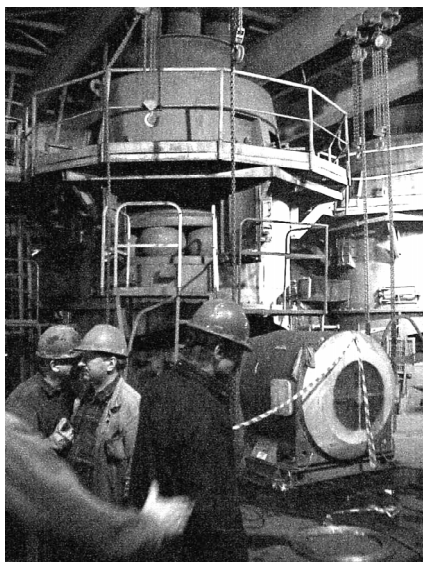


dr inż. ANNA KACZMARSKA
mgr inż. WITOLD MIKULSKI
doc. dr inż. DANUTA AUGUSTYŃSKA
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas na niestacjonarnych stanowiskach pracy

W praktyce, przy ocenie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas często istnieje potrzeba oceny tego ryzyka na niestacjonarnych stanowiskach pracy, na których w sposób istotny i trudny do opisanego zmienia się zarówno miejsce jak i warunki wykonywanej pracy. Typowym przykładem takich stanowisk są brygady remontowe. Na takich stanowiskach pracy standardowe metody oceny narażenia na hałas na ogół nie pozwalają oszacować ryzyka zawodowego.

W Centralnym Instytucie Ochrony Pracy wykonano pracę o charakterze studialnym, w której podjęto próbę oszacowania ryzyka zawodowego na niestacjonarnych stanowiskach pracy występujących w jednej z elektrowni węglowych. W niniejszym artykule wyniki tego opracowania przedstawiono na przykładzie wybranego stanowiska pracy monterów kotłów (brygada remontów młynów węglowych – fot.) zatrudnionego w systemie czterobrygadowym.



Fot. Poziom 0,0 m – rejon młyna węglowego

Pierwszym krokiem zmierzającym do oszacowania ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas na tym stanowisku pracy jest ustalenie harmonogramu pracy (rodzaju i miejsca wykonywanych operacji technologicznych), reżimu pracy urządzeń remontowanych i sąsiednich (remont jest realizowany w bloku energetycznym podczas postoju bądź w ruchu, z jednoczesnym uwzględnieniem warunków pracy bloku sąsiedniego) oraz kalendarza dni wolnych od pracy i urlopu wypoczynkowego.

Praca omawianej ekipy remontowej odbywa się w obiekcie (blok energetyczny) bądź w warsztacie (przygotowanie prac remontowych – naprawa lub drobienie potrzebnych detali), z różną intensywnością w skali roku. W okresie letnim, kiedy jest mniejsze obciążenie elektrowni, wykonuje się więcej planowych remontów, natomiast w okresie zimowym, przy większym obciążeniu elektrowni, realizuje się więcej remontów w trybie awaryjnym.

W rozpatrywanej elektrowni przysługuje wiele dodatkowych dni wolnych od pracy (oprócz ustawowego urlopu wypoczynkowego), tj.:

- dodatkowe dni wolne w zależności od stażu pracy (od 1 do 4 dni roboczych)
- dodatkowe dni wolne dla pracowników pracujących w warunkach szkodliwych (5 dni roboczych)
- dodatkowe dni wolne dla pracowników zatrudnionych w czterobrygadowej organizacji pracy (12 dni roboczych).

Obowiązuje ponadto 40-godzinny tydzień pracy (przy założeniu, że wszystkie soboty przypadające w dni robocze oraz 14 sierpnia „Dzień Energetyka” są dniami dodatkowo wolnymi od pracy).

W wyniku tak rozłożonego kalendarza dni wolnych średnio ok. 10 tygodni rocznie jest wolnych od pracy.

Praca wykonana w ramach programu wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Główny koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy

Średnioroczny wymiar dni roboczych w elektrowni (zgodnie z wyliczeniem elektrowni) wynosi 209 dni, co stanowi przy 5-dniowym tygodniu pracy ($209:5 = 41,8$) ok. 42 tygodnie pracy.

