

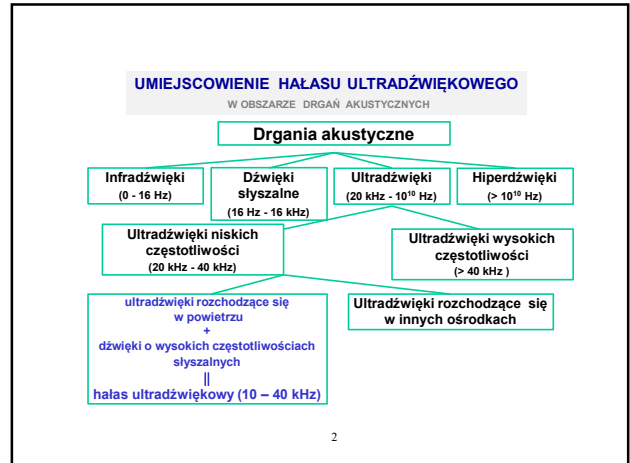
SEMINARIUM SZKOLENIOWE

Charakterystyka i ocena narażenia na hałas ultradźwiękowy w środowisku pracy

Miejsce:
 Centralny Instytut Ochrony Pracy - PIB
 ul. Czerniakowska 16, Warszawa
 Budynek A, sala 220

26 CZERWCA 2025 R. GODZ. 10.00 - 13.00

1



HAŁAS ULTRADŹWIĘKOWY

hałas, w widmie którego występują składowe o wysokich częstotliwościach słyszalnych (10 - 16 kHz) i niskich ultradźwiękowych (20 - 40 kHz) (od 10 kHz do 40 kHz).

3

ZALEŻNOŚĆ: DŁUGOŚĆ FALI ORAZ CZĘSTOTLIWOŚĆ

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f \uparrow \Rightarrow \lambda \downarrow$$

gdzie:

- λ - długość fali,
- c - prędkość rozchodzenia się fali,
- f - częstotliwość fali.

4

DŁUGOŚCI FAL AKUSTYCZNYCH λ W POWIETRZU W ZALEŻNOŚCI OD CZĘSTOTLIWOŚCI f

Ośrodek	λ przy częstotliwości f						
	20 Hz	100 Hz	1000 Hz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	100 kHz
Powietrze	17,0 m	3,4 m	0,34 m	0,034 m	0,017 m	0,0085m	0,0034 m

5

- ### CHARAKTERYSTYCZNE CECHY HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO
- wysokie częstotliwości,
 - krótkie fale,
 - brak wrażeń słuchowych u człowieka,
 - znacznie lepsze tłumienie w ośrodkach, w tym również w powietrzu, niż hałasu infradźwiękowego i hałasu słyszalnego,
 - kierunkowość rozprzestrzeniania
- 6

PRZEMYSŁOWE ŹRÓDŁA HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

• technologiczne urządzenia ultradźwiękowe :

- o płuczki,
- o drążarki,
- o zgrzewarki (metali, tworzyw sztucznych, trudno zgrzewalnych materiałów),



7



8



9

PRZEMYSŁOWE ŹRÓDŁA HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

• technologiczne urządzenia ultradźwiękowe :

- o maszyny pasmanteryjne (dżetownice, pikowarki, maszyny do aplikacji tkanin),
- o lutownice ręczne,
- o tygły,
- o wanny do cynowania,
- o skalery dentystyczne,
- o gilotyny,
- o noże,
- o kurtyny.



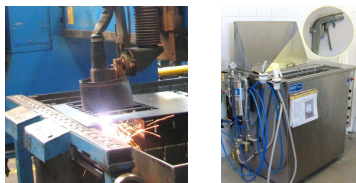
10

PRZEMYSŁOWE ŹRÓDŁA HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

• inne maszyny i urządzenia (nietechnologiczne źródła hałasu ultradźwiękowego):

- o narzędzia pneumatyczne, palniki, sprężarki, zawory

hałas ultradźwiękowy pochodzenia aerodynamicznego



11

PRZEMYSŁOWE ŹRÓDŁA HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

• inne maszyny i urządzenia (nietechnologiczne źródła hałasu ultradźwiękowego)

- o frezarki, strugarki, szlifierki, piły, niektóre maszyny włókiennicze

hałas ultradźwiękowy pochodzenia mechanicznego

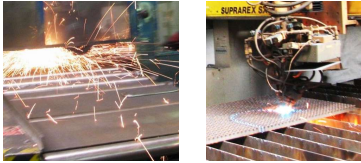


12

PRZEMYSŁOWE ŹRÓDŁA HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

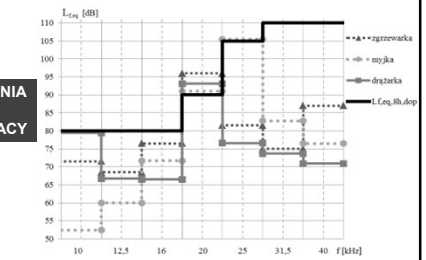
inne maszyny i urządzenia (nietechnologiczne źródła hałasu ultradźwiękowego):
cięcie, spawanie i wypalanie, żłobienie spoiną elektrodą węglową

hałas ultradźwiękowy wynikający z innych procesów



13

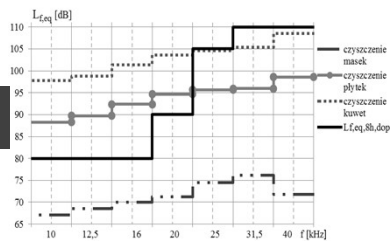
WIDMA POZIOMU CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO NA STANOWISKACH PRACY



Rys. Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8 godzinowego dobowego wymiaru czasu pracy $L_{p,eq,8h}$ na stanowiskach pracy technologicznych urządzeń ultradźwiękowych

14

WIDMA POZIOMU CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO NA STANOWISKACH PRACY



Rys. Równoważny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8 godzinowego dobowego wymiaru czasu pracy $L_{p,eq,8h}$ na stanowiskach pracy czyszczenia detali z zastosowaniem sprężonego powietrza

15

DROGI PRZEKAZYWANIA ULTRADŹWIĘKÓW DO ORGANIZMU CZŁOWIEKA OBSŁUGUJĄCEGO TECHNOLOGICZNE URZĄDZENIA ULTRADŹWIĘKOWE

Rodzaj urządzenia	Przekazywanie energii ultradźwiękowej przez :		
	powietrze	cieczce	ciała stałe
pluczki	zawsze istnieje	możliwe	mała możliwość
zgrzewarki	zawsze istnieje	nie istnieje	duża możliwość
drążarki	zawsze istnieje	nie istnieje	duża możliwość
lutownicze ręczne	zawsze istnieje	nie istnieje	duża możliwość
wanny do cynowania	zawsze istnieje	nie istnieje	możliwe

16

ODDZIAŁYWANIE HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO NA CZŁOWIEKA

1. Oddziaływanie na narząd słuchu

(słuch, narząd przedsionkowy w uchu wewnętrznym).

