

CHARAKTERYSTYKA ZRYWKI DREWNA MINIFORWARDEREM VIMEK 606 D

Streszczenie

Badano strukturę odległościową i czasową cyklu zrywki miniforwarderem oraz jego wydajność operacyjną. Zrywano papierówkę S2a o długości 2,5 m w trzebieżach drzewostanów sosnowych. Największe udziały przejechanej przez maszynę drogi stwierdzono dla jazdy pustej i ładownej (w sumie 80%). Najwyższym udziałem czasowym charakteryzowało się formowanie ładunku prawie 50% czasu operacyjnego. Droga pokonywana przez miniforwardera w całym cyklu zrywkowym wyniosła ponad 850 m, a jego czas przekroczył 22 minuty. Średnia wydajność osiągnęła wartość $7,85 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, stwierdzono jej duże zróżnicowanie spowodowane przede wszystkim stopniem koncentracji drewna do zrywki.

Słowa kluczowe: leśnictwo; gospodarstwo leśne; sosna; zrywka drewna; miniforwardery; wydajność operacyjna; badania

Wstęp

Proekologiczny model gospodarstwa leśnego wymaga stosowania technologii w jak najmniejszym stopniu zagrażających środowisku leśnemu. W odniesieniu do pozyskiwania drewna, postulat ten najlepiej spełnia metoda sortymentowa ze zrywką nasiębierną [1, 2, 6]. W praktyce zrywka nasiębierna realizowana jest z wykorzystaniem różnych środków technicznych od ręcznie ładowanych wozów, poprzez przyczepy samozaładowcze agregowane z ciągnikami rolniczymi do specjalistycznych forwarderów. Alternatywą dla przyczep samozaładowczych są tzw. miniforwardery, których oferta jest coraz bogatsza [3]. Popularność tych maszyn wśród firm świadczących usługi dla Lasów Państwowych wynika z kilku przyczyn. Najważniejsze z nich to możliwość pracy na wąskich szlakach zrywkowych, lub wręcz bez nich oraz niewielkie roczne realizacje w zrywce drewna (przypadające na statystyczną firmę), które nie wymagają angażowania większych maszyn.

Udostępnienie drzewostanu za pomocą sieci szlaków zrywkowych sprawia, że trasa przejazdu maszyn jest jednoznacznie określona [4]. Właściwe zaprojektowanie szlaków, a tym samym drogi jaką pokona poruszająca się po nich maszyna, ma znaczenie dla efektywności zrywki. Cykl zrywki nasiębiernej składa się z czterech faz: jazdy bez ładunku, formowania ładunku, jazdy z ładunkiem i rozładunku [7]. Realizacja trzech pierwszych faz związana jest z pokonywaniem przez maszynę zrywkową określonej drogi. Szczególnie istotna jest droga przejechana podczas formowania ładunku - od jej długości zależy czas załadunku, który ma decydujące znaczenie dla wydajności zrywki [5].

Teren i metody badań

Badania przeprowadzono na terenie nadleśnictwa Tuchola, RDLP Toruń, podczas zrywki drewna pochodzącego z trzebieży drzewostanów sosnowych. Podstawowe informacje o powierzchniach badawczych zawarto w tab. 1.

Pozyskanie drewna wykonano pilarkami spalinowymi metodą sortymentową. Dla takiego wariantu technologicznego szlaki zrywkowe powinny być wycinane co 30 m. Taka odległość między szlakami była tylko na powierzchni badawczej 5. Na powierzchniach 1. i 6. odległość między szlakami wynosiła 50 m, na powierzchni 3. znajdował się jeden szlak biegnący w poprzek wydzielenia, a na powierzchniach 2. i 4. nie było w ogóle szlaków.

Badania prowadzono podczas zrywki wałków papierówki S2a, które były koncentrowane w pakietach po kilka, kilkanaście sztuk. Pakiety te na powierzchniach 5. i 6. zlokalizowane były tylko przy istniejących szlakach zrywkowych, na powierzchniach 3. i 4. przy doraźnie zakładanych trasach przejazdu, a na powierzchniach 1. i 2. głównie wewnątrz drzewostanu (na powierzchni 1. w niewielkim wymiarze także przy szlaku).

W ramach prac terenowych dokonano pomiarów odległości i czasów jazd pustych, podczas załadunku i jazd ładownych, pomierzono także czasy rozładunków. Odległości mierzono taśmą, czasy stoperem z dokładnością do 1 s (zastosowano metodę chronometrażu ciągłego).

