

Leszek Solecki

OCENA CAŁOROCZNEJ EKSPOZYCJI NA HAŁAS ROLNIKÓW INDYWIDUALNYCH W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH RODZINNYCH O PROFILU PRODUKCJI ROŚLINNEJ*

EVALUATION OF ANNUAL EXPOSURE TO NOISE AMONG PRIVATE FARMERS ON SELECTED PLANT PRODUCTION FAMILY FARMS

Z Zakładu Fizycznych Szkodliwości Zawodowych
Instytutu Medycyny Wsi im. W. Chodźki w Lublinie

STRESZCZENIE

Wstęp. Hałas występujący w rolnictwie jest najczęstszym i jak dotychczas mało poznanym czynnikiem szkodliwym, oddziałującym na narząd słuchu rolników indywidualnych. Z uwagi na dużą gamę różnorodnych maszyn stosowanych w gospodarstwach rolnych oraz znacznie zmieniającą się ekspozycję na hałas, badaniami tego czynnika należy obejmować cały cykl roczny. Celem pracy było rozpoznanie i ocena całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych w gospodarstwach o profilu produkcji roślinnej. **Material i metody.** Badaniami objęto 17 gospodarstw rodzinnych, użytkujących ziemię orną o powierzchni: 10–50 ha (średnio: 22,3 ha), wyposażonych w ciągniki rolnicze (współpracujące z zestawem maszyn rolniczych), maszyny samojazdne, maszyny warsztatowe i pilarki do drewna. Na podstawie przeprowadzonych dokładnych chronometraży prac rolnych oraz pomiarów dozymetrycznych w ciągu całego roku określono dwa parametry akustyczne; sumaryczną ekspozycję miesięczną i ekwiwalentną ekspozycję dzienną. **Wyniki.** Badania wykazały, że najwyższe wartości sumarycznej, miesięcznej ekspozycji na hałas ($E_{A,T}$) występują zarówno w miesiącach letnio-jesiennych (lipiec, wrzesień, październik), jak i zimowych (grudzień, styczeń). O ile w okresie letnio-jesiennym stopień obciążenia hałasem rolników ma bezpośredni związek z intensywnością prac polowych i transportowych, to w okresie zimowym o wielkości tego obciążenia decyduje częstość stosowania maszyn do pozyskiwania drewna i do prac remontowych. Obliczona średnia ekwiwalentna ekspozycja dzienna na hałas wykazuje najwyższe wartości w dwóch miesiącach: grudzień (6,01 Pa²h) i wrzesień (5,51 Pa²h); zaś niższe w pozostałych miesiącach roku (3,67–4,28). Wartość przeciętna tego parametru, dla całego roku, osiąga poziom: 4,35 Pa²h (4,4-krotne przekroczenie normy). **Wnioski.** Badania wykazały, że średnie obciążenie hałasem rolników (w skali całego roku), zajmujących się produkcją roślinną, charakteryzuje się poziomem równym 91,3 dB-A; przy czym największe zagrożenie słuchu przypada na miesiąc grudzień i wrzesień (6-krotne przekroczenie wartości dopuszczalnej ekspozycji na hałas – $E_{A,8h}$). Z uwagi na poprawną dokładność uzyskanych wartości średnich oraz ich dobrą jednorodność, wartości te mogą być wykorzystywane w praktyce przez odpowiednie służby w kraju, do oceny stopnia zagrożenia hałasem rolników indywidualnych (zajmujących się produkcją roślinną). Med Pr 2004; 55 (2): 175–182

SŁOWA KLUCZOWE: ekspozycja na hałas, chronometraży prac, ekspozycja miesięczna, ekwiwalentna ekspozycja dzienna, pomiary dozymetryczne, ciągniki rolnicze

ABSTRACT

Background: In agriculture noise is the most frequent hazard, but until now very poorly recognized. It affects the hearing organ in private farmers. Because of a great variety of machines used on farms and a changing magnitude of exposure to noise, this agent has to be studied over the whole annual cycle. The aim of the study was to recognize and evaluate annual exposure to noise among private farmers engaged in plant production. **Materials and Methods:** The study covered 17 family farms with arable land, ranging from 10 to 50 ha (mean, 22.3 ha). They were equipped with agricultural tractors and a set of agricultural accessories, wood-cutting saws, self-propelled and workshop machines. Based on detailed time-schedule records of agricultural activities and dosimetric measurements conducted during the whole year, two acoustic parameters were determined, total monthly exposure and equivalent daily exposure. **Results:** The study showed that the highest values of the total monthly exposure to noise ($E_{A,T}$) occurred in the summer-autumn (July, September, October) and winter (December, January) seasons. During the former, the degree of noise load among farmers was directly associated with intensity of field works and transport activities, whereas during the latter with the frequency of using wood-cutting machines and repair activities. The calculated mean equivalent daily exposure to noise revealed the highest values in two months, December (6.01 Pa²h) and September (5.51 Pa²h), and the lowest values were observed in the other months (3.67–4.28 Pa²h). The mean value for the whole year was 4.35 Pa²h (the standard was exceeded by 4.4 times). **Conclusions:** The study showed that the mean annual noise load among farmers engaged in plant production was characterized by the level equal to 91.3 dB-A with the highest hearing risk in December and September. In those two months, maximum allowable exposure to noise was exceeded by six times ($E_{A,8h}$). Owing to the precision of the obtained values and their strong uniformity, they may be used in practice by relevant services to evaluate the degree of noise risk among private farmers engaged in plant production. Med Pr 2004; 55 (2): 175–182

KEY WORDS: exposure to noise, time-schedules records of agriculture works, monthly exposure, equivalent daily exposure, dosimetric measurements, agricultural tractors

