

*Materiały szkoleniowe*

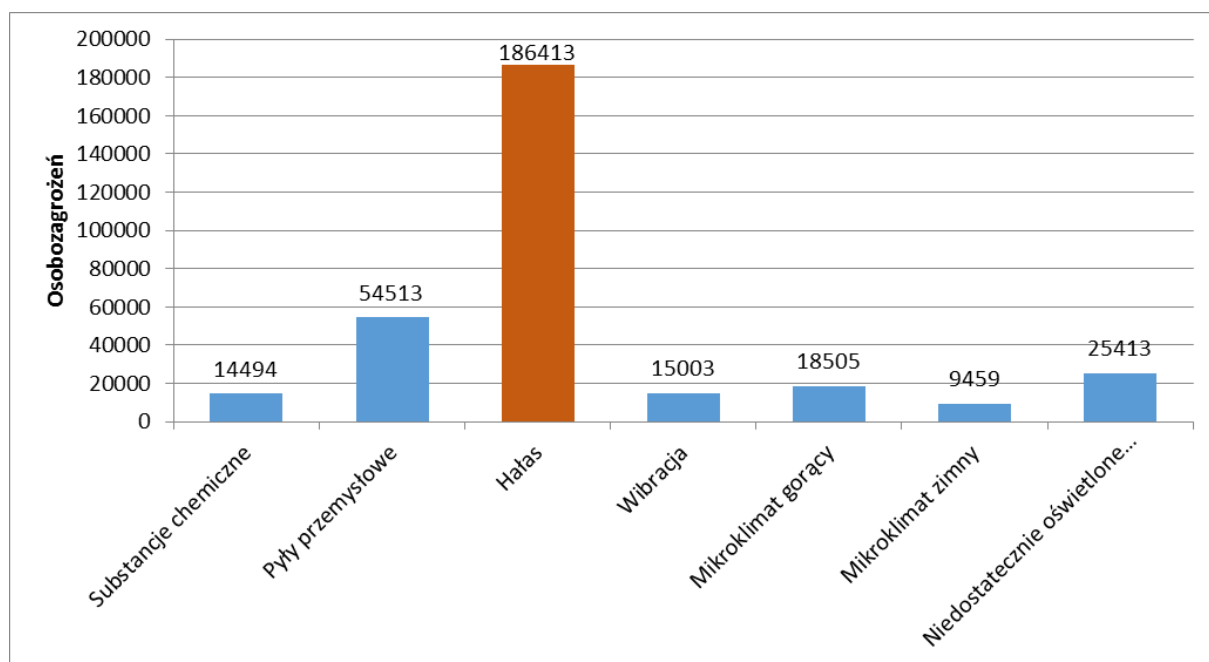
**HAŁAS W ŚRODOWISKU PRACY**  
**ZAGROŻENIA I PROFILAKTYKA**

*Serwis internetowy BEZPIECZNIEJ*

*CIOP-PIB*

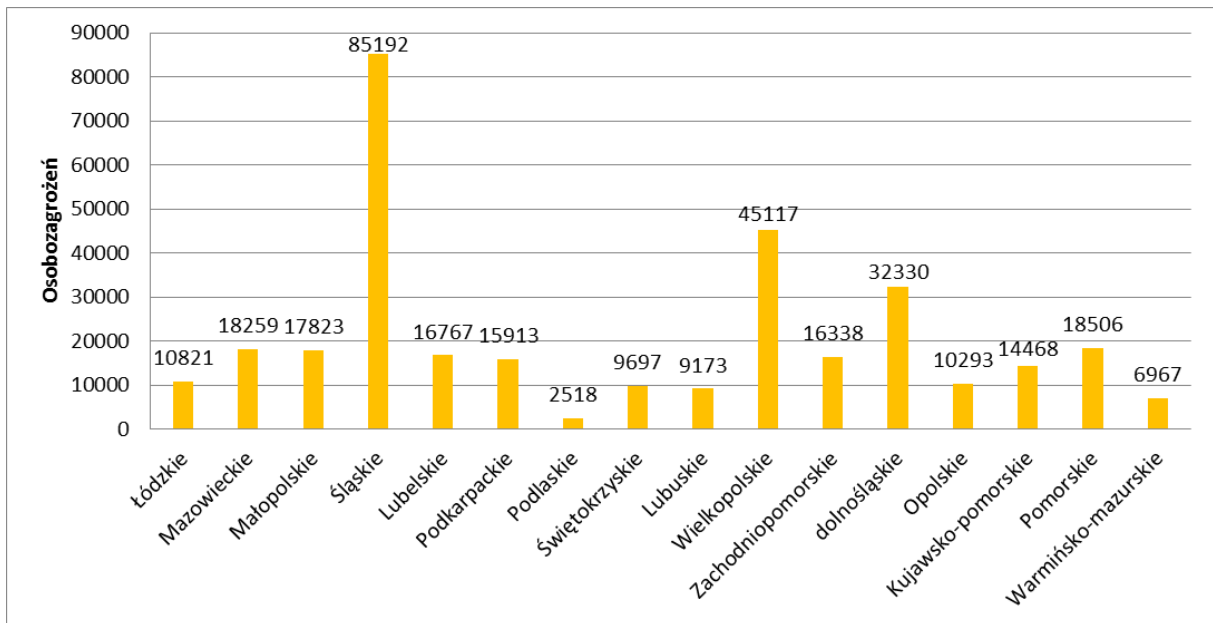
## 1. Wprowadzenie – zagrożenie hałasem w środowisku pracy

