

TOMASZ DUDEK

Wydajność zrywki drewna długiego na zrębie zupełnym ciągnikiem rolniczym z wciągarką lub kleszczami hydraulicznymi

The efficiency of log skidding in the clear-cut area using a farm tractor with a winch or hydraulic tongs

ABSTRACT

Dudek T. 2009. Wydajność zrywki drewna długiego na zrębie zupełnym ciągnikiem rolniczym z wciągarką lub kleszczami hydraulicznymi. Sylwan 153 (6): 386-392.

The evaluation of the efficiency of log skidding with a farm tractor in two technical-technological variants by the chronometric method has revealed that for shorter skidding distances (up to about 250 m) and in areas of good passability, the application of hydraulic tongs as auxiliary skidding equipment is more justified than if a cable winch is applied.

KEY WORDS

skidding, farm tractor, capacity, cable winch, hydraulic tongs

ADDRESSES

Tomasz Dudek – e-mail: cobradud@interia.pl

Katedra Użytkowania Lasu i Drewna; Uniwersytet Rolniczy; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Wstęp

Udział ciągników rolniczych w ogólnej ilości środków wykorzystywanych do zrywki drewna przekroczył w Polsce 60% [Leśnictwo 2004] i stale rośnie. Większość z nich to jednak maszyny przestarzałe i najczęściej posiadające bardzo skromne wyposażenie [Gil, Zaborski 2005], przez co osiągają stosunkowo małą wydajność pracy. Wydajność tych pojazdów można zwiększyć poprzez montowanie na nich różnych urządzeń pomocniczych, spośród których najważniejsze są wciągarki i kleszcze zrywkowe [Sosnowski, Porczak 2005].

Celem niniejszej pracy są badania porównawcze wydajności ciągnika rolniczego zrywającego drewno dłużycowe na tej samej powierzchni zrębu zupełnego w podobnych warunkach pracy i przy tej samej jednoosobowej załodze (kierowca-operator) przy dwóch wariantach techniczno-technologicznych. Warianty te to zrywka ciągnikiem rolniczym z użyciem wciągarki linowej (zrywka liną bez konieczności dojazdu do ładunku) i kleszczy (potrzeba bezpośredniego dojazdu do ładunku).

Metodyka

Badania przeprowadzono w Nadleśnictwie Koniecpol, które według przyrodniczo-leśnej regionalizacji Polski położone jest w całości w krainie VI Małopolskiej, dzielnicy 9 Wyżyny Środkowo-Małopolskiej, w mezoregionie Jędrzejewsko-Włoszczowskim. Powierzchnia badawcza została założona w oddziale 212f na zrębie zupełnym zrealizowanym w rębni I b. Siedliskowy typ lasu określono na BMśw. Skład gatunkowy stanowiła w całości sosna, pojedynczo występowała

brzoza i dąb. Wiek drzewostanu wynosił 94 lata, zadrzewienie 0,9, a zwarcie było przerywane. Przeciętna pierśnica drzew wynosiła 38 cm, zaś wysokość – 25 m.

Do badań użyto ciągnika rolniczego Ursus 912. Ciągnik ten posiada napęd na tylną oś i jest wyposażony w blokadę mechanizmu różnicowego. Zastosowano w nim silnik czterocylindrowy o mocy 57 kW. Jest jednym z większych pojazdów należących do grupy ciągników średnich (według podziału w firmie URSUS – ciągniki: lekkie, średnie, ciężkie). Posiada 16 biegów w przód i 8 do tyłu. Zakres prędkości jazdy wynosi od 2,4 do 25,5 km/h. Wymiary ciągnika to: długość – 4160 mm, szerokość – 1970 mm. Masa ciągnika gotowego do pracy (z podstawowym wyposażeniem) wynosi 3970 kg. Do badań ciągnik wyposażano zamiennie w urządzenia pomocnicze do zrywki drewna długiego. Były to zawieszane 3-punktowo na podnośniku tylnym kleszcze hydrauliczne duńskiej firmy Fransgard bądź też wciągarka linowa 1-bębnowa napędzana od wałka odbioru mocy.

