

WŁODZIMIERZ STEMPSKI

Katedra Techniki Leśnej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## WPLYW SPOSOBU PRZYGOTOWANIA DREWNA NA CZAS FORMOWANIA ŁADUNKU FORWARDEREM

EFFECTS OF WOOD LAYOUT ON THE LOAD FORMING TIME  
WITH A FORWARDER

**Streszczenie.** Zastosowano dwa warianty pozyskiwania drewna kłodowanego pilarką na zrębie zupełnym: zrąb uporządkowany i nieuporządkowany. Analizowano czasy i udziały czasów poszczególnych czynności załadunku drewna forwarderem. Zrąb nieuporządkowany charakteryzował się statystycznie istotnie dłuższym średnim czasem załadunku drewna. Zdecydowały o tym dłuższe czasy uchwycenia drewna i jego złożenia na ramie ciągnika oraz przejazdów (dla uchwycenia i złożenia drewna – różnice statystycznie istotne). Na zrębie uporządkowanym dłuższe średnie czasy odnotowano dla wysunięcia i powrotu żurawia (w przypadku powrotu – różnica statystycznie istotna). Największy udział procentowy w czasie załadunku drewna na zrębie uporządkowanym zajęła czynność powrotu żurawia, natomiast na zrębie nieuporządkowanym – uchwycenie drewna. Średnie udziały czasów różniły się statystycznie istotnie w przypadku wysunięcia żurawia, uchwycenia drewna i powrotu żurawia z drewnem. Udziały czynności wysunięcia żurawia i jego powrotu miały mniejsze wartości na zrębie nieuporządkowanym, a uchwycenia drewna – na zrębie uporządkowanym.

**Słowa kluczowe:** zrąb, kłody, zrywka drewna, załadunek, forwarder

### Wstęp

Proekologiczny model gospodarstwa leśnego wymaga stosowania w użytkowaniu lasu technologii w jak najmniejszym stopniu obciążających środowisko leśne. W przypadku zrywki postulat ten najlepiej spełniają środki techniczne pozwalające transportować drewno bez jego kontaktu z podłożem. W praktyce mogą mieć tutaj zastosowanie bardzo różne rozwiązania i środki techniczne: od ręcznie ładowanych wozów ciągniętych przez konie, poprzez przyczepy z żurawiami agregowane z ciągnikami rolniczymi, do najbardziej

zaawansowanych forwarderów. Specjalistyczne ciągniki nasiębiernie charakteryzują się najwyższymi standardami nie tylko ekologicznymi, lecz także ergonomicznymi (HARSTELA 1982, HAKKILA 1995, SUWAŁA 2003, GRZYWIŃSKI i TOMCZAK 2008). Walory trakcyjne tych maszyn pozwalają na pracę w trudniejszych warunkach terenowych, a ich duże ładowności umożliwiają wykonywanie także podwozu drewna do miejsc dostępnych dla wysokotonażowych pojazdów wywozowych (MOTAŁA 2006).

Zrywka drewna jest pracą cykliczną, a każdy cykl obejmuje cztery fazy: jazdę bez ładunku, załadunek (formowanie ładunku), jazdę z ładunkiem i rozładunek. Dla zrywki nasiębierniej szczególnie charakterystyczny jest załadunek, który obejmuje nie tylko pracę żurawiem, lecz także przejazdy maszyny między kolejnymi partiami surowca, aż do całkowitego wypełnienia przestrzeni ładunkowej (WIĘSIK 1998). Czas pracy żurawia zależy od jego parametrów i umiejętności operatora, natomiast czas całej fazy załadunku również od lokalizacji drewna i wielkości pojedynczych pakietów (WIĘSIK 1998, NUREK 2002). Przejazdy maszyny w przypadku cięć pielęgnacyjnych odbywają się po szlakach operacyjnych, przy których znajduje się przygotowane do zrywki drewno. Szlaki w tym przypadku jednoznacznie określają trasę przejazdu. Na zrębach zupełnych szlaki w praktyce nie występują, a surowiec drzewny rozmieszczony jest na całej powierzchni cięć. Ciągnik zrywkowy przemieszcza się z reguły po całej powierzchni zrębu, co nie pozostaje bez wpływu na czas formowania ładunku. Ten proces zajmuje najwięcej czasu w całym cyklu zrywkowym, a tym samym znacząco wpływa na końcowy efekt pracy forwardera (NUREK 2002, STEMPSKI i IN. 2008).

