

WALORYZACJA WYBRANYCH METOD POZYSKIWANIA I ZRYWKI DREWNA W SOSNOWYCH DRZEWOSTANACH PRZEDRĘBNYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono podstawowe wskaźniki techniczno-ekonomiczne uzyskane przy pozyskiwaniu i zrywce drewna dwiema metodami w sosnowych drzewostanach młodszych klas wieku, w zależności od terminu prowadzonych prac. Określono, która z metod oraz jaki termin realizacji prac jest lepszy.

Słowa kluczowe: leśnictwo; sosna; zrywka; metody; lato; zima; Polska

Wprowadzenie

Powierzchnia lasów w Polsce w ostatnim pięćdziesięcioleciu wzrosła o 34,7%, zaś lesistość o 7,1%. W strukturze wiekowej lasów polskich przeważają drzewostany II i III klasy wieku, które zajmują 45,2% powierzchni, a w zarządzie Lasów Państwowych udział ten jest nieco niższy i wynosi 41,9%, w tym drzewostany sosnowe 32,7% - ok. 2223 tys. ha. Przed polskim leśnictwem są zatem duże zadania w zakresie realizacji cięć pielęgnacyjnych. Miąższość grubizny pozyskiwanej w użytkowaniu przedrębnym stale wzrasta (od 8,1 mln m³ w roku 1990, poprzez 11,8 mln m³ w roku 1995, aż do 18,9 mln m³ w roku 2007) i jest znacznie większa od miąższości grubizny pozyskiwanej w użytkowaniu rębny [1, 4].

Pozyskiwaniem surowca drzewnego w Lasach Państwowych zajmują się przede wszystkim zakłady usług leśnych (ZUL). Chociaż w ostatnich latach wzrósł poziom umaszyńnienia prac pozyskaniowo-zrywkowych to jeszcze przez pewien okres podstawowym środkiem technicznym wykorzystywanym do pozyskiwania drewna w użytkowaniu przedrębnym będzie pilarka spalinowa, a do zrywki drewna ciągnik rolniczy.

Cel i zakres badań

Celem pracy była waloryzacja dwóch powszechnie stosowanych w Lasach Państwowych metod pozyskiwania i zrywki drewna w drzewostanach sosnowych młodszych klas wieku. Waloryzację przeprowadzono w oparciu o podstawowe parametry charakteryzujące proces pozyskiwania i zrywki drewna (pracochłonność, jednostkowe koszty prac, zużycie materiałów pędnych, wydatek energetyczny personelu wykonującego prace oraz wpływ stosowanych metod na środowisko leśne).

Zakres badań obejmował analizę pozyskiwania i zrywki drewna: metodą sortymentową - drewna krótkiego (SWS) oraz metodą drewna długiego (LWS). Powierzchnie badawcze założono na gruntach porolnych na siedlisku BMśw; w dwóch drzewostanach sosnowych IIIa klasy wieku o zbliżonych cechach biometrycznych (wiek: 41/43 lata, bonitacja: I/I, skład gatunkowy: 8So2Brz/ 8So1Brz1Św, przeciętna wysokość: 19/20 m, przeciętna pierśnica: 18/18 cm). W celu wielostronnego porównania analizowanych metod prace badawcze prowadzono w okresie letnim oraz zimą.

Założenia metodyczne

Przy pozyskiwaniu drewna metodą sortymentową (SWS) stosowano dla każdego drzewa indywidualny kierunek ścinki i obalania, ograniczający do minimum ryzyko uszkodzenia drzew pozostających. Po ścięciu i obaleniu drzewa przystępowano do jego okrzesywania i wyrobu (wyrzynki) sortymentów. Po ścięciu i obrobieńiu około 20 drzew (jeden zbiornik paliwa) pozyskane sortymenty składano w niewymiarowe stopy. Zrywkę drewna prowadzono dopiero po zakończeniu prac technologicznych. W metodzie całej strzały (LWS), po ścięciu i okrziesaniu wyznaczonych na powierzchni badawczej drzew, strzały zrywano do składnicy przyrębowej, na której prowadzono dalsze prace technologiczne (wyrzynka i układanie wyrobionych sortymentów. Na powierzchniach badawczych pracowało zawsze dwóch tych samych doświadczonych drwali, każdy na swojej działce roboczej.