2. Oddziaływanie pozasłuchowe :

- układ krążenia,
- procesy termoregulacyjne,
- procesy przemiany materii,
- układ nerwowy,
- gruczoły dokrewne (płciowe , tarczyca),

17

- Wyniki prowadzone m.in. przez IMP w Łodzi wykazały, że ponad połowa badanych maszyn i urządzeń na 233 stanowiskach pracy emitowała hałas ultradźwiękowy o poziomach ciśnienia akustycznego **przewyższających wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń**. Badania prowadzone przez CIOP-PIB również potwierdzają te doniesienia.
- Nieliczne prace potwierdzają występowanie trwałych ubytków słuchu wśród pracowników ekspozowanych na hałas o składowych wysokoczęstotliwościowych lub ultradźwiękowych.
- Badania hałasu ultradźwiękowego w warunkach przemysłowych są utrudnione - ultradźwiękom towarzyszy zazwyczaj hałas słyszalny i trudno jest określić, czy zmiany słuchu osób badanych występują na skutek oddziaływania składowych słyszalnych, ultradźwiękowych, czy też na skutek jednoczesnego działania obu tych składników.

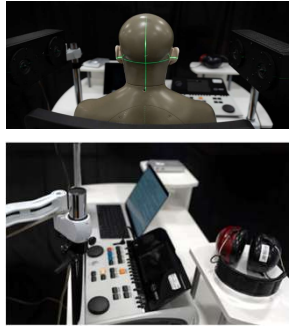
Istnieje zatem potrzeba zweryfikowania tezy, że ekspozycja zawodowa na hałas wiąże się ze zwiększonym ryzykiem upośledzenia słuchu.

18

METODA BADAWCZA

W badaniach laboratoryjnych dokonano oceny wpływu hałasu ultradźwiękowego na narząd słuchu.

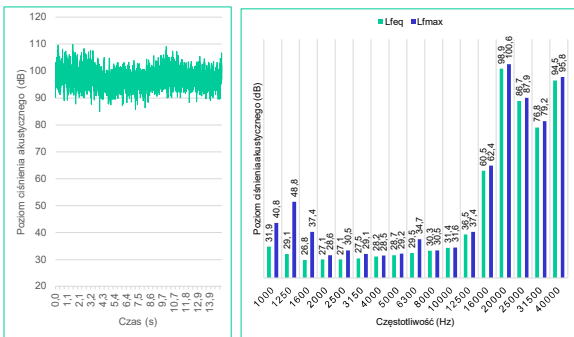
- W badaniach wykorzystano najpowszechniej stosowaną metodę służącą do wyznaczenia progu słyszenia - audiometrię tonalną (PTA).
- Celem badań była ocena czasowych przesunięć progów słyszenia (TTS) na skutek ekspozycji na hałas ultradźwiękowy przy obniżonych poziomach ekspozycji na hałas ultradźwiękowy względem badań przeprowadzonych w pierwszym etapie zadania.
- Progi słyszenia wyznaczano dwukrotnie – przed ekspozycją i po ekspozycji. Poziomy próg słyszenia wyznaczano w ograniczonym zakresie standardowym od 1 do 8 kHz oraz w zakresie rozszerzonym od 9 do 16 kHz.
- W doborze próby w przeprowadzonych badaniach pilotażowych wykorzystano metodę doboru nielosowego – strukturę próby sformowano w sposób arbitralny.
- W badaniach laboratoryjnych uczestniczyło 20 osób - 8 kobiet i 12 mężczyzn w wieku od 18 do 35 lat.



19

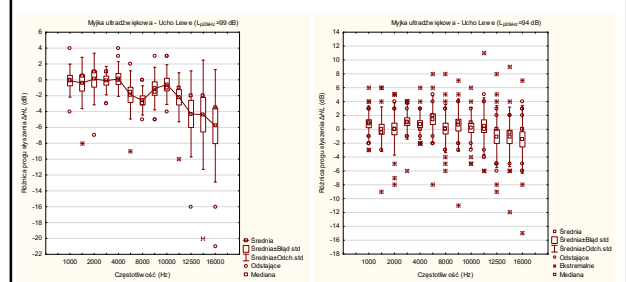


20



Poziomy ciśnienia akustycznego na stanowisku badawczym podczas ekspozycji na hałas ultradźwiękowy

21



Różnica progu słyszenia ΔHL przed i po ekspozycji na ultradźwięki pochodzące od myjki ultradźwiękowej

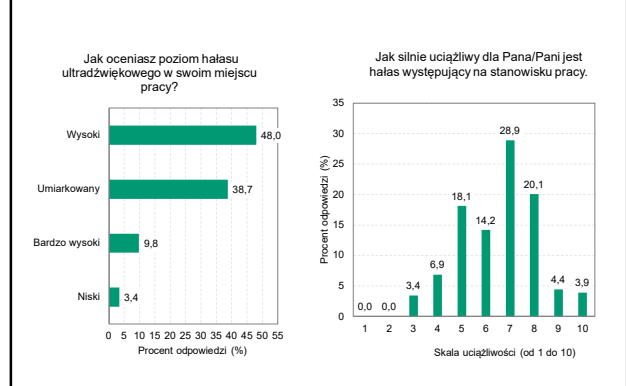
22



Mixed Mode Design - Procedura ta polega na uzyskiwaniu tych samych informacji (na podstawie tego samego kwestionariusza ankiety) od różnych osób, przy wykorzystaniu odmiennych technik badawczych.

