

dr inż. Leszek Morzyński
dr inż. Dariusz Puto

Hałas

w środowisku pracy

Warszawa 2005

**Tekst został przygotowany do druku przez
Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Zagrożeń Wibroakustycznych**

Projekt okładki

Andrzej Jaworski

Opracowanie typograficzne i łamanie

Barbara Charewicz

**PAŃSTWOWA INSPEKCJA PRACY
GŁÓWNY INSPEKTORAT PRACY
Departament Informacji i Promocji**

www.pip.gov.pl

1. Co to jest hałas i jak go scharakteryzować?

Hałas to wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, uciążliwe lub szkodliwe dźwięki oddziałujące na zmysł i narząd słuchu, na inne zmysły oraz inne części organizmu człowieka [1, 5].

Hałas, podobnie jak inne dźwięki, to drgania wprowadzonych w ruch cząsteczek powietrza rozchodzące się w postaci fal akustycznych. Podstawowymi wielkościami charakteryzującymi hałas są **ciśnienie akustyczne** i **częstotliwość** [1, 4, 5, 6].

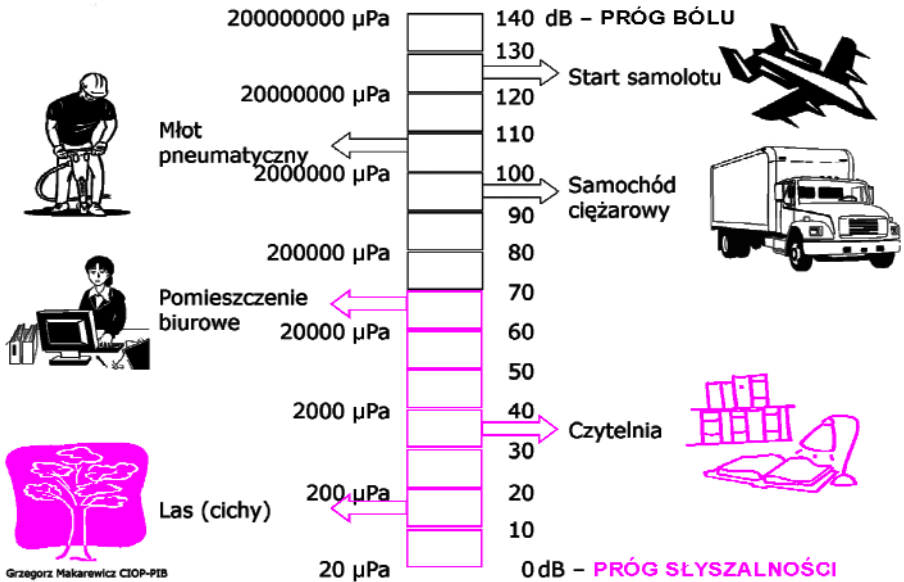
Ciśnienie akustyczne p , wyrażane w paskalach (Pa), to różnica między chwilową wartością ciśnienia powietrza w momencie przejścia fali akustycznej a wartością ciśnienia atmosferycznego. Różnica ta wywołana jest drganiami cząsteczek powietrza. Hałasy o niskich poziomach ciśnienia akustycznego odbierane są jako ciche, a o wysokich poziomach ciśnienia akustycznego – jako głośne.

Ze względu na bardzo szeroki zakres zmian ciśnienia akustycznego, od 0,00002 do 200 Pa, powszechnie stosowana jest skala logarymiczna, czego skutkiem jest stosowanie w praktyce pojęcia **poziomu ciśnienia akustycznego**, wyrażanego w decybelach (dB), jako wartości względnej odniesionej do 0,00002 Pa (rys. 1). Aby uwzględnić właściwości słuchu ludzkiego, a w szczególności zmianę jego czułości w zależności od częstotliwości hałasu, w praktyce pomiarowej stosuje się także poziomy ciśnienia akustycznego skorygowane odpowiednimi charakterystykami częstotliwościowymi (charakterystyki A, C, i G) i np. poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową A przyjęto nazywać poziomem dźwięku A, a poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową C – poziomem dźwięku C [4, 5].

Ze względu na **charakter zmian poziomu ciśnienia akustycznego w czasie** można wyróżnić hałasy ustalone oraz hałasy nieustalone (zmiennie w czasie, przerywane). Hałas określa się jako **ustalony** wówczas, gdy zmiany jego poziomu dźwięku A nie przekraczają 5 dB, zaś jako **nieustalony** – gdy zmiany poziomu dźwięku są większe od 5 dB.

Rodzajem hałasu nieustalonego jest hałas **impulsowy** charakteryzujący się występowaniem jednego lub kilku impulsów dźwiękowych o czasie trwania krótszym niż 1 s, np. hałas wywołany uderzeniami młotka.

Częstotliwość to liczba okresów drgań, jakie wykonują cząsteczki powietrza w jednostce czasu. Hałasy o niskich częstotliwościach odbierane są przez człowieka jako dźwięki niskie (np. hałas silnika wysokoprężnego), natomiast hałasy o wysokich częstotliwościach odbierane są jako dźwięki wysokie (np. gwizd, syk sprężonego powietrza).



Rys. 1. Ciśnienia i poziomy ciśnienia akustycznego różnych dźwięków

Ze względu na **zakres częstotliwości** (rys. 2) rozróżnia się:

- hałas **infradźwiękowy**, który zawiera składowe o częstotliwościach infradźwiękowych (niesłyszalnych) od 1 do 20 Hz i niskich częstotliwościach słyszalnych. Ostatnio dość powszechnie dla hałasu o częstotliwościach od ok. 10 do 250 Hz jest stosowane określenie hałasu **niskoczęstotliwościowy**;
- hałas słyszalny, który zawiera składowe o częstotliwościach od 20 Hz do 20 kHz;
- hałas ultradźwiękowy, który zawiera składowe o częstotliwościach słyszalnych i ultradźwiękowych od 10 do 40 kHz.



Rys. 2. Zakresy częstotliwości hałasu

2. Skutki oddziaływania hałasu na organizm ludzki

Negatywne oddziaływanie hałasu na organizm człowieka jest utożsamiane przede wszystkim z bezpośrednim oddziaływaniem na narząd słuchu [1, 5]. Szkodliwość oddziaływania hałasu zależy od poziomu ciśnienia akustycznego oraz czasu trwania narażenia, czyli tzw. „dawki” hałasu. Innymi słowy, im wyższy jest poziom ciśnienia akustycznego i dłuższy czas narażenia na hałas, tym jest on bardziej szkodliwy.

Wartość ciśnienia akustycznego przy której zaczynamy słyszeć określony dźwięk nazywana jest **progiem słyszenia**.

Podstawowym skutkiem oddziaływania hałasu na narząd słuchu jest czasowe lub trwałe przesunięcie progu słyszenia.

Czasowe przesunięcie progu słyszenia jest swego rodzaju reakcją obronną organizmu na nadmierny hałas i ustępuje po upływie określonego czasu. Trwałe przesunięcie progu słyszenia jest nieodwracalne i wynika z wywołanych hałasem zmian w uchu środkowym i wewnętrznym.

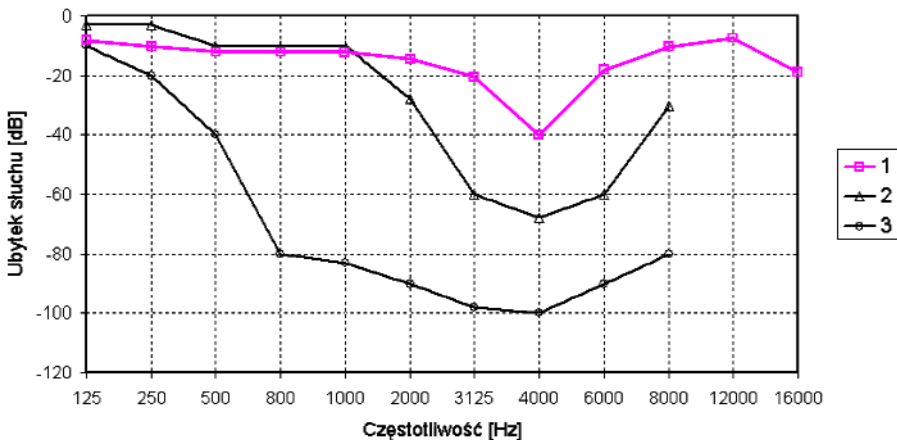
Powstawanie uszkodzeń słuchu jest najczęściej procesem powolnym – ubytki słuchu pojawiają się stopniowo i bezboleśnie. Z tego powodu osoby narażone na nadmierny hałas często nie dostrzegają jego negatywnego oddziaływania aż do momentu, w którym okazuje się, że nastąpiły u nich poważne ubytki słuchu.

