

Leszek Solecki

RYZIKO UTRATY SŁUCHU WŚRÓD OPERATORÓW CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH SPOWODOWANE HAŁASEM*

RISK OF NOISE-INDUCED HEARING LOSS IN FARM TRACTOR OPERATORS

Z Zakładu Fizycznych Szkodliwości Zawodowych
Instytutu Medycyny Wsi im. W. Chodźki w Lublinie
Kierownik Zakładu: dr hab. L. Solecki

STRESZCZENIE Jak wynika z badań hałasu, występującego w miejscu pracy operatorów ciągników rolniczych, czynnik ten przekracza wartości dopuszczalne. Dla oceny ryzyka utraty słuchu wśród tej grupy zawodowej określano wartości parametru, zdefiniowanego symbolem – NIPTS (noise-induced permanent threshold shift), który jest funkcją częstotliwości audiometrycznej, czasu ekspozycji zawodowej oraz poziomu ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$). Do obliczenia tego parametru posłużono się procedurą zaproponowaną przez zalecenia standardu ISO-1999/1990. Oceną objęto dwie grupy operatorów, obsługujących ciągniki prod. ZM „Ursus” o średniej mocy (poziom ekspozycji na hałas: $L_{EX,8h} = 96,6$ dB) oraz o dużej mocy ($L_{EX,8h} = 89,6$ dB). Ryzyko upośledzenia słuchu określano dla populacji mężczyzn w wieku 50 lat, regularnie ekspozowanych na hałas przez 30 lat pracy zawodowej, przyjmując do podstawy wyliczeń wartość średnią przewidywanego ubytku słuchu dla wybranych trzech częstotliwości audiometrycznych: 1000, 2000 i 4000 Hz.

Badania wykazały, że przeciętny (mediana; $N_{0,50}$) przewidywany ubytek słuchu (bez ubytku związanego z wiekiem) dla operatorów ciągników rolniczych o średniej mocy wyniesie po 30 latach pracy: 15 dB, zaś dla operatorów ciągników o dużej mocy: 6 dB. Natomiast ryzyko upośledzenia słuchu, związanego z ekspozycją na hałas (przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego ubytku słuchu, równego 27 dB; wg ISO-1999/1990), mogącego spowodować uraz akustyczny, dla operatorów ciągników o średniej mocy osiąga wartość: 37,9%, zaś dla operatorów ciągników o dużej mocy: 13,0%.

Uzyskane wyniki badań świadczą o tym, że hałas jaki istnieje w miejscu pracy operatorów ciągników rolniczych stanowi duże zagrożenie dla narządu słuchu. Med. Pr. 2001; 52; 4; 265–270

SŁOWA KLUCZOWE: ryzyko, wiek, hałas, utrata słuchu, przesunięcie proggu, poziom ekspozycji na hałas

ABSTRACT Studies of noise at work site of tractor operators showed that this parameter exceeds allowable values. In order to evaluate the risk of hearing loss in this occupational group, noise-induced permanent threshold shift (NIPTS) values were determined. This parameter is a function of the audiometric frequency, duration of occupational exposure and noise exposure level ($L_{EX,8h}$). The procedure recommended by ISO-1999/1990 was used for calculations. The study covered two groups of operators: operators of ZM „Ursus” medium-power tractors (noise exposure level: $L_{EX,8h} = 96.6$ dB) and operators of high-power tractors of the same manufacture ($L_{EX,8h} = 89.6$ dB). The risk of hearing impairment was determined for the group of men aged 50 years, occupationally exposed to noise for a period of 30 years. The calculation was based on the mean value of expected hearing loss for three selected audiometric frequencies: 1000; 2000; and 4000 Hz.

The study showed that the average (median; $N_{0,50}$) expected hearing loss, excluding that associated with age, after 30 years of employment was 15 dB for operators of medium-power farm tractors, and 6 dB for operators of high-power tractors. The risk of hearing impairment due to occupational exposure to noise (exceeding the maximum allowable hearing loss of 27 dB; according to ISO-1999/1990) that may cause an acoustic trauma was 37.9% for medium-power tractors and 13.0% for high-power tractors.