W przeprowadzonych badaniach zastosowano trzy techniki zbierania danych: CAWI, CATI oraz CAPI

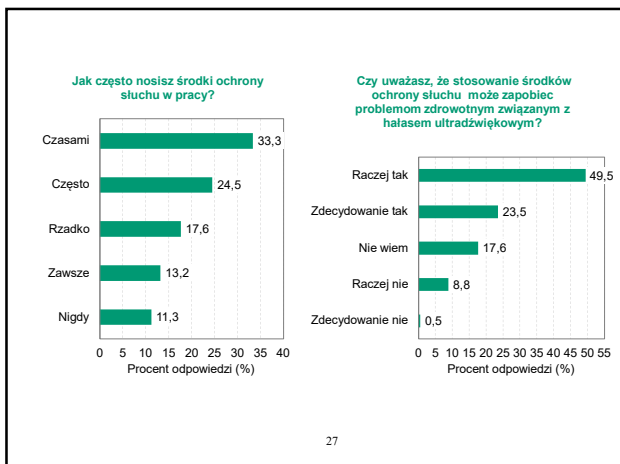
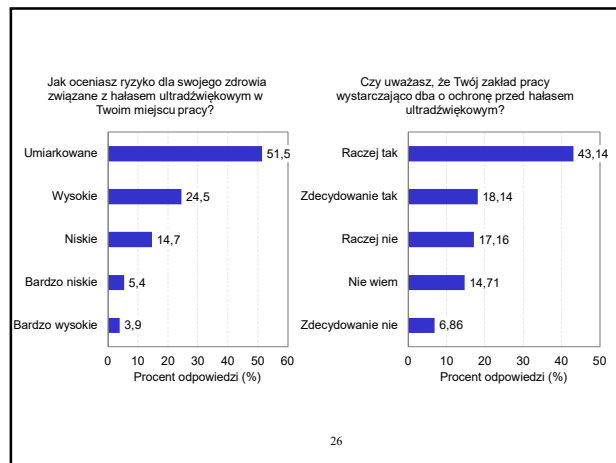
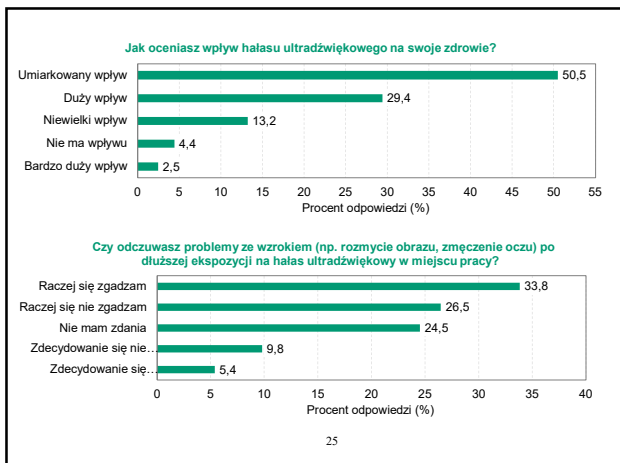
23



Jak oceniasz poziom hałasu ultradźwiękowego w swoim miejscu pracy?

Jak silnie uciążliwy dla Pana/Pani jest hałas występujący na stanowisku pracy.

24



Wyniki badań wskazują na konieczność rewizji dopuszczalnych limitów narażenia zawodowego w celu zmniejszenia potencjalnych zagrożeń zdrowotnych związanych z hałasem ultradźwiękowym.

- Wyniki wskazują, że większość respondentów postrzega hałas ultradźwiękowy jako bardzo uciążliwy, a 57,8% oceniło poziom hałasu w swoim miejscu pracy jako wysoki lub bardzo wysoki.
- Znacząca część respondentów (51,5%) uznała hałas ultradźwiękowy za umiarkowane zagrożenie dla zdrowia, podczas gdy 24,5% uważało go za czynnik o wysokim ryzyku.
- Pomimo dostępności urządzeń ochrony słuchu, tylko 13,2% respondentów zadeklarowało ich regularne stosowanie, wskazując na niewygodę (43,1%) oraz brak świadomości jako główne bariery.
- Wyniki podkreślają potrzebę zwiększenia świadomości na temat zagrożeń związanych z hałasem ultradźwiękowym oraz poprawy strategii ochrony w miejscach pracy.

Wyniki badań wskazują, że hałas ultradźwiękowy w miejscu pracy stanowi realne zagrożenie dla zdrowia i samopoczucia pracowników. Subiektywne oceny uciążliwości hałasu, wraz z licznymi zgłaszanymi objawami zdrowotnymi, wskazują na konieczność podejmowania działań profilaktycznych.

W szczególności należy zwrócić uwagę na potrzebę edukacji pracowników oraz pracodawców w zakresie ryzyka związanego z hałasem ultradźwiękowym

28

AKTY PRAWNE I ZALECENIA ZWIĄZANE Z HAŁASEM ULTRADŹWIĘKOWYM

- Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2018 poz. 1286)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 kwietnia 2017 r. w sprawie wykazu prac uciążliwych, niebezpiecznych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet w ciąży i kobiet karmiących dziecko piersią (Dz.U. 2017 poz. 796)
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 czerwca 2023 r. w sprawie wykazu prac wzbudzonych młodocianym i warunków ich zatrudnienia przy niektórych z tych prac (Dz.U. 2023 poz. 1240)

29

DOPUSZCZALNE WARTOŚCI poziomu ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy odniesione do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{dop,8h}$ lub $L_{dop,w}$ i maksymalne dopuszczalne poziomy $L_{dop,max}$

częstotliwość f, kHz	dopuszczalny równoważny poziom ciśnienia akustycznego $L_{t,eq,8h,dop}$ dB			dopuszczalny maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{t,max,dop}$ dB
	ogół pracowników	kobiety w ciąży	młodociani	
10; 12,5; 16	80	75	75	100 (95)
20	90	85	85	110 (105)
25	105	100	100	125 (120)
31,5; 40;	110	105	105	130 (125)

30

PORPOZYCJA DOPUSZCZALNYCH WARTOŚCI poziomu ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy odniesionych do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{dop,8h}$ lub $L_{dop,w}$ i maksymalne dopuszczalne poziomy $L_{dop,max}$

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych, kHz	Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8. godzinowego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{dop,8h}$ lub $L_{dop,w}$, dB	Dopuszczalny maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{dop,max}$, dB
10; 12,5; 16	80	100
20	85	105
25	105	125
31,5; 40,	110	130

31

PORPOZYCJA PROGÓW DZIAŁANIA poziomu ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy odniesionych do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{dop,8h}$ lub $L_{dop,w}$ i maksymalne dopuszczalne poziomy $L_{dop,max}$

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych, kHz	Poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8. godzinowego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{dop,8h}$ lub $L_{dop,w}$, dB	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{dop,max}$, dB
10; 12,5; 16	77	100
20	82	105
25	102	125
31,5; 40,	107	130

32

PROCEDURY I NORMY

- Hałas ultradźwiękowy – procedura pomiarowa – Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, Nr 2, Warszawa, CIOP, 2001
Nr 4 (86), Warszawa, CIOP, 2015

PN-Z-01339:2020-12

Hałas ultradźwiękowy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów w środowisku pracy

- PN-N-18002:2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego



33

PROCEDURY I NORMY

Procedura i norma do pomiaru hałasu ultradźwiękowego obejmuje:

- wymagania dotyczące aparatury pomiarowej oraz okresowej kontroli metrologicznej
- wymagania dotyczące środowiska pomiarowego
- opis przeprowadzania pomiarów
- zagadnienie korekcji wyniku pomiaru
- metodę wyznaczania niepewności pomiaru
- wytyczne sporządzania raportu z pomiarów

34

POMIARY HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO NA STANOWISKACH PRACY – ZASADA PODSTAWOWA

Pomiary hałasu ultradźwiękowego, dla potrzeb oceny narażenia pracownika na danym stanowisku pracy ten rodzaj hałasu, przeprowadza się uwzględniając :

- typowe dla tego stanowiska miejscach przebywania pracownika,
- wszystkie wykonywane czynności w narażeniu na hałas ultradźwiękowy
- standardowe warunki eksploatacji narzędzia, maszyny czy urządzenia będącego źródłem hałasu.

