

Metodyka badań hałasu w zakresie słyszalnym, infradźwiękowym i ultradźwiękowym na stanowiskach pracy przy poszukiwaniu i wydobywaniu gazu łupkowego

*dr inż. Witold Mikulski, mgr inż. Izabela Warmiak (wimik@ciop.pl)
2015 r.*

Metodyka badań hałasu na stanowiskach pracy przy poszukiwaniu i wydobywaniu gazu łupkowego opiera się o ogólną metodykę pomiaru hałasu na stanowiskach pracy, uwzględniając oczywiście specyfikę zagrożeń występującą na rozpatrywanych stanowiskach pracy. Obejmuje ona następujące działania:

1. Określenie stanowisk pracy, na których występuje zagrożenie hałasem przy poszukiwaniu i wydobywaniu gazu łupkowego.
2. Klasyfikacja stanowisk pracy z punktu widzenia wymagań akustycznych, określenie poziomów dopuszczalnych hałasu.
3. Określenie harmonogramu pracy pracowników na rozpatrywanych stanowiskach pracy oraz trybów pracy źródeł hałasu.
4. Określenie rodzajów hałasu ze względu, na które będzie wykonywana ocena.
5. Określenie reprezentatywnych przedziałów czasu, w których będzie wykonywany pomiar hałasu, charakterystycznych dla immisji hałasu przez pracowników.
6. Wybór metody pomiarów.
7. Wybór aparatury pomiarowej.
8. Wykonanie pomiarów i obliczeń parametrów charakteryzujących hałas.
9. Ocena hałasu.

Określenie stanowisk pracy, na których występuje zagrożenie hałasem przy poszukiwaniu i wydobyciu gazu łupkowego

Biorąc pod uwagę kryteria podane niżej, na wiertniach konieczne jest uwzględnienie zagrożenia na hałas na wszystkich stanowiskach pracy. Przy określeniu zagrożonych stanowisk pracy konieczne jest określenie wszystkich miejsc pracy, w których pracują pracownicy.

Klasyfikacja stanowisk pracy z punktu widzenia wymagań akustycznych, określenie poziomów dopuszczalnych hałasu

Ocenę hałasu przeprowadza się z punktu widzenia oceny słuchu lub zdrowia pracowników lub ze względu na możliwość realizacji przez pracowników podstawowych zadań pracy lub prac koncepcyjnych wymagających szczególnej koncentracji uwagi. Wyróżnia się więc:

- Ocenę hałasu ze względu na ochronę słuchu lub zdrowia oraz ocenę hałasu infradźwiękowego:
 - Hałas w zakresie słyszalnym ze względu na ochronę słuchu (ocenę przeprowadza się na wszystkich stanowiskach pracy) poziomy dopuszczalne:
 - Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, tygodnia lub n tygodni pracy – $L_{EX,8h}$, $L_{EX,w}$, $L_{EX,nw}$ = 85 dB,
 - Maksymalny poziom dźwięku A - L_{Amax} = 115 dB,
 - Szczytowy poziom dźwięku C - L_{Cpeak} = 135 dB.
 - Hałasu ultradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia (ocenę przeprowadza się na stanowiskach pracy, na których hałas ten może wystąpić – szczególnie na stanowiskach pracy zlokalizowanych w sąsiedztwie technologicznych urządzeń ultradźwiękowych oraz urządzeń wysokoobrotowych, lub pracujących pod ciśnieniem) poziomy dopuszczalne:
 - Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w terejowych pasmach częstotliwości f (10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40 kHz) odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, tygodnia lub n tygodni pracy – $L_{f,8h}$, $L_{f,w}$, $L_{f,nw}$ = 80; 80; 80; 90; 105; 110; 110 dB,
 - Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w terejowych pasmach częstotliwości f (10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40 kHz) odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, tygodnia lub n tygodni pracy – L_{fmax} = 100; 100; 100; 110; 125; 130; 130 dB.

- Hałasu infradźwiękowego ze względu uciążliwość (ocenę przeprowadza się na stanowiskach pracy, na których hałas ten może wystąpić – szczególnie na stanowiskach pracy zlokalizowanych przy urządzeniach niskoobrotowych, silnikach spalinowych oraz przede wszystkim przy sitach wibracyjnych) poziomy dopuszczalne:

- Równoważny poziom dźwięku G odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, tygodnia lub n tygodni pracy – $L_{G_{eq,8h}}$; $L_{G_{eq,w}}$; $L_{G_{eq,nw}}$ = 102 dB.

Powyższą ocenę przeprowadza się na wszystkich stanowiskach pracy. Na stanowiskach pracy grupy I jest to jedyna ocena pracowników ze względu na występujący hałas.