The results of the study show that noise at workplaces of farm tractor operators creates a high risk of hearing impairment. Med Pr 2001; 54; 4; 265–270

KEY WORDS: risk, age, noise, hearing loss, threshold shift, noise exposure level

Problem hałasu występującego w rolnictwie jest zagadnieniem mało rozpoznany oraz w zasadzie niezbyt docenianym. Wynika to z faktu, że instytucje zajmujące się z urzędu badaniami środowiskowymi (PIP, IS) praktycznie nie wykonują pomiarów hałasu występującego w rolnictwie. Problematyką tą zajmuje się jako jedyny w Polsce – Instytut Medycyny Wsi w Lublinie.

WSTĘP

Dotychczasowe badania hałasu zrealizowane w Instytucie (1,2,3) wykazały, że spośród różnych rodzajów ciągników eksploatowanych w rolnictwie, największe zagrożenie dla narządu słuchu stwarzają ciągniki o średniej mocy produkcji krajowej (C-360, C-355, MF-255, U-3512). Średnie wartości równoważnego poziomu dźwięku A na stanowisku obsługi tych ciągników osiągały najwyższe dane podczas prac, charakteryzujących się dużym obciążeniem silnika, takich jak transport surowców roślinnych i kopanie ziemniaków kom-

bajnem (101 dB); w trakcie orki, koszenia trawy i cięcia kukurydzy rozdrabniaczem Orkan (99 dB) oraz kultywacji i bronowania (98 dB). Znacznie niższymi wartościami równoważnego poziomu dźwięku charakteryzują się ciągniki o dużej mocy, reprezentowane przez takie typy, jak: C-385, U-912, U-914, U-1012, U-1201, U-1212, U-1214 i MTZ-82 (81–93 dB).

O wielkości stopnia narażenia na hałas decydują dwa czynniki. Obok parametru określającego wartość energii akustycznej (np. równoważny poziom dźwięku) istotne znaczenie ma także czas trwania ekspozycji. Z uwagi na dużą zmienność czasu trwania ekspozycji, podczas wykonywania różnych prac rolnych i transportowych w rolnictwie (4), zarówno w ciągu dnia roboczego, jak również w poszczególnych miesiącach roku – obiektywną i rzeczywistą ocenę obciążenia hałasem można uzyskać na podstawie przeprowadzonej szczegółowej fotografii prac (chronometry) w okresie obejmującym cały rok kalendarzowy. Dokonane tą metodą badania hałasu (5) wykazały, że na stanowisku operatora ciągników o średniej mocy, przeciętny w skali całego roku poziom ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$) wynosi 96,6 dB, zaś w przypadku operatorów ciągników o dużej

* Praca przygotowana w ramach tematu nr 2.20 pt. „Opracowanie metodycznych wskazań dla tworzenia higienicznych warunków pracy w rolnictwie, w aspekcie szkodliwości fizycznych”. Kierownik tematu: doc. dr hab. L. Solecki oraz przedstawiona na IX Krajowym Zjeździe Polskiego Towarzystwa Medycyny Pracy, Dziwnówek, 13–17.09.2000 r.

mocy – 89,6 dB. Badania te dotyczyły operatorów ciągników, zatrudnionych w wielkotowarowych gospodarstwach rolnych, o powierzchni pow. 100 ha (20 operatorów obsługiwało ciągniki o średniej mocy, a 37 obsługiwało ciągniki o dużej mocy). Obliczony, przeciętny dla całego roku, poziom ekspozycji na hałas pozwala określić ryzyko utraty słuchu, spowodowanego działaniem hałasu, wśród analizowanych operatorów ciągników rolniczych. Stanowi to cel niniejszej pracy.

METODYKA BADAŃ

W celu oszacowania przewidywanego poziomu progu słyszenia operatorów ciągników rolniczych oraz przewidywanego uszkodzenia słuchu (ubytek słuchu spowodowany działaniem hałasu) i ryzyka upośledzenia słyszenia – wykorzystano zalecenia normy międzynarodowej (6): ISO-1999:1990 (wydanie drugie 1990-01-15).

Określanie progu słyszenia populacji mężczyzn narażonych na hałas

Poziom progu słyszenia populacji narażonej na hałas wylicza się (zgodnie z normą) na podstawie wzoru:

$$H' = H + N - \frac{HN}{120} \quad [1]$$

gdzie:

H' – poziom progu słyszenia (w dB) związany z wiekiem badanego i hałasem, określane symbolem HTLAN (Hearing Threshold Level Associated with Age and Noise).