Adres autora: Jaczewskiego 2, 20-950 Lublin, e-mail: solecki@galen.imw.lublin.pl

Nadesłano: 26.01.2004

Zatwierdzono: 4.03.2004

© 2004, Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi

WSTĘP

Hałas, jako czynnik szkodliwy, występujący w rolnictwie, należy do najbardziej istotnych i dość szeroko rozpowszechnionych zjawisk fizycznych w środowisku pracy rolnika indywidualnego. O znacznym stopniu zagrożenia tym czynnikiem świadczą najnowsze wyniki badań stanu słuchu rolników

indywidualnych, przeprowadzone przez Instytut Medycyny Wsi w Lublinie (1,2), w wybranej grupie 128 osób. Badania te wykazały, że największe ubytki słuchu dla tej grupy zawodowej zawierają się głównie w obszarze dwóch wysokich częstotliwości audiometrycznych (4 i 6 kHz), powiększające się istotnie statystycznie wraz z wiekiem i stażem pracy oraz różniące się istotnie względem ubytków słuchu z grupy kontrolnej. Wskazuje to na występowanie zawodowego upośledzenia słuchu wśród rolników indywidualnych. O wadze problemu świadczy również znaczne nagromadzenie podsta-

* Praca wykonana w ramach tematu nr 2.17/02 pt. „Określenie i ocena całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych w gospodarstwach rodzinnych o różnych kierunkach produkcji”. Kierownik tematu: dr hab. L. Solecki oraz przedstawiona na IX Sympozjum „Zagrożenia zdrowotne w środowisku pracy”, Łódź, 17-19 września 2003 r.

wowych źródeł hałasu w gospodarstwach rodzinnych, jakimi są ciągniki rolnicze (aktualnie na polskiej wsi pracuje około 1,3 mln ciągników).

Z uwagi na dużą gamę różnorodnych maszyn stosowanych w gospodarstwach rodzinnych, takich jak: ciągniki i samobieżne maszyny rolnicze, stacjonarne maszyny rolnicze, maszyny warsztatowe, pilarki do drewna oraz zmieniający się w dużym stopniu poziom hałasu, a także czas trwania ekspozycji na ten czynnik, jedynie właściwą metodą jest przeprowadzanie badań hałasu w okresie całego cyklu rocznego. Do nielicznych należą prace (głównie zagraniczne) takich autorów, jak: Miettinen i wsp. (3), Mieńszow (4), Franzinelli i wsp. (5) – określające rzeczywistą ekspozycję na hałas rolników w okresie całorocznym.

Wcześniejsze badania całorocznej ekspozycji na hałas, wykonane przez Instytut Medycyny Wsi (6,7) pozwoliły jedynie na wstępne rozpoznanie problemu, jakim jest zagrożenie hałasem. Wykazały one występowanie dużego zróżnicowania wyników badań, co uwarunkowane jest typem stosowanych maszyn oraz rodzajem wykonywanych prac; wiąże się to przede wszystkim z profilem produkcji oraz powierzchnią uprawianej ziemi. Ocena całorocznej ekspozycji na hałas rolników prowadzących gospodarstwa o wyspecjalizowanych kierunkach produkcji jest problemem nowym, który zarówno w kraju jak i za granicą nie był w takim zakresie realizowany; stanowi to o oryginalności tej pracy.

Dla rozpoznania i oceny całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych w gospodarstwach o profilu produkcji roślinnej podjęto badania, w ramach tematu statutowego (8). Stanowi to cel niniejszej pracy.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wytypowano 17 gospodarstw rodzinnych, zlokalizowanych na terenie 5 gmin w województwie lubelskim, użytkujących ziemię orną o powierzchni 10–50 ha (średnio: 22,3 ha), zajmujących się głównie produkcją roślinną. Gospodarstwa te wyposażone były w ciągniki rolnicze, podstawowy zestaw maszyn współpracujących z ciągnikami, z częściowym udziałem maszyn samojezdnych (głównie kombajny zbożowe) oraz niektóre maszyny warsztatowe, służące do napraw maszyn i sprzętu rolniczego (np. szlifierka kątowa, szlifierka stołowa, wiertarka, spawarka itp.), a także w pilarkę do drewna (tarczowe i/lub spaliny).

Na ogólną liczbę 39 ciągników, użytkowanych w wytypowanych gospodarstwach rolnych, większość stanowiły ciągniki o średniej mocy (15 ciągników; w tym C-360: 8 sztuk i MF-255: 5 sztuk) i dużej mocy (10 ciągników; w tym C-385: 3 sztuki; z serii U-1002-1014: 3 sztuki i MTZ-82: 4 sztuki). W mniejszym stopniu były reprezentowane ciągniki o małej mocy (8 ciągników – głównie C-330) i ciągniki produkcji czechoskiej (6 ciągników firmy Zetor).

Wytypowane gospodarstwa rolne specjalizowały się głównie w produkcji zbóż, a także częściowo w produkcji roślin okopowych (buraki cukrowe, ziemniaki), warzyw i jabłek oraz w niewielkiej ilości pasz dla zwierząt (zielonka, siano).

Zakres badań obejmował:

- przeprowadzenie chronometraży prac rolnych, wykonywanych przez rolników w ich własnym gospodarstwie, w trakcie których występowały ekspozycje na hałas (pomiarów te realizowali rolnicy, pod nadzorem i kontrolą zespołu badawczego Instytutu);

- pomiary dozymetryczne hałasu, emitowanego przez maszyny i sprzęt rolniczy podczas wybranych prac rolnych.

Pomiary chronometrażowe były wykonywane w ciągu całego roku kalendarzowego (w 2002 r.).

Pomiary dozymetryczne hałasu realizowano, wykorzystując następującą aparaturę naukowo-badawczą: dozymetry hałasu firmy Bruel-Kjaer typu 4436 (1 sztuka), firmy Sonopan typ D-20 (1 sztuka), firmy Robotron typ 00080 (4 sztuki) oraz miernik poziomu dźwięku typ 2238 firmy Bruel-Kjaer i całkujący miernik poziomu dźwięku typ 00026 firmy Robotron.