35

MIERZONE WIELKOŚCI NIEZBĘDNE DO OCENY NARAŻENIA NA HAŁAS ULTRADŹWIĘKOWY

- Równoważny, dla czasu trwania czynności w narażeniu na hałas ultradźwiękowy, poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych:

10 ; 12,5 ; 16 ; 20 ; 25 ; 31,5 ; 40 kHz

- Maksymalny w czasie trwania tej czynności, poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych:

10 ; 12,5 ; 16 ; 20 ; 25 ; 31,5 ; 40 kHz

- Czas narażenia w ciągu dnia pracy na hałas ultradźwiękowy o zmierzonych poziomach (czas trwania tej czynności).

36

Miernik/analizator poziomu dźwięku

Pomiary hałasu ultradźwiękowego należy przeprowadzać za pomocą miernika/analizatora:

- spełniającego wymagania zawarte w normie **PN-EN-61672-1:2005** oraz w normie PN-EN 61260:2000 w zakresie częstotliwości do 20 kHz dla przyrządów pomiarowych klasy 1.
- wyposażonego w **filtry pasmowe 1/3-oktawowe** o częstotliwościach środkowych z zakresu co najmniej 10 ÷ 40 kHz, spełniające wymagania zawarte w normie PN-EN 61260:2000
- wyposażonego w **mikrofon pola swobodnego** spełniający wymagania zawarte w normie PN-EN 61094-4:2000.

Okresowa kontrola metrologiczna oraz kalibracja



U w a g a!

Pomiary hałasu ultradźwiękowego na stanowiskach pracy nie wymagają na ogół stosowania osłon przeciwwietrznych, czy też korygujących osłon stożkowych (ang. nosecone). Jeżeli jednak zaszłyby taka potrzeba, powinna być znana charakterystyka częstotliwościowa mikrofonu w rozpatrywanym zakresie częstotliwości w konfiguracji z taką osłoną, z uwagi na jej duży wpływ na wynik pomiaru. W takim przypadku należy zastosować odpowiednią korekcję wyniku pomiaru.

DOPUSZCZALNE WARTOŚCI poziomu ciśnienia akustycznego na stanowisku pracy odniesione do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy $L_{dop,8h}$ lub $L_{dop,w}$ i maksymalne dopuszczalne poziomy $L_{dop,max}$

częstotliwość f, kHz	dopuszczalny równoważny poziom ciśnienia akustycznego $L_{T,eq,8h,dop}$ dB			dopuszczalny maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{T,max,dop}$ dB
	ogół pracowników	kobiety w ciąży	młodociani	
10; 12,5; 16	80	75	75	100 (95)
20	90	85	85	110 (105)
25	105	100	100	125 (120)
31,5; 40;	110	105	105	130 (125)

40

WYZNACZANE DLA STANOWISKA PRACY WIELKOŚCI CHARAKTERYZUJĄCE NARAŻENIE NA HAŁAS ULTRADŹWIĘKOWY

• równoważne dla 8 godzin lub równoważne dla tygodnia pracy poziomy ciśnienia akustycznego ($L_{eq,8h}$ lub $L_{eq,w}$) w poszczególnych pasmach tercyjnych

• największe, spośród zmierzonych w poszczególnych pasmach tercyjnych, wartości maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego (L_{max})

41

RÓWNOWAŻNY DLA 8 GODZIN POZIOM CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO NA STANOWISKU PRACY

$$L_{eq,8h} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \sum_{j=1}^n t_j \cdot 10^{0,1 L_{eq,t_j}} \right]$$

$L_{eq,8h}$ - równoważna dla 8 godzin wartość poziomu ciśnienia akustycznego w paśmie częstotliwości, pochodząca od n czynności, dB,

L_{eq,t_j} - wartość poziomu ciśnienia akustycznego zmierzona w paśmie częstotliwości przy wykonywaniu j-tej czynności, w dB,

t_j - czas trwania j-tej czynności w narażeniu na hałas ultradźwiękowy, w min,

T - czas odniesienia = 8h = 480 min = 28800 s.

n - liczba czynności wykonywanych przez pracownika w narażeniu na hałas ultradźwiękowy.

42

RÓWNOWAŻNY DLA TYGODNIA PRACY POZIOM CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO NA STANOWISKU PRACY

$$L_{eq,w} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{5} \sum_{k=1}^n 10^{0,1(L_{eq,sh})_k} \right]$$

- k - kolejny dzień roboczy w rozważanym tygodniu,
- n - liczba dni roboczych w rozważanym tygodniu (może być różna od 5)

Wielkość tę wyznacza się w sporadycznych przypadkach, tj. wówczas, gdy hałas ultradźwiękowy działa na organizm pracownika w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach tygodnia

ALGORYTM WYBORU, SPOŚRÓD MAKSYMALNYCH POZIOMÓW CIŚNIENIA AKUSTYCZNEGO ZMIERZONYCH W DANYM PAŚMIE, POZIOMU O NAJWIĘKSZEJ WARTOŚCI

$$L_{max} = \max \{ L_{max,ij} \}$$

L_{max} - największa w danym paśmie wartość zmierzona maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego spośród wszystkich wartości maksymalnych zmierzonych w tym paśmie przy poszczególnych czynnościach,

$L_{max,ij}$ - maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego zmierzone w danym paśmie przy poszczególnych czynnościach wykonywanych przez pracownika w narażeniu na hałas ultradźwiękowy

ALGORYTM POMIARÓW

Aparatura

- zestawić układ pomiarowy i sprawdzić jego stan techniczny (stan układu zasilania).
- przeprowadzić wzorcowanie układu pomiarowego za pomocą zewnętrznego źródła drgań akustycznych (kalibratora lub pistonfonu)

Charakterystyka stanowiska pracy

- informacje dot. wykonywanych operacji technologicznych,
- informacje dot. źródła (źródeł) hałasu ultradźwiękowego - parametry pracy,
- informacje dot. czasu narażenia na hałas itp.