Strukturę czasu zmiany roboczej przyjęto za Porterem [5]. Pomiary terenowe zmierzające do określenia struktury czasu zmiany roboczej oraz pracochłonności robót prowadzono metodą chronometrażu ciągłego. Czasy poszczególnych operacji rejestrowano z dokładnością do 1 sekundy. Pomiary te umożliwiły określenie udziału poszczególnych czasów w procesie pozyskiwania i zrywki drewna w strukturze dnia roboczego (zmiany roboczej). Czas zmiany roboczej (T) obejmuje czas pracy (T_1) i czas przerw (T_2). Czas pracy składa się z czasu wykonania (T_{11}) oraz z czasu przygotowawczo-zakończeniowego (T_{12}). Czas wykonania jest sumą czasu głównego (T_{111}) i czasu pomocniczego (T_{112}). Do czasu głównego zaliczono czas trwania operacji technologicznych, a przy zrywce zabiegów, które trwały od rozpoczęcia pierwszej operacji do zakończenia ostatniej operacji zmiany roboczej. Czas pomocniczy i czas przerw był wyłączony z czasu trwania operacji lub zabiegu. Początkiem przerwy lub czynności pomocniczej był moment przerwania czynności głównej, zaś ich końcem moment powrotu do kontynuacji zabiegu lub przejście do operacji następnej. Codziennie określano miąższość wyrobionego i zerwanego drewna oraz dla każdego cyklu odległość zrywki.

Po zakończeniu prac, na każdej powierzchni badawczej zaewidencjonowano rozmiar uszkodzeń spowodowanych pracami pozyskaniowo-zrywkowymi - notowano położenie uszkodzeń oraz ich wielkość.

Wydajność prac W [m^3/h], określono jako iloraz pozyskanych lub zerwanych sortymentów Q [m^3] i czasu zużytego na ich realizację T [h]:

$$W = Q/T \text{ [m}^3/\text{h]}.$$

Pracochłonność robót P [h/m^3] (odwrotność wydajności), określono jako iloraz jednostki czasu i wydajności:

$$P = 1/W \text{ [h/m}^3\text{]}.$$

Bezpośrednie jednostkowe koszty prac technologicznych/zrywkowych K_j [$zł/m^3$], określono jako iloraz godzinowych kosztów realizacji prac K_n [$zł$] i ich wydajności W :

$$K_j = K_n/W \text{ [zł/m}^3\text{]}.$$

W kalkulacji kosztów godzinowych pracy uwzględniono następujące grupy kosztów: amortyzacja, naprawy i utrzymanie sprzętu, paliwa i smary, płace obsługi z narzutami oraz koszty bhp [1]. W celu określenia wpływu prowadzonych prac na rozmiar uszkodzeń drzew na powierzchniach badawczych policzono uszkodzone drzewa, liczbę zranień na drzewie oraz pomierzono powierzchnię zranienia oraz usytuowanie na pniu. Wydatek energetyczny drwali-operatorów określono przy użyciu danych opracowanych przez Józefaciuka i Nowacką [3].

W ocenie badanych metod prac pozyskaniowo-zrywkowych uwzględniono następujące kryteria: ekonomiczne (pracochłonność i jednostkowe koszty bezpośrednie), ergonomiczne (wydatek energii), ekologiczne (zużycie materiałów pędnych i smarów oraz uszkodzenia drzew w drzewostanie pozostającym). Ranking metod przeprowadzono w oparciu o punktację uwzględniającą wartość uzyskanych wskaźników - najkorzystniejszy wariant prac otrzymywał 1,00 punkt, zaś kolejne warianty wartość proporcjonalnie niższą (o ile są gorsze od wariantu najlepszego).

Wyniki badań

Charakterystyka podstawowych wskaźników techniczno-ekonomicznych

Średni dobowy czas zmiany roboczej przy pozyskiwaniu drewna był zróżnicowany, z reguły nie przekraczał ośmiogodzinnego czasu pracy w ciągu doby. Najniższą pracochłonność zanotowano podczas prac prowadzonych latem, w obydwu badanych metodach po 0,47 h/m^3 . Prace wykonywane zimą charakteryzowały się wyższą o około 10% pracochłonnością. Podobnie jak i podczas letniego pozyskania, wyższą pracochłonność prac technologicznych zaobserwowano w metodzie całej strzały (tab. 1).

