

STRUKTURA CZASU I WYDAJNOŚĆ POZYSKIWANIA I ZRYWKI DREWNA W DRZEWOSTANACH SOSNOWYCH PRZY UŻYCIU HARWARDERA BUFFALO DUAL

Katarzyna Glazar, Hanna Maciejewska

Katedra Techniki Leśnej, Akademia Rolnicza w Poznaniu

Streszczenie. Jednym z rozwiązań technologicznych pozyskiwania surowca drzewnego jest stosowanie maszyn wielooperacyjnych. Obok pojawiających się już dość powszechnie w naszych lasach harvesterów i forwarderów można spotkać, choć jeszcze stosunkowo rzadko, harwardery. Przedmiotem badań było określenie struktury czasu i wydajności pozyskiwania i zrywki drewna przy użyciu harwardera Buffalo Dual firmy Ponsse. Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono, iż czas operacyjny pozyskania i zrywki drewna w trzebieży późnej stanowił 68% czasu zmiany kontrolnej. Wydajność operacyjna pozyskania kształtowała się na poziomie $12 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, zaś zrywki na poziomie $9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Harwarder jest w stanie zrównoważyć pracę harwestera i forwardera. Także pracując wyłącznie w wersji harvester bądź forwarder może być równie wydajny jak te maszyny.

Słowa kluczowe: harwarder, struktura czasu, wydajność pozyskiwania, wydajność zrywki

Wprowadzenie

Rokrocznie dla zaspokojenia potrzeb gospodarczych kraju pozyskuje się określoną miąższość drewna. Powszechnie uważa się, że pozyskiwanie drewna za pomocą pilarek jest procesem ciężkim, niebezpiecznym i niezbyt wydajnym. Z tego powodu (już od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku) obserwuje się w Polsce rozwój mechanizacji prac leśnych [Moskalik 2002].

Ma ona wielu zwolenników, ale także wielu przeciwników. Jedni i drudzy zgadzają się co do kwestii zasadniczej, a mianowicie, że praca w lasach powinna opierać się na dążeniu do utrzymania trwałości lasów oraz ciągłości użytkowania zasobów leśnych. Bezsporna jest więc konieczność środowiskowego pozyskiwania drewna. Wiąże się to ze stosowaniem takich metod i środków, które powodują możliwie najmniejsze niekorzystne zmiany w środowisku leśnym, a jednocześnie zapewniają zdolność do pełnienia przez lasy – dzisiaj i w dalszej perspektywie – wszystkich ważnych ochronnych, gospodarczych i społecznych funkcji [Maciejewska 2005].

Jednym z rozwiązań technologicznych pozyskiwania surowca drzewnego jest stosowanie maszyn wielooperacyjnych, łączących w sobie możliwość wykonywania szeregu operacji przy jednoosobowej obsłudze. Obok pojawiających się już dość powszechnie w naszych lasach harvesterów i forwarderów można spotkać, choć jeszcze stosunkowo rzadko, maszyny wykonujące operacje ścinkowo-okrzesująco-przerzynające i jednocześnie pełniące funkcje ciągnika nasiębiernego. Są to harwardery.

Wprowadzaniu nowych technologii powinna równolegle towarzyszyć rejestracja i analiza osiągniętych wyników i to zarówno w kategoriach zysków ekonomicznych, jak i ewentualnych strat, poniesionych przy eksploatacji środowiska leśnego.

Wychodząc z tego założenia, podjęto próbę oceny wydajności mało znanego w Polsce harwardera Buffalo Dual firmy Ponsse, spodziewając się, że analiza zebranych wyników wskaże na celowość stosowania tej maszyny podczas wykonywania prac leśnych w polskich lasach.

Materiał i metody

Powierzchnię doświadczalną założono na terenie Nadleśnictwa Świebodzin, gdzie harwarder Buffalo Dual wykonywał prace na rzecz nadleśnictwa jako pierwsza tego typu maszyna w Polsce. Badaniami objęto 95-letni drzewostan sosnowy, w którym wykonywano zabieg trzebieży późnej.

Proces technologiczny z zastosowaniem harwardera obejmował czynności związane z pozyskaniem oraz transportem drewna. W ramach pozyskania surowca wyszczególniono operacje ścinki oraz okrzesywania i przerzynki. W ramach transportu wyszczególniono operację zrywki.