Zrywka z użyciem wciągarki (ryc. 1) odbywała się 1-osobowo. Kierowca w tym przypadku wysiadał z pojazdu, zakładał linki na sztuki drewna, a następnie formował ładunek i transportował go na składnicę, gdzie dokonywał rozładunku. Natomiast przy drugim wariantcie zrywki (ryc. 2), celem uchwycenia dłużycy w kleszcze, kierowca musiał podejść możliwie na wprost jej czoła, ponieważ wspomnianym urządzeniem zrywkowym można sterować tylko w kierunku góra-dół. Konstrukcja wymienionych kleszczy nie pozwalała na sterowanie nimi na boki, co jest pewnym utrudnieniem wykonawczym. Ponieważ drzewa były na ogół prawidłowo obalone (w jodełkę, odziomkami do szlaku), to problem ten nie był istotny.

Przy zbieraniu danych w terenie i następnie opracowywaniu wyników badań, wykorzystano metodykę przedstawioną przez Sosnowskiego [1997]. Wydajność godzinową zrywki dla porównywanych dwóch wariantów techniczno-technologicznych ustalono metodą chronometrażu w terenie na wspólnym zrębie. Na powierzchni zrębowej dokonano pomiarów czasochłonności następujących zabiegów transportowych:



Ryc. 1.

Zrywka drewna ciągnikiem URSUS 912 z wciągarką linową
Timber extraction using a farm tractor Ursus 912 with a cable winch



Ryc. 2.

Zrywka drewna ciągnikiem URSUS 912 wyposażonym w kleszcze zrywkowe
 Timber extraction using a farm tractor Ursus 912 equipped with skidding tongs

- jazda nieładowna – jazda na trasie składnica-zrąb,
- załadunek – na czas tego zabiegu składał się czas wykonania następujących czynności: odciąganie od ciągnika liny wciągarki, zakładanie linek zaczepowych na pnie drzew, podpinanie linek zaczepowych do liny wciągarki, dociąganie ładunku do ciągnika (wymienione czynności nie dotyczyły przypadku, w którym ciągnik wyposażony był w kleszcze sterowane hydraulicznie) oraz niezbędne manewrowanie celem sformowania ładunku,
- jazda ładowna – jazda na trasie zrąb-składnica,
- rozładunek – na czas tego zabiegu składał się czas wykonania następujących czynności: opuszczenie ładunku, odpięcie linek zaczepowych (nie dotyczyło przypadku, w którym ciągnik wyposażony był w kleszcze zrywkowe), mygłowanie drewna, manewrowanie pojazdem na składnicy.

Pomiaru czasu dokonano przy pomocy stopera elektronicznego z dokładnością do sekundy. Odległość zrywki pomierzona została taśmą stalową o długości 20 m. Objętość [m³] zrywanego jednorazowo ładunku odczytywano z rejestratora PSION, na podstawie zapisanych numerów sztuk, tworzących dany ładunek. Ze względów praktycznych objętość ładunków odczytywana była na koniec każdego dnia badań. Do przeliczenia masy zerwanego drewna z objętości na masę [t] wykorzystano tablice opracowane przez Krzysika [1974]. Przyjęto, że 1 m³ drewna świeżego sosnowego posiada masę 0,7 t. Z wyników otrzymanych z pomiarów (czas, odległość i wielkość ładunków) wyliczono czasochłonność jednostkową zabiegów, na podstawie czego obliczono czasochłonność cyklu zrywkowego (w godzinach) dla badanych wariantów w określonych warunkach zrywki. Do obliczania czasochłonności cyklu zrywkowego skorzystano z następującego wzoru:

$$T_c = A \cdot L + B \cdot Q$$

gdzie:

- T_C – czasochłonność cyklu zrywkowego [h],
 A – czasochłonność jednostkowa jazdy nieładownej i ładownej [h/m],
 L – odległość zrywki [m],
 B – czasochłonność jednostkowa załadunku i wyładunku [h/t],
 Q – masa jednorazowego ładunku [t].

