

DARIUSZ PSZENNY, ALEKSANDRA GIEDROWICZ, PAWEŁ STANISZEWSKI, TADEUSZ MOSKALIK

Dokładność określania struktury dnia roboczego metodą obserwacji migawkowych przy zrywce drewna

Accuracy of working day structure determining of the timber skidding by snapshot observations

ABSTRACT

Pszenny D., Giedrowicz A., Staniszewski P., Moskalik T. 2019. Dokładność określania struktury dnia roboczego metodą obserwacji migawkowych przy zrywce drewna. Sylwan 163 (4): 292-299. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018145>.

One of the most difficult technological operations in forest utilization is wood transport, especially its first stage i.e. extraction. This is related to the fact that the forest operations must be economically effective, but also safe for the forest environment. Difficult terrain conditions require determining and choosing the optimal variant of skidding. The most popular method for optimizing work is the use of working day photography. However, it is time-consuming and labor-intensive, that is why it is possible to use an alternative way of measuring working time, i.e. snapshot observations. It is therefore important to determine which measurement method is appropriate for the complicated and variable production processes in forestry. The aim of the research was to assess the accuracy of snapshots at intervals of 1 and 5 minute in relation to the stopwatch time study (which was a reference measurement), carried out for a two-stage wood logging in quasi-mountain terrain conditions of the Elbląg Upland (N Poland). It's mountain like characteristics causes some difficulties in the forest works. Data for the study were collected in two periods – summer and winter. We did not prove statistically significant differences between the methods studied.

KEY WORDS

two-stage skidding, structure of the working day, timing, snapshot observations

ADDRESSES

Dariusz Pszenny ⁽¹⁾ – e-mail: dariusz_pszenny@sggw.pl
 Aleksandra Giedrowicz ⁽²⁾ – e-mail: ogiedro@gmail.com
 Paweł Staniszewski ⁽¹⁾ – e-mail: pawel_staniszewski@sggw.pl
 Tadeusz Moskalik ⁽¹⁾ – e-mail: tadeusz.moskalik@wl.sggw.pl

⁽¹⁾ Katedra Użytkowania Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

⁽²⁾ Sekcja Użytkowania Lasu Koła Naukowego Leśników, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Wstęp

Nieustające zmiany na rynku drzewnym wymagają optymalizacji procesów związanych z prowadzeniem gospodarki leśnej, w tym także prac transportowych. Najważniejszą i najtrudniejszą operacją transportową, ze względu na rozproszenie surowca drzewnego i trudne warunki terenowe, jest zrywka drewna [Suwała 2002]. Szczególne trudności w tym zakresie występują na

obszarach o charakterze górskim, gdzie na proces zrywki, poza drzewostanem, wpływ mają rzeźba terenu, liczba opadów, długość zalegania pokrywy śnieżnej, konieczność ochrony gleb, stosunki hydrologiczne oraz efektywność i bezpieczeństwo zastosowanych rozwiązań [Wojtanowski 2008; Dudek 2010; Plewniak, Gołąb 2017].

Ważny jest więc właściwy dobór zestawu maszyn zrywkowych dostosowanych do cech drzewostanu i ukształtowania terenu, pozwalający uzyskać wysoką wydajność pracy [Maksymiak, Grieger 2008a, b]. Istotny wpływ ma także przebieg szlaków zrywkowych. Według Suwały i Rząd-kowskiego [2001] zrywka dwuetapowa pozwala na zwiększenie odstępów między szlakami operacyjnymi, co ogranicza negatywny wpływ maszyn na środowisko. Uważają oni jednak, że włączenie wyciągania dłużycy przez skider do procesu technologicznego nie jest rekompensowane przez wydajność forwardera, co wynika z niewłaściwego stosunku frakcji czasu pracy do frakcji czasu przerw i napraw. Taka sytuacja wymaga wdrożenia optymalizacji.

Od dawna podejmowane są próby stworzenia jednolitych standardów czasu pracy w odniesieniu do prac leśnych [Szewczyk i in. 2017], czego przykładem są katalogi pracochłonności stosowane w Lasach Państwowych.

