

KRZYSZTOF LESZCZYŃSKI, MAGDALENA JAŁOWSKA

Podobieństwo stanowisk pracy w cięciach sanitarnych

Similarity of the workstations involved in sanitation felling

ABSTRACT

Leszczyński K., Jałowska M. 2011. Podobieństwo stanowisk pracy w cięciach sanitarnych. Sylwan 155 (7): 437-445.

The aim of the study was to assess the level of occupational risk on the basis of allowable maximum concentration and intensity of factors occurring in the material work environment, and to determine the relationship between the workstation and the variables describing it by drawing similarity maps using multidimensional scaling (MDS) methods. The scope of work involved four manual-mechanical wood harvesting stations characterised by nine ergonomic-technological indicators.

KEY WORDS

forest utilisation, ergonomics, multidimensional scaling

ADDRESSES

Krzysztof Leszczyński ⁽¹⁾ – e-mail: rleszcz@cyf-kr.edu.pl

Magdalena Jałowska ⁽²⁾ – e-mail: Magdalena.Jalowska@lb.g.lasy.gov.pl

⁽¹⁾ Katedra Użytkowania Lasu; Uniwersytet Rolniczy; Al. 29-Listopada 46; 31-425 Kraków

⁽²⁾ Leśny Bank Genów Kostrzyca; Miłków 300; 58-535 Miłków

Wstęp

Specyfika prac leśnych powoduje, że w obrębie systemów pozyskiwania odnotowuje się szereg zróżnicowanych czynników materialnego środowiska pracy. Ich natężenie zależy od pozostającego do dyspozycji wyposażenia technicznego oraz warunków terenowych i drzewostanowych [Stampfer 1997; Sowa, Leszczyński 2000]. W literaturze przedmiotu spotkamy się z licznymi modelami łącznego ujęcia projektowanych i występujących na stanowisku pracy zagrożeń [Sowa 1995; Tytyk 2001; Grzywiński 2003]. Rzadko jednak podejmowana jest próba określenia relacji między obiektami analizowanych danych oraz zmiennymi opisującymi te obiekty.

Jedną z technik eksploracyjnych umożliwiających identyfikację ukrytych zmiennych i wyjaśnienie ich podobieństwa jest skalowanie wielowymiarowe (ang. multidimensional scaling; MDS), które bazuje na pojęciu odległości obiektów i cech w przestrzeni wielowymiarowej zmiennych objaśniających. Wyodrębnienie liczby wymiarów posiada wprawdzie charakter arbitralny, ale ich interpretacja umożliwia zrozumienie procesu wyodrębnienia grup analizowanych cech lub obiektów [van Deun, Delbeke 2009]. W porównaniu do klasycznych metod statystycznych MDS nie wymaga spełnienia założenia normalności rozkładów [Borgatti 1997], a zastosowana technika obliczeniowa umożliwia hierarchizację analizowanych obiektów. Specyfika MDS oraz jej ścisłe powiązanie z m.in. analizą składowych głównych czy analizą korespondencji skłoniły autorów do podjęcia próby wizualizacji podobieństwa stanowisk i wskaźników ergonomiczno-technologicznych w procesie pozyskiwania drewna.

Celem prezentowanych badań była ocena poziomu ryzyka zawodowego w oparciu o wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników materialnego środowiska pracy

oraz określenie relacji między stanowiskami pracy i zmiennymi je opisującymi przez sporządzenie map podobieństwa z wykorzystaniem metod skalowania wielowymiarowego.

Materiał i metody

Zakres prac obejmował cztery stanowiska: S1) ścinka i okrzesywanie drzew, S2) okrzesywanie i wstępna manipulacja, S3) wyróbka i sortowanie sortymentów na składnicy oraz S4) transport ręczny, sortowanie i układanie sortymentów. Na każdym z wyróżnionych stanowisk określono natężenie i stężenie czynników ergonomicznych (hałas, drgania mechaniczne, stężenie tlenu węgla w strefie oddychania, wielkość wydatku energetycznego, obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego) oraz czynniki technologiczne (wydajność, współczynnik wykorzystania czasu pracy).