W ramach prac kameralnych obliczono odległości pokonywane przez maszynę podczas jazdy pustej, załadunku i jazdy ładownej oraz czasy trwania ww. czynności i rozładunku drewna przy drodze wywozowej. Określono strukturę odległości poszczególnych kategorii przejazdów i czasu opera-

Tab. 1. Charakterystyka drzewostanów, w których prowadzono badania
Table 1. Characteristics of the tree stands, where the tests were conducted

Charakterystyka	Powierzchnia badawcza					
	1	2	3	4	5	6
gatunek	So	So	So	So	So	So
wiek	50	45	37	39	38	46
typ siedliskowy	Bśw	Bśw	BMśw	Bśw	Bśw	Bśw
bonitacja	II	I	I	I	I	III
zadrzewienie	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8
powierzchnia (ha)	8,47	5,67	4,04	3,44	6,66	22,42
grubizna ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)	271	311	256	164	218	146

cyjnego zrywki oraz godzinową wydajność operacyjną zrywki. Wydajność policzono wg poniższego wzoru:

$$W_{02} = 3600 \cdot Q \cdot T_{02}^{-1} \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}\text{]}, \quad (1)$$

gdzie:

Q - miąższość zerwanego drewna [m³],

T₀₂ - czas operacyjny pracy maszyny [s] obejmujący czasy jazd (pustej, ładownej, podczas załadunku) i czas rozładunku.

Miąższość zrywanego drewna określano w oparciu o znajomość wielkości przestrzeni ładunkowej miniforwardera. W sytuacji, gdy drewno było ułożone równo z wysokością kłonic, wielkość ładunku wynosiła 2,48 m³, w przypadku gdy drewna było mniej lub więcej dokonywano pomiaru wysokości ładunku na maszynie.

Wyniki i ich analiza

Z uwagi na niewielką długość zrywanych sortymentów (2,5 m) miąższość średniego ładunku wyniosła 2,68 m³. Jego zerwanie wymagało przejazdu maszyny na średnią odległość 861 m w czasie 22,15 min (tab. 2, 3). Analizując udziały drogi poszczególnych etapów zrywki, największe ich wartości stwierdzono dla jazdy pustej i jazdy z ładunkiem (po około 40% - rys. 1).

Tab. 2. Średnie odległości [m] poszczególnych etapów zrywki i całego cyklu zrywki

Table 2. Average distances [m] of different extraction phases and of the total cycle

Numer powierzchni	Liczba cykli	Jazda pustą	Załadunek	Jazda ładowna	Cały cykl
1	9	435	157	483	1075
2	4	199	154	197	550
3	3	521	177	554	1252
4	8	142	235	214	591
5	5	502	182	556	1240
6	4	250	70	137	457
wartość średnia		341,5	162,5	357	861

Tab. 3. Średnie czasy [min] poszczególnych etapów zrywki i całego cyklu zrywki

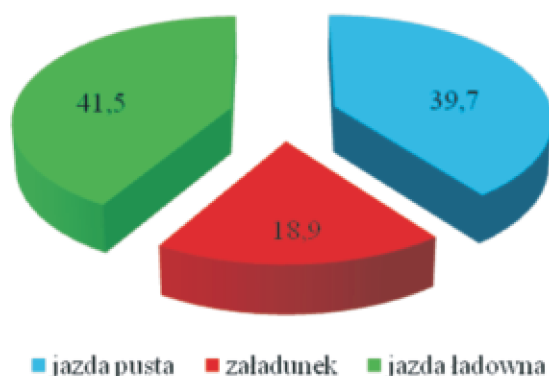
Table 3. Average times [min] of different extraction phases and of the total cycle

Numer powierzchni	Liczba cykli	Jazda pustą	Załadunek	Jazda ładowna	Rozładunek	Cały cykl
1	9	4,0	9,3	6,5	3,2	23,0
2	4	2,6	11,4	3,1	3,3	20,5
3	3	6,2	13,4	7,3	4,1	31,0
4	8	1,2	12,2	2,1	3,45	19,0
5	5	4,5	10,15	5,3	4,1	24,1
6	4	2,5	8,1	1,4	3,25	15,3
wartość średnia		3,5	10,8	4,3	3,6	22,15

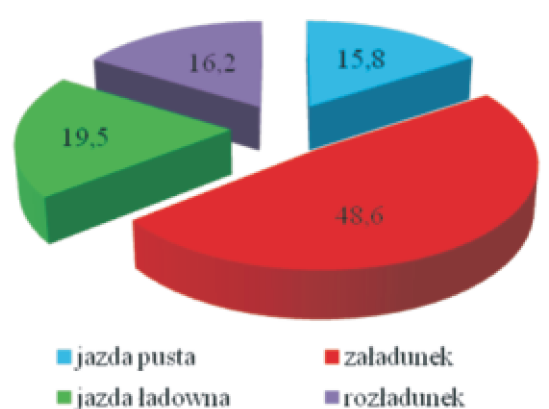
Zrywka na powierzchniach 1., 3. i 5., na których średnia odległość przejazdu maszyny wyniosła prawie 1200 m, charakteryzowała się najwyższym udziałem drogi jazdy ładownej (44,7%), udział drogi jazdy pustej wyniósł 40,9%, a jazdy podczas załadunku tylko 14,5%. Na powierzchniach 2., 4. i 6., na których średnia odległość przejazdu miniforwardera była o ponad połowę krótsza (średnia 530 m), najwyższy udział odnotowano dla drogi jazdy pustej. Wyniósł on 38,3%, podczas gdy dla jazdy ładownej 34%, a dla załadunku 27,7%.

