

WALDEMAR SIENIAWSKI

## Analiza wydajności zrywki drewna w drzewostanach bukowych

The efficiency analysis of skidding and forwarding in beech stands

### ABSTRACT

Sieniawski W. 2009. Analiza wydajności zrywki drewna w drzewostanach bukowych. Sylwan 153 (7): 466-471.

The purpose of research was to analyse the efficiency of skidding and forwarding as well as relationships between these stages in beech stand. The large-sized wood was dragged by LKT 120 skidder, while middle-sized wood was loaded on trailer with tractor URSUS C330. The regression equations for determination of skidding cycle time and daily skidding efficiency were worked out. Average skidding efficiency amounted 21,99 m<sup>3</sup>/8 lh (labour hours) for large-sized and 15,68 m<sup>3</sup>/8 lh for middle-sized wood.

### KEY WORDS

beech, efficiency, harvesting, skidding, forwarding

### ADDRESSES

Waldemar Sieniawski – e-mail: waldemar.sieniawski@wl.sggw.waw.pl

Katedra Użytkowania Lasu; SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-787 Warszawa

## Wstęp

Pojęcie transportu leśnego po raz pierwszy wprowadzone zostało przez Radziwińskiego w 1963 roku. Transport jest procesem zamykającym cykl produkcji leśnej i jednocześnie jedną z najmłodszych specjalizacji naukowych w dziedzinie leśnictwa. Pomimo istotnego znaczenia transportu w cyklu produkcji leśnej, zakres badań w tej dziedzinie jest zawężony. Czynniki, które są bezpośrednio związane ze zrywką, takie jak wydajność w różnych warunkach, jednostkowe koszty oraz wpływ stosowanych środków technologicznych, nie zostały do tej pory dokładnie poznane. Głównymi przyczynami takiego stanu rzeczy są duża pracochłonność i wysokie koszty badań. Należy jednocześnie pamiętać, że wielofunkcyjny model gospodarstwa leśnego zakłada kompleksowe ujmowanie procesów zachodzących w gospodarce leśnej. Pozyskiwanie drewna nie powinno, i nie może, być rozpatrywane tylko pod względem ekonomicznym. Powinno się również uwzględniać aspekty pozostałych dziedzin wiedzy leśnej, między innymi hodowli, dendrometrii, fitopatologii czy urządzania lasu. Powyższy fakt, w połączeniu z ciągłym postępem techniczno-technologicznym, daje nam odmienne spojrzenie na proces zrywki. Powinna być ona traktowana nie jako odrębna czynność, ale jako integralny element cyklu produkcji leśnej. Przy obecnym poziomie organizacji leśnictwa nie jest możliwe planowanie pozyskania drewna nie uwzględniając przy tym organizacji i techniki zarówno transportu, jak i zrywki.

Sam proces zrywki jest najważniejszą i najtrudniejszą operacją transportową, szczególnie kiedy prowadzony jest wewnątrz drzewostanu [Radziwiński 1977; Kubiak 1992]. Ze względu na wysoki stopień trudności omawianego zabiegu, bardzo istotne jest poznanie jak największej

ilości cech drzewostanu i czynników mogących mieć bezpośredni bądź pośredni wpływ na prowadzenie zrywki w danym terenie. Tendencja odchodzenia od zrębów zupełnych, coraz częstsze i bardziej powszechne stosowanie modelu lasu wielofunkcyjnego o złożonej (wielopiętrowej) budowie pionowej, zmusza do stosowania coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań i technologii w zrywce drewna. Proces ten wymusza jednocześnie ciągłe podnoszenie kwalifikacji osób związanych bezpośrednio z organizacją i wykonywaniem operacji zrywki. Jest to zgodne z obserwowanym trendem zmniejszania się powierzchni drzewostanów rębnych, szczególnie zagospodarowanych rębnią zupełną i obejmowaniem pracami pielęgnacyjnymi corocznie większych powierzchni drzewostanów młodszych klas wieku [Muszyński 1992; Paschalis 1996].

Zdaniem Więsika [1999] organizacja pracy w procesie prac pozyskaniowo-zrywkowych jest niezmiernie istotna, głównie ze względu na efektywność i aspekt ekonomiczny. Według przeprowadzonych przez niego badań, zwiększenie liczebności zespołu zrywkowego spowoduje poprawę efektywności tego procesu, ale tylko przy zrywce prowadzonej na krótkiej odległości. W przypadku znacznych odległości zrywki nie będzie to miało większego znaczenia, z uwagi na fakt, iż czas załadunku i rozładunku stanowi niewielką część cyklu zrywkowego, a dodatkowo niwelowany jest przez większe koszty obsługi [Więsik 1999].