Hałasem określa się każdy niepożądany dźwięk, który może być uciążliwy albo szkodliwy dla zdrowia lub zwiększać ryzyko wypadku przy pracy. Hałas jest najpowszechniej występującym czynnikiem szkodliwym środowiska pracy. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w 2016 r. w warunkach zagrożenia hałasem pracowało 186,4 tys. osób co stanowiło więcej niż 1/3 ogólnej liczby pracowników zatrudnionych w warunkach zagrożenia czynnikami szkodliwymi środowiska pracy. Wykres na Rys. 1 obrazuje zagrożenie hałasem na tle zagrożeń innymi czynnikami szkodliwymi i uciążliwymi środowiska pracy (na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego). Z przedstawionego wykresu wynika, że liczba pracowników zagrożonych hałasem w środowisku pracy jest ponad trzykrotnie większa od liczby pracowników zagrożonych drugim pod względem częstotliwości występowania czynnikiem szkodliwym – pyłami przemysłowymi.



Rys. 1. Zatrudnieni w warunkach zagrożenia czynnikami szkodliwymi i uciążliwościami pracy w 2016 roku.

Wykres na Rys. 2 przedstawia liczbę pracowników zagrożonych hałasem w poszczególnych województwach w 2016 r. Największa liczba narażonych na hałas była w województwach: śląskim (37567 zagrożonych), wielkopolskim (30200) i dolnośląskim (15580), czyli w województwach o znacznej koncentracji zakładów z sekcji przetwórstwa przemysłowego i górnictwa.

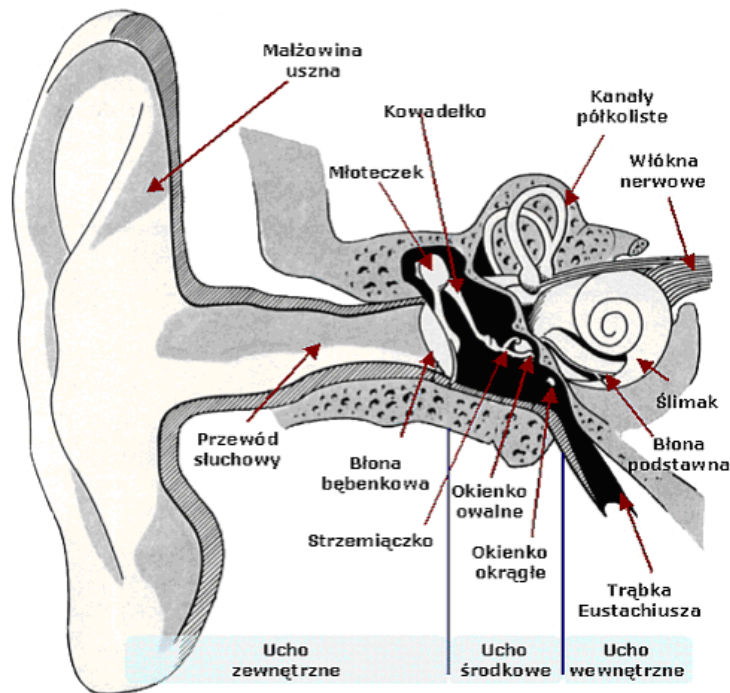


Rys. 2. Zatrudnieni w warunkach zagrożenia hałasem w 2016 roku według województw.

## 2. Oddziaływanie hałasu na organizm człowieka

Negatywny wpływ hałasu na organizm człowieka dotyczy przede wszystkim narządu słuchu czyli ucha. Ucho ludzkie, którego budowę pokazano na Rys. 3 można podzielić na trzy części: ucho zewnętrzne, ucho środkowe i ucho wewnętrzne.

Zadaniem ucha zewnętrznego, składającego się z małżowiny usznej i przewodu słuchowego jest odpowiednie przeniesienie drgań rozprzestrzeniających się w powietrzu w postaci fali akustycznej do ucha środkowego. Ucho środkowe składa się z błony bębenkowej i trzech kosteczek słuchowych: młoteczka, kowadełka i strzemiączka. Drgania błony bębenkowej przenoszone są poprzez przymocowany do niej młoteczek na kowadełko a następnie na strzemiączko, które swoją podstawą wnika do okienka owalnego stanowiącego wejście do ucha środkowego. Inną dodatkową funkcją ucha środkowego jest ochrona ucha środkowego przed zbyt silnymi dźwiękami, z wykorzystaniem mechanizmu tzw. odruchu strzemiączkowego. Mechanizm ten nie chroni jednak przed hałasem impulsowym.