H – poziom progu słyszenia (w dB) związany tylko z wiekiem, określane symbolem HTLA (Hearing Threshold Level Associated with Age).

N – rzeczywiste lub potencjalne trwałe przesunięcie progu słyszenia wywołane tylko hałasem (w dB), określane symbolem NIPTS (Noise Induced Permanent Threshold Shift).

Wyrażenie $HN/120$ zaczyna mieć znaczący wpływ na wynik tylko wtedy, gdy $H + N$ jest większe niż 40 dB. Wzór [1] ma zastosowanie w odniesieniu do odpowiednich centyli (od 0,05 do 0,95) wartości H' , H i N .

Określanie progu słyszenia mężczyzn związanego tylko z wiekiem

Dla określenia progu słyszenia związanego tylko z wiekiem (HTLA), wykorzystano bazę danych A zawartych w normie, a dotyczącą osób otologicznie zdrowych, tj. osób o normalnym stanie zdrowia, nie wykazujących żadnych oznak lub przejawów chorób uszu lub zalegania woskowiny w kanałach usznych oraz takich, które nie poddane były wcześniej nadmiernej ekspozycji na hałas (grupa osób w wysokim stopniu wyselekcjonowana).

Dla różnych zakresów centyli Q obliczano wartości progu słyszenia mężczyzn (H) w funkcji wieku Y (lata), według następujących zależności:

$$\text{dla } 0,05 \leq Q < 0,50 \quad H_Q = H_{0,50} + k S_u \quad [2]$$

$$\text{dla } Q = 0,50 \quad H_{0,50} = \alpha(Y - 18)^2 + H_{0,50;18} \quad [3]$$

$$\text{dla } 0,50 < Q \leq 0,95 \quad H_Q = H_{0,50} - k S_l \quad [4]$$

gdzie:

$H_{0,50;18}$ jest wartością mediany progu słyszenia, otologicznie normalnych osób, tej samej płci (mężczyzn), w wieku 18 lat, której ze względów praktycznych nadano wartość zero.

Wartości współczynnika α zawarte są w tablicy A.1, załącznika A cytowanej normy, zaś mnożnik k w tablicy 3 (rozdział 5.3.2.1). Wartości S_u i S_l określone są wzorami:

$$S = b_u + 0,445 H_{0,50} \quad [5]$$

$$S = b_l + 0,356 H_{0,50} \quad [6]$$

gdzie:

współczynniki b_u i b_l podane są w tablicy A.2, zał. A normy.

Przewidywane wartości progu słyszenia wyliczono oddzielnie dla trzech częstotliwości audiometrycznych: 1, 2 i 4 kHz oraz dla pięciu centyli ($Q = 0,95; 0,90; 0,50; 0,10; 0,05$).

Obliczanie trwałego przesunięcia progu słyszenia wywołanego hałasem

W celu określenia przewidywanego trwałego przesunięcia progu słyszenia wywołanego tylko hałasem, oznaczonego symbolem NIPTS, obliczano wartość medialną tego parametru ($N_{0,50}$) oraz rozkład statystyczny wartości N_Q aproksymowany dwiema różnymi połowami, dwóch rozkładów normalnych (gaussowskich), w przedziale: $0,05 \leq Q < 0,50$ i $0,50 < Q \leq 0,95$.

Wartość mediany trwałego przesunięcia progu słyszenia wywołanego hałasem ($N_{0,50}$) określa się ze wzoru:

$$N_{0,50} = [u + v \log(\Theta/\Theta_0)] (L_{EX,8h} - L_0)^2 \quad [7]$$

gdzie:

L_0 – graniczna wartość poziomu ciśnienia akustycznego (w dB), zdefiniowana jako funkcja częstotliwości, w tablicy 2 normy.

Θ – czas ekspozycji w latach.

Θ_0 – okres jednego roku.

u, v – stałe opisane jako funkcja częstotliwości w tablicy 2 normy.

Równanie [7] ma zastosowanie dla wartości $L_{EX,8h}$ większych niż L_0 (w przeciwnym przypadku przyjmuje się $L_{EX,8h} = L_0$ i wtedy $N_{0,50} = 0$). Wzór [7] dotyczy ekspozycji dłuższych niż 10 lat ($10 < \Theta < 40$ lat).

