

Dariusz Kwaśniewski\*, Krzysztof Mudryk\*\*, Marek Wróbel\*\*

\*Katedra Inżynierii Rolniczej i Informatyki

\*\*Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki

Akademia Rolnicza w Krakowie

## ZBIÓR WIERZBY ENERGETYCZNEJ Z UŻYCIEM PIŁY ŁAŃCUCHOWEJ

### Streszczenie

W pracy dokonano charakterystyki zbioru trzyletniej wierzby energetycznej z wykorzystaniem piły łańcuchowej. W procesie zbioru brały udział trzy osoby i wyszczególniono następujące czynności: ścinanie, formowanie i wiązanie pędów w wiązki. Przebieg zbioru wierzby został zarejestrowany kamerą CANON XMI PAL. Analiza filmu została przeprowadzona w programie Ulead DVD Movie Factory. Program ten umożliwił pomiar czasu trwania poszczególnych, jednostkowych czynności wykonywanych przez każdego członka zespołu. Na podstawie analizy uzyskanego filmu został określony czas poszczególnych czynności, a następnie wydajność pracy.

**Słowa kluczowe:** wierzba energetyczna, zbiór, wydajność pracy

### Wstęp

Po zakończeniu wegetacji przez wierzbę, można przystąpić do wycinania pędów, gdy opadną na nich liście. Zakończenie wycinania wierzby powinno nastąpić przed rozpoczęciem nowego okresu wegetacji. Praktycznie zbiór przeprowadza się od połowy listopada do końca marca, ręcznie lub maszynowo [Szczukowski i in. 2004]. Maszynowo ścinać można wieloma sposobami. Najprostszym urządzeniem jest kosa mechaniczna, identyczna jak wykaszarki do traw z tą różnicą, że elementem tnącym jest szybkoobrotowa tarcza [Dubas i in. 2004].

Wierzba z dużych plantacji wycinana jest mechanicznie. Używa się do tego celu kosiarek żniwnych wyposażonych w listwę i noże o specjalnie wzmocnionej konstrukcji. Ze skoszonych pędów formowane są wiązki, które wiąże się skręconymi pętami wikliny lub sznurkiem [Szczukowski i in. 2002]. Wierzba może być

zbierana kombajnami zielonkowymi lub specjalnymi maszynami (Szwecja) z wydajnościami 3-4 ha dziennie [Dreszer i in. 2003]. Do zbioru i zrębkowania wierzby może być także wykorzystywany kombajn firmy Class, który powstał z przerobionego dla potrzeb wierzby kombajnu do zbioru kukurydzy. Zaletą tej maszyny jest całkowite zmechanizowanie wszystkich prac zbioru biomasy. Wadą jest wysoka cena zakupu tej maszyny [Dubas i in. 2004].

W Polsce specjalistyczne maszyny do zbioru wierzby są wciąż w stadium projektowania i testowania prototypów. Rynek zbytu na tego rodzaju maszyny jeszcze się nie rozwinął, a obecne rozwiązania są dalekie od optymalnych. Najlepszym rozwiązaniem byłoby wyprodukowanie maszyn do zbioru przystosowanych do standardowego ciągnika. Obecnie stosuje się zastępczo inne maszyny i urządzenia, np. uniwersalne pilarki spalinowe [Gradziuk i in. 2003].

Na terenie Polski mamy do czynienia z sytuacją w której plantacje wierzby energetycznej (w większości przypadków, zwłaszcza w gospodarstwach rolnych) mają niewielki areal, a dodatkowo są znacznie oddalone od siebie. Dlatego stosowanie maszyn specjalistycznych, nawet w formie usługi, stanowi barierę ekonomiczną dla właściciela plantacji. Stąd też, częstym sposobem zbioru jest cięcie z wykorzystaniem pił mechanicznych. Dotychczas brak w literaturze przedmiotu informacji na temat wydajności pracy w czasie tego typu zbioru.

### **Cel, zakres i metoda**

W związku z powyższym celem badań było określenie wydajności zbioru ręcznego trzyletniej wierzby energetycznej z wykorzystaniem piły łańcuchowej. Dodatkowo określono minimalną liczbę osób niezbędną do sprawnie przeprowadzonego zbioru.

Zakresem pracy objęto badania przeprowadzone na plantacji wierzby energetycznej, założonej w 2002r. na Wydziale Agrotechnologii Akademii Rolniczej w Krakowie. Powierzchnia eksperymentalnej plantacji wynosi łącznie 0,36 ha. Wierzba uprawiana była na piasku słabo gliniastym (frakcje: 75% piasku, 15% pyłu, 10% części spławialnych).