Pomiar

- wykonać co najmniej 3 pomiary poziomu ciśnienia akustycznego hałasu ultradźwiękowego dla wytypowanych czynności i punktów pomiarowych uwzględniając ekspozycję na stanowiskach pracy.
- sprawdzenie wzorcowania.
- (w przypadku stwierdzenia niezgodności powtórzyć pomiary).
- wyznaczyć niepewność (złożoną) dla 95% przedziału ufności i wsp. rozszerzenia k=1,65

OCENA NARAŻENIA NA HAŁAS ULTRADŹWIĘKOWY NA STANOWISKU PRACY

Porównanie, wyznaczonych w poszczególnych pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5 i 40 kHz :

- równoważnych, dla 8 godzin lub dla tygodnia pracy, poziomów ciśnienia akustycznego, ($L_{eq,sh}$ lub $L_{eq,w}$), z dopuszczalnymi wartościami poziomu ciśnienia akustycznego odniesionymi do 8 godzin lub do tygodnia pracy, ($L_{dop,sh}$ lub $L_{dop,w}$) ustalonymi dla poszczególnych pasm

oraz

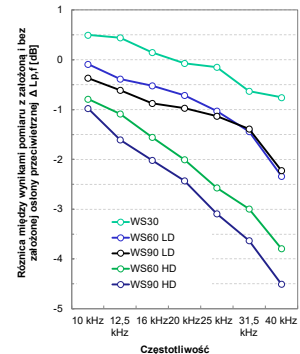
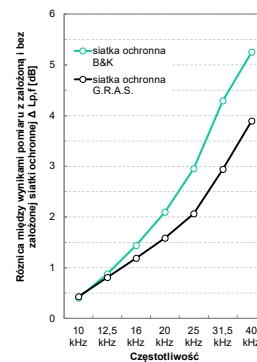
- maksymalnych poziomów ciśnienia akustycznego, L_{max} , z dopuszczalnymi wartościami maksymalnymi poziomu ciśnienia akustycznego, ustalonymi dla poszczególnych pasm, $L_{dop,max}$

Korekcja wyniku pomiaru

$$L_{fi} = L_{fi} + K_{ap,fi} - K_{g,fi}$$

WYNIK POPRAWKA 1 POPRAWKA 2
(APARATURA) (SIATKA)

CO MOŻE WPŁYWAĆ NA WYNIK POMIARU?



Niepewność (położenie mikrofonu)

Niepewność standardowa związana z położeniem mikrofonu

	10 kHz	12,5 kHz	16 kHz	20 kHz	25 kHz	31,5 kHz	40 kHz
u_{fi} [dB]	0,7	0,9	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5

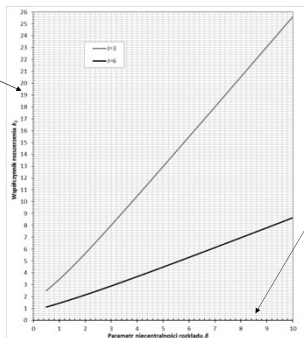
Niepewność (wart. maksymalne)

$$U_{fi}(L_{fi,max}) = \sqrt{U_{A,fi}^2 + U_{B,fi}^2}$$

$$U_{A,fi}(L_{fi,max}) = L_{fi,max(0,95)} - L_{fi,max}$$

$$U_{B,fi}(L_{fi,max}) = 1,65 \cdot \sqrt{u_{2,fi}^2 + u_{3,fi}^2}$$

k=?



$$L_{fi,max(0,95)} = \overline{L_{fi,max}} + k_1 \cdot u_{fi,max}$$

$$\delta_{fi} = \sqrt{J} \cdot \frac{L_{fi,max} - \overline{L_{fi,max}}}{u_{fi,max}}$$

Niepewność (aparatura)

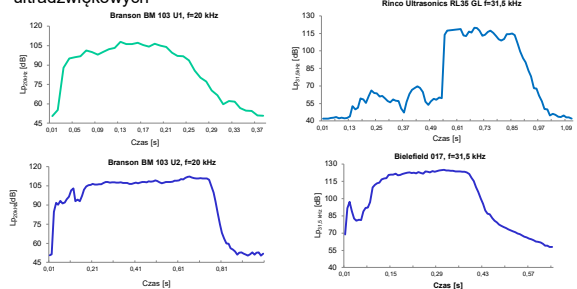
Niepewność standardowa	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego, kHz						
	10	12,5	16	20	25	31,5	40
Niepewność standardowa złożona							
maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego	0,44	0,45	0,45	0,45	0,46	0,48	0,49
$u_{2,fi}(L_{fi,max})$, dB							

Jednymi z najczęściej występujących w środowisku pracy urządzeń ultradźwiękowych są zgrzewarki ultradźwiękowe

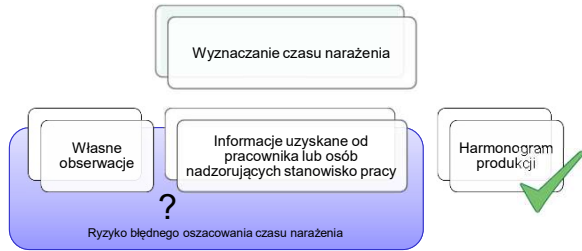


Hałas impulsowy bardzo często o wysokich poziomach, przekraczających dopuszczalne wartości

Przebiegi czasowe impulsów zgrzewania na wybranych zgrzewarkach ultradźwiękowych



Przy wyznaczaniu poziomu ekspozycji na hałas ultradźwiękowy odniesionego do 8-godz. lub tygodniowego wymiaru czasu pracy najtrudniejszym zagadnieniem jest **oszacowanie czasu narażenia**.



- o **Metoda A** - Szacowanie czasu narażenia na podstawie obserwacji lub wywiadu (dane zapisane w karcie oceny ryzyka)
- o **Metoda B** - Szacowanie czasu narażenia na podstawie liczby zgrzewanych elementów
- o **Metoda C** - Szacowanie czasu narażenia na podstawie czasu zgrzewania określonej ilości elementów

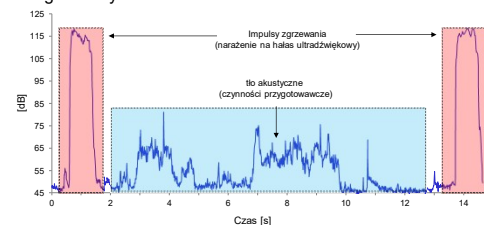
Metoda A - Szacowanie czasu narażenia na podstawie obserwacji lub wywiadu (dane zapisane w karcie oceny ryzyka):

- o wyznaczone poziomy mogą być obciążone są błędem wynikającym z przyjętej wartości czasu narażenia
- o niepewność pomiarów w zakresie metody pomiarowej ogranicza się do wyznaczenia niepewności związanej z rozrzutem wartości próbek (pomiarów elementarnych)

$$L_{fi,eq,Te} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_e} \sum_{j=1}^n 10^{0,1 \times L_{fi,eq,Te,j}} \right)$$

- $L_{fi,eq,Te}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w i -tym paśmie częstotliwości w czasie ekspozycji T_e w dB,
 $L_{fi,eq,Te,j}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w i -tym paśmie częstotliwości dla j -tego przedziału czasu $T_{e,j}$ w dB,
 n – całkowita liczba wyraźnie rozróżnialnych przedziałów czasowych,
 T_e – całkowity czas narażenia w ciągu dnia pracy, w h, min lub s.