Podstawowym parametrem akustycznym, charakteryzującym zagrożenie, była tzw. ekspozycja na hałas [$E_{A,T}$], wyrażona w Pa^2h , zgodnie z polską normą (9).

Na podstawie przeprowadzonych dokładnych chronometraży oraz wyników pomiarów dozymetrycznych otrzymano dane świadczące o poziomie zagrożenia hałasem oraz o czasie trwania ekspozycji na hałas w poszczególnych miesiącach roku. Dla ekspozycji na hałas ($E_{A,T}$) określano następujące wartości: sumaryczną miesięczną ekspozycję oraz średnią ekwiwalentną ekspozycję dzienną (odnoszącą się do ustawowych dni roboczych w miesiącu). Średnia ekwiwalentna ekspozycja dzienna (dla danego miesiąca) jest to wartość otrzymana ze stosunku sumarycznej miesięcznej ekspozycji do liczby ustawowo ustalonych dni roboczych w danym miesiącu.

Analizę statystyczną wyników badań zrealizowano za pomocą komputerowego programu statystycznego SPSS/PC (10). Oceniano takie parametry statystyczne, jak: normalność rozkładu (skośność, kurtoza, test Kołmogorowa-Smirnowa), wartości średnie (arytmetyczna), stopień rozproszenia danych (ranga, odchylenia standardowe, przedziały ufności). Dla określenia stopnia zróżnicowania uzyskanych wyników badań przeprowadzano analizę wariancji, stosując test F, liczony jako stosunek zewnątrzgrupowej zmienności do wewnątrzgrupowej zmienności (próby niezależne, o rozkładzie normalnym i posiadające jednorodne wariancje), wyrażonych jako średnie sumy kwadratów. Dla zbadania jednorodności wariancji wykorzystano test Levena. W celu oceny różnic, występujących pomiędzy uzyskanymi wartościami średnich, odnoszących się do poszczególnych miesięcy w roku, zastosowano test mnogich porównań Duncana. Za poziom stanowiący istotność statystyczną danych, otrzymanych w poszczególnych testach (test Kołmogorowa-Smirnowa, test F, Levena i Duncana), przyjęto wartość $p \geq 0,05$.

WYNIKI

Podstawowe dane statystyczne, dotyczące sumarycznej ekspozycji na hałas w poszczególnych miesiącach analizowane-

go roku kalendarzowego zawarto w tabeli 1. Przedstawione dane wskazują na występowanie dużej zmienności wyników badań oraz dużego ich zróżnicowania. Szczególnie duże rozproszenie danych uzyskano w takich miesiącach, jak marzec i czerwiec; na co wskazują duże wartości odchylenia standardowych (znacznie przekraczające wartości średnie), szeroki zakres mierzonych wartości (ranga) oraz duże wartości współczynników spiętrzenia (k) i skośności (α). Rozkłady danych w tych miesiącach jeszcze zawierają się w granicach rozkładu normalnego (test Kołmogorowa-Smirnowa: $p = 0,05$). Nieco lepszym rozkładem danych, zbliżonym do rozkładu normalnego ($p = 0,16-0,28$) charakteryzują się miesiące: styczeń, luty, kwiecień, lipiec, wrzesień i grudzień (niższe wartości analizowanych powyżej parametrów statystycznych).

Zdecydowanie najlepszym rozkładem danych, najbardziej zbliżonym do rozkładu normalnego ($p = 0,51-0,72$) cechują się miesiące: maj, sierpień, październik i listopad (najniższe odchylenia standardowe, małe wartości współczynników spiętrzenia i skośności oraz najniższy zakres mierzonych wartości).

W celu oszacowania, w jakim przedziale wartości, przy ustalonym poziomie ufności, można spodziewać się prawdziwej średniej wartości miesięcznej ekspozycji na hałas, obliczono przedziały ufności (dla przyjętego poziomu ufności równemu 95% i dwustronnemu testu Studenta, po 2,5% poziomu istotności z każdej strony). Przedziały ufności, w jakiej zawierają się średnie (tab. 1) obejmuje zakres dość zróżnicowany, zależnie od miesiąca. Najmniejszą szerokością

Tabela 1. Wartości statystyczne sumarycznej miesięcznej ekspozycji na hałas w $\text{Pa}^2 \cdot \text{h}$
Table 1. Statistical values concerning total monthly exposure to noise in $\text{Pa}^2 \cdot \text{h}$

Miesiące Months	Średnia \pm SD Mean \pm SD	PU	α	k	Ranga Range	p
Styczeń January	93,2 \pm 111,7	35,83-150,67	1,28	0,67	2,0-361,3	0,18
Luty February	85,7 \pm 115,4	26,31-144,99	2,11	4,60	3,8-435,5	0,21
Marzec March	83,7 \pm 151,1	6,01-161,36	3,71	14,55	3,6-651,5	0,05
Kwiecień April	81,5 \pm 81,5	39,64-123,43	2,29	6,34	7,8-342,9	0,26
Maj May	84,6 \pm 76,4	45,32-123,86	2,42	7,11	12,8-334,8	0,51
Czerwiec June	83,6 \pm 117,9	22,00-144,19	3,28	11,72	14,7-507,9	0,05
Lipiec July	98,1 \pm 103,3	44,99-151,25	2,85	9,34	7,2-453,8	0,23
Sierpień August	77,0 \pm 47,9	52,39-101,61	0,93	0,11	14,9-172,5	0,67
Wrzesień September	115,8 \pm 113,4	57,46-174,10	1,44	1,13	12,6-388,4	0,28
Październik October	90,8 \pm 73,5	53,01-128,55	1,56	2,63	14,5-296,3	0,65
Listopad November	76,4 \pm 67,3	41,82-111,05	1,37	1,27	4,6-233,4	0,72
Grudzień December	120,3 \pm 177,1	22,20-218,38	1,91	3,03	3,4-594,2	0,16
Dla całego roku For whole year	90,9 \pm 14,2	75,93-105,27	1,29	0,80	76,4-120,3	0,56

Średnia - wartość średnia arytmetyczna.