Dla optymalizacji procesów przydatna może być analiza struktury dnia roboczego [Laurow 1993]. Istnieje wiele narzędzi stworzonych do jej określania, jednak w złożonych i zmiennych procesach produkcyjnych, które są charakterystyczne dla leśnictwa, szczególnie ważne jest zastosowanie odpowiedniej metody pomiarowej [Szewczyk 2014]. Do najbardziej rozpowszechnionych i uznanych metod pomiaru czasu należą m.in. chronometraż i obserwacje migawkowe. Chronometraż, za pomocą którego uzyskuje się fotografię dnia roboczego, polega na ciągłej obserwacji i pomiarze czasu zużywanego na stanowisku pracy z uwzględnieniem czasu przerw [Smakuszewski 1970], natomiast obserwacje migawkowe wykorzystują rachunek prawdopodobieństwa do dokonywanych i rejestrowanych spostrzeżeń. Ważne jest, aby spostrzeżenia te były uzyskiwane w sposób losowy. Nie wymagają one stałej czujności obserwatora oraz pozwalają na prowadzenie obserwacji kilku stanowisk pracy jednocześnie, w związku z czym są mniej czaso- i pracochłonne [Żurek i in. 2006]. Podsumowując liczbę obserwacji migawkowych aktywności wykonywanych w ramach pracy, można określić proporcję ich udziału w strukturze dnia roboczego [Forest... 1995].

Metody migawkowe opierają się na poziomie cykliczności pracy, który w pracach leśnych jest nieznan. Wiele powtórzeń umożliwia wykonanie obserwacji w konkretnym momencie cyklu, jednak błąd pomiaru może być znaczący w przypadku braku regularności czynności [Szewczyk 2014]. Istotny zatem jest wybór odpowiedniej metody, dostosowanej do zmiennych warunków w leśnictwie. Obserwacje migawkowe są metodą statystyczną. W związku z tym można określić minimalną ilość pomiarów, aby uzyskać ich pożądaną dokładność. W celu zapewnienia minimalnej liczebności próby badawczej Laurow [1994] zaleca stosowanie wzoru Steinhausa, który uwzględnia liczbę badanych frakcji i założony błąd pomiarowy.

Celem przeprowadzonych badań była ocena dokładności struktury dnia roboczego uzyskanej z obserwacji migawkowych w interwałach 1- i 5-minutowych oraz z chronometrażu (jako pomiaru referencyjnego) dla dwuetapowej zrywki drewna w warunkach terenowych Wysoczyzny Elbląskiej.

Materiał i metody

Obiektem badań były środki zrywkowe typu skider LKT-80 (zrywka półpodwieszona), forwarder John Deere 1110E (zrywka nasiębierna) oraz ciągnik rolniczy MTZ-80 ze zagregowaną przyczepą samozaładowczą (zrywka nasiębierna). Z powodu trudnego ukształtowania terenu zrywka była prowadzona w systemie dwuetapowym. Proces pozyskania polegał na ścięciu i okrzesaniu

przy pniu dłużycy, która była zrywana skiderem do stołu manipulacyjnego, gdzie poddawana była przerzynie na poszczególne sortymenty. Następnie od stołu manipulacyjnego była prowadzona zrywka nasiębierna w przypadku drewna stosowego oraz ponownie półpodwieszona w przypadku dłużyc. Badania prowadzono na terenie Nadleśnictwa Elbląg w rejonie tzw. Garbu Elbląskiego – wysoczyzny morenowej charakteryzującej się warunkami zbliżonymi do górskich, tj. dużymi spadkami występującymi blisko siebie, które uniemożliwiają klasyczną zrywkę jednoetapową, czyli transport surowca drzewnego od miejsca pozyskania do miejsca wywozu drewna.

Pomiary wykonano w dwóch okresach: letnim (18-21 lipca 2017 roku) i zimowym (19-21 lutego 2018 roku). W ramach badań filmowano pracę środków zrywkowych i na podstawie przeprowadzonego w warunkach kameralnych chronometrażu uzyskano fotografię dnia roboczego. Pomiary wykonano z dokładnością 0,01 s. Następnie na podstawie dokumentacji filmowej wykonano obserwacje migawkowe w interwałach 1- i 5-minutowych.

W celu określenia udziału poszczególnych frakcji czasów pracy środków zrywkowych przyjęto następujący sposób podziału czasu pracy:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

gdzie:

- T_1 – czas główny,
- T_2 – czas pomocniczy,
- T_3 – czas obsługi maszyn i napraw,
- T_4 – czas przerw.

