

Mariusz Kapusta, Tadeusz Szponder**

KSZTAŁTOWANIE RYZYKA ZAWODOWEGO ZWIĄZANEGO Z HAŁASEM NA STANOWISKACH PRACY W PODZIEMNYCH WYROBISKACH EKSPLOATACYJNYCH**

1. Wstęp

Wielu pracowników w codziennym życiu zawodowym narażonych jest na oddziaływanie różnorodnych czynników środowiskowych, które wpływają na spadek sprawności psychofizycznej oraz powodują zagrożenie zdrowia. Czynniki te często obniżają satysfakcję z pracy, a także oddziałują szkodliwie na stan zdrowia i życia pracownika, prowadząc w skrajnych przypadkach do powstania choroby zawodowej. Górnictwo węgla kamiennego jest sektorem gospodarki, który w szczególny sposób naraża pracownika na skumulowane oddziaływanie zagrożeń czynnikami szkodliwymi i uciążliwymi. W celu poprawy warunków pracy prowadzone są liczne badania zagrożeń oraz analizy skutków i następstw ich oddziaływania. Na podstawie statystyk zapadalności na choroby zawodowe w górnictwie można stwierdzić, że hałas stanowi istotny i nadal nierozwiązany problem. Trwały ubytek słuchu jest drugą pod względem częstości występowania chorobą zawodową, na którą zapadają pracownicy podziemnych kopalń węgla, i ustępuje jedynie pylicy płuc [1]. Stwierdzono również, że ze względu na liczbę stanowisk pracy narażonych w kopalniach na hałas czynnik ten stanowi zagrożenie, z którym pracownicy spotykają się najczęściej.

Na podstawie przeprowadzonych badań w niniejszym artykule przedstawiono wyniki pomiarów, ocenę ryzyka zawodowego oraz skutki narażenia pracownika na hałas. Badania przeprowadzono w kopalni węgla na wybranych stanowiskach pracy, uwzględniając zróżnicowane warunki oraz chronometraż pracy. Z uwagi na ogromną liczbę stanowisk pracy w kopalni, a także ograniczone możliwości organizacyjne w sposób selektywny dokonano wyboru kilku stanowisk, które poddano analizie i ocenie.

* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Kraków

** Artykuł napisany w ramach pracy statutowej nr 11.11.100.281

2. Obowiązek pracodawcy

W myśl obowiązującego w Polsce prawa to pracodawca zobowiązany jest identyfikować, oceniać i dokumentować ryzyko zawodowe występujące na stanowisku pracy oraz poinformować o nim zatrudnionego pracownika [2]. Zgodnie z definicją ryzyko zawodowe jest określone jako prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą, mogących powodować straty. Dla pracownika szczególną stratą jest pogorszenie stanu jego zdrowia i wynikające z tego skutki. Często wystąpienie niekorzystnych skutków zdrowotnych wynika z nieświadomości, zaniedbania lub nieprawidłowego sposobu wykonywania pracy przez pracownika. Ocena ryzyka stanowi podstawowy element każdego systemu zarządzania bhp, a jej celem jest zapewnienie pracownikom skutecznej ochrony przed skutkami występujących w pracy zagrożeń.

Pracodawca jest zobowiązany zapewnić ochronę pracowników przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas w szczególności poprzez stosowanie:

- procesów technologicznych niepowodujących nadmiernego hałasu;
- maszyn i innych urządzeń technicznych powodujących możliwie najmniejszy hałas, nieprzekraczający dopuszczalnych wartości;
- rozwiązań obniżających poziom hałasu w procesach pracy.

