

Efektywność eksploatacji maszyny do pakietowania pozostałości zrębnych TIMBERJACK 1410D

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań eksploatacyjnych pakieciarki Timberjack 1410D użytkowanej na terenie nadleśnictw Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Olsztynie. Maszyna pakietowała pozostałości pozrębowe po usuniętym jednorodnym drzewostanie sosnowym, w terenie nizinnym, pagórkowatym. W wielu miejscach występowało podłoże o bardzo niskiej nośności, co często uniemożliwiało realizację wcześniej planowanego schematu poruszania się pakieciarki. W trakcie zmiany roboczej maszyna wykonała 78 pakietów o przeciętnej objętości $0,8 \text{ m}^3$. Osiągnięta wydajność operacyjna $12,8 \text{ m}^3/\text{h}$ jest zadawalająca, w przeliczeniu na sformowane pakiety wyniosła 16 pakietów na godzinę, co niewiele odbiega od wydajności deklarowanej przez producenta 20-30 pakietów na godzinę. Zręb został oczyszczony bardzo dokładnie.

Wstęp

Pozostałości zrębne (gałęzie i wierzchołki drzew) mogą być istotnym źródłem odnawialnego surowca energetycznego. Powstają one w procesie pozyskiwania drewna, w szczególności z użytków rębnych, i do tej pory nie były w pełni zagospodarowywane. Głównymi przeszkodami dla wykorzystania pozostałości zrębnych przez przemysł energetyczny jest ich mała koncentracja (ilość opału na jednej powierzchni zrębowej nie przekracza z reguły kilkudziesięciu metrów sześciennych) oraz konieczność ich suszenia przed spalaniem. Istotne jest zatem zastosowanie odpowiedniej technologii pozyskiwania tego rodzaju surowca energetycznego, która pozwoli zmniejszyć koszty jednostkowe przygotowania pełnowartościowego paliwa.

Propozycją, która zmniejsza znacząco koszty transportu pozostałości zrębnych jest ich pakietowanie bezpośrednio na powierzchniach leśnych i dalszy transport za pomocą pojazdów używanych do transportu krótkich sortymentów drewna okrągłego forwardeków i samochodów wywozowych. Wspomniana technologia i uwarunkowania jej wdrażania zostały przedstawione w publikacji Gendka i Zychowicza [2].

W celu osiągnięcia większej masy jednostkowej transportowanego ładunku pozostałości zrębne są pakietowane. Tak przygotowany surowiec jest także mniej narażony na deprecjację w procesie przechowywania niż zrębki, które są alternatywną formą przygotowania pozostałości zrębnych do transportu. Do pakietowania gałęzi i wierzchołków drzew stosowane są specjalistyczne maszyny, przygotowujące pakiety o średnicy od 60 do 80 cm i długości od 3 do 3,2 m. Pierwsze tego typu maszyny pracują już w polskich lasach. W niniejszym opracowaniu przedstawione są wyniki badań eksploatacyjnych pakieciarki Timberjack 1410D użytkowanej na terenie nadleśnictw Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Olsztynie.

Materiały i metody

Ocenić poddane zostały parametry eksploatacyjne maszyny obliczone na podstawie realizacji procesu pakietowania na konkretnej, losowo wybranej powierzchni pozrębowej. Nie były obliczane i oceniane wskaźniki eksploatacyjne wynikające z rocznego rozmiaru i rozmieszczenia zadań. Podstawowe parametry techniczne badanej maszyny pakietującej Timberjack 1410D (rys. 1) zostały zamieszczone w opracowaniu Gendka i Zychowicza [2].



Rys. 1. Pakieciarka Timberjack 1410D podczas pracy

Podczas badań maszyna pakietowała pozostałości pozrębowe po usuniętym jednorodnym drzewostanie sosnowym, który został poddany pozyskaniu w wieku 130 lat. Całkowita powierzchnia zrębu wynosiła 1,71 ha, kształt zrębu był bardzo zbliżony do prostokąta, którego proporcja boku krótszego do dłuższego wynosiła w przybliżeniu 1:4. Pozyskanie drewna zostało przerwane po usunięciu drzewostanu z obszaru 1,3 ha, pozostałości zrębne z tej części zrębu były poddane pakietowaniu podczas badań. Warunki siedliskowe określono jako bór mieszany świeży, ukształtowanie powierzchni to teren nizinny, pagórkowaty. W wielu miejscach występowało podłoże o bardzo niskiej nośności, co często uniemożliwiało realizację wcześniej planowanego schematu poruszania się pakieciarki. W jednym przypadku maszyna zapadła się w piaszczystym, luźnym podłożu aż po podwozie, konieczne było jej wyciągnięcie przy użyciu ciągnika.