Można zatem stwierdzić, że pracochłonność zależy przede wszystkim od terminu realizacji procesu pozyskiwania drewna, przy czym zimą zaobserwowano nieco większe różnice pomiędzy badanymi metodami prac. Przyczyną tego stanu był najprawdopodobniej wyższy, w porównaniu do pozostałych wariantów robót, udział czasu przygotowawczo-zakończeniowego i czasu przerw. Podobne zależności stwierdzono analizując wydajność prac technologicznych. Najwyższą wydajnością charakteryzowało się pozyskiwanie drewna latem metodą całej strzały - 2,13 m^3/h .

Najniższą pracochłonność zrywki drewna zanotowano w metodzie całej strzały - w okresie letnim 0,26 h/m^3 , zimą 0,33 h/m^3 , w metodzie sortymentowej pracochłonność była wyższa średnio o około 25,0%. Podobnie kształtował się wskaźnik wydajności, przy zrywce całych strzał latem wynosił 3,85, a zimą 3,04 m^3/h . W metodzie sortymentowej wydajność zrywki była niższa odpowiednio o ok. 23 i 36%. Można zatem

stwierdzić, że podstawowe parametry charakteryzujące zrywkę (pracochłonność i wydajność) zależą również od sposobu zrywki oraz terminu prowadzenia prac. Uzyskane w badaniach wyniki są zbliżone z danymi podawanymi w literaturze [2, 5].

Tab. 1. Zestawienie wskaźników techniczno-ekonomicznych
Table 1. Comparison of the technical and economic indicators

| Wyszczególnienie | Metoda SWS | | Metoda LWS | |
|--|------------|-------|------------|-------|
| | Lato | Zima | Lato | Zima |
| Wydajność pracy wg czasu głównego [m^3/h] | | | | |
| Prace technologiczne | 2,12 | 1,94 | 2,13 | 1,85 |
| Zrywka drewna (L = 200 m) | 2,82 | 2,47 | 3,85 | 3,04 |
| Pracochłonność robót wg czasu głównego [h/m^3] | | | | |
| Prace technologiczne | 0,47 | 0,52 | 0,47 | 0,54 |
| Zrywka drewna (L = 200 m) | 0,35 | 0,40 | 0,26 | 0,33 |
| Bezpośrednie koszty jednostkowe wg czasu głównego [$zł/m^3$] | | | | |
| Prace technologiczne | 15,30 | 16,72 | 15,23 | 17,53 |
| Zrywka drewna (L = 200 m) | 32,81 | 37,47 | 16,88 | 21,35 |
| Wydatek energetyczny [$kcal/m^3$] | | | | |
| Prace technologiczne | 202,2 | 209,6 | 188,9 | 236,8 |
| Zrywka drewna (L _z) | 177,4 | 210,6 | 79,6 | 118,4 |
| Zużycie materiałów pędnych i smarów [dm^3/m^3] | | | | |
| Prace technologiczne | 0,24 | 0,29 | 0,21 | 0,32 |
| Zrywka drewna (L _z) | 0,78 | 0,95 | 1,74 | 3,04 |
| Uszkodzenia drzew [%] | 2,4 | 6,3 | 4,0 | 3,7 |

Analizując bezpośrednie jednostkowe koszty prac technologicznych należy stwierdzić, że najniższe koszty uzyskano przy pozyskaniu drewna latem. Zimą pozyskanie jest droższe o około 10-15%, nieco tańsze jest pozyskiwanie drewna metodą sortymentową. Natomiast najniższymi kosztami charakteryzuje się zrywka całych strzał latem, najwyższymi zaś zrywka sortymentów zimą. Koszty te przy zrywce całych strzał w okresie letnim na odległość 200 m kształtowały się na poziomie 16,88 $zł/m^3$, zimą były wyższe o ok. 25%; zaś w przypadku zrywki sortymentów w okresie letnim były wyższe o ponad 90%, a zimą o ponad 120%. Koszty jednostkowe są nieco wyższe w porównaniu z danymi literaturowymi, zostało to spowodowane prawdopodobnie przyjętymi w kalkulacji wyższymi kosztami płac oraz wzrostem cen materiałów pędnych.

