

OCENA ZBIORU WIERZBY ENERGETYCZNEJ Z UŻYCIEM KOSY SPALINOWEJ

Dariusz Kwaśniewski

Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Krzysztof Mudryk, Marek Wróbel

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy dokonano charakterystyki i oceny ręcznego zbioru trzyletniej wierzby energetycznej z użyciem kosi spalinowej Solo 154. Wydajność pracy w trakcie zbioru określono dla dwóch wariantów: A - zespół dwuosobowy, B - zespół trzyosobowy. Przebieg zbioru został zarejestrowany kamerą CANON XMI PAL. Analiza filmu została przeprowadzona w programie Ulead DVD Movie Factory. Wydajność zbioru dla wariantu A wynosiła $0,016 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, a dla wariantu B była większa i wynosiła $0,024 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$.

Słowa kluczowe: wierzba energetyczna, zbiór, wydajność, kosa spalinowa

Wstęp

Zbiór wierzby rozpoczyna się po opadnięciu liści, w okresie od listopada-grudnia do kwietnia przy wilgotności ok. 50%. Wysokość ścinania (koszenia) wynosi średnio ok. 0,1 m [Dreszer i in. 2003]. Pędy wierzby można ścinać ręcznie lub maszynowo.

Mechanizacja zbioru wierzby jest kolejnym wyzwaniem dla konstruktorów maszyn. W chwili obecnej stosowane technologie zbioru to:

- ręczne ścinanie gałęzi z użyciem przenośnych podcinaczy,
- maszynowe ścinanie gałęzi z odkładaniem na pokosie,
- maszynowe ścinanie gałęzi z ładowaniem na przyczepę,
- maszynowe ścinanie gałęzi z ich jednoczesnym rozdrabnianiem (zrębkowanie).

Najbardziej pracochłonny jest oczywiście zbiór ręczny. Zdecydowanie korzystniejszy jest zbiór w pełni zmechanizowany, ale dostępne do tego celu maszyny są bardzo drogie [Pasyniuk 2007].

Pędy wierzbowe maszynowo ścinać można wieloma sposobami. Najprostszym urządzeniem jest kosa mechaniczna (kosa spalinowa), identyczna jak wykaszarki do traw z tą różnicą, że elementem tnącym jest szybkoobrotowa tarcza [Dubas i in. 2004].

Na terenie Polski mamy do czynienia z sytuacją, w której plantacje wierzby energetycznej (w większości przypadków, zwłaszcza na terenie gospodarstw rolnych) mają niewielką powierzchnię, a niekiedy są znacznie od siebie oddalone. Dlatego stosowanie maszyn specjalistycznych, nawet w formie usługi mechanizacyjnej, stanowi barierę ekonomiczną dla właściciela plantacji [Kwaśniewski i in. 2006]. Obecnie do zbioru wierzby

energetycznej na małych powierzchniach stosuje się uniwersalne piły łańcuchowe i kosy spalinowe z szybkoobrotową tarczą.

Cel, zakres i metoda

Celem przeprowadzonych badań i niniejszej pracy było określenie wydajności zbioru ręcznego trzyletniej wierzby energetycznej z wykorzystaniem kosy spalinowej oraz ocena tej metody zbioru.

Zakresem pracy objęto badania przeprowadzone na plantacji wierzby energetycznej, założonej w 2002 r. na Wydziale Agrotechnologii Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Powierzchnia eksperymentalnej plantacji wynosi łącznie 0,36 ha i jest podzielona na części, w zależności od terminu sadzenia. Wierzba uprawiana była na piasku słabo gliniastym (frakcje: 75% piasku, 15% pyłu, 10% części spławialnych).

Zbiór wierzby wykonano w I połowie grudnia 2007 r., a występujące wtedy warunki pogodowe oceniono jako sprzyjające tzn. dodatnia temperatura, brak okrywy śnieżnej, twarde podłoże. Do badań wybrano 4 rzędy, trzyletniej wierzby (klon 1059), których długość wynosiła 100 m (rozstaw międzyrzędzi 75 cm, gęstość sadzenia 50 cm).