Na stanowiskach pracy, gdzie pomimo zastosowania możliwych rozwiązań technicznych i organizacyjnych poziom hałasu przekracza dopuszczalne wartości, pracodawca ma obowiązek zapewnić:

- ustalenie przyczyn przekroczenia dopuszczalnego poziomu hałasu oraz opracowanie i zastosowanie programu działań technicznych i organizacyjnych mających na celu najskuteczniejsze zmniejszenie narażenia pracowników na hałas;
- zaopatrzenie pracowników w indywidualne środki ochrony słuchu dobrane do wielkości charakteryzujących hałas i do cech indywidualnych pracowników oraz ich zastosowanie;
- ograniczenie czasu ekspozycji na hałas lub stosowanie przerw w pracy;
- oznakowanie stref zagrożonych hałasem, a także, gdy jest to uzasadnione ze względu na stopień zagrożenia, ograniczenie dostępu do tych stref.

Pracodawca dokonuje pomiarów wielkości charakteryzujących hałas oraz porównuje wyniki tych pomiarów z wartościami NDN (najwyższe dopuszczalne stężenie) i wartościami progów działania [6]. W przypadku czynnika szkodliwego, którym jest hałas, badania i pomiary przeprowadza się:

- co najmniej raz w roku w razie stwierdzenia w ostatnio przeprowadzonym badaniu, iż ekspozycja na hałas wynosi powyżej 0,5 wartości najwyższego dopuszczalnego natężenia, czyli powyżej 82 dB;
- co najmniej raz na dwa lata w razie stwierdzenia w ostatnio przeprowadzonym badaniu ekspozycja na hałas wynosi 0,1 do 0,5 wartości najwyższego dopuszczalnego natężenia, czyli od 75 dB do 82 dB;
- w każdym przypadku wprowadzenia zmiany w warunkach występowania tego czynnika.

Badań i pomiarów nie przeprowadza się, jeżeli wyniki dwóch ostatnio przeprowadzonych badań i pomiarów nie przekroczyły 0,1 NDN, czyli w przypadku hałasu poniżej 75 dB [7].

W celu wyznaczenia równoważnego poziomu ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową A pomiary przeprowadza się całkującym miernikiem poziomu dźwięku.

W trakcie prowadzenia pomiarów należy wyszczególnić zakresy czynności pracy, które będą się charakteryzować małym zakresem zmienności hałasu [4]. Równoważny poziom ciśnienia akustycznego zostaje wyznaczony ze wzoru:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{L_{Aeq,T_i}/10} \right)$$

gdzie:

- L_{Aeq,T_i} — równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową A w przedziale czasowym T_i ,
- T — czas trwania pomiaru,
- m — całkowita liczba przedziałów czasowych.

Ponadto aby wyznaczyć równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinne go czasu pracy, należy obliczyć:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_i} + 10 \lg \frac{T_e}{T_o}$$

gdzie:

- T_e — czas narażenia,
- T_o — czas odniesienia (8 godzin).

Krotność wartości dopuszczalnej hałasu w przypadku poziomu ekspozycji na hałas wyznaczamy ze wzoru:

$$k = 10^{(L_{zm} - L_{dop})/10}$$

gdzie:

- L_{zm} — wartość zmierzona
- L_{dop} — wartość dopuszczalna

Dla wartości maksymalnych i szczytowych $L_{A \max}$ i L_{Cpeak} wyznaczamy wg wzoru:

$$k = 10^{(L_{zm} - L_{dop})/20}$$

3. Dopuszczalne wartości hałasu i szacowanie ryzyka

Ze względu na ochronę słuchu warunki pracy na danym stanowisku spełniają wymagania normy wtedy, gdy żadna z poniższych wartości nie jest przekroczone:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy $L_{eq,8h}$ nie jest wyższy od 85 dB (A), czyli dzienna ekspozycja na hałas $E_{A,8h}$ nie może przekraczać $3,64 \cdot 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$.
- W przypadku hałasu oddziałującego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach tygodnia poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy $L_{EX,w}$ nie powinien przekraczać 85 dB, a odpowiadająca mu ekspozycja tygodniowa $E_{A,w}$ nie powinna przekraczać $18,2 \cdot 10^3 \text{ Pa}^2 \cdot \text{s}$.
- Maksymalny poziom dźwięku $L_{A \max}$, mierzony przy włączonej charakterystyce dynamicznej S , nie powinien przekraczać wartości 115 dB (A). Jeżeli miernik poziomu dźwięku umożliwia jedynie pomiar równoważnego poziomu dźwięku $L_{Aeq,Te}$ dopuszcza się wyznaczenie maksymalnej wartości $L_{Aeq,1s}$.
- Szczytowy poziom dźwięku L_{Cpeak} nie powinien przekraczać wartości 135 dB (C).

