

## Model szacowania pracochłonności pozyskiwania drewna w drzewostanach ze śniegołomami

A model for estimating labour requirements during timber harvesting in snowbreak stands

Grzegorz Szewczyk✉, Arkadiusz Stańczykiewicz

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Użytkowania Lasu i Drewna, Al. 29 Listopada 46, 31–425 Kraków

✉ e-mail: rlszewcz@cyf-kr.edu.pl

**Abstract.** The study makes a comparative analysis of labour use during timber harvesting with winches attached to agricultural tractors in undamaged stands and in snowbreak stands. Initially a model was used to determine the indicators of increased labour needed for stand maintenance following disturbance of the stand compared to a planned harvest. The model included the dependence of timber harvesting labour use on cut intensity and the length of each period of work during the typical working day in the undamaged stands, both in undamaged stands, and in snowbreak stands, a large proportion of working time was spent loading the vehicle and driving during loading of the vehicle. The average time period spent driving timber in both stand types was similar, but they differed in the allocation of labour. In undamaged stands most time was dedicated to use of agricultural tractors to harvest timber, whereas in damaged stands most time went on loading timber. Estimates of work consumption in snowbreak stands can consequently be measured in the same way as standard cultivated stands, however values should be increased by 227% in snowbreak stands to compensate for the differences in the load formation time.

**Key words:** wood harvesting technology, wood extraction, snowbreaks, labour consumption

### 1. Wstęp

Wprawdzie w polskiej strefie klimatycznej dominującym czynnikiem szkodotwórczym w drzewostanach jest wiatr, jednak występujące niekiedy szadź i śnieg powodują, zwłaszcza w drzewostanach młodszych klas wieku, poważne problemy gospodarcze (Schraml 1990, Zajączkowski 1991). Przykładowo w styczniu 2010 roku w lasach zarządzanych przez Nadleśnictwo Miechów RDLP Kraków na blisko 11 tysiącach hektarów okiść zniszczyła ponad 30 tys. m<sup>3</sup> drewna.

Duża koncentracja drewna, ogromne zagrożenie wypadkowe i podyktowany względami ochrony lasu krótki dopuszczalny czas wyróbki i wywiezienia surowca sprawiają, że projektowanie procesów technologicznych w takich drzewostanach jest bardzo utrudnione (Jakubowski 1996; Suwała 2000, 2002; Puchniarski 2003). Zgodnie ze standardami Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe pozyskiwanie drewna z drzewostanów pokłeskowych wykonywane jest obecnie z wykorzystaniem maszyn i urządzeń stosowanych w bieżącym użytkowaniu (Instrukcja bezpieczeństwa i hi-

gieny pracy 1997). Wprawdzie rozwiązania technologiczne wykorzystujące maszyny wielooperacyjne, wprowadzone w Niemczech już na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia (Bort et al. 1990; Mahler, Bort 1990), są zalecane przez administrację PGL LP, jednak niedokapitalizowanie zakładów usług leśnych oraz niskie koszty pracy ludzkiej stanowią istotną barierę dla mechanizacji prac pozyskaniowych. Taka sytuacja sprawia, że likwidacja szkód w drzewostanach pokłeskowych odbywać się będzie zapewne jeszcze długo z wykorzystaniem technologii na ręczno-maszynowym poziomie zmechanizowania.

W procesie technologicznym pozyskiwania drewna w drzewostanach pokłeskowych szczególna rola przypada zrywce drewna. Zwłaszcza w takich ekstremalnych warunkach osiągnięcie maksymalnej wydajności schodzi na dalszy plan, a punktem wyjścia dla planowania technologicznego jest przede wszystkim podniesienie poziomu bezpieczeństwa pracy (Giefing 1995). Niezwykle istotny jest wstępny etap zrywki polegający na rozciąganiu grup powalonych czy połamanych drzew w celu umożliwienia dostępu do nich pilarzom. Operacje te

wykonuje się standardowo przy zastosowaniu wciągarek linowych zamontowanych na skiderach czy ciągnikach rolniczych, stosowanych najpowszechniej do prac w szeroko rozumianym rolnictwie i leśnictwie. Jak podaje Gil (2007), w naszych warunkach gospodarczych około 65% operacji zrywkowych wykonywane jest przy udziale ciągników rolniczych.