W przypadku zrywki półpodwieszanej wykonanej skiderem czas główny (T_1) jest sumą czasów cząstkowych:

$$T_1 = T_{11} + T_{12} + T_{13} + T_{14} + T_{15}$$

gdzie:

- T_{11} – czas przejazdów,
- T_{12} – czas rozciągania liny,
- T_{13} – czas pracy wciągarki,
- T_{14} – czas przejazdów z ładunkiem,
- T_{15} – czas odczepiania liny i myślowania.

Natomiast czas zrywki nasiębernej przy pomocy forwardera oraz ciągnika rolniczego z przyczepą samozaładowczą podzielono na:

- T_{11} – czas przejazdów,
- T_{12} – czas pracy żurawia – załadunek,
- T_{13} – czas przejazdów z ładunkiem,
- T_{14} – czas pracy żurawia – wyładunek.

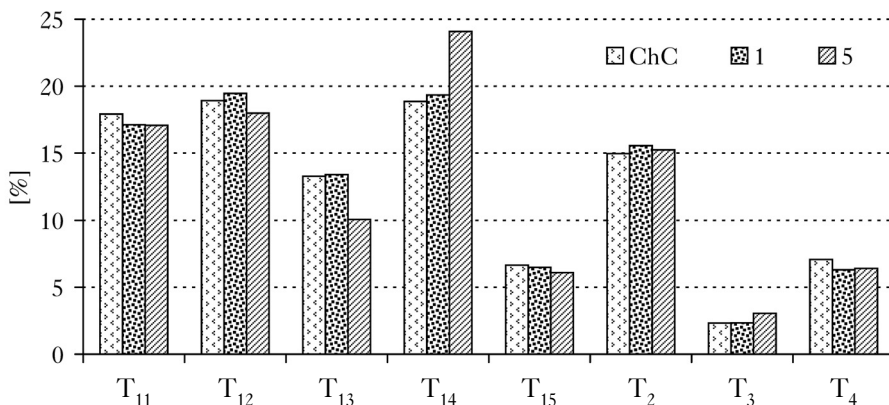
Uzyskane wyniki struktury dnia roboczego z pomiarów metodą chronometrażu stanowiły referencję do wyników otrzymanych za pomocą obserwacji migawkowych. Dla uzyskanych danych obliczono wartość procentową błędu metodą średniej ważonej, a następnie otrzymane dane poddano analizie statystycznej za pomocą jednoczynnikowego testu ANOVA Friedmana. Określono współczynnik zgodności Kendalla dla poziomu istotności $\alpha=0,05$ w celu porównania wielu prób zależnych, ustalając, czy występują istotne statystycznie różnice pomiędzy strukturami dnia roboczego uzyskanymi metodą chronometrażu a obserwacjami migawkowymi. Dodatkowo sprawdzono zmienność błędów procentowych wtórnych dla obserwacji migawkowych za pomocą testu kolejności par Wilcozona, aby porównać dwie próby zależne. Sprawdzone również, czy wystę-

pują różnice między pomiarami w okresie letnim i zimowym. Analizę statystyczną wykonano za pomocą programu Statistica 13 (Dell, Inc.).