W tabeli 1 zamieszczono wartości dopuszczalne narażenia na hałas z uwzględnieniem grup pracowników szczególnie chronionych.

TABELA 1

Wartości dopuszczalne hałasu słyszalnego ze względu na ochronę zdrowia, które obowiązują jednocześnie (kryterium szkodliwości) [dB]

Grupa pracowników	Poziom ekspozycji dla 8-godzinnego dnia pracy	Poziom ekspozycji dla tygodnia pracy	Maksymalny poziom dźwięku	Szczytowy poziom dźwięku
	$L_{EX,8h}$	$L_{EX,w}$	$L_{A \max}$	L_{Cpeak}
Ogół pracowników	85	85	115	135
Kobiety w ciąży	65	65	110	130
Młodociani	80	80	110	130

Znając wartości dopuszczalne narażenia na hałas, można oszacować wielkość ryzyka zawodowego. Metody analizy ryzyka dzieli się na indukcyjne i dedukcyjne, a szacowanie ryzyka przeprowadzamy metodami ilościowymi lub jakościowymi. Analiza samego ryzyka wymaga doświadczenia i wiedzy, ale także dokładności oraz znacznego wkładu pracy i systematyczności osób oceniających. Tak więc o wyborze metody decyduje osoba lub zespół oceniający, a dzięki dobrze przeprowadzonej analizie można ocenić, czy powzięto wystarczające środki ostrożności, żeby przeciwdziałać szkodzie. Celem oceny ryzyka jest również upewnienie się, że nikt nie dozna urazu lub nie zachoruje z powodu warunków występujących na stanowisku pracy. Spośród wielu metod oceny ryzyka zawodowego najczęściej stosowana jest norma PN-N-18002. Tabela 2 przedstawia algorytm szacowania dopuszczalności ryzyka wg normy w skali pięciostopniowej.

TABELA 2

Algorytm szacowania ryzyka zawodowego związanego z ekspozycją na hałas wg normy PN-N-18002

Poziom ekspozycji dla 8-godzinnego dnia pracy	Maksymalny poziom dźwięku	Szczytowy poziom dźwięku	Krotność przekroczeń normy	Oszacowanie ryzyka zawodowego	Dopuszczalność ryzyka zawodowego
$L_{EX,8h}$	$L_{A\max}$	L_{Cpeak}	K	–	–
<75	<95	<115	<0,1	Bardzo małe	dopuszczalne
75–82	95–109	115–129	0,1–0,5	Małe	
82–85	109–115	129–135	0,5–1	Średnie	
85–88	115–121	135–141	1–2	Duże	niedopuszczalne
>88	>121	>141	>2	Bardzo duże	

4. Metodyka i wyniki pomiarów

Pomiary natężenia hałasu przeprowadzono w warunkach ruchowych kopalni. Z uwagi na dużą czasochłonność prowadzonych badań wyniki zostały uśrednione. Zakres pomiarów obejmował stanowiska pracy dozoru górniczego i górników pracujących w wyrobiskach eksploatacyjnych. W wyrobisku ścianowym było to stanowisko pracy sztygara, górnika sekcyjnego, kombajnisty oraz obsługi przenośnika podścianowego. W przypadku chodnika korytarzowego było to miejsce pracy sztygara, kombajnisty i obsługi przodka. W trakcie wykonywanych badań mierzono:

- równoważny poziom dźwięku A,
- maksymalny poziom dźwięku A,
- szczytowy poziomu dźwięku C.