Na powierzchni trzebieżowej (1,5 ha) wyznaczono 4 szlaki operacyjne w odległości około 35 m. Odległość zrywki wahała się w przedziale od 10 m do 160 m. Wyrobione drewno: wielkowymiarowe o długości 3,80 m oraz średniowymiarowe o długościach 2,40 m i 1,80 m składowano przy drodze wywozowej.

Ocenę czasu pracy maszyny prowadzono zgodnie z normą BN-76/9195-01. Określono następujące wskaźniki techniczno-ekonomiczne: wydajność efektywną, wydajność operacyjną, wydajność w czasie roboczym zmiany, wydajność w ogólnym czasie zmiany i w czasie zmiany kontrolnej, współczynnik pewności technicznej, współczynnik pewności technologicznej, współczynnik wykorzystania czasu roboczego zmiany oraz współczynnik wykorzystania ogólnego czasu zmiany.

Wyniki badań i ich analiza

Podstawą analizy wyników była fotografia dnia pracy maszyny. W ciągu 12-godzinnej zmiany roboczej pozyskano i zerwano 42 m³ drewna.

Podczas pozyskania surowca, maszyna wykonała 75 cykli (ścięto 75 drzew). W tabeli 1 przedstawiono wartości minimalne i maksymalne oraz średnie poszczególnych kategorii czasu pracy podczas pozyskania surowca.

Procentowy udział kategorii czasów roboczych w łącznym czasie zmiany kontrolnej (6h) podczas pozyskania surowca przedstawiono na rysunku 1.

Czas efektywny (T_1) w najkrótszym (53 s), przeciętnym (293 s) oraz najdłuższym cyklu (353 s) pozyskania surowca, stanowił odpowiednio 77%, 24% i 16%.

Podczas zrywki surowca maszyna wykonała 9 cykli, obejmujących jazdę pustą załadunek, jazdę ładowną i rozładunek drewna.

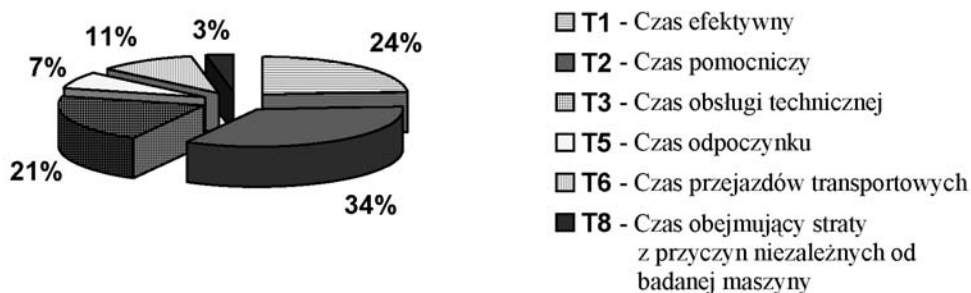
Struktura czasu i wydajność...

Tabela 1. Wartości znaczące (różne od zera) poszczególnych kategorii czasu pracy podczas pozyskania surowca przy użyciu harwardera Buffalo Dual

Table 1. Significant values (other than zero) of individual work time categories during timber acquisition using the Buffalo Dual harwarder

Wyszczególnienie	Kategoria czasu					
	Czas efektywny T ₁ [min]	Czas pomocniczy T ₂ [min]	Czas obsługi technicznej T ₃ [min]	Czas odpoczynku T ₅ [min]	Czas przejazdów transportowych T ₆ [min]	Czas obejmujący straty z przyczyn niezależnych od badanej maszyny T ₈ [min]
Wartość minimalna	0,38	0,20	3,00	5,00	3,00	4,00
Wartość maksymalna	1,70	4,95	65,00	20,00	36,67	8,33
Średnia arytmetyczna	1,16	1,69	19,00	12,50	19,83	6,17

Źródło: obliczenia własne autorów



Rys. 1. Procentowy udział kategorii czasów roboczych w łącznym czasie zmiany kontrolnej (6h) podczas pozyskania surowca przy użyciu harwardera Buffalo Dual

Fig. 1. Percent share of working time categories in total check shift time (6h) during timber acquisition using the Buffalo Dual harwarder

W tabeli 2 przedstawiono wartości minimalne i maksymalne oraz średnie poszczególnych kategorii czasu pracy podczas zrywki surowca.

Procentowy udział kategorii czasów roboczych w łącznym czasie zmiany kontrolnej (6h) podczas zrywki surowca przedstawiono na rysunku 2.

