

*Aleksander Lutyński**

IDENTYFIKACJA POZIOMU HAŁASU NA STANOWISKACH TECHNOLOGICZNYCH W ZAKŁADACH PRZERÓBKI KOPALŃ WĘGLA KAMIENNEGO

1. Wstęp

Hałas jest jedną z bardziej dokuczliwych uciążliwości z jaką spotykać się może człowiek zarówno w miejscu swojej pracy zawodowej, jak i miejscu wypoczynku. Hałasem są bowiem wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, działające na zmysły oraz elementy organizmu człowieka [1]. Jak wykazały wieloletnie badania hałas nie tylko stwarza komplikacje przy porozumiewaniu się, ale istotnie utrudnia wykonywaną pracę i zwiększa ryzyko wypadkowe ponieważ, działa na centralny układ nerwowy i inne organy.

Najbardziej powszechnymi, a jednocześnie najbardziej uciążliwymi źródłami hałasu są szlaki komunikacyjne drogowe, kolejowe i lotnicze, a także zakłady przemysłowe, centra handlowe, miejsca rozrywki oraz bardzo często rekreacji. Na działanie hałasu szczególnie narażone są osoby pracujące w górnictwie, hutnictwie, budownictwie, przemyśle stoczniowym, maszynowym czy fonograficznym.

Szkodliwe działanie hałasu na organizm człowieka pociąga za sobą określone skutki, które podzielić można na [2]:

- **funkcjonalne**, zaliczając do nich ograniczenia:
- poziomu poczucia niezależności,
 - poczucia bezpieczeństwa i komfortu,
 - możliwości porozumiewania,
 - orientacji w środowisku,

* Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice

- **zdrowotne**, zaliczając do nich:
 - sprawność psychomotoryczną,
 - stan psychiczny (emocjonalny),
 - ogólny stan zdrowia,
 - stan somatyczny,
 - uszkodzenie narządu słuchu.

Skutki funkcjonalne obniżają jakość wykonywanej pracy i jej wydajność, a skutki zdrowotne zwiększają zachorowalność osób narażonych na działanie hałasu.

Szkodliwość hałasu dla zdrowia jest zróżnicowana, ponieważ hałas różnie oddziałuje na organizm ludzki. Z tego względu hałas słyszalny, w zależności od jego poziomu, można podzielić na pięć następujących grup [3]:

- poniżej 35 dB (A) — który to poziom uznać można za nieszkodliwy dla zdrowia, choć może być denerwujący lub przeszkadzać w pracy wymagającej skupienia,
- 35÷70 dB (A) — wpływający na zmęczenie układu nerwowego człowieka, poważnie utrudniając zrozumienie mowy, wypoczynek po pracy i zasypianie,
- 70÷85 dB (A) — wpływający na znaczne zmniejszenie wydajności pracy, może być szkodliwy dla zdrowia i powodować uszkodzenie słuchu,
- 85÷130 dB (A) — powodujący liczne schorzenia organizmu ludzkiego, uniemożliwiający zrozumienie mowy nawet z odległości 0,5 m,
- powyżej 130 dB (A) — powodujący trwałe uszkodzenie słuchu, wywołujący pobudzenie do drgań organy wewnętrzne człowieka i ich schorzenia.

Czas oddziaływania, podczas którego organizm człowieka narażony jest na hałas podzielić można na trzy okresy:

- Okres 1 – rozpoczyna się z chwilą przebywania w hałasie (podjęcie pracy) i trwa zależnie od natężenia hałasu średnio od 2 do 4 lat; cechuje go pewien, przebiegający skokowo, ubytek słuchu, głównie w przedziale dźwięków o wysokich częstotliwościach 4000÷6000 Hz.
- Okres 2 – obejmuje przebywanie w hałasie (pracę) od 4 do 10 lat; w czasie tym następuje dalszy ubytek słuchu proporcjonalny do czasu pracy w hałasie.
- Okres 3 – występuje po 10 do 15 latach przebywania w hałasie i jest okresem stabilizacji ubytku słuchu.