Pomiarów dokonano na dwóch szlakach zrywkowych po 20 cykli zrywkowych dla każdego wariantu techniczno-technologicznego. Wykonane pomiary pozwoliły na ustalenie wyników przeciętnej operacji zrywki dłużyć. Wykorzystując przeciętne wyniki czasochłonności zrywki, wyliczono następnie czasochłonności jednostkowe poszczególnych zabiegów: jazdy nieładownej, załadunku, jazdy ładownej i rozładunku (tab. 1). Na podstawie jednostkowych czasów zabiegów została wyliczona czasochłonność cyklu zrywkowego, a następnie częstotliwość cyklu i wydajność godzinowa (W_h) zrywki dłużyć badanym ciągnikiem w dwóch wariantach techniczno-technologicznych. Wydajność godzinową [t/h] w czasie zrywki określono na podstawie wzoru:

$$W_h = 1/T_c \cdot Q = Q/T_c$$

Wyniki i dyskusja

Maksymalna wielkość ładunku zrywanego ciągnikiem Ursus 912 przy pomocy wciągarki linowej wyniosła 2,10 m³, natomiast przy użyciu drugiego urządzenia – 2,02 m³. Obserwacje wykazały, że dłużycą zrywana przy użyciu kleszczy jest w swej przedniej części lepiej uniesiona nad podłożem, co jest uwidocznione na załączonych rycinach (ryc.1, 2). Stąd zrywka przy użyciu kleszczy powoduje mniejsze szkody w glebie leśnej, aniżeli przemieszczanie przy pomocy wciągarki zawieszanej na ciągniku. Zmierzony ładunek przeciętny wyniósł na linie wciągarki 1,68 m³ (Q_1), zaś ujęty kleszczami – 1,16 m³ (Q_2), przy czym dłużyce te przemieszczane były na średnią odległość 75 m.

Na podstawie zebranych danych wyliczono czasochłonności jednostkowe zrywki ciągnikiem Ursus 912 w wersji z wciągarką oraz z kleszczami zrywkowymi (tab. 1). Kierując się tymi danymi, wyliczono czasochłonność jednostkową jazdy (A) i prac ładunkowych (B) dla wersji z wciągarką (1) i kleszczami (2):

$$A_1 = 0,000152 + 0,000184 = 0,000336 \text{ h/m}$$

$$B_1 = 0,040000 + 0,019915 = 0,059915 \text{ h/t}$$

$$A_2 = 0,000145 + 0,000175 = 0,000320 \text{ h/m}$$

$$B_2 = 0,019877 + 0,013951 = 0,033827 \text{ h/t}$$

Zgrupowane w powyższy sposób czasochłonności jednostkowe jazdy (A) przy odległości (L) oraz prac ładunkowych (B) przy ładunku (Q) pozwoliły na ustalenie równania czasochłonności cyklu dla wersji z wciągarką (T_{c1}) oraz z kleszczami (T_{c2}):

Tabela 1.

Czasochłonność zrywki dłużyć ciągnikiem rolniczym Ursus 912
 Time consumption for skidding logs with a farm tractor Ursus 912

Wyposażenie ciągnika	Czasochłonność jednostkowa zabiegu			
	jazda nieładowna [h/m]	załadunek [h/t]	jazda ładowna [h/m]	rozładunek [h/t]
Wciągarka	0,000152	0,040000	0,000184	0,019915
Kleszcze	0,000145	0,019877	0,000175	0,013951

$$Tc_1 = 0,000336 \cdot L + 0,059915 \cdot Q_1$$

$$Tc_2 = 0,000320 \cdot L + 0,033827 \cdot Q_2$$

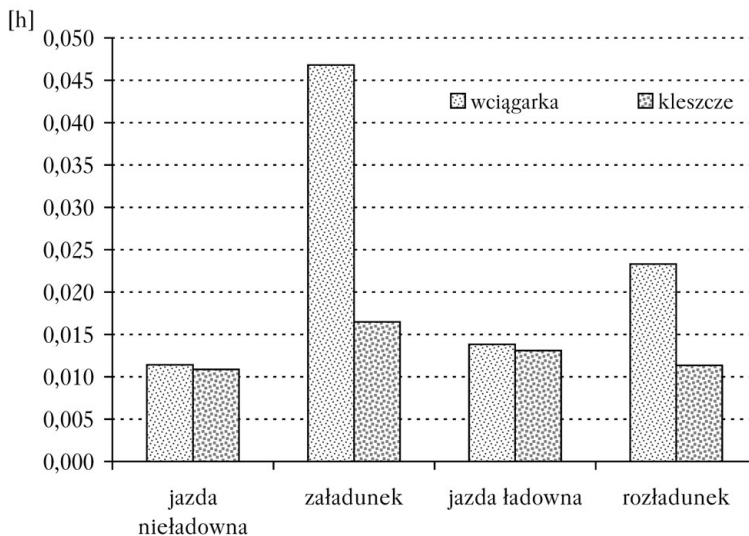
Przy pomocy tych równań regresji obliczono wydajności zrywki drewna ciągnikiem Ursus 912 w wersji z wciągarką oraz z kleszczami (tab. 2).