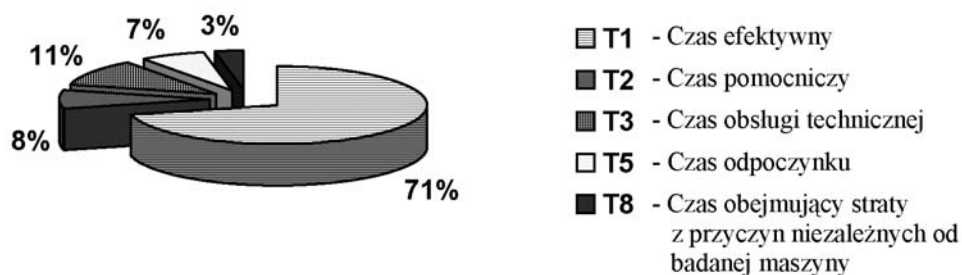
Czas efektywny (T₁) w najkrótszym (19 min), przeciętnym (40 min) oraz najdłuższym cyklu (55 min) zrywki surowca, stanowił odpowiednio 88%, 71% i 87%.

Tabela 2. Wartości znaczące (różne od zera) poszczególnych kategorii czasu pracy podczas zrywki surowca przy użyciu harwardera Buffalo Dual

Table 2. Significant values (other than zero) of individual work time categories during timber skidding using the Buffalo Dual harwarder

Wyszczególnienie	Kategoria czasu				
	Czas efektywny T ₁ [min]	Czas pomocniczy T ₂ [min]	Czas obsługi technicznej T ₃ [min]	Czas odpoczynku T ₅ [min]	Czas obejmujący straty z przyczyn niezależnych od badanej maszyny T ₈ [min]
Wartość minimalna	16,17	0,50	5,00	5,00	5,00
Wartość maksymalna	49,42	7,00	35,00	10,00	5,00
Średnia arytmetyczna	28,26	2,77	20,00	8,33	5,00

Źródło: obliczenia własne autorów



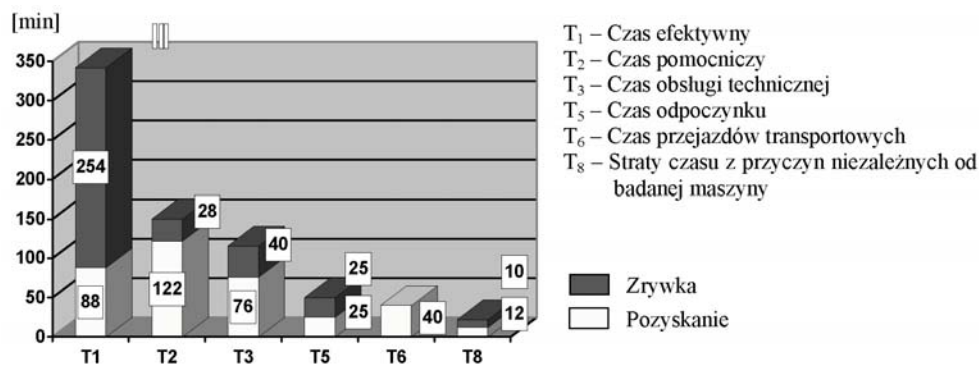
Rys. 2. Procentowy udział kategorii czasów roboczych w łącznym czasie zmiany kontrolnej (6h) podczas zrywki surowca przy użyciu harwardera Buffalo Dual

Fig. 2. Percent share of working time categories in total check shift time (6h) during timber skidding using the Buffalo Dual harwarder

Na rysunku 3 przedstawiono udział poszczególnych kategorii czasu pracy podczas pozyskania i zrywki w ramach 12-godzinnej zmiany kontrolnej.

Czas operacyjny podczas pozyskania i zrywki drewna w trzebieży późnej stanowił 68% czasu zmiany kontrolnej. Samo pozyskanie surowca stanowiło 43% czasu operacyjnego.

Struktura czasu i wydajność...



Rys. 3. Struktura czasu zmiany kontrolnej podczas pozyskania i zrywki surowca w trzebieży późnej przy użyciu harwardera Buffalo Dual

Fig. 3. Check shift time structure during timber acquisition and skidding in late thinning using the Buffalo Dual harwarder

Na podstawie dokonanego pomiaru czasu, uwzględniając miąższość pozyskanego surowca, obliczono podstawowe wskaźniki techniczno-ekonomiczne (tabela 3).