Do trwałych ubytków słuchu (rys. 3) dochodzi najczęściej w wyniku długotrwałego narażenia na hałas o poziomach dźwięku A przekraczających 80 dB.

Trwały ubytek słuchu spowodowany hałasem w miejscu pracy przy spełnieniu odpowiednich kryteriów może być traktowany jako **choroba zawodowa** (patrz rozdział 12).

Jednoczesny kontakt z niektórymi substancjami chemicznymi (tzw. **substancjami ototoksycznymi**, np. toluenem) i narażenie na hałas może ponadto znacznie zwiększać prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia słuchu.

Hałasy o wysokich szczytowych poziomach ciśnienia akustycznego, rzędu 130–140 dB (w szczególności hałasy impulsowe), stają się **czynnikiem niebez-**



Rys. 3. Trwałe ubytki słuchu: 1 – ubytek powierzchowny, 2 – ubytek poważny, 3 – ubytek wskazujący na rozległą głuchotę

piecznym środowiska pracy, gdyż narażenie na hałas o takich poziomach może prowadzić do natychmiastowego i nieodwracalnego uszkodzenia słuchu (w wyniku mechanicznych uszkodzeń narządu słuchu).

Pozasłuchowe skutki oddziaływania hałasu nie są jeszcze w pełni rozpoznane. Badania doświadczalne wskazują, że po przekroczeniu przez hałas poziomu dźwięku A rzędu 75 dB występują wyraźne zaburzenia funkcji fizjologicznych organizmu, wynikające z istnienia powiązań nerwowych dróg układu słuchowego z innymi układami organizmu człowieka (ośrodkowym układem nerwowym, układem krążenia).

Hałas o poziomie dźwięku A nieprzekraczającym 80 dB może mieć istotny wpływ na wydajność pracy i jakość realizowanych zadań. Ogranicza on zdolność do koncentracji uwagi, utrudnia wykonywanie prac precyzyjnych i koncepcyjnych oraz przyczynia się do pogorszenia zrozumiałości mowy i percepcji sygnałów ostrzegawczych. Z tego względu jest traktowany jako czynnik uciążliwy w środowisku pracy.

3. Źródła hałasu w środowisku pracy

Hałas jest najpowszechniejszym zagrożeniem występującym w środowisku życia i pracy. W Polsce na szkodliwe bądź uciążliwe oddziaływanie hałasu jest narażonych około 13 milionów osób, co stanowi ponad jedną trzecią ogółu ludności.

W zbadanej zbiorowości pracowników zatrudnionych w 2004 r., obejmującej 4,76 mln osób, ponad 210 tys. osób pracowało w warunkach zagrożenia hałasem przekraczającym dopuszczalne normy.¹

Oznacza to, że na 1000 zatrudnionych osób 45 jest narażonych na wystąpienie trwałego ubytku słuchu.

Stan zagrożenia hałasem można również oceniać na podstawie analizy skutków tego zagrożenia, tj. liczby przypadków zawodowego uszkodzenia słuchu rejestrowanych w Centralnym Rejestrze Chorób Zawodowych, który jest prowadzony przez Instytut Medycyny Pracy w Łodzi. Jak wynika z danych IMP², zawodowe uszkodzenie słuchu od lat stanowi prawie 30% ogólnej liczby zarejestrowanych przypadków chorób zawodowych i zajmuje czołowe miejsce na liście tych chorób. W 2003 r. stwierdzono w Polsce 4365 przypadków chorób zawodowych, w tym 738 przypadków trwałego ubytku słuchu (16,9% ogółu chorób zawodowych).

Najwięcej przypadków uszkodzenia słuchu wywołanego działaniem hałasu odnotowano w górnictwie, hutnictwie żelaza, przemyśle metalowym i drzewnym, a także w przemyśle środków transportu, przemyśle maszynowym i włókienniczym.

W środowisku pracy występuje wiele źródeł hałasu. **Każde urządzenie, maszyna czy środek transportu mogą być rozpatrywane jako źródło drgań i hałasu.** Poziom emisji hałasu przez dane urządzenie zależy od bardzo wielu czynników, takich jak typ urządzenia, moc, rodzaj wykonywanej czynności lub stopień zużycia urządzenia. Z tego powodu możliwe jest podanie jedynie szacunkowych maksymalnych wartości hałasu dla określonej grupy urządzeń, np. szlifierki – maksymalny poziom dźwięku A do 130 dB.

¹ *Warunki pracy w 2004 r.* Główny Urząd Statystyczny. Warszawa, 2005

² *Choroby zawodowe w Polsce w 2003 r.* Łódź, IMP 2004

Możliwe jest dokonanie podziału źródeł hałasu na grupy z zastosowaniem różnych kryteriów [1]. Klasyfikacja ta pozwala m.in. na określenie metod ograniczania hałasu odpowiednich dla danych źródeł.

Maszyny i urządzenia będące źródłami hałasu można również podzielić ze względu na sekcje i działy gospodarki, w których są one wykorzystywane. Wiele z nich wykorzystuje się w różnych sekcjach gospodarki, są jednak również i takie, które są charakterystyczne dla danej sekcji czy działu gospodarki. Poniżej przedstawiono główne grupy źródeł hałasu w różnych sekcjach gospodarki oraz maksymalne poziomy dźwięku A wytwarzanego przez nie hałasu.

- Maszyny i urządzenia spotykane w różnych sekcjach gospodarki, takich jak przetwórstwo przemysłowe, górnictwo i kopalnictwo, wytwarzanie i zaopatrzenie w energię elektryczną gaz i wodę, budownictwo itd.:
 - elementy instalacji przemysłowych, urządzenia przepływowe, np. zawory (do 120 dB), wentylatory (do 115 dB),
 - maszyny będące źródłami energii, np. silniki spalinowe (do 125 dB), sprężarki (do 115 dB),
 - obrabiarki do metalu, np. tokarki, wiertarki (do 105 dB),
 - narzędzia pneumatyczne i elektryczne, np. młotki, przecinaki, szlifierki (do 135 dB),
 - urządzenia transportu wewnątrzzakładowego, np. suwnice, przenośniki, podajniki (do 115 dB),
 - maszyny do przecinania, oczyszczania, kruszenia, rozdrabniania, przesiewania, np. piły tarczowe (do 120 dB), kruszarki (do 120 dB), sita wibracyjne (do 120 dB), kraty wstrząsowe (do 115 dB), młyny kulowe (do 120 dB).
- Maszyny i urządzenia spotykane w przetwórstwie przemysłowym (produkcja metali, produkcja wyrobów z metali, produkcja maszyn i urządzeń, produkcja pojazdów samochodowych, produkcja sprzętu transportowego) – maszyny do obróbki plastycznej, np. prasy (do 105 dB), młoty mechaniczne (do 125 dB).
- Maszyny i urządzenia spotykane w przetwórstwie przemysłowym (produkcja drewna i wyrobów z drewna, produkcja mebli) i budownictwie – obrabiarki do drewna, np. piły tarczowe (do 115 dB), strugarki (do 110 dB), frezarki (do 105 dB), dłutownice (do 110 dB).
- Maszyny i urządzenia spotykane w przetwórstwie przemysłowym (włókiennictwo) – maszyny włókiennicze, np. krosna (do 112 dB), przędzarki (do 110 dB), przewijarki (do 115 dB), rozciągarki (do 105 dB), skęcarki (do 105 dB).
- Maszyny i urządzenia spotykane w rolnictwie łowiectwie i leśnictwie:
 - maszyny rolnicze, np. ciągniki i kombajny zbożowe (do 110 dB),
 - łańcuchowe pilarki spalinowe (do 110 dB),
 - broń myśliwska (do 135 dB).

W powyższym zestawieniu zaprezentowano jedynie najpowszechniej spotykane i najbardziej hałaśliwe maszyny i urządzenia.

4. Propagacja hałasu w przestrzeni otwartej i w pomieszczeniach

W najbardziej zagrożonych hałasem sektorach gospodarki zdecydowana większość stanowisk pracy, na których hałas stwarza największe zagrożenie dla pracowników, jest zlokalizowana wewnątrz przestrzeni zamkniętych, tj. w halach przemysłowych, w różnego rodzaju pomieszczeniach, kabinach itp., co może mieć istotny wpływ na poziom ciśnienia akustycznego hałasu na stanowiskach pracy zlokalizowanych w tych pomieszczeniach.