W przypadku prowadzenia chronometrażu, mającego na celu ustalenie wydajności zrywki drewna, mamy do czynienia z dużą liczbą zmiennych. Należy wybrać zmienną, która wywiera największy wpływ na badaną wielkość (w tym przypadku wydajność zrywki) i na jej podstawie ustalić minimalną liczbę pomiarów zapewniającą reprezentatywność wyników. W badanych przypadkach ciągnik zrywał drewno dłużycowe na tej samej powierzchni zrębowej, w podobnych warunkach pracy i przy tej samej jednoosobowej załodze (kierowca-operator). Stąd można zauważyć, że czynnikiem decydującym o osiągniętej wydajności, różnicującym badane urządzenia pomocnicze, będzie czas załadunku (ryc. 3). Stąd na tej podstawie ustalono liczbę pomiarów pełnych cykli zrywki koniecznych do przeprowadzenia w celu uzyskania wiarygodnych wyników (przyjęto dopuszczalny margines błędu równy 5%). Uzyskane wyniki zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 2.

Wydajność zrywki dłużyc ciągnikiem Ursus 912
Efficiency of skidding logs with a farm tractor Ursus 912

Wyposażenie ciągnika	Odległość [m]	Masa jednorazowego ładunku[t]	Czasochłonność cyklu zrywkowego [h]	Częstotliwość cyklu [liczba/h]	Wydajność zrywki [t/h]
Wciągarka	50	1,17	0,0869	11,51	13,46
	100		0,1037	9,64	11,28
Kleszcze	50	0,81	0,0434	23,04	18,66
	100		0,0594	16,84	13,64



Ryc. 3.

Czas poszczególnych zabiegów transportowych w przeciętnym cyklu zrywkowym
Chronometry of individual transport operations in an average skidding cycle

Powyższe obliczenia statystyczne wskazują, że uzyskane wyniki wydajności zrywki drewna badanym ciągnikiem w dwóch wariantach techniczno-technologicznych są wiarygodne na 95%, a więc można na ich podstawie formułować wnioski [Starecki 1997]. Z otrzymanych wyników badań (tab. 2) wynika, że ciągnik Ursus 912 wyposażony w kleszcze zrywkowe osiągnął większą wydajność niż wówczas, gdy posiadał wciągarkę. Stan taki zaistniał pomimo tego, że średni ładunek zrywany przy pomocy ciągnika z wciągarką był większy o 31%. Większa wydajność wspomnianego ciągnika z kleszczami wynikała z krótszego czasu wykonywania zabiegów załadowczo-rozładowczych wchodzących w skład operacji zrywki. Stąd przy odległości zrywki wynoszącej 50 m, ciągnik z kleszczami był wydajniejszy od wersji z wciągarką o 28%, zaś przy dwukrotnym wzroście odległości już tylko o 17%. Wydajności te zrównałyby się przy odległości zrywki ok. 250 m (ryc. 4).

