

WITOLD GRZYWIŃSKI, TOMASZ JELONEK, ARKADIUSZ TOMCZAK

Obciążenie fizyczne na stanowiskach leśniczego i podleśniczego*

Physiological workload at forester and deputy forester workstations

ABSTRACT

Grzywiński W., Jelonek T., Tomczak A. 2019. Obciążenie fizyczne na stanowiskach leśniczego i podleśniczego. Sylwan 163 (10): 811-819. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2019074>.

The paper presents the study of physiological workload at forester and deputy forester workstations in 62 forest districts located all over Poland. The research was carried out on the sample group of 185 foresters and 167 deputy foresters in the course of one week (Monday-Friday) in each season of the year. The sample group was selected based on the unit's management difficulty degree and personal job seniority. The measurement of heart rate (HR) was used to assess workers' physiological workload. HR telemetric measurement was carried out by the means of wireless physical activity monitors ActiGraph GT9X and Polar WearLink H7. Every heart beat was recorded (beat-to-beat). ActiLife v. 6.11 software was used for data analysis. On the basis of mean HR the value of minute net energy expenditure (NEE) was calculated. The overall mean HR amounted to 85.0 bpm for foresters, and 93.1 bpm for deputy foresters. These values classify work of forester as light, whereas that of deputy forester in the category of moderate work. The similar level of mean HR values was recorded in particular unit's management difficulty degree and job seniority groups, especially at forester's position. A higher diversity of HR was noticed in seasons. The mean HR values of foresters and deputy foresters in particular unit's management difficulty degree and job seniority classes were significantly different ($p < 0.05$), whereas there were not statistically significant differences in HR for these factors at the same workstation. The overall mean minute NEE at forester's position amounted to 8.2 kJ/min and 11.5 kJ/min at deputy forester's position. The minute NEE as a derivative of HR differed slightly in unit's management difficulty degree and job seniority groups. Higher differences of NEE were observed in particular seasons. On the basis of the minute NEE, the energy cost of workshift (8h) was calculated. At the forester workstation it amounted to 4000 kJ (955 kcal) and at deputy forester's to 5500 kJ (1313 kcal), on average. Energy expenditure classify both workstations in the category of moderate work. At forester's workstation the highest NEE on the workday was recorded in winter (4560 kJ) and the lowest in summer (3744 kJ), while at deputy forester's the highest NEE was noticed in spring (5856 kJ) and the lowest in winter (4992 kJ).

KEY WORDS

heart rate, energy expenditure, work heaviness, forester, deputy forester

*Badania zrealizowano w ramach tematu „Analiza obciążenia pracą i narażenia na czynniki szkodliwe i uciążliwe na stanowiskach pracy leśniczego i podleśniczego” (nr 32/14) finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych w Warszawie.

ADDRESSES

Witold Grzywiński – e-mail: witold.grzywinski@up.poznan.pl
 Tomasz Jelonek, Arkadiusz Tomczak

Wydział Leśny, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

Wstęp

Analiza piśmiennictwa wykazuje wyraźną dysproporcję między badaniami obciążenia pracą przeprowadzonymi wśród pracowników poszczególnych sektorów leśnictwa: prywatnego (stanowiska robotnicze) i publicznego (stanowiska nierobotnicze). Zdecydowanie więcej uwagi poświęcono stanowiskom robotniczym, na których analizowano zarówno strukturę czasu pracy, jak i obciążenia fizyczne, psychiczne oraz środowiskowe. Wiele z tych stanowisk, szczególnie związanych z pozyskiwaniem drewna (np. drwal, operator harwestera), było przedmiotem licznych badań pozwalających na kompleksową ocenę obciążenia pracą [Hagen i in. 1993; Sowa 1995; Sowa, Leszczyński 2000; Grzywiński 2004, 2017; Çalişkan, Çağlar 2010; Grzywiński i in. 2016].