Mean - mean arithmetic value.

SD - odchylenie standardowe.

SD - standard deviation.

PU - przedział ufności.

PU - confidence interval.

α - współczynnik skośności.

α - skewness coefficient.

k - współczynnik spiętrzenia (kurtoza).

k - kurtosis.

Ranga - zakres wartości (min-max).

Range - (min-max) range.

p - prawdopodobieństwo rozkładu normalnego.

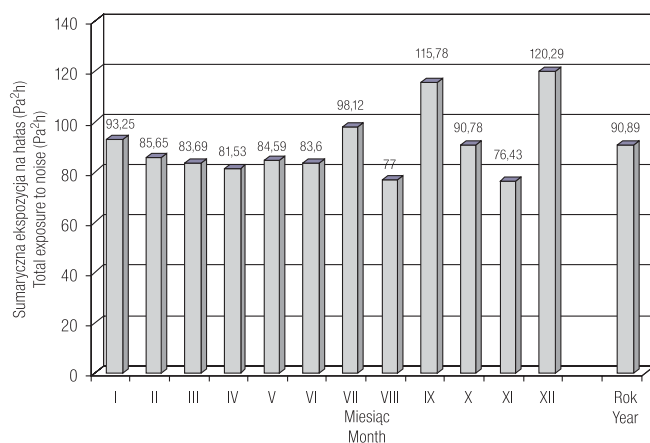
p - probability normal distribution.

przedziału ufności charakteryzują się dwa miesiące: sierpień i październik (stosunek wartości górnych granic ufności do wartości średnich przyjmuje dane: 1,32–1,42; co odpowiada w skali logarytmicznej wartości: 1,2–1,5 dB). W pozostałych miesiącach (I–VII, IX, XI–XII) szerokość przedziału ufności była większa, zaś górne granice ufności, w stosunku do wartości średnich, przyjmują dane mieszczące się w zakresie: od $(1,45–1,46) \cdot x_{sr}$ (1,6 dB) w przypadku listopada i maja – do $1,93 x_{sr}$ (2,9 dB) w marcu.

Dokonana z kolei analiza wariancji, dla sumarycznej ekspozycji na hałas, wykazała, że wariancje określone w poszczególnych miesiącach roku nie różnią się między sobą istotnie statystycznie (test F = 0,279; p = 0,989). Również przeprowadzony test Levena na homogeniczność wariancji wskazuje na to, że otrzymane wartości średnie charakteryzują się poprawną jednorodnością (S = 1,674; p = 0,08). Także badania istotności różnic między parami poszczególnych miesięcy roku, za pomocą testu Duncana, nie wykazały zróżnicowania (p > 0,05).

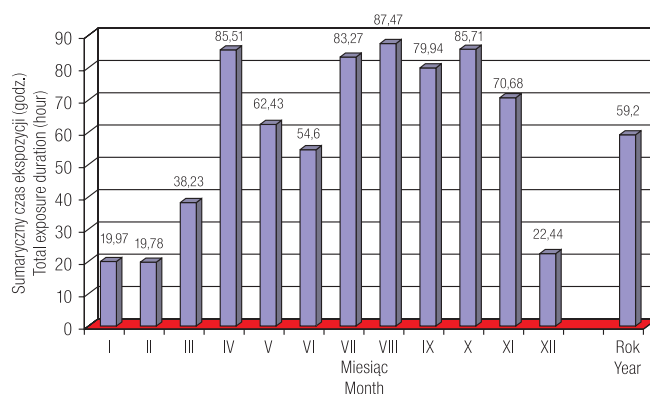
Do analizy i oceny higienicznej wartości przeciętnych ekspozycji na hałas ($E_{A,T}$), na jakie narażeni są rolnicy indywidualni, wybrano wartości średnie arytmetyczne, jako najbardziej adekwatne względem energii akustycznej. Najwyższe wartości średniej (arytmetycznej) sumarycznej ekspozycji na hałas stwierdzono w miesiącach (ryc. 1): grudzień (120,3 Pa²h), wrzesień (115,8), lipiec (98,1), styczeń (93,3) i październik (90,8); zaś najniższe w listopadzie (76,4) i sierpniu (77,0). W pozostałych miesiącach (II–VI) wartości sumaryczne utrzymywały się na wyrównanym poziomie (81,5–85,7 Pa²h).

Wysokie wartości sumarycznej ekspozycji na hałas w miesiącach letnio-jesiennych (lipiec, wrzesień, październik) należy wiązać z dużym nasileniem prac związanych z uprawą gleby i zbiorem roślin okopowych (wartości średnie sumarycznego czasu ekspozycji na hałas w tych miesiącach wynosiły: 80–86 godzin – ryc. 2), charakteryzujących się emisją hałasu o dużym poziomie (zwłaszcza dotyczy to ciągników



Ryc. 1. Średnie wartości sumarycznej ekspozycji na hałas w poszczególnych miesiącach.

Fig. 1. Mean values of total exposure to noise in individual months.

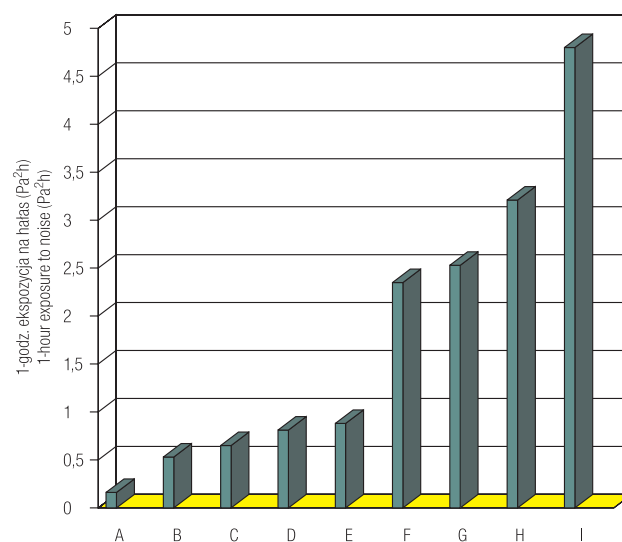


Ryc. 2. Średnie wartości sumarycznego czasu ekspozycji na hałas w poszczególnych miesiącach.