- Ocena ze względu na możliwość realizacji podstawowych zadań pracy:
 - Kategoria dużych (grupa IIa) wymagań ochrony przed hałasem (prace koncepcyjne, biurowe i podobne):
 - Hałas w zakresie słyszalnym:
 - ✓ Równoważny poziom dźwięku A w czasie wykonywania podstawowych zadań pracy, poziom dopuszczalny $L_{A_{eq,Te}}$ 55 dB.
 - Hałas w zakresie infradźwiękowym:
 - ✓ Równoważny poziom dźwięku G w czasie wykonywania prac koncepcyjnych wymagających szczególnej koncentracji uwagi, poziom dopuszczalny $L_{G_{eq,Te}}$ 86 dB.
 - Kategoria średnia (grupa IIb) wymagań ochrony przed hałasem (prace laboratoryjne bez źródeł hałasu, wszystkie które wymagają łączności telefonicznej oraz stałej komunikacji głosowej):
 - Hałas w zakresie słyszalnym:
 - ✓ Równoważny poziom dźwięku A w czasie wykonywania podstawowych zadań pracy, poziom dopuszczalny $L_{A_{eq,Te}}$ 65 dB.
 - Kategoria małych (grupa IIc) wymagań ochrony przed hałasem, ale wyższa od kategorii ochrona słuchu przed hałasem (prace laboratoryjne ze źródłami hałasu, kierowców i w operatorów sterujących wytwarzaniem wibracji podczas skanowania geologicznego itp.):
 - Hałas w zakresie słyszalnym:
 - ✓ Równoważny poziom dźwięku A w czasie wykonywania podstawowych zadań pracy, poziom dopuszczalny $L_{A_{eq,Te}}$ 75 dB.

Określenie harmonogramu pracy pracowników na rozpatrywanych stanowiskach pracy oraz tryb pracy źródeł hałasu

Ocena hałasu powinna oddawać rzeczywistą immisję hałasu przez pracownika. Jednakże nie ma możliwości organizacyjnych oraz nie ma uzasadnienia merytorycznego (np. wzrostem dokładności oceny), aby pomiary hałasu przeprowadzać w sposób ciągły. Dlatego, aby pomiary i ocena były miarodajne, należy przeprowadzić je w reprezentatywnych przedziałach czasu. W tym celu konieczne jest określenie szczegółowego harmonogramu pracy pracowników, przy czym harmonogram ten powinien być określony w taki sposób, aby uwzględniać wszystkie przedziały czasu pracy, w których narażenie na hałas się zmienia. Dlatego w harmonogramie tym konieczne jest uwzględnienie zmiennych elementów, w tym:

- różnych faz pracy wiertni (np. wiercenie, wyciąganie przewodu wiertniczego itd.),
- różnych wykonywanych czynności przez pracowników (np. odkręcanie pasa rur z przewodu wiertniczego),
- zmiany trybu pracy maszyn będących źródłami hałasu (frezowanie, wiercenie 1 lub 2 przebieg),
- zmianę położenia maszyn i urządzeń będących źródłami hałasu (np. Top Drive, samochody wibracyjne),
- zmianę miejsca pracy pracownika (np. pompy płuczkowe, sita wibracyjne, stół wiertniczy, pomost górny - mostek).

Określenie rodzajów hałasu ze względu, na które będzie wykonywana ocena

Podstawowym rodzajem hałasu, który podlega ocenie na stanowiskach pracy jest hałas w zakresie słyszalnym.

Ocenie podlega także hałas infradźwiękowy na stanowiskach pracy w pobliżu: urządzeń niskoobrotowych, sit wibracyjnych, samochodów do wibrowania gruntu, agregatów prądotwórczych oraz transformatorów.

Dodatkowo ocenie podlega hałas ultradźwiękowy: na stanowiskach pracy, gdzie stosowane są technologiczne urządzenia ultradźwiękowe, urządzenia wysoko obrotowe (szlifierki), urządzenia w których rozpręża się gaz lub ciecz (np. mycie ciśnieniowe, spawanie).

Określenie reprezentatywnych przedziałów czasu, w których będzie wykonywany pomiar hałasu, charakterystycznych dla immisji hałasu przez pracowników

Ze względu na specyfikę wykonywania prac na rozpatrywanym obiekcie, okres oceny powinien obejmować wielokrotność cyklu narażenia w tym przypadku 2 lub więcej tygodni. Na podstawie określonego harmonogramu pracy pracowników określa się przedziały czasu, w których narażenie na hałas się nie zmienia. Określa się ich czas. Wybiera się te przedziały, w których występuje typowe narażenie na hałas i wykonuje się pomiary hałasu.

Wybór metody pomiarów

Metoda pomiarów hałasu powinna być stosowana przede wszystkim z normy PN-ISO 9612. Z podanych tam trzech metod pomiarów hałasu najbardziej odpowiednią jest metoda z podziałem na czynności.

Niżej omówiono najbardziej powszechnie stosowaną metodę pomiarów z podziałem na czynności (pkt 9 normy PN-ISO 9612). Metoda ta jest punktem wyjścia do zaproponowanej w niniejszym zadaniu metody oceny hałasu na rozpatrywanych stanowiskach pracy.

Metoda pomiarów z podziałem na czynności jest najbardziej efektywna wówczas, gdy praca wykonywana na badanym stanowisku pracy może być podzielona na wyraźne przedziały czasowe, w których warunki akustyczne nie zmieniają się znacząco w czasie. Wymaga ona dokładnej analizy warunków pracy, ale jest mniej pracochłonna, w porównaniu z innymi metodami (tj. metodą pomiarów stanowiskowych i metodą pomiarów całodziennych – patrz: PN-ISO 9612).