W tabeli 1, mając za podstawę przedmiotową normę ISO 1999, podane zostało ryzyko utraty słuchu (w procentach) podczas przebywania w hałasie o różnych wartościach poziomu równoważnego i dla różnego okresu ekspozycji.

W tabeli 2 przytoczono za [4] statystykę chorób zawodowych pracowników zakładów przeróbki kopalń węgla kamiennego, z której wynika, że hałas jest najczęstszą przyczyną zapadania na choroby zawodowe. W okresie 8 lat hałas był przyczyną 84,4% zachorowań na choroby zawodowe pracowników zakładów przeróbki.

TABELA 1

Ryzyko utraty słuchu zależne od poziomu hałasu i okresu ekspozycji

Równoważny poziom A dźwięku, dB	Ryzyko utraty słuchu, %							
	Okres ekspozycji, lata							
	5	10	15	20	25	30	35	40
80	0	0	0	0	0	0	0	0
85	1	3	5	6	7	8	9	10
90	4	10	14	16	16	18	20	21
95	7	17	24	28	29	31	32	29
100	12	29	37	42	43	44	44	41
105	18	42	53	58	60	62	61	54
110	26	55	71	78	78	77	72	62
115	36	71	83	87	84	81	75	64

TABELA 2

Statystyka chorób zawodowych pracowników zakładów przeróbki kopalń węgla kamiennego

Rok	Przyczyna choroby zawodowej								Razem
	hałas		zapylenie		drżania		inne przyczyny		
	liczba	%	liczba	%	liczba	%	liczba	%	
1996	35	97,2	1	2,8	0	0,0	0	0,0	36
1997	55	98,2	0	0,0	1	1,8	0	0,0	56
1998	58	89,2	2	3,1	0	0,0	5	7,7	65
1999	21	80,8	2	7,7	0	0,0	3	11,5	26
2000	13	81,3	2	12,5	0	0,0	1	6,2	16
2001	11	73,4	2	13,3	0	0,0	2	13,3	15
2002	12	54,5	8	36,5	1	4,5	1	4,5	22
2003	16	61,6	5	19,2	4	15,4	1	3,8	26
Razem	221	84,4	22	8,4	6	2,3	13	5,0	262

Jak stwierdzono powyżej hałas, na który narażony jest człowiek, rodzi skutki społeczne i ekonomiczne. Dlatego też zwalczanie hałasu poprzez produkcję maszyn i urządzeń o niższym poziomie głośności, ekranowanie ich miejsc pracy przy użyciu materiałów dźwiękochłonnych i dźwiękoizolacyjnych ma istotne znaczenie. Warunkiem koniecznym do po-

dejmowania skutecznych, powyżej wymienionych zabiegów, są badania wykonywane na obiektach przemysłowych. Wyniki takich właśnie badań przedstawione zostaną w niniejszym referacie.

2. Aparatura użyta w badaniach hałasu

Badania hałasu wykonano precyzyjnym całkującym miernikiem poziomu dźwięku typu 2236 firmy Brüel & Kjær. Jest to miernik klasy 1, spełniający wymagania norm IEC 651 i IEC 804, a także normy ANSI 1,4 i DRAFT S1.43. Miernik ten może mierzyć następujące poziomy:

- maksymalny skuteczny poziom ciśnienia akustycznego od ostatniego zerowania,
- minimalny skuteczny poziom ciśnienia akustycznego od ostatniego zerowania,
- maksymalny szczytowy poziom ciśnienia akustycznego od ostatniego zerowania,
- maksymalny szczytowy poziom ciśnienia akustycznego w interwale 1 sekundowym,
- maksymalny skuteczny poziom ciśnienia akustycznego w interwale 1 sekundowym według IEC 651,
- równoważny poziom dźwięku zgodnie z normą IEC 804,
- równoważny impulsowy poziom dźwięku zgodnie z normą IEC 804,
- poziom ekspozycji na hałas zgodnie z normą IEC 804,
- impulsowy poziom ekspozycji na hałas,
- ekspozycyjny poziom dźwięku odnoszony do 8 godzin,
- poziom ciśnienia akustycznego przekroczony przez 95% czasu pomiaru,
- poziom ciśnienia akustycznego przekroczony przez 5% czasu pomiaru,
- czas trwania przesterowania miernika w procentach ogólnego czasu pomiaru.