Fig. 2. Mean values of total exposure duration in individual months.

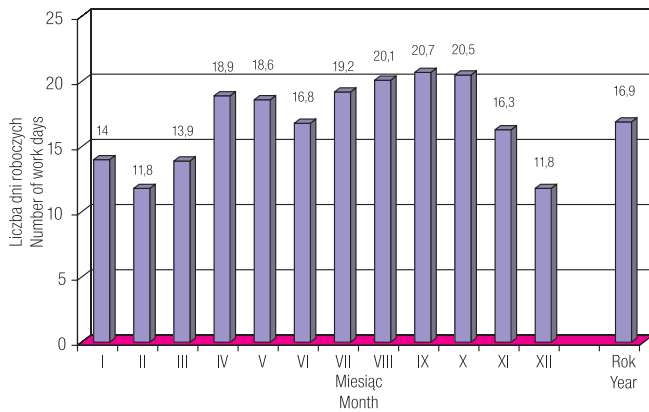
o średniej mocy – ryc. 3), a także z powodu dużej ilości dni roboczych w tych miesiącach (średnio: 19–21 – ryc. 4) oraz często wydłużonego czasu trwania tych dni roboczych (średnio do 9 godz. – ryc. 5; w pojedynczych przypadkach do 13–17 godzin).

Natomiast wysokie wartości sumarycznej ekspozycji na hałas w grudniu i styczniu są spowodowane przede wszystkim dużym udziałem prac wykonywanych przy użyciu maszyn bardzo hałaśliwych, takich jak: pilarka tarczowa, pilarka spalinowa oraz szlifierka kątowa (ryc. 6), pomimo krótkiego czasu dziennej ekspozycji (średnio: 3,5–3,8 godz. – ryc. 5) i małej ilości dni roboczych w tych miesiącach (12–14 dni – ryc. 4).

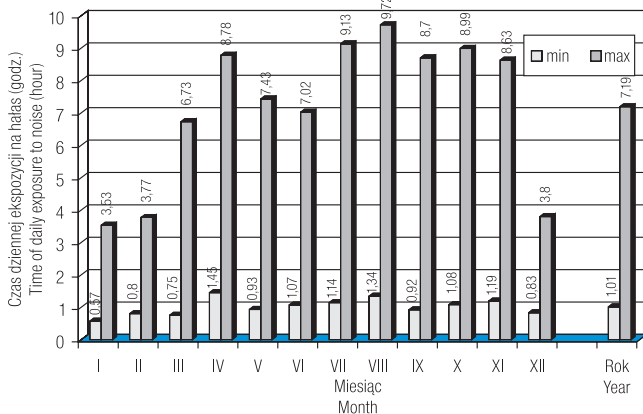


Ryc. 3. Wartości 1-godzinnej ekspozycji na hałas, emitowanego przez ciągniki o średniej mocy, dla różnych prac rolnych (A – ładowanie liści; B – prasowanie słomy; C – siew buraków; D – kopanie buraków; E – siew zboża; F – bronowanie; G – kultywacja; H – cięcie kukurydzy; I – transport).

Fig. 3. Values of 1-hour exposure to noise emitted by medium-power tractors for various agricultural work activities (A – leaves loading; B – straw pressing; C – sugar beets sowing; D – sugar beets digging; E – cereals sowing; F – harrowing; G – tillage; H – sweet corn cutting; I – transport).



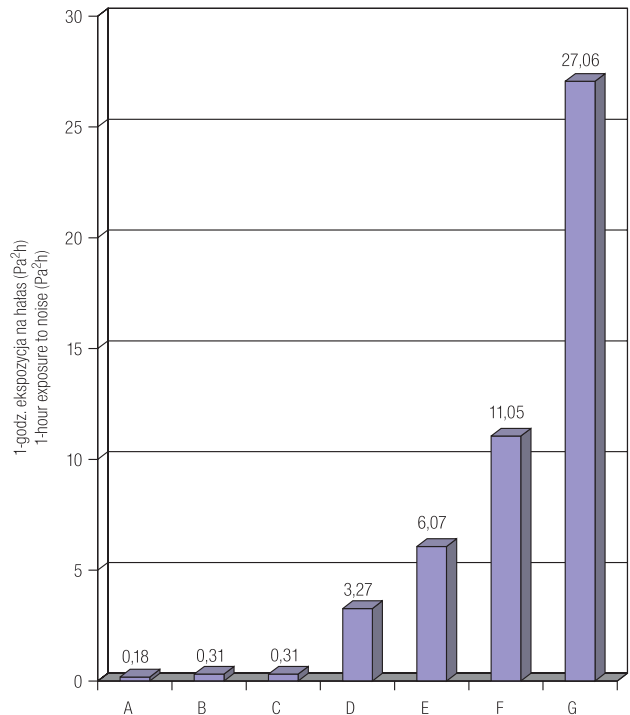
Ryc. 4. Średnia liczba dni roboczych w miesiącu, z narażeniem na hałas.
 Fig. 4. Mean number of workdays during a month in exposure to noise.



Ryc. 5. Zakres zmienności czasu dziennej ekspozycji na hałas (min - max) w poszczególnych miesiącach.
 Fig. 5. Range of changeability of duration of daily exposure to noise (min - max) in individual months.

W przypadku wartości przeciętnej, odnoszącej się do całego roku kalendarzowego (tabela 1 - dla całego roku), średnia miesięczna ekspozycja na hałas osiągnęła wartość równą: $90,9 \pm 14,2 \text{ Pa}^2\text{h}$, z rozkładem danych odpowiadających rozkładowi normalnemu (test Kołmogorowa-Smirnowa; $p = 0,56$).