Praca wykonywana przez pracownika w ciągu dnia dzielona jest na wykonywane przez niego czynności. Dla każdej czynności wykonuje się oddzielne pomiary. Czas trwania pomiaru powinien być reprezentatywny dla danej czynności:

- jeśli czas trwania czynności jest krótszy niż 5 min, czas trwania pomiaru powinien odpowiadać czasowi trwania czynności,
- jeśli czas trwania czynności jest dłuższy, czas pomiaru powinien wynosić co najmniej 5 min.

W przypadku zmiennych warunków akustycznych w czasie trwania czynności, czas pomiaru powinien być odpowiednio długi, aby zapewnić reprezentatywność pomiaru dla tej czynności.

Dla każdej czynności powinno się wykonać co najmniej trzy pomiary. Jeśli wyniki trzech pomiarów dla danej czynności będą różnić się między sobą o 3 dB lub bardziej, należy:

- przeprowadzić dodatkowe pomiary danej czynności (trzy lub więcej),
- podzielić czynność na mniejsze odcinki czasu (osobne czynności) i przeprowadzić dla każdego z nich pomiary według ww. schematu,
- powtórzyć pomiary z dłuższym czasem trwania każdego pomiaru.

Mikrofony indywidualnych dozymetrów hałasu powinny zostać zamocowane na ramieniu pracownika w odległości co najmniej 0,1 m od wejścia do kanału ucha zewnętrznego, po stronie ucha narażonego na wyższe wartości poziomu dźwięku oraz ok. 0,04 m nad ramieniem. Mikrofon wraz z przewodem powinny zostać zamocowane w taki sposób, aby uniemożliwić przypadkowe potrącenia.

Wybór aparatury pomiarowej

Do pomiarów na większości stanowisk pracy należy stosować aparaturę spełniającą odpowiednie wymagania i posiadającą aktualne świadectwo legalizacji.

Do pomiaru wielkości charakteryzujących wszystkie rodzaje hałasu powinny być stosowane całkujące mierniki poziomu dźwięku (co najmniej klasy 2), spełniające wymagania normy PN-EN 61672-1, lub dozymetry hałasu (tylko w zakresie słyszalnym, co najmniej klasy 2, spełniające wymagania normy PN-EN 61252-1). Kalibratory akustyczne używane do sprawdzania mierników powinny spełniać wymagania normy PN-EN 60942.

Ponadto w strefach zagrożonych wybuchem aparatura musi spełniać wymagania norm PN-EN 60079-0:2013-03/A11, IEC 60079-10-1 oraz wymagania dyrektyw UE 94/9/WE i 2014/34/UE (ATEX).

Dodatkowo należy uwzględnić dwa wymagania:

- na stanowiskach pracy, na których nie ma możliwości wykonania badań przez ekipę pomiarową, pomiary należy wykonać dozymetrami (nie chodzi tu o pomiar ciągły wg metody 3 tzw. pomiarów całodziennych określonej w PN-ISO 9612, ale o fakt rejestracji parametrów mierzonych bez konieczności obecności ekipy pomiarowej, np. pomiary na mostku – pomoście górnym wieży wiertniczej),
- na stanowiskach pracy, na których (choćby okresowo) występuje zagrożenie wybuchem, należy zastosować mierniki, które wykazują jak największą odporność wybuchową (iskrobezpieczność) (np. pomiary na mostku – pomoście górnym wieży wiertniczej).

Zastosowanie mierników iskrobezpiecznych

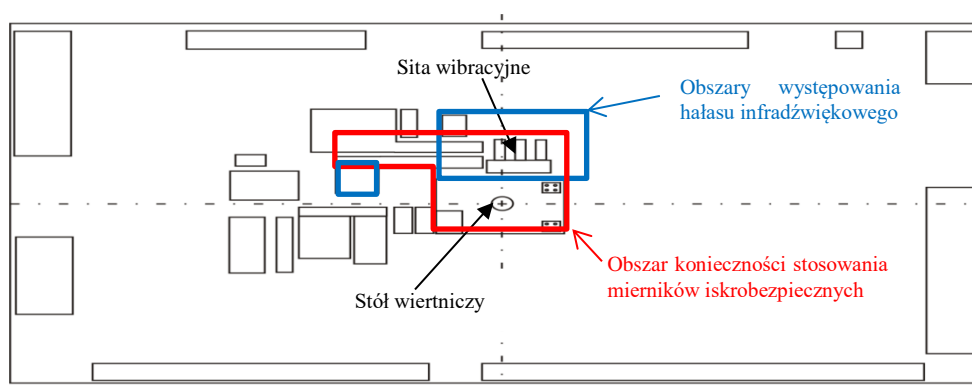
W obszarach zagrożonych wybuchem na wiertniach gazu konieczne jest stosowanie aparatury pomiarowej o zwiększonej odporności na możliwość spowodowania wybuchu w atmosferze zawierającej gaz nawet, gdy gaz występuje bardzo sporadycznie. W strefach tych nazwanymi *Strefami Zagrożonymi Wybuchem* aparatura musi spełniać wymagania dyrektywy UE 94/9/WE (ATEX) (od dnia 20 kwietnia 2016 r. zastąpi ją dyrektywa 2014/34/UE (ATEX)). Dyrektywę tą wdraża do przepisów polskich Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem (Dz.U. z 2005 r. nr 263, poz. 2203). W chwili obecnej (październik 2015 r.) na rynku polskim są dwa dozymetry hałasu umożliwiające pomiar hałasu w zakresie słyszalnym w strefach zagrożonych wybuchem: firmy Brüel & Kjaer oraz firmy - SVANTEK (kolejność wg wprowadzenia dozymetrów na rynek). Poza parametrami do oceny hałasu w zakresie słyszalnym oba umożliwiają pomiar różnicy poziomu dźwięku A i C (natomiast drugi umożliwia także pomiar widma hałasu). Parametry te umożliwiają ocenę widma hałasu przy czym miernik pierwszy tylko szacunkowo. Jednakże najważniejszym jest iż oba umożliwiają dobór ochronników słuchu metodą HML (natomiast drugi nawet metodą dokładną w oparciu o widmo hałasu).