Do wykonania pomiarów wykorzystano miernik całkujący typ SON-50 mający świadectwo wzorcowania o klasie dokładności 1. Po uwzględnieniu zmian chronometrycznych na podstawie zmierzonych równoważnych poziomów dźwięku A obliczono poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy.

Praca pod ziemią wiąże się ze zmiennymi warunkami oddziaływania hałasu. Rodzaj hałasu i narażenie pracownika są ściśle związane z procesem technologicznym oraz różnorodnością maszyn stosowanych w cyklach produkcyjnych. W tabeli 3 przedstawiono przykładowe wartości hałasu maszyn górniczych w kopalniach.

Aby wyznaczyć poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy $L_{eq,8h}$, niezbędna jest znajomość chronometrażu pracownika na stanowisku pracy i równoważne poziomy dźwięku w kolejnych cyklach pracy. Dlatego na potrzeby dalszych zestawień tabelarycznych i prezentacji wyników autorzy dokonali podziału pracowników na dwie grupy. W skład pierwszej grupy wchodziły osoby pracujące w wyrobisku ścianowym.

Druga grupa obejmowała pracowników wyrobisk chodnikowych. Czynnościami wspólnymi dla wszystkich grup pracowniczych były: zjazd i wyjazd szybem, dojazd pociągiem do rejonu oraz dojście do stanowiska pracy. Pozostałe czynności wynikały indywidualnie z zakresu obowiązków pracownika. W przypadku nieprzekroczenia dopuszczalnych wartości parametrów mikroklimatu w kopalni czas pracy górników pod ziemią wynosi 450 min [5]. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyznaczono poziomy ekspozycji na hałas oraz krotności przekroczeń wartości dopuszczalnych, co przedstawiono w tabeli 4 oraz tabeli 5.

TABELA 3

Charakterystyki akustyczne typowych maszyn górniczych

Rodzaj maszyny	Wartość poziomu dźwięku [dB]	
	L_A	L_C
Przesiewacze wibracyjne	93–98	106–110
Taśmy przebiecze	92–95	97–99
Kombajny chodnikowe	90–95	98–117
Kombajny ścianowe	92–101	101–106
Wiertarki pneumatyczno udarowo-obrotowe	101	101
Przenośniki zgrzeblowe	90–93	100–102
Wywroty wozów	93–98	100–108
Pompy głównego odwadniania	92–96	98–100
Sprężarki obrotowe	91–93	94–96
Urządzenia nadszybia	96–110	108–114

Na podstawie analizy wyników można stwierdzić, że w przypadku żadnego pracownika poziom ekspozycji odniesiony do 8-godzinnego czasu pracy $L_{EX,8h}$ nie został przekroczony. Ekspozycja na hałas nie przekracza 85 dB, czyli jest poniżej wartości dopuszczalnej. Również maksymalne poziomy dźwięku $L_{A\max}$ i szczytowe poziomy dźwięku L_{Cpeak} nie wykazały przekroczeń. Można więc stwierdzić, że kryterium szkodliwości i jednoczesności nie zostało przekroczone. Analizując szczegółowo zakres czynności, można jednak zauważyć, że na kilku stanowiskach poziom hałasu $L_{Aeq,T}$ ma wysokie wartości, co niewątpliwie wpływa na uciążliwość w trakcie pracy. Jednak ze względu na stosunkowo krótkie okresy narażenia w odniesieniu do 8-godzinnego dnia pracy nie powoduje to przekroczeń $L_{EX,8h}$. Ponadto pracownicy przodków byli wyposażeni w środki ochrony indywidualnej w postaci wkładek przeciwhałasowych i zobowiązani do ich stosowania.