Ważnym elementem było określenie czasu trwania poszczególnych operacji technologicznych i związanej z nim ekspozycji na analizowane czynniki ergonomiczne. Wykorzystano metodę ciągłego pomiaru czasu pracy. Rejestracja czasu trwania poszczególnych operacji technologicznych odbywała się przy pomocy przenośnego komputera Workabout MX z wykorzystaniem aplikacji „Timing” opracowanej w Katedrze Użytkownicy Lasu i Drewna UR w Krakowie. Dodatkowo obliczono współczynniki wykorzystania czasu operacyjnego

$$K_{02} = \frac{T_1}{T_{02}}$$

i czasu zmiany roboczej

$$K_{07} = \frac{T_1}{T_{07}}$$

gdzie:

- T_1 – efektywny czas pracy,
- T_{02} – czas operacyjny pracy,
- T_{07} – czas zmiany roboczej.

Ocenę akceptowalności ryzyka zawodowego elementów środowiska pracy dokonano w oparciu o trzystopniowy system kategoryzacji ryzyka określony w normie PN-N-1804 [2001], bazujący na krotności przekroczenia dopuszczalnych wartości stężeń i natężeń. Charakterystykę i kryteria klasyfikacji zamieszczono w tabeli 1.

Ocenę narażenia operatorów na hałas przeprowadzono wykorzystując dozymetr DM-50 firmy Sonopan. Mikrofon umieszczono w odległości 10 cm od prawego ucha operatorów. Sposób pomiaru i obliczeń hałasu na stanowiskach pracy dokonano według zaleceń normy PN-ISO-1999 [2000]. Na podstawie uzyskanych danych określono równoważny poziom dźwięku A [dB] odniesiony do 8-godzinnej dnia pracy:

Tabela 1.

Charakterystyka systemu kategoryzacji ryzyka
Characteristics of risk categorization system

Wielkości charakteryzujące narażenie (N)	Ryzyko	
$N < 0,5 N_{\max}$	małe	akceptowalne
$N_{\max} \geq N \geq 0,5 N_{\max}$	średnie	akceptowalne, jednak zaleca się podjęcie działań celem zmniejszenia narażenia
$N > N_{\max}$	duże	nieakceptowalne; należy podjąć natychmiastowe działania celem zmniejszenia do poziomu akceptowalnego

$$L_{EX,sh} = L_{Aeq, T_e} + 10 \cdot \log_{10} \frac{T_e}{480}$$

gdzie:

L_{Aeq, T_e} – równoważny poziom dźwięku z łącznego czasu przeprowadzenia pomiarów T_e [min].

Ocenę narażenia na tlenek węgla (CO) wykonano z zastosowaniem dozymetrii indywidualnej przyrządem Pac III E firmy Dräger. Średnie stężenie gazów określono przez bezpośredni pomiar w strefie oddychania, tj. w przestrzeni do 30 cm od ust pracownika. Pomiar i ocenę stężenia CO przeprowadzono zgodnie z zaleceniami metodycznymi Centralnego Instytutu Ochrony Pracy [Gromiec 2004]. Określono wartości stężenia średniego ważonego [mg/m³] dla 8-godzinnego dnia pracy:

$$c_w = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot t_i}{480}$$

gdzie:

c_i – średnie stężenie substancji oznaczone w okresie pomiarowym t_i .

Narażenie pracowników na drgania mechaniczne oceniano na podstawie wartości równoważnej drgań określającej wartość ważoną przyspieszenia [m/s²] w odniesieniu do pełnej zmiany roboczej (480 minut). Obliczenia przeprowadzono zgodnie z zaleceniami zawartymi w opracowaniu Koton i Harazin [2000] według wzoru:

$$a_{w,eq} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (a_{w,sm})_i^2 \cdot t_i}}{480}$$

gdzie:

$a_{w,sm}$ – ważne przyspieszenie drgań deklarowane przez producenta,

t_i – czas ekspozycji na drgania [min],

n – liczba próbek.

Analizę obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego wykonano metodą OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) polegającą na klasyfikacji postawy jako kombinacji położenia pleców, ramion, nóg i obciążenia zewnętrznego [Koradecka 1997]. Określono częstość występowania danej pozycji oraz jej udział w czasie zmiany roboczej. W celu określenia łącznego obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego obliczono wskaźnik Lundquista [Löffler 1992]:

$$I_{Lq} = K_1 + 2K_2 + 3K_3 + 4K_4$$

gdzie:

K_i – oznacza udział i -tej kategorii pozycji [%].