Na wiertni, strefami okresowo zagrożonymi wybuchem są obszary (rys. 1):

- Obszar wieży wiertniczej (podłoga szybu wieży wiertniczej, kabina wiertacza, pod podłogą szybu wieży wiertniczej przy głowicy, pomost górny – mostek),
- Obszar w sąsiedztwie sit wibracyjnych na pomoście, na którym stoją sita.

W tych strefach mimo, iż zagrożenie wybuchem (obecność gazu) występuje tylko bardzo sporadycznie, ze względów bezpieczeństwa pomiary hałasu można wykonać tylko miernikami iskrobezpiecznymi.

Jednocześnie, ponieważ obecnie na rynku nie ma aparatury pomiarowej iskrobezpiecznej do pomiaru hałasu infradźwiękowego i ultradźwiękowego, tych rodzajów hałasów nie można wiarygodnie ocenić. Tylko przy sitach wibracyjnych występuje hałas niskoczęstotliwościowy (w tym infradźwiękowy) mogący mieć wpływ na narażenie pracowników na hałas. Badania CIOP-PIB nie wskazują na możliwość występowania przekroczenia dopuszczalnych wartości hałasu infradźwiękowego ze względu na uciążliwość. Jednakże ze względu na maksymalne zabezpieczenie pracowników, do czasu powstania mierników iskrobezpiecznych do pomiaru w zakresie częstotliwości hałasu infra i ultradźwiękowego pomiary kontrolne tych hałasów należy wykonać poza strefą zagrożoną wybuchem, ale w najbliższej odległości od sit wibracyjnych.



Rys. 1. Rzut wiertni z zaznaczeniem obszaru, w którym występuje konieczność stosowania mierników iskrobezpiecznych spełniających wymagania dyrektywy UE 94/9/WE (ATEX) oraz obszarów występowania hałasu infradźwiękowego.

Pomiar dozymetryczny

Na niektórych stanowiskach pracy na wiertni, na których niemożliwy jest dostęp ekipy mierzącej hałas (np. pomocnik wieżowy wiertacza pracujący na pomoście górnym – mostku) konieczny jest pomiar hałasu metodą dozymetryczną. Brak dostępu wynika z konieczności posiadania specjalnych zezwoleń (wymóg bezpieczeństwa przeciwwybuchowego), specjalnych uprawnień (praca na wysokości), stanu zdrowia (wysokość stanowiska ok. 35 m, z czego jedyną drogą dostania się na to stanowisko jest wejście 30 m zewnętrzną drabiną), braku możliwości zapewnienia dla dodatkowych osób urządzenia ewakuacyjnego (zjazd po linie), odbycia specjalnych szkoleń dotyczących ewakuacji ww. urządzeniem. To wszystko wymusza zastosowanie do pomiarów hałasu dozymetru (jako miernika poziomu dźwięku). Również w tym przypadku, ponieważ dozymetry umożliwiają pomiar tylko hałasu w zakresie słyszalnym, nie ma możliwości pomiaru hałasu infra i ultradźwiękowego. Z badań CIOP-PIB przeprowadzonych na pomoście górnym – mostku wynika, że na tym stanowisku pracy nie występuje hałas infra i ultradźwiękowy przekraczający poziomy dopuszczalny. Na tej podstawie można pominąć te rodzaje hałasu przy ocenie, jednakże zaleca się kontrolę charakteru widma hałasu, poprzez pomiar widma hałasu lub porównanie wartości poziomu dźwięku A i C. W przypadku, gdy poziom ciśnienia akustycznego w paśmie oktawowym 20 Hz przekracza wartość 100 dB lub gdy różnica wartości poziomu dźwięku A i C jest większa od 4 dB, wówczas występuje hałas niskoczęstotliwościowy, który może wskazywać na występowanie hałasu infradźwiękowego.