W przestrzeni otwartej, do punktu obserwacji docierają na ogół tylko fale bezpośrednie z tego źródła. W takiej sytuacji poziom ciśnienia akustycznego maleje o 6 dB przy podwojeniu odległości od źródła.³

Gdy źródło hałasu znajduje się w przestrzeni otwartej, fale akustyczne nie odbijają się od przeszkód i propagują się we wszystkich kierunkach równomiernie [1, 4].

Jeżeli na przykład w odległości 2 m od źródła hałasu znajdującego się w przestrzeni otwartej poziom ciśnienia akustycznego wynosi 100 dB, to w odległości 4 m od tego źródła będzie on wynosił 94 dB, a w odległości 8 m – 88 dB.

Inaczej jest w sytuacji, gdy źródło hałasu jest zamknięte w pomieszczeniu. W takim przypadku fale akustyczne nie mogą się rozprzestrzeniać swobodnie, lecz odbijają się od ścian i innych obiektów w pomieszczeniu.

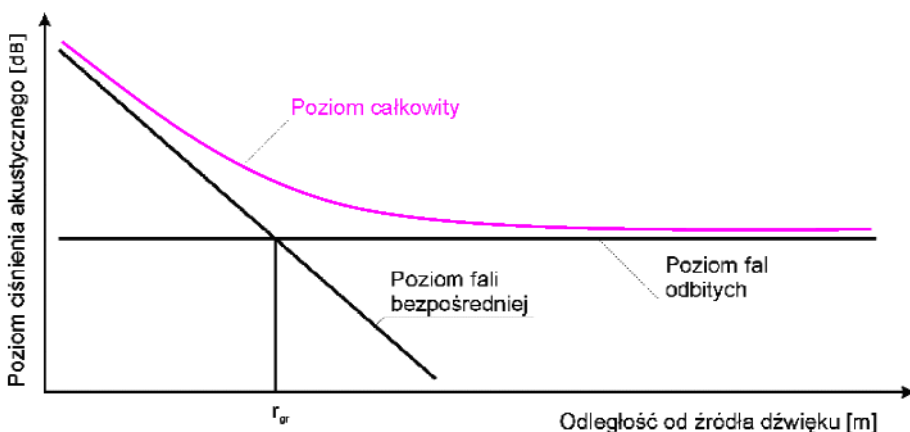
Jeżeli źródło hałasu i pracownik znajdują się w pomieszczeniu, wówczas oprócz fal bezpośrednich do pracownika dochodzą także fale odbite od ścian pomieszczenia (fale akustyczne padające na ściany, sufit, podłogę i inne przeszkody są przez nie częściowo pochłaniane). O całkowitym sumarycznym poziomie ciśnienia akustycznego w punkcie obserwacji decyduje suma energii fali akustycznej pochodzącej od źródła i energii fal odbitych.

Stopień pochłaniania i odbicia fal akustycznych od ścian i innych przeszkód zależy od właściwości akustycznych powierzchni odbijających, które można wyrazić w postaci współczynnika pochłaniania. Energia fali bezpośredniej zależy od mocy akustycznej źródła, a energia fal odbitych – zarówno od mocy akustycznej źródła,

³ Przy założeniu, że rozmiary źródła są odpowiednio małe w stosunku do odległości

jak i od tzw. chłonności akustycznej pomieszczenia, która charakteryzuje pochłanianie energii akustycznej w pomieszczeniu przy padaniu fal na wszystkie jego powierzchnie, umieszczone w nim przedmioty oraz przebywających w nim ludzi.

W bliskiej odległości od źródła dźwięku w pomieszczeniu przeważa energia pochodząca bezpośrednio od tego źródła. Wraz z oddalaniem się od źródła energia fali bezpośredniej maleje (początkowo o 6 dB przy podwojeniu odległości, tak jak w przestrzeni otwartej) i na wartość wypadkowego poziomu ciśnienia akustycznego decydujący wpływ zaczyna mieć energia fal odbitych (rys. 4). Odległość od źródła hałasu, dla której energia fali bezpośredniej równa się energii fal odbitych, nazywa się odległością graniczną (r_{gr}).



Rys. 4. Poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu w funkcji odległości punktu obserwacji od źródła dźwięku

W odległości od źródła mniejszej niż odległość graniczna główny wpływ na poziom ciśnienia akustycznego ma energia pochodząca bezpośrednio od źródła. Powyżej odległości granicznej o poziomie ciśnienia akustycznego decyduje głównie energia fal odbitych. Energię fal odbitych (a zatem i poziom ciśnienia akustycznego) można zmniejszać zwiększając chłonność akustyczną pomieszczenia, np. poprzez pokrycie ścian i sufitu materiałem pochłaniającym.

5. Przepisy prawne i normy dotyczące hałasu

Wymagania dotyczące ochrony przed hałasem w środowisku pracy są zawarte w dyrektywach Unii Europejskiej i zharmonizowanych normach europejskich oraz w przepisach krajowych wdrażających postanowienia tych dyrektyw i polskich normach stanowiących oficjalne tłumaczenia norm europejskich. W niniejszym opracowaniu zostały przedstawione i omówione w skrócie podstawowe akty prawne.

Minimalne wymagania w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników w miejscu pracy związane z narażeniem na hałas zawarto w dwóch tzw. dyrektywach socjalnych. Są to:

- **dyrektywa 86/188/EWG** dotycząca ochrony pracowników przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas podczas pracy,
- **dyrektywa 2003/10/WE** w sprawie minimalnych wymagań ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na czynniki fizyczne (hałas).

Na ich podstawie państwa członkowskie mogą ustalić własne, wyższe standardy krajowe. Dyrektywa **2003/10/WE** z dniem **15 lutego 2006 r.** zastąpi dyrektywę **86/188/EWG**.

W dyrektywie **86/188/EWG** dotyczącej ochrony pracowników przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas podczas pracy określono:

- podstawowe wielkości charakteryzujące hałas w środowisku pracy oraz ich wartości dopuszczalne,
- obowiązki pracodawców wynikające z zagrożenia hałasem w miejscu pracy i z przekroczenia odpowiednich wartości dopuszczalnych,
- obowiązki pracowników wynikające z zagrożenia hałasem w miejscu pracy i z przekroczenia odpowiednich wartości dopuszczalnych.

Postanowienia zawarte w dyrektywie **86/188/EWG** zostały wprowadzone do następujących **przepisów krajowych**:

- rozporządzenia ministra pracy i polityki społecznej z 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [12],
- rozporządzenia ministra pracy i polityki socjalnej z 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy [10],
- rozporządzenia ministra zdrowia i opieki społecznej z 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy [8].

W rozporządzeniu ministra pracy i polityki socjalnej z 26 września 1997 r. [10] określono obowiązki pracodawców w zakresie zapewnienia pracownikom ochrony

przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas, a w szczególności zapewnienia stosowania: procesów technologicznych niepowodujących nadmiernego hałasu, maszyn i innych urządzeń technicznych powodujących możliwie najmniejszy hałas, rozwiązań obniżających poziom hałasu w procesach pracy.

W rozporządzeniu ministra zdrowia i opieki społecznej z 30 maja 1996 r. [8] określono tryb i zakres oraz częstotliwość okresowych badań lekarskich.

W dyrektywie **2003/10/WE** ustanowiono minimalne wymagania w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na hałas, w szczególności ryzykiem uszkodzenia słuchu. Postanowienia w niej zawarte zostaną wprowadzone do ustawodawstwa polskiego przed przewidzianym w niej terminem, tj. przed dniem 15 lutego 2006 r. (projekt rozporządzenia ministra gospodarki i pracy – w przygotowaniu).

Inne dyrektywy dotyczące ochrony przed hałasem, które warto wymienić, należą do tzw. dyrektyw nowego podejścia, w których ustalono zasady i warunki wprowadzania wyrobów do obrotu na wspólnym rynku Unii Europejskiej, procedury oceny zgodności, oznakowanie CE oraz zasadnicze wymagania w zakresie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia użytkowników. Wyrób spełniający wymagania dyrektyw i oznakowany CE ma prawo być wprowadzony na rynek dowolnego państwa członkowskiego. Do dyrektyw tych należą (w nawiasach podano odpowiednie rozporządzenia wprowadzające postanowienia tych dyrektyw do prawa polskiego):

■ **dyrektywa 98/37/WE** w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących maszyn (rozporządzenie ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej z 10 kwietnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn i elementów maszyn, Dz. U. nr 91, poz. 858),

■ **dyrektywa 89/686/EWG** w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących środków ochrony indywidualnej (rozporządzenie ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej z 31 marca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej, Dz. U. nr 80, poz. 725),

■ **dyrektywa 2000/14/WE** w sprawie ujednoczenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących emisji hałasu do środowiska przez urządzenia używane na zewnątrz pomieszczeń (rozporządzenie ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej z 2 lipca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska, Dz. U. nr 138, poz. 1316).