Wydatek energetyczny na pracę wyznaczono metodą chronometrażowo-tabelaryczną Lehmana [Koradecka, Bugajska 1998] sumując iloczyn jednostkowego wydatku energetycznego i czasu trwania czynności. W zastosowanej metodzie wartość jednostkowego wydatku energetycznego stanowi suma wartości wynikających z utrzymywanej pozycji ciała oraz zaangażowanych mięśni.

Pozyskiwanie drewna realizowano w okresie letnim w terenie górskim Beskidu Żywieckiego na poziomie ręczno-maszynowym w systemie drewna długiego. Zespół roboczy składał się z czterech osób w wieku 35-40 lat, realizujących cięcia przygodne w drzewostanach świerkowych V klasy wieku. Pomiarami objęto pracę w drzewostanie i na składnicy. W czasie, gdy na jednej działce roboczej pierwszy pracownik wykonywał ścinkę drzew i korowanie pni, drugi okrzesał na sąsiedniej obalone drzewa. Pierwszy operator wykonywał okrzesywania po zakończeniu ścinki wszystkich wyznaczonych na działce drzew. Praca na składnicy przyrębowej również realizowana była przez dwuosobową grupę roboczą. Jeden z pracowników prowadził

wyróbkę, a drugi układał sortymenty stosowe. W procesie pozyskania drewna operatorzy posługiwali się narzędziami ręcznymi (siekiera, kliny) oraz pilarką łańcuchową Husqvarna 357 XP (3,2 kW). Łącznie obserwacje objęły 24 dni robocze (sesje pomiarowe).

Wyniki

Przeciętny czas trwania sesji pomiarowej wahał się od 4,3 do 7,2 godzin roboczych (tab. 2). Największą wydajność operacyjną ($W_{02}=13 \text{ m}^3/\text{h}$) stwierdzono na stanowisku 1 (ścinka i okrzesywanie). Jednocześnie dla tego stanowiska określono najmniejszą wartość współczynnika wykorzystania czasu operacyjnego ($K_{02}=0,38$). Pozostałe stanowiska charakteryzowały się przeciętną wydajnością operacyjną rzędu 6-7,5 m^3/h przy wartości współczynnika wykorzystania czasu operacyjnego wynoszącym około 0,7. Na każdym z analizowanych stanowisk występuje przynajmniej jeden czynnik środowiska pracy na poziomie nieakceptowanym (tab. 3).

Poszczególne zmienne opisujące stanowisko pracy charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem, a uzyskane rozkłady prawdopodobieństwa niejednokrotnie są odmienne od normalnego. Dlatego też w dalszej części analizę przeprowadzono z wykorzystaniem metod skalowania wielowymiarowego. Charakterystyczną cechą analizy podobieństwa jest jej dualizm [Hyk, Stojek 2000]. Dlatego też w pracy przeprowadzono analizę następujących aspektów:

- podobieństwo obiektów (stanowisk) względem wartości cech,
- podobieństwo cech (wskaźników ergonomiczno-technologicznych) przy danym zestawie obiektów.

Pierwszym elementem skalowania wielowymiarowego było poszukiwanie ograniczonej, a zarazem sensownej liczby wymiarów, które najlepiej opisywałyby analizowane zmienne. W tym celu przeprowadzono analizę wartości „stress” (ryc. 1). Test ospiska wskazuje, że należy przyjąć

Tabela 2.

Statystyki pozycyjne analizowanych zmiennych na poszczeg. stanowiskach pracy (x_{sr} ; $P(x_1 < x_{\text{sr}} < x_2)=0,95$)
Position statistics of the analysed variables at individual workstations (x_{mean} ; $P(x_1 < x_{\text{mean}} < x_2)=0,95$)