Wysiłek fizyczny jest podstawową formą aktywności człowieka we wszystkich obszarach jego działalności. Powoduje pobudzenie układu mięśniowo-szkieletowego (umożliwiającego wykonywanie ruchów i przemieszczanie się) oraz układów krążenia i oddychania (odpowiedzialnych za dostarczanie tlenu i składników energetycznych do pracujących mięśni). W czasie wysiłku fizycznego dochodzi do przemian energetycznych, których miarą jest wydatek energetyczny (WE). Jest on definiowany jako ilość energii wydatkowana przez organizm podczas wykonywania określonych czynności roboczych. Wartość wydatku energetycznego netto (WEN) jest często stosowanym kryterium oceny stopnia ciężkości pracy [Konarska 1985; Koradecka, Bugajska 1998; Åstrand i in. 2003].

W publicznym sektorze leśnictwa praktycznie nie prowadzono do tej pory badań dotyczących oceny obciążenia fizycznego pracą na stanowiskach nierobotniczych, na których w 2016 roku zatrudnionych było 23,3 tys. osób z 25,7 tys. zatrudnionych ogółem [Lasy... 2017]. Najliczniejszą grupę pracowników w tym sektorze stanowią leśniczowie i podleśniczowie – ich liczbę szacuje się na 10,5 tys. osób. Nowacka [2012] w ramach badań grupy leśniczych pytała o subiektywnie odbieraną ciężkość pracy, określaną w 5-stopniowej skali. Żaden z badanych nie określił swojej pracy jako lekkiej, natomiast 29% uznało ją za ciężką. Zaprezentowane dane mają jednak ograniczoną możliwość interpretacji ze względu na brak kryteriów oceny ciężkości pracy.

Celem badań było poznanie poziomu obciążenia fizycznego na stanowiskach leśniczego i podleśniczego oraz ustalenie ciężkości pracy. Uzyskane wyniki mogą być również wykorzystane przez jednostki Lasów Państwowych do weryfikacji zasadności wydawania posiłków profilaktycznych na badanych stanowiskach.

Materiał i metody

WYBÓR PRÓBY BADAWCZEJ. Wybór próby badawczej przeprowadzono dwuetapowo. W pierwszym etapie wykorzystano opracowaną przez Instytut Badawczy Leśnictwa (IBL) w Sękocinie Starym klasyfikację stopnia trudności gospodarowania leśnictwem (STG) [Kocel i in. 2015]. Jest to jedyny wymierny wskaźnik opisujący wszystkie leśnictwa w kraju na podstawie jednolitych założeń metodycznych [Kocel i in. 2012]. Na podstawie średniej arytmetycznej oraz wartości odchylenia standardowego (\pm SD) leśnictwa zostały przydzielone do jednej z 3 kategorii trudności: STG mniejsze niż 11,71, STG od 11,71 do 20,02 oraz STG większe niż 20,02. Następnie wytypowano nadleśnictwa, w których występowała koncentracja leśnictw z poszczególnych kategorii STG.

W drugim etapie uzyskano z wytypowanych nadleśnictw dane dotyczące wieku i stażu pracy pracowników z leśnictw przypisanych do poszczególnych kategorii STG. Pod uwagę brano osoby zatrudnione na stanowisku leśniczego lub podleśniczego przynajmniej od roku. Przyjęto, że taki okres czasu jest niezbędny do uzyskania odpowiedniego doświadczenia zawodowego. Wytypowano 3 zbliżone liczebnie grupy leśniczych i podleśniczych: o stażu pracy od 1 roku do 9 lat, od 10 do 19 lat oraz 20 lat i więcej.

Badania przeprowadzono na grupie 462 leśniczych i podleśniczych we wszystkich 17 regionalnych dyrekcjach Lasów Państwowych, w 62 nadleśnictwach. Wytypowana grupa objęła 21 leśniczych z leśnictw jednoosobowych (4,5%) oraz 222 leśniczych (48,1%) i 219 podleśniczych z leśnictw o obsadzie dwuosobowej (47,4%). Do oceny obciążenia fizycznego pracą na podstawie reakcji układu krążenia wykorzystano dane uzyskane z pomiarów na próbie 185 leśniczych i 167 podleśniczych (tylko mężczyźni). Ze względu na małą reprezentację leśniczych gospodarujących w leśnictwach jednoosobowych nie wyodrębniano ich w dalszej analizie w oddzielną grupę, lecz potraktowano wszystkich leśniczych łącznie. Pomiar tętna prowadzono jednocześnie z pomiarem czasu pracy w każdej porze roku w ciągu jednego tygodnia roboczego (poniedziałek-piątek). Przyjęto meteorologiczny podział na pory roku [Trenberth 1983]. W przypadku leśnictw dwuosobowych obie osoby były badane w tym samym czasie.