Opisywany miernik posiada zestaw filtrów oktaowych o częstotliwościach środkowych pomiędzy 31,5 kHz i 8 kHz, które spełniają wymagania normy IEC 225 i ANSI S1.1 i może mierzyć wszystkie wymienione parametry w każdym poziomie filtrów.

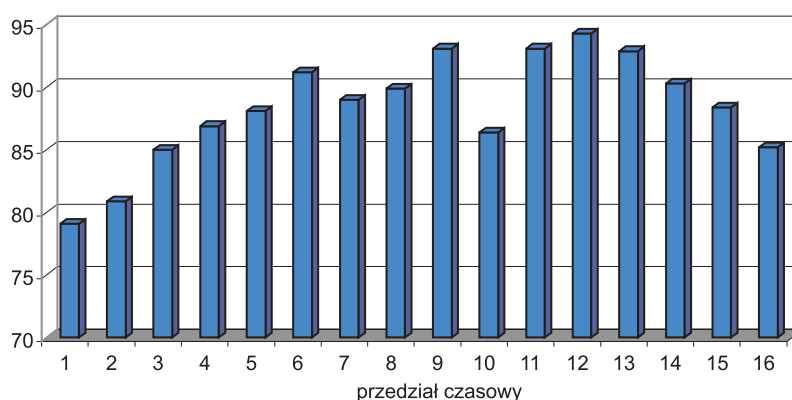
Miernik był zasilany bateriami $4 \times 1,5$ V.

3. Metodyka badań i uzyskane wyniki

Wielkość akustyczna, jaką mierzono w badaniach, to poziom dźwięku $A - L_{Ai}$ [dB]. Wykonanie pomiaru polegało na odczycie maksymalnej wartości żądanej wielkości akustycznej bezpośrednio z miernika. Pomiar hałasu na stanowiskach pracy wykonywany był zgodnie z obowiązującymi zaleceniami, w odległości nie większej niż 0,5 m od ucha pracownika obsługującego dane stanowisko. Praktycznie była to wysokość 1,7 m.

W badaniach wstępnych okres badań — 16 godzin — podzielono na przedziały czasowe, dla których wyznaczano poziomy ekwiwalentne. Było to szesnaście przedziałów czasowych jednogodzinnych w godzinach od 6.00 do 22.00.

W wyznaczonych przedziałach dokonywano wielokrotnego pomiaru (10 do 15 razy). Czas pomiaru dla pojedynczej próbki wynosił 60 s. W badaniach wstępnych wykonano badania kilkudziesięciu stanowisk w dwóch zakładach przerobczych kopalń węgla kamiennego. Przykładowe wyniki pomiarów poziomu dźwięku dla stanowiska wzbogalnika Disa pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Rozkład poziomu dźwięku A dla stanowiska obsługi wzbogalnika Disa w poszczególnych godzinach prowadzenia badań

Analiza wyników badań wstępnych wykazała znaczne zróżnicowanie poziom hałasu na poszczególnych stanowiskach. Stwierdzono też, że w okresie dwóch pierwszych przedziałach (godzinach pracy) poziom hałasu emitowany przez maszyny i urządzenia poszczególnych stanowisk różni się istotnie od pozostałych. Wobec powyższego do wyznaczenia średniego dziennego poziomu hałasu pierwsze dwie godziny pracy zakładu nie były brane pod uwagę. Na podstawie analizy badań wstępnych wytypowano także stanowiska charakteryzujące się najwyższym poziomem hałasu i dla nich przeprowadzono badania zasadnicze.