Dla populacji, dla której wartość Q zawarta jest w przedziale $0,05 \leq Q < 0,50$ (górna połowa rozkładu normalnego odpowiadająca centylom z gorszym słuchem niż mediana i leży powyżej wartości mediany $N_{0,50}$), N_Q dane jest równaniem:

$$N_Q = N_{0,50} + k d_u \quad [8]$$

Zaś dla populacji, dla której wartość Q zawarta jest w przedziale $0,50 < Q \leq 0,95$ (dolna połowa rozkładu normalnego odpowiadająca centylom z lepszym słuchem niż mediana i leży poniżej wartości mediany $N_{0,50}$), N_Q dane jest wzorem:

Tabela I. Obliczone wartości przewidywanego progu słyszenia (w dB) w rozkładzie statystycznym (HTLA), w zależności od częstotliwości audiometrycznej, dla mężczyzn w wieku 50 lat nienarażonych na hałas

Table I. The values of expected hearing threshold (in dB) – statistical distribution (HTLA) according to the audiometric frequency for males aged 50 years, not exposed to noise

Częstotliwości audiometryczne (kHz) Audiometric frequency(kHz)	Rozkład statystyczny (centyle) Statistical distribution (centiles)				
	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05
1	-6	-4	4	14	17
2	-7	-4	7	20	24
4	-4	0	16	36	41
Wartość średnia z trzech częstotliwości Mean value for three frequencies	-4,7	-27	9,0	23,3	27,3

$$N_Q = N_{0,50} - k d_1 \quad [9]$$

Wartości mnożnika k odpowiadające rozkładowi normalnemu podane są w tablicy 3, zaś współczynniki d_u i d_l oblicza się zgodnie z równaniami zamieszczonymi w rozdziale 5.3.2.2 cytowanej normy.

Wartości przewidywanego trwałego przesunięcia progu słyszenia wywołanego hałasem (N) obliczano oddzielnie dla trzech częstotliwości: 1, 2 i 4 kHz oraz dla pięciu centyli Q . Dla oszacowania uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem (N) o określonej ekspozycji, obliczano wartości średnie z danych otrzymanych dla trzech częstotliwości audiometrycznych: 1, 2 i 4 kHz, oddzielnie dla pięciu wartości centylowych (0,95; 0,90; 0,50; 0,10; 0,05).

Określanie ryzyka upośledzenia słuchu

Ryzyko upośledzenia słuchu związane z ekspozycją na hałas i z wiekiem, lub tylko z ekspozycją na hałas, jest często miarą szkodliwego wpływu tej ekspozycji na populację. Ustalając granicę progu słyszenia (wartość dopuszczalna) przyjmuje się, że powyżej tej granicy występuje upośledzenie słyszenia. Z kolei można obliczyć centyl populacji, dla której średni poziom progu słyszenia jest równy lub przekracza uprzednio

wybraną granicę. W niniejszej pracy na graniczną wartość progu słyszenia wybrano poziom odpowiadający 27 dB (zgodnie z propozycją standardu ISO).

WYNIKI BADAŃ

Szacowanie przewidywanego ubytku słuchu, spowodowanego hałasem, przeprowadzono w odniesieniu do dwóch grup operatorów ciągników rolniczych (obsługujących ciągniki o średniej i dużej mocy), w wieku 50 lat, eksponowanych na hałas tych ciągników (w tym także na hałas samojezdnych maszyn rolniczych: kombajny zbożowe) przez okres 30 lat pracy zawodowej.

W oparciu o przedstawioną metodykę wyliczono przewidywane wartości progu słyszenia związanego tylko z wiekiem (H), dla mężczyzn w wieku 50 lat, w rozkładzie statystycznym (dla pięciu wartości centyli), każdorazowo dla trzech częstotliwości audiometrycznych. Otrzymane dane zawarto w tabeli I. Jak z niej wynika, największe przewidywane ubytki słuchu, związane tylko z wiekiem, przypadają na częstotliwość 4 kHz (mediana: 16 dB). Obliczona wartość średnia (dla trzech częstotliwości) wykazuje ubytek równy 9 dB w przypadku mediany (dla 0,50 centyli), zaś z rozkładu statysty-

Tabela II. Obliczone wartości przewidywanego ubytku słuchu (w dB) w rozkładzie statystycznym, wywołanego tylko hałasem (NIPTS), w zależności od częstotliwości audiometrycznej, dla operatorów (wiek: 50 lat; ekspozycja: 30 lat) ciągników o średniej mocy