Udziały czasów poszczególnych czynności w cyklu zrywki kształtowały się inaczej niż udziały drogi. Zdecydowanie najwyższy średni udział czasu odnotowano dla czynności

formowania ładunku. Wyniósł on prawie 50%, podczas gdy udziały czasów pozostałych czynności były na poziomie 16%, 16% i 19% (odpowiednio jazda pustą i rozładunek oraz jazda ładowna) - rys. 2.



Rys. 1. Struktura odległościowa cyklu zrywki [%]
Fig. 1. Distance structure of extraction cycle [%]



Rys. 2. Struktura czasu operacyjnego zrywki [%]
Fig. 2. Structure of productive time of extraction cycle [%]

Średni czas cyklu zrywkowego wyniósł ponad 22 min. Najdłużej, ponad 31 min, zrywka trwała na powierzchni 3., na której droga pokonywana w całym cyklu zrywkowym była najdłuższa (1250 m). Zbliżoną odległością charakteryzowała się powierzchnia 5., na której czas cyklu zrywkowego był o ponad 22% krótszy. Różnica wynikała z dużego zagęszczenia drzew na powierzchni 3. i trudności w ustaleniu przez operatora miniforwardera przebiegu, doraźnie wyciętych, nieoznaczonych tras przejazdu (operator często opuszczał kabinę w celu zorientowania się w ich przebiegu). Najkrótszym czasem cyklu zrywkowego charakteryzowała się powierzchnia badawcza 6., co wynikało z najkrótszej odległości zrywki i lokalizacji drewna tylko przy szlakach.

Jazda pustą i ładowna

Średnia odległość jazdy pustej wyniosła 341 m, a jej średni czas 3,5 min (tab. 2, 3). W trakcie jazdy pustej i ładownej maszyna poruszała się w drzewostanie i poza nim. Droga miniforwardera wewnątrz drzewostanu stanowiła 45% całej drogi pokonywanej podczas jazdy pustej, a udział czasu jazdy w drzewostanie wyniósł 66%.

Średnia odległość jazdy ładownej wyniosła prawie 360 m, a jej czas 4,3 min. Udział drogi pokonywanej przez ciągnik wewnątrz drzewostanu i poza nim był taki sam. Czas jazdy ładownej wewnątrz drzewostanu stanowił 62% czasu całej jazdy ładownej.

Jazda podczas formowania ładunku

Sformowanie ładunku o średniej miąższości $2,68 \text{ m}^3$ wymagało pokonania drogi o długości ponad 160 m w czasie 10,8 min (tab. 2, 3). Na powierzchniach 1., 2., 3. i 5. załadunek odbywał się na odcinku o długości 150-180 m, na powierzchni 4. - 235 m, a na powierzchni 6. tylko 70 m. Zdecydowanie najkrótsza droga, przejechana podczas załadunku na powierzchni 6., wynikała z lokalizacji drewna do zrywki tylko przy szlakach odległych od siebie o 50 m. Duża odległość między szlakami spowodowała, że drewno znoszone było do nich ze znacznej przestrzeni, co przyczyniło się do jego większej koncentracji. Na powierzchni 4. natomiast drewno zlokalizowane było przy doraźnie założonych, nieregularnych trasach przejazdu. Na powierzchni tej była także niższa, niż na powierzchni 6., podaż surowca drzewnego z hektara.

Czasy załadunku, podobnie jak długości drogi na jakich się on odbywał, były zróżnicowane. Dane zawarte w tab. 3 wskazują, że wpływ na czas załadunku miał sposób udostępnienia drzewostanu. Najkrótszymi czasami formowania ładunku charakteryzowały się powierzchnie 1., 5. i 6. Powierzchnie 1. i 6. posiadały szlaki zlokalizowane co 50 m, a powierzchnia 5. co 30 m. Na powierzchni 5. stwierdzono najdłuższy czas formowania ładunku wśród powierzchni ze szlakami, co wynikało z najmniejszej ilości pozyskanego z hektara drewna w tym wydzielaniu. Z kolei na powierzchni 1., mimo że cechowała się największą miąższością pobranego z hektara surowca, odnotowano dłuższy czas załadunku niż na powierzchni 6. W tym przypadku wynikało to z umiejscowienia drewna do zrywki głównie wewnątrz drzewostanu, a tylko w niewielkim zakresie przy szlaku. Najdłuższy czas formowania ładunku odnotowano podczas zrywki drewna na powierzchni 3., na co wpłynęła niewielka ilość surowca drzewnego zlokalizowanego głównie przy doraźnie wyciętych trasach przejazdu.