Wykonanie pomiarów i obliczeń parametrów charakteryzujących hałas

Dla pracowników wiertni cykl pracy wynosi 4 tygodnie (w tym 14 dni pracy po 12 godzin dziennie i 14 dni bez pracy), dlatego parametry (poziom ekspozycji na hałas, równoważny poziom dźwięku G oraz równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach częstotliwości o szerokości tercji z zakresu 10-40 kHz) należy odnieść do cyklu narażenia tj. okresu 28 dni.

Cały czas pracy pracownika dzieli się na „czynności” tj. przedziały czasu, w których hałas można określić.

Równoważne poziomy dla m-tej czynności oblicza się wg PN-ISO 9612 :

- Równoważne poziomy dźwięku A dla m-tej czynności, w dB, ze wzoru:

$$L_{Aeq,Te,m} = 10 \log \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 L_{Aeq,Te,m,i}} \right) \quad (1)$$

gdzie:

$L_{Aeq,Te,m,i}$ – równoważny poziom dźwięku A i-tego pomiaru w czasie trwania m-tej czynności, w dB,
 I – liczba pomiarów w czasie trwania m-tej czynności.

- Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości z zakresu 10000-40000 Hz określa się, w dB, ze wzoru:

$$L_{feq,Te,m} = 10 \log \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 L_{feq,Te,m,i}} \right) \quad (2)$$

gdzie:

$L_{feq,Te,m,i}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości z zakresu 10000-40000 Hz i-tego pomiaru w czasie trwania m-tej czynności, w dB,
 I – liczba pomiarów w czasie trwania m-tej czynności.

- Równoważny poziom dźwięku G dla m-tej czynności oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{Geq,Te,m} = 10 \log \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 L_{Geq,Te,m,i}} \right) \quad (3)$$

gdzie:

$L_{Geq,Te,m,i}$ – równoważny poziom dźwięku G i-tego pomiaru w czasie trwania m-tej czynności, w dB,
 I – liczba pomiarów w czasie trwania m-tej czynności.

Po wykonaniu pomiarów hałasu i określeniu czasu ich oddziaływania określa się parametry stosowane do oceny hałasu:

- Równoważny poziom dźwięku A w czasie T_e oblicza się, wg PN-ISO 9612, w dB, ze wzoru:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_e} 10^{0,1 L_{Aeq,Te,m}} \right) \quad (4)$$

gdzie:

$L_{Aeq,Te,m}$ – równoważny poziom dźwięku A w czasie wykonywania m-tej czynności, w dB,

M – liczba czynności w czasie dnia pracy,

T_m – czas trwania m-tej czynności, w sekundach, lub minutach, lub godzinach,

T_e – przedział czasowy odniesienia w sekundach, lub minutach, lub godzinach (takie same jednostki jak T_m).

- Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości z zakresu 10000-40000 Hz w czasie T_e oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{feq,Te} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_e} 10^{0,1 L_{feq,Te,m}} \right) \quad (5)$$

gdzie:

$L_{Aeq,Te,m}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości z zakresu 10000-40000 Hz w czasie wykonywania m-tej czynności, w dB,

M – liczba czynności w czasie dnia pracy,

T_m – czas trwania m-tej czynności, w sekundach, lub minutach, lub godzinach,

T_e – przedział czasowy odniesienia w sekundach, lub minutach, lub godzinach (takie same jednostki jak T_m).

- Równoważny poziom dźwięku G w czasie T_e oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{Geq,Te} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_e} 10^{0,1 L_{Geq,Te,m}} \right) \quad (6)$$

gdzie:

$L_{Geq,Te,m}$ – równoważny poziom dźwięku G w czasie wykonywania m-tej czynności, w dB,

M – liczba czynności w czasie dnia pracy,

T_m – czas trwania m-tej czynności, w sekundach, lub minutach, lub godzinach,

T_e – przedział czasowy odniesienia w sekundach, lub minutach, lub godzinach (takie same jednostki jak T_m).

- Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy (oraz kolejnych dni pracy) oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{EX,8h} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 L_{Aeq,Te,m}} \right) \quad (7)$$

gdzie:

$L_{Aeq,Te,m}$ – równoważny poziom dźwięku A w czasie wykonywania m-tej czynności, w dB,

M – liczba czynności w czasie dnia pracy,

T_m – czas trwania m-tej czynności, w sekundach, lub minutach lub godzinach,

T_0 – przedział czasowy odniesienia, 8 h=480 min=28800 s (takie same jednostki jak T_m).

- Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach częstotliwości f (10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40 kHz) odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy (oraz kolejnych dni pracy) oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{feq,8h} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 L_{feq,Te,m}} \right) \quad (8)$$

gdzie:

$L_{feq,Te,m}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w paśmie częstotliwości f , w czasie wykonywania m-tej czynności, w dB,

M – liczba czynności w czasie dnia pracy,

T_m – czas trwania m-tej czynności, w sekundach, lub minutach lub godzinach,

T_0 – przedział czasowy odniesienia, 8 h=480 min=28800 s (takie same jednostki jak T_m).