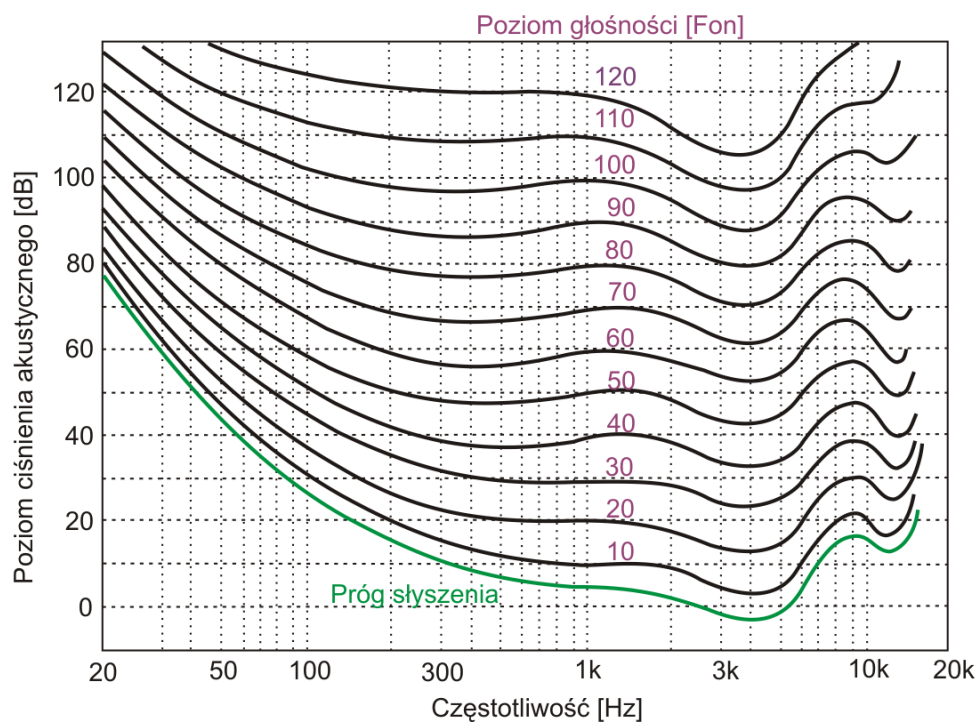
Rys. 3. Budowa ucha ludzkiego.

Ucho wewnętrzne składa się z trzech kanałów półkolistych decydujących o zmyśle równowagi oraz spiralnie skręconego kanału zwanego ślimakiem, który zawiera komórki czuciowe wrażliwe na dźwięk, czyli komórki rzęskowe.

Wrażenie słuchowe wywołane dźwiękiem zależy od jego częstotliwości i poziomu ciśnienia akustycznego. Na Rys. 4 pokazano typowy zakres dźwięków słyszanych przez osoby o prawidłowym słuchu. Przedstawione na wykresie krzywe odpowiadają dźwiękom

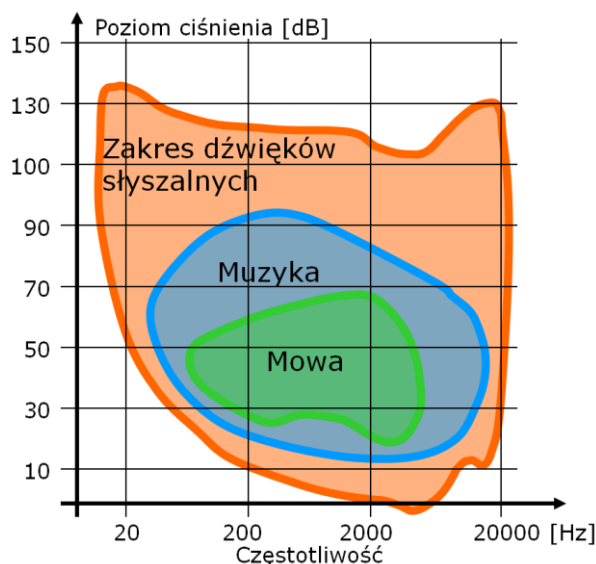
które postrzegane są jako mające tą samą głośność. Najniższa krzywa odpowiada najcichszym dźwiękom jakie jest w stanie usłyszeć człowiek, stanowi zatem tzw. próg słyszenia. Najwyższa krzywa odpowiada dźwiękom wywołującym ból (tzw. próg bólu).

Podstawowym skutkiem długotrwałego narażenia na hałas o wysokich poziomach jest nieodwracalne uszkodzenie komórek rzęskowych i związane z tym trwałe podwyższenie progu słyszenia (przesunięcie w kierunku wyższych poziomów). Uszkodzenie komórek rzęskowych jest nieodwracalne i rozwija się stopniowo w ciągu lat narażenia na hałas. Przebieg tego uszkodzenia jest fazowy.

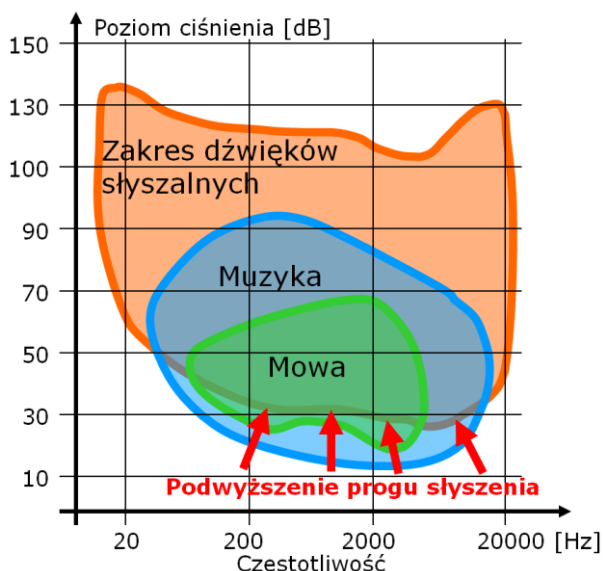


Rys. 4. Zakres dźwięków słyszalnych - krzywe jednakowej głośności.

Podstawową konsekwencją przesunięcia progu słyszenia jest pogorszenie zrozumiałości mowy. Na Rys. 5 i Rys. 6 pokazano schematycznie zakres dźwięków słyszalnych oraz zakresy dźwięków odpowiadających typowemu sygnałowi muzyki i sygnałowi mowy dla słuchu prawidłowego (Rys. 5) i uszkodzonego (Rys. 6). Przesunięcie progu słyszenia (Rys. 6) powoduje, że część sygnału mowy (w zakresie wyższych częstotliwości), mająca decydujący wpływ na zrozumiałość mowy znajduje się poza obszarem dźwięków słyszalnych. Innymi konsekwencjami uszkodzenia słuchu są problemy w ocenie głośności dźwięków, utrata zdolności rozróżniania wysokości dźwięku oraz ograniczenia zdolności określania kierunku dochodzenia dźwięku.