Bardziej obiektywnym wskaźnikiem narażenia, odpowiadającym rzeczywistej ekspozycji na hałas, jest wartość średniej ekwiwalentnej ekspozycji dziennej, odniesionej do ustawowo ustalonych dni roboczych w każdym miesiącu (40-godzinny tydzień pracy; święta i soboty wolne od pracy). W wyniku dokonanych obliczeń uzyskano dane statystyczne, dotyczące tego parametru, które zamieszczono w tabeli 2. Jak z niej wynika, zróżnicowanie średniej ekwiwalentnej wartości ekspozycji na hałas jest zdecydowanie mniejsze, niż w przypadku omawianej sumarycznej ekspozycji na hałas (w przypadku średniej arytmetycznej zawiera się ona w przedziale 3,67-6,01 Pa^2h). Największe rozproszenie danych stwierdzono, tak jak poprzednio, w dwóch miesiącach, to jest w marcu i czerwcu, o czym świadczą stosunkowo duże wartości odchyłeń standardowych, szeroki zakres



Ryc. 6. Wartości 1-godzinnej ekspozycji na hałas, emitowanego podczas pracy różnych maszyn warsztatowych (A - betoniarka; B - szlifierka stołowa; C - sprężarka; D - pilarka łańcuchowa; E - przecinarka do metalu; F - szlifierka kątowa; G - pilarka tarczowa).

Fig. 6. Values of 1-hour exposure to noise emitted while operating various workshop machines (A - concrete mixer; B - bench-grinder; C - compressor; D - chain saw; E - metal cutting saw; F - angular grinder; G - circular saw).

otrzymanych wartości średnich (ranga) oraz duże wartości współczynników spiętrzenia (k) i skośności (α). Rozkłady danych w tych miesiącach mieszczą się jeszcze w obszarze rozkładów normalnych (test Kołmogorowa - Smirnowa; $p = 0,05$). Nieco lepszym rozkładem danych cechują się takie miesiące, jak: styczeń, luty, kwiecień, lipiec, wrzesień i grudzień ($p = 0,16-0,28$). Zdecydowanie najlepszym rozkładem wyróżniają się: maj, sierpień, październik i listopad ($p = 0,51-0,72$); z uwagi na małe wartości odchyłeń standardowych, nieduże wartości współczynników spiętrzenia i skośności oraz najmniejszy zakres otrzymanych wartości średnich.

Obliczone wartości przedziału ufności dla tego parametru akustycznego zachowują podobny rozkład, jak w przypadku ekspozycji sumarycznej. Najwęższy przedział ufności uzyskano w sierpniu i październiku ($[1,32-1,42] x_{sr}$; 1,2-1,5 dB); zaś szerszy w pozostałych miesiącach roku (najniższy w maju i listopadzie: $[1,45-1,46] x_{sr}$; 1,6 dB, a najwyższy w marcu: $1,92 x_{sr}$; 2,8 dB).

Z przeprowadzonej analizy wariancji wynika, że wariancje te nie różnią się między sobą (test F = 0,283; $p = 0,988$); zaś test Levena wskazuje na homogeniczność wariancji ($S = 1,818$; $p = 0,053$). Także test Duncana wykazuje, że wartości średnie tego parametru nie różnią się statystycznie między sobą w poszczególnych miesiącach roku ($p > 0,05$).

Tabela 2. Wartości statystyczne średniej ekwiwalentnej ekspozycji dziennej na hałas w Pa² • h
Table 2. Statistical values concerning mean equivalent daily exposure to noise in Pa² • h

Miesiące Months	Średnia ±SD Mean ± SD	PU	α	k	Ranga Range	p
Styczeń January	4,22 ± 5,07	1,61-6,82	1,29	0,71	0,09-16,42	0,18
Luty February	4,28 ± 5,77	1,32-7,25	2,11	4,60	0,19-21,78	0,21
Marzec March	3,99 ± 7,19	0,29-7,68	3,71	14,55	0,17-31,02	0,05
Kwiecień April	3,88 ± 3,88	1,89-5,88	2,29	6,34	0,37-16,33	0,26
Maj May	4,23 ± 3,18	2,27-6,19	2,42	7,11	0,64-16,74	0,51
Czerwiec June	4,18 ± 5,89	1,15-7,21	3,28	11,72	0,73-25,39	0,05
Lipiec July	4,27 ± 4,49	1,96-6,58	2,85	9,34	0,31-19,73	0,23
Sierpień August	3,67 ± 2,28	2,49-4,84	0,93	0,12	0,71-8,22	0,67
Wrzesień September	5,51 ± 5,40	2,74-8,29	1,44	1,12	0,60-18,49	0,28
Październik October	3,95 ± 3,19	2,30-5,59	1,56	2,63	0,63-12,88	0,65
Listopad November	4,02 ± 3,54	2,20-5,84	1,37	1,27	0,24-12,29	0,72
Grudzień December	6,01 ± 8,85	1,11-10,92	1,91	3,03	0,17-29,71	0,16
Dla całego roku For whole year	4,35 ± 0,69	3,63-5,04	1,83	2,67	3,67-6,01	0,07

Średnia - wartość średnia arytmetyczna.

Mean - mean arithmetic value.

SD - odchylenie standardowe.

SD - standard deviation.

PU - przedział ufności.

PU - confidence interval.

α - współczynnik skośności.

α - skewness coefficient.

k - współczynnik spiętrzenia (kurtoza).

k - kurtosis.

Ranga - zakres wartości (min - max).

Range - (min - max) range.

p - prawdopodobieństwo rozkładu normalnego.