POMIAR CZĘSTOŚCI SKURCZÓW SERCA. Obciążenie fizyczne na badanych stanowiskach oceniono, wykorzystując metodę pośrednią, opartą na pomiarze częstości skurczów serca (Heart Rate – HR). Reakcja układu krążenia jest parametrem często wykorzystywanym do oceny kosztu fizjologicznego i wydatku energetycznego podczas pracy, a sama metoda pomiaru nie utrudnia wykonywania czynności roboczych i nie ingeruje w przebieg pracy, w przeciwieństwie do metod gazometrycznych [Makowiec-Dąbrowska i in. 2000; Åstrand i in. 2003; Valanou i in. 2006; Warren i in. 2010; Kolus i in. 2016]. Przy wyborze metody pomiarowej kierowano się głównie charakterem pracy oraz możliwością jednoczesnego prowadzenia pomiaru na dużej grupie pracowników przez dłuższy czas.

Częstość skurczów serca w czasie pracy rejestrowano telemetrycznie w sposób ciągły z zastosowaniem monitorów aktywności fizycznej ActiGraph GT9X oraz nadajników Polar WearLink H7 (Polar Oy). Nadajnik na elastycznym pasku umieszczany był na klatce piersiowej badanej osoby, natomiast odbiornik w formie zegarka zakładany na nadgarstek ręki niedominującej. Rejestrowano wszystkie uderzenia serca (beat-to-beat). Do analizy danych wykorzystano oprogramowanie ActiLife v. 6.11 oraz pakiet Excel.

USTALENIE WYDATKU ENERGETYCZNEGO. Istnienie ścisłej korelacji pomiędzy wielkością metabolizmu i stopniem obciążenia układu krążenia umożliwia oszacowanie wydatku energetycznego na podstawie częstości skurczów serca [Nielsen, Meyer 1987; Makowiec-Dąbrowska 1999; Makowiec-Dąbrowska i in. 2000; Garet i in. 2005]. W zakresie wydatku energetycznego 2,0-10,0 kcal/min zależność pomiędzy częstością skurczów serca a zużyciem tlenu (wydatkiem energetycznym) jest liniowa, bez istotnych zmian nachylenia tej linii [Makowiec-Dąbrowska 1999]. Do obliczenia wydatku energetycznego wykorzystano wzór zaproponowany przez Payne'a i in. [1971] dla mężczyzn niewytrenowanych (nieuprawiających sportu):

$$WE = 0,0979 \cdot B - 5,36 \text{ [kcal/min]} \quad [1]$$

gdzie:

B – średnia częstość skurczów serca [ud./min].

Z powyższego wzoru otrzymano wielkość minutowego wydatku energetycznego brutto (WEB), czyli razem z podstawową przemianą materii. W celu ustalenia wydatku energetycznego netto

(WEN) należy pomniejszyć uzyskane wartości WEB o wielkość podstawowej przemiany materii (PPM), którą ustalono ze wzoru Harrisa i Benedicta [Krause 1992]:

$$PPM = 230 + 58W + 21H - 28A \text{ [kJ/24 h]} \quad [2]$$

gdzie:

- W – masa ciała [kg],
- H – wysokość ciała [cm],
- A – wiek [lata].

Po przemnożeniu minutowego WEN ustalonego dla poszczególnych stanowisk przez czas standardowej zmiany roboczej (480 minut) określono wydatek energetyczny (WEN) dnia pracy. Na podstawie najczęściej stosowanych energetycznych kryteriów ciężkości pracy fizycznej dokonano klasyfikacji wielkości obciążenia na analizowanych stanowiskach [Makowiec-Dąbrowska 1999; Grzywiński 2007].

Zebrane dane poddano analizie i opracowano statystyki opisowe. Obliczenia wykonano za pomocą programu Statistica 11.0 (StatSoft Inc., USA).