Jednymi z drzewostanów, które są zagospodarowane w wyżej opisany sposób, są drzewostany bukowe. W polskim leśnictwie odgrywają one istotną rolę. Są źródłem jednego z najcenniejszych surowców drzewnych w Polsce. Buk właściwościami drewna ustępuje tylko dębom i jesionom. Największe znaczenie odgrywa w lasach Karpat, gdzie obok jodły jest głównym gatunkiem lasów piętra dolnoregłowego. Powierzchnia drzewostanów bukowych w PGL LP z biegiem lat powiększyła się (tab.). Tendencja ta świadczy o wzroście znaczenia buka jako gatunku lasotwórczego w Polsce. Według danych statystycznych udział grubizny buka w stosunku do grubizny wszystkich zasobów leśnych PGL LP stanowi 5,8%. Natomiast w odniesieniu do grubizny drzewostanów liściastych buk stanowi ponad  $\frac{1}{4}$  ich masy (27,3%).

Z uwagi na znaczenie i złożoność operacji zrywki w drzewostanach zagospodarowanych rębniąmi złożonymi, a zarazem znaczenie buka jako gatunku lasotwórczego w Polsce, zdecydowano się na przeprowadzenie badań nad tą operacją w drzewostanach bukowych. Celem badań była analiza zrywki w stuletnich drzewostanach bukowych rosnących na siedlisku Lwyż.

## Metodyka

Badania zostały przeprowadzone na terenie Nadleśnictwa Lubaczów w RDLP Krosno w stuletnim drzewostanie bukowym rosnącym na siedlisku lasu wyżynnego. Skład gatunkowy drzewostanu stanowił niemal wyłącznie buk, jedynie jako domieszka występowała stuletnia sosna. Średnia wysokość buczyny wynosiła 28,26 m (II bonitacja), zaś pierśnica – 40,5 cm. Zasobność analizowanego drzewostanu to 372 m<sup>3</sup>/ha.

Tabela.

Powierzchnia drzewostanów bukowych [tys. ha] w Lasach Państwowych  
Area of beech stands [in 1000 ha] in the State Forest NFH

Rok	Ogółem	Drzewostany	Klasy wieku					KO, KDO o budowie przerębowej
			I	II	III	IV	V i starsze	
1996	302,0	298,4	14,2	34,4	35,9	49,5	95,7	68,6
1999	320,8	317,3	19,9	34,0	38,2	54,2	103,9	67,0
2002	341,6	339,2	30,4	33,8	38,3	55,0	112,0	69,7
2004	349,3	346,6	32,8	34,4	39,0	54,1	116,5	69,8

Do obserwacji wykorzystano metodę chronometrażu ciągłego, polegającą na ciągłej obserwacji pełnej zmiany roboczej danego zespołu zrywkowego. Analizowano dwa sposoby zrywki: nasiębierną drewna stosowego i zrywkę półpodwieszoną drewna wielkowymiarowego. Drewno wielkowymiarowe zrywano specjalistycznym ciągnikiem leśnym LKT 120 (zrywka półpodwieszona), natomiast drewno stosowe ciągnikiem rolniczym z przystosowaną do tego celu przyczepką własnej produkcji (zrywka nasiębierna). Dodatkowo przeprowadzone badania pozwoliły na określenie zależności pomiędzy odległością zrywki a czasem cyklu.

Jedną z podstawowych wielkości mających wpływ na wydajność zrywki drewna jest czas cyklu zrywki. Aby ustalić zakres znaczeniowy pojęcia „czas cyklu” określono miejsce czasu cyklu zrywkowego ( $T_c$ ) w strukturze czasu zmiany roboczej środków pracujących przy zrywce drewna. Strukturę czasu zmiany roboczej opracowano na podstawie analizy metod ustalania norm pracy przy pozyskiwaniu i transporcie drewna przeprowadzonej przez Monkielewicza i Czeremskiego [1971]. W operacji zrywki wydzielono 4 podstawowe zabiegi:

- jazda po ładunek,
- manewrowanie, formowanie i załadunek (w przypadku nasiębiernej zrywki drewna stosowego czas załadunku),
- jazda ładowna,
- myślowanie i odzepianie (w przypadku nasiębiernej zrywki drewna stosowego rozładunek i układanie).