Table II. The values of expected hearing loss (in dB) – statistical distribution, induced exclusively by noise (NIPTS), according to the audiometric frequency, for operators of medium-power tractors (aged 50 years, exposed for 30 years)

Częstotliwości audiometryczne (kHz) Audiometric frequency (kHz)	Rozkład statystyczny (centyle) Statistical distribution (centiles)				
	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05
1	3	3	5	8	9
2	7	9	15	24 (20,0)*	27 (21,6)*
4	19	21	29 (25,1)*	41 (28,7)*	45 (29,6)*
Wartość średnia z trzech częstotliwości Mean value for three frequencies	9,7	11,0	15,0*	18,9*	20,0*

* Z poprawką, z uwagi na $H+N > 40$ dB.

* Corrected due to $H+N > 40$ dB.

Tabela III. Obliczone wartości przewidywanego ubytku słuchu (w dB) w rozkładzie statystycznym, wywołanego tylko hałasem (NIPTS), w zależności od częstotliwości audiometrycznej, dla operatorów (wiek: 50 lat; ekspozycja: 30 lat) ciągników o dużej mocy

Table III. The values of expected hearing loss (in dB) – statistical distribution, induced exclusively by noise (NIPTS), according to the audiometric frequency, for operators of high-power tractors (aged 50 years, exposed for 30 years)

Częstotliwości audiometryczne (kHz) Audiometric frequency (kHz)	Rozkład statystyczny (centyle) Statistical distribution (centiles)				
	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05
1	0	0	0	0	0
2	3	3	5	8	9
4	8	9	13	18 (12,6)*	19 (12,5)*
Wartość średnia z trzech częstotliwości Mean value for three frequencies	3,7	4,0	6,0	6,9*	7,2*

* Z poprawką, z uwagi na $H+N > 40\text{dB}$.

* Corrected due to $H+N > 40\text{ dB}$.

cznego wyniku, że 10% mężczyzn w wieku 50 lat będzie miało średni ubytek równy lub wyższy od 23,3 dB, zaś 5% $\geq 27,3$ dB.

W tabeli II przedstawiono przewidywane trwale ubytki słuchu wywołane tylko hałasem (N), w przypadku operatorów obsługujących ciągniki o średniej mocy ($L_{EX,8h} = 96,6$ dB). Wartość średnia (mediana) utraty słuchu dla tej grupy osób wynosi 15 dB, natomiast 10% operatorów uzyska ubytek równy lub większy od 18,9 dB, a 5% ≥ 20 dB.

W przypadku operatorów obsługujących ciągniki o dużej mocy ($L_{EX,8h} = 89,6$ dB) wartość średnia ubytków słuchu (tabela III) była znacznie niższa i wynosiła: 6 dB (mediana), natomiast 10% tych operatorów będzie miało ubytek słuchu równy lub większy od 6,9 dB, a 5% $\geq 7,2$ dB.

Z kolei łączne przewidywane poziomy progu słyszenia (H' – wzór 1), związane z wiekiem (50 lat) i ekspozycją na hałas (30 lat), dla obu grup operatorów, w zestawieniu z grupą mężczyzn w tym samym wieku, nienarażonych na hałas, przedstawiono w tabeli IV. Korzystając z zależności [2], [8] i [1] określano wartości mnożnika k, przy założeniu, że poziom progu słyszenia związany z wiekiem (H) oraz

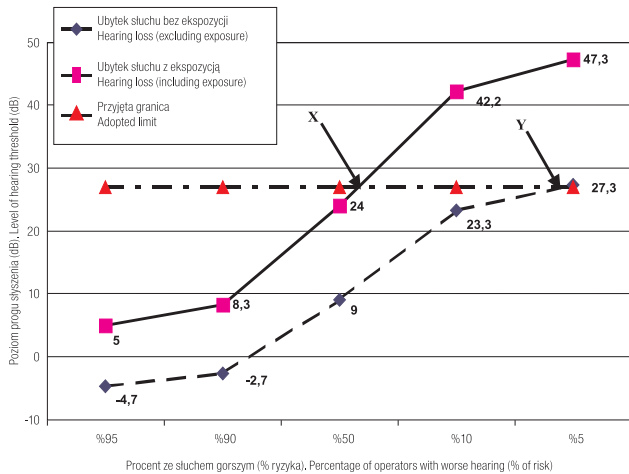
poziom progu słyszenia związany z wiekiem i hałasem (H') osiągają wartość odpowiadającą przyjętej granicy progu słyszenia, to jest: 27dB.