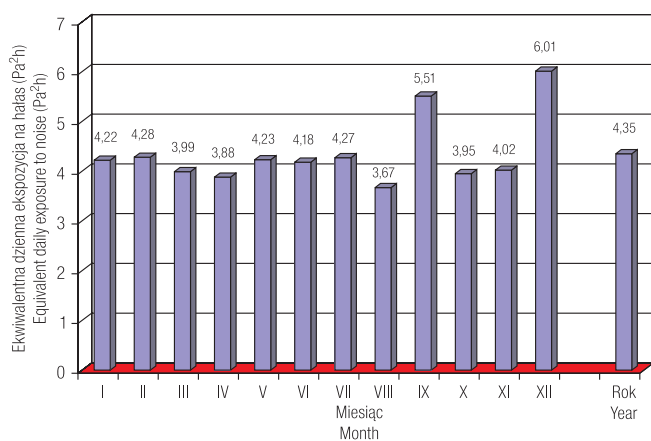
p - probability normal distribution.

Z analizy uzyskanych danych wynika, że najwyższe wartości średniej (średnia arytmetyczna) ekwiwalentnej ekspozycji dziennej (ryc. 7) przypadają głównie na dwa miesiące: grudzień i wrzesień. W pozostałych miesiącach (I-VIII, X-XI) wartości średniej ekwiwalentnej ekspozycji dziennej utrzymywały się na wyrównanym poziomie i osiągały dane: od 3,67 Pa²h w sierpniu do 4,28 Pa²h w lutym.

Duża wartość średnia występująca w grudniu (6,01 Pa²h) jest związana ze stosowaniem przez rolników w tym miesiącu maszyn bardzo hałaśliwych (pilarka tarczowa, pilarka spalinowa oraz szlifierka kątowna), pomimo krótkiego czasu trwania dziennej ekspozycji i małej ilości dni roboczych w tym miesiącu.

Natomiast w przypadku września o wysokiej wartości ekwiwalentnej dziennej ekspozycji na hałas (5,51 Pa²h) zadecydowało nasilone wykonywanie prac rolnych, charakteryzujących się emisją hałasu o wysokim poziomie (uprawa gleby, zbiór roślin okopowych) w wydłużonym dziennym czasie trwania tych prac oraz przy dużej liczbie dni roboczych w tym miesiącu. W stosunku do wartości normatywnych (norma = 1,01 Pa²h) zarejestrowane dane średniej ekwiwalentnej ekspozycji na hałas przekraczają normę w ciągu całego roku 3-6 krotnie; przy czym najwyższe przekroczenia dotyczą września (5,5-krotnie) i grudnia (6-krotnie).

Obliczona, przeciętna dla całego roku, średnia ekwiwalentna ekspozycja dzienna na hałas osiągnęła wartość równą



Ryc. 7. Średnie wartości ekwiwalentnej ekspozycji dziennej na hałas (w odniesieniu doustawowo ustalonych dni roboczych) w poszczególnych miesiącach.

Fig. 7. Mean values of equivalent daily exposure to noise (with relation to legally accepted workdays) in individual months.

4,35 Pa²h (4,4-krotne przekroczenie normy). Wartości tej odpowiada średni poziom ekspozycji na hałas, odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy ($L_{EX,8h}$), równy 91,3 dB (norma: 85 dB-A).

OMÓWIENIE

Przeprowadzone badania całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych, specjalizujących się w produkcji roślinnej, wykazały występowanie dużej złożoności i zmienności wyników badań w przedziale czasowym, obejmującym cały rok kalendarzowy. Zależne jest to od rodzaju wykonywanych prac rolnych w odpowiednich okresach czasowych, typu stosowanych ciągników rolniczych i współpracujących z nimi maszyn rolniczych, rodzaju nadmiernie hałaśliwych maszyn używanych do pozyskiwania drzewa (pilarki), a także od stosowania charakteryzujących się wysokim poziomem hałasu maszyn warsztatowych (szlifierki kątowe i stołowe, wiertarki itp.)

Stopień obciążenia hałasem rolników indywidualnych jest uwarunkowany z jednej strony wysokością poziomu hałasu emitowanego przez te maszyny, zaś z drugiej strony długością trwania ekspozycji na ten czynnik w odpowiednim przedziale czasowym.

Wyniki badań wykazały, że najwyższe wartości sumarycznej, miesięcznej ekspozycji na hałas ($E_{A,T}$) występują zarówno w miesiącach letnio-jesiennych (lipiec, wrzesień, październik), jak i zimowych (grudzień, styczeń). O ile w okresie letnio-jesiennym stopień obciążenia hałasem rolników ma bezpośredni związek z intensywnością prac polowych i transportowych, to w okresie zimowym o wielkości tego obciążenia decyduje częstość stosowania maszyn do pozyskiwania drzewa i do prac remontowych. Uzyskane takie wyniki badań wyraźnie potwierdzają zasadę, że w celu otrzymania rzetelnej i reprezentatywnej oceny o stopniu zagrożenia hałasem rolników indywidualnych, należy bada-

niami objąć pełny cykl produkcyjny, obejmujący okres całego roku oraz wszystkie rodzaje źródeł hałasu.

Z kolei obliczona średnia ekwiwalentna ekspozycja dzienna na hałas wykazuje najwyższe wartości w dwóch miesiącach: grudzień (6,01 Pa²h) i wrzesień (5,51 Pa²h); zaś niższe w pozostałych miesiącach roku (3,67–4,28). Wartość przeciętna tego parametru, dla całego roku, osiąga poziom: 4,35 Pa²h (4,4-krotne przekroczenie normy).

Oceny całorocznej ekspozycji na hałas kierowców ciągników rolniczych, zatrudnionych w wielkotowarowych gospodarstwach rolnych na terenie dawnego ZSRR, dokonał już w latach osiemdziesiątych Mieńszow (4), jako jeden z pierwszych i nielicznych dotąd badaczy. Swoje badania oparł na dawkowej ocenie obciążenia hałasem. Dawka hałasu ($D_{A,T}$) jest wielkością względną, obliczaną ze stosunku aktualnej (mierzonej) wartości ekspozycji na hałas ($E_{A,T}$) do wartości ekspozycji dopuszczalnej ($E_{A,T,dop.}$); liczbowo wartość dawki jest zbliżona do bezwzględnej wartości mierzonej ekspozycji na hałas ($D_{A,T} = E_{A,T}/1,01$). Otrzymane przez Mieńszowa średnie ekwiwalentne dawki hałasu wahają się w przedziale od 3,3 w lutym i marcu (małohałaśliwe prace warsztatowe, z niewielką ilością dni roboczych) do 11,6 w lipcu i sierpniu (okres zbioru plonów, przy dużej ilości dni roboczych).