Wydatek energetyczny drwali w metodzie całej strzały (LWS) był znacznie zróżnicowany, latem wyniósł on 188,9 $kcal/m^3$, a zimą 236,8 $kcal/m^3$. W metodzie sortymentowej zróżnicowanie było niższe - wydatek wahał się od 200 do 210 $kcal/m^3$. Znaczne zróżnicowanie wydatku energetycznego zaobserwowano także przy zrywce drewna. Analiza potwierdziła większą uciążliwość zrywki w metodzie sortymentowej: wydatek wyniósł 177,4 $kcal/m^3$ latem oraz 210,6 $kcal/m^3$ zimą, był znacznie wyższy w porównaniu ze zrywką w metodzie całej strzały o ponad 120% latem i o prawie 80% zimą.

Jednostkowe zużycie paliwa przy pracach technologicznych kształtowało się na poziomie 0,21-0,32 dm^3/m^3 , natomiast przy zrywce od 0,78 do 3,04 dm^3/m^3 . Zużycie paliwa zimą było wyższe niż latem.

Analiza uszkodzeń drzew w drzewostanie pozostającym wykazała, że podczas prac pozyskaniowo-zrywkowych w metodzie SWS latem uszkodzonych zostało 2,4%, zimą 6,3% drzew, a w metodzie LWS latem 4,0% i zimą 3,7% drzew. Poziom uszkodzeń był nieco niższy, w porównaniu z wcześniej publikowanymi danymi przez innych autorów [2, 5], stan ten można tłumaczyć wzrostem świadomości ekologicznej wykonawców prac pozyskaniowo-zrywkowych.

Waloryzacja badanych metod prac

Z uwagi na kryterium ekonomiczne (pracochłonność oraz koszty) najlepszym wariantem prac pozyskaniowo-zrywko-

wych okazała się metoda całej strzały (LWS), która w okresie letnim uzyskała 2,00, a w zimowym 2,40 pkt. Prowadzenie pozyskania metodą sortymentową było gorsze: w okresie letnim otrzymało 2,62; zaś w zimowym aż 2,95 pkt. Z uwagi na kryterium ergonomiczne analizowane warianty uzyskały: LWS: latem 1,00, zimą 1,32, SWS: latem 1,41 i zimą 1,56 pkt. Zupełnie inaczej przedstawia się punktacja uwzględniająca kryterium ekologiczne (zużycie materiałów pędnych i smarów oraz uszkodzenia drzew). Najlepszym wariantem prac okazało się pozyskanie drewna metodą sortymentową latem (2,00 pkt.), pozostałe warianty były zdecydowanie gorsze (LWS latem 3,58 pkt., SWS zimą 3,84 pkt. oraz LWS zimą aż 4,83 pkt. (tab. 2).

Tab. 2. Waloryzacja badanych metod prac
Table 2. Valorisation of the tested work methods

| Wyszczególnienie | Metoda SWS | | Metoda LWS | |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Lato | Zima | Lato | Zima |
| Kryterium ekonomiczne | | | | |
| Pracochłonność procesu | 1,12 | 1,26 | 1,00 | 1,19 |
| Koszty jednostkowe | 1,50 | 1,69 | 1,00 | 1,21 |
| Łącznie | 2,62 | 2,95 | 2,00 | 2,40 |
| Kryterium ergonomiczne | | | | |
| Wydatek energetyczny | 1,41 | 1,56 | 1,00 | 1,32 |
| Kryterium ekologiczne | | | | |
| Zużycie materiałów pędnych | 1,00 | 1,22 | 1,91 | 3,29 |
| Uszkodzenia drzew | 1,00 | 2,62 | 1,67 | 1,54 |
| Łącznie | 2,00 | 3,84 | 3,58 | 4,83 |
| Suma punktów ogółem | 6,03 | 8,35 | 6,58 | 8,55 |
| Miejsce w rankingu | I | III | II | IV |

Przeprowadzona waloryzacja wykazała, że najlepszym okresem pozyskiwania drewna w trzebieżach jest sezon letni: metoda sortymentowa (SWS) uzyskała łącznie 6,03 pkt., nieco gorszy wynik osiągnęła metoda całej strzały (LWS) 6,58 pkt. Pozyskiwanie w okresie zimowym było zdecydowanie gorsze: metoda SWS uzyskała 8,35 pkt., a LWS 8,55 pkt.