Wyniki

CZĘSTOŚĆ SKURCZÓW SERCA. Średnia wartość częstości skurczów serca na stanowisku leśniczego bez podziału na stopnie trudności leśnictwa i pory roku wyniosła 85,0 ud./min, natomiast na stanowisku podleśniczego 93,1 ud./min. Zakres średnich wielkości tętna w trakcie dnia pracy na stanowisku leśniczego mieścił się w przedziale od 62,8 do 102,2 ud./min, natomiast na stanowisku podleśniczego w zakresie od 69,1 do 111,5 ud./min (tab. 1). Uzyskane wielkości tętna klasyfikują pracę leśniczego do kategorii prac lekkich, natomiast podleśniczego do umiarkowanych.

Odnotowano wyrównany poziom średnich wartości częstości skurczów serca w poszczególnych stopniach trudności, szczególnie na stanowisku leśniczego. Średnie tętno dnia pracy na stanowisku leśniczego mieściło się w wąskim przedziale 84,9-85,2 ud./min. W przypadku podleśniczego stwierdzono wzrost średniej wartości HR_{sr} w kolejnych STG: od 92,6 ud./min w 1 STG do 93,5 ud./min w 3 STG (tab. 2). Wielkości tętna leśniczych i podleśniczych w poszczególnych stopniach trudności różniły się istotnie statystycznie ($p < 0,05$). Nie wykazano natomiast statystycznych różnic w wielkości tętna pomiędzy stopniami trudności w ramach tego samego stanowiska.

Większe zróżnicowanie średnich wielkości tętna odnotowano w poszczególnych porach roku (tab. 2). Na stanowisku leśniczego HR_{sr} wahało się od 83,9 ud./min latem do 89,1 ud./min jesienią. W przypadku podleśniczego najmniejszą średnią wartość częstości skurczów serca stwierdzono zimą (90,3 ud./min), największą natomiast wiosną (94,8 ud./min). Pomimo większego zróżnicowania wartości tętna niż w przypadku stopni trudności nie odnotowano statystycznie

Tabela 1.

Średnia (M), odchylenie standardowe (SD), błąd standardowy (SE), minimum (Min), maksimum (Max), mediana (Me) oraz kwartyle (Q25 i Q75) częstości skurczów serca [ud./min] na badanych stanowiskach pracy

Mean (M), standard deviation (SD), standard error (SE), minimum (Min), maximum (Max), median (Me) and quartiles (Q25 and Q75) of the heart rate [bpm] at the studied workstations

	N	M	SD	SE	Min	Max	Q25	Me	Q75
Leśniczy Forester	185	85,0	7,45	0,55	62,8	102,2	77,9	83,3	88,2
Podleśniczy Deputy forester	167	93,1	7,57	0,59	69,1	111,5	85,5	89,8	95,4

Tabela 2.

Średnia (M), odchylenie standardowe (SD), błąd standardowy (SE), minimum (Min), maksimum (Max), mediana (Me) oraz kwartyle (Q25 i Q75) częstości skurczów serca [ud./min] na badanych stanowiskach pracy w stopniach trudności gospodarowania leśnictw (STG) oraz porach roku (W – wiosna, L – lato, J – jesień, Z – zima) i w grupach stażu pracy (SP [lata])

Mean (M), standard deviation (SD), standard error (SE), minimum (Min), maximum (Max), median (Me) and quartiles (Q25 and Q75) of the heart rate [bpm] at studied workstations in to the unit's management difficulty index (STG), season (W – spring, L – summer, J – autumn, Z – winter), and in groups of job seniority (SP [years])