Celem pracy było określenie wpływu sposobu przygotowania drewna do zrywki na różnicowanie się czasów trwania poszczególnych czynności żurawia w fazie załadunku i przejazdów między kolejnymi partiami ładowanego drewna. Badania przeprowadzono dla dwóch wariantów technologicznych pozyskiwania drewna pilarką na zrębach zupełnych, różniących się rozmieszczeniem przygotowanego do zrywki drewna na powierzchni cięć.

## Teren i metody badań

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Krzystkowiec, w oddziale 211 I, w drzewostanie sosnowym, w którym wykonywano cięcia odnowieniowe rębnią I b. Drzewostan ten był w wieku 101 lat, posiadał zadrzewienie 0,8, zwarcie umiarkowane, przeciętną pierśnicą 31 cm, przeciętną wysokość 23 m, bonitację II, zapas grubizny  $276 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Badaniami objęto dwa warianty technologiczne pozyskiwania drewna krótkiego z nasiębierną zrywką drewna forwarderem. W pierwszym wariantcie pozyskanie drewna realizowano sukcesywnie na kolejnych pasach roboczych szerokości około 25 m. Drzewa obalano w tzw. jodełkę koronami w środkową część pasa, co pozwoliło na skoncentrowanie w tej strefie większości pozostałości zrębowych. Po zakończeniu pozyskania strefa ta (tzw. strefa gałęzi) pełniła rolę szlaku zrywkowego. Surowiec drzewny zlokalizowany był z jej lewej i prawej strony w tzw. strefach drewna. Występowanie wyraźnie widocznych stref spowodowało, że przestrzeń robocza miała uporządkowany charakter. Wariant ten w dalszej części pracy nosi nazwę „zrębu uporządkowanego”.

W drugim wariantcie pozyskanie realizowano nie na kolejnych pasach, lecz z cięciami postępowano na całej szerokości działki. Drzewa obalano zgodnie z kierunkiem

ich pochylenia bez koncentrowania pozostałości zrębowych. Po zakończeniu pozyskania na powierzchni cięć brak było wyraźnie widocznych stref gałęzi i drewna. Sortymenty drzewne i pozostałości zrębowe rozmieszczone były w sposób przypadkowy na całej powierzchni zrębu. Wariant ten w dalszej części pracy nosi nazwę „zrębu nieuporządkowanego”.

W obydwu wariantach ścinę drzew i wszystkie operacje obróbcze wykonywano pilarką. Pozyskiwano kłody długości 5, 4 i 3 m oraz wałki długości 2,4 m. Przygotowanie drewna średniowymiarowego do zrywki polegało na formowaniu pakietów zawierających od kilku do kilkunastu wałków. Kłody na zrębie nieuporządkowanym nie były przemieszczane, natomiast na zrębie uporządkowanym były czasami usuwane ze strefy gałęzi. Drewno zrywano sześciokołowym forwarderem o ładowności 10 t, wyposażonym w żuraw o wysięgu 10 m.

Formowanie ładunku składało się z następujących czynności: wysunięcie żurawia, uchwycenie drewna (kłody, kłód lub pakietu drewna średniowymiarowego), powrót żurawia, złożenie drewna na ramie ciągnika, przejazd do kolejnej partii przygotowanego do zrywki drewna. Czasy wymienionych czynności obliczono na podstawie danych z chronometrażu ciągłego, pomiary wykonano stoperem elektronicznym z dokładnością do całych sekund.