Metoda B - Szacowanie czasu narażenia na podstawie liczby zgrzewanych elementów



Poziomy ekspozycji wyznaczone są na podstawie zarejestrowanych przebiegów czasowych poziomów ciśnienia akustycznego

Metoda B - Szacowanie czasu narażenia na podstawie liczby zgrzewanych elementów:

- o większa pracochłonność
- o powszechnie stosowane przyrządy pomiarowe mają ograniczone możliwości rejestrowania przebiegów czasowych dla dłuższych obserwacji
- o niepewność wyznaczanych poziomów ekspozycji może obejmować rozrzuty poziomów ciśnienia akustycznego oraz rozrzuty czasów trwania zgrzewów

$$L_{fi,eq,Te} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_e} \left(\frac{1}{T_z} 10^{0,1 \times L_{fi,eq,Tz}} + \frac{1}{T_{cz}} 10^{0,1 \times L_{fi,eq,Tcz}} \right) \right)$$

- $L_{fi,eq,Tz}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego uśredniony za czas zgrzewania T_z w dB,
 $L_{fi,eq,Tcz}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego uśredniony za czas czynności przygotowawczych T_{cz} w dB,
 T_z – całkowity czas zgrzewania w ciągu dnia pracy, w h, min lub s,
 T_{cz} – całkowity czas czynności przygotowawczych w ciągu dnia pracy, w h, min lub s.

Metoda C - Szacowanie czasu narażenia na podstawie czasu zgrzewania określonej ilości elementów:

- o pomiary w wyznaczonych przedziałach czasowych, przy założeniu, że rejestrowana jest określona ilość cykli zgrzewania
- o na podstawie czasu trwania określonej liczby cykli, wyznacza się średnią wartość czasu trwania jednego cyklu zgrzewania
- o czas narażenia określa się na podstawie średniej wartości czasu trwania jednego cyklu zgrzewania oraz danych o produkcji
- o niepewność wyznaczanych poziomów ekspozycji może obejmować rozrzuty poziomów ciśnienia akustycznego oraz rozrzuty czasów trwania cykli zgrzewania

Zaletą takiego podejścia jest uwzględnienie w ekspozycji zarówno nierównomierności impulsów zgrzewania w szerszym zakresie czasowym jak i rzeczywistego czasu narażenia

Metoda C - Szacowanie czasu narażenia na podstawie czasu zgrzewania określonej ilości elementów

$$L_{fi,eq,Te} = 10 \log \left(\frac{1}{J} \sum_{j=1}^J 10^{0,1L_{fi,eq,T_{e,j}}} \right)$$

$L_{fi,eq,Te}$ – równoważny poziom ciśnienia akustycznego w i-tym paśmie częstotliwości j-tego pomiaru w czasie ekspozycji T_e , w dB,
 J – liczba pomiarów w czasie ekspozycji.

Czas narażenia

$$T_e = k \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{T_{e,j}}{k_j}$$

- T_e – całkowity czas narażenia w ciągu dnia pracy, w h, min lub s,
 $T_{e,j}$ – czas trwania j-tego pomiaru, w h, min lub s,
 k_j – liczba cykli zgrzewania w czasie j-tego pomiaru,
 J – liczba pomiarów w czasie ekspozycji,
 k – całkowita liczba zgrzewów w czasie ekspozycji.

Metoda C - Szacowanie czasu narażenia na podstawie czasu zgrzewania określonej ilości elementów

Niepewność związaną z szacowaniem czasu narażenia można wyznaczyć wg wzoru adaptowanego z normy PN-EN ISO 9612:2011:

$$u_{T_e} = 4,34 \frac{1}{T_e} \times \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J \left(\frac{T_{e,j}}{k_j} k - T_e \right)^2 \right]}$$

- T_e – całkowity czas narażenia w ciągu dnia pracy, w h, min lub s,
 $T_{e,j}$ – czas trwania j-tego pomiaru, w h, min lub s,
 k_j – liczba cykli zgrzewania w czasie j-tego pomiaru,
 J – liczba pomiarów w czasie ekspozycji,
 k – całkowita liczba zgrzewów w czasie ekspozycji.

Wielkość	Metoda	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego, f [kHz]						
		10	12,5	16	20	25	31,5	40
$L_{fi,eq,8h}$ [dB]	A	67,0	67,1	74,1	96,7	76,9	68,5	78,6
		±0,7	±0,4	±0,3	±0,3	±0,3	±0,0	±0,6
	B	63,9	61,6	65,5	88,3	68,4	60,8	80,7
		±0,0	±0,2	±0,6	±0,6	±0,7	±0,8	±0,6
	C	61,3	61,4	68,4	91,0	71,2	62,8	72,9
		±0,8	±0,6	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,7

RYZIKO ZAWODOWE - wg. PN-N-18001:2004

prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą, powodujących straty, w szczególności wystąpienia u pracowników niekorzystnych skutków zdrowotnych w wyniku zagrożeń zawodowych występujących w środowisku pracy lub sposobu wykonywania pracy.

70

PODSTAWA OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO NA STANOWISKU PRACY

Wyznaczone dla stanowiska krotności:

- równoważnego dla 8 godzin poziomu ciśnienia akustycznego, $L_{eq,8h}$ w stosunku do dopuszczalnego poziomu ciśnienia akustycznego odniesionego do 8 godzin, $L_{dop,8h}$

lub

- równoważnego dla tygodnia pracy poziomu ciśnienia akustycznego, $L_{eq,w}$ w stosunku do dopuszczalnego poziomu ciśnienia akustycznego odniesionego do tygodnia pracy, $L_{dop,w}$

oraz

- maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego, L_{max} w stosunku do dopuszczalnego maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego $L_{dop,max}$

