

EFEKTYWNOŚĆ WYBRANYCH TECHNOLOGII ZRYWKI DREWNA KRÓTKIEGO W LASACH GÓRSKICH

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki przeprowadzonych badań porównawczych - w zakresie osiągniętej efektywności - technologii zrywki drewna krótkiego w lasach górskich. Badania przeprowadzono w oparciu o środki zrywkowe stosowane powszechnie w lasach górskich Polski (specjalistyczny leśny ciągnik przegubowy typu skider, zaprzęg konny, ciągnik rolniczy).

Wstęp

Pełny obraz efektywności użycia danej technologii otrzymujemy po uzupełnieniu jej wydajności o koszty jej stosowania.

Badaniom wydajności technologii zrywkowych poświęcono wiele uwagi, jednak większość z nich dotyczy zrywki drewna długiego [1, 4, 5, 7, 9, 10], a tylko nieliczne drewna krótkiego [2, 3, 12]. Jeszcze mniej prac odnosi się do kosztów użycia technologii zrywki drewna krótkiego [8, 11].

Ogólnie można przyjąć zasadę: większa wydajność pracy generuje niższe koszty. Zasada ta dobrze sprawdza się, jeżeli badania dotyczą określonej technologii, natomiast przy porównywaniu różnych technologii, nie zawsze większa wydajność jednej z nich będzie generować niższe nakłady finansowe bezpośrednio. Wynika to stąd, że na wysokość wspomnianych nakładów - oprócz wydajności - wpływają również różne koszty stałe i zmienne, opisujące dane technologie.

Cel, zakres, metody

Celem pracy jest porównanie efektywności technologii zrywki drewna krótkiego najczęściej stosowanych w górskim gospodarstwie leśnym w Polsce i na tej podstawie wskazanie najbardziej opłacalnych z nich.

Wszystkie drzewostany przedrębne - w których przeprowadzono badania - były poddawane zabiegom trzebieży późnej pozytywnej (TPP), natomiast rębne prowadzone były rębnią stopniową gniazdową udoskonaloną (rębnią IV d). Badane technologie zestawiono w tab. 1.

Jednostkowe koszty zrywki drewna przy zastosowaniu wybranych technologii, skalkulowano na podstawie rocznych kosztów własnych.

Tab. 1. Badane technologie zrywki drewna krótkiego
Table 1. Assessed short wood extraction technologies

Technologia zrywki		Kategoria użytkowania drzewostanu
Środek zrywkowy	Prace ładunkowe	
LKT 80 + dwukółka z osią napędzaną	ręcznie, 2-osoby	IV d
MTZ 82 + dwukółka z osią napędzaną	ręcznie, 2-osoby	TPP
MTZ 82 + dwukółka bez osi napędowej	ręcznie, 2-osoby	TPP
MTZ 82 + wóz	ręcznie, 2-osoby	IV d
Zaprzęg 2-konny + wóz	ręcznie, 2-osoby	TPP, IV d

Jednostkowy godzinowy koszt zrywki K_h (zł/h) obliczono jako iloraz kosztów rocznych K_r (zł/rok) i liczby godzin pracy w roku T_r (h/rok). Stąd koszt zrywki 1 m³ drewna wyliczono ze stosunku jednostkowego godzinowego kosztu zrywki do wydajności godzinowej:

$$K_{z/m^3} = K_h / W_h \quad [\text{zł} / \text{m}^3],$$

gdzie:

K_{z/m^3} - koszt zrywki 1 m³ drewna,

K_h - jednostkowy godzinowy koszt zrywki,

W_h - wydajność godzinowa zrywki.

Przy kalkulacji rocznych kosztów użycia danej technologii zrywki wzięto pod uwagę następujące grupy kosztów:

- koszty stałe: amortyzacja sprzętu zrywkowego, oprocentowanie kapitału, ubezpieczenie sprzętu;
- koszty zmienne: płace obsługi, paliwo, oleje i smary, remonty; opcjonalnie dla zrywki konnej - pasza, koszty weterynaryjne, koszty kucia.

Dane wyjściowe do kalkulacji kosztów zrywki badanymi technologiami (tab. 2-4) pochodzą z własnych analiz rynkowych, wywiadu środowiskowego oraz z literatury fachowej tematu [6, 10, 11].