Podobne badania obciążenia hałasem kierowców ciągników rolniczych, zatrudnionych w wspólnych gospodarstwach rolnych w Polsce, przeprowadził autor tej pracy (11). Wyniki tych badań wykazały, że największe obciążenie dla narządu słuchu stwarzają ciągniki o średniej mocy (ekwiwalentne dawki hałasu od 7,9 w grudniu do 13,6–14,7 w sierpniu – październiku), zaś znacznie mniejsze ciągniki o dużej mocy (dawki od 1,36–1,54 w grudniu i styczniu do 4,1 w sierpniu).

Natomiast badania całorocznej ekspozycji na hałas dokonane przez Franzinellego (5) i Miettinen (3) dotyczą farmerów pracujących we Włoszech i Finlandii, a więc są bardziej zbliżone do warunków pracy naszego rolnika indywidualnego. Wyniki uzyskane przez Franzinellego wykazały, że przy uprawie winogron farmer jest narażony na hałas o średnim poziomie ekspozycji przekraczającym nieco 90 dB-A, zaś przy uprawie zbóż poziom ten osiągnął wartość 95 dB-A. Z kolei badania przeprowadzone przez Miettinen dowiodły, że farmerzy zajmujący się hodowlą zwierząt narażeni są na hałas, przez cały rok, o poziomie znacznie przekraczającym wartość 85 dB-A.

Wyniki badań całorocznej ekspozycji na hałas, zrealizowane przez innych badaczy, są zbliżone do danych przedstawionych w tej pracy i dowodzą, że stopień obciążenia hałasem wyraźnie zależy od rodzaju prowadzonej produkcji rolnej oraz typu stosowanych maszyn.

Przeprowadzone obliczenia statystyczne wykazały, że otrzymane wartości średnie dwóch analizowanych parametrów akustycznych (ekspozycja sumaryczna miesięczna i ekwiwalentna ekspozycja dzienna) charakteryzują się poprawną dokładnością, nie różnią się istotnie statystycznie między poszczególnymi miesiącami roku, zaś wariancje danych należą do grupy jednorodnych (homogenicznych).

WNIOSKI

1. Dokonane badania całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych, specjalizujących się w produkcji roślinnej wykazały, że istnieje duże obciążenie narządu słuchu tym czynnikiem (średni poziom ekspozycji na hałas dla całego roku = 91,3 dB-A), znacznie przekraczające wartości dopuszczalne.

2. Szczególnie duże zagrożenie hałasem występuje w dwóch miesiącach roku: w grudniu i we wrześniu (6-krotne przekroczenie wartości dopuszczalnej ekspozycji na hałas - $E_{A,8h}$).

3. Otrzymane w tej pracy wyniki badań są zbliżone do danych uzyskanych przez innych autorów oraz dowodzą, że stopień zagrożenia hałasem rolników indywidualnych zależy od rodzaju prowadzonej produkcji rolnej i typu stosowanych maszyn.

4. Z uwagi na fakt, że otrzymane wartości średnie wybranych parametrów akustycznych charakteryzują się poprawną dokładnością i dość dobrą jednorodnością, mogą być one wykorzystane przez właściwe służby krajowe (inspekcja sanitarna, inspekcja pracy, agendy KRUS, WOMP-y) do oceny zagrożenia hałasem rolników indywidualnych (zajmujących się produkcją roślinną).

PIŚMIENNICTWO

1. Solecki L., Horoch A., Wasilkowski J., Bychawska M.: Ocena ryzyka zawodowego ubytku słuchu wśród rolników indywidualnych, w wytypowanych gospodarstwach rodzinnych [Raport z tematu nr 2.17/99]. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 2001.
2. Solecki L., Horoch A.: Stan słuchu rolników indywidualnych. Med. Pr. 2002; 53: 4, 299-305.
3. Miettinen U., Rytönen E., Husman K.: Exposure of farmers to noise. Työterveyslaitos, Vantaa, Finland 1982, s. 31.
4. Mieńszow A.A., Sota W.N.: Doznana ocena szumowej nagruzki na mechanizatorów sielskowo chozjajstwa. Gig. Truda Prof. Zabol. 1984; 10: 36-38.
5. Franzinelli A., Maiorano M., De Capua B., Masini M., Vieri M., Cipolla G.: Annual dose of noise absorbed by machine drivers in wine and cereal growing. G. Ital. Med. Lav. 1988; 10: 3, 131-134.
6. Solecki L., Zagórski J., Horoch A., Wasilkowski J., Krawczyk M., Skrzek W. i wsp.: Rozpoznanie ekspozycji na hałas oraz zawodowego ubytku słuchu rolników indywidualnych w wytypowanych gospodarstwach rodzinnych [Raport z tematu nr 2.17/96]. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1998.
7. Solecki L.: Wstępna analiza rocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych. Zastosowania Ergonomii 1999; 34/35 (2/3): 89-97.
8. Solecki L., Wasilkowski J., Bychawska M.: Określenie i ocena całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych w gospodarstwach rodzinnych o profilu produkcji roślinnej [Raport z tematu nr 2.17/02]. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 2002.
9. PN-N-01307/1994: Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1994.
10. Statistical data analysis. SPSS/PC + Base manual for the IBM-PC-/XT/AT and PS/2. SPSS Inc., Chicago 1988.
11. Solecki L.: Charakterystyka rzeczywistej ekspozycji na hałas operatorów ciągników i samojezdnych maszyn rolniczych [rozprawa habilitacyjna]. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1995.