Wyniki

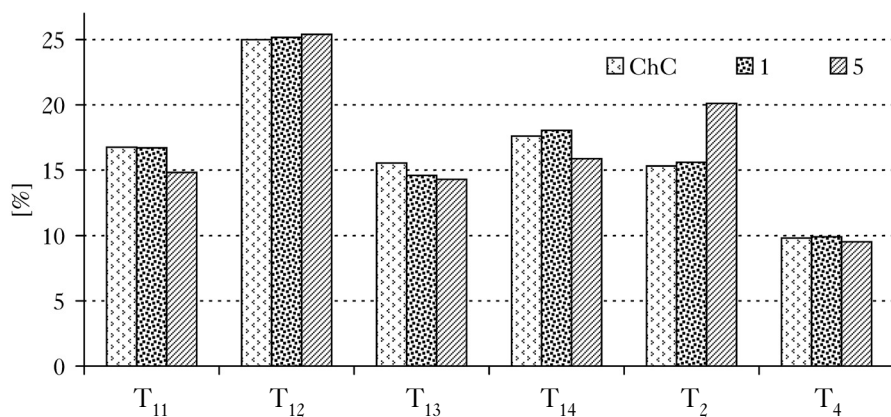
Najwięcej czasu w ciągu dnia roboczego pracy skidera zajmuje rozciąganie liny (T_{12}) oraz czas przejazdów z ładunkiem (T_{14}) (ryc. 1). Związane jest to z trudnym ukształtowaniem terenu o stromym nachyleniu (co wydłuża czas dojścia pracownika do poszczególnych sztuk drewna) oraz ze stosunkowo dużą odległością zrywki. Czas rozciągania liny skidera T_{12} stanowi 18,92% przy chronometrażu ciągłym, 19,46% dla obserwacji migawkowych w interwale 1-minutowym oraz 17,99% w obserwacjach migawkowych w interwale 5-minutowym. Natomiast czas przejazdów z ładunkiem T_{14} zajmuje odpowiednio 18,86, 19,34 oraz 24,09%. W obserwacjach migawkowych o interwale 5-minutowym można zauważyć jeszcze większy udział w frakcji pracy wciągarki skidera, co wynika z faktu, że są to czynności następujące po sobie i niedoszacowanie pierwszej z nich skutkuje nadmiernym udziałem drugiej. Najmniejszy udział w czasie pracy skidera zajmuje czas obsługi maszyn i napraw (T_3), wynoszący od 2,33 do 3,05%, co może sugerować niską awaryjność środka zrywkowego. Czas przerw (T_4) stanowi od 6,31% w 1-minutowych obserwacjach migawkowych do 7,08% w chronometrażu ciągłym, co świadczy o rzetelnym wykonywaniu pracy przez operatorów skidera i ciągników.

Najwięcej czasu w ciągu całego dnia roboczego forwardera lub ciągnika z przyczepą samozaładowczą zajmuje praca żurawia podczas załadunku (T_{12}) (ryc. 2). Czas T_{12} stanowi 34,03% czasu pracy maszyny zrywkowej (chronometraż ciągły), 34,29% przy obserwacjach migawkowych w interwale 1-minutowym oraz 33,57% przy obserwacjach migawkowych w interwale 5-minutowym. Najmniejszym udziałem czasu pracy forwardera lub ciągnika z przyczepą samozaładowczą charakteryzuje się czas przerw (T_4), wynoszący od 12,59 do 13,51%, co może świadczyć o dużej dyscyplinie pracy. Większy udział procentowy czasu pomocniczego (T_2) w obserwacjach 5-minutowych najbardziej widoczny jest w udziale procentowym czasu przejazdów (T_{11}) i czasu pracy żurawia przy wyładunku (T_{14}). Świadczy to o tym, że nie jest zaniżany udział procentowy czynności, które zwykle trwają kilka sekund z dużą częstością (np. T_2).



Ryc. 1.

Udział poszczególnych frakcji czasu pracy skidera w zależności od zastosowanej metody pomiaru
Share of individual fractions of skidder work time depending on the applied measurement method
ChC – chronometraż ciągły, 1 – obserwacje migawkowe 1-minutowe, 5 – obserwacje migawkowe 5-minutowe
ChC – stopwatch time study, 1 – snapshots in 1 minute intervals, 5 – snapshots in 5 minute intervals



Ryc. 2.

Udział poszczególnych frakcji czasu pracy forwadera lub ciągnika z przyczepą samoładowniczą w zależności od zastosowanej metody pomiaru

Share of of individual fractions of work time for forwarder or tractor with self-loading trailer depending on the applied measurement method

oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1

Przy obserwacjach migawkowych w interwale 1-minutowym dla zrywki półpodwieszanej średnia ważona różnic w dokładności pomiaru wyniosła 0,51%, dla zrywki nasiębniernej 0,62%. Dla obserwacji migawkowych w interwale 5-minutowym wynosiła ona odpowiednio 1,88 i 3,39%. Dodatkowo wartości średnich ważonych potwierdzają brak zaniżania udziału czynności trwających krótko. Określanie błędów metodą średniej ważonej jest metodą mało złożoną, w ramach której błędy o przeciwstawnych znakach znoszą się.