Na powierzchni badawczej w pierwszej kolejności zrywano drewno wielkowymiarowe, a dopiero po przeprowadzeniu jego zrywki dokonana została zrywka drewna stosowego. Odległość zrywki drewna stosowego była większa niż odległość zrywki drewna wielkowymiarowego. W obu przypadkach zespół zrywkowy składał się z dwóch osób – kierowca (operator) ciągnika i pomocnik.

Wydajność pracy określona została na podstawie wzoru:

$$W = \frac{480 \cdot \varphi}{T_c} \cdot q$$

gdzie:

480 – czas zmiany roboczej [min],

$\varphi$  – współczynnik wykorzystania czasu zmiany roboczej,

$T_c$  – czas cyklu [min],

$q$  – miąższość ładunku [ $m^3$ ].

W analizie nie uwzględniono czasu dojazdu pracowników z miejsca zamieszkania do pracy i z powrotem.

## Wyniki i dyskusja

Badania i obserwacje prac zrywkowych prowadzone były indywidualnie dla każdego zespołu. W trakcie zrywki drewna wielkowymiarowego wykonano pomiary 27 pełnych cykli zrywkowych, podczas których zerwanych zostało 79,93  $m^3$  drewna. Natomiast podczas zrywki drewna stosowego pomierzono 18 cykli zrywkowych, w czasie których zerwanych zostało 60,27  $m^3$  drewna. Prace obu zespołów przebiegały w zasadzie bez żadnych zakłóceń i awarii. Jedynie raz w przypadku zrywki drewna wielkowymiarowego zerwaniu uległa lina zbiorcza. Drewno wielkowymiarowe zrywano na odległość 1260-1650 m, a drewno stosowe 1760-2100 m.

Współczynnik korelacji pomiędzy czasem jazdy po ładunek ( $t_{jp}$ ) a odległością zrywki ( $l$ ) jest dodatni i wynosi dla drewna wielkowymiarowego 0,96, a dla drewna stosowego – 0,99. Jest to dowodem istnienia ścisłej zależności pomiędzy czasem jazdy po ładunek i odległością, na jaką

zrywane jest drewno. Natomiast mniejsza wartość współczynnika w przypadku zrywki drewna wielkowymiarowego świadczy o tym, że odległość odegrała tu mniejszą rolę, a oprócz niej działał tu jeszcze inny czynnik – jakość techniczna szlaku zrywkowego.

Czas zabiegu manewrowania, formowania i zaczepiania ładunku zależy od liczby elementów stanowiących ładunek oraz od ich rozproszenia na powierzchni zrywkowej. W przypadku zrywki drewna wielkowymiarowego czas był tu znacznie krótszy niż przy zrywce drewna stosowego. W głównej mierze na fakt ten wpłynęła specyfika ładunku drewna stosowego, który składał się z dużej liczby pojedynczych elementów, przez co formowanie ładunku było o wiele bardziej pracochłonne.

Czas jazdy ładownej przy zrywce drewna wielkowymiarowego uzależniony był zarówno od odległości, na jaką zrywano drewno, jak i od miąższości ładunku. Współczynnik korelacji pomiędzy czasem jazdy ładownej ( $t/l$ ) a odległością ( $l$ ) wyniósł 0,48, natomiast pomiędzy czasem jazdy ładownej a miąższością ładunku ( $q$ ) – 0,63. Przy zrywce drewna stosowego miąższość ładunku w znacznie mniejszym stopniu wpływała na czas jazdy ładownej (współczynnik korelacji – 0,17). Przy tym sposobie zrywki największe znaczenie odegrała odległość, na jaką zrywane było drewno. Współczynnik korelacji pomiędzy czasem trwania tego zabiegu a odległością zrywki wyniósł 0,55.

Kolejny zabieg w operacji zrywki to odczepianie i myślowanie ładunku. Czas wykonania tego zabiegu w głównej mierze zależał od ilości strzał stanowiących ładunek, a w przypadku zrywki drewna stosowego od miąższości tego ładunku. Średnia wielkość ładunku przy zrywce drewna wielkowymiarowego była nieco mniejsza niż przy zrywce drewna stosowego.