W ramach prac kameralnych obliczono średnie czasy trwania poszczególnych czynności oraz udziały czasów tych czynności w łącznym czasie formowania ładunku. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej – obliczono podstawowe miary zmienności, a w ocenie istotności różnic między średnimi czasami i średnimi udziałami czasów posłużono się testem *t* Studenta z wcześniejszą oceną wariancji. Wartości średnie czasów trwania czynności i ich udziały czasowe obliczono dla trzech grup sortymentów: kłód o długości 5 m zrywanych razem z kłodami o długości 4 m, kłód o długości 3 m zrywanych łącznie z wałkami o długości 2,4 m oraz dla wszystkich sortymentów łącznie. Analizie poddano w sumie 416 cykli pracy żurawia na zrębie uporządkowanym i 404 cykle na zrębie nieuporządkowanym.

## Wyniki

Średnie wartości czasów czynności formowania ładunku w badanych wariantach technologicznych wraz z podstawowymi miarami rozproszenia zawarto w tabelach 1 i 2. Dłuższym średnim czasem całkowitego formowania ładunku każdej grupy sortymentów cechował się wariant zrębu nieuporządkowanego. Złożyły się na to dłuższe średnie czasy uchwycenia drewna, jego złożenia na ramie ciągnika i przejazdu. Jedynie wysunięcie żurawia i jego powrót zajmowały średnio więcej czasu w wariancie zrębu uporządkowanego.

Największe wartości średnich czasów całkowitego formowania ładunku, zarówno na zrębie uporządkowanym, jak i nieuporządkowanym, stwierdzono w przypadku samych kłód. Na zrębie uporządkowanym czas ten wynosił prawie 35 min, a na nieuporządkowanym był o blisko 10 min dłuższy. Najmniejszymi średnimi wartościami czasu formowania ładunku charakteryzowały się kłody o długości 3 m zrywane z drewnem stosowym. Różnica między analizowanymi wariantami zrębów wynosiła w tym przypadku niecałe 8 min.

Tabela 1. Miary zmienności czasów poszczególnych czynności załadunku na zrębie uporządkowanym

Table 1. Variability measures of wood loading times on the orderly laid-out clear-cut area

Czynność Operation	Kłody o długości 5 i 4 m 5 and 4 m long logs			Kłody o długości 3 m i stosowe 3 m long logs and stacked wood			Wszystkie sortymenty All assortments		
	$\bar{x}$ (s)	$\sigma$ (s)	V (%)	$\bar{x}$ (s)	$\sigma$ (s)	V (%)	$\bar{x}$ (s)	$\sigma$ (s)	V (%)
Wysunięcie żurawia Reach of crane	5,8	2,7	46,5	6,0	2,5	41,7	5,9	2,7	45,7
Uchwycenie drewna Gripping the wood	9,7	8,4	86,6	4,3	3,5	81,4	8,3	7,8	94,0
Powrót żurawia Moving back the crane	9,2	4,8	52,2	8,7	3,7	42,5	9,1	4,5	49,4
Złożenie drewna Folding of crane	5,6	3,4	60,7	7,2	5,2	72,2	6,1	4,0	65,6
Przejazd Moving the tractor	14,3	12,7	88,8	15,3	9,9	64,7	14,6	12,0	82,2
Cały załadunek All loading	34,7	14,0	40,3	30,5	13,2	43,3	33,6	13,7	40,8

Tabela 2. Miary zmienności czasów poszczególnych czynności załadunku na zrębie nieuporządkowanym

Table 2. Variability measures of wood loading times on the disorderly laid-out clear-cut area