Określenie poziomu pracochłonności konkretnych rozwiązań technologicznych powinno każdorazowo uwzględnić również badanie struktury dnia roboczego. Pozwala ono na wykrycie przyczyn zmienności wydajności (Grodecki 1988; Nikolić, Bajić 1991; Zečić et al. 2005) i daje możliwość jakościowej oceny czynników zewnętrznych kształtujących poziom pracochłonności. Ich analiza przy znanych rozwiązaniach technicznych oraz odniesienie do układu czasu w rozwiązaniach obecnie funkcjonujących pozwala na optymalizację prac i konstruowanie właściwych procesów technologicznych. W niniejszej pracy zaproponowano taki właśnie model, opisujący zmienność operacji zrywkowych za pomocą m.in. wybranych elementów struktury dnia roboczego.

## 2. Cel i zakres pracy

Określenie pracochłonności operacji pozyskania drewna w drzewostanach pokłeskowych napotyka na zasadnicze trudności związane z dużą zmiennością warunków pracy i problemami stabilizacji pomiarów celem wyodrębnienia zmiennych wpływających na poziom czasochłonności. Interesująca byłaby możliwość szacowania pracochłonności w takich drzewostanach poprzez analizę porównawczą struktury czasu zmiany roboczej w warunkach planowych cięć i w warunkach pokłeskowych, wyodrębnienie zmiennych wpływających istotnie na poziom czasochłonności oraz odpowiednia weryfikacja znanych modeli aproksymujących poziom pracochłonności. Przy szacowaniu pracochłonności na stanowiskach pracy w leśnictwie najczęściej stosowany jest model regresji liniowej (Häberle 1990; Samset 1990; Lukáč et al. 2000; Messingerová 2005). Pracochłonność sumaryczna technologii pozyskiwania drewna może być oszacowana poprzez zsumowanie równań regresji wielokrotnej opisujących wchodzące w jej skład stanowiska pracy. Powyższa koncepcja pozwala na elastyczne konstruowanie aproksymacji pracochłonności w różnych (logicznych z punktu widzenia organizacji pracy) wariantach technologicznych.

Celem pracy było określenie modelu charakterystyki pracochłonności zrywki drewna w drzewostanach pokłeskowych z wykorzystaniem algorytmu uwzględniającego intensywność cięć, wybrane elementy struktury dnia roboczego oraz wskaźnik podwyższenia praco-

chłonności wynikający ze zróżnicowania struktury dnia roboczego przy wykonywaniu zrywki w drzewostanach nieuszkodzonych i pokłeskowych.

Analizy struktury czasowej dnia roboczego oraz pracochłonności przeprowadzono na stanowisku pracy operatora wciągarki Fransgård V6000GS zagregowanej z ciągnikiem rolniczym w drzewostanach, w których prowadzono planowe zabiegi pielęgnacyjne trzebieży późnych, i w drzewostanach ze śniegołomami.

## 3. Metodyka

Badania przeprowadzono w nieuszkodzonych drzewostanach sosnowych IV i V klasy wieku (tab. 1) na terenie Nadleśnictwa Dąbrowa Tarnowska, w których wykonano trzebieże późne, oraz w drzewostanach ze śniegołomami w Nadleśnictwie Krzeszowice, w których przeprowadzono cięcia przygodne (Sowa et al. 2009) (ryc. 1).