Tab. 2. Koszt paszy dla 1 konia pociągowego w ciągu doby
Table 2. Cost of fodder for 1 carthorse per day

Rodzaj paszy	Cena jednostkowa	Dawka paszy w dniu postoju		Dawka paszy w dniu roboczym	
	[zł/kg]	[kg]	[zł]	[kg]	[zł]
owies	0,50	7	3,50	9	4,50
jęczmień	0,60	1,5	0,90	1,5	0,90
okopowe	0,15	6	0,90	6	0,90
siano	0,20	10	2,00	10	2,00
słoma	0,10	3	0,30	3	0,30
razem			7,60		8,60

Oprocentowanie kredytu, cenę paliwa oraz cenę zakupu środków zrywkowych przyjęto według ich wysokości obowiązujących w lutym 2009 roku. Do kalkulacji kosztów wykorzystano cenę paliwa bez podatku VAT. Koszt paszy dla konia przyjęto zgodnie z średnią ceną tych produktów w jesieni 2008 roku. Średni roczny czas pracy środków zrywających drewno stosowe S2, przyjęto na poziomie 1320 h (6 h x 20 dni x 11 miesięcy). Autor zaobserwował, że przy tak ciężkiej pracy, jaką jest zrywka drewna stosowego z ręcznymi pracami ładunkowymi, robotnicy nie pracowali dłużej jak 6 h dziennie

(nie wliczając w czas pracy czasu dojazdów do i z pracy oraz przerw dłuższych niż 15 minut).

Tab. 3. Dane wyjściowe do kalkulacji kosztów zrywki drewna krótkiego S2 zaprzęgiem dwukonnym

Table 3. The output data used in the calculation of the short wood extraction (1,0 m) costs while 2-horses team involved

Parametr do kalkulacji kosztów	Zaprzęg 2-konny
Cena zakupu: 2 konie, 2 chomąta, orczyki, linka, łańcuch, wóz, zł	15 000
Okres amortyzacji, lat	6
Wartość po okresie amortyzacji, zł	5 000
Stopa procentowa kredytu, %	8
Liczba godzin pracy w roku, h	1320
Roczny koszt ubezpieczenia, zł	500
Koszt paszy w dniu postoju, zł	15,20
Koszt paszy w dniu pracy, zł	17,20
Koszty weterynaryjne roczne, zł	300
Koszty kucia roczne, zł	300
Liczba osób obsługi	2
Płaca pracownika, zł/h	13

Korzystając z danych wyjściowych zawartych w tab. 2-4 skalkulowano koszty stosowania badanych technologii zrywki drewna w ujęciu rocznym. Następnie wyliczono dla każdej technologii koszt jednostkowy zrywki poniesiony na godzinę pracy (tab. 5). Znając koszt godziny zrywki i wydajność godzinową w danej technologii na odległość, wyliczono nakłady bezpośrednie na zrywkę 1 m³ drewna przy różnych odległościach transportowych (tab. 6).

Wyniki badań

Wyniki wydajności zrywki drewna krótkiego z drzewostanów trzebieżowych i rębnych zostały już opublikowane na łamach niniejszego czasopisma [2, 3], w związku z czym zostaną pominięte w niniejszej pracy.

Do kalkulacji kosztów zrywki drewna krótkiego S2 (papie-

Tab. 4. Dane wyjściowe do kalkulacji kosztów zrywki mechanicznej drewna krótkiego S2

Table 4. The output data used in the calculation of the short wood mechanical extraction (1,0 m) costs

Parametr do kalkulacji kosztów	LKT 80 + dwukółka z napędem	MTZ 82 + wóz konny	MTZ 82 + dwukółka z napędem	MTZ 82 + dwukółka bez napędu
Cena zakupu, zł	340 000	68 000	3 000	68 000
Okres amortyzacji, lat	8	8	8	8
Wartość po okresie amortyzacji, % ceny zakupu	10	10	10	10
Stopa procentowa kredytu w skali roku, %	8	8	8	8
Ubezpieczenie sprzętu, % ceny zakupu	2,5	2,5	2,5	2,5
Zużycie paliwa, dm ³ /h	8,5	6	6	6
Zużycie oleju i smarów, % ceny paliwa	20	20	20	20
Cena paliwa bez podatku VAT (22%), zł/ dm ³	3,09	3,09	3,09	3,09
Liczba osób obsługi	2			
Płaca pracownika, zł/h	14	13	13	13
Liczba godzin pracy w roku	1320	1320	1320	1320
Wskaźnik kosztów remontów, % kosztów amortyzacji	70	70	70	70

rówka) różnymi technologiami wykorzystano dane zgromadzone w tab. 2-3 (dla zrywki konnej) i 4 (dla mechanicznej). Najwyższy jednostkowy koszt maszynogodziny zrywki drewna krótkiego S2 - w kwocie 126,92 zł/h - wyliczono dla technologii z użyciem ciągnika LKT 80 wyposażonego w napędzaną dwukółkę (tab. 5). Jest on około dwukrotnie wyższy od nakładów na maszynogodzinę w pozostałych badanych technologiach zrywki mechanicznej i około czterokrotnie wyższy od kosztów zrywki konnej. W przypadku pozostałych trzech technologii zrywki mechanicznej zanotowano zbliżone koszty jednostkowe, co wynika z użycia takiego samego ciągnika rolniczego MTZ 82.