Praca maszyny podczas badań była rejestrowana za pomocą cyfrowej kamery wideo. Zapisany na kasecie film był wykorzystany do bardzo dokładnego pomiaru czasów trwania składowych cyklu roboczej i zmiany roboczej. Do odpowiedniego przygotowania materiału filmowego i pomiarów czasów zostało użyte oprogramowanie *Pinnacle Studio*. Charakterystyka efektywności wykorzystania czasu zmiany roboczej została wykonana z zastosowaniem powszechnie akceptowanego podziału jej na składowe oraz typowych wskaźników wykorzystania czasu [1]. Zgodnie z tą samą metodyką obliczana była także wydajność pracy pakieciarki. Do opisu cyklu roboczej przyjęty został następujący podział

na składowe:

- przejazd do kolejnego ustawienia (t_{11}),
- przemieszczanie chwytaka żurawia w celu uchwycenia pozostałości zrębowych (t_{12}),
- chwytanie gałęzi i przemieszczanie ich do gardzieli głowicy pakietującej (t_{13}),
- pakietowanie (ściskanie i przesuwanie) obrabianego materiału roślinnego (t_{14}),
- odcinanie (przerzynka) pakietu (t_{15}),
- przerwy technologiczne (uzupełnianie sznurka do wiązania pakietów, wymiana piły łańcuchowej, oczyszczanie urządzenia pakietującego) (t_2).

Przy takim podziale cyklu roboczego oraz założeniu, że czasy t_{12} , t_{13} , t_{14} i t_{15} są sumami wielokrotnie powtarzających się w jednym cyklu czynności, czas trwania cyklu roboczego parkieciarki można zapisać za pomocą następującej zależności:

$$t_c = t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} + t_{15} + t_2 \quad [s] \quad (1)$$

Na rys. 2 przedstawiono moment zakończenia pakietowania, tuż przed przystąpieniem do odcinania pakietu.



Rys. 2. Końcowa faza pakietowania, tuż przed odcięciem pakietu

Wyniki i dyskusja

W przyjętej organizacji pracy parkieciarki przyjęto 10-godzinnny czas trwania zmiany roboczej. W dniu, w którym prowadzono obserwacje struktura zmiany roboczej nie była typowa. Wynikało to z konieczności poświęcenia dużej ilości czasu na wyciągnięcie maszyny, która ugrzęzła w piaszczystym podłożu. Wyróżnione składowe obserwowanej zmiany roboczej zamieszczone są w tab. 1.

Tab. 1. Czas trwania składowych zmiany roboczej parkieciarki

Wyszczególnienie	Wartość
Czas trwania zmiany roboczej	600 min
Czas operacyjny	293 min
Czas wykonywania obsługi codziennej i tankowania paliwa	45 min
Czas przejazdów z bazy na powierzchnię i z powrotem	60 min
Czas przeznaczony na potrzeby fizjologiczne pracowników	30 min
Czas usuwania usterek technicznych i niezbędnych regulacji	60 min
Czas przygotowania maszyny do pracy	10 min
Czas wyciągania maszyny po ugrzęźnięciu	102 min

Uzyskana wartość wskaźnika wykorzystania zmiany roboczej $k_{07} = 0,49$ nie jest zadowalająca, jeżeli jednak uznać przypadek ugrzęźnięcia za incydentalny (a wynika to z info-

rmacji uzyskanych od kierownika produkcji) i zwiększyć odpowiednio czas operacyjny, to współczynnik k_{07} osiągnie wartość 0,67. Nie jest to nadal dobry poziom, dalsze jego zwiększenie jest możliwe poprzez inną organizację pracy, pozwalającą na zmniejszenie odległości dojazdu na powierzchnie robocze. Duży łączny czas obsługi technicznej oraz usuwania usterek i regulacji głowicy pakietującej podczas pracy wynika z tego, że jest to nowe rozwiązanie konstrukcyjne, wymagające dalszego doskonalenia. Głowica pakietująca musi być także odpowiednio ustawiona (wyregulowana) w zależności od rodzaju (gatunku) pozostałości zrębowych.