W wyniku szczegółowej analizy harmonogramu pracy omawianej brygady remontowej, popartej wieloletnią obserwacją służb bhp elektrowni, udało się ustalić następujący rozkład pracy w skali roku:

– 42 tygodnie pracy wg planu:

- 16 tygodni – praca związana z obsługą lub remontami przeprowadzanymi, gdy dwa bloki energetyczne elektrowni (sąsiednie) pracują

- 22 tygodnie – praca związana z obsługą lub remontami przeprowadzanymi, gdy jeden blok pracuje, a drugi blok (sąsiedni) jest w postoju

- 4 tygodnie – praca związana z obsługą lub remontami przeprowadzanymi, gdy dwa bloki (sąsiednie) są w postoju

– 10 tygodni – wolne od pracy.

Kolejnym krokiem w ocenie ryzyka zawodowego na omawianym stanowisku pracy jest przeprowadzenie pomiarów hałasu. Zmierzoneo:

- **hałas słyszalny** (zawierający składowe o częstotliwościach słyszalnych $16 \div 16\,000$ Hz), zgodnie z metodami określonymi w polskich normach: PN-N-01307:1994 [7] i PN-ISO 1999:2000 [9]

- **hałas infradźwiękowy**, zgodnie z procedurą pomiarową opublikowaną w *Podstawach i Metodach Oceny Środowiska Pracy* [2]. Z doświadczenia było wiadomo, że na stanowiskach pracy

w elektrowniach może występować hałas o istotnych składowych w zakresie częstotliwości infradźwiękowych 1÷20 Hz i niskich częstotliwości słyszalnych.

Uwzględniono następujące wielkości:

– dla hałasu słyszalnego:

- równoważny poziom dźwięku A w czasie T_e , L_{Aeq,T_e}

- maksymalny poziom dźwięku A w czasie T_e , L_{Amax}

- szczytowy poziom dźwięku C w czasie T_e , L_{Cpeak}

– dla hałasu infradźwiękowego:

- równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G (poziom dźwięku G) w czasie T_e , L_{Geq,T_e}

- szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego, $L_{LINpeak}$.

Pomiar wykonano metodą pośrednią, stosowaną zwykle w sytuacji, gdy hałas jest zmienny w czasie i występuje określona liczba wyraźnie rozróżnialnych poziomów hałasu. Równoważny poziom dźwięku A w czasie T_e wyliczono z następującego wzoru:

$$L_{Aeq,T_e} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T_e} \sum_{i=1}^n \left(T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,T_i}} \right) \right] \quad (1)$$

gdzie:

L_{Aeq,T_i} – równoważny poziom dźwięku A, w dB, uśredniony w przedziale czasu T_i

$$T_e = \sum_{i=1}^n T_i \quad (2)$$

Analogicznie wyznaczono równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G.

Do bezpośrednich pomiarów wymienionych wielkości akustycznych, stosowano całkujące mierniki poziomu dźwięku, przy włączonej charakterystyce dynamicznej S i charakterystyce częstotliwościowej A (dla hałasu słyszalnego) lub G (dla hałasu infradźwiękowego).

Przy pomiarze szczytowego poziomu dźwięku C zastosowano charakterystykę detektora peak i charakterystykę częstotliwościową C.

W pracy zastosowano metodę pomiaru wielkości akustycznych w wybranych odcinkach czasowych charakterystycznych dla typowego hałasu. Całkowita niepewność pomiaru określona wg normy międzynarodowej ISO 9612:1997 (w przygotowaniu projekt polskiej normy) w zależności od klasy stosowanej aparatury pomiarowej dla tej metody pomiarowej wynosi 3 dB. Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1.

W celu przeprowadzenia oceny narażenia na hałas słyszalny określono poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy, $L_{EX,8h}$, w dB (tab. 2.), wg wzoru [7, 9]:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \lg \frac{T_e}{T_o} \quad (3)$$

gdzie:

L_{Aeq,T_e} – równoważny poziom dźwięku A
 T_e – czas ekspozycji, w s, w ciągu dnia roboczego lub określonego dłuższego okresu (jeśli T_e jest równy 8h, to L_{Aeq,T_e} jest równy $L_{EX,8h}$)
 T_o – czas odniesienia równy 8 h = 480 min = 28 800 s

Wyznaczono również poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy, $L_{EX,w}$, w dB (tab. 3.), wg wzoru [7, 9]:

$$L_{EX,w} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot (L_{EX,8h})_i} \right] \quad (4)$$

gdzie:

$L_{EX,8h}$ – jak we wzorze (3)
 i – kolejny dzień roboczy w rozważanym tygodniu
 n – liczba dni roboczych w rozważanym tygodniu (może być różna od 5).