Do zbioru wykorzystano kosę spalinową Solo 154 produkcji niemieckiej (rys. 1).



Rys. 1. Kosa spalinowa w czasie ścinania karpy wierzby energetycznej

Fig. 1. Power scythe while cutting down energy willow rootstock

Charakterystyka używanej kosy:

- silnik spalinowy dwusuwowy o pojemności 54,2 cm³ i mocy 3,1 KM z elektronicznym zapłonem,
- system startu primer i zaworem dekompresyjnym dla łatwego uruchamiania zimnego silnika,
- system antywibracyjny dla komfortowej pracy, uchwyt typu kierownica,
- na wyposażeniu standardowym metalowa tarcza do wycinania krzaków, chaszczki i wysokich traw o średnicy 300 mm, szelki nośne i okulary ochronne,
- możliwość zastosowania głowicy tnącej żyłkowej, waga 8,3 kg.

Wstępna próba zbioru wykazała, że kiedy pracuje zespół dwuosobowy, tzn. pilarz i jeden pomocnik występują przestoje w pracy pilarza, a wykorzystywana kosa pracuje nieefektywnie. Dlatego też zdecydowano się na rozszerzenie zespołu o dodatkowego pomocnika. Aby porównać i ocenić wydajność pracy w czasie zbioru w badaniach założono dwa warianty:

- wariant A - zespół dwuosobowy, tzn. składający się z pilarza i pomocnika - pomocnik przytrzymuje pędy w czasie cięcia, odbiera i wstępnie układa je w wiązki,
- wariant B - zespół trzyosobowy (rys. 2), tzn. składający się z pilarza i dwóch pomocników - jeden pomocnik przytrzymuje pędy w czasie cięcia, odbiera i wstępnie układa je w wiązki, a drugi pomocnik w tym czasie przytrzymuje następną karpę i powtarza czynności wykonywane przez pierwszego pomocnika - pomocnicy cyklicznie się wymieniają.



Rys. 2. Zespół przeprowadzający zbiór: 1 – pilarz, 2 – pomocnik I, 3 – pomocnik II
Fig. 2. Harvesting team: 1 – power scythe operator, 2 – helper I, 3 – helper II

Badania przeprowadzono dla 300 karp. Dla wariantów A i B (po 150). Wykonano po 5 powtórzeń (tab. 1) na odcinkach tej samej długości (po 30 karp dla każdego z wariantów). W badaniach nie uwzględniano kolejnych czynności dotyczących formowania i wiązania wiązek, ewentualnego transportu ściętych pędów luzem lub bezpośredniego zrzębkowania pędów na polu.

Przebieg całego zbioru wierzby został zarejestrowany kamerą CANON XMI PAL. Zastosowana metoda „filmowa” pozwoliła (na podstawie jednego zapisu video) na określenie wydajności całego zespołu. Dodatkowo, na podstawie filmu możliwa była analiza procesu zbioru w aspekcie jakości pracy pilarza i pomocników. Powyższych zalet nie posiadają metody oparte tylko na pomiarze czasu (np. przy użyciu stopera).

Analiza filmu została przeprowadzona w programie Ulead DVD Movie Factory. Program ten umożliwił pomiar całkowitego czasu trwania zbioru oraz czynności wykonywanych przez każdego członka zespołu [Kwaśniewski i in. 2006].

Wyniki badań

Przed przystąpieniem do zbioru określono liczbę pędów przypadających do ścięcia w jednej karpie oraz orientacyjną, najmniejszą i największą grubość pędu mierzona suwmiarką na wysokości 10 cm od ziemi. Pomiar grubości wykonano dla pędów z dziesięciu losowo wybranych karp dla każdego powtórzenia. Liczba pędów przypadająca na jedną karpę wynosiła średnio 8,2 szt., a odchylenie standardowe to 3,9 szt. Należy także zaznaczyć, że grubość ścinanych pędów była zróżnicowana i mieściła się w granicach od 1,6 do 4,7 cm. Na podstawie analizy materiału filmowego, określono całkowite czasy trwania zbioru dla wariantów A i B, od momentu ścięcia do momentu wstępnego ułożenia pędów wierzby w wiązki.