W normach europejskich EN z zakresu ochrony przed hałasem, wprowadzonych do zbioru **polskich norm**, uszczegółowiono wymagania dyrektyw w zakresie:

- określania wielkości emisji hałasu maszyn (serie PN-EN ISO 3740, PN-EN ISO 9612 i PN-EN ISO 11200),
- deklarowania i weryfikowania wartości emisji hałasu maszyn (PN-EN SO 4871),
- projektowania maszyn i urządzeń o ograniczonym hałasie (seria PN-EN ISO 11688),
- projektowania stanowisk pracy o ograniczonym hałasie (seria PN-EN ISO 11690).

6. Wartości dopuszczalne hałasu w środowisku pracy

Wartości **najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN)** hałasu ze względu na ochronę słuchu zostały określone w załączniku 2. do rozporządzenia ministra pracy i polityki społecznej z 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [12].

Hałas w środowisku pracy charakteryzowany jest przez:

- **poziom ekspozycji odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$) i odpowiadającą mu ekspozycję dzienną ($E_{A, d}$) lub poziom ekspozycji odniesiony do tygodnia pracy ($L_{EX, w}$) i odpowiadającą mu ekspozycję tygodniową ($E_{A, w}$), (wyjątkowo, w przypadku hałasu oddziałującego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach tygodnia),**
- **maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}),**
- **szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak}).**

Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$) lub tygodnia pracy ($L_{EX, w}$) to wielkość stosowana do scharakteryzowania hałasu zmieniającego się w czasie lub zmiennej ekspozycji na hałas. Definiowany jest jako równoważny (uśredniony energetycznie) poziom dźwięku A, mierzony w dB, wyznaczony dla czasu ekspozycji na hałas równego znormalizowanemu czasowi pracy (tj. dla 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy).

Odpowiednikiem poziomu ekspozycji na hałas, odniesionego do dnia lub tygodnia pracy, jest tzw. **dzienna lub tygodniowa ekspozycja na hałas $E_{A, Te}$** – „dawka hałasu”, wyrażana w $Pa^2 s$.

Maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}) jest to maksymalna wartość skuteczna poziomu dźwięku A. **Szczytowy poziom dźwięku C (L_{Cpeak})** to maksymalna wartość chwilowa poziomu dźwięku C. Wielkości te służą do oceny hałasów krótkotrwałych i impulsowych o dużych poziomach.

W tabeli 1. wymieniono dopuszczalne ze względu na ochronę słuchu (kryterium szkodliwości) wartości poziomu ekspozycji na hałas, odniesione do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy lub tygodnia pracy, maksymalnego poziomu dźwięku A i szczytowego poziomu dźwięku C. **Obowiązują one jednocześnie.**

Tabela 1.

Wielkość charakteryzująca hałas	Wartość dopuszczalna
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$), dB	85
Ekspozycja dzienna ($E_{A, d}$), Pa ² s	3,64 10 ³
Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy ($L_{EX, w}$), dB	85
Ekspozycja tygodniowa ($E_{A, w}$), Pa ² s	18,2 10 ³
Maksymalny poziom dźwięku A, dB	115
Szczytowy poziom dźwięku C, dB	135

Podane wartości NDN hałasu są obowiązujące dla ogółu pracowników, jeśli inne szczegółowe przepisy nie określają wartości niższych. Należy zdawać sobie sprawę, że ich przestrzeganie nie zabezpiecza wszystkich pracowników przed szkodliwym wpływem hałasu.

Szczególnej ochroną przed hałasem w środowisku pracy są objęci młodociani oraz kobiety w ciąży.

W myśl zapisów zawartych w rozporządzeniu Rady Ministrów z 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym [14], wzbronione jest zatrudnianie ich na stanowiskach pracy, na których poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy przekracza wartość 80 dB, szczytowy poziom dźwięku C – wartość 130 dB, a maksymalny poziom dźwięku A – wartość 110 dB.

Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z 30 lipca 2002 r. (zmieniającym rozporządzenie z 10 kwietnia 1996 r. [7]) w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom, nie wolno zatrudniać kobiet w ciąży w środowisku, w którym poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy przekracza wartość 65 dB, szczytowy poziom dźwięku C – wartość 130 dB, a maksymalny poziom dźwięku A – wartość 110 dB.

W polskiej normie PN-N-01307: 1994 [19] zostały podane wartości hałasu dopuszczalne ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań (tj. z uwzględnieniem pozasłuchowych skutków oddziaływania hałasu – kryterium uciążliwości). Wartości te przedstawiono w tabeli 2.

Wartości podane w tabeli 2. dotyczą czasu pobytu pracownika na stanowisku pracy (nie mylić z 8-godzinnym dobowym wymiarem czasu pracy).

Tabela 2.

Stanowisko pracy	Równoważny poziom dźwięku A, L_{Aeq, T_e} dB
W kabinach bezpośredniego sterowania bez łączności telefonicznej, w laboratoriach, w których są źródła hałasu, w pomieszczeniach, gdzie są maszyny i urządzenia liczące, maszyny do pisania 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, przeznaczonych do prac teoretycznych, opracowywania danych i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	55

Zgodnie z obowiązującymi przepisami [12], hałas infradźwiękowy na stanowiskach pracy jest charakteryzowany przez:

- równoważny poziom ciśnienia akustycznego, skorygowany charakterystyką częstotliwościową G, odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy, lub równoważny poziom ciśnienia akustycznego, skorygowany charakterystyką częstotliwościową G, odniesiony do tygodnia pracy (wyjątkowo, w przypadku oddziaływania hałasu infradźwiękowego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach tygodnia),
- szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego.

Dopuszczalne wartości hałasu infradźwiękowego (NDN) na stanowiskach pracy ze względu na ochronę zdrowia podano w tabeli 3.

Tabela 3.

Wielkość charakteryzująca hałas infradźwiękowy	Wartość dopuszczalna, dB
Równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G, odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy/tygodnia pracy $L_{Geq, 8h}/L_{Geq, w}$	102
Szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego $L_{LIN, peak}$	145

Na stanowiskach pracy chronionej obowiązują niższe wartości dopuszczalne [7, 14]. W tabeli 4. podano wartości NDN dla stanowisk pracy młodocianych i kobiet w ciąży.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami [12], hałas ultradźwiękowy na stanowiskach pracy jest charakteryzowany przez:

- równoważne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz, odniesione do 8-godzinnego dobowego lub do przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w kodeksie pracy (wyjątkowo, w przypadku oddziaływania hałasu ultradźwiękowego na organizm człowieka w sposób nierównomierny w poszczególnych dniach tygodnia),
- maksymalne poziomy ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz.

Tabela 4.

Wielkość charakteryzująca hałas infradźwiękowy	Wartość dopuszczalna w przypadku stanowisk pracy młodocianych i kobiet w ciąży, dB
Równoważny poziom ciśnienia akustycznego skorygowany charakterystyką częstotliwościową G, odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy/tygodnia pracy $L_{G eq, 8h}/L_{G eq, w}$	86
Szczytowy nieskorygowany poziom ciśnienia akustycznego $L_{LIN, peak}$	135

Określone poziomy nie mogą przekroczyć wartości, które podano w tabeli 5.

Tabela 5.

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych f, kHz	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz, odniesiony do 8-godzinnego dobowego lub do przeciętnego tygodniowego, określonego w kodeksie pracy, wymiaru czasu pracy $L_{eq, 8h}$ lub $L_{eq, w}$, dB	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego L_{max}, dB
10; 12,5; 16	80	100
20	90	110
25	105	125
31,5; 40	110	130

Niższe wartości obowiązują na stanowiskach pracy kobiet w ciąży (tabela 6) i młodocianych (tabela 7) [7, 14].

Tabela 6.

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych f, kHz	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz, odniesiony do 8-godzinnego dobowego lub do przeciętnego tygodniowego, określonego w kodeksie pracy, wymiaru czasu pracy $L_{eq, 8h}$ lub $L_{eq, w}$, dB	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego L_{max}, dB
10; 12,5; 16	77	100
20	87	110
25	102	125
31,5; 40	107	130

Tabela 7.

