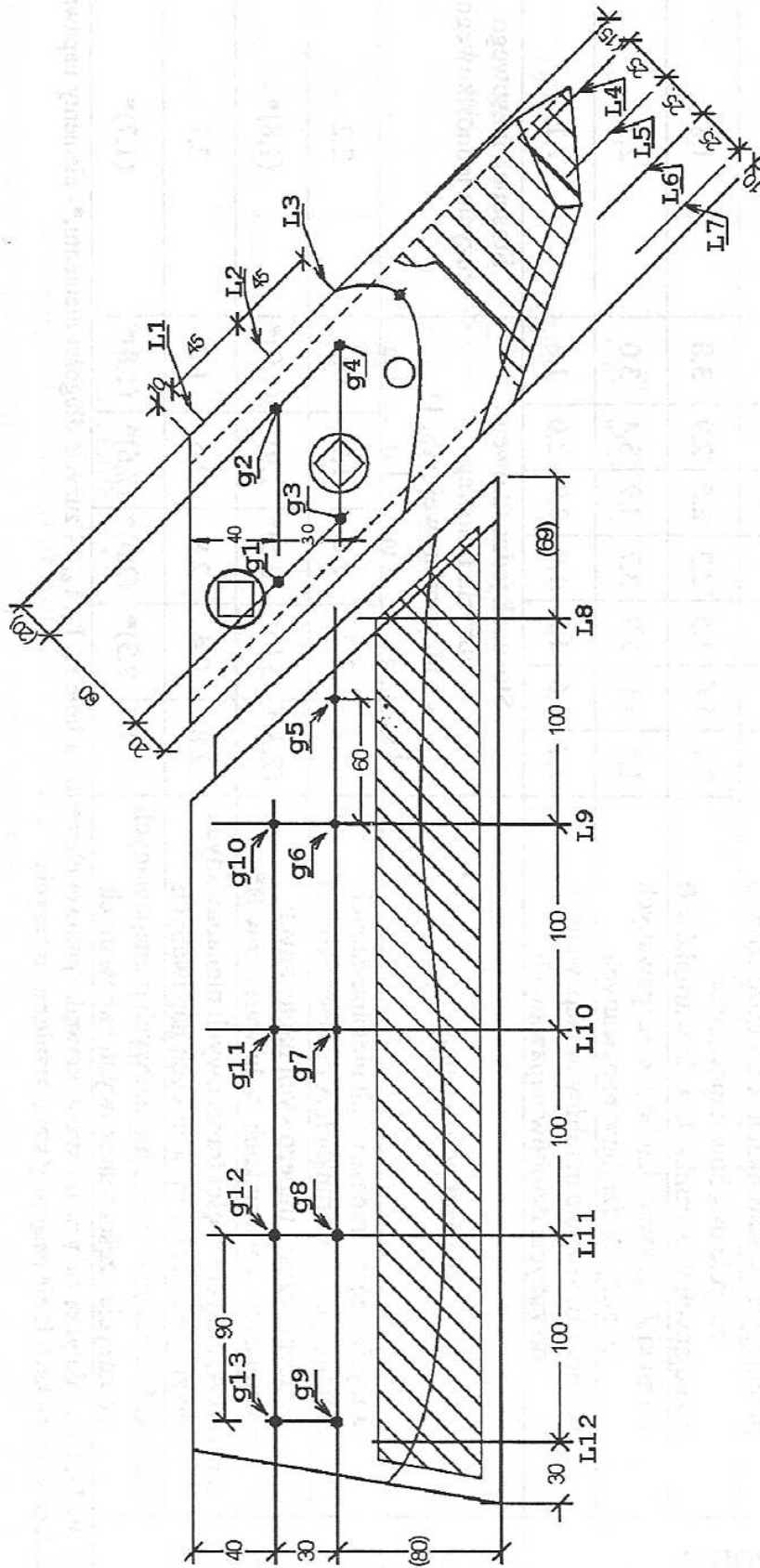
n – liczba powtórzeń, s – odchylenie standardowe, R – rozstęp, * - elementy po uprawie 132,6 ha/szt nie osiągnęły stanu granicznego zużycia, przy względny zużyciu masowym wynoszącym około 55 %

Tabela 3. Porównanie miejscowej jednostkowej zmiany obrysu i jednostkowego masowego zużycia dla różnych przypadków pracy elementów

Table 3. Comparison of the local unit shape change and the unit mass consumption for various cases of the element's work