Charakterystykę wykonanego zbioru trzyletniej wierzby energetycznej dla ocenianych wariantów przedstawiono w tabeli 1. Dotyczy ona całkowitego czasu zbioru dla poszczególnych powtórzeń (I – V) oraz czasu zbioru dla jednej karp. W tabeli zamieszczono także średni czas całego zbioru i średni czas zbioru dla jednej karp.

W zależności od liczby pędów w karpie i ich grubości uzyskano różne czasy ścinania karp. Średni czas ścinania jednej karp dla wariantu A wyniósł 8,28 s, a dla wariantu B było to 5,67 s. Należy tutaj zaznaczyć, że ze względu na rozłożystość pędów w karpie (były to sporadyczne przypadki), niektóre pędy należało ścinać indywidualnie. W związku z tym mogło to mieć wpływ na wydłużenie czasu ścinania dla niektórych karp.

Tabela 1. Charakterystyka zbioru trzyletniej wierzby kosą spalinową

Table 1. Characteristics of three-year old energy willow harvest carried out using a power scythe

L.p. [-]	Ilość karp [szt]	Wariant	Całkowity czas zbioru	Czas zbioru 1 karp
		[-]	[s]	[s]
I	30	A	240,0	8,00
		B	166,0	5,53
II	30	A	264,0	8,80
		B	172,0	5,73
III	30	A	238,0	7,93
		B	169,0	5,63
IV	30	A	257,0	8,57
		B	156,0	5,20
V	30	A	243,0	8,10
		B	187,0	6,23
Średni czas zbioru		A	248,4	8,28
		B	170,0	5,67
Odchylenie standardowe		A	11,46	0,38
		B	11,25	0,37

Ocena zbioru wierzby...

Na podstawie uzyskanych wyników badań, określono wydajność zespołu roboczego w [szt·h⁻¹] (liczba karp ścięta w ciągu godziny) i w [ha·h⁻¹] dla dwóch wariantów zbioru A i B.

Teoretyczną wydajność pracy zespołu określono jako:

$$W_{szt} = \frac{3600}{t_{sr}} \quad (1)$$

gdzie:

W_{szt} – wydajność pracy [szt·h⁻¹],
 t_{sr} – czas ścinania jednej karp [s·szt⁻¹].

$$W_{ha} = \frac{W_{szt}}{i_r} \quad (2)$$

gdzie:

W_{ha} – wydajność [ha·h⁻¹],
 i_r – obsada roślin [szt·ha⁻¹].

Na podstawie powyższych założeń, dla badanej plantacji o obsadzie roślin $i_r = 26000$ szt·ha⁻¹, w tabeli 2 pokazano wydajność ręcznego zbioru trzyletniej wierzby energetycznej z wykorzystaniem kosi spalinowej Solo 154.

Tabela 2. Wydajność ręcznego zbioru wierzby z użyciem kosi spalinowej
Table 2. Productivity of manual willow harvest using power scythe

Wariant	Wydajność zbioru	
	W_{szt} [szt·h ⁻¹]	W_{ha} [ha·h ⁻¹]
A	434,0	0,016
B	635,0	0,024

Przy założeniu, że tzw. roboczodniówka będzie trwała przykładowo 10 godzin, wydajność teoretyczna zbioru ręcznego trzyletniej wierzby energetycznej dla wariantu A wyniesie 0,16 ha·dzień⁻¹, a dla wariantu B będzie większa i wyniesie 0,24 ha·dzień⁻¹.

Uzyskane wydajności są wielkościami teoretycznymi, ponieważ nie uwzględniają czasów związanych z przerwami technicznymi (np. uzupełnienie paliwa) oraz z przerwami np. na posiłek i odpoczynek. Czasy te uzależnione będą przede wszystkim od wielkości plantacji, gęstości roślin, grubości pędów, doświadczenia pracowników itp. [Kwaśniewski i in. 2006].