Częstotliwość środkowa pasm tercjowych f , kHz	Równoważny poziom ciśnienia akustycznego w pasmach tercjowych o częstotliwościach środkowych od 10 do 40 kHz, odniesiony do 8-godzinnego dobowego lub do przeciętnego tygodniowego, określonego w kodeksie pracy, wymiaru czasu pracy $L_{eq, 8h}$ lub $L_{eq, w}$, dB	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego $L_{dop, max}$, dB
10; 12,5; 16	75	100
20	85	110
25	100	125
31,5; 40	105	130

7. Pomiar hałasu w środowisku pracy

Pomiary hałasu w środowisku pracy wykonywane są w celu ustalenia poziomu narażenia ludzi na działanie hałasu na stanowiskach pracy oraz w innych miejscach, w których mogą przebywać ludzie. Uzyskane wyniki pomiarów porównuje się z wartościami określonymi w przepisach i normach w celu określenia ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na hałas.

Pomiary hałasu należy przeprowadzać:

- **co najmniej raz do roku, jeżeli wyniki ostatnio przeprowadzonych pomiarów osiągnęły poziom powyżej 0,5 wartości dopuszczalnych⁴,**
- **co najmniej raz na dwa lata, jeżeli wyniki ostatnio przeprowadzonych pomiarów osiągnęły poziom powyżej 0,1, lecz nie przekroczyły 0,5 wartości dopuszczalnych,**
- **w każdym przypadku wprowadzenia zmiany w warunkach występowania hałasu.**

Częstotliwość wykonywania pomiarów hałasu została określona w rozporządzeniu ministra zdrowia w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [9].

Do pomiaru wielkości charakteryzujących hałas powinny być stosowane dozymetry hałasu lub całkujące mierniki poziomu dźwięku o klasie dokładności 2 lub większej. Wymagania, jakie powinny spełniać wspomniane przyrządy pomiarowe, są zawarte w normach:

- PN-EN 61252: 2000 – *Elektroakustyka. Wymagania dotyczące indywidualnych mierników ekspozycji na dźwięk,*
- PN-EN 60804: 2002 – *Całkująco-uśredniające mierniki poziomu dźwięku.*

Pomiary wielkości określających hałas na stanowiskach pracy przeprowadza się dwoma metodami: bezpośrednią i pośrednią.

Metoda bezpośrednia polega na ciągłym pomiarze ekspozycji pracownika na hałas i odczycie wielkości bezpośrednio z mierników, np. dozymetru hałasu lub całkującego miernika poziomu dźwięku. Jest to łatwa metoda, niewymagająca wykonywania skomplikowanych obliczeń i może być wykorzystywana przez ekipy pomiarowe z niewielkim doświadczeniem bez ryzyka popełnienia znaczących błędów pomiarowych w przypadku hałasu niestabilnego. Wadą metody jest jej czasochłonność (pomiar dla jednego stanowiska pracy trwa całą zmianę roboczą lub dłuższą).

Metoda pośrednia polega na pomiarze hałasu w czasie krótszym niż czas ekspozycji pracownika oraz zastosowaniu odpowiednich zależności matematycznych do wyznaczenia wielkości opisujących hałas na stanowiskach pracy. Podstawowym

⁴ Patrz: rozdział 8. – krotności

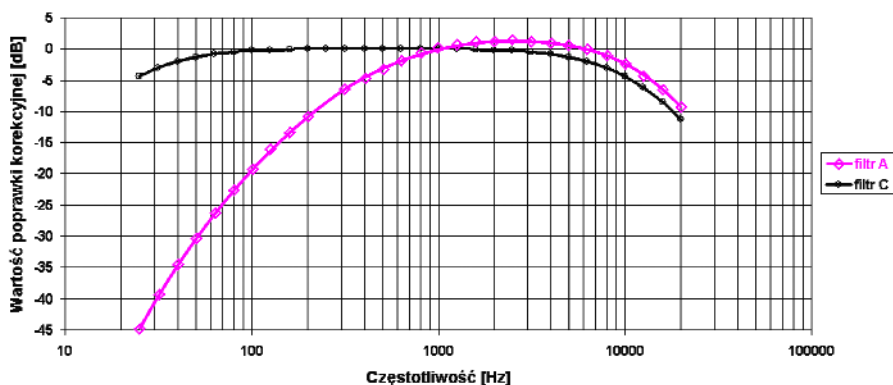
problemem w tej metodzie jest wyznaczenie poziomu ekspozycji na hałas odniesionego do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ($L_{EX, 8h}$) lub tygodnia pracy ($L_{EX, w}$) dla hałasu, który w przeciągu zmiany roboczej jest hałasem niestalonym. Poziom ekspozycji na hałas wyznaczany jest na podstawie **równoważnego poziomu dźwięku A** ($L_{Aeq, Te}$). Równoważny poziom dźwięku A dla danego hałasu to taki poziom dźwięku A, jaki działając na człowieka wywołałby skutek identyczny z danym hałasem. Istnieje kilka metod obliczania tego parametru. Jedna z nich polega na podziale czasu pracy na mniejsze przedziały, w których hałas może być traktowany jako stacjonarny i wyliczenie $L_{Aeq, Te}$ na podstawie odpowiednich wzorów. Największą wadą metody pośredniej jest to, że w przypadku nie w pełni rozpoznanego charakteru hałasu niestalonego można popełnić trudne do oszacowania błędy (w szczególnych sytuacjach nawet kilkunastodecybelowe). Z tego powodu zaleca się stosowanie tej metody tylko przez **doświadczone ekipy pomiarowe**.

Podstawową zaletą metody pośredniej jest skrócenie do niezbędnego minimum czasu wykonywania pomiarów.

W trakcie wykonywania pomiarów akustycznych należy pamiętać o zastosowaniu odpowiednich filtrów korekcyjnych:

- filtru A podczas pomiarów maksymalnego poziomu dźwięku A i podczas pomiarów pozwalających na określenie poziomu ekspozycji na hałas,
- filtru C podczas pomiarów szczytowego poziomu dźwięku C,
- filtru G podczas pomiaru hałasów infradźwiękowych.

Charakterystyki filtrów korekcyjnych A i C pokazane zostały na rysunku 5. Kształt krzywej A odpowiada w przybliżeniu odwróconej „charakterystyce” ucha ludzkiego dla dźwięków o małych poziomach ciśnienia akustycznego – najlepiej człowiek od-



Rys. 5. Charakterystyki filtrów korekcyjnych A i C

biera dźwięki o częstotliwościach 2000–4000 Hz, znacznie gorzej dźwięki o częstotliwościach kilkudziesięciu lub kilkuset herców. Dla dźwięków o bardzo wysokich poziomach różnice te zaczynają się zacierać – obrazuje to kształt krzywej korekcyjnej C odpowiadający w przybliżeniu odwróconej „charakterystyce” ucha ludzkiego dla dźwięków o dużych poziomach ciśnienia akustycznego.

Często w ramach pomiarów hałasu w środowisku pracy wykonuje się również pomiary poziomu ciśnienia akustycznego lub poziomu ciśnienia A w odpowiednich **pasmach częstotliwości** (oktawowych lub rzadziej tercjowych). Wyniki tych pomiarów są przydatne np. do doboru ochronników słuchu, wyłoru metody ograniczania hałasu, przewidywania skuteczności proponowanych rozwiązań przeciwhałasowych itp.

Dokonując pomiarów, należy uwzględniać niepewność pomiarową wynikającą z błędów związanych z zastosowaniem konkretnej procedury pomiarowej, błędów wnoszonych przez przyrząd pomiarowy oraz wynikających z innych przyczyn. Niepewność pomiarową można wyznaczyć, stosując metody określone w normie PN-ISO 9612: 2004 [17].

Bardziej szczegółowo metody pomiaru wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy są opisane w następujących polskich normach: PN-N-01307: 1994 [19], PN-ISO 1999: 2000 [15] i PN-ISO 9612: 2004 [17] (dla hałasu infradźwiękowego – w normach: PN-ISO 9612: 2004 [17] i PN-ISO 7196: 2002 [16], oraz procedurze pomiarowej opublikowanej w *Podstawach i Metodach Oceny Środowiska Pracy* [2], a dla hałasu ultradźwiękowego: PN-ISO 9612: 2004 [17] i PN-N-01321: 1986 [18] oraz procedurze pomiarowej opublikowanej w ww. kwartalniku [3]).