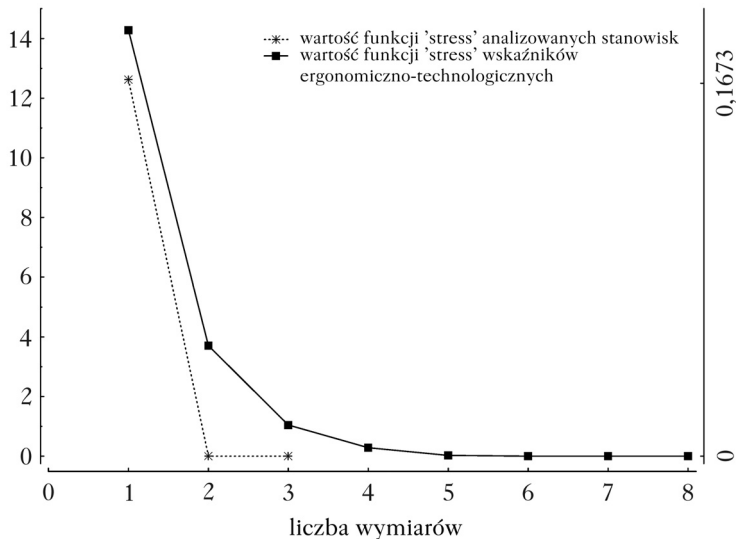
	S1	S2	S3	S4
n	7	9	5	3
Czas pracy	426,4; <329,6; 523,1>	431,5; <372,5; 490,6>	315,1; <130,1; 500,0>	259,4
L_{EXsh}	95,6; <94,5; 96,7> (ryzyko duże)	95,3; <94,7; 95,9> (ryzyko duże)	94,4; <91,3; 97,4> (ryzyko duże)	75,0; (ryzyko małe)
a_{weq}	2,16; <1,71; 2,6> (ryzyko średnie)	2,93; <2,71; 3,15> (ryzyko duże)	1,81; <1,21; 2,42> (ryzyko średnie)	0,19; <0,19; 0,19> (ryzyko małe)
c_w	11,1; <8,1; 14,2> (ryzyko małe)	8,3; <7,2; 9,4> (ryzyko małe)	8,4; <2,2; 14,6> (ryzyko małe)	0,0; (ryzyko małe)
I_{Lq}	204,3; <192,3; 216,3> (ryzyko średnie)	222,6; <216,9; 228,2> (ryzyko średnie)	161,8; <154,6; 169> (ryzyko małe)	162,7; <137,8; 187,5> (ryzyko małe)
W_{Esh} [kJ]	8815,1; <8312,7; 9317,4> (ryzyko duże)	8244,0; <7513; 8975> (ryzyko duże)	5705,2; <4310; 7100> (ryzyko małe)	5972,1; <3255; 8689> (ryzyko duże)
K_{02}	0,38; <0,31; 0,46>	0,68; <0,63; 0,74>	0,70; <0,60; 0,80>	0,66; <0,31; 1,01>
K_{07}	0,31; <0,25; 0,37>	0,55; <0,51; 0,58>	0,36; <0,26; 0,46>	0,29; <0,07; 0,51>
W_{02} [m^3/h]	13,01; <9,36; 16,67>	7,42; <5,77; 9,08>	6,00; <4,11; 7,89>	6,81; <5,03; 8,58>
W_{07} [m^3/h]	10,70; <7,89; 13,51>	6,42; <4,71; 8,13>	2,98; <2,09; 3,87>	3,19; <1,12; 5,26>

Tabela 3.

Współrzędne położenia wskaźników ergonomiczno-technologicznych
Coordinates for ergonomic-technological indicators

Wskaźnik	Wymiar 1	Wymiar 2	Wymiar 3
L_{EX8h}	0,2495	-0,0993	-0,8997
a_{weq}	0,6801	-0,6330	0,8383
C_w	-0,9416	0,4131	0,3640
I_{Lq}	-0,8473	-0,7587	-0,4443
WE_{8h}	0,0675	1,1529	0,3283
K_{02}	-0,0222	-0,1356	0,2079
K_{07}	0,0616	0,6829	-0,4065
W_{02}	-0,3386	-0,5299	0,2692
W_{07}	1,0911	-0,0924	-0,2574

D*: Surowy stress =2,5480; Alienacja =0,1767; D^: Surowy stress =1,0478; Stress =0,1137



