

JERZY KOWALSKI

Nowy sposób określania liczby fotografii dnia roboczego przy badaniach czasu pracy pił mechanicznych

Новый способ определения количества фотографий рабочего дня при исследовании времени работы механических пил

A new method of determination of the number of surveys of the working day at studying the worktime of chain saws

Usprawnienie procesu technologicznego i ocena wykorzystania maszyn i sprzętu mechanicznego wymaga dokładnej analizy ich pracy w sensie określenia struktury poszczególnych rodzajów czasów pracy. W gospodarstwie leśnym problem ten jest szczególnie ważny z uwagi na szeroko wprowadzaną mechanizację poszczególnych operacji procesów produkcyjnych, jak również z uwagi na konieczność stosowania określonego systemu maszyn pozwalających na pełne wykonanie zadań produkcyjnych. Właściwe wykorzystanie sprzętu pozwoli na uzyskanie optymalnych warunków gospodarki. Jednak będzie to miało miejsce dopiero wtedy, gdy znane będą bezsprzeczne dane do określenia granic stosowalności sprzętu mechanicznego. Jednym z etapów prac dążących do uzyskania pełnego obrazu wykorzystania sprzętu w danych warunkach produkcyjnych jest analiza czasu pracy maszyny. W warunkach leśnych problem ten jest o tyle bardziej istotny, że charakter pracy maszyn oraz warunki środowiska w znacznym stopniu wpływają na przebieg procesu technologicznego. Dlatego też, dla pewnych grup warunków pracy i określonych schematów organizacyjnych procesu technologicznego niezbędne jest przeprowadzenie pomiarów różnych rodzajów czasów pracy.

Istnieje wiele metod, za pomocą których można ten cel osiągnąć. Do najbardziej znanych należą: fotografia dnia roboczego, chronometraż ciągły i wyrywkowy oraz metoda obserwacji migawkowych.

Bez wątpienia najdokładniejsze wyniki daje metoda fotografii dnia roboczego. Metody chronometrażu wyrywkowego i obserwacje migawkowe nie mogą być przy większości prac leśnych stosowane z uwagi

na szereg czynników, z których najważniejsze będą: duża trudność w utrzymaniu ram schematu organizacji procesu technologicznego, różna długość cykli pracy, wynikająca z dużej zmienności materiału podanego procesowi pracy, częste przeplatanie się operacji i czynności o bardzo krótkim i bardzo długim czasie trwania. Tymczasem dokładność pomiarów poszczególnych operacji i czynności musi być znaczna. Niekiedy wymaga ona pomiarów do 1 sek. (np. analiza operacji ścinki). I dlatego też, na przykład, wykonanie obserwacji migawkowych przy 1-sekundowych odstępach czasu jest praktycznie niemożliwe.

Jedyną metodą, dającą się zastosować w analizie większości prac leśnych, jest metoda fotografii dnia roboczego. Metoda ta jest jednak bardzo pracochłonna i stosunkowo kosztowna, w porównaniu z innymi metodami i z tego też względu liczbę dni, w których są wykonywane pomiary, należy zmniejszyć do minimum.

W literaturze można znaleźć wiele metod pozwalających na określenie niezbędnej liczby fotografii dnia roboczego. Niewątpliwie najdokładniejszą i najprostszą metodą będzie podana przez R. W o ł k a matematyczna metoda określania niezbędnej liczby fotografii dnia roboczego („Ekonomika i organizacja pracy” nr 10/1965), posługująca się zmodyfikowaną metodą próbkowania C. S t e i n a. Metoda ta jest jednak przystosowana do przemysłowych form pracy i nie może być zastosowana przy wielu pracach leśnych, a przynajmniej jeszcze nie na obecnym etapie mechanizacji i organizacji pracy. W związku z tym podjęto próbę opracowania oryginalnej metody określania liczby dni, w których należy wykonać fotografię dnia roboczego, przystosowaną do specyficznych warunków pracy maszyn w leśnictwie.

Metoda powstała z połączenia dwu działań statystycznych. Pierwsze z nich, to określenie odchylenia standardowego za pomocą obliczonej rozpiętości i tabel podających średnie wartości stosunku rozpiętości do odchylenia standardowego. Drugie, to określenie liczby pomiarów na podstawie odchylenia standardowego, przyjętej dokładności obliczenia średniej i odczytanej z tablic dystrybuanty rozkładu normalnego wartości z .

Metoda została w zasadzie opracowana dla analizy pracy pił mechanicznych, ale należy przypuszczać, że po jej sprawdzeniu może być użyta również i w przypadku innych typów maszyn.

Badania czasu pracy pił wykonywane są zatem w dwu etapach:

- 1) przeprowadzenie próbnej serii pomiarów i określenie na ich podstawie niezbędnej liczby fotografii dnia roboczego;
- 2) wykonanie pełnej serii obserwacji i wyciągnięcie na ich podstawie wniosków.