Były to:

- miejsce w pobliżu przesiewacza wibracyjnego PZ,
- miejsce w pobliżu przesiewacza wibracyjnego WP-2,
- stanowisko obsługi przesiewacza wibracyjnego WK-1,
- stanowisko obsługi przenośnika taśmowego,
- stanowisko obsługi przenośnika kubelkowego,
- stanowisko obsługi filtrów tarczowych FTPO180,
- stanowisko obsługi wzbogalnika Disa,
- stanowisko obsługi osadzarek miałowych,
- stanowisko obsługi wzbogalnika zawieszinowego KR 3/2,
- stanowisko obsługi kruszarki KB 3200 x 6000.

Stanowiska te, opisywane poniżej jako punkty pomiarowe, były zlokalizowane na różnych poziomach zakładów przerobczych.

Przesiewacze PZ i przesiewacze WP można było obsługiwać z kabin dźwiękochłonnych, które pozwalają na obserwację pracy maszyn i sterowanie nimi. Kabin mają za zadanie chronić pracowników obsługi przed skutkami hałasu. W tym przypadku przeprowadzono również pomiar poziomu hałasu na zewnątrz i wewnątrz kabiny.

W badaniach wstępnych ekwiwalentny poziom dźwięku A dla każdego z szesnastu przedziałów czasowych T wyznaczano według zależności zgodnej z PN-87/B-02156:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1L_{Aeqi}} \text{ dB} \quad (1)$$

gdzie:

- T — czas oceny, s;
- L_{Aeqi} — równoważny poziom dźwięku dla danego przedziału czasu, dB;
- t_i — czas dla którego został określony L_{Aeqi} , s;
- n — liczba odcinków czasowych t_i w przedziale czasowym.

W badaniach zasadniczych średni poziom hałasu L_{Aeqs} dla poszczególnych stanowisk wyznaczano, w oparciu o wyniki pomiarów elementarnych, z następującej zależności:

$$L_{Aeqs} = 10 \log \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m 10^{0,1L_{Aeqi}} \text{ dB} \quad (2)$$

gdzie m — liczba pomiarów elementarnych.

Pomiary emisji hałasu wykonano przy następujących ustawieniach miernika poziomu dźwięku:

- charakterystyka A,
- stała czasowa „Slow”.

Podczas pomiaru odczytywano wartości:

- równoważnego poziomu dźwięku $A - L_{Aeq}$,
- maksymalnego poziomu dźwięku $A - L_{Amax}$.

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 3.

Analiza wyników prezentowanych w tabeli 3 wskazuje, że na niektórych analizowanych stanowiskach pracy, podczas dnia roboczego, znacznie przekroczony jest średni dopuszczalny poziom hałasu wynoszący 85 dB. Przekroczenie to zarejestrowano na ośmiu z dziesięciu poddanych badaniu miejsc i stanowisk. Maszynami emitującymi najwyższy średni poziom hałasu są: kruszarka i przesiewacze. Wysoki poziom hałasu na stanowisku obsługi przenośnika taśmowego wynika z faktu, iż stanowisko to jest usytuowane w pobliżu przesiewacza wibracyjnego PZ.

TABELA 3

Ekwiwalentny poziom dźwięku $A - L_{eq}$ w wybranych miejscach i stanowiskach obsługi