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy wynikami uzyskanymi za pomocą wszystkich trzech metod, zarówno dla obserwacji łącznie, jak i w rozbięciu na pomiary letnie i zimowe (tab. 1). Najmniejsze prawdopodobieństwo uzyskano dla wszystkich obserwacji przy zrywce nasiębniernej (0,10274), zaś największą wartość prawdopodobieństwa dla wszystkich obserwacji przy zrywce półpodwieszanej (0,98039). Wszystkie otrzymane wartości prawdopodobieństwa są dalekie od wartości granicznej (0,05), co świadczy o wysokiej dokładności metody obserwacji migawkowych w stosunku do chronometrażu ciągłego.

Również w przypadku porównania zmienności błędów procentowych wtórnych dla obserwacji migawkowych nie stwierdzono istotnych różnic (tab. 2), gdyż najmniejsze prawdopodobieństwo otrzymano dla zrywki nasiębniernej z pomiarów wykonywanych w okresie zimowym (0,24614).

Pomimo braku istotnych statystycznie różnic zmienność obserwacji migawkowych w interwale 5-minutowym jest na tyle duża (ryc. 3), że aby obserwacje te były tak samo dokładne jak obserwacje migawkowe w interwale 1-minutowym, wymagają zwielokrotnienia liczby.

Dyskusja

Wyniki prawdopodobieństw testowych otrzymane dla pomiarów wykonywanych w okresie letnim są wyższe niż prawdopodobieństwa uzyskane dla pomiarów z okresu zimowego. Może to wynikać z trudniejszych warunków pracy – gleba nie jest zmrożona, w związku z czym szlaki zamieniają się w błotniste koleiny, a gęsta szata roślinna spowalnia pracę, co pozwala na dokładniejsze prowadzenie obserwacji.

Tabela 1.

Prawdopodobieństwo testowe (p-value) w porównaniu chronometrażu ciągłego oraz obserwacji migawkowych 1- i 5-minutowych dla pomiarów wykonywanych latem (Lato) i zimą (Zima)

Obtained p-values in comparison of continuous observations and 1- and 5-minute snapshots for measurements carried out in summer (Lato) and winter (Zima)

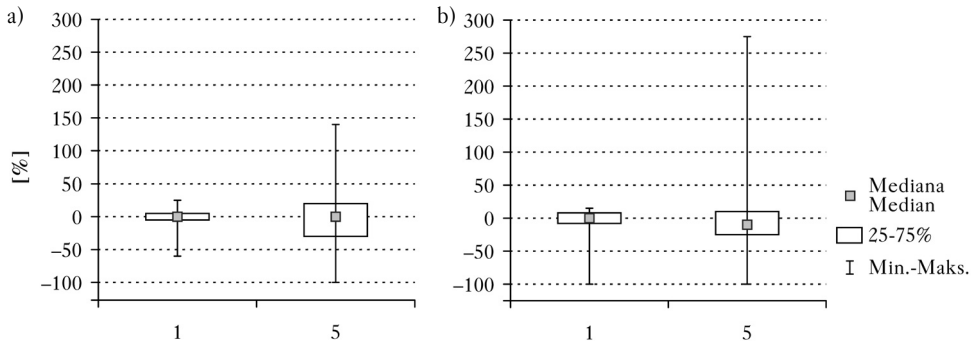
	In total Razem	Lato	Zima
Zrywka półpodwieszona Skidding	0,98039	0,65144	0,56114
Zrywka nasiębierna Forwarding	0,10274	0,51633	0,16146

Tabela 2.

Prawdopodobieństwo testowe (p-value) w porównaniu zmienności błędu procentowego wtórnego dla obserwacji migawkowych wykonywanych latem (Lato) i zimą (Zima)

Obtained p-values in comparison of relative error for snapshot observations carried out in summer (Lato) and winter (Zima)

	In total Razem	Lato	Zima
Zrywka półpodwieszona Skidding	0,70913	0,87335	0,71514
Zrywka nasiębierna Forwarding	0,33694	0,92498	0,24614

**Ryc. 3.**

Zmienność błędu procentowego wtórnego dla obserwacji migawkowych (1 – 1-minutowych, 5 – 5-minutowych) czasu pracy skidera (a) oraz forwardera i ciągnika z przyczepą samoładowniczą (b)

Variability of the relative error for 1- and 5-minute (1 and 5 respectively) snapshot observations for (a) skidder and (b) forwarder/tractor with self-loading trailer working time