Rys. 5. Obszar dźwięków słyszalnych oraz obszary muzyki i mowy dla osoby ze słuchem prawidłowym.



Rys. 6. Obszar dźwięków słyszalnych oraz obszary muzyki i mowy dla osoby ze słuchem uszkodzonym.

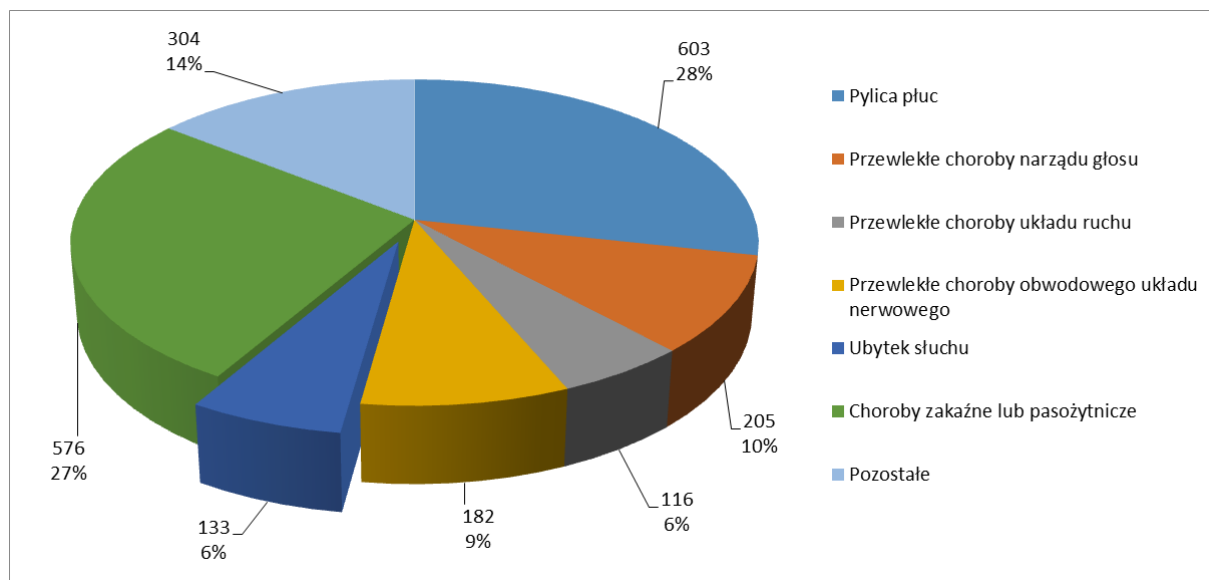
Skutki oddziaływania hałasu na organ słuchu zależą przede wszystkim od poziomu ciśnienia akustycznego hałasu i czasu narażenia. Na przykład dla hałasów dla których równoważny poziom dźwięku A wynosi 85 dB i czasu narażenia 40 lat (przy 8-godzinnym dniu pracy) ryzyko uszkodzeń słuchu wynosi 10%. Bardzo niebezpieczne dla słuchu są hałasy o charakterze impulsowym, których oddziaływanie na ucho wewnętrzne nie jest ograniczane przez wspomniany już odruch strzemiączkowy. Hałasy o bardzo wysokich poziomach dźwięku, mogą powodować natychmiastowe uszkodzenie struktur anatomicznych narządu słuchu prowadzące do głuchoty.

Innym czynnikiem, który obok hałasu może mieć negatywny wpływ na narząd słuchu są szkodliwe substancje chemiczne oddziałujące toksycznie na narząd słuchu, nazywane substancjami ototoksycznymi (np. niektóre metale ciężkie, rozpuszczalniki). Łączne oddziaływanie substancji ototoksycznych i hałasu może prowadzić do uszkodzeń słuchu w czasie o wiele krótszym niż wynika to z samego narażenia na hałas.

Hałas o równoważnych poziomach dźwięku A przekraczającym 80 dB ma przede wszystkim wpływ na zdolność koncentracji a tym samym utrudnia wykonywanie prac precyzyjnych i koncepcyjnych.

Utrata słuchu spowodowana nadmiernym narażeniem na hałas w miejscu pracy może być zakwalifikowana jako choroba zawodowa. Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2009 r. w sprawie chorób zawodowych (Dz. U. 2009, nr 105, poz. 869) obustronny trwały odbiorczy ubytek słuchu typu ślimakowego lub czuciowo-nerwowego spowodowany hałasem, wyrażony podwyższeniem progu słuchu o wielkości co najmniej 45 dB w uchu lepiej słyszącym, obliczony jako średnia arytmetyczna dla częstotliwości audiometrycznych 1, 2 i 3 kHz uznawany jest za chorobę zawodową.

Trwały ubytek słuchu spowodowany hałasem jest jedną z najczęściej rozpoznawanych chorób zawodowych w Polsce. Na Rys. 7 pokazano liczbę zdiagnozowanych w 2012 roku przypadków trwałego ubytku słuchu (218) na tle innych chorób zawodowych (na podstawie danych publikowanych przez Instytucie Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi).



Rys. 7. Dominujące choroby zawodowe w Polsce w 2016 r. - liczba stwierdzonych przypadków.