W trakcie zmiany roboczej maszyna wykonała 78 pakietów o przeciętnej objętości $0,8 \text{ m}^3$, ich łączna objętość wyniosła $62,4 \text{ m}^3$. Oczywiście zawarta w nich ilość surowca energetycznego była mniejsza. Miejscowy leśniczy oszacował ilość pozyskanego drewna małowymiarowego (M2) na 25 m^3 . Parkieciarka osiągnęła wydajność operacyjną $W_{02} = 12,8 \text{ m}^3/\text{h}$ (dla objętości wytworzonych pakietów), natomiast w przeliczeniu na pozyskane drewno małowymiarowe wydajność W_{02} wyniosła $5,1 \text{ m}^3/\text{h}$. Wydajność eksploatacyjna wyniosła $W_{07} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$. Przy przyjęciu założenia, że nie wystąpiłaby przerwa związana z ugrzęźnięciem maszyny wydajność W_{07} wzrosłaby do $8,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

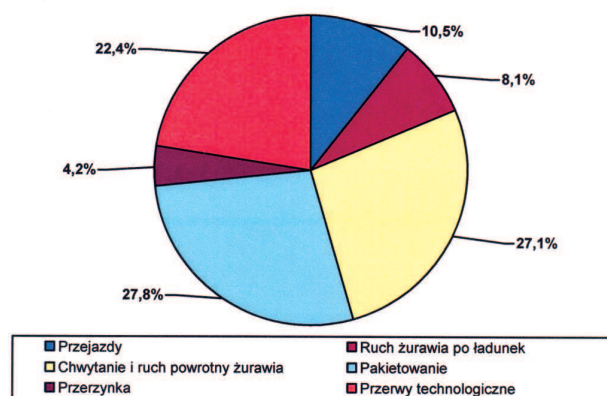
Bezpośrednią rejestrację pracy parkieciarki na powierzchni roboczej, za pomocą kamery cyfrowej, prowadzono przez 182 minuty. W tym czasie maszyna zrealizowała 53 cykle robocze i wykonała 47 pakietów. Przeciętny czas trwania cyklu roboczego wyniósł 205,6 sekund, charakterystyka statystyczna obserwowanych cykli roboczych zawarta jest w tab. 2.

Tab. 2. Charakterystyka zmienności czasu cykli roboczych parkieciarki

Wartość średnia [s]	Dolna granica ufności (95%)	Górna granica ufności (95%)	Odczylenie standardowe	Minimum	Maksimum
205,6	161,6	249,5	159,3	21,0	814,0

Wydajność operacyjna uzyskana w trakcie rejestrowanego fragmentu zmiany roboczej wyniosła $W_{07} = 12,4 \text{ m}^3/\text{h}$, była zatem bardzo zbliżona do osiągniętej podczas całej zmiany.

Zgodnie z przyjętą metodyką założono podział cyklu roboczego na sześć składowych. Strukturę czasu trwania cyklu roboczego przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Struktura cyklu roboczego maszyny do pakietowania pozostałości pozrębowych

Największy udział w czasie trwania cyklu roboczego mają: czas formowania pakietów w głowicy (27,8%), czas chwytania

i przemieszczania pozostałości zrębowych do głowicy (27,1%) oraz przerwy technologiczne (22,4%). Łączny czas zbierania gałęzi (ruchy żurawia po ładunek, chwytanie i przemieszczanie do głowicy) stanowi 35,2 % czasu cyklu roboczego. Udział czasu przerw technologicznych jest znaczący, należy zaznaczyć, że wystąpiły one tylko w sześciu cyklach, lecz były bardzo długie.

Przedstawiona struktura dotyczy statystycznie wyznaczonego przeciętnego cyklu, czas trwania wielu składowych jest sumą kilkakrotnych powtórzeń czynności, na przykład ruchów żurawia po pozostałości zrębowe. Częstotliwości występowania podczas badań poszczególnych czynności w cyklach roboczych pakieciarki zamieszczone są w tab. 3.