Drzewa przeznaczone do usunięcia w trzebieżach wyznaczono wg ogólnie obowiązujących zasad (polska wersja trzebieży selekcyjnych). W drzewostanach ze śniegołomami zrywano dłużyce, których długość i układ w terenie wynikały z zaistniałej sytuacji kłeskowej. Obserwowano pierwszy etap zrywki – wyciąganie dłużyc z drzewostanu i grupowanie surowca do dalszego etapu zrywki. Założono, że charakterystyczne dla analizowanych stanowisk zróżnicowanie pracochłonności zrywki wynikające z diametralnie innych warunków pozyskania, uwydatniło się na pierwszym jej etapie – odpnia do szlaku zrywkowego. Dalszy etap zrywki po szlaku zrywkowym, gdy w obydwu drzewostanach przemieszczano jednorazowo większą ilość dociągniętych



**Rycina 1. Drzewostany ze śniegołomami**

Figure 1. Stands with snowbreaks

**Tabela 1. Schemat blokowy klasyfikacji czasów**

Table 1. Worktime classification block diagram

Czas odpoczynku Time of rest	Czas produkcyjny Productive worktime								
	T <sub>03</sub> Czas obsługi technicznej Time of technical maintenance	T <sub>02</sub> Operacyjny czas pracy Operational worktime							
		T <sub>2</sub>						T <sub>1</sub>	
	T <sub>3</sub>	Czas pomocniczy Auxiliary time						Czas efektywny Effective worktime	
T <sub>52</sub>	T <sub>33</sub>	T <sub>21</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>23</sub>	T <sub>24</sub>	T <sub>25</sub>	T <sub>26</sub>	T <sub>13</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Czas przerw Time of breaks	Czas codziennej obsługi Time of daily service	Czas oczekiwania na pomoc w wykonaniu lub na koniec innych czynności Time of waiting for help in execution or the end of other activities	Czas formowania ładunku Time of load formation	Czas zaczepiania i odczepiania ładunku Time of load attachment and detachment	Czas odblokowania zrywanej sztuki Time of unlocking of skidded piece of timber	Czas przejazdów Time of passing	Czas przygotowania stanowiska roboczego Time of preparation of work station	Czas jazdy ładownej Time of skidding	

wcześniej dłużej przebiegał identycznie, stąd został pominięty w opisywanym modelu. Wszystkie prace prowadzono w sezonie wczesnojesiennym, we wrześniu i październiku w latach 2005 i 2006. Warunki takie są z punktu widzenia czynności obróbczych drewna stabilne i nie powinny mieć wpływu na poziom obserwowanej pracochłonności (Porter 1992).

Z uwagi na różnice pomiędzy analizowanymi powierzchniami w zakresie struktury przestrzennej drzewostanów, do badań wybrano fragmenty o pełnym zwarciu i jednorodnym pod względem cech taksacyjnych (pierśnica, wysokość) oraz składu gatunkowego. Podczas zrywki prowadzono chronometraż czynności metodą fotografii dnia roboczego. Pomiar czasu notowany był automatycznie, przy wykorzystaniu komputerów PSION Workabout z oprogramowaniem „Timing” do prowadzenia chronometraży (Szewczyk 2010). Rejestrowane czasy w ramach zmian roboczych zaliczono do określonych kategorii przyjętych za BN-76/9195-01 w Krajowym Systemie Maszyn Leśnych (Botwin 1993) (tab. 1).

Zrywkę na obydwu analizowanych powierzchniach manipulacyjnych wykonywał robotnik w wieku 30 lat o ośmioletnim stażu pracy, dobrze wyszkolony i dyspo-

nujący odpowiednimi narzędziami pomocniczymi do zaczepiania i odczepiania zrywanych dźwicz (capina, łańcuchy zaczepowe). Obserwowana operacja technologiczna stanowiła drugi etap procesu pozyskiwania drewna, realizowanego w systemie pozyskiwania drewna długiego (Laurow 2000). Zrywka prowadzona była przy zastosowaniu wciągarki Frangård V6000GS zaregutowanej z ciągnikami rolniczymi klasy D – MTZ 100 i Pronar 5112 o mocy silnika odpowiednio 75 KW oraz 60 KW (Sarzyński 2008). Zrywka linowa wleczona prowadzona była do szlaku zrywkowego na maksymalnym dystansie 50 m. Nie stosowano sprzętu ułatwiającego zrywkę (kleszcze zrywkowe, sanie zrywkowe), a poszczególne sztuki drewna zaczepiane były do liny zbiorczej standardowymi łańcuchami zaczepowymi. Badana technologia zobrazowała typowe problemy związane z prowadzeniem linowej zrywki wleczonej – uciążliwe rozwijanie liny w drzewostanie i zakleszczanie się surowca na przeszkodach terenowych czy pozostających w drzewostanie. Zrywka postępowała po liniach zbliżonych do prostej (Sowa, Szewczyk 2005). W drzewostanie nieuszkodzonym, przy prowadzonych planowych zabiegach pielęgnacyjnych, ład przestrzenny był zgodny z obowiązującymi w tym zakresie normami, z głównym