### 3. Podstawowe pojęcia związane z hałasem w środowisku pracy

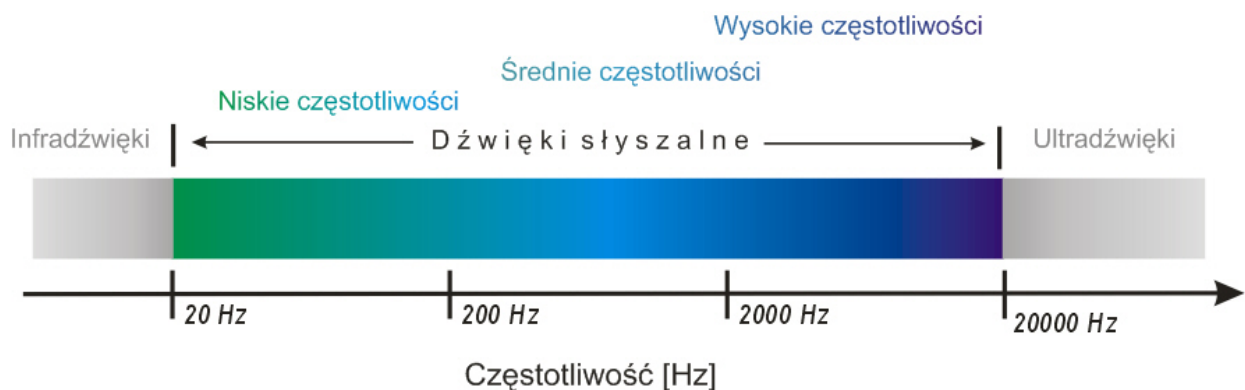
#### Dźwięk

Dźwięki to drgania cząstek powietrza (lub innego ośrodka sprężystego) względem położenia równowagi rozprzestrzeniające się ośrodkiem w postaci fal akustycznych. Prędkość z jaką rozprzestrzeniają się fale akustyczne nazywana jest prędkością dźwięku i w powietrzu wynosi ona ok. 340m/s. Dźwięki rozchodzące się w powietrzu nazywa się dźwiękami powietrznymi a dźwięki rozchodzące się w materiałach stałych dźwiękami materiałowymi.

#### Częstotliwość

Częstotliwość, oznaczana symbolem "f" jest jednym z dwóch podstawowych parametrów opisujących dźwięk, określająca liczbę okresów drgań, jakie wykonują cząsteczki powietrza w jednostce czasu. Jednostką częstotliwości jest Hertz [Hz].

Ucho ludzkie jest w stanie odbierać dźwięki o częstotliwościach od 20Hz do 20 kHz (1 kHz = 1000 Hz). Dźwięki takie nazywamy dźwiękami słyszalnymi. Niesłyszalne dla człowieka dźwięki o częstotliwościach poniżej 20 Hz nazywamy infradźwiękami a dźwięki o częstotliwościach powyżej 20 kHz nazywamy ultradźwiękami (Rys. 8). Używając pojęcia "hałas" mamy na myśli dźwięki słyszalne (obok pojęcia "hałas" funkcjonują również pojęcia "hałas infradźwiękowy" i "hałas ultradźwiękowy").



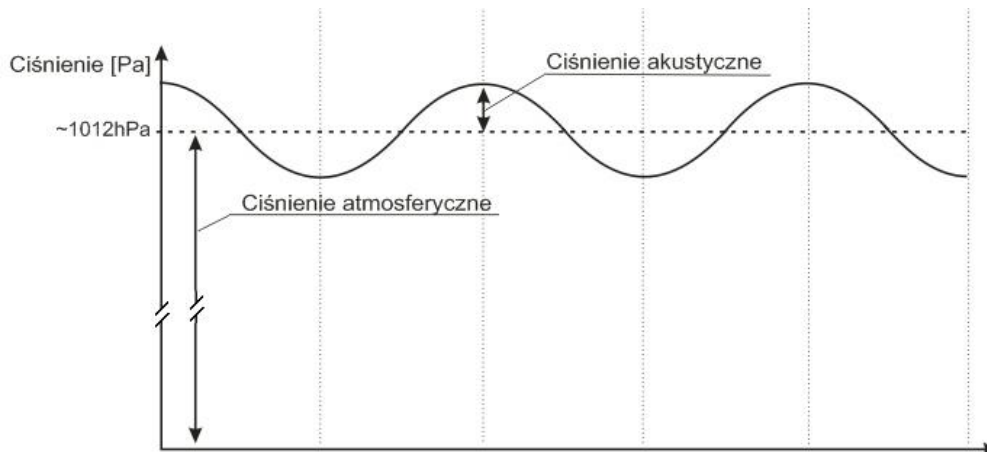
Rys. 8. Częstotliwości dźwięków.

#### Ciśnienie akustyczne

Ciśnieniem akustycznym „p” nazywamy niewielkie zmiany ciśnienia (w stosunku do ciśnienia atmosferycznego) powstające w powietrzu pod wpływem rozprzestrzeniających się w powietrzu drgań (Rys. 9). Jednostką miary ciśnienia akustycznego jest Pascal [Pa]. Im większa jest amplituda drgań źródła dźwięku i zarazem cząsteczek powietrza, tym większe jest ciśnienie akustyczne. Dźwięki o większym ciśnieniu akustycznym odbierane są przez



człowieka jako głośniejsze, na przykład: szept - 0,0003 Pa, odkurzacz - 0,05 Pa, młot pneumatyczny – 10 Pa



Rys. 9. Ciśnienie akustyczne.

Najcichszy dźwięk jaki jest w stanie usłyszeć człowiek o zdrowym słuchu wynosi około 0,00002 Pa czyli 20  $\mu$ Pa. Dźwięki powyżej 20 Pa wywołują już ból uszu.