Czynność Operation	Kłody o długości 5 i 4 m 5 and 4 m long logs			Kłody o długości 3 m i stosowe 3 m long logs and stacked wood			Wszystkie sortymenty All assortments		
	$\bar{x}$ (s)	$\sigma$ (s)	V (%)	$\bar{x}$ (s)	$\sigma$ (s)	V (%)	$\bar{x}$ (s)	$\sigma$ (s)	V (%)
Wysunięcie żurawia Reach of crane	5,6	4,3	76,8	5,5	3,1	56,4	5,6	4,0	71,4
Uchwycenie drewna Gripping the wood	16,1	17,4	108,1	8,6	9,4	109,3	13,9	15,8	113,7
Powrót żurawia Moving back the crane	8,0	7,5	93,7	7,9	5,4	68,3	8,0	7,0	87,5
Złożenie drewna Folding of crane	6,7	9,2	137,3	9,3	6,4	68,8	7,5	8,5	113,3
Przejazd Moving the tractor	17,2	14,2	82,5	17,6	7,1	40,3	17,3	12,7	73,4
Cały załadunek All loading	44,5	23,1	51,9	38,2	14,8	38,7	42,6	22,0	51,6

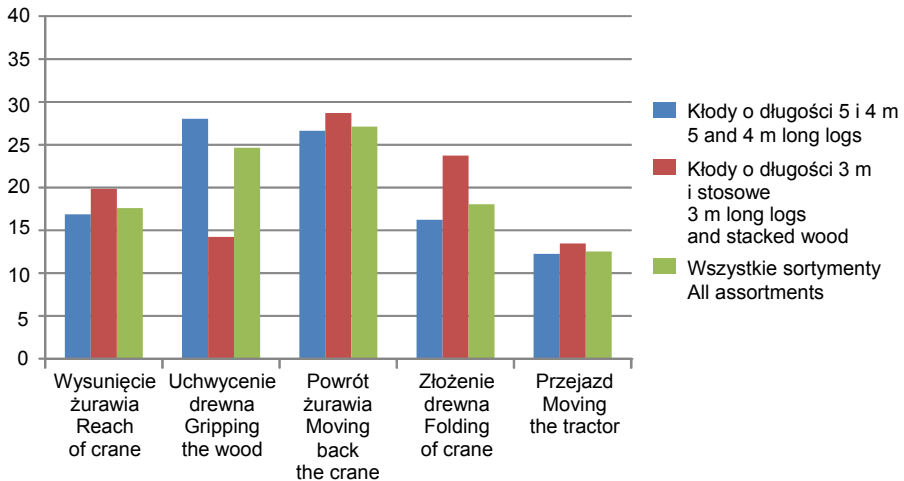
Po przeanalizowaniu średnich czasów poszczególnych czynności formowania ładunku stwierdzono, że największe ich wartości wystąpiły w przejazdach pomiędzy kolejnymi partiami ładowanego drewna, przy czym dłuższym czasem tej czynności charakteryzował się wariant zrębu nieuporządkowanego. Średni czas przejazdu wyliczony dla wszystkich sortymentów wyniósł w tym wariancie ponad 17 min, a różnice między poszczególnymi grupami sortymentów nie przekroczyły 0,5 min. Na zrębie uporządkowanym średni czas przejazdu dla wszystkich sortymentów był o prawie 3 min krótszy, a różnica między grupami sortymentów wyniosła 1 min. Inaczej sytuacja wyglądała w przypadku czasu uchwycenia drewna – większymi jego wartościami charakteryzował się także wariant zrębu nieuporządkowanego, ale różnice między poszczególnymi grupami sortymentów były zdecydowanie większe. W każdym wariancie najdłuższy średni czas tej czynności odnotowano w przypadku kłód o długości 5 i 4 m. O ponad 50% krótszym czasem tej czynności charakteryzowały się kłody o długości 3 m i wałki o długości 2,4 m na zrębie uporządkowanym. W przypadku zrębu nieuporządkowanego różnica ta nie przekroczyła 50%.