W oparciu o tabele statystyczne, odnoszące się do rozkładu normalnego (7), wartościom mnożnika k dopasowywano odpowiadające im wartości centylowe. Na tej podstawie oszacowano przewidywane ryzyko upośledzenia słuchu (w %) dla trzech ustalonych grup badawczych (tabela IV). I tak w przypadku mężczyzn (w wieku 50 lat) nienarażonych na hałas, ryzyko utraty słuchu powyżej przyjętej granicy (27 dB) wynosi 5,5%. Natomiast dla operatorów obsługujących ciągniki o średniej mocy, łączne ryzyko upośledzenia słuchu związane z wiekiem i ekspozycją na hałas (30 lat) wyniesie: 43,4%; zaś dla operatorów obsługujących ciągniki o dużej mocy (o znacznie niższym poziomie hałasu) – 18,5%. Ostatecznie w przypadku operatorów obsługujących ciągniki o średniej mocy ryzyko upośledzenia słuchu związane tylko z ekspozycją na hałas wyniesie: 37,9% (43,4–5,5), a dla operatorów obsługujących ciągniki o dużej mocy – 13% (18,5–5,5). Określone przewidywane ubytki

Tabela IV. Przewidywane poziomy progu słyszenia (w dB) w rozkładzie statystycznym u operatorów ciągników rolniczych (H'), u mężczyzn nienarażonych na hałas (H) oraz szacowane ryzyko upośledzenia słyszenia (w %)

Table IV. Expected hearing threshold levels (in dB) – statistical distribution among operators of agricultural tractors (H'), among males not exposed to noise (H), and estimated risk of hearing impairment (in %)

Osoby Persons	Rozkład statystyczny (centyle) Statistical distribution (centiles)					Ryzyko upośledzenia słyszenia (%) Risk of hearing impairment (%)
	0,95	0,90	0,50	0,10	0,05	
Operatorzy ciągników o średniej mocy Operators of medium-power tractors	5,0	8,3	24,0	42,2	47,3	43,4
Operatorzy ciągników o dużej mocy Operators of high-power tractors	- 1,0	1,3	15,0	30,2	34,5	18,5
Mężczyźni nienarażeni na hałas Males not exposed to noise	- 4,7	- 2,7	9,0	23,3	27,3	5,5



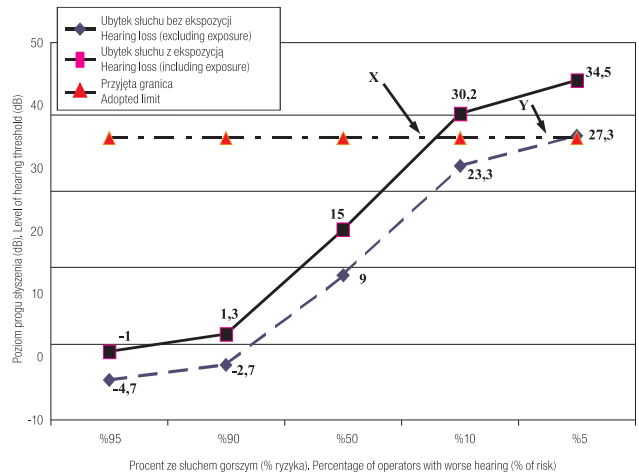
Ryc. 1. Przewidywane ubytki słuchu oraz ryzyko uszkodzenia słuchu u operatorów ciągników o średniej mocy (X - ryzyko upośledzenia słuchu związane z wiekiem i ekspozycją = 43,4%; Y - ryzyko upośledzenia słuchu związane z wiekiem = 5,5%; X-Y = 37,9%).

Fig. 1. Expected hearing loss and risk of hearing impairment among operators of medium-power tractors (X - risk of hearing impairment associated with age and exposure = 43.4%; Y - risk of age-related hearing impairment = 5.5%; X-Y = 37.9%).

słuchu oraz oszacowane ryzyko upośledzenia słuchu przedstawiono także graficznie na ryc. 1 i 2.