Wykonanie próbnej serii pomiarów obejmuje przeprowadzenie dwu fotografii dnia roboczego. Wskazane jest, aby wykluczony był z obserwacji pierwszy dzień pracy w badanych warunkach, gdyż, jak wykazały doświadczenia, odbiega on dość znacznie układem i wielkością poszczególnych rodzajów czasów pracy w stosunku do dni pozostałych. Układ czasów pracy, a co za tym idzie i ich ilości, oraz dokładność pomiarów zależą od postawionego celu badań.

Udział poszczególnych czasów pracy dla każdego z obu dni wyraża się wielkością procentową w stosunku do ogólnego czasu pracy w dniu roboczym. Ponieważ wielkości procentów na ogół są mniejsze aniżeli

30%, liczba obserwacji jest niewielka i nie jest znany rozkład populacji czasów, należy więc dane z pomiarów przetransformować w ten sposób, aby miały rozkład zbliżony dostatecznie do rozkładu normalnego. Takie postępowanie jest konieczne z uwagi na oparcie dalszych obliczeń na tablicach dystrybuanty rozkładu normalnego.

Właściwą transformacją tych danych jest transformacja kątowna według sposobu Bliss'a:

$$y = \arcsin \sqrt{x}$$

gdzie

y — kąt,

x — procentowa wielkość danego czasu pracy w dniu roboczym.

Przy przeliczaniu wartości procentowych na kąty można się posługiwać tablicami przeliczeń podanymi w publikacji Jeffers'a (2) lub Włoczewskiego i Kędzierskiego (3).

Z przetransformowanych wartości oblicza się rozpiętość według wzoru:

$$R' = [Y_1 - Y_2]$$

w którym

Y_1 i Y_2 — przetransformowane procenty udziału określonego czasu pracy w pierwszym i drugim dniu.

Z tablic podających średnie wartości stosunku rozpiętości do odchylenia standardowego w próbach losowych pobranych z populacji normalnej (2, 3) otrzymuje się średni stosunek rozpiętości do odchylenia standardowego dla określonej liczby pomiarów, w tym przypadku dla $n = 2$.

Dzielać obliczoną rozpiętość przez odczytaną z tablic wartość stosunku otrzymuje się odchylenie standardowe według wzoru:

$$s = R' : \frac{R}{\delta}$$

w którym:

s — szukane odchylenie standardowe,

R' — rozpiętość,

$\frac{R}{\delta}$ — średnia wartość stosunku rozpiętości do odchylenia standardowego odczytana z tablic.

Dla dwu dni pomiarów wartość $\frac{R}{\delta}$ wynosi 1,13, tak więc powyższy wzór przyjmuje postać:

$$s = \frac{R'}{1,13}$$

Z kolei przyjmuje się dokładność obliczenia średniej w procentach i wartość tę przetransformuje się według podanego już uprzednio wzoru. Przy badaniach pił mechanicznych dokładność tę przyjmuje się najczęściej 10%, co w wartości przetransformowanej wynosi 5,7.

Szukaną liczbę pomiarów oblicza się ze wzoru przytaczanego przez Borowskiego (1):

$$n = \left(\frac{z \cdot s}{d} \right)^2$$

w którym:

- n — szukana liczba pomiarów,
- s — obliczone odchylenie standardowe,
- d — przetransformowana wartość przyjętej dokładności obliczenia średniej,
- z — wartość odczytana z tablic dystrybuanty rozkładu normalnego przy założonym poziomie ufności β . Najczęściej przyjmuje się poziom ufności $\beta = 0,99$. Dla takiego poziomu ufności wartości dystrybuanty $F(z)$ odpowiada $z = 2,58$ (wartość przybliżona).

Określając w ten sposób liczbę niezbędnych dni pomiarów, w ostatecznym wyniku przyjmujemy tę wielkość, która wykazuje największą liczbę dni obserwacji. W przypadku gdy suma procentowych udziałów poszczególnych czasów pracy daje łącznie 100%, a więc obliczenia wykonane są dla wszystkich rodzajów czasów, wartość największą można pominąć, a wziąć pod uwagę wielkość z kolei następną. Ten sposób pozwala na określenie ominiętego czasu pracy z różnicy między całością czasu dnia roboczego a sumą czasów pozostałych i jednocześnie zmniejsza liczbę fotografii dnia roboczego.

Powyższa metoda została wykorzystana w jednym z fragmentów badań spalinowej piły mechanicznej BK-3, które to zastosowanie zostanie podane jako przykład.

Do wykonania analizy pracy piły spalinowej BK-3 należało przeprowadzić, między innymi, pomiary niektórych czasów jej pracy w procesie technologicznym pozyskiwania drewna na zrębie zupełnym. Według schematu organizacyjnego procesu technologicznego, piłą wykonywana była ścinka, okrzesywanie i przerzynka drewna. Należało określić procentowy udział czasu trwania tych operacji w ciągu dnia roboczego i dodatkowo udział czasu przejść i postojów międzyoperacyjnych, obsługi piły oraz przerw organizacyjnych i odpoczynkowych; w sumie 7 grup czasów.