- Równoważny poziom dźwięku G odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy (oraz kolejnych dni pracy) oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{Geq,8h} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 L_{Geq,Te,m}} \right) \quad (9)$$

gdzie:

$L_{Geq,Te,m}$ – równoważny poziom dźwięku G w czasie wykonywania m-tej czynności, w dB,

M – liczba czynności w czasie dnia pracy,

T_m – czas trwania m-tej czynności, w sekundach, lub minutach lub godzinach,

T_0 – przedział czasowy odniesienia, 8 h=480 min=28800 s (takie same jednostki jak T_m).

- Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 4 tygodni, oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{EX,4w} = 10 \log \left(\frac{1}{5.4} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{EX,8h,i}} \right) \quad (10)$$

$L_{EX,8h,i}$ – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, w dniu i , w dB,

n – liczba dni pracy w których występuje ekspozycja na hałas w rozpatrywanym cyklu tj. 14.

- Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach częstotliwości f (10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40 kHz) odniesiony do 4 tygodni oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{feq,4w} = 10 \log \left(\frac{1}{5.4} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{feq,8h,i}} \right) \quad (11)$$

gdzie:

$L_{feq,8h,i}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie częstotliwości odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, w dniu i , w dB,

n – liczba dni pracy w których występuje ekspozycja na hałas w rozpatrywanym cyklu tj. 14.

- Równoważny poziom dźwięku G odniesiony do 4 tygodni oblicza się, w dB, ze wzoru:

$$L_{Geq,4w} = 10 \log \left(\frac{1}{5.4} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{Geq,8h,i}} \right) \quad (12)$$

gdzie:

$L_{Geq,8h,i}$ – równoważny poziom dźwięku G odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy, w dniu i , w dB,

n – liczba dni pracy w których występuje ekspozycja na hałas w rozpatrywanym cyklu tj. 14.

- Maksymalny poziom dźwięku A L_{Amax} w okresie oceny, jest największą wartością z maksymalnych poziomów dźwięku A L_{Amax} , które wystąpiły (analogicznie maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego).
- Szczytowy poziom dźwięku C L_{Cpeak} w okresie oceny, jest największą wartością ze szczytowych poziomów dźwięku C L_{Cpeak} , które wystąpiły.

Niepewność pomiarową wyznacza się metodą opisaną w normie PN-EN ISO 9612.

Dla 12 godzinnej ekspozycji na hałas o poziomach równoważnych ($L_{Aeq,Te}$ lub $L_{feq,Te}$ lub $L_{Geq,Te}$) i odpowiadających im poziomach ekspozycji na hałas ($L_{EX,8h}$) lub równoważnych poziomach ciśnienia akustycznego ($L_{feq,8h}$) lub równoważnych poziomach dźwięku G ($L_{Geq,8h}$) odniesionych do 8-mio godzinnej ekspozycji można określić:

- Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 4 tygodniowego cyklu pracy:

$$L_{EX,4w} = L_{EX,8h} - 1,5dB = L_{Aeq,Te} + 0,2 dB \quad (13)$$

- Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie częstotliwości o częstotliwości f , odniesiony do 4 tygodniowego cyklu pracy:

$$L_{feq,4w} = L_{feq,8h} - 1,5dB = L_{feq,Te} + 0,2 dB \quad (14)$$

- Równoważny poziom dźwięku G odniesiony do 4 tygodniowego cyklu pracy:

$$L_{Geq,4w} = L_{Geq,8h} - 1,5dB = L_{Geq,Te} + 0,2 dB \quad (15)$$

Ocena hałasu

Ocenę hałasu wykonuje się porównując zmierzone wartości hałasu z wartościami dopuszczalnym. Przekroczenie nawet wartości jednego z tych parametrów hałasu oznacza przekroczenie wartości dopuszczalnych hałasu.

Ocena hałasu (w zakresie słyszalnym) ze względu na ochronę słuchu

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 określa dopuszczalne wartości hałasu ze względu na ochronę słuchu (tabela poniżej). Można je zastosować do 4 tygodniowego cyklu pracy.

Tabela 1. Dopuszczalne wartości hałasu ze względu na ochronę słuchu (dla „ogółu pracowników”).

Wielkość charakteryzująca hałas	Wartość dopuszczalna [dB]
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy $L_{EX,8h}$ lub tygodnia pracy $L_{EX,w}$ lub 4 tygodniowego cyklu pracy $L_{EX,4w}$	85
Maksymalny poziom dźwięku A, L_{Amax}	115
Szczytowy poziom dźwięku C, L_{Cpeak}	135

Ryzyko zawodowe określa się na podstawie tabeli poniżej.

Tabela 2. Ocena ryzyka wynikającego z narażenia na hałas (dla „ogółu pracowników”).