Stanowisko	Poziom dźwięku, dB	
	L_{Aeq5}	L_{A5max}
Miejsce w pobliżu przesiewacza wibracyjnego PZ	98,1	99,5
Miejsce w pobliżu przesiewacza wibracyjnego WP-2	92,7	99,5
Obsługi przesiewacza wibracyjnego WK-1	95,8	96,4
Obsługi przenośnika taśmowego	94,9	97,7
Obsługi przenośnika kubelkowego	91,8	92,5
Obsługi filtrów tarczowych FTPO180	88,1	91,2
Obsługi wzbogacalnika Disa	88,4	93,4
Obsługi osadzarek miałowych	81,6	83,5
Obsługi wzbogacalnika zawieszinowego KR 3/2	84,8	85,2
Obsługi kruszarki KB 3200 × 6000	96,4	104,8
Kabina obsługi przesiewacza wibracyjnego PZ — zewnątrz	91,8	92,1
Kabina obsługi przesiewacza wibracyjnego PZ — wewnątrz	68,2	69,5
Kabina obsługi przesiewacza wibracyjnego WP — zewnątrz	91,1	94,8
Kabina obsługi przesiewacza wibracyjnego WP — wewnątrz	63,8	64,8

Kabiny dźwiękochłonne zabudowane na stanowiskach obsługi niektórych maszyn przerobczych wydatnie ograniczają poziom hałasu oddziaływującego na pracowników zatrudnionych w produkcji. Wpływa to na podwyższenie komfortu pracy tych osób.

Należy zauważyć, że w układach technologicznych zakładów przerobczych bardzo często stanowiska przesiewaczy są zwielokrotniane. Tak więc w przypadku wystąpienia awarii któregoś z przesiewaczy istnieje konieczność wykonywania czynności naprawczych w bardzo trudnych warunkach pracy, z uwagi na występujący hałas przesiewaczy pracujących w pobliżu. W takich przypadkach należy ograniczyć czas ekspozycji na hałas pracownika usuwającego awarię. Dopuszczalne czasy przebywania w hałasie o określonym poziomie wyższym od 85 dB podane zostały w tabeli 4.

TABELA 4

Dopuszczalne czasy przebywania w hałasie o poziomie powyżej 85 dB

Poziom hałasu, dB	116	110	105	98	95	92	91
Dopuszczalny czas przebywania, min	5	10	20	50	100	200	300

Alternatywą dla ograniczenia czasu przebywania pracownika w środowisku o wysokim poziomie hałasu jest wyposażenie go w indywidualne środki ochrony słuchu.

4. Podsumowanie

Przedmiotowa norma PN-N-01307 Hałas; Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy; wymaga — pkt 2.1, że poziom ekspozycji na hałas odniesiony do dnia pracy nie powinien przekroczyć 85 dB. Z przeprowadzonych badań i pomiarów wynika, że w przypadku stanowisk obsługi przesiewaczy wszystkich typów, przenośnika taśmowego, przenośnika kubełkowego, filtrów tarczowych, wzbogacalnika Disa i kruszarki przekroczenie takie ma miejsce. Z wyznaczonej wielkości przekroczenia poziomu hałasu oraz danych z normy ISO 1999 wynika, że już po dziesięciu latach pracy na stanowisku przesiewacza PZ istnieje 29 procentowe ryzyko utraty słuchu, które wzrasta do około trzydziestu siedmiu procent przy piętnastu latach pracy. Z tego względu wykonanie kabiny dźwiękochłonnej dla tego stanowiska wydaje się ze wszelkich miar konieczne. Podobnie kształtuje się sytuacja dla stanowiska obsługi kruszarki, które nie posiadało kabiny. Pracownicy obsługi przenośnika taśmowego byli wyposażeni w indywidualne środki ochrony słuchu.

Z przeprowadzonych badań wynika, że w zakładach przeróbki kopalń węgla kamiennego na niektórych stanowiskach istnieje znaczny dyskomfort pracy wynikający z wysokiego poziomu hałasu emitowanego przez maszyny i urządzenia pracujące w ciągach technologicznych.

LITERATURA

- [1] *Engel Z.*: Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem. Warszawa, PWN 1993
- [2] *Koszarny Z.*: Wpływ hałasu na zdrowie człowieka. Ekopartner 1999
- [3] *Sadowski J.*: Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie. Arkady 1971
- [4] Raport roczny (2003) o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego. Katowice, Główny Instytut Górnictwa 2004