71

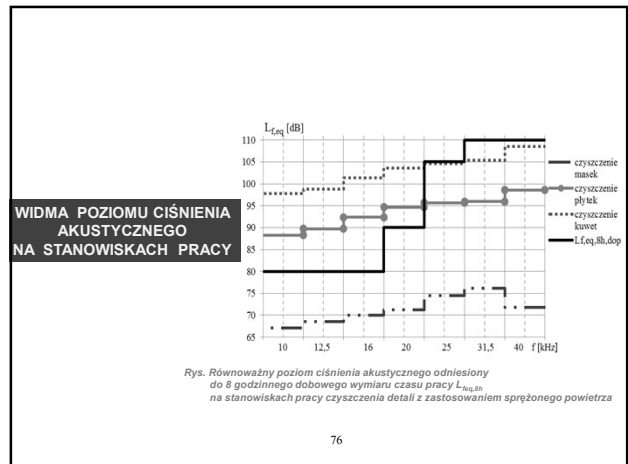
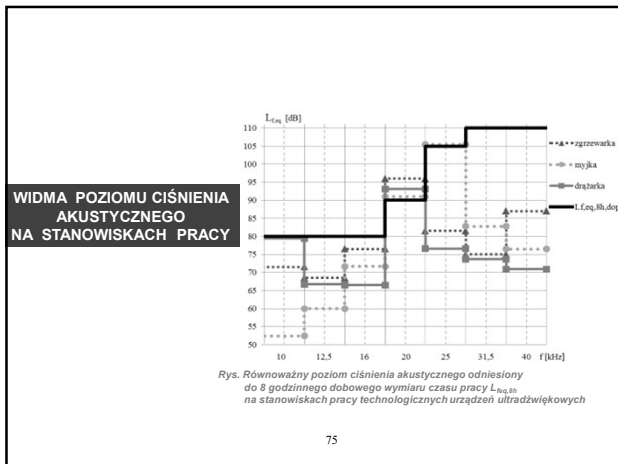
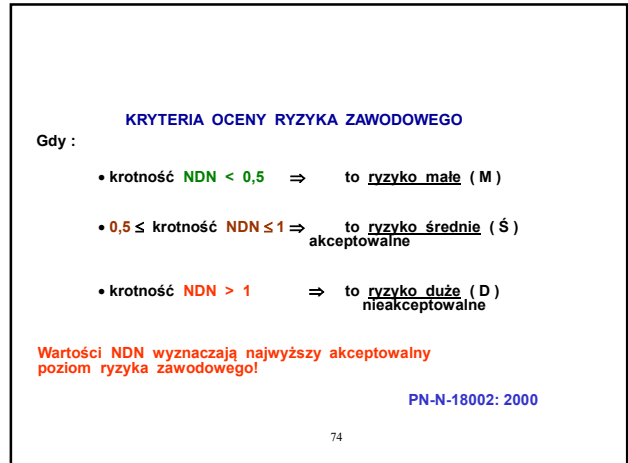
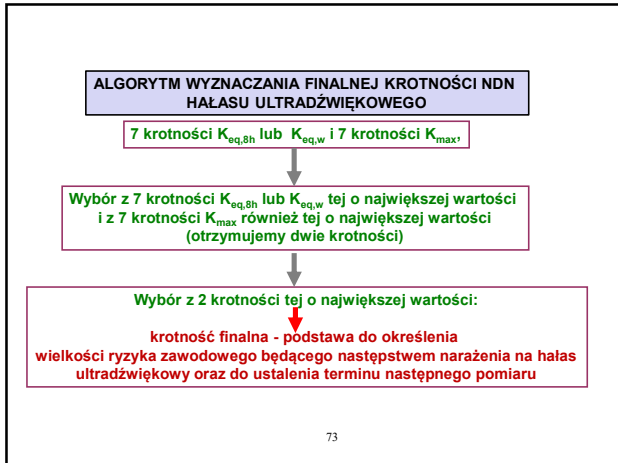
KROTNOŚCI NDN HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO

$L_{eq,8h}$ względem $L_{dop,8h}$ → $K_{eq,8h} = 10^{(L_{eq,8h} - L_{dop,8h})/10}$

$L_{eq,w}$ względem $L_{dop,w}$ → $K_{eq,w} = 10^{(L_{eq,w} - L_{dop,w})/10}$

L_{max} względem $L_{dop,max}$ → $K_{max} = 10^{(L_{max} - L_{dop,max})/20}$

72



Karta badań hałasu ultradźwiękowego Przykład 1 wypełnienia:

Stanowisko pracy: Opis źródła / źródła hałasu ultradźwiękowego: Zgrzewarka typ....., producent.....nr.fab.....

Lp.	Czynność wykonywana w narażeniu na hałas ultradźwiękowy	Czas trwania czynności t_j , min	Zmierzony poziom ciśnienia akustycznego, dB							Uwagi		
			Częstotliwość środkowa pasma tercjowego, kHz									
			10	12,5	16	20	25	31,5	40			
1.	Zgrzewanie elementów światła samochodowego	10	$L_{eq,11}$	102,0	79,5	85,0	106,5	88,0	87,0	89,0		
			$L_{max,11}$	102,5	81,0	86,5	109,0	88,5	89,0	90,0		
Równoważny dla 8 godzin poziom ciśnienia akustycznego $L_{eq,8h}$, dB			85,2	62,7	68,2	89,7	71,2	70,2	72,2			
Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy $L_{dop,8h}$, dB			80	80	80	90	105	110	110			
Największa wartość zmierzona maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego $L_{max} = \max(L_{max,j})$, dB			102,5	81,0	86,5	109,0	88,5	89,0	90,0			
Dopuszczalna wartość maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego $L_{dop,max}$, dB			100	100	100	110	125	130	130			

$K_{eq,8h} = 3,55$; $K_{max} = 1,33$

77

Karta badań hałasu ultradźwiękowego Przykład 2 wypełnienia:

Stanowisko pracy: Opis źródła / źródła hałasu ultradźwiękowego: Szlifownica typ....., producent.....nr.fab.....

Lp.	Czynność wykonywana w narażeniu na hałas ultradźwiękowy	Czas trwania czynności t_j , min	Zmierzony poziom ciśnienia akustycznego, dB							Uwagi		
			Częstotliwość środkowa pasma tercjowego, kHz									
			10	12,5	16	20	25	31,5	40			
1.	Szlifowanie tulei (tarcza szlifownicza 1)	120	$L_{eq,11}$	80,0	80,0	79,0	78,0	79,0	71,0	70,0		
			$L_{max,11}$	82,0	81,5	80,0	80,0	81,0	74,0	75,5		
2.	Szlifowanie tulei (tarcza szlifownicza 2)	10	$L_{eq,12}$	91,0	92,0	95,0	94,0	86,0	81,0	74,0		
			$L_{max,12}$	94,0	94,0	97,0	96,5	89,0	85,0	75,0		
Równoważny dla 8 godzin poziom ciśnienia akustycznego $L_{eq,8h}$, dB			77,1	77,6	79,3	78,3	74,5	67,6	64,8			
Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy $L_{dop,8h}$, dB			80	80	80	90	105	110	110			
Największa wartość zmierzona maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego $L_{max} = \max(L_{max,j})$, dB			94,0	94,0	97,0	96,5	89,0	85,0	75,5			
Dopuszczalna wartość maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego $L_{dop,max}$, dB			100	100	100	110	125	130	130			

$K_{eq,8h} = 0,85$; $K_{max} = 0,71$

78

OCENA WIELKOŚCI RYZYKA ZAWODOWEGO

PRZYKŁAD 1 zgrzewanie elementów

- pasmo częstotliwości - 10 kHz
 $K_{eq,8h} = 3,55$
 - pasmo częstotliwości - 10 kHz
 $K_{max} = 1,33$
- FINALNIE WYBRANA KROTNOŚĆ:**
 $K_{eq,8h} = 3,55$
RYZYO DUŻE!