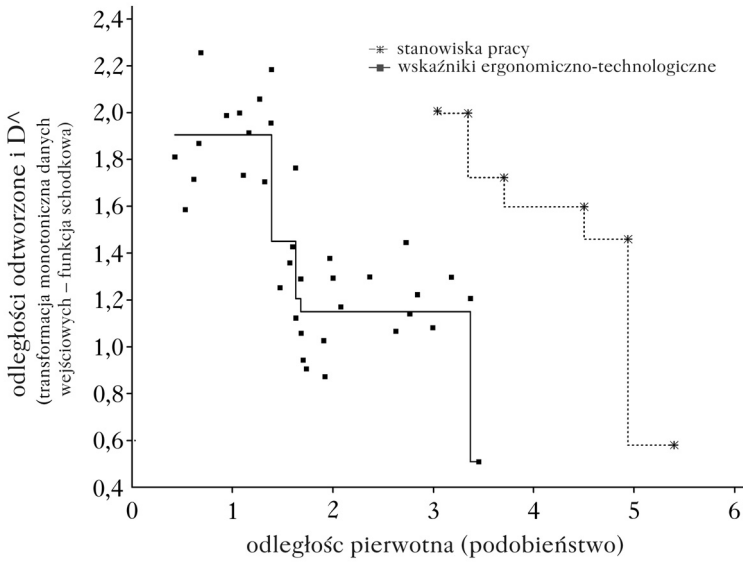
Ryc. 1.

Wykres osypiska miary dobroci dopasowania
Scree diagram of the measure of goodness of fit

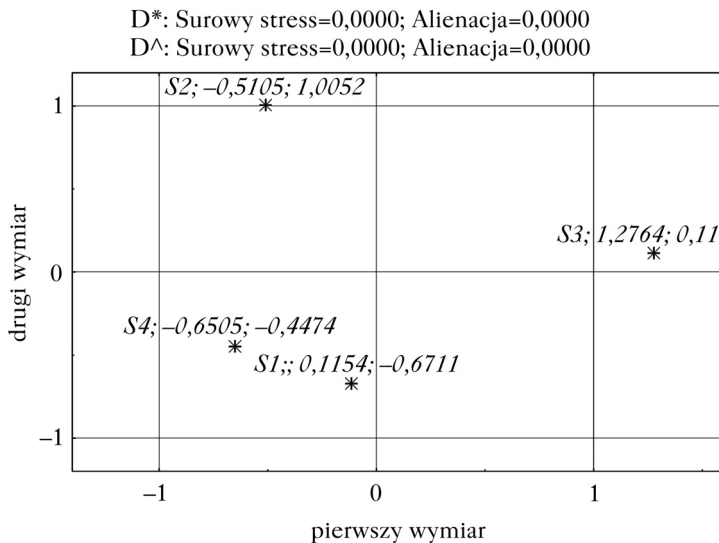
2 wymiary dla stanowisk oraz 3 wymiary dla wskaźników. Zwiększenie liczby wymiarów w niewielkim stopniu wpływa na spadek miary dobroci dopasowania, dlatego też dalsze obliczenia przeprowadzono dla wyznaczonej konfiguracji. W drugiej części analiz określono zależność odległości odtworzonych względem ich pierwotnego podobieństwa. Linia krokowa wykreślona na diagramie Sheparda (ryc. 2) przedstawia wartości transformacji monotonicznej danych wejściowych. W przypadku stanowisk odległości odtworzone dokładnie pokrywają się z wyznaczoną linią krokową. Wynik ten wskazuje, że porządek rangowy podobieństwa został dokładnie odtworzony w przyjętym modelu dwuwymiarowym. Natomiast trójwymiarowy model wskaźników ergonomiczno-technologicznych cechują odchylenia od linii krokowej, informując tym samym o mniejszej poprawności dopasowania.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wykonanie ostatniego etapu skalowania wielowymiarowego, które obejmowało sporządzenie wykresów rozrzutu oraz analizę uzyskanych układów

geometrycznych [Borg, Groenen 1997]. Analiza mapy podobieństwa stanowisk (ryc. 3) wskazuje na wyraźną polaryzację. Najmniejszą odległość (0,58) stwierdzono między stanowiskiem S1 (ścinka i okrzesywanie) i S4 (transport ręczy, sortowanie i układanie sortymentów). Z kolei stanowiska: S3 (wyróbka i sortowanie sortymentów na składnicy), S2 (okrzesywanie i wstępna manipulacja) i S4 tworzą charakterystyczny układ w postaci trójkąta równoramiennego o pod-