		M	SD	SE	Min	Max	Q25	Me	Q75
Leśniczy Forester	STG=1	85,2a	7,462	0,919	65,0	97,8	78,0	83,6	88,2
	STG=2	84,9a	7,623	1,019	62,8	101,0	77,1	84,2	87,5
	STG=3	84,9a	7,388	0,931	67,9	98,7	77,3	82,8	88,4
Podleśniczy Deputy forester	STG=1	92,6b	7,957	1,093	71,7	105,4	85,6	88,7	95,9
	STG=2	93,2b	6,683	0,901	69,1	104,9	85,9	90,0	95,1
	STG=3	93,5b	8,093	1,054	73,5	111,5	84,6	90,1	95,8
Leśniczy Forester	W	86,3	7,287	0,974	68,4	102,2	78,9	84,9	89,2
	L	83,9	8,128	1,000	65,0	101,0	75,9	83,1	88,0
	J	89,1	6,992	1,236	67,2	97,1	79,7	87,0	91,5
	Z	84,3	7,916	1,378	62,7	96,2	77,3	83,1	87,9
Podleśniczy Deputy forester	W	94,8	6,254	1,001	80,1	104,3	87,7	91,2	95,7
	L	91,8	8,908	1,235	62,0	105,1	83,6	87,9	95,3
	J	91,3	8,484	1,225	66,9	101,7	83,3	89,2	95,0
	Z	90,3	9,258	1,852	70,3	105,2	80,5	87,0	92,8
Leśniczy Forester	SP 1-9	83,7a	6,830	0,867	67,9	96,8	80,3	83,4	88,2
	SP 10-19	83,5a	7,470	1,126	66,3	101,0	78,6	83,8	88,4
	SP ≥20	82,2a	7,896	0,888	62,8	98,7	77,0	82,9	87,3
Podleśniczy Deputy forester	SP 1-9	91,1b	6,903	0,884	75,3	105,1	86,4	90,0	95,9
	SP 10-19	90,7b	7,662	1,073	69,1	111,5	85,3	90,8	96,3
	SP ≥20	88,5b	8,065	1,088	71,7	105,4	82,5	87,9	93,0

ta sama litera oznacza brak istotnych różnic w obrębie danego czynnika przy $p < 0,05$
the same letter indicates lack of significant differences within analysed factor at $p < 0,05$

istotnych różnic w średnich wielkościach tętna między stanowiskami ani w poszczególnych porach roku.

Na obu stanowiskach stwierdzono zmniejszanie się średnich wartości częstości skurczów serca wraz ze wzrostem liczby lat przepracowanych na stanowisku. W przypadku leśniczego tętno mieściło się w zakresie od 82,2 ud./min u pracowników o największym doświadczeniu zawodowym do 83,7 ud./min u pracowników o najkrótszym stażu pracy (tab. 2). Natomiast u podleśniczych zakres HRśr mieścił się w przedziale od 88,5 ud./min u pracowników ze stażem 20 i więcej lat do 91,1 ud./min u osób o stażu pracy 1-9 lat (tab. 2).

Wartości tętna leśniczych i podleśniczych w poszczególnych stopniach stażu pracy różniły się istotnie statystycznie ($p < 0,05$). Nie wykazano natomiast różnic w wielkości tętna pomiędzy stopniami stażu pracy w ramach tego samego stanowiska (tab. 2).

WYDATEK ENERGETYCZNY. Wielkość minutowego wydatku energetycznego netto (WEN) ustalono na podstawie średniej częstości skurczów serca (HRśr). Na stanowisku leśniczego średni wydatek energetyczny bez podziału na stopnie trudności leśnictw i pory roku wyniósł 8,2 kJ/min, natomiast na stanowisku podleśniczego był wyższy i osiągnął wartość 11,5 kJ/min. Wielkość WEN na stanowiskach leśniczego i podleśniczego, jako pochodna częstości skurczów serca, różniła się nieznacznie w poszczególnych stopniach trudności gospodarowania leśnictw oraz grupach stażu

pracy. Większe zróżnicowanie wydatku energetycznego widoczne jest w przypadku pór roku (tab. 3).

Na podstawie wartości minutowego WEN ustalono koszt energetyczny ośmiogodzinnego dnia pracy (zmiany roboczej). Na stanowisku leśniczego wyniósł on średnio w skali roku 4000 kJ (955 kcal), natomiast na stanowisku podleśniczego osiągnął wartość 5500 kJ (1313 kcal) (tab. 3). Uzyskane wielkości zmianowego wydatku energetycznego klasyfikują oba stanowiska do kategorii prac umiarkowanych.

Niewielkie zróżnicowanie minutowego WEN przełożyło się również na małe zróżnicowanie zmianowego wydatku energii pracowników w leśnictwach o różnym stopniu trudności, szczególnie w przypadku leśniczego. U podleśniczego można zaobserwować stopniowy wzrost kosztu energetycznego pracy wraz ze wzrostem stopnia trudności leśnictwa (tab. 3).