Przeprowadzona analiza pozwoliła na opracowanie równań regresji do określenia empirycznego czasu cyklu zrywki. W przypadku zrywki drewna wielkowymiarowego opisuje go równanie:

$$Tc(\bar{w}) = 29,318 + 0,017 \cdot l$$

a w przypadku zrywki drewna stosowego:

$$Tc(s) = 8,725 + 0,0409 \cdot l$$

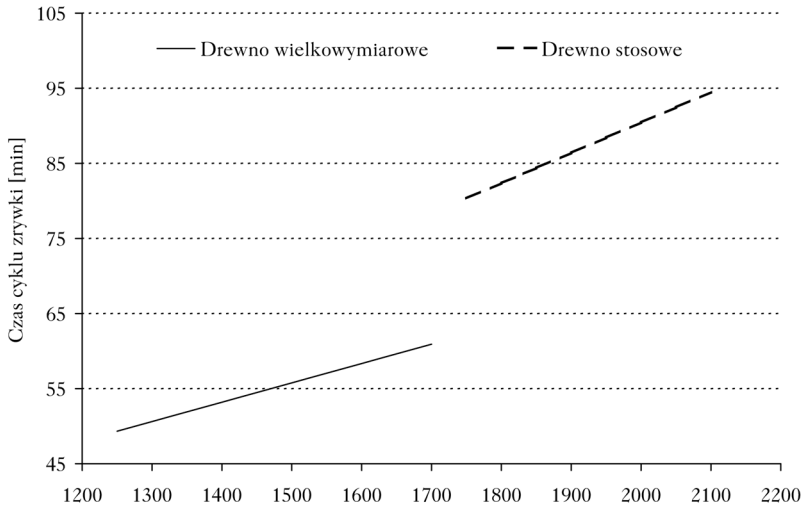
gdzie:

$l$  – oznacza odległość, na jaką zrywane było drewno.

Powyższe zależności przedstawione zostały graficznie na rycinie 1.

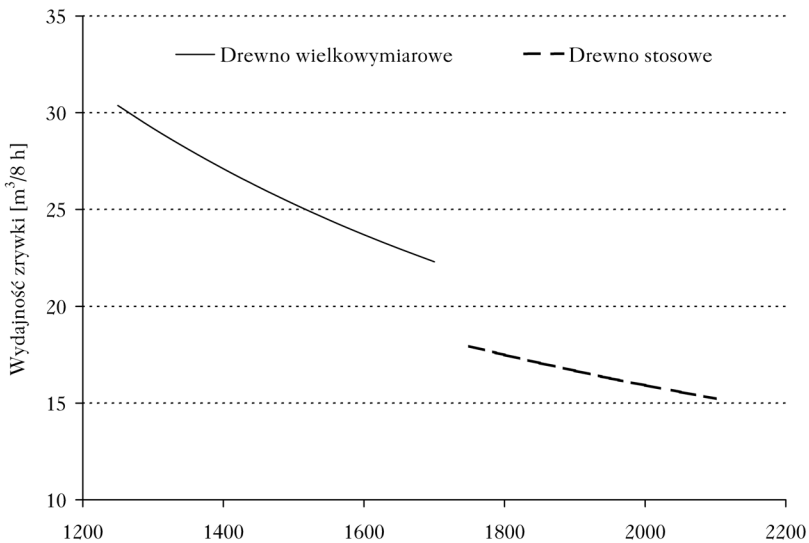
Czas cyklu zrywki jest znacznie dłuższy przy zrywce drewna stosowego niż przy zrywce drewna wielkowymiarowego. Zostało to spowodowane nie tylko wzrostem odległości zrywki, ale i dłuższym czasem załadunku i wyładunku.

Określono dzienną empiryczną wydajność zrywki (ryc. 2). Porównując empiryczną wydajność zrywki dla zbliżonych ładunków ( $3,5 \text{ m}^3$ ) należy stwierdzić, że wyższą wydajność uzyskamy przy zrywce drewna wielowymiarowego. Przyczyną tego są z jednej strony lepsze osiągi trakcyjne specjalistycznego ciągnika leśnego (LKT 120), z drugiej zaś – krótszy czas cyklu zrywki. Porównując uzyskane wyniki z danymi podanymi przez Suwałę [2002], który przy odległości zrywki 1000 m, w zależności od zastosowanych maszyn, uzyskał wydajność  $27,44 \text{ m}^3$  i  $25,09 \text{ m}^3$  przy zrywce drewna dłużycowego oraz  $63,88 \text{ m}^3$  i  $64,17 \text{ m}^3$  przy zrywce drewna stosowego, stwierdza się, że w przypadku drewna dłużycowego uzyskana wydajność jest wysoka. W przypadku drewna stosowego wydajność jest niższa. Należy jednak zauważyć, że u Suwały znacznie wyższa wydajność w przypadku drewna stosowego wynika z zastosowania do tego celu forwardera oraz, że zrywka odbywała się na znacznie krótszym dystansie niż w analizowanym przypadku.