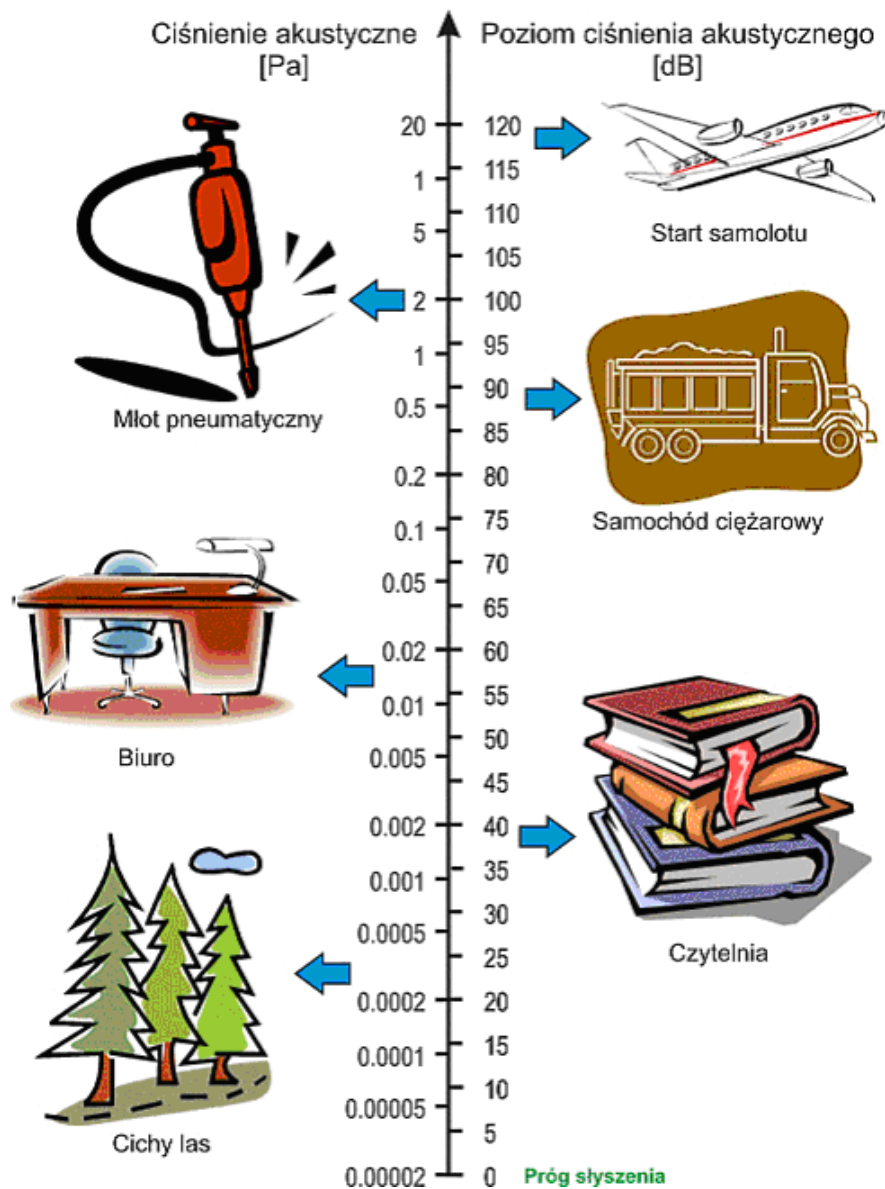
#### Poziom ciśnienia akustycznego

Ciśnienia akustyczne najcichszych i najgłośniejszych dźwięków odbieranych przez człowieka różnią się ponad milion razy. Z tego powodu w praktyce stosuje się skalę logarytmiczną i operuje się pojęciem poziomu ciśnienia akustycznego, wyrażonego w decybelach [dB], jako wartości względnej odniesionej do 20  $\mu$ Pa. Poziom ciśnienia akustycznego dźwięku  $L$  o ciśnieniu  $p$  wyznacza się na podstawie zależności:

$$L = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2}$$

gdzie  $p_0$  jest ciśnieniem odniesienia.

Wartość ciśnienia odniesienia przyjęto równą 20  $\mu$ Pa czyli ciśnieniu najśłabszych dźwięków jakiej jest w stanie usłyszeć człowiek. W praktyce oznacza to, że dźwięk o ciśnieniu 20  $\mu$ Pa ma poziom ciśnienia akustycznego równy 0 dB, a np. dźwięk o ciśnieniu 2 Pa ma poziom równy 100 dB. Przykładowe wartości ciśnienia akustycznego i odpowiadające im poziomy pokazano na Rys. 4.