Minutowe zróżnicowanie wielkości wydatku energetycznego w poszczególnych porach roku przełożyło się na różnice kosztu energetycznego dnia roboczego (tab. 3). Na stanowisku leśniczego największą wartość zmianowego wydatku energetycznego stwierdzono zimą (4560 kJ), a najmniejszą latem (3744 kJ). W przypadku podleśniczego największy wydatek energetyczny odnotowano wiosną (5856 kJ), najmniejszy natomiast zimą (4992 kJ).

Wydatek energetyczny dnia pracy zmniejszał się wraz ze zwiększaniem się stażu pracy na obu analizowanych stanowiskach. Koszt energetyczny zmiany roboczej na stanowisku leśniczego wahał się od 3408 u pracowników o stażu pracy 20 i więcej lat do 3696 kJ netto u pracowników o stażu pracy do 9 lat. Natomiast u podleśniczych WEN dnia pracy wynosił odpowiednio od 4608 do 5136 kJ.

Dyskusja

Zaprezentowane wyniki obciążenia fizycznego i ciężkości pracy na stanowiskach leśniczego i podleśniczego w Lasach Państwowych są pierwszymi tego typu badaniami przeprowadzonymi w tej grupie zawodowej. Średnia wartość częstości skurczów serca na stanowisku leśniczego bez podziału na stopnie trudności leśnictw i pory roku wyniosła 85,0 ud./min, natomiast na stanowisku

Tabela 3.

Minutowy (mWEN) i zmianowy (zWEN) wydatek energetyczny netto w stopniach trudności gospodarowania leśnictw (STG), w porach roku (W – wiosna, L – lato, J – jesień, Z – zima) i w grupach stażu pracy (SP [lata])

Minute (mWEN) and shift (zWEN) net energy expenditure at studied workstations with regard to the unit's management difficulty index (STG), season (W – spring, L – summer, J – autumn, Z – winter), and groups of job seniority (SP [years])

	mWEN [kJ/min]		zWEN [kJ/8 h]	
	Leśniczy Forester	Podleśniczy Deputy forester	Leśniczy Forester	Podleśniczy Deputy forester
STG=1	8,3	11,3	3984	5424
STG=2	8,2	11,6	3936	5568
STG=3	8,2	11,7	3936	5520
W	7,9	12,2	3792	5856
L	7,8	11,0	3744	5280
J	8,7	10,8	4176	5184
Z	9,5	10,4	4560	4992
SP 1-9	7,7	10,7	3696	5136
SP 10-19	7,6	10,6	3648	5088
SP ≥20	7,1	9,6	3408	4608

podleśniczego 93,1 ud./min. Uzyskane wielkości tętna klasyfikują pracę leśniczego do kategorii prac lekkich, natomiast podleśniczego do umiarkowanych. Średnie wartości HR dnia pracy notowane na stanowiskach robotniczych w leśnictwie, np. drwała, są zdecydowanie wyższe i oscylują w granicach 110-132 ud./min [Kukkonen-Harjula, Rauramaa 1984; Apud, Valdes 1995; Grzywiński, Łukaszuk 2008; Çalişkan, Çadlar 2010].

Średnie wartości HR posłużyły do oceny intensywności wysiłku (ciężkości pracy) na analizowanych stanowiskach. Dzięki istnieniu ścisłej korelacji pomiędzy wielkością metabolizmu i stopniem obciążenia układu krążenia parametr ten pozwala na oszacowanie wielkości wydatku energetycznego [Makowiec-Dąbrowska 1999; Makowiec-Dąbrowska i in. 2000]. Metoda ma jednak pewne ograniczenia. Częstość skurczów serca u osoby wykonującej wysiłek o danej intensywności (wydatku energetycznym) zależy od indywidualnego poziomu wydolności fizycznej (zależność jest odwrotnie proporcjonalna), na którą wpływ ma wiele czynników, m.in. wiek i masa ciała. Zależy również od warunków mikroklimatycznych, poziomu stresu i emocji związanych z pracą. W celu zminimalizowania wymienionych ograniczeń pomiar HR należy przeprowadzić na odpowiednio licznej próbie.

Średni wydatek energetyczny netto dnia pracy na stanowisku leśniczego wynosił 4000 kJ, natomiast na stanowisku podleśniczego był wyższy o ponad $\frac{1}{3}$ i wyniósł 5500 kJ. Uzyskane wielkości zmianowego wydatku energetycznego klasyfikują oba stanowiska do kategorii prac umiarkowanych (3900-6300 kJ/8 h). Jest to poziom zalecanej aktywności fizycznej, zachowujący znaczny margines do fizjologicznej granicy dopuszczalnego obciążenia, za jaki uważa się poziom 8400 kJ (2000 kcal) [Makowiec-Dąbrowska 1999; Åstrand i in. 2003].