Ryc. 1.

Zależność między czasem cyklu zrywki a odległością w badanych sposobach zrywki  
 Relationship between cycle time and distance in researched methods of skidding



Ryc. 2.

Wydajność zrywki drewna w zależności od odległości w badanych sposobach zrywki  
 Efficiency of skidding with regard to the distance in researched methods of skidding

## Podsumowanie

Trudne warunki terenowe panujące w drzewostanie oraz jego niedostateczne przygotowanie do prac zrywkowych powodują znaczne utrudnienia w wykonywaniu operacji zrywki. Wymogi minimalnych uszkodzeń w drzewostanie panującym oraz określona baza sprzętowa zakładu usług leśnych w znacznym stopniu zawężają wybór środka zrywkowego. Biorąc pod uwagę

wszystkie czynniki ograniczające wykonanie zrywki oraz wymagania postawione co do sposobu i jakości wykonywanego zabiegu, można stwierdzić, że wybrane w tym przypadku sposoby zrywki są optymalne dla badanego drzewostanu.

## Wnioski

- ✦ Średnią wydajność zrywki drewna wielkowymiarowego na poziomie 21,99 m<sup>3</sup>/8 h i 15,68 m<sup>3</sup>/8 h przy zrywce drewna stosowego należy uznać za zadowalającą. Trzeba mieć jednak na uwadze, że prace zrywkowe odbywały się w sprzyjających warunkach atmosferycznych (brak opadów w danym okresie).
- ✦ Lepsze udostępnienie drzewostanu (wykonanie większej liczby szlaków zrywkowych i poprawa jakości szlaków już istniejących) ułatwi prowadzenie prac zrywkowych, a przez to podniesie również wydajność tej operacji.
- ✦ Poziom wyszkolenia i doświadczenie pracowników mają istotne znaczenie ze względu na jakość i wydajność zrywki.

## Literatura

- Kubiak M. 1992. Transport leśny. Wydanie II, Wyd. AR Poznań
- Monkielewicz L., Czeremski K. 1971. Metody ustalania norm pracy przy pozyskiwaniu i transporcie drewna. Prace IBL 390.
- Muszyński Z. 1992. Dynamika pozyskiwania surowca drzewnego w Polsce. W: Stan i perspektywy trwałego użytkowania lasu w Polsce. Wydawnictwo SGGW.
- Paschalis P. 1996. Użytkowanie lasu wielofunkcyjnego w Polsce. Sylwan 140 (1): 5-11.
- Radziwiński S. 1977. Transport leśny. Wydanie II, Skrypty SGGW-AR, Warszawa.
- Suwała M. 2002. Wydajność pracy i koszt jednostkowy pozyskiwania drewna w wybranych rębniach złożonych na terenach nizinnych. Pr. IBL. 4: 43-71.
- Więsik J. 1999. Wpływ organizacji i warunków pracy na efekty zrywki skiderem z wciągarką. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej 2.

## SUMMARY

### The efficiency analysis of skidding and forwarding in beech stands

The purpose of the research was to determine merit rating of skidding and forwarding as well as find out the relationship between these operations. The first team skidded large-sized wood and performed 27 full cycles. The other team forwarded middle-sized wood during 18 full cycles. The work of both teams went without any problems and the weather was good. Distance for skidding the large-sized wood was 1260-1650 meters, while for forwarding the middle-sized wood – 1760-2100 meters. The operation of skidding and forwarding contains four consecutive parts: ride for load, loading, ride with load, and unloading.

The statistical analysis showed linear correlation between distance of skidding/forwarding and cycle time. When the distance is growing up, the cycle time is growing up as well. But the distance is more important in case of the middle-sized wood because in large-sized wood more things affect cycle time. In case of large-sized wood cycle time is described by equation:

$$Tc(w) = 29,318 + 0,017 \cdot l$$

while for middle-sized wood by formula:

$$Tc(s) = 8,725 + 0,0409 \cdot l$$

where *l* is the distance of skidding/forwarding (Fig. 1).