PRZYKŁAD 2 szlifowanie tulei

- pasmo częstotliwości -16 kHz
 $K_{eq,8h} = 0,85$
 - pasmo częstotliwości -16 kHz
 $K_{max} = 0,71$
- FINALNIE WYBRANA KROTNOŚĆ:**
 $K_{eq,8h} = 0,85$
RYZYO ŚREDNIE!

79

CZĘSTOŚĆ WYKONYWANIA POMIARÓW HAŁASU ULTRADŹWIĘKOWEGO NA STANOWISKACH PRACY

Pracodawca jest obowiązany do dokonania pomiarów co najmniej :

- raz na dwa lata: gdy wyznaczona krotkość NDN w zakresie 0,2 - 0,5
- raz w roku: gdy wyznaczona w dwóch pomiarach krotkość NDN > 0,5

Jeżeli podczas 2 ostatnich badań i pomiarów, wykonanych w odstępie 2 lat wyznaczona krotkość NDN ≤ 0,2, pracodawca może odstąpić od wykonywania badań i pomiarów

Rozp. Ministra Zdrowia z dnia 2.02.2011 - Dz.U.11.33.166 z dnia 16 lutego 2011 r.

80

METODY OGRANICZANIA ZAGROŻEŃ HAŁASEM ULTRADŹWIĘKOWYM

TECHNICZNE:

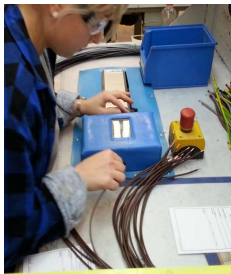
- dobór środków pracy o możliwie najniższym poziomie hałasu
- u źródła (zmiany konstrukcyjne, modyfikacja procesu technologicznego),
- na drodze propagacji hałasu (obudowy, ekrany, środki ochrony indywidualnej)
- automatyzacja i zdalne kierowanie procesami technologicznymi



81

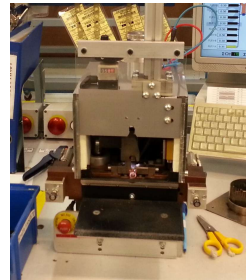
Wielkość określana	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego f w kHz						
	10	12,5	16	20	25	31,5	40
Obliczony równoważny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, odniesiony do 8-godz. wymiaru czasu pracy, $L_{Aeq,8h}$ w dB	71,0	67,7	74,2	101,2	81,8	79,6	82,9
Dopuszczalny równoważny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, odniesiony do 8-godz. wymiaru czasu pracy, $L_{Aeq,8h}$ w dB	80	80	80	90	105	110	110
Określony maksymalny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, L_{Amax} w dB	86,1	73,1	89,7	116,2	96,8	90,2	101,8
Dopuszczalny maksymalny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, $L_{Amax,stop}$ w dB	100	100	100	110	125	130	130
$K_{C,eq,8h}$	0,13	0,06	0,28	13,81	0,00	0,00	0,00
$K_{C,max}$	0,20	0,05	0,31	2,57	0,04	0,01	0,04
$K_{C,stop}$				12,80			

82



Wielkość określana	Częstotliwość środkowa pasma tercjowego f w kHz						
	10	12,5	16	20	25	31,5	40
Obliczony równoważny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, odniesiony do 8-godz. wymiaru czasu pracy, $L_{Aeq,8h}$ w dB	63,0	63,6	65,2	85,5	69,4	68,3	72,8
Dopuszczalny równoważny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, odniesiony do 8-godz. wymiaru czasu pracy, $L_{Aeq,8h}$ w dB	80	80	80	90	105	110	110
Określony maksymalny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, L_{Amax} w dB	80,6	72,3	75,2	106,8	87,0	80,8	91,9
Dopuszczalny maksymalny poziom ciśnienia akustycznego, w tercjowym paśmie częstotliwości f, $L_{Amax,stop}$ w dB	100	100	100	110	125	130	130
$K_{C,eq,8h}$	0,02	0,02	0,03	0,35	0,00	0,00	0,00
$K_{C,max}$	0,11	0,04	0,06	0,68	0,01	0,00	0,01
$K_{C,stop}$				0,68			

83



84

METODY OGRANICZANIA ZAGROZEŃ HAŁASEM ULTRADŹWIĘKOWYM

ORGANIZACYJNE:

- skracanie czasu pracy w zasięgu pola ultradźwiękowego,
- skracanie czasu trwania procesu technologicznego,
- rotacja pracowników,
- grupowanie urządzeń ultradźwiękowych,
- wydzielanie specjalnych pomieszczeń dla odpoczynku,
- konserwowanie środków pracy, urządzeń i układów izolujących i tłumiących hałas,
- szkolenie pracowników nt. bezpiecznego i poprawnego posługiwania się środkami pracy.
- oznakowanie znakami bezpieczeństwa miejsc pracy, w których występuje hałas o poziomach powyżej wartości NDM



85

METODY OGRANICZANIA ZAGROZEŃ HAŁASEM ULTRADŹWIĘKOWYM

PROFILAKTYKA MEDYCZNA

- badania wstępne – lekarskie: ogólne otolaryngologiczne pomocnicze (audiometryczne, inne wg wskazań)
- badania okresowe:
 - lekarskie: ogólne otolaryngologiczne (w zależności od wskazań)
 - pomocnicze (audiometryczne powietrzne i kostne)

SZKOLENIA PRACOWNIKÓW na temat :

- zagrożenia hałasem
- zasad stosowania ochronników słuchu

86

Stucham
i słyszę 2025

CIOP PIB 75 LAT

SEMINARIUM SZKOLENIOWE

Charakterystyka i ocena narażenia
na hałas ultradźwiękowy
w środowisku pracy

Miejsce:
Centralny Instytut Ochrony Pracy - PIB
ul. Czerniakowska 16, Warszawa
Budynek A, sala 220

26 CZERWCA 2025 R. GODZ. 10.00 - 13.00

87