Oceniany sposób zbioru wierzby energetycznej z wykorzystaniem kosi spalinowej Solo 154 jest metodą doraźną, która może być stosowana jedynie na mniejszych obszarowo plantacjach. Autorzy opracowania przypuszczają, że w niedalekiej przyszłości wraz ze wzrostem powierzchni plantacji zostanie ona wyparta przez zbiór mechaniczny.

Stwierdzenia i wnioski

1. Przeprowadzone badania, z wykorzystaniem kamery CANON XMI PAL i programu Ulead DVD Movie Faktory, pozwoliły określić teoretyczną wydajność pracy w czasie zbioru ręcznego trzyletniej wierzby energetycznej z wykorzystaniem kosi spalinowej.
2. Dla wariantu A (zespół dwuosobowy) odnotowano mniejszą wydajność zbioru, która wynosiła $0,016 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Oceniono, że ze względu na warunki techniczne zbioru wierzby trzyletniej, której wysokość pędów przekraczała 4 m oraz nieefektywne wykorzystanie kosi spalinowej (zbyt długie przestoje pilarza, jeśli tylko jeden pomocnik) optymalny skład zespołu do zbioru powinien być trzyosobowy. Zwiększy to wydajność zbioru do $0,024 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ (wariant B - pilarz i dwóch pomocników).
3. Zbiór wierzby energetycznej z użyciem kosi spalinowej Solo 154 jest metodą doraźną. Metoda ta wymaga zachowania szczególnej ostrożności, a zespół powinny stanowić osoby przeszkolone w zakresie użytkowania urządzeń tnących – pił wysokoobrotowych.
4. Uzyskane na podstawie badań wyniki, dotyczące wydajności zbioru dla zespołu dwu i trzyosobowego mogą stanowić wskazówkę przy planowaniu i organizowaniu zbioru trzyletniej wierzby energetycznej na plantacjach o mniejszym areale. W planowaniu zbioru należy jednak dodatkowo uwzględnić możliwość wystąpienia niekorzystnych warunków pogodowych (np. jesienne i wiosenne roztopy, zalegająca okrywa śnieżna itp.), które mogą mieć wpływ na wydajność zbioru ręcznego. Należy także pamiętać, że zbiór ten można przeprowadzić w okresie (od listopada do marca). Dlatego czas jego wykonania może być rozłożony i zaplanowany nawet na kilka dni.

Bibliografia

- Dreszer K., Michalek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna - możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. Wyd. PTIR Kraków-Lublin-Warszawa. s. 144.
- Dubas J. W., Grzybek A., Kotowski W., Tomczyk A. 2004. Wierzba energetyczna – uprawa i technologie przetwarzania. Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji w Bytomiu.
- Kwaśniewski D., Mudryk K., Wróbel M. 2006. Zbiór wierzby energetycznej z użyciem piły łańcuchowej. Inżynieria Rolnicza 13 (88). Kraków. s. 271-277.
- Pasyniuk P. 2007. Problemy mechanizacji uprawy i zbioru wierzby krzewiastej *Salix viminalis*. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 1. s. 145-154.

ASSESSMENT OF ENERGY WILLOW HARVEST CARRIED OUT USING POWER SCYTHE

Abstract. The paper contains characteristics and assessment of manual harvest of three-year old energy willow, carried out using the Solo 154 power scythe. Productivity during the harvest was determined for two variants: A – a two-man team, B – a three-man team. Harvest progress was recorded using the CANON XM1 PAL camcorder. The picture was analysed with the Ulead DVD Movie Factory application. Harvest productivity for variant A was $0.016 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, and for variant B it was higher - reaching $0.024 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$.

Key words: energy willow, harvest, productivity, power scythe

Adres do korespondencji:

Dariusz Kwaśniewski; e-mail: dariusz.kwasniewski@ur.krakow.pl
Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116 B
31-149 Kraków