kierunkiem obalania w głąb drzewostanu i przeciwnym kierunkiem zrywki, w stronę szlaku zrywkowego. W drzewostanie ze śniegołomami zaistniałe szkody sprawiły, że obowiązywał jedynie indywidualny kierunek obalania (główny kierunek cięć zgodny z kierunkiem złomów – od odziomka do wierzchołka drzewa), wynikający zasadniczo z zachowania bezpiecznej techniki pracy oraz możliwości zerwania wyrobionego surowca. W związku z powyższym obserwowano w tym drzewostanie częstsze zjazdy ciągnika ze szlaku w pobliże czoła zrywanych dłuźyc w celu skrócenia dystansu zrywki wlezionej (ryc. 2).

Dla analizowanych wariantów obliczono udział procentowy poszczególnych kategorii czasów w czasie operacyjnym  $T_{02}$  zmiany roboczej. Wobec skośności rozkładu opisywanych czasów pracy, porównanie struktury dnia pracy na obydwu powierzchniach manipulacyjnych przeprowadzono z zastosowaniem nieparametrycznego testu serii Walda-Wolfowitza.

Pracochłonność zrywki (wyciągania) drewna w drzewostanach pokłeskowych obliczono w oparciu o algorytm postaci [1]:

$$EST_{pokl} = \int EST - TP(T, w_{sip}) \cdot wpp_{pokl} \quad [1]$$

gdzie:

$EST_{pokl}$  – syntetyczny wskaźnik empirycznej sprawności technologicznej w drzewostanach pokłeskowych,

$T$  – elementy struktury dnia roboczego w drzewostanach nieuszkodzonych poddanych trzebieży,

$w_{sip}$  – wskaźnik sumaryczny intensywności trzebieży,

$wpp_{pokl}$  – wskaźnik podwyższenia pracochłonności w drzewostanach pokłeskowych.

W opracowaniu wykorzystano model opisujący zależność pracochłonności pozyskiwania drewna od charakterystyk intensywności cięć oraz rozmiaru wybranych elementów struktury dnia roboczego w czasie operacyjnym (Szewczyk 2007). Został on zastosowany w celu ustalenia poziomu odniesienia dla wskaźników



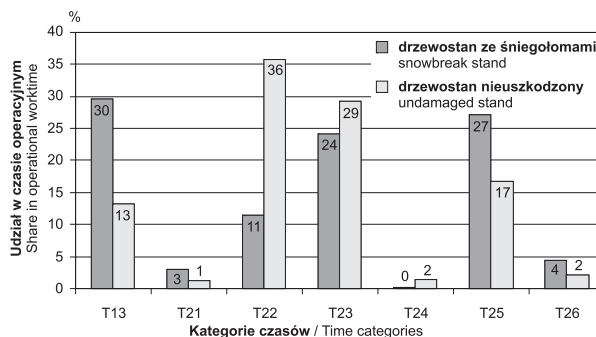
Rycina 2. Technologia zrywki  
Figure 2. Skidding technology

zwiększających poziom pracochłonności pracy w drzewostanach pokłeskowych w porównaniu do planowego pozyskania.