W literaturze przedmiotu niewiele jest przykładów badań przeprowadzonych w podobny sposób. Część autorów skupia się na określeniu wydajności zrywki jedynie na podstawie liczbie zerwanych m^3 drewna w ciągu 1 roboczogodziny [Dudek 2010]. Ponadto tylko Suwała i Rządowski [2001] analizowali zrywkę dwuetapową w warunkach górskich. Jednak obrona metodyka opierała się na określeniu ładunku zerwanego w jednostce czasu, jaką jest 8-godzinna zmiana. Podobnie metodycznie badania przeprowadziły Glazar i Maciejewska [2008], ale badały one pracę harwardera, w związku z czym różnice w podziale frakcji czasu pracy uniemożliwiają porównanie uzyskanych wyników.

Można jednak porównać uzyskane wyniki do badań Maksymiaka i Griegera [2008a, b], którzy przeprowadzili podobną analizę, oceniając wydajność pracy forwardera w trakcie trzebieży w warunkach nizinnych. Zauważalne różnice wynikają przede wszystkim z występujących w większym zakresie przejazdów – ich czas wynosi odpowiednio 18,3 oraz 19,1%. Udział czasu przejazdów po ładunek i z ładunkiem jest zdecydowanie niższy niż w badaniach przeprowadzonych na terenie Nadleśnictwa Elbląg, gdzie suma tych frakcji czasu pracy wyniosła około 35% dla zrywki półpodwieszanej i 30% dla zrywki nasiębiejnej. Wynikać to może z faktu, że teren badań był wyjątkowo falisty i sprawiający trudności, a prowadzona zrywka wykonywana była niejednokrotnie na odległość ponad 1000 metrów, ponieważ ukształtowanie terenu uniemożliwiało przemieszczanie się środków zrywkowych inną trasą.

Podobnie jak w badaniach przeprowadzonych przez Szewczyka [2012], czas zapinania i odpinania liny skidera wynosił około 25% efektywnego czasu pracy, jednak badania te były prowadzone w trzebieżach oraz przy usuwaniu śniegołomów. Podobieństwo to może wynikać z faktu, że zrywkę w drzewostanach trzebieżowych – zarówno w warunkach górskich, jak i przy usuwaniu śniegołomów – uznać można za pracę w utrudnionych warunkach. W badaniach przeprowadzonych przez Szewczyka i Stańczykiewicza [2012] wykazano, że udział tej frakcji czasowej dochodzić może nawet do 36%.

Należy jednocześnie zauważyć, że zarówno wydajność pracy, jak i udział poszczególnych frakcji czasu pracy w dużej mierze zależy od doświadczenia pracowników wykonujących zadania na określonej powierzchni [Dvořák i in. 2008].

Otrzymane wyniki skłaniają do kontynuacji badań i zwiększenia liczby obserwacji w celu potwierdzenia dokładności i przydatności obserwacji migawkowych do określania struktury dnia roboczego. Ważne jest również, aby uwzględnić korelację dokładności pomiaru z siedliskiem, wiekiem i składem drzewostanu, złożonością zabiegów hodowlanych i udostępnieniem terenu.

Wnioski

- ✦ Udział poszczególnych frakcji czasu pracy zarówno przy zrywce półpodwieszanej, jak i nasiębiejnej przy przyjętych metodach pomiaru struktury dnia roboczego nie różni się znacząco i świadczy o braku marginalizacji trwających krótko frakcji czasu pracy w stosunku do pozostałych.
- ✦ Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy wynikami struktury dnia roboczego uzyskanymi metodą chronometrażu ciągłego i obserwacjami migawkowymi w interwałach 1- i 5-minutowych. Zdecydowanie mniejsza pracochłonność obserwacji migawkowych i mniejsza możliwość popełnienia błędów pomiarowych (w porównaniu do metody chronometrażu) sprawiają, że mogą one z powodzeniem być wykorzystywane dla określania struktury czasu pracy nie tylko środków zrywkowych, ale także innych operacji związanych z pozyskiwaniem drewna.
- ✦ Ze względu na dużą zmienność wyników otrzymanych dla obserwacji migawkowych w interwałach 5-minutowych należy zwielokrotnić liczbę obserwacji, aby otrzymać taką samą dokładność jak przy obserwacjach migawkowych w interwałach 1-minutowych.

Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania Panu Nadleśniczemu Mariuszowi Potocznemu i pracownikom Nadleśnictwa Elbląg (RDLP Gdańsk) za pomoc w realizacji badań, a członkom Sekcji Użytkowania Lasu Koła Naukowego Leśników Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie za pomoc w pracach pomiarowych.

Literatura

- Dudek T. 2010. Badanie wydajności technologii zrywki drewna w lasach górskich. Część 1. Drzewostany przedrębne. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 58 (5): 25-27.
- Dvořák J., Namiranian M., Majnounian B., Behjou F. K. 2008. Time study and skidding capacity of the wheeled skidder Timberjack 450C in Caspian forests. Journal of Forest Science 54 (4): 183-188.
- Forest work study nomenclature. 1995. Test edition valid 1990-2000. Department of Operation Efficiency, Swedish University of Agriculture Science, Garpenberg.
- Gil W. 1999. Problem wyboru środków do operacji pozyskaniowo-zrywkowych. Sylwan 163 (6): 47-57.
- Glazar K., Maciejewska H. 2008. Struktura czasu i wydajność pozyskiwania i zrywki drewna w drzewostanach sosnowych przy użyciu harwardera Buffalo Dual. Inżynieria Rolnicza 1 (99): 111-118.
- Laurow Z. 1993. Analiza wydajności pracy i struktury dnia roboczego w kierowaniu procesami pozyskiwania drewna. Przegląd Leśniczy 11: 4-6.
- Laurow Z. 1994. Pozyskiwanie drewna i podstawowe wiadomości o jego przerobie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Maksymiak M., Grieger A. 2008a. Analiza wydajności pracy miniforwardera Vimek 606 TT w trakcie zrywki w drzewostanie trzebieżowym. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 46 (5): 5-7.
- Maksymiak M., Grieger A. 2008b. Analiza wydajności pracy przy maszynowym pozyskiwaniu drewna na przykładzie harwestera Valmet 901.3 i forwardera Valmet 840.2. Inżynieria Rolnicza 1 (99): 273-281.
- Plewniak J., Gołąb J. 2017. Gospodarczo-techniczne uwarunkowania procesu projektowania szlaków zrywkowych w lasach górskich. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 1 (1): 85-99.
- Smakuszewski M. 1970. Badanie i mierzenie czasu pracy. Roczny Zaoecny Kurs Organizacji i Normowania Pracy w Przemysle. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Katowice.
- Sosnowski J. 2003. Zasady proekologicznej zrywki drewna w warunkach gospodarki leśnej w górach. Sylwan 147 (5): 58-64. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2003951>.
- Suwała M. 2002. Porównanie zrywki drewna forwarderem i skiderem w drzewostanach podgórskich i górskich. Logistika technickej výroby dreva v Karpatach 9: 251-259.
- Suwała M., Rządowski S. 2001. Wydajność pracy, koszty i uszkodzenia drzew przy pozyskiwaniu drewna w trzebieżach drzewostanów górskich. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa A 1 (911): 85-111.
- Szewczyk G. 2012. Sekwencyjność operacji zrywki w drzewostanach trzebieżowych i pokłeskowych. Nauka Przyroda Technologie 6 (3): 1-10.
- Szewczyk G. 2014. Obserwacje migawkowe w pomiarach pracy przy pozyskiwaniu i zrywce drewna. Sylwan 158 (11): 803-810. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2013143>.
- Szewczyk G., Kulak D., Stańczykiewicz A. 2017. Productivity and Time Consumption of Timber Extraction with a Grapple Skidder in Selected Pine Stands. Croatian Journal of Forest Engineering 38 (1): 55-63.
- Szewczyk G., Stańczykiewicz A. 2012. Model szacowania pracochłonności pozyskiwania drewna w drzewostanach ze śniegłomami. Leś. Pr. Bad. 73 (2): 167-173.
- Wojtanowski T. 2008. Zrywka drewna w warunkach górskich. Praca dyplomowa na Wydziale Leśnym Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Manuskrypt.
- Żurek J., Ciszak O., Cieślak R., Suszyński M. 2006. Metody badania czasu pracy w procesach montażu. Technologia i Automatyzacja Montażu 3: 43-46.