Czasy trwania poszczególnych czynności załadunku drewna na zrębie uporządkowanym charakteryzowały się mniejszą zmiennością niż na zrębie nieuporządkowanym. Współczynnik zmienności dla wszystkich sortymentów na zrębie uporządkowanym dla żadnej czynności nie przekroczył 100%, natomiast na zrębie nieuporządkowanym w przypadku uchwycenia drewna i jego złożenia na ramie forwardera odnotowano zmienność na poziomie bardzo dużym:  $V_{\%} > 100\%$ . Zmienność wyników czasów całego załadunku, zarówno w jednym jak i drugim wariancie, była na wysokim poziomie ( $V_{\%}$  od 40 do 100%), przy czym na zrębie uporządkowanym współczynnik zmienności tylko nieznacznie przekroczył 40%.

Statystycznie istotne różnice między średnimi czasami poszczególnych czynności analizowanych wariantów wyliczonymi dla wszystkich sortymentów stwierdzono w przypadku uchwycenia ładunku, powrotu żurawia z ładunkiem i złożenia ładunku na ramie forwardera. Dla kłód o długości 5 i 4 m oraz kłód o długości 3 m i papierówki o długości 2,4 m różnice takie stwierdzono tylko w przypadku uchwycenia drewna. Statystycznie istotne różnice między średnimi czasami całego załadunku stwierdzono w przypadku każdej grupy sortymentów.

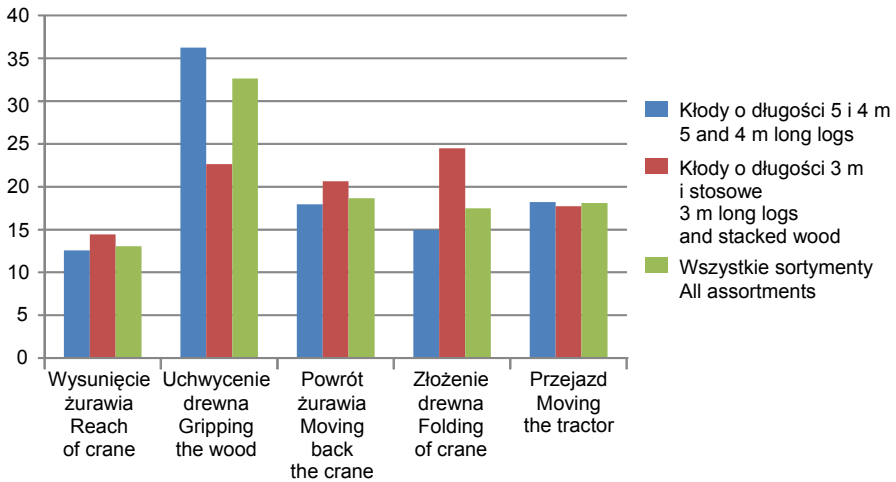
Strukturę czasu załadunku na zrębach uporządkowanym i nieuporządkowanym przedstawiono na rysunkach 1 i 2. Na zrębie uporządkowanym wyraźnie większymi udziałami czasowymi charakteryzowały się czynności wysunięcia i powrotu żurawia, na zrębie nieuporządkowanym natomiast – uchwycenia drewna i przejazdu między kolejnymi partiami surowca. Charakterystyczne są duże różnice między udziałami czasów uchwycenia i złożenia na ramie ciągnika kłód najdłuższych i 3-metrowych zrywanych razem z papierówką o długości 2,4 m, przy czym, o ile wyraźnie większy udział czasu uchwycenia drewna dotyczył kłód 5- i 4-metrowych, to w przypadku złożenia drewna większym udziałem czasu tej czynności cechowały się krótkie kłody zrywane z drewnem średniowymiarowym.