#### 4. Wyniki i dyskusja

W drzewostanach nieuszkodzonych charakterystyczny był bardzo duży, 36% udział czasu formowania ładunku ( $T_{22}$ ) (ryc. 3). W trakcie tej czynności operator wciągarki rozciągał linę zbiorczą oraz spinał linkami zaczepowymi kilka (jednorazowa zrywka od 4–6 sztuk) zrywanych dłuźyc, co wymuszało długie przejścia. Sama jazda ładowna nie była czasochłonna ( $T_{13}$  wyniósł 13%), jednak czynności pomocnicze związane z zaczepianiem i odczepianiem sztuk  $T_{23}$  (29%) znacząco podniosły poziom pracochłonności. Trudne warunki pracy w drzewostanach ze śniegołomami wymusiły pracę w innych sekwencjach czynności, które widoczne są w odmiennym udziale poszczególnych kategorii czasów. Dominujący udział czasu jazdy ładownej  $T_{13}$  (30%) nie oznacza niskiej pracochłonności, bowiem związany jest z koniecznością dojeżdżania ciągnika w pobliże wyrabianego drewna (27% udział czasu  $T_{25}$ ). Podobne zjawisko, związane z dużymi utrudnieniami na powierzchniach wiatrołomowych zauważył Jakubowski i in. (2005). Udział czasu formowania ładunku  $T_{22}$  w wysokości tylko 11% świadczy o braku możliwości podciągania do płyty oporowej wciągarki kilku sztuk drewna i jednorazowej zrywce mniejszej liczby dłuźyc.

Porównanie struktury dnia roboczego w ujęciu syntetycznym (ryc. 3) nie daje możliwości pełnej analizy procesu pracy. Wyjaśnienia przyczyn zmienności pracochłonności, której źródłem jest często określona organizacja pracy, może dostarczyć analiza struktury dnia roboczego przedstawiona w postaci analitycznej – fotografii dnia roboczego. W niniejszych badaniach przeprowadzono analizę różnic czasów trwania dwóch kategorii czynności cechujących się największym udziałem



Rycina 3. Struktura dnia roboczego w operacyjnym czasie pracy (oznaczenia czasów jak w tabeli 1)

Figure 3. Structure of worktime in operational time (for time symbols see Table 1)



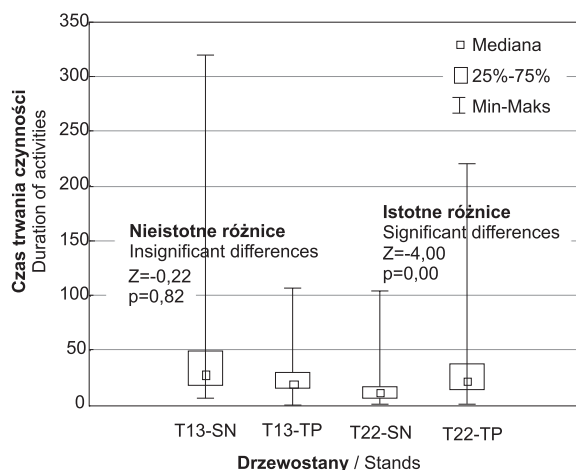
w operacyjnym czasie zmiany roboczej – czasu jazdy ładownej  $T_{13}$  oraz czasu formowania ładunku  $T_{22}$  (ryc. 4).

Wyniki tej analizy wskazują na występowanie istotnych statystycznie różnic czasu formowania ładunku w porównywanych drzewostanach i braku zróżnicowania czasu jazdy ładownej. Potwierdziły się w ten sposób spostrzeżenia innych badaczy (Muszyński Z., Muszyński J. 1999; Gliszczynski 1999), którzy zauważyli, że zasadnicze trudności przy prowadzeniu prac zrębowych na powierzchniach pokłeskowych polegają na rozpoznaniu zagrożeń, likwidacji naprężeń w drewnie i odcinanych gałęziach oraz na rozciąganiu grup obalonych drzew. Wszystkie te czynności skutkują wydłużeniem, w porównaniu ze standardowymi zabiegami, czasu formowania ładunku.