Ryc. 2.
Diagram Sheparda
Shepard's diagram



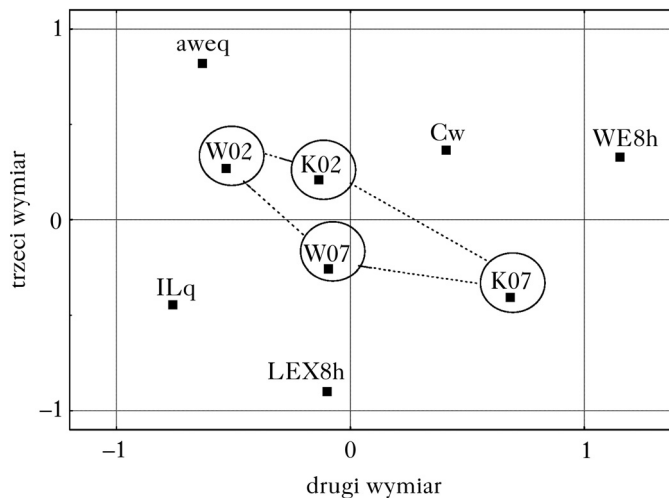
Ryc. 3.
Mapa podobieństwa stanowisk
Map of the similarity of workstations

stawie 1,46 (S2, S4) i bokach o długości 1,997 (S3, S2) i 2,007 (S3, S4). Położenie S3 w naprzeciwległej ćwiartce układu współrzędnych w stosunku do pozostałych stanowisk charakteryzuje wyraźny kontrast do S2 i S4 przy równorzędnych odległościach.

Wyniki konfiguracji wskaźników ergonomicznych i technologicznych cechuje rozproszenie przestrzenne. Jednakże wartości poszczególnych wymiarów, opisujące położenie wskaźników technologicznych, są znacznie mniejsze od współrzędnych wskaźników ergonomicznych (tab. 3). Własność ta wskazuje na centralne i stosunkowo bliskie położenie wskaźników technologicznych w przeciwieństwie do rozmieszczenia wskaźników ergonomicznych. Uzyskany układ pozwala wysunąć wniosek, że wskaźniki technologiczne tworzą odrębną grupę skoncentrowaną wokół początku układu (ryc. 4). Rozproszenie wskaźników ergonomicznych w różnych częściach prezentowanego układu współrzędnych informuje o małym ich podobieństwie. Skutkiem tego jest ograniczona możliwość redukcji przestrzeni. Uzyskane wyniki wskazują więc na potrzebę analizy szerokiego spektrum czynników opisujących stanowiska pracy w procesie pozyskiwania drewna, gdzie nadrzędną rolę powinny pełnić elementy ergonomiczne. Istniejącą możliwość hierarchizacji stanowisk opisanych przez zestaw cech można wykorzystać do różnicowania zaszerzegowania np. stawek płac czy też grup utrudnień.

Wnioski

- ✦ Analizowane wskaźniki ergonomiczne charakteryzuje duże zróżnicowanie w obrębie badanych stanowisk. Przyjmując założone kryterium dopuszczalności ryzyka należy przyjąć, że na analizowanych stanowiskach ryzyko zawodowe jest duże. Wskazuje to na konieczność podjęcia działań techniczno-organizacyjnych w celu jego zmniejszenia do poziomu akceptowalnego.
- ✦ Mapa liniowa podobieństwa wskazuje na wyraźną polaryzację stanowisk. Najmniejszą odległość, a tym samym największe podobieństwo, stwierdzono między stanowiskiem S1 (ścinka i okrzesywanie) i S4 (transport ręczy, sortowanie i układanie sortymentów). Fakt ten wynika z dużego wydatku energetycznego oraz zmienności wskaźników technologicznych (wykorzystania czasu pracy) i obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego (indeks Lundqvista).



Ryc. 4.

Wykres rozrzutu wskaźników ergonomiczno-technologicznych w przekroju dwuwymiarowym
Scatter plot of ergonomic-technological indicators in a two-dimensional aspect

- ✦ Analiza wykresów rozrzutu wskazuje na bliskie sąsiedztwo wskaźników technologicznych, które tworzą grupę umieszczoną centralnie w otoczeniu wskaźników ergonomicznych.
- ✦ Przeprowadzony test ospiska dla grupy wskaźników ergonomiczno-technologicznych wskazuje na możliwość redukcji z 8 do 3 wymiarów wyjaśniających znaczną część zaobserwowanej zmienności. Jednakże w świetle prezentowanych wyników ich identyfikacja pozostaje nadal niejednoznaczna.
- ✦ Największą wydajność operacyjną ($W_{02}=13 \text{ m}^3/\text{h}$) stwierdzono na stanowisku ścinka i okrzesywanie, jednocześnie przy najmniejszej wartości współczynnika wykorzystania czasu operacyjnego ($K_{02}=0,38$). Pozostałe stanowiska charakteryzowały się przeciętną wydajności operacyjną rzędu 6-7,5 m^3/h , a wartość współczynnika $K_{02}\approx 0,7$.