Średnie wartości udziałów czasów poszczególnych czynności w czasie załadunku przedstawiono w tabelach 3 i 4. Zawarte w nich dane dotyczące załadunku wszystkich sortymentów wskazują, że większą liczbą czynności o mniejszym udziale czasu cechował się zręb uporządkowany. Na zrębie nieuporządkowanym tylko wysunięcie i powrót żurawia zajmowały mniej czasu niż na uporządkowanym. Taką samą prawidłowość



Rys. 1. Struktura czasu załadunku na zrębie uporządkowanym (%)

Fig. 1. Wood loading time composition on the orderly laid-out clear-cut area (%)



Rys. 2. Struktura czasu załadunku na zrębie nieuporządkowanym (%)

Fig. 2. Wood loading time composition on the disorderly laid-out clear-cut area (%)

odnotowano w przypadku kłód 3-metrowych z papierówką o długości 2,4 m, natomiast załadunek kłód 5- i 4-metrowych na zrębie uporządkowanym cechował się krótszym średnim udziałem czasu tylko w przypadku uchwycenia drewna, pozostałe czynności zajmowały w tym wariantcie średnio więcej czasu niż w wariantcie zrębu nieuporządkowanego.

Tabela 3. Miary zmienności udziałów czasów poszczególnych czynności załadunku na zrębie uporządkowanym (%)

Table 3. Variability measures of time shares of wood loading times on the orderly laid-out clear-cut area (%)

Czynność Operation	Kłody o długości 5 i 4 m 5 and 4 m long logs			Kłody o długości 3 m i stosowe 3 m long logs and stacked wood			Wszystkie sortymenty All assortments		
	$\bar{x}$	$\sigma$	V	$\bar{x}$	$\sigma$	V	$\bar{x}$	$\sigma$	V
Wysunięcie żurawia Reach of crane	18,4	9,0	48,9	21,9	9,4	42,9	19,4	9,2	47,4
Uchwycenie drewna Gripping the wood	26,0	16,9	65,0	14,3	9,5	66,4	22,6	15,7	69,5
Powrót żurawia Moving back the crane	27,9	12,0	43,0	30,8	11,2	36,4	28,8	11,9	41,3
Złożenie drewna Folding of crane	17,5	10,7	61,1	23,7	13,5	57,0	19,3	12,0	62,2
Przejazd Moving the tractor	34,4	12,6	36,6	34,5	11,8	34,2	34,3	13,2	38,5

Tabela 4. Miary zmienności udziałów czasów poszczególnych czynności załadunku na zrębie nieuporządkowanym (%)

Table 4. Variability measures of time shares of wood loading times on the disorderly laid-out clear-cut area (%)

Czynność Operation	Kłody o długości 5 i 4 m 5 and 4 m long logs			Kłody o długości 3 m i stosowe 3 m long logs and stacked wood			Wszystkie sortymenty All assortments		
	$\bar{x}$	$\sigma$	V	$\bar{x}$	$\sigma$	V	$\bar{x}$	$\sigma$	V
Wysunięcie żurawia Reach of crane	15,3	9,4	61,4	16,2	9,7	59,9	15,6	9,1	58,3
Uchwycenie drewna Gripping the wood	31,9	23,4	73,3	21,1	18,5	87,7	28,4	21,7	76,4
Powrót żurawia Moving back the crane	20,4	13,2	64,7	21,5	11,3	52,5	20,8	12,2	58,6
Złożenie drewna Folding of crane	16,2	13,8	85,2	25,7	14,8	57,6	19,5	15,1	77,4
Przejazd Moving the tractor	34,3	18,4	53,6	40,4	12,7	31,4	35,2	17,5	49,7

Statystycznie istotne różnice między średnimi udziałami czasów poszczególnych czynności analizowanych wariantów stwierdzono dla wysunięcia żurawia, uchwycenia drewna i powrotu żurawia. Różnice te odnotowano w przypadku każdej grupy sortymentów.