Projektowanie systemów technologicznych możliwych do stosowania w danych warunkach polega przede wszystkim na zwiększeniu ich efektywności ekonomicznej. Punktem wyjścia jest w każdym przypadku przewidywalność zmian pracochłonności w różnych warunkach terenowo-drzewostanowych. Oszacowane równania regresji dają możliwość określenia poziomu wydajności (sprawności techniczno-technologicznej EST) na poszczególnych etapach procesu pozyskiwania drewna prowadzonego przy zastosowaniu określonych rozwiązań. Przy zrywce realizowanej wciągarką zagregowaną z ciągnikiem rolniczym w drzewostanach nieuszkodzonych analizowanych w niniejszej pracy sprawność technologiczną oszacowano równaniem regresji [2] (tab. 2) (Sowa, Szewczyk 2010).

$$EST_{TP} = 3,57 + 24,32 \cdot x_1 + 3,11 \cdot x_2 \pm 4,83 \quad [2]$$

gdzie:



**Rycina 4. Analiza różnic czasów pracy w drzewostanach nieuszkodzonych poddanych trzebieży (TP) i w drzewostanach ze śniegołomami (SN)**

Figure 4. The analysis of worktimes differences in undamaged stands during late thinning (TP) and in snowbreak stands (SN)

– przewidywana wartość wskaźnika  $EST$  w drzewostanach trzebieżowych [ $\text{min czasu } T_{02}/\text{m}^3$ ],

$x_1$  – udział procentowy kategorii czasu  $T_{13}$ ,

$x_2$  – wskaźnik sumarycznej intensywności pozyskania  $w_{sip} = w_{iip}/w_{mip}$ ;  $w_{iip}$  – odsetek liczby drzew usuwanych z drzewostanu,  $w_{mip}$  – odsetek miąższości drewna pozyskiwanej z drzewostanu.

Tak oszacowana pracochłonność zrywki ciągnikiem na dystansie ok. 50 m w drzewostanach nieuszkodzonych wyniosła ok.  $10 \text{ min}/\text{m}^3$ , przy wskaźniku intensywności  $w_{sip}$  wynoszącym 1,24 (Sowa, Szewczyk 2010). Na powierzchniach ze śniegołomami intensywność cięć w badanych fragmentach drzewostanów była zbliżona do powyższego poziomu ( $w_{sip}=1,11$ ), natomiast pracochłonność wyniosła  $31 \text{ min}/\text{m}^3$ . Zakładając podobieństwo analizowanych stanowisk w zakresie udziału czasu jazdy ładownej, można stwierdzić, że czynnikiem różnicującym strukturę dnia pracy operatora wciągarki zagregowanej z ciągnikiem rolniczym przy pozyskaniu w drzewostanach nieuszkodzonych oraz w drzewostanach ze śniegołomami jest udział czasu formowania ładunku (ryc. 4). Jak wynika z przeprowadzonych pomiarów, przy pracy w drzewostanach nieuszkodzonych należy spodziewać się większego o prawie 227% (w czasie operacyjnym) udziału czasu formowania ładunku  $T_{22}$  w porównaniu z pracą w drzewostanach ze śniegołomami. Ten czas tylko pozornie jest czasem pomocniczym, a więc nie wprost produktywnym. Faktycznie jest związany ze zwiększeniem jednorazowo zrywanego ładunku, a więc wpływa na obniżenie pracochłonności. Z pewnym przybliżeniem, pomijając wpływ na pracochłonność innych czynności, o mniejszym udziale w zmianie roboczej, można stwierdzić, że o 227% należałoby zatem zwiększyć pracochłonność operacyjną zabiegów w drzewostanach ze śniegołomami. Tak więc wskaźnik  $wpp_{pokl}$  widoczny we wzorze [1] wynosi 3,27. Jest to znacząco więcej w porównaniu ze wskaźnikiem 1,3, sugerowanym w „Katalogach norm czasu dla prac leśnych” (2004) w przypadku wystąpienia utrudnień nieuwzględnionych w „Katalogu” lub innych

**Tabela 2. Analiza regresji – pracochłonność w trzebieży w drzewostanach nieuszkodzonych**

Table 2. Analysis of regression – time consumption in thinning in the undamaged stands

$R=0,63; R^2_{popr}=0,38; F=19,22; p<0,00$				
	Beta $\beta$	Błąd std. $\beta$ Std. deviation of $\beta$	$t$	$p$
<b>Wyraz wolny</b> Constant		1,78	1,99	0,05
$x_1$	0,27	9,46	2,57	0,01
$x_2$	0,53	0,60	5,15	0,00

uwarunkowań. Należy zauważyć, że w chwili obecnej w jednostkach administracyjnych PGL Lasy Państwowe pracochłonność takich zabiegów określana jest jedynie szacunkowo.