Tabela 3. Wartości podstawowych wskaźników techniczno-ekonomicznych określonych na podstawie fotografii dnia roboczego dla harwardera Buffalo Dual

Table 3. The values of basic technical and economic indicators determined on the basis of workday photograph for the Buffalo Dual harwarder

Wskaźnik	Pozyskanie	Zrywka	Pozyskanie i zrywka
Wydajność efektywna W_1	28,77 m ³ ·h ⁻¹	9,91 m ³ ·h ⁻¹	7,37 m ³ ·h ⁻¹
Wydajność operacyjna W_{02}	12,00 m ³ ·h ⁻¹	8,94 m ³ ·h ⁻¹	5,12 m ³ ·h ⁻¹
Wydajność w czasie roboczym zmiany W_{04}	8,82 m ³ ·h ⁻¹	7,82 m ³ ·h ⁻¹	4,15 m ³ ·h ⁻¹
Wydajność w czasie ogólnym zmiany W_{07}	7,19 m ³ ·h ⁻¹	7,25 m ³ ·h ⁻¹	3,61 m ³ ·h ⁻¹
Wydajność w czasie zmiany kontrolnej W_{08}	6,95 m ³ ·h ⁻¹	7,06 m ³ ·h ⁻¹	3,50 m ³ ·h ⁻¹
Współczynnik pewności technologicznej K_{41}	1	1	1
Współczynnik pewności technicznej K_{42}	1	1	1
Współczynnik wykorzystania czasu roboczego zmiany K_{04}	0,31	0,79	0,56
Współczynnik wykorzystania ogólnego czasu zmiany K_{07}	0,25	0,73	0,49

Źródło: obliczenia własne autorów

Wydajność operacyjna pozyskania kształtowała się na poziomie 12 m³·h⁻¹, zaś zrywki na poziomie 9 m³·h⁻¹. Wydajność operacyjna uzyskana w czasie operacyjnym dla całego procesu technologicznego kształtowała się na poziomie 5 m³·h⁻¹. Współczynniki pewności technicznej i technologicznej równe jedności oznaczały brak jakichkolwiek usterek podczas pozyskania i zrywki drewna.

Przedstawione w pracy wartości wskaźników techniczno – ekonomicznych, charakteryzujących pracę harwardera, mogą być nieco zaniżone. Zabieg trzebieży, jaki wykonywała maszyna, był pierwszym tego typu zabiegiem, w krótkiej historii jej pracy w nadleśnictwie Świebodzin.

Do tego czasu harwarder pracował głównie na zrębach zupełnych. Ponadto operatorzy obsługujący maszynę nie mieli długiego stażu pracy na stanowisku operatora maszyn wieloperacyjnych.

Na rozbieżność między czasami cykli minimalnych i maksymalnych wpływała przede wszystkim, w przypadku pozyskania długość czasu wykonywania czynności pomocniczych (T_2) – czas podjazdu do drzewa, czas obejmujący korygowanie ustawienia głowicy, w przypadku zrywki surowca – czas załadunku (T_1), zależny od ilości i wymiarów ładowanych sortymentów.

Gdyby czas obejmujący pozyskanie w czasie zmiany kontrolnej drzewa (75 sztuk) odnieść do czasów, które maszyna uzyskała podczas cykli najkrótszych (najdłuższych) pozyskania jednej sztuki, wówczas w czasie analizowanej 6-godzinnej zmiany kontrolnej maszyna mogłaby pozyskać 407 (61) drzew. Podobnie w przypadku zrywki, odnosząc czas jej trwania do czasów, które maszyna uzyskała podczas cykli najkrótszych (najdłuższych), przy założeniu, że średnia objętość ładunku stanowiła $4,67 \text{ m}^3$, wówczas harwarder w czasie analizowanej 6-godzinnej zmiany kontrolnej mógłby zerwać 84 (28) m^3 .

Pomijając elementy niezależne od maszyn (rodzaj i ilość pozyskiwanego surowca, warunki drzewostanowe, organizacje pracy itp.), a wpływające na wartość osiąganą wydajności, ustalono, że wydajność pracy harwestera na powierzchniach trzebieżowych w czasie roboczym zmiany kształtuje się na poziomie $9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ [Więsik 2000; Moskalik 2002], natomiast forwarder osiąga wydajność rzędu $11 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ [Zychowicz 2000; Maciejewska 2005]. Badania prowadzone w Szwecji i Niemczech nad wydajnością pracy harwarderów pokazują, że w drzewostanach trzebieżowych, maszyna ta jest w stanie osiągać wydajność na poziomie $6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ [Moskalik 2003a, 2003b].