## Dyskusja

Zastosowane w badaniach warianty technologiczne różniły się sposobem ścinki i obalania drzew, a w konsekwencji przestrzennym rozmieszczeniem wyrobionych sortymentów. W wariantcie zrębu uporządkowanego drewno do zrywki zlokalizowane było z dwóch stron strefy gałęzi, po której poruszał się forwarder. Strefa gałęzi jednoznacznie wyznaczała trasę przejazdu maszyny, co spowodowało mniejszą o ponad 30% liczbę przejazdów i krótszy o prawie 16% średni czas tej czynności (liczony dla wszystkich sortymentów) w porównaniu ze zrębem nieuporządkowanym. Przemieszczanie się forwardera tylko w strefie gałęzi, bez podejżdżania w bezpośrednie sąsiedztwo przygotowanego do zrywki drewna, spowodowało niewielki wzrost średniego czasu wysunięcia i powrotu żurawia, natomiast skoncentrowanie drewna tylko w przestrzeni wyznaczonej przez zasięg żurawia zdecydowanie skróciło średni czas czynności uchwycenia drewna w porównaniu z wariantem zrębu nieuporządkowanego. W przypadku najdłuższych kłód redukcja ta wynosiła prawie 40%, w przypadku kłód 3-metrowych zrywanych razem z papierówką o długości 2,4 m – około 50%, a w przypadku wszystkich sortymentów – 40,5%. Redukcji uległ także czas złożenia drewna na ramie ciągnika – o 15-22%, w zależności od grupy sortymentów.

Różne przestrzenne rozmieszczenie drewna spowodowało, że analizowane warianty cechowały się różnymi udziałami czasów tych samych czynności w całym załadunku. W przypadku wszystkich sortymentów największym udziałem na zrębie uporządkowanym charakteryzowała się czynność powrotu żurawia z drewnem, na zrębie nieuporządkowanym natomiast uchwycenie drewna. Duży udział czasu powrotu żurawia wynikał ze skoncentrowania drewna, co zachęcało operatora forwardera do chwytania dużych jednorazowych ładunków. Mięszość jednorazowego ładunku kłód 5- i 4-metrowych na zrębie uporządkowanym wynosiła  $0,33 \text{ m}^3$ , a na zrębie nieuporządkowanym –  $0,25 \text{ m}^3$ . W przypadku kłód 3-metrowych zrywanych razem z drewnem stosowym wartości te wynosiły odpowiednio:  $0,23 \text{ m}^3$  i  $0,17 \text{ m}^3$ . Poza tym przemieszczanie się maszyny tylko po strefie gałęzi powodowało, że operator pracował często z maksymalnie wysuniętym żurawiem, co wydłużało czas jego powrotu. Największy udział czasu uchwycenia drewna w wariantcie zrębu nieuporządkowanego wynikał z kolei z rozproszenia sortymentów na powierzchni działki. W wariantcie tym drewno średniowymiarowe było skoncentrowane w postaci pakietów, natomiast kłody leżały pojedynczo. Operator z reguły nie ładował pojedynczych kłód, lecz po kilka, koncentrując je wcześniej żurawiem. Czynność ta zajmowała sporo czasu, co spowodowało, że sumaryczny czas uchwycenia drewna miał największy udział w całym załadunku.



## Podsumowanie

1. Wariant zrębu nieuporządkowanego charakteryzował się o prawie 1/3 dłuższym średnim czasem załadunku każdej grupy sortymentów.

2. Dłuższy czas załadunku na zrębie nieuporządkowanym wynikał z większych średnich czasów uchwycenia i złożenia drewna na ramie forwardera oraz dłuższych przejazdów. W przypadku uchwycenia drewna i jego złożenia na ramie ciągnika stwierdzono statystycznie istotne różnice średnich czasów między wariantami.

3. Wariant zrębu uporządkowanego cechował się statystycznie istotnie dłuższym średnim czasem powrotu żurawia z drewnem.

4. Struktura czasu załadunku drewna na zrębie uporządkowanym cechowała się największym udziałem czynności powrotu żurawia, natomiast na zrębie nieuporządkowanym – uchwycenia drewna.