Następnie wyznaczono poziom ekspozycji na hałas odniesiony do roku pracy, $L_{EX,y}$, w dB (tab. 3.), wg wzoru [4, 9]:

$$L_{EX,y} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{48} \sum_{j=1}^m 10^{0,1 \cdot (L_{EX,w})_j} \right] \quad (5)$$

gdzie:

$L_{EX,w}$ – jak we wzorze (4)
 j – kolejny tydzień roboczy w rozważanym roku
 m – liczba tygodni roboczych w roku, w którym występuje narażenie na hałas (w omawianym przypadku $m = 42$).

Podobnie przeprowadzono ocenę narażenia na hałas infradźwiękowy, określając równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G i odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy, $L_{Geq,8h}$, w dB (tab. 2.) (zgodnie z procedurą pomiarową opublikowaną w *Fundamentach i Metodach Oceny Środowiska Pracy* [2]) wg wzoru:

$$L_{Geq,8h} = L_{Geq,T_e} + 10 \lg \frac{T_e}{T_o} \quad (6)$$

gdzie:

L_{Geq,T_e} – równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G, w czasie ekspozycji T_e (jeżeli czas ekspozycji T_e jest równy 8h, to $L_{Geq,T_e} = L_{Geq,8h}$)
 T_e – czas ekspozycji w ciągu dnia pracy, w s
 T_o – czas odniesienia = 8h = 480 min = 28 800 s.

Wyznaczono również równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do tygodnia pracy, $L_{Geq,w}$, w dB (tab. 3.), wg wzoru [2]:

WYNIKI POMIARÓW

Tabela 1

Sytuacja ruchowa	Miejsce pracy, czynności	Czas, min	Hałas słyszalny			Hałas infradźwiękowy	
			L_{Aeq,T_e} [dB]	L_{Amax} [dB]	L_{Cpeak} [dB]	L_{Geq,T_e} [dB]	$L_{LINpeak}$ [dB]
2 bloki pracują	Dyspozycja prac	30	65,5	67,2	87,6	82,9	103,2
	Dopuszczenie do pracy, likwidacja miejsca pracy	45	94,7	96,2	116,1	102,1	116,3
	Przerwa, szatnia	60	65,5	67,2	87,6	82,9	103,2
	– prace warsztatowe	47	75,7	94,7	101,7	82,9	103,2
	– szlifierka stołowa	8	90,2	94,3	108,2	78,1	106,3
	– prace remontowe	270	94,7	96,2	116,1	102,1	116,3
	– szlifierka	20	102,8	109,6	122,4	102,2	122,40

Tabela 2

WYNIKI OCENY NARAŻENIA NA HAŁAS (OCENA DZIENNA)

	Wartość [dB]
Poziom ekspozycji na hałas – $L_{EX,8h}$	94,4
Maksymalny poziom dźwięku A – L_{Amax}	109,6
Szczytowy poziom dźwięku C – L_{Cpeak}	122,4
Równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G – $L_{Geq,8h}$	100,6
Szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego – $L_{LINpeak}$	122,4

WYNIKI OCENY NARAŻENIA NA HAŁAS NA BADANYM STANOWISKU PRACY (OCENA ROCZNA), (k – krotność wartości NDN)

Tabela 3

Stanowisko	Przypadki	Liczba tygodni	$L_{EX,w}$ [dB]	$L_{EX,y}$ [dB]	$k(L_{EX,y})$	$L_{Amax,y}$ [dB]	$k(L_{Amax,y})$	$L_{Cpeak,y}$ [dB]	$k(L_{Cpeak,y})$	$L_{Geq,w}$ [dB]	$L_{Geq,y}$ [dB]	$k(L_{Geq,y})$	$L_{LIN,peak,y}$ [dB]	$k(L_{LIN,peak,y})$	k wypadkowa
Monter remontów kotłów (brygada remontów młynów)	2 bloki	16	94,4	91,9	4,91	109,6	0,54	122,4	0,23	100,6	97,6	0,36	122,2	0,08	4,91
	1 blok	22	90,8							95,6					
	0 bloków	4	90,0							93,6					
	wolne	10													

$$L_{Geq,w} = 10 \lg \left[\frac{1}{5} \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{Geq,8h})_i} \right] \quad (7)$$

gdzie:
 i – kolejny dzień roboczy w rozważanym tygodniu
 n – liczba dni roboczych w rozważanym tygodniu (może być różna od 5)

$L_{Geq,8h}$ – jak we wzorze (6).