## 5. Stwierdzenia i wnioski

W grupie efektywnych czasów pracy  $T_1$  pozyskania drewna w drzewostanach poddanych trzebieży i w drzewostanach ze śniegołomami odnotowano duży udział czasu jazdy ładownej  $T_{13}$ . Jego udział wyniósł odpowiednio 13% i 30% czasu operacyjnego. Różnice czasu zrywki w analizowanych wariantach nie były statystycznie istotne ( $Z=-0,22$ ;  $p=0,82$ ).

Zrywka w drzewostanach trzebieżowych charakteryzowała się wyższym udziałem (36%) czasu formowania ładunku  $T_{22}$  niż zrywka w drzewostanach ze śniegołomami (11%). Różnice czasu przejść w analizowanych wariantach były statystycznie istotne ( $Z=-4,00$ ;  $p=0,00$ ).

Analiza regresji pracochłonności zrywki w drzewostanach poddanych trzebieży później wskazała, że czynnikami decydującymi o poziomie pracochłonności są udział czasu jazdy ładownej  $T_{13}$ , oraz wskaźnik sumarycznej intensywności pozyskania  $w_{sip}$ , wskazujący ile razy mniejszy jest pobierany z drzewostanu procent miąższości drewna w porównaniu z procentem liczby pozyskiwanych drzew.

W pracy wykazano występowanie istotnych różnic w długości czasu formowania ładunków  $T_{22}$  przy zrywce w drzewostanach trzebieżowych oraz w drzewostanach ze śniegołomami.

W drzewostanach ze śniegołomami możliwe jest szacowanie pracochłonności jak w drzewostanach standardowo pielęgnowanych, z wykorzystaniem równania regresji przedstawionego w pracy. Poziom pracochłonności należałoby zwiększyć o 227%, zgodnie z wykazanymi różnicami w udziale czasu formowania ładunków w analizowanych drzewostanach. Wskaźnik  $wpp_{pokl}$  w ogólnym modelu [1] wynosi 3,27.

## Podziękowania

Praca naukowa była finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy N N309 4235 33.

## Literatura

Bort U., Mahler G., Pfeil C. 1990. Sturmholzaufarbeitung mit Kranvollernten. *AFZ Wald*, 25–26: 640–641.