Wariant porównania	Stosunek jednostkowego zużycia liniowego w linii pomiarowej (rys. 1) ⁽¹⁾							Stosunek masowego zużycia jednostkowego
	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	
DZIÓBY	Wariant porównania							
	zużycie dziobów nienapawanych pracujących w warunkach A do warunków B							
	1,9	1,9	2,5	4,6	4,8	4,9	5,0	3,7
	zużycie dziobów napawanych pracujących w warunkach A do warunków B							
2,1	1,6	1,5	2,3	2,5	2,9	3,0	1,8	
warunki A, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych								
1,5	1,9	2,2	3,7	3,9	3,4	3,0	2,3	
warunki B, zużycie dziobów nienapawanych do zużycia dziobów napawanych								
1,7	1,6	1,3	1,9	2,0	2,0	1,8	1,1	
CZĘŚCI TRAPEZOWE	Wariant porównania							
	zużycie części trapezowych nienapawanych pracujących w warunkach A do warunków B							
	3,2	3,2	2,8	2,8	1,9	0,9	2,2	2,2
	zużycie części trapezowych napawanych pracujących w warunkach A do warunków B*							
(2,3)*	(3,0)*	(2,5)*	(2,5)*	1,9)*	(1,0)*	(1,8)*	(1,8)*	
warunki A, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych								
2,8	2,4	2,4	2,8	2,6	1,8	2,1	2,1	
warunki B*, zużycie części trapezowych nienapawanych do zużycia części trapezowych napawanych								
(2,0)*	2,3)*	(2,5)*	(2,5)*	(2,6)*	(1,8)*	(1,7)*	(1,7)*	

⁽¹⁾ - linie l₁, l₂, l₃ dotyczą zużycia od strony krawędzi połowej elementu, a linie l₄, l₅, l₆, l₇ zużycia długości elementu, *- elementy napawane pracujące w warunkach B nie osiągnęły stanu granicznego zużycia



Rys. 1. Miejsca pomiaru zmiany obrysu i grubości badanych elementów
Fig. 1. Places of shape change measurement and the examined elements thickness

Przykładowo, z porównania wartości masowego zużycia jednostkowego nienapawanych dziobów pracujących w warunkach A i B wynika, że dzioby pracujące w warunkach A ulegają 3,7-krotne szybszemu zużyciu (tab. 3). W przypadku zastosowania wartości miejscowej jednostkowej zmiany obrysu elementów, stosunek ten wynosi od 4,6 do 5,0, w zależności od przyjętego miejsca pomiaru zmiany długości dziobu (dla linii pomiarowej l_5 - 4,8). Mniejsza wartość, przy zastosowaniu wskaźnika masowego, związana jest ze zdecydowanie większym ubytkiem grubości elementów pracujących w warunki B (tab. 2). Podobnie, dla części trapezowych, nienapawanych i napawanych, pracujących w warunkach A, zużycie elementów nienapawanych jest 2,1 raza większe przy zastosowaniu wskaźnika masowego oraz 2,4 lub 2,8 raza większe dla wskaźnika liniowego (odpowiednio w miejscach l_9 i l_{10} , związanych z obszarem mocowania części - tab. 3). Mniejszą wartość parametru masowego wyjaśnia większy ubytek masy elementów napawanych (zużycie materiału napoiny i większy ubytek grubości – tab. 2). Zbliżone relacje występują dla pozostałych wariantów porównania zużycia elementów. Charakterystyczne jest to, że w większości przypadków wartość stosunku wskaźników masowych jest o około 1,0 mniejsza, niż stosunku wskaźników liniowych.

Podsumowanie

Proponowana metodyka umożliwia porównanie intensywności ściernej lemiesz o różnej konstrukcji, gdyż uwzględnia trwałość elementów i czynnik decydujący bezpośrednio o ich wymianie. Pozwala również na uzyskanie dużej dokładności w aspekcie wytrzymałości lemiesz. Rozpowszechnienie metody wymaga przyjęcia tych samych miejsc pomiaru zmiany obrysu elementów. Ograniczeniem zaproponowanego wskaźnika mogą być, występujące w szczególnych warunkach glebowych, inne kryteria granicznego zużycia lemiesz, niż zmiana ich obrysu (zbyt duża szerokość pasma zużycia na powierzchni przyłożenia, osłabienie mocowania w wyniku starcia stożkowej części śrub montażowych, zużycie awaryjne). Proponowany wskaźnik ma też znaczenie praktyczne. Znana jego wartość, dla danych warunków glebowych, przy znanych wymiarach granicznych elementów, pozwala na oszacowanie ilości części, niezbędnych do uprawy zadanego arealu.

Bibliografia

Kostencki P., Nowowiejski R., Dawidowski J. B. 2002: Lemiesz pługowe produkcji Lemken – trwałość, zużycie w warunkach uprawy suchej oraz wilgotnej gleby pylastej. *Jurnal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 47 (3), s. 10-20.

Łabęcki M. 1995: Określenie wpływu stopnia zwięzłości, wilgotności i zakamienienia gleby na zużycie lemieszki do pługów ciągnikowych. Opracowanie Poznańskiego Instytutu Maszyn Rolniczych TT-5/95.

METHODICAL ASPECT OF PLOUGHSHARES WEAR ASSESSMENT

Summary

Lack of universal indexes for comparison ploughshares of various constructions poses a significant problem while evaluating resistance of ploughshares to abrasive wear. That is why a coefficient connecting the durability of the elements with changes of their contour. This parameter makes it possible to run comparative analyses because it connects directly the amount of work by an element with the factor deciding of their replacement.

Key words: abrasive wear, wear of ploughshare