Parametry ze względu na ochronę słuchu	Ryzyko
$L_{EX,8h}, L_{EX,w}, L_{EX,4w} \leq 80$ dB $L_{Amax} \leq 109$ dB $L_{Cpeak} \leq 129$ dB	małe (pomijalne)
$L_{EX,8h}, L_{EX,w}, L_{EX,4w}$ ponad 80 dB i równe lub poniżej 85 dB L_{Amax} ponad 109 dB i równe lub poniżej 115 dB L_{Cpeak} ponad 129 dB i równe lub poniżej 135 dB	średnie (akceptowalne)
$L_{EX,8h}, L_{EX,w}, L_{EX,4w} > 85$ dB $L_{Amax} > 115$ dB $L_{Cpeak} > 135$ dB	duże (nieakceptowalne)

Krotność przekroczenia poziomów dopuszczalnych hałasu w zakresie słyszalnym określa się dla:

- Poziom ekspozycji na hałas $L_{EX,4w}$ oblicza się ze wzoru:

$$K_{L_{EX,8h}} = 10^{\frac{L_{EX,8h}-85}{10}} \quad \text{lub} \quad K_{L_{EX,W}} = 10^{\frac{L_{EX,W}-85}{10}} \quad \text{lub} \quad K_{L_{EX,4w}} = 10^{\frac{L_{EX,4w}-85}{10}} \quad (16)$$

- Maksymalny poziom dźwięku A oblicza się ze wzoru:

$$K_{L_{Amax}} = 10^{\frac{L_{Amax}-115}{20}} \quad (17)$$

- Szczytowy poziom dźwięku C oblicza się ze wzoru:

$$K_{L_{Cpeak}} = 10^{\frac{L_{Cpeak}-135}{20}} \quad (18)$$

Wartość krotności przekroczenia poziomów NDN hałasu w zakresie słyszalnym (stosowana do określenia częstotliwości wykonania badań) jest największą z wartości $K_{L_{EX,8h}}$ i $K_{L_{Amax}}$ i $K_{L_{Cpeak}}$.

Ocena hałasu (w zakresie słyszalnym) ze względu na możliwość realizacji podstawowych zadań pracy

W normie PN-N-1307 podana jest dopuszczalna wartość hałasu ze na możliwość realizacji podstawowych zadań pracy (tabela poniżej).

Tabela 6.3. Dopuszczalne wartości hałasu ze względu na możliwość realizacji przez pracownika na stanowisku pracy podstawowych zadań wg PN-N-1307.

Lokalizacja stanowiska pracy	Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A $L_{Aeq,Te}$ [dB]
W kabinach bezpośredniego sterowania bez łączności telefonicznej, w laboratoriach ze źródłami hałasu, w pomieszczeniach z maszynami i urządzeniami liczącymi, maszynami do pisania, dalekopisami i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	75
W kabinach dyspozytorskich, obserwacyjnych i zdalnego sterowania z łącznością telefoniczną używaną w procesie sterowania, w pomieszczeniach do wykonywania prac precyzyjnych i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	65
W pomieszczeniach administracyjnych, biur projektowych, do prac teoretycznych, opracowywania danych i innych o podobnym przeznaczeniu	55

Ocena hałasu ultradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia

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 określa dopuszczalne wartości hałasu ultradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia (tabela poniżej). Można je zastosować do 4 tygodniowego cyklu pracy.

Tabela 4. Wartości dopuszczalne hałasu ultradźwiękowego ze względu na ochronę zdrowia.

Częstotliwość środkowa pasma tercjowego [kHz]	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinne dobowego wymiaru czasu pracy lub tygodniowego lub 4 tygodniowego cyklu pracy [dB]	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego [dB]
	na stanowiskach pracy dla ogółu pracowników	
10; 12,5; 16	80	100
20	90	110
25	105	125
31,5; 40	110	130

Krotność NDN dla hałasu ultradźwiękowego wyznacza się ze wzorów:

- dla równoważnych poziomów ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości o częstotliwościach środkowych f z zakresu od 10 kHz do 40 kHz:

$$K_{L_{feq,8h}} = 10^{\frac{L_{feq,8h} - L_{feq,8h,dop}}{10}} \text{ lub } K_{L_{feq,w}} = 10^{\frac{L_{feq,w} - L_{feq,w,dop}}{10}} \text{ lub } K_{L_{feq,4w}} = 10^{\frac{L_{feq,4w} - L_{feq,4w,dop}}{10}} \quad (19)$$

- w przypadku maksymalnych poziomów ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości o częstotliwościach środkowych f z zakresu od 10 kHz do 40 kHz:

$$K_{L_{fmax}} = 10^{\frac{L_{fmax} - L_{fmax,dop}}{20}} \quad (20)$$

gdzie:

$L_{feq,8h}$, $L_{feq,w}$, $L_{feq,4w}$ – zmierzony równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie o częstotliwości środkowej f z zakresu od 10 kHz do 40 kHz odniesiony do 8-godzinne dobowego wymiaru czasu pracy lub tygodnia lub 4 tygodniowego cyklu pracy, dB

$L_{feq,8h,dop}$, $L_{feq,w,dop}$, $L_{feq,4w,dop}$ – dopuszczalny równoważny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie o częstotliwości środkowej f z zakresu od 10 kHz do 40 kHz odniesiony do 8-godzinne dobowego wymiaru czasu pracy lub tygodnia lub 4 tygodniowego cyklu pracy, dB

L_{fmax} – zmierzony maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie o częstotliwości środkowej f z zakresu od 10 kHz do 40 kHz, dB

$L_{fmax,dop}$ – dopuszczalny maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w tercjowym paśmie o częstotliwości środkowej f z zakresu od 10 kHz do 40 kHz, dB.