Wydajność

Uzyskane godzinowe wydajności operacyjne zrywki drewna zawierały się od $5,4$ do $10,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, osiągając wartość średnią $7,85 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Najniższą wydajność stwierdzono na powierzchni 3., która cechowała się najdłuższym czasem cyklu zrywkowego, w tym także najdłuższym czasem załadunku drewna. Wpływ na niski wynik wydajności na tej powierzchni miało duże zagęszczenie drzew (znajdował się tam najmłodszy drzewostan) oraz lokalizacja pakietów drewna głównie przy doraźnie założonych trasach przejazdu, po których z trudem poruszał się miniforwarder (problemy operatora z określeniem przebiegu trasy przejazdu). Najwyższą wydajność odnotowano natomiast na powierzchni 6., która charakteryzowała się najkrótszym czasem cyklu zrywkowego. Wpływ na to miała duża koncentracja drewna tylko przy szlakach odległych co 50 m oraz najkrótsza droga, na jakiej realizowany był cały cykl zrywkowy.

Podsumowanie

1. Zerwanie średniego ładunku o miąższości $2,68 \text{ m}^3$ wymagało przejazdu miniforwarderem drogi o długości ponad 850 m, w czasie przekraczającym 22 minuty. Największe udziały w drodze miały jazdy puste i ładowne (w sumie 80%). Najwyższy, prawie 50% udział czasowy odnotowano natomiast dla czynności formowania ładunku.
2. Zarówno czas załadunku, jak i długość przejechanej drogi, na jakiej się on odbywał, zależały przede wszystkim od stopnia koncentracji drewna do zrywki.
3. Średnia wydajność eksploatacyjna zrywki drewna wyniosła $7,85 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Na jej wielkość wpływ wywarła nie tylko ilość pozyskanego z hektara surowca drzewnego, ale także jego lokalizacja. Najwyższe wydajności zrywki uzyskano na powierzchniach, na których drewno skoncentrowane było przy istniejących szlakach, najniższe natomiast na powierzchniach, na których drewno zlokalizowane było przy doraźnie wycinanych trasach przejazdu.

Literatura

- [1] Hakkila P.: Pozyskiwanie drewna w Finlandii. W: Technika w proekologicznej gospodarce leśnej. Materiały z seminarium, Warszawa, 1995: 1-14.
- [2] Harstela P.: Zur Entwicklung von Durchforstungsverfahren. „Forschungs-Ergebnisse der Finischen Forstlichen Forschungsanstalt”. Sonderdruck aus Allgemeine Forst Zeitschrift, 1982: 46-48.
- [3] Maksymiak M., Grieger A.: Analiza wydajności pracy miniforwardera Vimek 606 TT w trakcie zrywki w drzewostanie trzebieżowym. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2008, nr 5.
- [4] Stempski W., Grodecki J., Gęśłowski M.: Podstawowe parametry eksploatacyjne zrywki nasiębiernej ciągnikiem forwarder w trzebieżach późnych drzewostanów sosnowych. [W:] Różański H., Jabłoński K. [red.]: Tendencje i problemy techniki leśnej w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego. Materiały z konferencji, Poznań, 2008: 63-68.
- [5] Stempski W.: Efektywność pozyskiwania drewna systemem sortymentowym w cięciach rębnych drzewostanów sosnowych. [W:] Różański H. [red.] Wybrane problemy techniki leśnej w leśnictwie wielofunkcyjnym. Materiały z konferencji, Tuchola, 2003: 3546.
- [6] Suwała M.: Uszkodzenia drzew w drzewostanach sosnowych przy pozyskiwaniu drewna w praktyce leśnej. Prace Instytutu. Badawczego Leśnictwa, seria A, 2003, 3(959): 61-80.
- [7] Więsik J.: Jak efektywnie użytkować forwardery? Część I. Opis procesu zrywki pojazdami nasiębiernymi. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej, 1998, 10: 14-16.

WOOD EXTRACTION WITH A VIMEK 606 D MINIFORWARDER

Summary

In the course of wood extraction tests with a miniforwarder, the extraction time cycle, distance and productivity were analyzed. The object of wood extraction was 2,5 m long paper wood (S2a) harvested in thinning cuttings in pine stands. Driving with load and empty dominated in the route covered by the machines (80% in total). The highest time share was recorded for the forming of the load, reaching almost 50% of the productive time. The route distance covered by the forwarder in one wood extraction cycle amounted to over 850 m, and the cycle time was over 22 min. The average productivity was $7,85 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, and it was highly variable, depending on the wood concentration.