Literatura

- Borg I., Groenen P. 1997. Modern multidimensional scaling: theory and applications. Springer.
- Borgatti St. P. 1997. Multidimensional Scaling. Geneva.
- van Deun K., Delbeke L. 2009. Multidimensional Scaling. Open and Distance Learning, University of Leuven.
- Gromiec P. 2004. Pomiary i ocena stężeń czynników chemicznych i pyłów w środowisku pracy. Wytyczne i zalecenia. CIPO, Warszawa.
- Grzywiński W. 2003. Wpływ zastosowanej techniki i technologii na poziom humanizacji pracy w leśnictwie. Praca doktorska – maszynopis, Katedra Użytkowania Lasu, Akademia Rolnicza w Poznaniu.
- Hyk W., Stojek Z. 2000. Analiza statystyczna w laboratoriach analitycznych. KCh PAN,
- Koradecka D. 1997. Bezpieczeństwo pracy i ergonomia. CIOP, Warszawa.
- Koradecka D., Bugajska J. 1998. Ocena wielkości obciążenia pracą fizyczną na stanowiskach roboczych. CIOP, Warszawa.
- Koton J., Harazin B. 2000. Skutki zdrowotne zawodowego narażenia na drgania miejscowe. Wytyczne postępowania profilaktycznego. CIOP, Warszawa.
- Löffler H. 1992. Arbeitswissenschaft für Studierende der Forstwirtschaft. Lehrstuhl für forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der Universität München.
- PN-ISO-1999. 2000. Akustyka. Wyznaczenie ekspozycji na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem. PKN, Warszawa.
- PN-N-1804. 2001. Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wytyczne. PKN, Warszawa.
- Sowa J. M. 1995. Badania nad określeniem modeli funkcji stanu zagrożeń od drgań mechanicznych pilarek spalonych w procesie pozyskania drzew. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 205: 87-100.
- Sowa J. M., Leszczyński K. 2000. Zmiany w poziomie zagrożeń operatorów maszyn przy pozyskiwaniu drewna. Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu, 30-31 marca 2000, Sękocin. 412-425.
- Stamper K. 1997. Humanisierungsmöglichkeiten bei der Waldarbeit im Gebirge. AFZ, Der Wald 13: 700-702.
- Tytyk E. 2001. Projektowanie ergonomiczne. WN PWN, Warszawa-Poznań.

SUMMARY

Similarity of the workstations involved in sanitation felling

The aim of the study was to assess the level of occupational risk on the basis of allowable maximum concentration and intensity of factors occurring in the material work environment, and to determine the relationship between the workstation and the variables describing it by drawing similarity maps using multidimensional scaling multidimensional scaling (MDS) methods. The scope of the study involved a group of workers carrying out manual and mechanical sanitation felling in spruce stands at following stations: 1) felling and delimiting of trees, 2) delimiting and preliminary lumbering, 3) bucking and sorting of timber assortments in a storage yard, 4) handling, sorting and bunching of assortments.

Ergonomic factors (exposure to noise, vibration rate, concentration of carbon oxide, load on the musculoskeletal system, energy expenditure) and technical indicators (use of work time,

productivity) were the input data for analysis. In the first part of the analysis, it was shown that at workstations 1, 2 and 3, the level of risk due primarily to the presence of physical factors (mechanical vibration, noise) was too high (unacceptable). The ergonomic indicators characterising workstation 4 point to the need to reduce the load on the musculoskeletal system and the strains resulting from heavy physical work.

In the second part, an analysis of similarity of workstations and ergonomic-technical indicators was carried out. The resulting measures of goodness of fit for the 'stress' function and the performed scree test reveal that there are two hidden dimensions for the objects (workstations) and three for the analysed indicators (characteristics). The reduction of the number of dimensions facilitated graphical presentation of results. The prepared scatter plots (adjusted location maps) of the objects feature close proximity (similarity) of workstations 1 and 4. The analysis of characteristics indicates central tendency of technical indicators and dispersion of ergonomic indicators.