Zbiór wierzby wykonano w II połowie marca 2006 r., a występujące wtedy warunki pogodowe oceniono jako sprzyjające tzn. dodatnia temperatura, brak okrywy śnieżnej, twarde podłoże. Do badań wybrano 2 rzędy, trzyletniej wierzby (klon 1059), których długość wynosiła 100 m (rozstaw międzyrzędzi 75cm, gęstość sadzenia 50 cm). Do cięcia pędów wykorzystano piłę łańcuchową firmy Stihl MS 180 o długości prowadnicy 35 cm.

Badania przeprowadzono dla 100 karp (po 50 w jednym rzędzie). Przed przystąpieniem do zbioru określono liczbę pędów przypadających do ścięcia w jednej karpie oraz orientacyjną, najmniejszą i największą grubość pędu mierzona suwmiarką na wysokości 5cm od ziemi. Pomiary grubości wykonano dla pędów z dziesięciu losowo wybranych karp.

Na podstawie badań wstępnych ustalono optymalny skład zespołu przeprowadzającego zbiór. Wstępne doświadczenie wykazało, że zespół dwuosobowy tzn. składający się z pilarza i pomocnika jest nieefektywny, ponieważ pomocnik nie był technicznie w stanie przygotować (przytrzymać w czasie cięcia) i odebrać ścinianych pędów. Powodowało to przestoje w pracy pilarza. Dlatego też zdecydowano się na rozszerzenie zespołu o dodatkowego pomocnika (rys.1). Pierwszy pomocnik ma za zadanie umożliwić dogodne dojście pilarza do ścinanej karpki i odebranie ściętych pędów, natomiast drugi z pomocników przejmuje ścięte pędy i wstępnie formuje je w wiązkę.



Rys. 1. Zespół przeprowadzający zbiór: 1 – pilarz, 2 – pomocnik I, 3 – pomocnik II  
Fig. 1. The harvesting group: 1 - the sawing man, 2 - helper I, 3 - helper II

Przebieg całego zbioru wierzby został zarejestrowany kamerą CANON XMI PAL. Zastosowana metoda „filmowa” pozwoliła (na podstawie jednego zapisu video) na określenie nie tylko wydajności całego zespołu, ale także wydajności poszczególnych jego członków. 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 umożliwiał pomiar czasu trwania poszczególnych, jednostkowych czynności wykonywanych przez każdego członka zespołu.

## Wyniki badań

Na podstawie analizy materiału filmowego określono czasy trwania poszczególnych czynności zbioru tj. czas ścinania pędów z jednej karpki, formowania i wiązania jednej wiązki. W badaniach przyjęto, że pędy ścięte z 4 karpki tworzą wiązkę.

Charakterystykę wykonanego zbioru wierzby energetycznej przedstawiono w tabeli 1. Dotyczy ona liczby pędów ścinanych z jednej karpki oraz czasu trwania czynności wykonywanych podczas zbioru. Średnia liczba pędów przypadająca na jedną karpkę wynosiła 10,4 szt., a odchylenie standardowe to 3,3 szt. Przy czym trzeba zaznaczyć, że grubość ścinanych pędów była zróżnicowana i mieściła się w granicach od 2,9 do 6,4 cm.

Z kolei w zależności od liczby pędów w karpce i ich grubości uzyskano różne czasy ścinania karpki. Średni czas ścinania jednej karpki wynosił 7,3 s (odchylenie standardowe 1,2 s). Należy tutaj zaznaczyć, że ze względu na rozłożystość pędów w karpce, niektóre pędy należało ścinać indywidualnie. W związku z tym miało to wpływ na wydłużenie czasu ścinania dla niektórych karpki. Wykorzystywana piła z krótką prowadnicą (35cm) pozwoliła na swobodne manewrowanie przy cięciu pędów.

*Tabela 1. Charakterystyka ręcznego zbioru wierzby energetycznej*  
*Table 1. Characteristics of manual power willow harvest*

Wyszczególnienie	Liczba pędów w karpce	Czynność i czas wykonania	
		ścinanie pędów z jednej karpki	formowanie i wiązanie jednej wiązki
	[szt]	[s]	[s]
Minimum	5,0	5,1	26,5
Średnia	10,4	7,3	35,6
Maksimum	21,0	10,8	42,6
Odch. stand.	3,3	1,2	5,3

Czas formowania i wiązania jednej wiązki to średnio 35,6 s. Nie bez znaczenia w tym przypadku była tutaj wysokość pędów, która mieściła się w granicach od

3,9 do przeszło 5 m. Tak duża wysokość ścinanych pędów utrudniała formowanie wiązki (stąd też drugi pomocnik w trzyosobowym zespole).