TABELA 4

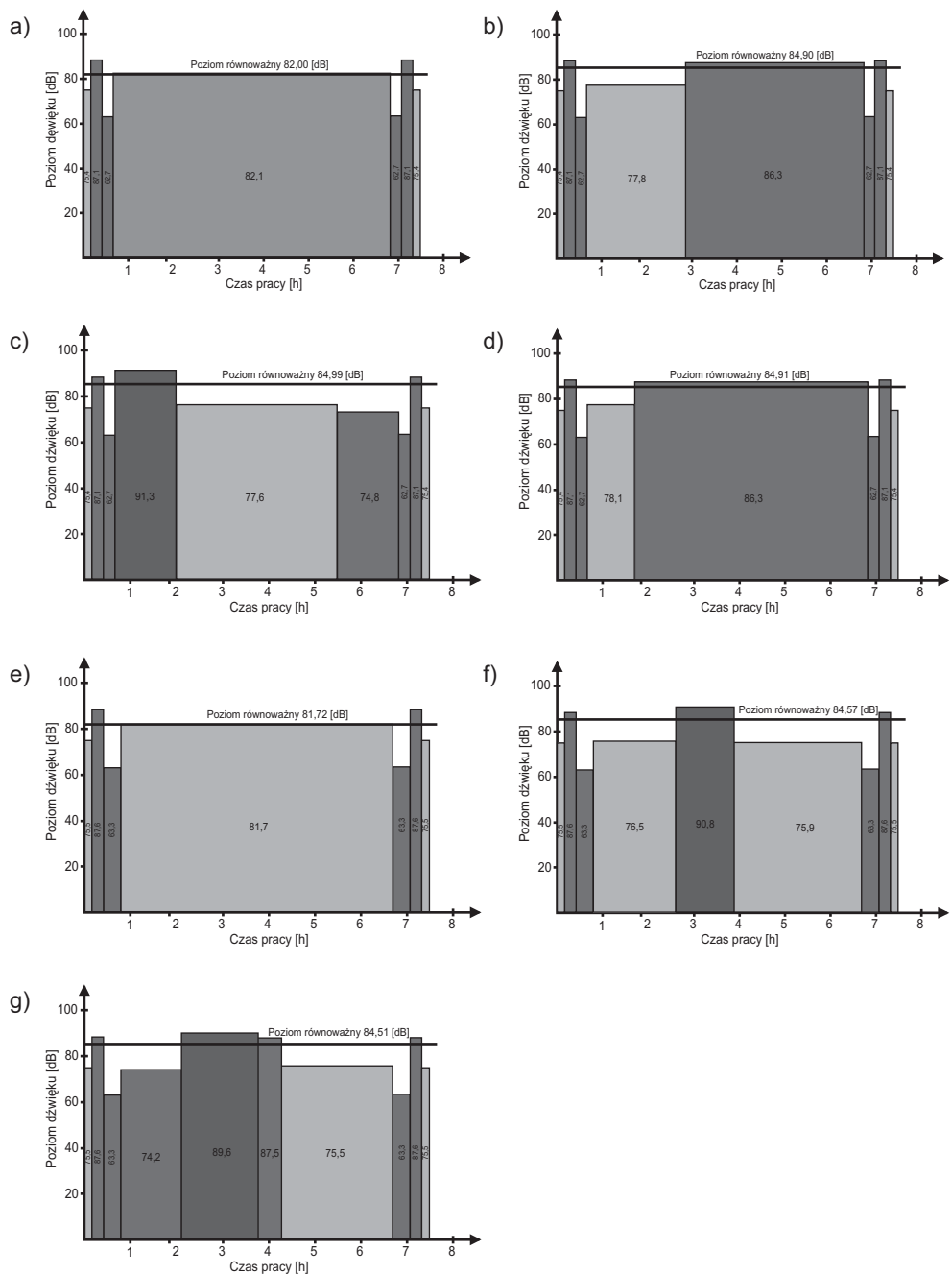
Wyniki badań w wyrobisku ścianowym

Zakres czynności	Czas ekspozycji [min]	Równoważny poziom dźwięku A [dB]	Maksymalny poziom dźwięku A [dB]	Szczytowy poziom dźwięku C [dB]	Poziom ekspozycji na hałas $L_{Ex,8h}$ dB	Krotność wartości dopuszczalnej $L_{Ex,8h}$	Oszacowanie ryzyka zawodowego	Dopuszczalność
Wspólne								
Zjazd i wyjazd szybem	20	75,4	87,1	98,5	–	–	–	–
Dojazd i powrót pociągiem	30	87,1	90,8	103,5	–	–	–	–
Dojście do stanowiska pracy i powrót	30	62,7	71,6	85,1	–	–	–	–
Dozór								
Dozór nad pracownikami w przodku (sztygarzy)	370	82,1	86,5	101,8	82,00	0,50	Małe	Dopuszczalne
Górnicy sekcyjny								
Prace górnicze w ścianie	70	77,8	90,8	104,2	84,90	0,98	Średnie	Dopuszczalne
Manewrowanie obudową zmechanizowaną	300	86,3	97,4	102,3				
Kombajnista								
Urabianie kombajnem	90	91,3	98,7	112,6	84,99	1,00	Średnie	Dopuszczalne
Prace górnicze w ścianie	200	77,6	85,4	103,9				
Transport materiałów	80	74,8	83,2	107,2				
Obsługa przenośnika podścianowego PZ/PT								
Prace górnicze, czyszczenie rejonu	70	78,1	92,3	103,7	84,91	0,98	Średnie	Dopuszczalne
Obsługa przesypu PZ/PT	300	86,3	99,1	107,6				

TABELA 5

Wyniki badań w wyrobisku korytarzowym