Dla uwierzytelnienia zastosowanej metody, do szacowania trwałego przesunięcia progu słyszenia wywołanego hałasem (N), obliczono przewidywane wartości ubytków słuchu dla wybranych dwóch grup operatorów, charakteryzujących się różnym wiekiem i stażem (obsługujących ciągniki o średniej i dużej mocy). Wartości te odniesiono do rzeczywistych zmierzonych ubytków słuchu tych operatorów (5). W celu sprawdzenia zgodności otrzymanych przewidywanych wartości ubytków słuchu z wartościami rzeczywistymi dokonano obliczeń statystycznych za pomocą nieparametrycznego testu znaków rang Wilcozona (dane zmienne zależne, rozkład odbiegający od normalnego). Dla operatorów obsługujących ciągniki o średniej mocy przewidywane średnie ubytki słuchu nie różniły się istotnie od rzeczywistych, dla częstotliwości 3 i 4 kHz ($p = 0,29-0,32$) w przypadku ucha prawego oraz dla częstotliwości 2, 4 i 6 kHz w przypadku ucha lewego ($p = 0,28-0,59$). Natomiast dla operatorów obsługujących ciągniki o dużej mocy podobne ubytki występują w zakresie częstotliwości 3 i 6 kHz ($p = 0,25-0,26$) dla obu uszu.

Z uwagi na fakt, że powszechnie używane oraz proponowane zalecenia (np. wytyczne MZ, standard ISO-1999/1990), dla określenia ryzyka upośledzenia słuchu spowodowanego hałasem, stosują uśrednianie poziomów progowych słuchu, poprzez kombinację określonych częstotliwości, obliczono średni przewidywany ubytek słuchu dla wybranych trzech częstotliwości: 1, 2 i 4 kHz. Istotność różnic średnich pomiędzy obliczonym przewidywanym średnim ubytkiem słuchu a rzeczywistą średnią skorygowaną wartością progową słuchu (wg wytycznych MZ) sprawdzono



Ryc. 2. Przewidywane ubytki słuchu oraz ryzyko uszkodzenia słuchu u operatorów ciągników o dużej mocy (X - ryzyko upośledzenia słuchu związane z wiekiem i ekspozycją = 18,5%; Y - ryzyko upośledzenia słuchu związane z wiekiem = 5,5%; X-Y = 13,0%).

Fig. 2. Expected hearing loss and risk of hearing impairment among operators of high-power tractors (X - risk of hearing impairment associated with age and exposure = 18.5%; Y - risk of age-related hearing impairment = 5.5%; X-Y = 13.0%).

sparowanym testem t-Studenta (badane rozkłady zbliżone do normalnych, zmienne zależne, korelacja dodatnia, istotna statystycznie, $p \leq 0,001$). Uzyskany wynik (5) tego testu ($p = 0,18$ dla ucha prawego i $p = 0,25$ dla ucha lewego) dowodzi, że przewidywane średnie ubytki słuchu są statystycznie istotnie zgodne z rzeczywistymi; a zatem świadczy to o tym, że faktyczne ubytki słuchu stwierdzone u operatorów ciągników rolniczych spowodowane są przyczyną zawodową (hałas w miejscu pracy).

DYSKUSJA

Zastosowana w pracy metoda szacowania przewidywanego poziomu progusłyszenia pozwoliła określić przewidywany ubytek słuchu, spowodowany działaniem hałasu oraz ryzyko upośledzenia słuchu, na przykładzie operatorów ciągników rolniczych (w wieku 50 lat i stażu pracy z narażeniem na hałas - 30 lat). Metoda ta została uwierzytelniona w zestawieniu z rzeczywistymi ubytkami słuchu.

Standard międzynarodowy ISO-1999/1990 stanowi cenne narzędzie badawcze, które pozwala oszacować uszkodzenie słuchu w sposób statystyczny dla określonej populacji narażonej na hałas (metoda ta nie może być stosowana do przypadków indywidualnych, z uwagi na dużą zmienność osobniczą). To szacowanie uszkodzenia można przeprowadzić pod warunkiem zdefiniowania (w miarę precyzyjnie):

- przeciętnego poziomu ekspozycji na hałas, odniesionego do 8-godzinnego dnia pracy ($L_{EX,8h}$);
- częstotliwości lub kombinacji częstotliwości;
- bazy danych dla grupy kontrolnej, nienarażonej na hałas, oraz poziomu progusłyszenia (tzw. granica narażenia).