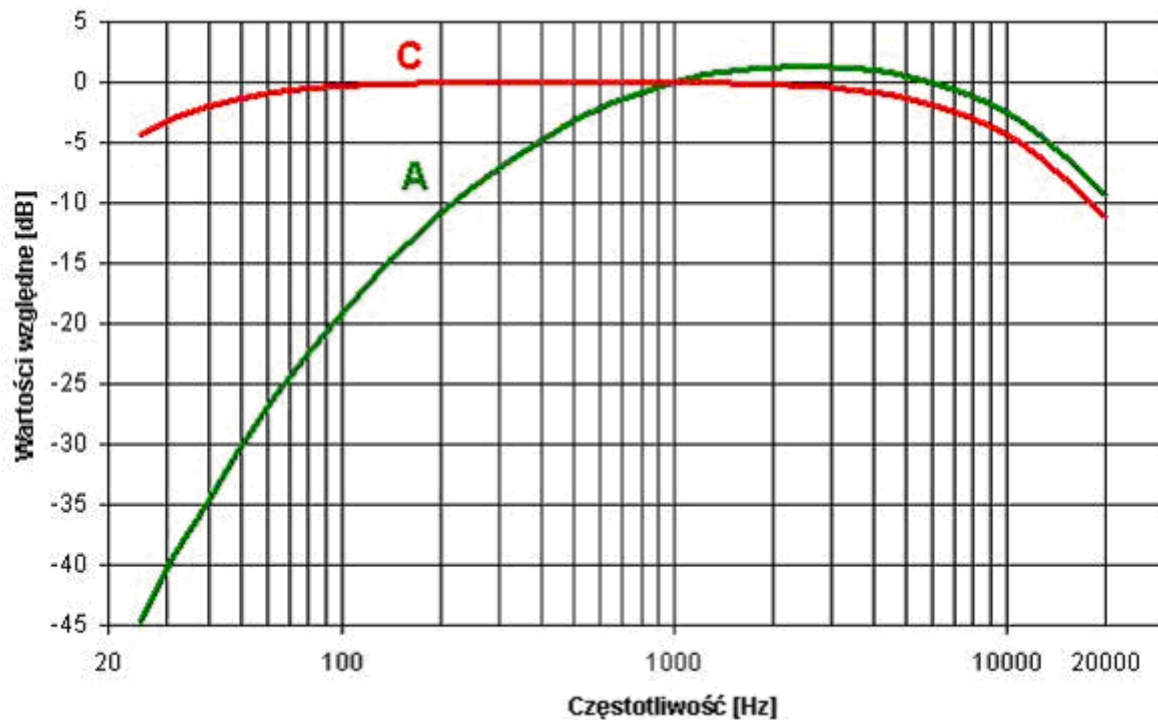


Rys. 10. Ciśnienia akustyczne i odpowiadające im poziomy ciśnienia akustycznego różnych dźwięków.

Prowadząc obliczenia dotyczące hałasu, należy pamiętać, że poziom ciśnienia akustycznego jest miarą logarytmiczną. Jeżeli umieścimy obok siebie dwa źródła hałasu, z których każde wytwarza hałas o poziomie ciśnienia akustycznego 80dB, to w wyniku sumowania powstanie hałas o poziomie 83dB, a nie 160dB!

### Skorygowane poziomy ciśnienia akustycznego - krzywe A i C

Jak podano wcześniej ucho ludzkie reaguje w różny sposób na dźwięki o różnych częstotliwościach. Aby uwzględnić czułość ucha ludzkiego na dźwięki w zależności od ich częstotliwości i poziomu ciśnienia akustycznego wprowadzono do pomiarów akustycznych krzywe korekcyjne. Najczęściej stosowane - A i C pokazano na Rys. 11.

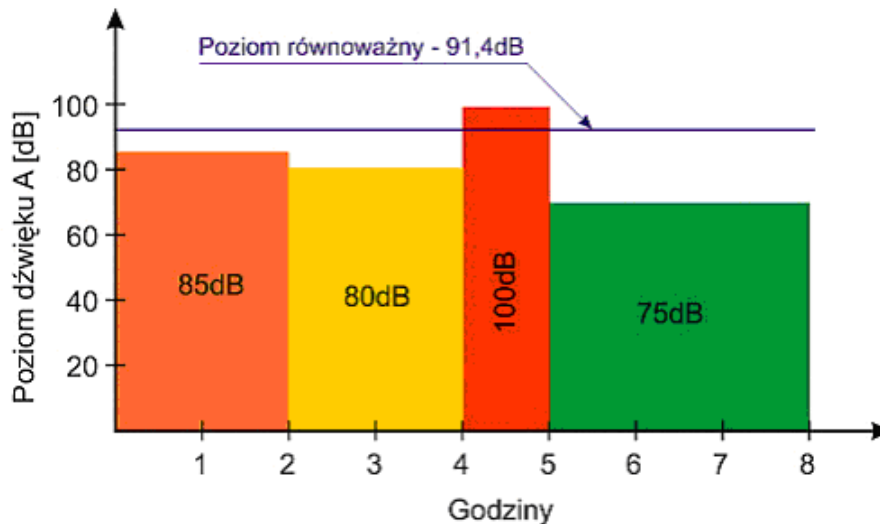


Rys. 11. Kształt krzywych korekcyjnych A i C.

Poziom ciśnienia akustycznego skorygowany wg charakterystyki częstotliwościowej A nazywany jest poziomem dźwięku A, a poziom ciśnienia akustycznego skorygowany wg charakterystyki częstotliwościowej C - poziomem dźwięku C.

#### **Równoważny poziom dźwięku A.**

Równoważny poziom dźwięku A jest wielkością opisującą hałas stosowaną w odniesieniu do oceny narażenia na hałas zmienny w czasie. Wielkość tą można interpretować jako poziom dźwięku A hałasu ustalonego, który działając przez taki sam czas jak hałas o zmiennym poziomie ciśnienia akustycznego, niesie ze sobą taką samą energię i takie samo ryzyko uszkodzenia słuchu. Na Rys. 12 przedstawiono przykład zmian poziomów dźwięku A hałasu w ciągu 8-godzinnego dnia pracy. Pracownik pierwsze dwie godziny pracował w hałasie o poziomie dźwięku A równym 85 dB, następne dwie godziny w hałasie o poziomie dźwięku A równym 80 dB, następnie godzinę w hałasie o poziomie dźwięku A równym 100 dB i trzy godziny w hałasie o poziomie dźwięku A równym 75 dB. Z punktu widzenia narażenia zawodowego odpowiada to sytuacji, w której pracownik pracowałby osiem godzin w hałasie o poziomie dźwięku A równym 91,4 dB.