Zakres czynności	Czas ekspozycji [min]	Równoważny poziom dźwięku A [dB]	Maksymalny poziom dźwięku A [dB]	Szczytowy poziom dźwięku C [dB]	Poziom ekspozycji na hałas $L_{Ex,8h\ dB}$	Krotność wartości dopuszczalnej $L_{Ex,8h}$	Oszacowanie ryzyka zawodowego	Dopuszczalność
Wspólne								
Zjazd i wyjazd szybem	20	75,5	87,1	98,5	–	–	–	–
Dojazd i powrót pociągiem	30	87,6	90,8	103,5	–	–	–	–
Dojście do stanowiska pracy i powrót	40	63,3	73,1	87,1	–	–	–	–
Dozór								
Dozór nad pracownikami przodka (sztygarzy)	360	81,7	85,8	97,8	81,72	0,47	Małe	Dopuszczalne
Obsługa przodka								
Prace przygotowawcze, transport materiałów	100	76,5	99,2	109,4	84,57	0,90	Średnie	Dopuszczalne
Pomoc przy urabianiu kombajnem	90	90,8	99,2	109,4				
Zabudowa przodka, prace górnicze	170	75,9	85,3	99,3				
Kombajnista AM-50								
Prace przygotowawcze przed urabianiem, przerwy w urabianiu	70	74,2	80	91,2	84,51	0,89	Średnie	Dopuszczalne
Urabianie kombajnem	90	89,6	94,5	106,8				
Praca kombajnem na luzie	30	87,5	90,2	105,4				
Prace górnicze, zabudowa przodka	170	75,5	81,3	100				



Rys. 1. Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy na stanowiskach: a) szytar (ściana); b) górnik sekcyjny (ściana); c) kombajnista (ściana); d) obsługa przenośnika (ściana); e) szytar (chodnik); f) obsługa przodka (chodnik); g) kombajnista (chodnik)