Praca w leśnictwie jest powszechnie uznawana za bardzo ciężką fizycznie. Należy jednak stosować wyraźne rozróżnienie, w jakim sektorze leśnictwa zatrudniony jest dany pracownik. W sektorze prywatnym realizującym zadania gospodarcze, gdzie większość czynności nadal wykonywana jest na poziomie ręczno-maszynowym (pozyskanie drewna) lub nawet ręcznym (prace związane z sadzeniem), mamy do czynienia z wydatkiem energetycznym sięgającym 8000 kJ [Grzywiński 2004, 2009]. Jedynie nieliczne stanowiska charakteryzują się zdecydowanie niższym poziomem kosztu energetycznego pracy. Zbliżoną do leśniczego wielkość wydatku energetycznego wśród pracowników sektora prywatnego stwierdzono u operatorów harvesterów i forwarderów oraz podczas wykaszania uprawy leśnej, natomiast podobny poziom obciążenia energetycznego jak u podleśniczego odnotowano w przypadku pracowników pomocniczych podczas sadzenia pod kostur i szpadel [Grzywiński 2004, 2009, 2017].

W przeprowadzonych badaniach w zdecydowanej większości brali udział mężczyźni. Chcąc zastosować uzyskane wyniki do szacowania obciążenia energetycznego kobiet zatrudnionych na tych samych stanowiskach, należy pamiętać o kilku ograniczeniach. Najważniejszym z nich jest różnica w masie ciała i masie mięśniowej. Lehmann [1966], autor najczęściej wykorzystywanej metody szacowania wydatku energetycznego, sugeruje, żeby w celu uzyskania wartości odpowiadających WE kobiet wyniki uzyskane dla mężczyzn pomnożyć przez współczynnik 0,8-0,85. Wyższa wartość współczynnika odnosi się do kobiet wysokich o silnej budowie ciała, niższa natomiast do niskich i szczupłych.

Wnioski

✦ Średnia wartość częstości skurczów serca na stanowisku leśniczego klasyfikuje pracę na tym stanowisku jako lekką, natomiast na stanowisku podleśniczego jako umiarkowaną pracę fizyczną. Zarówno stopień trudności gospodarowania leśnictwem, jak i staż pracy oraz pora roku nie wpływają w istotny sposób na poziom obciążenia fizycznego leśniczych i podleśniczych.

✚ Średni wydatek energetyczny netto dnia pracy wyniósł na stanowisku leśniczego 4000 kJ (955 kcal), natomiast na stanowisku podleśniczego 5500 (1313 kcal). Praca na obu stanowiskach mieści się w kategorii umiarkowanych prac fizycznych.