Tab. 3. Częstotliwość występowania cykli roboczych o określonej liczbie powtórzeń składowych cyklu

Nazwa czynności	Liczba powtórzeń w cyklu	Liczba wystąpień cyklu
Przejazdy	1	53
Przemieszczanie chwytaka żurawia w celu uchwycenia pozostałości zrębowych	0	4
	1	13
	2	16
	3	11
	4	4
	5	2
	7	1
	8	1
Chwytanie pozostałości i przemieszczanie ich do gardzieli głowicy pakietującej	0	3
	1	11
	2	15
	3	10
	4	6
	5	2
	6	3
	7	1
	8	1
9	1	
Pakietowanie (ściskanie i przesuwanie) obrabianego materiału roślinnego	0	5
	1	9
	2	17
	3	9
	4	4
	5	6
	7	1
	8	2
Odcinanie (przerzynka) pakietu	0	17
	1	27
	2	7
	3	2
Przerwy technologiczne	0	47
	1	6

Jak można było się spodziewać w cyklach roboczych występowała duża liczba powtórzeń sięgania i chwytania żurawiem gałęzi i wierzchołków drzew, niewiele rzadziej występuje czynność pakietowania, co jest skutkiem ograniczonej pojemności stołu podawczego przed gardzielą głowicy pakietującej. Występowanie cykli roboczych, w których nie zbierano pozostałości zrębowych wynikało przede wszystkim z dążenia do odcięcia pakietów w bardziej dogodnych miejscach.

Podsumowanie

Pakieciarka formowała pakiety z gałęzi sosnowych odciętych od drzew 130-letnich. Były one stosunkowo grube i o znacznej długości. Pakietowanie takiego materiału roślinnego jest znacznie trudniejsze niż gałęzi świerkowych, do których maszyna jest przede wszystkim dostosowana. Zdarzały się przypadki, że pakiety rozpadały się w trakcie odcinania (rys. 4), wynikało to z przytoczonych wcześniej właściwości gałęzi sosnowych. Jest to także przyczyną konieczności wykonywania dodatkowych regulacji, których celem jest poprawianie jakości pracy na zrębach sosnowych.



Rys. 4. Rozpadający się w trakcie odcinania pakiet gałęzi sosnowych



Rys. 5. Porównanie powierzchni pozrębowej przed i po pakietowaniu

Osiągnięta wydajność 12,8 m³/h jest zadawalająca. W przeliczeniu na sformowane pakiety wyniosła ona 16 pakietów na godzinę, co niewiele odbiega od wydajności deklarowanej przez producenta 20-30 pakietów na godzinę [2]. Należy przy tym pamiętać, że maszyna podczas badań formowała pakiety z niedogodnego materiału roślinnego.

Zrąb został oczyszczony bardzo dokładnie (rys. 5), jest to cecha charakterystyczna takiego sposobu uprzątania powierzchni porębowych. Zapewnia to zwiększenie potencjalnej ilości surowca energetycznego, lecz nie zawsze znajduje akceptację wśród leśników. W wypadku badanej maszyny, wysoki stopień uprzątnięcia powierzchni wynikał

także z tego, że praca maszyny była wspomagana przez pomocnika operatora, który między innymi podsuwał i układał gałęzie podczas chwytania.

Literatura

1. Botwin M.: Podstawy użytkowania maszyn leśnych. Wydawnictwo SGGW. Warszawa 1993
2. Gendek A., Zychowicz W.: Pozyskiwanie odpadów zrębowych na cele energetyczne w postaci pakietów. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, Nr 11, str. 19-21. Warszawa 2006.

Effectiveness of exploitation of wood slash bundling machine Timberjack 1410D

Summary

The results of investigation of efficiency of exploitation of slash bundler Timberjack 1410D that operates in Olsztyn district of Poland are presented in the paper. The pine logging residues are bundled, on the low-lying, hilly terrain. In many places the ground was sandy, with very low bearing capacity, and because of this scheme of slash bundler movement has to be altered. During the working shift machine produced 78 bundles of volume 0,8 m³ each. The reached operational productivity 12,8 m³/h (16 bundles of wood residues per hour) is satisfactory, and is close to productivity declared by manufacturer that is: 20-30 bundles per hour. The clear cut wood harvesting area was cleared away accurately.