

mgr inż. IZABELA WARMIAK

Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: izabelawarmiak@gmail.com

DOI: 10.5604/01.3001.0010.0437

Stosowanie ochronników słuchu przez pracujących na wiertniach gazu z łupków

W artykule zaprezentowano wyniki pomiarów parametrów hałasu oraz oceny narażenia na hałas pracowników wiertni gazu z łupków. Przedstawiono również praktyczny przykład doboru ochronników słuchu, na stanowiskach pracy, na których stwierdzono przekroczenia poziomów hałasu w zakresie słyszalnym.

Badania dowodzą, że na stanowiskach pracy elektryka, mechanika oraz pomocnika wieżowego wiertacza, w celu zmniejszenia narażenia na hałas, jak i zwiększenia komfortu pracy, istnieje konieczność stosowania dwóch rodzajów ochronników słuchu.

Słowa kluczowe: ochronniki słuchu, hałas, wieża wiertnicza

Using ear-muffs on shale gas drilling rigs

This article presents measurements of noise parameters and estimates of noise exposure for workers on shale gas drilling rigs. It also presents a practical example of selecting ear-muffs for workstations in which noise levels in the audible range have been exceeded.

Research has shown that to reduce noise exposure and to improve work comfort for an electrician, a mechanic and a tower driller assistant, it is necessary to use two kinds of ear-muffs.

Keywords: ear-muffs, noise, drilling rig



Fot. Den Borne/Bigstockphoto

Wstęp

Ochronniki słuchu są najbardziej rozpowszechnionym sposobem ochrony narządu słuchu przed negatywnymi skutkami oddziaływania hałasu w środowisku pracy. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, pracodawca ma obowiązek zapewnić pracownikom ochronę przed zagrożeniami, m.in. związanymi z narażeniem na hałas [1]. Pracodawca ma obowiązek w pierwszej kolejności zastosować odpowiednie rozwiązania organizacyjne i techniczne, jednak w sytuacji, gdy okazuje się to niewystarczające, musi zapewnić pracownikom środki ochrony indywidualnej, odpowiednie do rodzaju i poziomu zagrożień.

W przypadku hałasu oznacza to, że wówczas, gdy mimo zastosowanych rozwiązań stwierdza się przekroczenie jego dopuszczalnych wielkości, pracodawca ma obowiązek zaopatrzyć pracowników w indywidualne ochrony słuchu.

Ochronniki słuchu dzieli się na nauszniaki przeciwhałasowe oraz wkładki przeciwhałasowe. Niezależnie od rodzaju wybranych ochronników, do stosowania w środowisku pracy, powinny one być starannie dobrane dla każdego pracownika. Oznacza to między innymi, że wartości tłumienia dźwięku ochronników słuchu powinny być dostosowane do występującego na stanowisku pracy poziomu hałasu.

Tłumienie dźwięku to podstawowa wielkość, która charakteryzuje ochronniki słuchu.

Definiuje się ją jako średnią różnicę poziomów ciśnienia akustycznego między zmierzonym progmem słyszenia grupy słuchaczy biorących udział w badaniu z ochronnikiem słuchu i bez niego, wyznaczonej na podstawie PN-EN 24869-1:1999 „Akustyka – Ochronniki słuchu – Metoda subiektywna pomiaru tłumienia dźwięku” [2].

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów parametrów i oceny narażenia na hałas na stanowiskach pracy wiertni gazu z łupków, na których występują wysokie poziomy hałasu w zakresie słyszalnym. Zaprezentowano również wyniki pomiarów poziomu dźwięku A wykonanych zarówno pod, jak i nad ochronnikiem, przed zastosowaniem ochronników słuchu i po ich zastosowaniu.

Kryteria oceny hałasu na wybranych stanowiskach pracy na wiertni gazu z łupków

Ocena parametrów hałasu oraz dobór ochronników słuchu przeprowadzono w odniesieniu do trzech zawodów na wiertni poszukiwawczej gazu z łupków, których przedstawicieli uznano za najbardziej narażonych na hałas w zakresie słyszalnym: elektryk, mechanik oraz pomocnik wieżowy wiertacza. Do zadań elektryka wiertni należy zapewnienie bezawaryjnej pracy wszystkich urządzeń elektrycznych oraz nadzór nad ich naprawą w przypadku awarii. Mechanik ma zbliżony zakres prac, zapewnia bezawaryjną pracę urządzeń mechanicznych wiertni. Pomocnik wieżowy wiertacza pracuje m.in. na pomoście górnym – mostku przy zapuszczaniu i wyciąganiu przewodu wiertniczego, kontroluje prace pomp płuczkowych oraz przygotowuje płuczki wiertnicze. Wszystkie prezentowane wyniki pomiarów mają związek z najdłuższym trwającym cyklem technologicznym pracy wiertni, czyli wierceniem.

Kryteria oceny parametrów hałasu na stanowiskach pracy, czyli wartości dopuszczalne hałasu ze względu na ochronę słuchu podane są w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej [3]. Wynoszą one odpowiednio:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub tygodnia, $L_{EX,8hr}$, $L_{EX,w}$ 85 dB
- maksymalny poziom dźwięku A, L_{Amax} 115 dB
- szczytowy poziom dźwięku C, L_{Cpeak} 135 dB.

Metoda pomiarów wielkości charakteryzujących hałas na wiertniach gazu z łupków została przedstawiona w artykułach publikowanych na łamach miesięcznika „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” w 2015 i 2016 roku [5,6]. Określono ją na podstawie PN-ISO 9612:2011, a do wykonania pomiarów zastosowano strategię 1 – pomiary z podziałem na czynności [7]. Dla pracowników objętych oceną praca wykonywana w trakcie dnia zostaje przeanalizowana i podzielona na liczbę reprezentatywnych czynności, tak, aby wszystkie istotne udziały hałasu zostały uwzględnione. W odniesieniu do każdej z czynności przeprowadza się oddzielne pomiary poziomu dźwięku. Ze względu na zmianę roboczą trwającą 12 godzin dziennie przez dwa tygodnie, okres pracy przyjęty do oceny wynosił 4 tygodnie.

Wyniki pomiarów parametrów i oceny narażenia na hałas na badanych stanowiskach pracy

W tabeli 1. podano wyniki pomiarów parametrów hałasu oddziałującego na elektryka wiertni. Wyniki oceny narażenia na hałas (obliczona krotność wartości dopuszczalnych)

Tabela 1. Wyniki pomiarów parametrów hałasu na stanowisku pracy elektryka
Table 1. Measurements of noise parameters at an electrician's workstation

Zawód	Stanowisko pracy, na którym wykonano pomiar	Czas narażenia, w min	$L_{Aeq,Te}$ [dB]	L_{Amax} [dB]	L_{Cpeak} [dB]	$L_{EX,8h}$ [dB]	$L_{EX,4w}$ [dB]
Elektryk	Pomieszczenie elektryka	120	54,7	55,7	87,6	94,8	93,3
	Rozdzielnia główna	120	78,1	78,4	98		
	Rozdzielnia VFD	120	79,9	83,4	102,5		
	Transformator	60	95,5	95,8	113,3		
	W obudowie agregatów prądotwórczych	60	102,9	103,4	120,4		
	Kompresor	60	87,8	88,3	108,8		
	Obszar zbiorników płuczkowych	60	74,1	74,1	100,6		
	Kabina sterownicza wiertacza	60	64,2	68,1	91,5		
Pomieszczenie wycieczkowe	60	47,9	49	79			

Oznaczenia:

- $L_{Aeq,Te}$ – równoważny poziom dźwięku A, w dB
- L_{Amax} – maksymalny poziom dźwięku A, w dB
- L_{Cpeak} – szczytowy poziom dźwięku C, w dB
- $L_{EX,8h}$ – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, w dB
- $L_{EX,4w}$ – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 4 tygodni pracy, w dB

Tabela 2. Wyniki oceny narażenia na hałas elektryka
Table 2. Estimates of noise exposure for an electrician

Zawód	$L_{EX,4w}$ [dB]			L_{Amax} [dB]			L_{Cpeak} [dB]			K
	pom	dop	$K_{L_{EX,4w}}$	pom	dop	$K_{L_{Amax}}$	pom	dop	$K_{L_{Cpeak}}$	
Elektryk	93,3	85	6,7	103,4	115	0,26	120,4	135	0,19	6,7

Oznaczenia:

- $L_{EX,4w}$ – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 4 tygodni pracy, w dB
- L_{Amax} – maksymalny poziom dźwięku A, w dB
- L_{Cpeak} – szczytowy poziom dźwięku C, w dB
- pom – obliczony z pomiarów
- dop – dopuszczalny
- $K_{L_{EX,4w}}$ – krotność przekroczenia wartości dopuszczalnej $L_{EX,4w}$
- $K_{L_{Amax}}$ – krotność przekroczenia wartości dopuszczalnej L_{Amax}
- $K_{L_{Cpeak}}$ – krotność przekroczenia wartości dopuszczalnej L_{Cpeak}
- K – krotność wypadkowa – największa z krotności $K_{L_{EX,4w}}$, $K_{L_{Amax}}$, $K_{L_{Cpeak}}$

Tabela 3. Wyniki pomiarów parametrów hałasu na stanowisku pracy mechanika
Table 3. Measurements of noise parameters at a mechanic's workstation

Zawód	Stanowisko pracy, na którym wykonano pomiar	Czas narażenia, w min	$L_{Aeq,Te}$ [dB]	L_{Amax} [dB]	L_{Cpeak} [dB]	$L_{EX,8h}$ [dB]	$L_{EX,4w}$ [dB]
Mechanik	Pomieszczenie mechanika	120	57,8	62,5	85,9	89,5	88,0
	W obudowie agregatów prądotwórczych	20	102,9	103,4	120,4		
	Stół obrotowy	90	75	77,2	98,8		
	Pompy płuczkowe	60	86,7	88,2	108,4		
	Okolice kontenera na rdzenie	10	65,9	84,1	102,9		
	Okolice zbiornika paliw/transformatora	120	74,2	75,3	99		
	Okolice kontenera spawacza	180	69	70,7	93,3		
	Prawy bok placu wiertni	60	72,1	72,8	97,6		
	Pomieszczenie wycieczkowe	60	47,9	49	79		

Oznaczenia jak w tab. 1.

Tabela 4. Wyniki oceny narażenia na hałas mechanika
Table 4. Estimates of noise exposure for a mechanic

Zawód	$L_{EX,4w}$ [dB]			L_{Amax} [dB]			L_{Cpeak} [dB]			K
	pom	dop	$K_{L_{EX,4w}}$	pom	dop	$K_{L_{Amax}}$	pom	dop	$K_{L_{Cpeak}}$	
Mechanik	88,0	85	1,99	103,4	115	0,26	120,4	135	0,19	1,99

Oznaczenia jak w tab. 2.

podano w tabeli 2. Wypadkowa krotność poziomów dopuszczalnych hałasu wynosi 6,7 (przy założeniu pracy bez ochronników słuchu). Ryzyko zawodowe jest duże, niedopuszczalne (ponieważ wartość poziomów

ekspozycji na hałas odniesione do cyklu pracy jest większa od 85 dB).

Tabela 3. zawiera wyniki pomiarów parametrów hałasu oddziałującego na mechanika wiertni. Wypadkowa krotność poziomów

Tabela 5. Wyniki pomiarów parametrów hałasu na stanowisku pracy pomocnika wieżowego wiertacza
Table 5. Measurements of noise parameters at a tower driller assistant's workstation

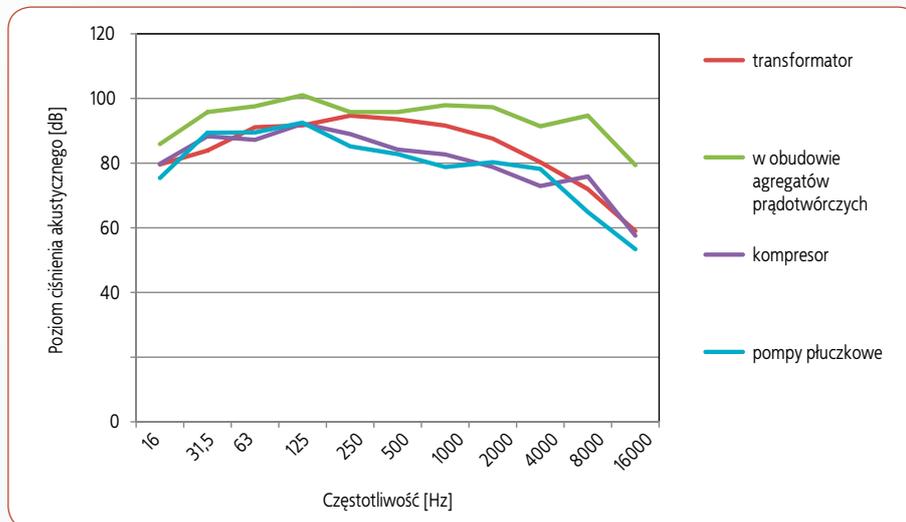
Zawód	Stanowisko pracy, na którym wykonano pomiar	Czas narażenia, w min	$L_{Aeq,Te}$ [dB]	L_{Amax} [dB]	L_{Cpeak} [dB]	$L_{EX,8h}$ [dB]	$L_{EX,4w}$ [dB]
Pomocnik wieżowy wiertacza	Pomost górny – mostek	360	83,6	89,4	116,7	84,7	83,2
	Pompy płuczkowe	120	86,7	88,2	108,4		
	Teren wiertni (prawa część placu)	120	65,9	67,4	94,5		
	Pomieszczenie mechanika	30	57,8	62,5	85,9		
	Sita wibracyjne	30	79,6	78,0	104,1		
	Pomieszczenie wycoczynkowe	60	47,9	49	79		

Oznaczenia jak w tab. 1.

Tabela 6. Wyniki oceny narażenia na hałas pomocnika wieżowego wiertacza
Table 6. Estimates of noise exposure for a tower driller assistant

Zawód	$L_{EX,4w}$ [dB]			L_{Amax} [dB]			L_{Cpeak} [dB]			K
	pom	dop	$K_{LEX,4w}$	pom	dop	K_{LAmax}	pom	dop	K_{LCpeak}	
Pomocnik wieżowy wiertacza	83,2	85	0,66	89,4	115	0,05	116,7	135	0,12	0,66

Oznaczenia jak w tab. 2.



Rys. Wyniki pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego w miejscach pracy, w których równoważny poziom dźwięku A przekracza 80 dB

Fig. Measurements of acoustic pressure at workstations, in which A-weighted equivalent sound pressure level exceeds 80 dB

Tabela 7. Wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A i C do doboru ochronników słuchu metodą HML

Table 7. Measurements of A-weighted and C-weighted equivalent sound pressure level for selecting ear-muffs with the HML method

Stanowisko pracy, na którym wykonano pomiar	$L_{Aeq,Te}$ [dB]	$L_{Ceq,Te}$ [dB]	$L_{Ceq,Te} - L_{Aeq,Te}$ [dB]
Pomost górny – mostek	83,6	86,2	2,6

Oznaczenia:

$L_{Aeq,Te}$ – równoważny poziom dźwięku A, w dB

$L_{Ceq,Te}$ – równoważny poziom dźwięku C, w dB

dopuszczalnych hałasu wynosi 1,99 przy założeniu pracy bez ochronników słuchu. Wyniki oceny narażenia na hałas podano w tabeli 4. Ryzyko zawodowe jest duże, niedopuszczalne.

W tabeli 5. podano wyniki pomiarów parametrów hałasu oddziałującego na pomocnika wieżowego wiertacza. Wyniki oceny narażenia na hałas zmieszczono w tabeli 6. Wypadkowa krotność wynosi 0,66. Ryzyko zawodowe jest w tym przypadku średnie, dopuszczalne.

Pracownicy zatrudnieni na stanowiskach pracy bezpośrednio obsługujących wieżę wiertniczą, w wielu miejscach pracy narażeni są na wysokie poziomy hałasu, którego źródłem są m.in. agregaty prądotwórcze, transformatory, kompresor oraz pompy płuczkowe. W celu obniżenia ryzyka zawodowego, zastosowano na wiertni zarówno metody organizacyjne (np. rotacja pracowników na stanowiskach pracy), jak i techniczne (np. obudowy dźwiękochłonne-izolacyjne

wokół źródeł hałasu). Nie są one jednak na tyle skuteczne, aby narażenie na hałas dla wszystkich pracowników wiertni zostało ocenione jako dopuszczalne. Dlatego konieczne jest zastosowanie środków ochrony indywidualnej w postaci ochronników słuchu.

Kryteria stosowania ochronników słuchu oraz ich dobór

W rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne określono wartości progów działania hałasu [4]. Zgodnie z tym aktem prawnym w momencie, kiedy hałas na stanowisku pracy przekracza próg działania wynoszący 80 dB (w odniesieniu do 8-godzinny dobrowy wymiaru czasu pracy), pracodawca udostępnia pracownikom środki ochrony indywidualnej słuchu.

W celu minimalizacji oddziaływania hałasu na pracowników wiertni gazu łupkowego, w odniesieniu do których przeprowadzono pomiary parametrów hałasu i ocenę narażenia na hałas, konieczne jest stosowanie przez nich ochronników słuchu w tych miejscach pracy, w których hałas przekracza 85 dB, a zalecane tam, gdzie przekracza 80 dB, tj. przy transformatorze, w obudowie agregatów prądotwórczych, przy kompresorze, przy pompach płuczkowych oraz na pomoście górnym – mostku¹.

Jak już wspomniano, ochronniki słuchu należy odpowiednio dobrać do występującego na stanowisku pracy hałasu [9]. Konieczne jest więc zastosowanie jednej z trzech metod doboru, tj.: 1) na podstawie widma hałasu (metoda pasm oktaowych); 2) HML (lub 3) SNR.

Parametry H, M i L są wartościami tłumienia hałasu wysokoczęstotliwościowego, średniczęstotliwościowego oraz niskoczęstotliwościowego, a SNR jest jednolicebną oceną właściwości tłumienia.

W artykule opisany jest dobór ochronników, którego dokonano na podstawie metody pasm oktaowych, ze względu na jej największą dokładność (wykorzystując dane z rys.). Wyjątek stanowi pomost górny – mostek, gdzie pomiary zostały wykonane za pomocą dozimetru iskrobezpiecznego, ochronniki słuchu dobrano więc metodą HML (wykorzystując dane z tabeli 7.).

Metoda pasm oktaowych wymaga dokonania pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego hałasu w pasmach oktaowych oraz uwzględnienia danych producenta

¹ Użyty do pomiarów dozymetr iskrobezpieczny nie ma technicznych możliwości przedstawienia wyników pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach częstotliwości. Z tego powodu na rysunku nie ma wyników pomiarów wykonanych na pomoście górnym – mostku.

o wartościach średnich tłumienia dźwięku i jego odchyleniu standardowym w odniesieniu do zakresu częstotliwości 125 – 8000 Hz. Wartość poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu wyznacza się z wzoru (1):

$$L'_A = 10 \lg \sum_{f=125}^{8000} 10^{0,1(L_f + K_{Af} - (m_f - L_{sf}))} \text{ [dB]} \quad (1)$$

gdzie:

- L_i – poziom ciśnienia akustycznego hałasu w paśmie oktawowym o częstotliwości środkowej f , w dB
- K_{Af} – wartość poprawki korekcyjnej według charakterystyki ważenia A
- m_i – wartość średnia tłumienia dźwięku ochronnika słuchu (wg informacji od producenta), w dB
- s_i – odchylenie standardowe (wg informacji od producenta), w dB
- f – częstotliwość środkowa pasma oktawowego 125-8000 Hz.

Metoda HML wymaga natomiast przeprowadzenia pomiarów poziomu dźwięku A i poziomu dźwięku C oraz znajomości parametrów H, M i L charakteryzujących ochronnik. Wartość poziomu dźwięku A pod ochronnikiem słuchu wyznacza się z wzoru (2, 3, 4):

$$L'_A = L_A - PNR \text{ [dB]} \quad (2)$$

$$PNR = M - \frac{H-M}{4} (L_C - L_A - 2)$$

$$\text{dla } L_C - L_A \leq 2 \text{ [dB]} \quad (3)$$

$$PNR = M - \frac{M-L}{8} (L_C - L_A - 2)$$

$$\text{dla } L_C - L_A > 2 \text{ [dB]} \quad (4)$$

gdzie:

- L_A – poziom dźwięku A na stanowisku pracy, w dB
- L_C – poziom dźwięku C na stanowisku pracy, w dB
- H – tłumienie hałasu wysokoczęstotliwościowego (wg informacji od producenta)
- M – tłumienie hałasu średniczęstotliwościowego (wg informacji od producenta)
- L – tłumienie hałasu niskoczęstotliwościowego (wg informacji od producenta)
- PNR – przewidywany poziom redukcji hałasu, w dB.

Ze względu na to, że badane miejsca pracy na terenie wiertni różnią się między sobą poziomami hałasu o ponad 20 dB, a PN-EN 458:2016-06 [9] dopuszcza sytuację, w której pracownik używa dwóch rodzajów ochronników słuchu, postanowiono dobrać je w taki sposób, aby w każdym z miejsc pracy, gdzie poziom dźwięku A przekraczał 80 dB, poziom dźwięku pod ochronnikiem wynosił ok. 75 – 80 dB. W tym celu dobrano dwa rodzaje ochronników, których dane charakteryzujące tłumienie dźwięku przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Wielkości charakteryzujące tłumienie dźwięku dwóch rodzajów ochronników słuchu
Table 8. Quantities defining noise suppression for two kinds of ear-muffs

		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	H [dB]	M [dB]	L [dB]
Ochronnik A	Wartość średnia tłumienia dźwięku [dB]	26,6	27,7	28,4	29,5	29,6	35,6	35,4	38,9	27	22	20
	Odchylenie standardowe [dB]	9,4	9,9	10,9	9,6	8,2	6,8	9,6	6,7			
Ochronnik B	Wartość średnia tłumienia dźwięku [dB]	3,9	2,9	4,3	8,3	18,3	26,9	31,4	29,9	22	10	5
	Odchylenie standardowe [dB]	3	1,9	1,7	3	2,2	2,2	3,4	3,9			

Tabela 9. Wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku A przed i po zastosowaniu ochronników słuchu
Table 9. Measurements of A-weighted sound pressure level before and after using ear-muffs

Stanowisko pracy, na którym wykonano pomiar	L_{Aeq} bez ochronnika [dB]	L_{Aeq} pod ochronnikiem [dB]	Rodzaj ochronnika wg tab. 8
W obudowie agregatów prądotwórczych	102,9	80	A
Transformator	95,5	75	A
Kompresor	87,8	81	B
Pompy płuczkowe	86,7	80	B
Pomost górny – mostek	83,6	74	B

Wyniki równoważnego poziomu dźwięku A przed i po zastosowaniu ochronników słuchu w miejscach pracy, gdzie hałas na terenie wiertni jest największy podano w tabeli 9.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów parametrów i oceny narażenia na hałas na stanowiskach pracy elektryka, mechanika i pomocnika wieżowego wiertacza podczas operacji wiercenia.

Na terenie wiertni dominującym źródłem hałasu były agregaty prądotwórcze, występujące w postaci silników dieslowskich i prądnic. Wytwarzały one prąd do zasilania pomp płuczkowych, sit wibracyjnych oraz innych urządzeń (np. kluczy mechanicznych, wyciągarek itp.).

Każdemu pracownikowi dobrano indywidualnie dwa rodzaje ochronników słuchu, tak by w obudowie agregatów prądotwórczych oraz przy transformatorze stosowali ochronnik A, a przy kompresorze, w pobliżu pomp płuczkowych oraz na pomoście górnym – mostku – ochronnik B (tabela 8.). Dzięki zastosowaniu takiego podejścia, każdy z wymienionych pracowników miał dobrane ochronniki zgodnie z normą, a poziom dźwięku pod nimi był na poziomie 75 – 80 dB [9]. Tak kompleksowe działanie doboru środków ochrony indywidualnej zarówno zmniejsza narażenie na hałas, jak i zwiększa komfort pracowników wiertni gazu z łupków.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 1997 nr 129 poz. 844, z późn. zm.)
- [2] PN-EN 24869-1:1999 Akustyka – Ochronniki słuchu – Metoda subiektywna pomiaru tłumienia dźwięku
- [3] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2014 poz. 817, z późn. zm.)
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz.U. 2005 nr 157 poz. 1318)
- [5] Warmiak I. Ocena hałasu na wybranych stanowiskach pracy pracowników umysłowych wiertni gazu z łupków. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2016, 536, 5:24-27
- [6] Mikulski W., Warmiak I. Ocena zagrożenia hałasem na wybranych stanowiskach pracy wiertni poszukiwawczo-rozpoznawczej gazu łupkowego. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2015, 527, 8:21-23
- [7] PN-ISO 9612:2011 Akustyka – Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas – Metoda techniczna
- [8] Kozłowski E., Młyński R. Ochronniki słuchu – dobór i użytkowanie. CIOP-PIB, Warszawa 2015
- [9] PN-EN 458:2016-06 Ochronniki słuchu – Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, konserwacji codziennej i okresowej – Dokument przewodni

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2014-2016 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.