8. Obowiązki pracodawców i pracowników w zakresie ochrony przed hałasem

Obowiązki pracodawców dotyczące ochrony pracowników przed nadmiernym hałasem są określone w odpowiednich dyrektywach Unii Europejskiej i przepisach krajowych wdrażających do prawa polskiego postanowienia tych dyrektyw (patrz rozdział 5).

Pracodawca jest zobowiązany zapewnić ochronę pracowników przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas, a w szczególności zapewnić stosowanie (patrz rozdział 10):

- procesów technologicznych niepowodujących nadmiernego hałasu,
- maszyn i innych urządzeń technicznych powodujących możliwie najmniejszy hałas, nieprzekraczający dopuszczalnych wartości,
- rozwiązań obniżających poziom hałasu w procesach pracy (priorytet mają tu środki redukcji hałasu u źródła jego powstawania).

Ponadto, zgodnie z dyrektywą **2003/10/WE**, której postanowienia mają być wdrożone do prawa polskiego przed 15 lutego 2006 r., pracodawca będzie zobowiązany zapewnić pracownikowi dostęp do ochronników słuchu, gdy poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy przekroczy 80 dB.

Na stanowiskach pracy, na których mimo zastosowania możliwych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, poziom hałasu przekracza wartości dopuszczalne, pracodawca ma obowiązek zapewnić (patrz rozdział 10 i 11):

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

Pracownikom zatrudnionym na stanowiskach, na których poziom hałasu przekracza wartości dopuszczalne, należy zapewnić informację na temat:

- wyników pomiarów hałasu i zagrożenia dla zdrowia wynikającego z narażenia na hałas,
- działań podjętych w związku z przekroczeniem dopuszczalnych wartości hałasu na określonych stanowiskach,
- właściwego doboru i sposobów używania środków ochrony indywidualnej słuchu (*patrz rozdział 11*).

Obowiązkiem pracodawcy jest również zapewnienie pracownikom okresowych badań lekarskich, w tym badań otolaryngologicznych i audiometrycznych (*patrz rozdział 12*).

Do obowiązków pracownika należy:

- współdziałanie przy ocenie zagrożenia hałasem,
- stosowanie środków ochrony zbiorowej i ochronników słuchu,
- informowanie pracodawcy o uszkodzeniach środków ochronnych lub trudnościach w ich stosowaniu.

Kolejne trzy rozdziały dotyczą metod realizacji wymienionych wyżej obowiązków, a w szczególności metod ograniczania zagrożenia hałasem, ochronników słuchu oraz profilaktyki lekarskiej związanej z pracą na hałaśliwych stanowiskach.

9. Metody ograniczania zagrożenia hałasem w środowisku pracy

Metody ograniczania zagrożenia hałasem można podzielić na **administracyjno-prawne** i **techniczne** [1, 6].

Metody **administracyjno-prawne** obejmują wszelkie uregulowania prawne, to jest uchwały Rady Ministrów, ustawy sejmowe, rozporządzenia, zarządzenia oraz pozostałe przepisy i normy techniczne, mające na celu ograniczenie zagrożenia hałasem.

Do **metod administracyjno-prawnych** należy zaliczyć także takie działania, jak:

- stosowanie przerw w pracy i ograniczanie czasu pracy na hałaśliwych stanowiskach,
- stosowanie profilaktyki lekarskiej, w tym badania lekarskie obejmujące kontrolę słuchu wszystkich nowo przyjmowanych pracowników oraz okresowe badania kontrolne wszystkich pracowników narażonych na hałas przekraczający dopuszczalne wartości,
- przenoszenie pracowników wrażliwych na działanie hałasu oraz tych, u których stwierdzono schorzenia, a zwłaszcza upośledzenie słuchu, do pracy w warunkach mniej uciążliwych.

Metody i środki techniczne ograniczania hałasu to:

- ograniczenie i minimalizacja emisji hałasu ze źródła,
- ograniczanie transmisji hałasu, tj. ograniczanie energii wibroakustycznej na drogach jej przenoszenia,
- ograniczanie emisji (tj. oddziaływania) hałasu na określone obszary hal produkcyjnych oraz na stanowiska pracy,
- aktywna redukcja hałasu, polegająca na kompensowaniu hałasu sygnałem generowanym przez dodatkowe źródła.

Ograniczanie emisji hałasu u źródła może być realizowane poprzez:

- **wybór i stosowanie procesów technologicznych o małej emisji hałasu**, przykłady: zastąpienie procesu kucia walcowaniem lub wytłaczaniem, zastąpienie procesu nitowania skręcaniem, zastosowanie obróbki chemicznej zamiast mechanicznej itp.),
- **wybór i stosowanie maszyn (zarówno typów, jak i egzemplarzy) o małej emisji hałasu**,

Ograniczanie emisji hałasu u źródła jego powstawania jest najbardziej efektywnym sposobem redukcji hałasu w miejscu pracy.

maszyny i urządzenia używane w zakładach pracy powinny być oznaczone znakiem CE. Zgodnie z obowiązującymi przepisami producenci maszyn i urządzeń zobowiązani są do podania w dokumentacji technicznej maszyny poziomu ciśnienia akustycznego emisji hałasu i/lub poziomu mocy akustycznej (badania potwierdzone przez jednostkę notyfikowaną w odpowiednim zakresie). Na podstawie tych danych pracodawca może wybrać maszynę cichszą,

■ **zmianę warunków pracy maszyny,**

■ **modernizację lub wymianę części składowych maszyny,**

przykład: zastosowanie innego rodzaju dysz w urządzeniach wykorzystujących sprężone powietrze, zastosowanie łożysk cichobieżnych, wyłożenie wewnętrznych powierzchni obudów materiałem dźwiękochłonnym, zastosowanie blachy perforowanej zamiast pełnej na obudowy, które mogą drgać, usztywnienie konstrukcji maszyny, unikanie w rurociągach i instalacjach wentylacyjnych gwałtownych zmian przekroju lub kierunku strumienia,

■ **odpowiednią konserwację maszyny,**

przykład: wymiana zużytych części, właściwe smarowanie, wyważanie części.

Redukcja hałasu u źródła jego powstawania powinna być, o ile to możliwe, stosowana na etapie projektowania, gdyż późniejsze jej wprowadzenie może naruszyć wymagania procesu wykonawczego i wymagać znacznie większych nakładów finansowych.

Ograniczanie hałasu na drodze jego transmisji jest możliwe poprzez:

■ **zastosowanie ochron zbiorowych, tj.:**

– urządzeń ograniczających hałas -

do urządzeń tych należą **obudowy dźwiękochłonna-izolacyjne, tłumiki akustyczne, ekrany akustyczne i przemysłowe kabiny dźwiękoizolacyjne.**

Obudowy dźwiękochłonna-izolacyjne stosuje się do całkowitego odizolowania hałaśliwej maszyny od reszty środowiska pracy lub do osłonięcia najbardziej hałaśliwych części maszyn. Mogą to być obudowy ciężkie (murowane) lub lekkie (wykonywane najczęściej z dwóch warstw blachy i materiału tłumiącego pomiędzy nimi). Skuteczność obudów pełnych sięga 25 dB, a częściowych dochodzi do 5 dB. Tłumiki akustyczne wykorzystuje się do tłumienia hałasów w przewodach, w których odbywa się przepływ powietrza lub gazu (wentylacja, wloty i wyloty sprężarek, turbin, silników spalinowych). Ekrany akustyczne służą do tłumienia zarówno hałasu docierającego na dane stanowisko pracy jak i hałasu emitowanego z określonej maszyny. Aby ekran spełniał swoją rolę, musi mieć duże rozmiary i być umieszczony jak najbliżej stanowiska pracy bądź hałaśliwej maszyny. Przemysłowe kabiny dźwiękoizolacyjne są wykorzystywane jako pomieszczenia sterownicze dla określonych, zautomatyzowanych procesów. Pozwalają na odizolowanie stanowiska pracy od hałaśliwych maszyn i procesów technologicznych,

– materiałów pochłaniających dźwięk -

wyłożenie przeszkód odbijających dźwięk - w tym ścian i sufitów - materiałami dźwiękochłonnymi pozwala na zwiększenie chłonności akustycznej po-

mieszczenia i eliminację hałasu odbitego od przeszkód. Metoda ta pozwala na obniżenie hałasu o 3÷7 dB, lecz tylko w pomieszczeniach, których początkowa chłonność była niewielka,

- środków ograniczających transmisję dźwięku powietrznego i materiałowego – przykład: ściany, stropy, okna i drzwi o podwyższonej izolacyjności akustycznej, wibroizolacje ograniczające dźwięki materiałowe,

■ **zastosowanie środków organizacyjnych, polegających na:**

- odpowiednim usytuowaniu źródeł hałasu względem siebie i względem ścian pomieszczenia –
zaleca się, aby odległość między maszynami wynosiła nie mniej niż 2–3 m; maszyny powinny się znajdować jak najdalej od ścian i innych powierzchni odbijających,
- oddzieleniu obszarów, w których wykonywane są prace o małej emisji hałasu, od obszarów, w których wykonywane są prace o dużej emisji hałasu –
przykład: pomieszczenia pracy koncepcyjnej, laboratoria i biura powinny być oddzielone od budynków i pomieszczeń, w których odbywają się procesy produkcyjne powodujące hałas.