Wnioski

- Przeprowadzone badania pozwalają na pewne uogólnienia:
1. Czas zmiany roboczej z reguły nie przekracza nominalnego czasu pracy, zależy przede wszystkim od terminu prowadzenia prac, zimą z reguły jest krótszy niż latem.

2. Pracochłonność prac technologicznych (ścinka, okrzesywanie, przerzynka) zależy od terminu realizacji prac; zaś pracochłonność zrywki od sposobu oraz odległości zrywki. Najniższą pracochłonnością sumaryczną charakteryzuje się proces pozyskiwania drewna metodą całej strzały w okresie letnim (zimą pracochłonność jest o prawie 20% wyższa).
3. Z uwagi na kryterium ekonomiczne najlepszym wariantem prac w badanych warunkach należy uznać metodę całej strzały. Natomiast z uwagi na kryterium ekologiczne - pozyskiwanie drewna metodą sortymentową. Biorąc pod uwagę wszystkie kryteria waloryzacji najlepszym terminem prowadzenia prac pozyskaniowo-zrywkowych w badanych warunkach okazało się pozyskiwanie drewna latem, przy czym metoda sortymentowa była nieco lepsza od metody całej strzały.
4. Powyższe uogólnienia mogą być jedynie implementowane do warunków zbliżonych na powierzchniach badawczych. Rozszerzenie ich na inne drzewostany wymaga, zdaniem autorów, dalszych badań.

Literatura

- [1] Chmielewski S.: Waloryzacja wybranych metod pozyskiwania i zrywki drewna w drzewostanach sosnowych młodszych klas wieku. Rozprawa doktorska. Maszynopis, Biblioteka SGGW, Warszawa, 2009.
- [2] Gornowicz R.: Wpływ technologii wykonania cięć pielęgnacyjnych na pracochłonność pozyskiwania drewna w młodnikach sosnowych. Roczn. AR Poznań, 1990.
- [3] Józefaciuk J., Nowacka W.: Ergonomiczne aspekty prac leśnych w drzewostanach udostępnionych szlakami zrywkowymi. [W:] Proekologiczne i produkcyjne funkcje szlaków operacyjnych we współczesnej gospodarce leśnej. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa, 1995.
- [4] GUS, Warszawa: Leśnictwo, 2004, 2007, 2010.
- [5] Porter B.: Techniczne, ekonomiczne i przyrodnicze aspekty zrywki drewna w sosnowych drzewostanach przedrębnych. Wyd. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa, 1997.

VALORIZATION OF THE SELECTED METHODS OF HARVESTING AND SKIDDING OF THE PINE STANDS IN PRE-FINAL CUT

Summary

Paper presents the basic technical and economic indicators obtained for harvesting and skidding with two methods applied in pine stands of younger age classes, depending on the date of the works. The best method and time of work completion were determined.

Key words: forestry; pine; skidding; methods; summer; winter; Poland



BEZPIECZEŃSTWO MASZYN I CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH W ZAKRESIE OBSZARU NIEZHARMONIZOWANEGO W UNII EUROPEJSKIEJ

ISBN 83-921598-1-0
ilość stron: 113; il. 47; tabl. 7

Wydawca: PIMR-Poznań

Książka adresowana jest do osób i podmiotów, które wpływają na szeroko rozumiane bezpieczeństwo użytkowania maszyn i ciągników rolniczych, tj. do konstruktorów i producentów krajowych sprzętu rolniczego, importerów, producentów zagranicznych i ich przedstawicieli, personelu badawczego oraz posiadaczy i użytkowników maszyn i ciągników rolniczych. Publikacja jest źródłem wiedzy w zakresie upowszechnienia sposobów zapewnienia bezpieczeństwa ludzi i środowiska rolniczego.