Na podstawie uzyskanych wyników badań, odnośnie czasu jednostkowego ścinania, formowania i wiązania jednej wiązki, określono wydajność zespołu roboczego w [szt/h] i w [ha/h]. Teoretyczną wydajność pracy zespołu określono jako:

$$W_{szt} = \frac{3600}{t_{sr}} \quad [\text{szt/h}] \quad (1)$$

gdzie:

$W_{szt}$  – wydajność pracy [szt/h],

$t_{sr}$  – czas ścinania jednej karpki lub formowania i wiązania wiązki [s/szt].

$$W_{ha} = \frac{W_{szt}}{i_r} \quad [\text{ha/h}] \quad (2)$$

gdzie:

$W_{ha}$  – wydajność [ha/h],

$i_r$  – obsada roślin [szt/ha] (w przypadku obliczeń wydajności formowania i wiązania wiązek - obsadę należy podzielić przez liczbę karpk z których pędy wchodzi w skład 1 wiązki).

Na podstawie powyższych założeń dla badanej plantacji o obsadzie roślin  $i_r = 26000$  szt/ha określono:

- wydajność ścinania  $W_{ha} = 0,019$  ha/h,
- wydajność formowania i wiązania  $W_{ha} = 0,015$  ha/h,
- średnią wydajność pracy  $W_{sr} = 0,017$  ha/h.

Uzyskane wydajności są wielkościami teoretycznymi bowiem 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.

### Stwierdzenia i wnioski

1. Przeprowadzone badania, z wykorzystaniem kamery CANON XMI PAL i programu Ulead DVD Movie Faktory, pozwoliły określić wydajność pracy dla poszczególnych etapów zbioru ręcznego trzyletniej wierzby energetycznej z wykorzystaniem piły łańcuchowej.

2. Uzyskana na podstawie badań, niewielka wydajność pracy wynosząca 0,017 ha/h, w porównaniu ze zbiorem maszynowym (około 0,7 ha/h – informacja własna autorów), nie powoduje dyskwalifikacji metody zbioru wierzby z wykorzystaniem piły mechanicznej. Należy bowiem pamiętać, że zbiór ten można przeprowadzić w dłuższym okresie czasu (od końca listopada do marca). Dlatego czas wykonania zbioru może być rozłożony w czasie i zaplanowany nawet na kilka dni.
3. Otrzymane wyniki, dotyczące wydajności pracy dla zespołu 3 osobowego (pilarz i dwóch pomocników) mogą stanowić wskazówkę przy planowaniu i organizowaniu zbioru wierzby energetycznej na plantacjach o mniejszych powierzchniach. Na takich plantacjach inwestowanie w drogie maszyny do zbioru (jak podaje literatura) jest ekonomicznie nieuzasadnione. 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.
4. Prezentowana metoda ręcznego zbioru trzyletniej wierzby energetycznej z wykorzystaniem piły łańcuchowej wymaga zaangażowania dużej liczby pracowników. Jest to metoda doraźna, która może być stosowana na mniejszych obszarowo plantacjach. Autorzy opracowania przypuszczają, że w niedalekiej przyszłości wraz ze wzrostem powierzchni plantacji zostanie ona wyparta przez zbiór mechaniczny.

### **Bibliografia**

Dreszer K., Michałek R., Roszkowski A. 2003. Energia odnawialna - możliwości jej pozyskiwania i wykorzystania w rolnictwie. Wyd. PTIR Kraków-Lublin-Warszawa.

Dubas J. W., Grzybek A., Kotowski W., Tomczyk A. 2004. Wierzba energetyczna – uprawa i technologie przetwarzania. Wyższa Szkoła Ekonomii i Administracji w Bytomiu.

Gradzik P., Grzybek A., Kowalczyk K., Kościk B. 2003. Biopaliwa. Warszawa.

Szczukowski S., Tworkowski J., Wiwart M., Przyborowski J. 2002. Wiklina (*Salix Sp.*). Uprawa i możliwości wykorzystania. Wyd. Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Olsztyn.

Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M. 2004. Wierzba energetyczna. Kraków.

## **CHAINSAW HARVEST OF POWER WILLOW**

### **Summary**

The paper characterizes the process of chainsaw harvest of triennial power willow. Three people took part in the harvest and following activities were itemized: cutting, forming and tying the sprouts into bundles. The course of the harvest was registered with a *CANON XMI PAL* camera. The film was analyzed by means of the program Ulead DVD Movie Factory. The program enabled measuring the time of particular unitary activities performed by each member of the group. Based on the analysis of the film, the duration of particular activities and work efficiency were established.

**Key words:** power willow, harvest, work efficiency