Ograniczanie imisji hałasu jest możliwe poprzez:

■ **zastosowanie odpowiednich rozwiązań technicznych –**

przykład: zastosowanie zdalnego sterowania i automatyzacji na stanowiskach pracy,

■ **zastosowanie rozwiązań organizacyjnych, polegających m.in. na:**

- odsunięciu człowieka od hałaśliwych procesów,
- grupowaniu źródeł dźwięku w zależności od poziomu ciśnienia akustycznego emitowanego dźwięku,
dzięki grupowaniu źródeł hałasu w różnych pomieszczeniach pracownicy obsługujący cichsze urządzenie (znajdujące się w jednym pomieszczeniu) nie są narażeni na hałas docierający z urządzeń głośniejszych (znajdujących się w innym pomieszczeniu),

■ **zastosowanie indywidualnych ochron słuchu.**

10. Ochronniki słuchu

Na stanowiskach pracy, na których mimo zastosowania rozwiązań technicznych i organizacyjnych poziom hałasu przekracza wartości dopuszczalne, pracodawca ma obowiązek zapewnić pracownikom **środki ochrony indywidualnej słuchu**, dobrane do wielkości charakteryzujących hałas i do cech indywidualnych pracowników, oraz ich stosowanie.

Środki ochrony indywidualnej słuchu, czyli **ochronniki słuchu**, dzieli się na **nauszniki przeciwhałasowe** i **wkładki przeciwhałasowe**.

Nauszniki przeciwhałasowe to ochronniki słuchu składające się z dwóch czasz tłumiących dociskanych do głowy i całkowicie zakrywających małżowiny uszne. Nauszniki przeciwhałasowe mogą być niezależne (wtedy czasze połączone są za pomocą specjalnej sprężyny przeznaczony do noszenia na szczycie głowy albo z tyłu głowy, albo pod brodą) lub mogą być mocowane do hełmów ochronnych (wtedy każda z czasz zaopatrzona jest w rodzaj specjalnego mocowania do hełmu). Nauszniki przeciwhałasowe występują w 3 rozmiarach – małym, dużym i średnim.

Wkładki przeciwhałasowe – to ochronniki słuchu noszone w zewnętrznym przewodzie słuchowym albo w małżowinie usznej, zamykające wejście do zewnętrznego kanału usznego. Wkładki przeciwhałasowe mogą być jednorazowego lub wielokrotnego użytku. Najczęściej wykonuje się je z silikonu, gumy i innych tworzyw sztucznych oraz bawełny (jednorazowe). Niektóre wkładki wykonane są z materiałów formowalnych i użytkownik musi sam nadać im odpowiedni kształt przed użyciem. Istnieją również wkładki przeciwhałasowe formowane indywidualnie dla określonego użytkownika. Wkładki, podobnie jak nauszniki, występują w różnych rozmiarach.

Ochronniki słuchu jako środki ochrony indywidualnej przed hałasem muszą spełniać określone wymagania. Podstawą prawną jest tu rozporządzenie ministra gospodarki, pracy i polityki społecznej z 31 marca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej [13]. Przede wszystkim muszą one posiadać oznakowanie **CE** i deklarację zgodności **WE**. Badanie typu **WE** jest procedurą, w wyniku której jednostka notyfikowana stwierdza, że ochronnik spełnia wymagania dyrektywy 89/686/WE wprowadzonej do prawa polskiego wyżej wymienionym rozporządzeniem, w tym m.in. wymagania odpowiednich norm zharmonizowanych. W normach tych określono nie tylko minimalne wartości tłumienia hałasu, ale również takie parametry, jak wytrzymałość mechaniczna, dopuszczalna masa ochronnika i zakres siły docisku sprężyn.

Dobór ochronników słuchu powinien odbywać się zgodnie z następującym schematem postępowania:

1. Wybór ochronników oznakowanych symbolem CE.

Tylko ochronniki oznakowane symbolem CE mogą być uznane za pełnoprawne ochrony indywidualne.

2. Dobór ochronników do parametrów hałasu.

Dobór ten przeprowadza się na podstawie pomiarów wielkości charakterystycznych hałasu na danym stanowisku pracy. Ochronnik słuchu powinien być dobrany w taki sposób, aby wielkości hałasu pod ochronnikiem nie przekraczały wartości dopuszczalnych. Najdokładniejszą metodą doboru ochronnika jest metoda pasm oktawowych. Wymaga ona pomiarów poziomu ciśnienia akustycznego hałasu w pasmach oktawowych oraz znajomości tłumienia (i jego odchylenia standardowego) ochronnika w tych pasmach. Dwie mniej dokładne metody doboru – HML i SNR – wymagają pomiarów poziomów dźwięku A i poziomu dźwięku C hałasu oraz znajomości parametrów HML lub SNR ochronnika. Wszystkie wymienione parametry ochronnika producent zobowiązany jest podać w instrukcji użytkowania ochronnika. Przy doborze ochronników słuchu zaleca się, aby poziom dźwięku A pod ochronnikiem był o 5-10 dB mniejszy od wartości dopuszczalnej, lecz nie więcej niż o 15 dB. Zbyt duże tłumienie hałasu może powodować u pracownika poczucie izolacji od otoczenia i w następstwie spowodowanego tym dyskomfortu – przerwy w jego stosowaniu.

3. Dobór ochronników pod kątem innych czynników środowiska pracy.

Niekiedy istnieje również potrzeba doboru ochronników słuchu pod kątem innych czynników środowiska pracy lub do specyficznych zadań, jakie muszą wykonywać pracownicy. Należy tu wymienić wysoką lub niską temperaturę otoczenia (np. pracownicy leśni), środowiska o dużej wilgotności, konieczność porozumiewania się w warunkach hałasu ciągłego (można zastosować ochronniki z elektronicznymi systemami łączności), konieczność porozumiewania się w warunkach sporadycznego hałasu impulsowego (można stosować ochronniki z regulowanym tłumieniem).

4. Dobór ochronników pod kątem kompatybilności z innymi środkami ochrony indywidualnej.

Niekiedy oprócz ochronników słuchu pracownik stosuje inne środki ochrony indywidualnej. Należy tak dobrać ochronniki słuchu, aby wszystkie stosowane środki ochrony indywidualnej spełniały swoje zadania. Gdy np. pracownik używa hełmu, należy stosować nauszники najełmowe. Innym przykładem może być równoczesne stosowanie ochronników słuchu i ochron oczu. Elementy ochrony oczu (np. opaska utrzymująca gogle na głowie pracownika) mogą powodować, że czasze nauszników nie będą przylegać ściśle do głowy, przez co zmniejszy się ich skuteczność. W takim przypadku należy stosować wkładki przeciwhałasowe.

5. Dobór ochronnika do cech indywidualnych pracownika.

Wymiary ochronnika słuchu powinny być dostosowane do cech indywidualnych użytkownika. Niekiedy mogą istnieć przeciwwskazania medyczne do stosowania określonego ochronnika (np. choroby skóry lub nietypowy kształt kanału usznego).

Należy również dążyć do minimalizacji uczucia dyskomfortu, jakie może powodować stosowanie ochronnika, tak aby pracownik nie robił przerw w jego stosowaniu. Z tego względu zaleca się, aby pracownik mógł wybrać najbardziej odpowiadający mu ochronnik z wyselekcjonowanych w poprzednich etapach.

Ochronniki słuchu powinny być użytkowane zgodnie z instrukcją użytkowania dostarczaną przez producenta. Źle użytkowany ochronnik może nie zapewnić dostatecznej ochrony przed hałasem. Uwaga ta w szczególności dotyczy sposobu prawidłowego umieszczania wkładek przeciwhałasowych w przewodach usznych.

Zasadniczym problemem przy stosowaniu ochronników słuchu jest niekontrolowane ich zdejmowanie przez użytkowników.

Podczas stosowania ochronników słuchu podstawowym warunkiem skutecznej ochrony narządu słuchu pracownika jest ich nieprzerwane stosowanie przez cały czas narażenia na hałas.