Natomiast - niezależnie od kategorii użytkowania drzewo-

Tab. 5. Kalkulacja rocznych i godzinowych kosztów bezpośrednich zrywki drewna krótkiego S2

Table 5. Calculation of annual and hourly direct costs of short wood extraction (1,0 m)

Pozycja kosztów	LKT 80 + dwukółka z napędem		MTZ 82 + wóz konny		MTZ 82 + dwukółka z napędem	
	zł/rok	zł/h	zł/rok	zł/h	zł/rok	zł/h
Amortyzacja	38250	28,98	7650	5,80	8212	6,22
Odsetki bankowe	15450	11,70	3090	2,34	3317	2,51
Ubezpieczenie	8500	6,44	1700	1,29	1825	1,38
I. Koszty stałe - razem	62200	47,12	12440	9,43	13354	10,12
Paliwo (k. pasz- dzień pracy)	34670	26,27	24473	18,54	24473	18,54
Oleje, smary (k. pasz- dzień postoju)	6934	5,25	4895	3,71	4895	3,71
Płace załogi	36960	28,00	34320	26,00	34320	26,00
Remonty (k. kucia, weterynaryjne)	26775	20,28	5355	4,06	5748	4,35
II. Koszty zmienne - razem	105339	79,80	69043	52,31	69436	52,60
Koszty zrywki razem (I + II)	167539	126,92	81483	61,74	82790	62,72

Pozycja kosztów	MTZ 82 + dwukółka bez napędu		Zaprzęg 2-konny + wóz konny	
	zł/rok	zł/h	zł/rok	zł/h
Amortyzacja	7650	5,80	1667	1,26
Odsetki bankowe	3090	2,34	672	0,51
Ubezpieczenie	1700	1,29	500	0,38
I. Koszty stałe - razem	12440	9,43	2839	2,15
Paliwo (k. pasz- dzień pracy)	24473	18,54	3784	2,87
Oleje, smary (k. pasz- dzień postoju)	4895	3,71	2204	1,67
Płace załogi	34320	26,00	34320	26,00
Remonty (k. kucia, weterynaryjne)	5355	4,06	600	0,45
II. Koszty zmienne - razem	69043	52,31	40908	30,99
Koszty zrywki razem (I + II)	81483	61,74	43747	33,14

stanu - w przedziale odległości 100-700 m (tab. 6) - najniższe koszty bezpośrednie zrywki 1 m³ drewna stosowego S2 wliczone dla technologii zaprzęg dwukonny + wóz konny. Ze wspomnianej tabeli wynika również, że ciągnik rolniczy MTZ 82 wyposażony w dwukółkę z napędem osiągnął niższe koszty zrywki drewna stosowego (zł/m³) niż - droższy inwestycyjnie - skider z napędzaną dwukółką. Ten sam pojazd zrywkowy (MTZ 82) wyposażony w dwukółkę napędzaną - z uwagi na większą sprawność przy jeździe w terenie i stąd osiąganą wyższą wydajnością zrywki - wykazał niższe jednostkowe koszty zrywki 1 m³ drewna stosowego, niż ten sam ciągnik z dwukółką bez napędu. Np. przy odległości zrywki 700 m koszt ten był o 46% niższy przy pojeździe z dwukółką o napędzanej osi (tab. 6).

Tab. 6. Koszty bezpośrednie [zł] zrywki 1 m³ drewna krótkiego S2

Table 6. Direct costs of short wood extraction (1,0 m) in PLN per cubic meter

Kategoria użytkowania / technologia zrywki	Odległość zrywki [m]			
	100	200	500	700
Drzewostany trzebieżowe	koszt zrywki [zł/m ³]			
MTZ 82 + dwukółka z napędem	11,53	12,52	13,49	14,48
MTZ 82 + dwukółka bez napędu	20,72	22,70	24,70	26,61
Zaprzęg 2-konny + wóz konny, zrywka w górę stoku	7,72	9,41	11,12	12,84
Drzewostany rębne				
LKT 80 + dwukółka z napędem	18,18	20,54	22,91	25,28
MTZ 82 + wóz konny	16,25	17,49	18,77	20,05
Zaprzęg 2-konny + wóz konny, zrywka w dół stoku	7,13	7,99	8,84	9,69

Podsumowanie

W przypadku zrywki drewna krótkiego S2, najniższy godzinowy koszt został poniesiony przy stosowaniu technologii zaprzęgiem dwukonnym wyposażonym w wóz. Jest on dwukrotnie niższy w porównaniu z trzema technologiami zrywki z użyciem ciągnika rolniczego i czterokrotnie niższy od kosztu technologii LKT 80 z napędzaną dwukółką (tab. 5).