Największa z wartości krotności (dla równoważnych i maksymalnych poziomów ciśnienia akustycznego w tercjowych pasmach częstotliwości o częstotliwościach środkowych f z zakresu od 10 kHz do 40 kHz) jest krotnością hałasu ultradźwiękowego. Ryzyko jest małe, gdy wartość tej

krotności jest mniejsza od 0,5, duże gdy jest większe od 1, jeżeli mieści się w przedziale 0,5-1 (włącznie) to jest średnie.

Ocena hałasu infradźwiękowego ze względu na uciążliwość

W normie PN-Z-01338:2010 podano dopuszczalną wartość hałasu infradźwiękowego ze względu na uciążliwość (tabela poniżej). Można wartość tą zastosować dla cyklu pracy wynoszącego 4 tygodnie.

Tabela 5. Dopuszczalne wartości hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy ze względu na uciążliwość.

Wielkość charakteryzująca hałas	Wartość dopuszczalna [dB]
Równoważny poziom dźwięku G odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy $L_{Geq,8h}$ lub do tygodniowego $L_{Geq,w}$ lub 4 tygodniowego cyklu pracy $L_{Geq,4w}$	102

Ryzyko zawodowe ze względu na uciążliwość hałasu infradźwiękowego określa się z tabeli poniżej.

Tabela 6. Ocena ryzyka wynikającego z ekspozycji na hałas infradźwiękowy.

Oceniana wielkość	Ryzyko małe $K \leq 0,5$	Ryzyko średnie $K = 0,5 - 1$	Ryzyko duże $K > 1$
$L_{Geq,8h}$ lub $L_{Geq,w}$, lub $L_{Geq,4w}$, dB	≤ 99	99 – 102	> 102

Krotność wartości dopuszczalnej ze względu na uciążliwość równoważnego poziomu dźwięku G, wyznacza się ze wzoru:

$$K_{L_{Geq,8h}} = 10^{\frac{L_{Geq,8h} - 102}{20}} \quad \text{lub} \quad K_{L_{Geq,w}} = 10^{\frac{L_{Geq,w} - 102}{20}} \quad \text{lub} \quad K_{L_{Geq,4w}} = 10^{\frac{L_{Geq,4w} - 102}{20}} \quad (21)$$

Ocena hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy wymagających szczególnej koncentracji uwagi

Dopuszczalne poziomy hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy ze względu na prace koncepcyjne wymagające szczególnej koncentracji uwagi na podstawie normy PN-Z-01338:2010 podano w tabeli poniżej.

Tabela 7. Dopuszczalne wartości hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy ze względu na prace koncepcyjne wymagające szczególnej koncentracji uwagi.

Wielkość charakteryzująca hałas	Wartość dopuszczalna [dB]
Równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy	86

W przypadku, gdy na stanowisku pracy występuje więcej niż jeden rodzaj hałasu, określa się krotność wypadkową przekroczenia poziomów NDN hałasu, której wartość jest największą z wartości krotności: hałasu w zakresie słyszalnym, hałasu infradźwiękowego i hałasu ultradźwiękowego. Krotność stosowana jest do określenia częstotliwości wykonania badań.

Analogicznie ryzyko dla zagrożenia halsem jest największym z ryzyka dla ww. rodzajów hałasu.

Dokumenty odniesienia

- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej 6 czerwca 2014 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz.U. 2014, poz. 817,
- PN-ISO 9612:2011P, Akustyka. Wyznaczanie zawodowej ekspozycji na hałas – Metoda techniczna,
- PN-N-01307:1994P, Hałas - Dopuszczalne wartości parametrów hałasu w środowisku pracy - Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów,
- PN-Z-01338:2010P, Akustyka - Pomiar i ocena hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy
- procedura pomiarowa hałasu ultradźwiękowego i infradźwiękowego opublikowana w PiMOŚP nr 2(28) z 2001 r.,
- PN-N-18002:2011P, Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy - Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego,
- PN-ISO 1999:2000P, Akustyka - Wyznaczanie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem,
- PN-EN 60079-0:2013/A11:2014P, Atmosfery wybuchowe - Część 0: Urządzenia - Podstawowe wymagania,
- Dyrektywa 94/9/WE (ATEX), Urządzenia i systemy ochronne przeznaczone do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem,
- Dyrektywa 2014/34/ UE (ATEX), Urządzenia i systemy ochronne przeznaczone do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej.

Opracowano 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 Zadanie nr 02.Z.13 pn. „Metody i kryteria oceny zagrożenia hałasem pracowników zatrudnionych przy wydobywaniu gazu łupkowego”