Uzyskane podczas prowadzonych badań wyniki wydajności w czasie zmiany roboczej kształtowały się, w przypadku pozyskiwania surowca na poziomie $9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, w przypadku zrywki na poziomie $8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, a wydajność pozyskaniowo – zrywkowa na poziomie $4 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Powyższe wielkości dowodzą, że harwarder jest w stanie zrównoważyć pracę harwestera i forwardera oraz pracując wyłącznie jako harvester bądź forwarder, może pracować równie wydajnie jak te maszyny.

Efektywność prac w systemie harvester – forwarder opiera się na wydajności osiąganą przez maszynę zrywkową. Jest ona niższa niż wydajność harwestera. W celu uzyskania wyższej wydajności wykorzystuje się fakt, iż maszyny te mogą pracować (ale nie muszą) równocześnie na danej powierzchni. Z jednej strony wspólna praca obu maszyn, eliminująca konieczność powtórnego wjazdu maszyn na powierzchnię, stwarza dużą przewagę czasową nad pracą harwardera. Z drugiej strony harvester osiągający dwukrotnie większą wydajność może kontynuować swoją pracę na kolejnych powierzchniach podczas gdy

forwarder kończy pracę na pierwszej. Praca harwardera opiera się na dwukrotnym wjeździe na powierzchnię przy braku możliwości jednoczesnego wykonywania prac pozyskaniowo – zrywkowych. Upodabnia się zatem do pracujących kolejno harwestera i forwardera. Z tego powodu nie należy pokładać w takiej maszynie nadziei na to, że dorówna ona wynikom osiąganym przez harvester i forwarder pracujące jednocześnie. Nie wyklucza to jednak możliwości konkutowania harwardera z harvesterem i forwarderem, pracującymi na powierzchni kolejno.

Wnioski

Harwarder jest w stanie zrównoważyć pracę harwestera i forwardera. Także pracując wyłącznie w wersji harvester bądź forwarder może być równie wydajny jak te maszyny. Uzyskane wartości wydajności pozyskania i zrywki surowca przy użyciu harwardera Buffalo Dual korespondują z wartościami osiąganymi przez stosowane w naszym kraju harwestery i forwardery.

Bibliografia

- Maciejewska H.** 2005. Ocena przydatności harwardera Buffalo Dual podczas pozyskiwania i zrywki surowca w drzewostanach sosnowych w oparciu o podstawowe wskaźniki pracy. Maszyn. Praca magisterska. Katedra Techniki Leśnej AR Poznań. s. 114.
- Moskalik T.** 2003a. Harwardery w leśnictwie. Las Polski 3. Wyd. spec. s. 26-27.
- Moskalik T.** 2003b. Rozwój oraz możliwości zastosowania harwarderów w leśnictwie. PTRiL 2. s. 13-17.
- Moskalik T.** 2002. Rozwój techniki i technologii maszynowego pozyskiwania drewna. Sylwan 10. s. 31-38.
- Więsik J.** 2000. Czy w Polsce będą użytkowane harwestery? Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu. IBL. s. 225-232.
- Zychowicz W.** 2000. Ocena wykorzystania forwarderów użytkowanych w Polsce. Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu. IBL. s. 233-239.
- BN-76/9195-01. Maszyny rolnicze. Podział czasu pracy. Symbole i określenia.

TIME STRUCTURE AND EFFICIENCY OF TIMBER ACQUISITION AND SKIDDING IN PINE-STANDS USING THE BUFFALO DUAL HARWARDER

Abstract. Using of multi-operational machines is one of technological concepts employed when acquiring timber. Besides harvesters and forwarders, which are now becoming common in our forests, we may also find harwarders there, although these are still relatively rare. The purpose of the research was to determine time structure and efficiency of timber acquisition and skidding using the Buffalo Dual harwarder manufactured by Ponsse. Completed tests allowed to determine that operational time required for timber acquisition and skidding in late thinning constituted 68% of check shift time. Operational efficiency for acquisition was close to $12 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, and for skidding - close to $9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Harwarder is able to balance work of both harvester and forwarder. Also, when working only in the harvester or forwarder version, its productivity may match these machines as well.

Key words: harwarder, time structure, acquisition efficiency, skidding efficiency

Adres do korespondencji:

Katarzyna Glazar; e-mail: katmac@au.poznan.pl
Katedra Techniki Leśnej
Akademia Rolnicza w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 71C
60-625 Poznań