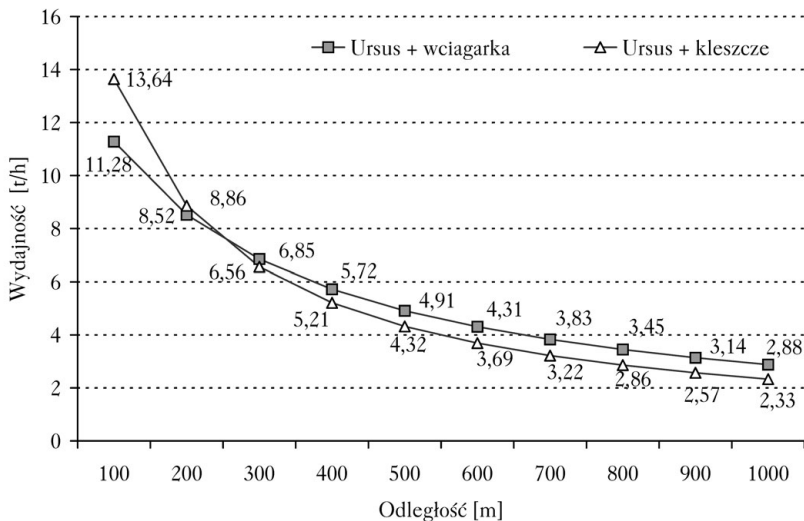
Wnioski

✦ Przy zrywce drewna długiego na zrębach zupełnych ciągnikiem rolniczym Ursus 912 na krótkie odległości (do około 250 m) można osiągnąć wyższą wydajność przy zastosowaniu kleszczy zrywkowych niż w przypadku użycia wciągarki linowej. Wynika to przede wszystkim ze znacznie krótszego czasu trwania prac załadowczo-rozładowczych w przypadku użycia kleszczy hydraulicznych.

Tabela 3.

Podstawowe wielkości statystyczne wyliczone na podstawie załadunku przy zrywce ciągnikiem Ursus 912
Basic statistical features calculated on the basis of loading operations using a farm tractor Ursus 912

Wariant techniczno-technologiczny	Średnia arytmetyczna	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	Wykonana liczba pomiarów	Niezbędna minimalna liczba pomiarów
Ciągnik + wciągarka	0,0468	0,00955	20,0	20	17
Ciągnik + kleszcze	0,01648	0,00361	21,9	20	19



Ryc. 4.

Wydajność zrywki dłużyc ciągnikiem Ursus 912 w zależności od odległości

Efficiency of log-skidding with a farm tractor Ursus 912 in relation to the distance

- ✦ Zastosowanie na ciągniku rolniczym przy zrywce drewna wciągarki linowej jako urządzenia pomocniczego umożliwia formowanie większych ładunków, a tym samym osiągnięcie wyższej wydajności, szczególnie przy zrywce prowadzonej na dalsze odległości niż w przypadku użycia kleszczy. Użycie wciągarki daje ponadto możliwość zrywki drewna bez konieczności podejżdżania w bezpośrednie jego sąsiedztwo, co umożliwia wyciąganie ładunków z miejsc trudno dostępnych.

Literatura

- Gil W., Zaborski K. 2005. Wood extraction by agricultural tractors in Poland as exemplified by Forest District Starachowice. W: International Scientific Conference „Ecological, Ergonomic and Economical Optimization of Forest Utilization in Sustainable Forest Management”. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 419: 143-150.
- Krzysik F. 1974. Nauka o drewnie. PWN, Warszawa.
- Leśnictwo 2004. GUS, Warszawa.
- Sosnowski J. 1997. Model wyboru optymalnego środka do zrywki drewna. Roczniki AR Poznań, 276.
- Sosnowski J., Poreczak K. 2005. Comparison of technical and economic indexes of logging by means of the tractor and the horse on the example of the Krasiczyn Forest District. W: International Scientific Conference „Ecological, Ergonomic and Economical Optimization of Forest Utilization in Sustainable Forest Management”. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 419: 267-273.
- Starecki A. 1997. Statystyczne opracowanie wyników badań. Przemysł Drzewny 7: 7-8.

SUMMARY

The efficiency of log skidding in the clear-cut area using a farm tractor with a winch or hydraulic tongs

With the decreasing number of pull horses in Poland, farm tractors have become the main means of skidding, particularly in the forests growing in the lowlands and highlands, but even on the less steep slopes of the mountains. The operating capacity of these machines can be increased by providing them with attachments, the most important being skidding winches and tongs.

The paper presents the results of the research that aimed to compare the capacity of a farm tractor for skidding logs in the same cutting area in two technical-technological variants with a cable winch or hydraulic tongs. The research was carried out in the Koniecpol Forest District.

If a farm tractor Ursus 912 is used for skidding logs in a clear-cut area for short distances (up to approximately 250 m), a higher capacity is reached with the application of skidding tongs rather than with a cable winch. This results first of all from a much shorter loading/unloading time when hydraulic tongs are applied as auxiliary equipment facilitating the loading/unloading operations. The mounting of a cable winch rather than hydraulic tongs on a farm tractor for skidding enables forming larger loads resulting in a higher operating capacity, particularly in case of longer distances. Moreover, the attached winch provides a possibility to skid logs without the need to drive close to the skidding area, thus enabling the skidding of logs from hardly accessible places.