Podając konkretny przykład oceny ryzyka upośledzenia słyszenia wywołanego hałasem nie należy go określać tylko wskaźnikiem jednoliczbowym, lecz również podawać wszystkie wymienione powyżej parametry. Parametry te pozostawione są do ustalenia przez użytkownika, a więc muszą być zdefiniowane w przyszłości w odpowiednich normach lub rozporządzeniach krajowych.

Omawiany standard międzynarodowy został wykorzystany w wielu publikacjach różnych badaczy zagranicznych, takich jak: Macrae J.H. (8), Rosler G. (9), Ising H. i wsp. (10), Henselman L.W. i wsp. (11), Prince M.M. (12), Henderson D., Saunders S.S. (13) i innych. Jednak brak jest danych o stosowaniu tego standardu w pracach badaczy krajowych.

Standard ten może i powinien być stosowany w profilaktyce medycznej, celem zapobiegania powstawaniu nadmiernych ubytków słuchu, będących podstawą do należnych odszkodowań. Wykorzystywane do obliczeń określone wzory wydają się na pierwszy rzut oka, dość skomplikowane oraz mogą zniechęcać użytkowników do ich stosowania. Można sądzić, że problem ten znajdzie w przyszłości pozytywne rozwiązanie, poprzez opracowanie odpowiedniego programu komputerowego. Jednak nie możemy tego zagadnienia bagatelizować i pomijać, ponieważ w dobie uzgadniania przepisów z Unią Europejską omawiana norma międzynarodowa stanie się w najbliższym czasie normą polską (jako PN-ISO-1999. „Akustyka. Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem”; projekt normy został uzgodniony na posiedzeniu NKP nr 157 w dniu 12.10.1999 r. i skierowany przez Biuro PKN do opiniowania w ramach ankiety powszechnej i adresowej) – jako standard obowiązujący w kraju.

PIŚMIENNICTWO

1. Solecki L.: Zagrożenie hałasem operatorów ciągników i samojezdnych maszyn rolniczych oraz sposoby jego ograniczenia. *Zastosowania Ergonomii* 1996, 22-23, 2-3, 173-180.
2. Solecki L.: Zagrożenie hałasem pracowników rolnych. W: Solecki L. [red.]. *Zagrożenia fizyczne w rolnictwie*. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1999.
3. Solecki L., Mołocznik A., Wasilkowski J., Bychawska M.: Opracowanie metodycznych wskazań dla tworzenia higienicznych warunków pracy w rolnictwie w aspekcie szkodliwości fizycznych. Instytut Medycyny Wsi, Sekcja Dokumentacji, Lublin 1995. Raport z tematu nr 2.20.
4. Solecki L.: Charakterystyka czasu narażenia na hałas operatora ciągnika rolniczego o średniej mocy. *Hig. Pr.* 1998, 3, 45-51.
5. Solecki L.: Charakterystyka rzeczywistej ekspozycji na hałas operatorów ciągników i samojezdnych maszyn rolniczych [rozprawa habilitacyjna]. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1995.
6. International Standard. Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Wyd. 2. ISO, 1999.
7. Guilford L.P.: *Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice*. PWN, Warszawa 1964.
8. Macrae J.H.: Prediction of deterioration in hearing due to hearing aid use. *J. Speech Hear. Res.* 1991, 34, 3, 661-670.
9. Rosler G.: Progression of hearing loss caused by occupational noise. *Scand. Audiol.* 1994, 23, 1, 13-37.
10. Ising H., Hanel J., Pilgramm M., Babisch W., Lindthammer A.: Risk of hearing loss caused by listening to music with head phones. *HNO* 1994, 42, 12, 764-768.
11. Henselman L.W., Henderson D., Shadoan J., Subramanian M., Saunders S., Ohlin D.: Effects of noise exposure, race, and years of service on hearing in U.S. Army soldiers. *Ear. Hear.* 1995, 16, 4, 382-391.
12. Prince M.M.: A re-examination of risk estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey (ONHS). *J. Acoust. Soc. Am.* 1997, 101, 2, 950-963.
13. Henderson D., Saunders S.S.: Acquisition of noise-induced hearing loss and presbycusis. *Ear. Hear.* 1998, 19, 2, 120-130.

Adres autora: Jaczewskiego 2, 20-950 Lublin

Nadesłano: 19.05.2001

Zatwierdzono: 30.06.2001