Literatura

- Apud E., Valdes S. 1995. Ergonomics in forestry. The Chilean case. ILO, Geneva.
- Åstrand P.-O., Rodahl K., Dahl H. A., Strømme S. B. 2003. Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise. Wyd. IV. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Çalışkan E., Çağlar S. 2010. An assessment of physiological workload of forest workers in felling operations. African Journal of Biotechnology 9 (35): 5651-5658.
- Garet M., Boudet G., Montaurier C., Vermorel M., Coudert J., Chamoux A. 2005. Estimating relative physical workload using heart rate monitoring: A validation by whole-body indirect calorimetry. European Journal of Applied Physiology 94 (1-2): 46-53.
- Grzywiński W. 2004. Energy load of workers employed at timber harvesting. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Series Forestry 7 (2).
- Grzywiński W. 2007. Ergonomia i ochrona pracy w leśnictwie. Przewodnik do ćwiczeń. Wyd. AR Poznań.
- Grzywiński W. 2009. Energy expenditure in some silvicultural works. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Series Forestry 12 (4).
- Grzywiński W. 2017. Koszt energetyczny pracy i możliwości jego kształtowania w leśnictwie. Postępy Techniki w Leśnictwie 136: 32-37.
- Grzywiński W., Łukaszuk T. 2008. Obciążenie pracą fizyczną w procesie pozyskania drewna. W: Paluch R., Jach K., Kuliński M., Michalski R. [red.]. Obciążenie układu ruchu. Przyczyny i skutki. Ofic. Wyd. PWR, Wrocław. 163-173.
- Grzywiński W., Wandycz A., Tomczak A., Jelonek T. 2016. The prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among loggers in Poland. International Journal of Industrial Ergonomics 52: 12-17.
- Hagen K. B., Vik T., Myhr N. E., Opsahl P. A., Harms-Ringdahl K. 1993. Physical workload, perceived exertion, and output of cut wood as related to age in motor-manual cutting. Ergonomics 36 (5): 479-88.
- Kocel J., Kwiecień R., Młynarski W. 2015. Określenie stopni trudności gospodarowania jednostek organizacyjnych Lasów Państwowych. Sprawozdanie końcowe projektu badawczego. DGLP, Warszawa.
- Kocel J., Kwiecień R., Młynarski W., Mionskowski M. 2012. Wskaźnik stopnia trudności gospodarowania leśnictwami Lasów Państwowych. Sylwan 156 (6): 403-413. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2011096>.
- Kolus A., Imbeau D., Dubé P.-A., Dubeau D. 2016. Classifying work rate from heart rate measurements using adaptive neuro-fuzzy inference system. Applied Ergonomics 54: 158-168.
- Konarska M. 1985. Wydatek energetyczny. Bezpieczeństwo Pracy 4: 3-6.
- Koradecka D., Bugajska J. 1998. Ocena wielkości obciążenia pracą fizyczną na stanowiskach roboczych. CIOP, Warszawa.
- Krause M. 1992. Ergonomia. Praktyczna wiedza o pracującym człowieku i jego środowisku. Wyd. Śląska Organizacja Techniczna, Katowice.
- Kukkonen-Harjula K., Rauramaa R. 1984. Oxygen consumption of lumberjacks in logging with a power-saw. Ergonomics 27 (1): 59-65.
- Lasy Państwowe w liczbach. 2017. CILP, Warszawa.
- Lehmann G. 1966. Praktyczna fizjologia pracy. PZWL, Warszawa.
- Makowiec-Dąbrowska T. 1999. Fizjologia pracy. W: Indulski J. A. [red.]. Higiena pracy. IMP, Łódź. 71-152.
- Makowiec-Dąbrowska T., Radwan-Włodarczyk Z., Koszuda-Włodarczyk W., Józwiak Z. W. 2000. Obciążenie fizyczne – praktyczne zastosowanie różnych metod oceny. IMP, Łódź.
- Nielsen R., Meyer J. P. 1987. Evaluation of metabolism from heart rate in industrial work. Ergonomics 30 (3): 563-572.
- Nowacka W. Ł. 2012. Ocena obciążenia pracą na stanowisku leśniczego. Materiały VII Konferencji „Bezpieczeństwo pracy w gospodarce leśnej. Aspekty prawne i uwarunkowania technologiczne”. Mostki k. Świebodzina, 7 września 2012 r. Poznań. 30-39.
- Payne P. R., Wheeler E. F., Salvosa C. B. 1971. Prediction of daily energy expenditure from average pulse rate. American Journal of Clinical Nutrition 24 (9): 1164-1170.
- Sowa J. M. 1995. Badania nad określeniem modeli funkcji stanu zagrożeń od drgań pilarek spalinyowych w procesie pozyskania drewna. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Seria Rozprawy 205: 1-109.
- Sowa J. M., Leszczyński K. 2000. Zmiany w poziomie zagrożeń operatorów maszyn przy pozyskiwaniu drewna. W: Suwała M., Rządowski S. [red.]. Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu. III Konferencja Leśna. Sękocin Las, 30-31 marca 2000. IBL, Warszawa. 412-424.
- Trenberth K. E. 1983. What are the seasons? Bulletin American Meteorological Society 64 (11): 1276-1282.
- Valanou E. M., Bamia C., Trichopoulou A. 2006. Methodology of physical-activity and energy-expenditure assessment: A review. Journal of Public Health 14: 58-65.

Warren J. M., Ekelund E., Besson H., Mezzani A., Geladas N., Vanhees L. 2010. Assessment of physical activity – a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 17: 127-139.