- Botwin M. 1993. Podstawy użytkowania maszyn leśnych. Warszawa, Wydawnictwo SGGW: ISBN 83-00-02777-7.
- Giefing D. F. 1995. Usuwanie skutków klęski huraganu w lasach Niemiec w 1990 roku. *Sylwan*, 7: 52–59.
- Gil W. 2007. Badania porównawcze ciągników rolniczych jako środków zrywkowych w wybranych zakładach usług leśnych. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. Hugona Kollątaja w Krakowie*, 435: 1–128.
- Gliszczyński A. 1999. Obciążenie fizyczne pracowników zatrudnionych przy usuwaniu wiatrołomów. *Sylwan*, 8: 95–103.
- Grodecki J. 1988 (wyd. 1990). Analiza pracochłonności pozyskiwania drewna z wczesnych trzebieży drzewostanów sosnowych. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Leśnych Poznańskiego TPN*, 66: 23–29.
- Häberle S. 1992. IUFRO – Symposium “Time Study – Measurement and Terminology”. *Forst und Holz*, 47, 15: 471.
- Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu podstawowych prac z zakresu gospodarki leśnej. 1997. Warszawa, DGLP LP: 65–72.
- Jakubowski M. 1996. Technologie pozyskania drewna w drzewostanach pohuraganowych. *Przegląd Leśniczy*, 7: 15.
- Jakubowski M., Bębenek M., Mederski P. 2005. Struktura czasu pracy pracowników zatrudnionych przy pozyskiwaniu drewna w drzewostanach dotkniętych klęską wiatrołomów i wiatrowałów. w: *Zagadnienia współczesnej ergonomii w sektorach leśnym, drzewnym i rolnym* (red. Giefing D. F., Mederski P.). Poznań, Polskie Towarzystwo Ergonomiczne – Akademia Rolnicza: 48–51. ISBN 8391869024.
- Katalogi norm czasu dla prac leśnych. 2004. Bedoń, Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych.
- Laurov Z. 2000. Systemy pozyskiwania drewna – nazwy i określenia. *Głos Lasu*, 8: 10–11.
- Lukač T., Tajboš J., Koreň J. 2000. Analýza prevádzkových parametrov traktora LKT 81 Turbo Eko. *Journal of Forest Science*, 46, (6): 265–274.
- Mahler G., Bort U. 1990. Kranvollerntereinsatz bei der Sturmholzaufarbeitung. *AFZ Wald*, 14–15: 366–368.
- Messingerová V. 2005. Technológia vzdušnej dopravy dreva v lesníctve. Zvolen, Technická Univerzita, Lesnícka Fakulta. ISBN 80-228-1523-3.
- Muszyński Z., Muszyński J. 1999. Problem zastosowań ergonomicznych podczas usuwania drzew w drzewostanach pokłeskowych. *Zastosowania Ergonomii*, 2/3: 109–115.
- Nikolić S., Bajić V. 1991. Prilog studiji vremena radnih operacija sece i izrade. Rezultati istrazivanja. *Glasnik za Šumske Pokuse*, 73: 311–319.
- Porter B. 1992. Pracochłonność ścinki i okrzesywania drzew w rębny drzewostanie sosnowym. *Sylwan*, 4: 57–61.
- Puchniarski T. 2003. Klęski żywiołowe w lasach. Poradnik leśniczego. Metody zapobiegania i likwidacji. Warszawa, PWRiL, ISBN 83-09-01820-7.
- Samset I. 1990. Some observations on time and performance studies in forestry. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning*, 43, 5: 1–80.
- Sarzyński W. 2008. Poradnik dla operatorów maszyn leśnych agregowanych na ciągnikach. Klasyfikacje ciągników. Bedoń, Ośrodek Rozwojowo-Wdrożeniowy Lasów Państwowych: 9–11.

- Schraml E. 1990. Bewältigung der Schneebruch-katastrophe 1981 in Bayern. *AFZ Wald*, 45; 1168–1169.
- Sowa J.M., Szewczyk G. 2005. The analysis of the relationship between the structure of a workday and the actual skidding distance in selected timber harvesting technologies during thinnings. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie*, 419, 91: 283–290.
- Sowa J.M., Szewczyk G. 2010. Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N 309 4246 33 pt. „Model kategoryzacji warunków pracy dla wybranych technologii pozyskiwania drewna w drzewostanach trzebieżowych”. Maszynopis w Katedrze Użytkowania Lasu i Drewna UR w Krakowie: 1–78.
- Sowa J.M., Szewczyk G., Stańczykiewicz A., Grzebieniowski W. 2009. Pracołłonność pozyskiwania drewna w drzewostanach ze śniegołomami. *Leśne Prace Badawcze*, 70 (4): 429–434.
- Suwała M. 2000. Plan i metody pozyskiwania drewna w drzewostanach pokłęskowych. *Postępy Techniki w Leśnictwie*, 74: 7–13.
- Suwała M. 2002. Pozyskiwanie drewna ze złomów i wywrotów. *Głos Lasu*, 3: 5–9.
- Szewczyk G. 2007. Model kategoryzacji warunków pracy dla wybranych technologii pozyskiwania drewna w drzewostanach trzebieżowych. Maszynopis pracy doktorskiej. Akademia Rolnicza w Krakowie.
- Szewczyk G. 2010. Czasochłonność zrywki konnej w drzewostanach trzebieżowych. *Sylvan*, 154 (1): 52–63.
- Zajączkowski J. 1991. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Warszawa, Wydawnictwo Świat.
- Zečić Ž., Krpan A.P.B., Vukušić S. 2005. Productivity of C Holder 870 F tractor with double drum winch Igland 4002 in thinning beech stands. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 26, 2: 49–56.