Następnie, analogicznie jak dla hałasu słyszalnego, wyznaczono równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do roku pracy $L_{Geq,y}$, w dB (tab. 3.), wg wzoru:

$$L_{Geq,y} = 10 \lg \left[\frac{1}{48} \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{Geq,w})_i} \right] \quad (8)$$

gdzie:
 $L_{Geq,w}$ – jak we wzorze (7)

i – kolejny tydzień roboczy w rozważanym roku
 n – liczba tygodni roboczych w roku, w którym występuje narażenie na hałas (w omawianym przypadku $m = 42$).

Ocenę ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas przeprowadzono według ogólnie przyjętych zasad [1, 3, 8]:

$$\begin{aligned} P < 0,5 P_{dop} & \text{ – ryzyko małe} \\ 0,5 P_{dop} \leq P \leq P_{dop} & \text{ – ryzyko średnie} \\ P > P_{dop} & \text{ – ryzyko duże,} \end{aligned}$$

gdzie:
 P – wartość wielkości charakteryzującej narażenie
 P_{dop} – dopuszczalna wartość wielkości charakteryzującej narażenie.

Przyjęto jako wartości dopuszczalne hałasu słyszalnego wartości NDN (najwyższego dopuszczalnego natężenia) hałasu określone w rozporządzeniu MPiPS [6], tj.:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy, $-L_{EX,8h}$ ($L_{EX,w}$) = 85 dB
- maksymalny poziom dźwięku A , $L_{Amax} = 115$ dB
- szczytowy poziom dźwięku C , $L_{Cpeak} = 135$ dB

WYNIKI OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO ZWIĄZANEGO Z NARAŻENIEM NA HAŁAS

Tabela 4

Lp.	Stanowisko	Krotność, k	Ryzyko
1.	Monter kotłów (brygada remontów młynów)	4,91	$k > 1$ duże

Jako wartości dopuszczalne hałasu infradźwiękowego przyjęto wartości NDN określone w rozporządzeniu MPiPS [6], tj.:

- równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy/tygodnia pracy, $L_{Geq,8h}$ ($L_{Geq,w}$) = 102 dB
- szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego $L_{LIN,peak} = 145$ dB

Wyniki oceny ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas słyszalny i hałas infradźwiękowy z uwzględnieniem krotności (k) wartości NDN przedstawiono w tabeli 4.

*
* *

Jak wynika z przeprowadzonych badań, nawet po uwzględnieniu dodatkowej ilości dni wolnych od pracy i zróżnicowanego charakteru pracy (praca w warsztacie i w remontowanym obiekcie przy różnych reżimach pracy), ryzyko zawodowe związane z narażeniem na hałas na badanym niestacjonarnym stanowisku pracy montera kotłów (brygada remontów młynów) jest duże.

Na ocenę ryzyka zawodowego wpływa głównie hałas słyszalny; hałas infradźwiękowy na badanych stanowiskach pracy nie przekracza wartości dopuszczalnych.

W miejscach pracy, gdzie zarejestrowany poziom hałasu rzutuje na przekroczenie wartości dopuszczalnych, należy przedsięwziąć środki zarówno organizacyjne jak i techniczne zmierzające do

ograniczenia hałasu [5], a tym samym do ograniczenia ryzyka zawodowego.

PIŚMIENNICTWO

[1] Augustyńska D. *Ocena ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na hałas w świetle przepisów europejskich i krajowych*. Bezpieczeństwo Pracy 9/2002

[2] *Hałas infradźwiękowy. Procedura pomiarowa*. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, R.17, nr 2(28), 2001, s. 47-53

[3] *Ocena ryzyka zawodowego*. T. 1: *Podstawy metodyczne*. W. M. Zawieska (red.). CIOP, Warszawa 2001

[4] The Noise Manual, Fifth Edition, W: E.H. Berger, L.H. Royster, J.D. Royster, D.P. Driscoll, M. Layne, AIHA (American Industrial Hygiene Association) PRESS, 2000

[5] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. DzU nr 119, poz. 844

[6] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1998 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 79, poz. 513, 2001, nr 4, poz. 36

[7] PN-N-01307:1994 *Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*

[8] PN-N-18002:2000 *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego*

[9] PN-ISO 1999:2000 *Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem*

[10] ISO 9612:1997 *Acoustics – Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment*