

dr inż. WITOLD MIKULSKI  
mgr inż. IZABELA WARMIK

Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: [wimik@ciop.pl](mailto:wimik@ciop.pl)

# Ocena zagrożenia hałasem na wybranych stanowiskach pracy wiertni poszukiwawczo-rozpoznawczej gazu łupkowego

W poszukiwaniach złóż gazu jednym z bardziej istotnych z punktu widzenia zagrożenia pracowników hałasem procesów jest wykonywanie pionowych i poziomych odwiertów poszukiwawczo-rozpoznawczych.

W artykule rozpatrzono ekspozycję na hałas trzech pracowników bezpośrednio związanych z głębieniem otworu wiertniczego. Ocenę hałasu ze względu na ochronę słuchu wykonano na trzech stanowiskach pracy. Pomiary wykazały, że pracownicy zatrudnieni na stanowiskach pracy przy bezpośredniej obsłudze wieży wiertniczej, pomocnicy wiertacza otworowi i wieżowi narażeni są na hałas przekraczający poziomy dopuszczalny ze względu na ochronę słuchu (NDN hałasu).

*Słowa kluczowe: zagrożenie hałasem, wieża wiertnicza, ochrona słuchu*

## Risk assessment of noise at the chosen workplaces by the shale gas drilling rig

One of the major processes at shale gas drilling rigs, from the employee's point of view, is performing vertical and horizontal search-and-distinct drillings. The article talks about the noise exposure of three employees directly involved in such an endeavor. Noise assessment related to hearing protection was performed at three workplaces. The measurements show the employees hired at the mentioned rig – driller helpers at the hole and at the tower, are subjected to noise exceeding the highest permitted levels in relation to hearing protection (OEC of noise).

*Keywords: noise hazard, drilling rig, hearing protection*

Fot. Alexandru Nikla/Bigstockphoto



## Wstęp

W procesach poszukiwań złóż gazu jednym z bardziej istotnych procesów, z punktu widzenia zagrożenia hałasem pracowników, jest wykonywanie pionowych odwiertów poszukiwawczo-rozpoznawczych. Realizują go wyspecjalizowane grupy pracowników, które nie uczestniczą w innych pracach.

Sam proces wykonania odwiertów można podzielić na wiele etapów. Pierwszym z nich jest tzw. blaszanka – czyli wciskanie w grunt rury stalowej (o średnicy ok. 26 cali) na głębokość ok. 8-12 m. Jej głównym zadaniem jest oddzielenie słabo związanych pokładów gruntu (piaski, żwiry itp.) od ścian otworu wiertniczego (do blaszanki montuje się „odlewę”, dzięki której płuczka trafia na sita wibracyjne). Otwór wiertniczy wykonuje się za pomocą specjalnego urządzenia, którego zasadniczą część stanowi wieża wiertnicza (jej schemat przedstawiono na rys. 1., a samą wieżę – na fot. 1.). Następnie

odbywa się tzw. głębienie otworu wiertniczego, tj. metodą wiercenia pogłębia się jego długość. Wykonuje się to za pomocą graniatki (wiercenie obrotowe stołem wiertniczym) lub górnego napędu wiercenia zwanego *Top Drive* (zamocowanego w wieży wiertniczej na belce reakcyjnej), które przekazują moment obrotowy przewodu wiertniczego na głowicę wiertniczą. *Top Drive* zasilany jest z silnika spalinowego znajdującego się na poziomie 0 w sąsiedztwie wieży wiertniczej.

Na początku wiercenia wykonuje się otwór pionowy pod kolumną rur okładzinowych (tzw. kolumnę wstępną, zwaną też konduktorem) na ok. 30-40 m głębokości, a następnie – otwór do ok. 350 m głębokości pod kolumnę przewodnikową. Kolejną czynnością jest wiercenie otworu pod kolumnę rur technicznych (w zależności od warunków geologicznych, na ok. 2600 – 3200 m). Ostatnia kolumna rur okładzinowych to kolumna eksploatacyjna.

Podczas wykonywania odwiertu niezbędne jest wielokrotne wyciąganie, a następnie zapuszcza-

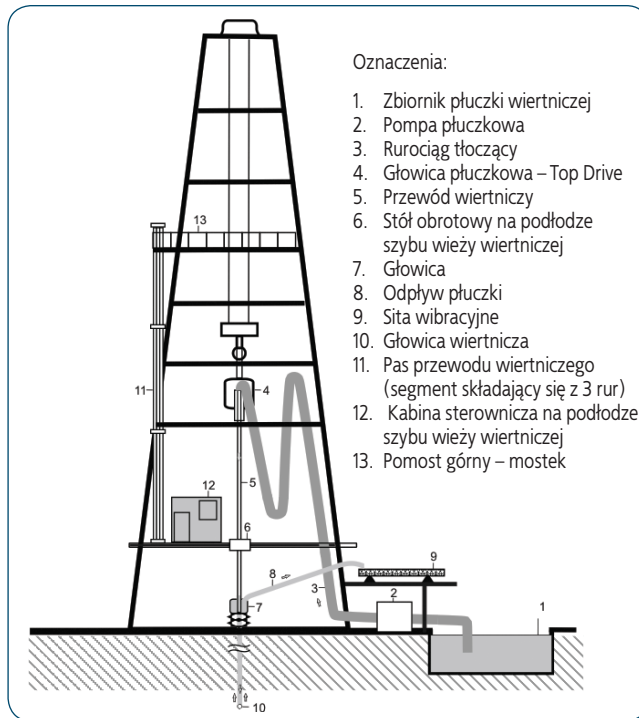
nie przewodu wiertniczego, gdyż w trakcie głębienia otworu konieczne okazuje się zmienianie głowic wiertniczych (pod każdą kolumnę rur okładzinowych wierci się głowicą wiertniczą o innej średnicy), zapuszczanie rur okładzinowych i cementowanie, a w niektórych przypadkach (np. podczas awarii wiertniczych) frezowanie otworu. W każdej z tych operacji pracownicy narażeni są na nieco inny rodzaj hałasu, wynikający z realizowanych czynności, o różnym czasie trwania oraz różnych oddziałujących źródłach. Z pewnym przybliżeniem można wyróżnić trzy najczęściej wykonywane operacje: głębienie otworu wiertniczego, wyciąganie oraz zapuszczanie przewodu wiertniczego. Ponieważ głębienie pionowego otworu wiertniczego trwa wielokrotnie dłużej niż pozostałe operacje, decyduje ono o narażeniu pracowników na hałas.

W artykule rozpatrzono ekspozycję na hałas trzech pracowników, bezpośrednio związanych z głębieniem otworu wiertniczego na wiertni typu MAS 6000DE.

Fot. W. Mikulski



Fot. 1. Wieża wiertnicza  
Photo 1. A shale gas drilling rig



Rys. 1. Schemat wieży wiertniczej  
Fig. 1. A shale gas drilling rig's schematic

Oznaczenia:

1. Zbiornik płuczki wiertniczej
2. Pompa płuczkowa
3. Rurociąg tłoczący
4. Głowica płuczkowa – Top Drive
5. Przewód wiertniczy
6. Stół obrotowy na podłodze szybu wieży wiertniczej
7. Głowica
8. Odpływ płuczki
9. Sita wibracyjne
10. Głowica wiertnicza
11. Pas przewodu wiertniczego (segment składający się z 3 rur)
12. Kabina sterownicza na podłodze szybu wieży wiertniczej
13. Pomost górny – mostek



Fot. W. Mikulski

Fot. 2. Podłoga szybu wieży wiertniczej  
Photo 2. A shale gas drilling rig's floor

### Ocena hałasu na stanowiskach pracy

Ocenę hałasu ze względu na ochronę słuchu wykonano na wszystkich trzech rozpatrywanych stanowiskach pracy. Przyjęto poziomy dopuszczalne hałasu ze względu na ochronę słuchu, określone w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 6 czerwca 2014 r. [4].

Warto też nadmienić, że pracownicy po 14 dniach pracy mają tyle samo dni wolnych. Według przepisów prawa polskiego najdłuższy okres, w którym określa się narażenie na hałas, to tydzień pracy. Jednakże w PN-ISO 9612:2011 dopuszcza się inne okresy oceny, biorąc pod uwagę, że poziom wartości dopuszczalnych hałasu określono przy założeniu wieloletniej ekspozycji [1]. Można przyjąć, że pracownicy pracują średnio przez 3,5 dnia tygodniowo (w okresie 4-tygodniowym), wobec tego poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 4-tygodniowego okresu pracy będzie o 1,5 dB mniejszy od poziomu ekspozycji dziennej ( $10 \log(3,5/5) = -1,5 \text{ dB}$ ) (tab. 2.), [5].

Na stanowisku pracy wiertacza pracującego w kabine sterowniczej podczas głębienia otworu wiertniczego nie występuje przekroczenie wartości dopuszczalnych hałasu ze względu na ochronę słuchu. Zmierzony poziom ekspozycji na hałas, odniesiony do 8-godzinnej dnia pracy wynosi 75,8 dB, a do 4-tygodniowego okresu pracy – 74,3 dB i był niższy od dopuszczalnego przepisami poziomu 85 dB. Zmierzona wartość maksymalnego pozo-

### Opis procesów z punktu widzenia ekspozycji pracowników na hałas

Operacja głębienia otworu wiertniczego składa się z dwóch naprzemiennych faz: wiercenia głowicą wiertniczą oraz przedłużania przewodu wiertniczego. W czasie wiercenia głowicą wiertniczą w gruncie jednocześnie wypłukuje się urobek specjalnie przygotowanym płynem (płuczka wiertnicza), który przesiewany jest na sitach wibracyjnych. Wiercenie wykonuje się odcinkami pionowymi przewodu wiertniczego po ok. 27 m (pas przewodu wiertniczego do głębokich wierceń składa się z 3 rur płuczkowych po ok. 9 m długości). Następnie przedłuża się przewód wiertniczy (operacja dodawania pasa rur płuczkowych) o ok. 27 m, po czym kontynuuje się wiercenie.

W procesie bierze udział bezpośrednio trzech pracowników: „wiertacz”, „pomocnik wiertacza otworowy” i „pomocnik wiertacza wieżowy” (czynności obsługowe napędów wykonują inni pracownicy). Wiertacz steruje procesem z kabiny sterowniczej znajdującej się na podłodze szybu wieży wiertniczej (m.in. prędkością obrotową wiertła i naciskiem na głowicę wiertniczą – rys. 1.). Od jego pracy zależy bezpieczeństwo i awaryjność procesu, dlatego na tym stanowisku konieczna jest szczególna koncentracja uwagi. Pracuje on ok. 50% czasu na tym stanowisku, a przez pozostały czas w innych miejscach.

Proces dodawania pasa przewodu wiertniczego o następnę 27 m wykonują pomocnicy wiertacza: wieżowy (pracujący podczas tej operacji na pomoście górnym – mostku; rys. 1.) oraz otworowy (pracujący przy stole obrotowym na podłodze szybu wieży wiertniczej; rys. 1.). Podczas wiercenia głowicą wiertniczą pomocnik wiertacza otworowy pracuje przy sitach wibracyjnych, które oddzielają urobek od płuczki wiertniczej, a pomocnik wiertacza wieżowy przy sitach wibracyjnych oraz pompach płuczkowych (rys. 1.).

Proces dodawania pasa przewodu wiertniczego trwa kilka minut (dalej przyjęto 5), a proces po-

głębiania otworu wiertniczego poprzez wiercenie (wg danych wykonawcy – prędkość wiercenia w warstwach twardych wynosi 1 – 5 m/h, w warstwach miękkich 10 – 30 m/h) na głębokość pasa przewodu wiertniczego – od ok. 1 godziny do doby (dalej przyjęto 1 godzinę i 25 minut), co wymusza określone tempo pracy.

W tabeli 1. podano czasy narażenia pracowników na hałas oraz wartości hałasu w decybelach, zmierzone na rozpatrywanych stanowiskach pracy, przy założeniu, że dane czynności wykonywane są przez całą zmianę roboczą, trwającą 12 godzin na dobę (przez 15 minut nie są oni narażeni na hałas). Pomiaru wykonano metodami określonymi w PN-ISO 9612:2011 [1] i PN-N-01307:1994 [2].

Tabela 1. Wyniki pomiarów hałasu na stanowiskach pracy wiertacza (W), pomocnika wiertacza otworowego (PWO), pomocnika wiertacza wieżowego (PWW) podczas operacji głębienia otworu wiertniczego (przy założeniu, że wykonują oni dane czynności ok. 12 godzin dziennie)

Table 1. Noise measurements results at the driller's workplace (W), driller's helper at the hole (PWO), driller's helper at the tower (PWW) during the deepening drilling (assuming they carry out their tasks for 12 hours daily)

Stano-wisko	Operacja	Miejsce pracy	Czas narażenia w min	$L_{Aeq,Te}$ w dB	$L_{EX,8h}$ w dB	$L_{Amax}$ w dB	$L_{Cpeak}$ w dB
W	Wiercenie	kabina sterownicza	345	77	75,8	76	101
	Dodawanie pasa przewodu wiertniczego	kabina sterownicza	15	70		71	89
	Wiercenie. Dodawanie pasa przewodu wiertniczego	inne pomieszczenie	315	63		64	83
PWO	Wiercenie	sita wibracyjne	630	86	87,4	89	113
	Dodawanie pasa przewodu wiertniczego	podłoga szybu wieży wiertniczej	45	85		89	114
PWW	Wiercenie	sita wibracyjne	495	86	88,7	89	113
		pompy płuczkowe	90	92		96	113
	Dodawanie pasa przewodu wiertniczego	pomost górny szybu wieży wiertniczej (mostek)	90	83		86	109

Oznaczenia:

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

Tabela 2. Ocena narażenia pracowników na hałas (wiertacza – W, pomocnika wiertacza otworowego – PWO, pomocnika wiertacza wieżowego – PWW), podczas operacji głębinienia otworu wiertniczego (przy założeniu, że wykonują oni dane czynności ok. 12 godzin dziennie przez średnio 3,5 dnia w tygodniu)

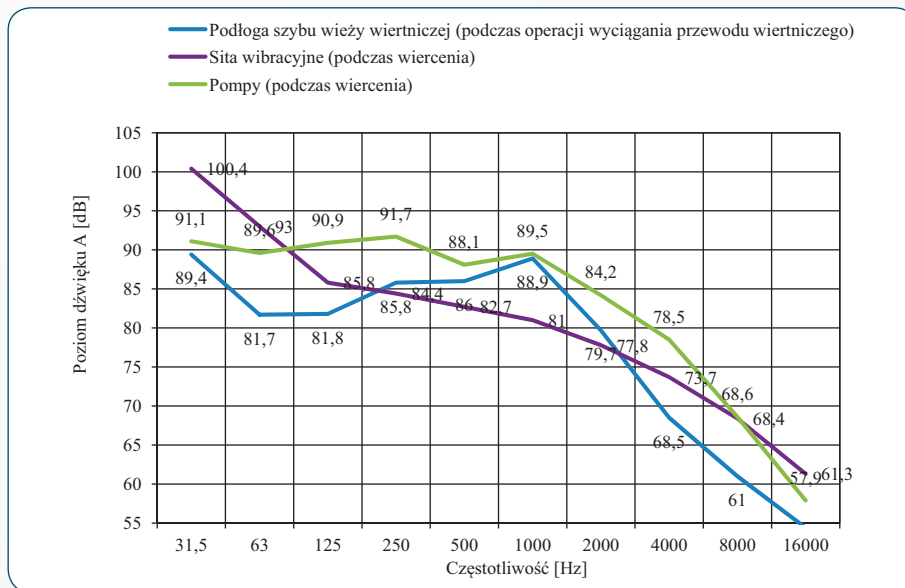
Table 2. Employees noise exposure assessment (driller's workplace (W), driller's helper at the hole (PWO), driller's helper at the tower (PWW)), during the deepening drilling (assuming they carry out their tasks for 12 hours daily for 3,5 days a week)

Pracownik	$L_{EX,8h}$ w dB	$L_{EX,4w}$ w dB	$L_{EX,4w,dop}$ w dB	Krotność $L_{EX,4w,dop}$	$L_{Amax}$ w dB	$L_{Amax,dop}$ w dB	Krotność $L_{Amax}$	$L_{Cpeak}$ w dB	$L_{Cpeak,dop}$ w dB	Krotność $L_{Cpeak,dop}$	Krotność NDN
Wiertacz	75,8	74,3	85	0,09	76	115	0,01	101	135	0,02	0,09
PWO	87,4	85,9	85	1,23	89	115	0,05	114	135	0,09	1,23
PWW	88,7	87,2	85	1,66	96	115	0,11	113	135	0,08	1,66

Oznaczenia:

$L_{EX,8h}$  – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego dnia pracy, w dB  
 $L_{EX,4w}$  – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 4 tygodni pracy, w dB  
 $L_{EX,4w,dop}$  – dopuszczalny poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 1 tygodnia lub 4 tygodni pracy, w dB

$L_{Amax}$  – maksymalny poziom dźwięku A, w dB  
 $L_{Amax,dop}$  – dopuszczalny maksymalny poziom dźwięku A, w dB  
 $L_{Cpeak}$  – szczytowy poziom dźwięku C, w dB  
 $L_{Cpeak,dop}$  – dopuszczalny szczytowy poziom dźwięku C, w dB



Rys. 2. Widma hałasu w wybranych miejscach pracy

Fig. 2. Noise spectrum at the chosen workplaces

mu dźwięku A 76 dB oraz wartość szczytowego poziomu dźwięku C 101 dB były również znacznie niższe od dopuszczalnych (odpowiednio – 115 oraz 135 dB; tab. 1. i 2.).

Na stanowiskach pracy pomocników wiertacza – otworowego i wieżowego, przy głębinieniu otworu wiertniczego występują przekroczenia wartości dopuszczalnych hałasu na ochronę słuchu (NDN hałasu podanych w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [3]) o 1-2 dB (krotność przekroczenia NDN hałasu 1,2-1,7; tab. 2.). Przekroczenia te są skutkiem występowania najwyższych wartości hałasu w dwóch miejscach: przy pompach płuczkowych oraz przy sitach wibracyjnych (poziomy dźwięku A 92 i 86 dB; tab. 1.). Widma tego hałasu pokazano na rys. 2.

Stanowisko pracy wiertacza, jak już podkreślono, wymaga koncentracji uwagi. Dlatego hałas występujący podczas wiercenia (77 dB, tab. 1.) przekracza wartość dopuszczalną hałasu ze względu na możliwość realizacji przez pracownika podstawowych funkcji (zadań) pracy o ok. 2 dB (wg polskiej normy PN-N-01307 nie powinien przekraczać 75 dB, [6]).

W celu minimalizacji skutków oddziaływania hałasu na pracowników konieczne jest stosowanie przez nich ochronników słuchu w miejscach pracy, w których jego wartość przekracza 85 dB, tj. przy

pompach płuczkowych oraz przy sitach wibracyjnych. W tym celu należy ochronniki słuchu dobrać do występującego hałasu [6,7]. Konieczne jest więc zastosowanie jednej z trzech metod doboru ochronników słuchu: widmowej – na podstawie widma występującego hałasu na stanowisku pracy (wykorzystując dane z rys. 2.), metody HML – na podstawie różnicy poziomów dźwięku A i C (wykorzystując dane z tab. 3.) lub najmniej dokładnej metody SNR – na podstawie poziomu dźwięku C [6].

Analizując wyniki zamieszczone na rys. 2. i w tabeli 3. można zauważyć, że przy sitach wibracyjnych i pompach płuczkowych występuje hałas z przewagą niskich częstotliwości ( $L_{Ceq,Te} - L_{Aeq,Te} > 2$  dB), więc przy doborze ochronników słuchu korzystnie będzie uwzględnić te, które są skuteczne w tym zakresie częstotliwości.

## Podsumowanie

Pracownicy zatrudnieni na stanowiskach pracy przy bezpośredniej obsłudze wieży wiertniczej, pomocnicy wiertacza otworowi i wieżowi, narażeni są na hałas przekraczający poziomy dopuszczalny ze względu na ochronę słuchu (NDN hałasu). Źródłem tych przekroczeń jest ekspozycja na hałas przede wszystkim od pomp płuczkowych oraz sit wibracyjnych. Dlatego konieczne jest stosowanie przez tych pracowników ochronników słuchu (szczególnie skutecznych w zakresie hałasu nisko-

Tabela 3. Wyniki pomiarów w wybranych miejscach pracy do doboru ochronników słuchu metodą HML

Table 3. Measurement results at the chosen workplaces used to accurately choose hearing protection with the use of the HML method

Miejsce pomiaru	$L_{Aeq,Te}$ w dB	$L_{Ceq,Te}$ w dB	$L_{Ceq,Te} - L_{Aeq,Te}$ w dB
Sita wibracyjne	85,6	94,2	8,6
Pompy płuczkowe	92,3	98,8	6,5

Oznaczenia:

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

częstotliwościowego) podczas przebywania ich przy pompach płuczkowych oraz sitach wibracyjnych.

Na stanowisku pracy wiertacza w kabinie sterowniczej hałas przekracza poziomy dopuszczalny ze względu na możliwość realizacji przez pracownika podstawowych funkcji pracy wymagających koncentracji uwagi (o 2 dB). Zalecane jest obniżenie hałasu w kabinie sterowniczej poprzez nieznaczne zwiększenie izolacyjności akustycznej kabiny oraz obniżenie hałasu od klimatyzacji.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-ISO 9612:2011 Akustyka – Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas – Metoda techniczna
- [2] PN-N-01307:1994 Hałas – Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów
- [3] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz.U. 2011, Nr 33, poz. 166
- [4] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej 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
- [5] Mikulski W. Jakubowska I. Metoda oceny hałasu na stanowiskach pracy, na których powtarzalność ekspozycji występuje w okresie dłuższym niż tydzień, na przykładzie pracowników wiertni. Materiały z konferencji WIBROTECH, Sękocin, 14-15.11.2014
- [6] Majchrzycka K., Pościk A. Dobór środków ochrony indywidualnej. CIOP-PIB, Warszawa 2007 r.
- [7] PN-EN 458:2006 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”, finansowanego w latach 2014-2016 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.