Najniższe koszty bezpośrednie zrywki 1 m³ drewna krótkiego S2 w zakresie odległości do 700 m - w drzewostanach obu kategorii użytkowania - również odnotowano dla zrywki konnej (tab. 6). Przy takim samym kierunku transportu (w dół stoku) w drzewostanach rębnych zrywka konna drewna stosowego okazała się nawet około dwa razy tańsza niż ciągnikowa.

Stąd osiągnięte wyniki badania kosztów zrywki pozwalają wyjaśnić, dlaczego na badanym terenie (Beskid Niski) w niektórych leśnictwach zrywa się końmi aż 50% drewna krótkiego.

Wciąż wysoki udział zrywki konnej w transporcie drewna stosowego jest wynikiem ponad dwukrotnie niższych kosztów

bezpośrednich w porównaniu z technologią ciągnikową, co ma miejsce również przy większych odległościach transportowych. Niskie koszty zrywki drewna krótkiego z użyciem zaprzęgu dwukonnego, wynikają z jej wysokiej wydajności, która jest niższa jedynie od technologii ciągnikowej z użyciem pojazdów posiadających napęd na wszystkie koła oraz z najniższych godzinowych kosztów bezpośrednich zrywki (tab. 5).

Wyliczone w niniejszej pracy koszty zrywki drewna badanymi technologiami są nakładami, jakie ponosi firma wykonująca operację transportu leśnego. Natomiast nadleśnictwa w Polsce najczęściej nie różnicują wielkości stawek taryfowych za zrywkę drewna różnymi środkami.

Literatura

- [1] Dudek T.: Wydajność zrywki drewna długiego na zrębie zupełnym ciągnikiem rolniczym z wciągarką lub kleszczami hydraulicznymi. Sylwan, 2009, nr 6, s. 386-392.
- [2] Dudek T.: Badanie wydajności technologii zrywki drewna w lasach górskich. Część 1. Drzewostany przedrębne. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2010, nr 3, s. 3-5.
- [3] Dudek T.: Badanie wydajności technologii zrywki drewna w lasach górskich. Część 2. Drzewostany rębne. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2010, nr 4, s. 2-4.
- [4] Gil W., Sosnowski J.: Rodzaje i wydajność niektórych systemów zrywki drewna w drzewostanach górskich. Zeszyty naukowe AR w Krakowie, 1987, nr 215, s. 89-104.
- [5] Malec J., Sadowski J.: Efektywność i struktura czasów zrywki linowej w warunkach wysokogórskich. Sylwan, 1994, nr 1, s. 49-57.
- [6] Porter B.: Techniczne, ekonomiczne i przyrodnicze aspekty zrywki drewna w sosnowych drzewostanach przedrębnych. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, 1997.
- [7] Porter B., Strawa P.: Analiza pozyskiwania i zrywki drewna w drzewostanach jodłowych. Sylwan, 2006, nr 1, s. 67-72.
- [8] Rzadkowski S.: Wydajność oraz koszty zrywki drewna forwardelem i przyczepą kłonicową agregatowaną z ciągnikiem rolniczym. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1995, nr 7, s. 8-10.
- [9] Sosnowski J.: Przydatność kolejki linowej Larix 550 do zrywki drewna z trzebieży w górach. Sylwan, 1999, nr 12, s. 21-34.
- [10] Sosnowski J., Porczak K.: 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". Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, 2005, nr 419, s. 267-273.
- [11] Suwała M.: Porównanie zrywki drewna forwardelem i skidrem w drzewostanach podgórskich i górskich. Logistika technickej výroby dreva v Karpatách, Zvolen, 2002, nr 9, s. 251-259.
- [12] Zychowicz W.: Wyniki pierwszego etapu badań efektywności pojazdów zrywkowych. W: Tendencje i problemy mechanizacji prac leśnych w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego. Materiały z sympozjum naukowego, Poznań, 1999, s. 222-227.

THE EFFECTIVENESS OF SELECTED TECHNOLOGIES OF THE SHORT WOOD EXTRACTION IN MOUNTAIN FORESTS

Summary

Results of the comparative study on the achieved effectiveness of the technologies of short wood extraction in mountain forests were presented. The study was carried out on the basis of means of extraction commonly used in mountain forests of Poland (specialized forest articulated tractor of skidder type, horse-drawn cart and agricultural tractor).