Należy podkreślić, że nawet krótkie przerwy w stosowaniu ochronników słuchu podczas przebywania w hałasie niweczą cały trud zabezpieczania organu słuchu, np. jeżeli ciągłe stosowanie danego ochronnika słuchu zapewnia ochronę w granicach 30 dB, to godzinna przerwa w jego stosowaniu zmniejsza efektywną ochronę do ok. 9 dB!

12. Profilaktyczna ochrona zdrowia

Zgodnie z art. 229 kodeksu pracy **pracownicy podlegają wstępnym, kontrolnym i okresowym badaniom lekarskim**. Pracodawca nie może dopuścić do pracy pracownika bez aktualnego orzeczenia lekarskiego stwierdzającego brak przeciwwskazań do pracy na określonym stanowisku. Paragraf 6. tego artykułu mówi, że koszty tych badań oraz inne koszty profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami, niezbędnej z uwagi na warunki pracy, ponosi pracodawca. Paragraf 3. mówi, że okresowe i kontrolne badania lekarskie przeprowadza się w miarę możliwości w godzinach pracy. Za czas niewykonywania pracy w związku z przeprowadzanymi badaniami pracownik zachowuje prawo do wynagrodzenia, a w razie przejazdu na te badania do innej miejscowości przysługują mu należności na pokrycie kosztów przejazdu według zasad obowiązujących przy podróżach służbowych.

Zakres wstępnych, okresowych i kontrolnych badań lekarskich, częstotliwość wykonywania badań okresowych oraz zakres profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami został określony w rozporządzeniu ministra zdrowia i opieki społecznej z 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników, zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w kodeksie pracy [8].

W rozporządzeniu tym określono również:

- tryb wydawania i przechowywania orzeczeń lekarskich,
- tryb postępowania przy wydawaniu orzeczeń o braku przeciwwskazań lub o przeciwwskazaniach zdrowotnych do pracy na określonym stanowisku,
- wzory zaświadczeń, na których wydawane są orzeczenia,
- jacy lekarze mogą wykonywać badania profilaktyczne,
- co powinna zawierać dokumentacja medyczna z badań profilaktycznych,
- tryb przeprowadzania kontroli badań profilaktycznych.

Badania profilaktyczne przeprowadzane są na podstawie skierowania wydanego przez pracodawcę, które powinno zawierać określenie rodzaju badania profilaktycznego, stanowisko, na którym jest lub ma być zatrudniony pracownik, oraz informacje o występowaniu na tym stanowisku czynników szkodliwych lub uciążliwych (wraz z danymi pomiarowymi).

Zakres i częstotliwość badań profilaktycznych określono w załączniku do ww. rozporządzenia [8]. W szczególności znalazły się w nim następujące ustalenia:

Dla hałasu -

- badania wstępne powinny obejmować:
 - badania lekarskie – ogólne i otolaryngologiczne,
 - badania pomocnicze – audiometryczne tonalne w zakresie 125÷8000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne) oraz inne badania w zależności od wskazań,
- badania okresowe powinny obejmować:
 - badania lekarskie – ogólne i otolaryngologiczne,
 - badania pomocnicze – audiometryczne tonalne w zakresie 125÷8000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne),
- badania ogólne powinny być wykonywane co 4 lata,
- badania otolaryngologiczne i audiometryczne powinny być wykonywane przez pierwsze trzy lata pracy w hałasie – co rok, następnie co 3 lata,
- ostatnie badania okresowe powinny obejmować:
 - badania lekarskie – ogólne i otolaryngologiczne,
 - badania pomocnicze – audiometryczne tonalne w zakresie 125÷8000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne),
- w razie ujawnienia w okresowym badaniu audiometrycznym ubytków słuchu charakteryzujących się znaczną dynamiką rozwoju, częstotliwość badań audiometrycznych należy zwiększyć, skracając przerwę między kolejnymi testami do 1 roku lub 6 miesięcy,
- w razie narażenia na hałas impulsowy albo hałas, którego równoważny poziom dźwięku przekracza stale lub często 110 dB (A), badanie audiometryczne należy przeprowadzać nie rzadziej niż raz w roku.

Dla ultradźwięków małej częstotliwości –

- badania wstępne powinny obejmować:
 - badania lekarskie – ogólne i otolaryngologiczne,
 - badania pomocnicze – audiometryczne tonalne w zakresie 125÷8000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne),
- badania okresowe powinny obejmować:
 - badania lekarskie – ogólne i w zależności od wskazań – otolaryngologiczne,
 - badania pomocnicze – audiometryczne tonalne w zakresie 125÷8000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne),
- badania powinny być wykonywane co 2 lata,
- ostatnie badania okresowe powinny obejmować:
 - badania lekarskie – ogólne i otolaryngologiczne,
 - badania pomocnicze – audiometryczne tonalne w zakresie 125÷8000 Hz (przewodnictwo powietrzne i kostne).

Obustronny trwały ubytek słuchu typu ślimakowego spowodowany hałasem, wyrażony podwyższeniem progu słuchu o wielkości co najmniej 45 dB w uchu lepiej słyszającym, obliczony jako średnia arytmetyczna dla częstotliwości audiometrycznych 1, 2 i 3 kHz jest **chorobą zawodową** ujętą w wykazie chorób zawodowych sta-

nowiącym załącznik do rozporządzenia Rady Ministrów z 30 lipca 2002 r. [11]. W rozporządzeniu tym (zgodnie z art. 237 kodeksu pracy) przedstawiono zasady zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych.

Jak pokazuje treść zarówno tego jak i poprzednich rozdziałów, odpowiednie działania profilaktyczne i techniczne mają duże znaczenie w walce ze skutkami zdrowotnymi narażenia na hałas. Autorzy opracowania wyrażają nadzieję, że niniejsze opracowanie pomoże czytelnikowi wystrzegać się niebezpieczeństw związanych z hałasem zarówno w pracy jak i poza nią.

Bibliografia

1. Engel Z.: *Ochrona środowiska przed drganiem i hałasem*. Warszawa, Wyd. Nauk. PWN 2001.
2. *Hałas infradźwiękowy – Procedura pomiarowa*. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy (PiMOŚP) 2001, nr 2 (28).
3. *Hałas ultradźwiękowy – Procedura pomiarowa*. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy (PiMOŚP) 2001, nr 2 (28).
4. *Hałas*. Warszawa, CIOP 2002. Seria: Bezpieczeństwo i Ochrona Człowieka w Środowisku Pracy, t. 8.
5. *Ochrona przed hałasem i drganiem w środowisku pracy*. D. Augustyńska i W. M. Zawieska (red). Warszawa, CIOP 1999.
6. Zawieska W. M.: *Ocena ryzyka zawodowego. 1. Podstawy metodyczne*. Wyd. 3. Warszawa, CIOP-PIB, 2004.
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 kwietnia 1996 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych kobietom. Dz. U. nr 114, poz. 545 ze zm. Dz. U. 2002, nr 127, poz. 1092.
8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 30 maja 1996 r. w sprawie przeprowadzania badań lekarskich pracowników z zakresu profilaktycznej opieki zdrowotnej nad pracownikami oraz orzeczeń lekarskich wydawanych do celów przewidzianych w Kodeksie pracy. Dz. U. nr 69, poz. 332 ze zm.: Dz. U. 1997, nr 60, poz. 375, Dz. U. 2001, nr 37, poz. 451.
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 20 kwietnia 2005 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. nr 73, poz. 648.
10. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. [Tekst jednolity] Dz. U. 2003, nr 169, poz. 1650.
11. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 lipca 2002 r. w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzenia chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach. Dz. U. nr 132, poz. 1115.
12. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. nr 217, poz. 1833.
13. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 31 marca 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej. Dz. U. nr 80, poz. 725.
14. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac. Dz. U. nr 200, poz. 2047.
15. PN-ISO 1999: 2000 *Akustyka – Wyznaczenie ekspozycji zawodowej na hałas i szacowanie uszkodzenia słuchu wywołanego hałasem*.
16. PN-ISO 7196: 2002 *Akustyka – Charakterystyka częstotliwościowa filtra do pomiarów infradźwięków*.
17. PN-ISO 9612: 2004 *Akustyka – Zasady pomiaru i oceny ekspozycji na hałas w środowisku pracy*.
18. PN-N-011321: 1986 *Hałas ultradźwiękowy. Dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego na stanowiskach pracy i ogólne wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*.
19. PN-N-01307: 1994 *Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*.