Praca wykonywana była w drzewostanie sosnowym V klasy wieku o średniej pierśnicy 26 cm i średniej wysokości 20 m. Zadrzewienie na powierzchni badawczej wynosiło 0,8, jakość drzew — 2. W podszyciu sporadycznie występował jałowiec.

W czasie prowadzenia obserwacji (w dniach 10—12. II. 1965) temperatura wynosiła średnio ok. -2°C , grubość pokrywy śnieżnej ok. 18 cm.

W ogólnej masie pozyskanej grubizny drewno stosowe stanowiło 5%.

Przy pozyskaniu drewna pracował zespół 4-osobowy, wyposażony w jedną piłę spalinową BK-3 i niezbędne narzędzia ręczne.

Wstępną serią pomiarów objęto dwa dni pracy (10. i 11. II. 1965), będące drugim i trzecim kolejnym dniem pracy na zrębie. Wyniki pomiarów i obliczenia podane są w tabeli 1.

Ponieważ suma czasów obejmuje cały dzień roboczy, jako liczbę dni obserwacji można przyjąć, nie wielkość wynikającą z analizy czasu okrzesywania, lecz z czasu przerw organizacyjnych, czyli 3 dni.

W tabeli 2 przytoczono średni udział poszczególnych rodzajów czasów pracy w ciągu dnia roboczego obliczony na podstawie wyników fotografii 3 dni roboczych.

Obliczenie niezbędnej liczby fotografii dnia roboczego

Nazwa charakterystyki	Symbol	Udział czasu pracy						Przerwy	
		ścinka	okrzesywa- nie	przerzyna- nie	przejścia i postoje	obsługa	odpoczyn- kowe	organiza- cyjne	
Procent dnia pracy	x	16	1	10	5	21	11	36	
10. II. 1965		14	7	10	7	20	12	30	
11. II. 1965									
Przetransformowane									
procenty	$y = \arcsin \sqrt{x}$	23,6	5,7	18,4	12,9	27,3	19,4	36,9	
10. II. 1965		22,0	15,3	18,4	15,3	26,6	20,3	33,2	
11. II. 1965									
Rozpiętość	$R' = [y_1 - y_2]$	1,6	0,6	0,0	2,4	0,7	0,9	3,7	
Stosunek rozpiętości do odchylenia standardowego dla $n = 2$	$\frac{R}{\delta}$				1,13				
Odchylenie standardowe	$s = R' : \delta$	1,42	8,50	0,00	2,12	0,62	0,80	3,27	
Poziom ufności	β				0,99				
Dystrybuanta	$F(z) = \frac{1 + \beta}{2}$				0,995				
Wartość odczytana z tablic dystrybuanty	z				2,58				
Dokładność wyznaczenia średniej	d				1%				
Przetransformowana wartość d					5,7				
Liczba dni obserwacji	$n = \left(\frac{z \cdot s}{d} \right)^2$	0,4	14,8	0,0	0,9	0,1	0,1	2,2	

Tabela 2

Rodzaj czasu pracy	Udział czasu pracy
Ścinka	19
Okrzesywanie	4
Przerzynka	8
Przejścia i postoje międzyoperacyjne	6
Obsługa piły	17
Przerwy organizacyjne	34
Przerwy odpoczynkowe	12
Razem	100

LITERATURA

1. Borowski M. — Wybrane działy ze statystyki matematycznej. Warszawa 1961.
2. Jeffers J.N.R. — Experimental design and analysis in forest research. Stockholm 1960.
3. Włoczewski T., Kędzierski Z. — Metodyka leśnych badań hodowlanych. Warszawa 1965.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 8 grudnia 1966 r.

Краткое содержание

Соответствующее использование механического оборудования в лесном хозяйстве требует, между прочим, проведения анализа его времени работы. Характер времени работы. Характер времени работы можно, точнее всего, определить при помощи фотографии рабочего дня. Из — за специфических условий работы оборудования в лесу была предпринята попытка разработки оригинального метода определения необходимого количества этих фотографий. Заключается он в проведении пробной серии измерений и на основании полученных таким образом результатов проведенных расчета количества фотографий рабочего дня.

Метод был разработан в основном для механических пил, но возможно, что после его проверки может быть использован и по отношению к другим машинам.

Summary

A proper exploitation of mechanical equipment in the forest economy requires, among others, an analysis of their worktime. The character of the worktime can be most exactly determined by means of surveys of the working days. Because of specific working conditions of equipment in the forests, the author has tried to work out an original method of determination of needed number of those surveys. The method consists in performance of an experimental series of measurements and in accounting the number of surveys of the working days, on the base of results obtained in this way.

The method has been worked out in substance for chain saws but, probably, it will be possible to use it after a verification also with other machines.