5. Statystycznie istotne różnice między średnimi udziałami czasów stwierdzono dla czynności wysunięcia i powrotu żurawia oraz uchwycenia drewna. Wysunięcie i powrót żurawia mniej czasu zajmowały na zrębie nieuporządkowanym, natomiast uchwycenie drewna – na uporządkowanym.

## Literatura

- GRZYWIŃSKI W., TOMCZAK A., 2008. Analiza ergonomiczna maszynowego procesu pozyskiwania drewna. W: Tendencje i problemy techniki leśnej w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego. Red. H. Róžański, K. Jabłoński. Katedra Techniki Leśnej UP, Poznań: 102-106.
- HAKKILA P., 1995. Pozyskiwanie drewna w Finlandii. Maszynopis. GDLP, Warszawa.
- HARSTELA P., 1982. Zur Entwicklung von Durchforstungsverfahren. „Forschungs – Ergebnisse der Finischen Forstlichen Forschungsanstalt”. Allg. Forstztg Sonderdruck: 46-48.
- MOTAŁA R., 2006. Proces transportu drewna z perspektywy międzynarodowego koncernu Stora-Enso. W: Forum Leśne „Człowiek Las Drewno”. Poznań, 13.10.2006. Red. D.J. Gwiazdowicz. Ornatus, Poznań: 61-64.
- NUREK T., 2002. Wpływ sposobu przygotowania stosów na efektywność zrywki drewna forwarderem. Przgl. Tech. Roln. Leśn. 11: 16-21.
- STEMPSKI W., GRODECKI J., GĘŚŁOWSKI M., 2008. Podstawowe parametry eksploatacyjne zrywki nasiębierniej ciągnikiem forwarder w trzebieżach późnych drzewostanów sosnowych. W: Tendencje i problemy techniki leśnej w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego. Red. H. Róžański, K. Jabłoński. Katedra Techniki Leśnej UP, Poznań: 63-68.
- SUWAŁA M., 2003. Uszkodzenia drzew w drzewostanach sosnowych przy pozyskiwaniu drewna w praktyce leśnej. Pr. Inst. Bad. Leśn. Ser. A 959, 3: 6–80.
- WIĘSIK J., 1998. Jak efektywnie użytkować forwardery? Część I. Opis procesu zrywki pojazdami nasiębiernymi. Przgl. Techn. Roln. Leśn. 10: 14-16.

## EFFECTS OF WOOD LAYOUT ON THE LOAD FORMING TIME WITH A FORWARDER

**Summary.** Wood logs were harvested with chain-saws in two technological variants: on an orderly laid-out and on a disorderly laid-out clear-cut areas. The wood was extracted with a forwarder, and a thorough time study of wood loading was conducted. The disorderly laid-out clear-cut area showed longer wood loading average times, which proved statistically significant. It was caused by longer gripping times of the crane, longer times needed to fold the crane on the tractor frame and longer machine moving times (for the operations of gripping and folding the differences were statistically significant). The orderly laid-out clear-cut showed longer times for the operations of reaching out with the crane and for bringing it back (in the latter case the differences were statistically significant). The time used for bringing the crane back dominated among wood loading time components on the orderly laid-out clear-cut area, while in the case of the disorderly laid-out clear-cut area the dominant time component was wood gripping. The average time shares for reaching out with the crane, gripping the wood and moving the crane back were significantly different. The time shares for reaching out with the crane and for moving it back showed lower values on the disorderly laid-out clear-cut, while the time proportion of wood gripping was lower on the orderly laid-out clear-cut.

**Key words:** clear-cut, logs, wood extraction, loading, forwarder

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Włodzimierz Stempski, Katedra Techniki Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71 C, 60-625 Poznań, Poland, e-mail: stempski@up.poznan.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*2.07.2012*

*Do cytowania – For citation:*

*Stempski W., 2012. Wpływ sposobu przygotowania drewna na czas formowania ładunku forwardelem. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 4, #75.*