Szczególnie wysokim poziomem hałasu charakteryzują się prace związane z urabianiem calizny. Dotyczy to odpowiednio stanowiska pracy kombajnisty w ścianie oraz obsługi przodka w wyrobisku korytarzowym. Wysoki poziom natężenia hałasu związany jest z koncentracją maszyn i urządzeń transportowych, które są źródłem przekroczeń. W miejscach tych równoważny poziom dźwięku przekraczał 90 dB, a maksymalny poziom dźwięku wyniósł ok. 100 dB. Również szczytowy poziom dźwięku był tu najwyższy, osiągając wartość 112,6 dB. Można więc stwierdzić, że poziomy hałasu odpowiadają szacunkowym wartościom dla maszyn górniczych uwzględnionych w tabeli 3.

Widma zmiany poziomu dźwięku A hałasu w trakcie 8-godzinnego dnia pracy i odpowiadający im równoważny poziom dźwięku przedstawiono na rysunku 1.

Wspólnym zakresem czynności dla wszystkich grup pracowniczych był zjazd szybami oraz przemieszczanie się podziemnymi wyrobiskami w celu dotarcia na stanowisko pracy. Warto zwrócić uwagę, że dojazd pracowników pociągiem do oddziału powoduje narażenia na hałas rzędu 87,6 dB. Najniższe wartości poziomu hałasu odnotowano w czasie dojścia pracowników do stanowiska pracy, którym był przodek. W tym momencie równoważny poziom dźwięku wynosił ok. 63 dB. Odnotowano jednocześnie najniższe wartości maksymalne i szczytowe.

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

W artykule autorze podjęli próbę analizy i oceny wpływu zagrożenia hałasem na pracowników zatrudnionych w wyrobiskach eksploatacyjnych ścianowych i korytarzowych. Trwały ubytek słuchu jest chorobą zawodową, na którą często narażeni są górnicy. Do analizy wybrano kilka stanowisk pracy, na których po uwzględnieniu chronometrażu przeprowadzono pomiary natężenia hałasu. Na wszystkich stanowiskach pracy poziom ekspozycji podczas 8-godzinnego czasu pracy był poniżej 85 dB. Ryzyko zawodowe wszystkich grup pracowniczych było na poziomie dopuszczalnym. W przypadku osób dozoru górniczego poziom 8-godzinnej ekspozycji na hałas wyniósł ok. 82 dB, co odpowiada 0,5-krotności wartości dopuszczalnej. W przypadku pozostałych grup pracowniczych poziom ten był znacznie wyższy i wynosił ok. 85 dB, co odpowiada 1-krotności NDN.

Źródłem hałasu w kopalni są maszyny i procesy technologiczne na stanowiskach pracy. Szacunkowe wartości tabelaryczne natężenia hałasu generowanego przez maszyny odpowiadają rzeczywistym wartościom uzyskanym w trakcie pomiarów. Warto zauważyć, że na stanowiskach pracy prowadzona jest czynna profilaktyka ochrony zdrowia pracowników poprzez stosowanie środków ochrony indywidualnej. Dalszym kierunkiem poprawy warunków pracy może być zastosowanie maszyn i urządzeń, które będą się charakteryzować niższymi wartościami poziomów ciśnień akustycznych. Ważna jest również świadomość pracodawcy i pracownika, że należy podjąć wszelkiego typu działania, aby dążyć do zminimalizowania zagrożenia.

LITERATURA

- [1] http://www.wug.gov.pl/index.php?statystyki/choroby_zawodowe (z dnia 6.10.2011)
- [2] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (Dz.U. nr 24, poz. 141 z późn. zm.)

- [3] PN-N-1307:1994: Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów
- [4] PN-ISO 9612:2004: Akustyka do pomiarów i oceny ekspozycji na hałas w środowisku pracy
- [5] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 grudnia 1981 r. w sprawie szczególnych przywilejów dla pracowników górnictwa – Karta górnika (Dz. U. nr 2, poz. 13)
- [6] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. nr 217, poz. 1833 z późn. zm.)
- [7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. nr 73, poz. 645)