Rys. 12. Zmiany poziomu dźwięku A hałasu w trakcie 8-godzinnego dnia pracy i odpowiadający im równoważny poziom dźwięku A.

Dla hałasu nieustalonego, w którym występują wyraźnie rozróżnialne, ustalone poziomy dźwięku A, poziom równoważny dźwięku A można obliczyć z zależności:

$$L_{Aeq, T_e} = 10 \lg \frac{1}{T_e} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0,1 L_{Aeq, T_i}}$$

gdzie:  $L_{Aeq, T_i}$  – równoważny poziom dźwięku A uśredniony w przedziale czasu  $T_i$ ,

$n$  - całkowita liczba wyraźnie rozróżnialnych poziomów,  $L_{Aeq, T_i}$

$$T_e = \sum_{i=1}^n T_i$$

- całkowity czas ekspozycji na hałas.

Jeżeli poziom dźwięku A ( $L_A$ ) hałasu za określony czas  $T_i$  nie zmienia się, to równoważny poziom dźwięku A ( $L_{Aeq, T_i}$ ) za ten czas równy jest poziomowi dźwięku A ( $L_A$ ).

### Ekspozycja i poziom ekspozycji na hałas

Szkodliwy efekt oddziaływania hałasu na słuch zależy od wielkości energii akustycznej docierającej do uszu pracownika, a zatem od poziomu ciśnienia akustycznego hałasu i czasu jego oddziaływania. Do oceny szkodliwego oddziaływania na organ słuchu zmieniającego się w czasie hałasu wprowadzono wielkość zwaną ekspozycją na hałas oraz odpowiadający jej i częściej stosowany w praktyce poziom ekspozycji na hałas.

Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX, 8h}$ ) lub tygodnia pracy ( $L_{EX, w}$ ) definiowany jest jako równoważny poziom dźwięku A, wyznaczony dla czasu ekspozycji na hałas równemu znormalizowanemu czasowi pracy i określony wzorem:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \lg \frac{T_e}{T_0}$$

$$L_{EX,w} = 10 \lg \left[ \frac{1}{5} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{EX,8h,i}} \right]$$

gdzie:

$L_{Aeq,T_e}$  - równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla czasu ekspozycji  $T_e$ ,

$T_0$  - czas odniesienia = 8h,

$i$  - kolejny dzień roboczy w tygodniu,

$n$  - liczba dni roboczych w tygodniu (może być różna od 5).

Warto zauważyć, że w chwili gdy czas ekspozycji  $T_e$  równy jest czasowi odniesienia  $T_0$  czyli 8-godzinnemu dobowemu czasowi pracy, to poziom ekspozycji na hałas  $L_{EX,8h}$  odpowiada równoważnemu poziomowi dźwięku A,  $L_{Aeq,T_e}$ :

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,T_e} \quad \text{dla } T_e = 8h$$

Odpowiednikiem poziomu ekspozycji na hałas, odniesionego do dnia lub tygodnia pracy, jest tzw. dzienna lub tygodniowa ekspozycja na hałas  $E_{A,T_e}$  określana również jako "dawka hałasu" i wyrażana w Pa<sup>2</sup>·s. Poziom ekspozycji na hałas i dzienną ekspozycję na hałas wiąże następująca zależność:

$$E_{A,T_d} = 1,15 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{0,1 L_{EX,8h}}$$

### **Maksymalny poziom dźwięku A**

Maksymalny poziom dźwięku A ( $L_{Amax}$ ) jest to maksymalna wartość skuteczna poziomu dźwięku A. Parametr służy do oceny hałasów krótkotrwałych i impulsowych o dużych poziomach.

### **Szczytowy poziom dźwięku C**

Szczytowy poziom dźwięku C,  $L_{Cpeak}$ , jest to maksymalna wartość chwilowa poziomu dźwięku C. Parametr ten podobnie jak maksymalny poziom dźwięku A, pozwala oceniać hałasy krótkotrwałe i impulsowe o dużych poziomach.

#### **4. Obowiązki pracodawcy i ograniczanie narażenia pracowników na hałas w świetle przepisów prawa.**

Ze względu na ochronę zdrowia pracowników w polskich przepisach wprowadzono cały szereg wymagań, które w szczególności dotyczą one pracodawców. Obowiązki pracodawcy w zakresie ochrony przed hałasem podane zostały w rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz. U. 2005, nr 157, poz. 1318). Zgodnie z tym rozporządzeniem pracodawca ma obowiązek dokonywać pomiarów wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy i porównywać ich wyniki z wartościami progów działania i NDN. Tryb i częstotliwość wykonywania tych pomiarów reguluje rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2011, nr 33, poz. 166) Zgodnie z tym rozporządzeniem pomiary hałasu powinny być wykonywane:

- nie później niż w terminie 30 dni od dnia rozpoczęcia działalności (wyniki badań i pomiarów przechowuje się przez okres 3 lat, licząc od daty ostatniego wpisu),
- co najmniej raz w roku w przypadku gdy wyniki ostatnio wykonywanych pomiarów wielkości opisujących hałas wykazały, że co najmniej jeden z nich przekracza 0,5 wartości NDN,
- co najmniej raz na dwa lata gdy wyniki ostatnio wykonywanych pomiarów wielkości opisujących hałas wykazały, że co najmniej jeden z nich przekracza 0,2 wartości NDN,
- w każdym wypadku wprowadzenia zmian w wyposażeniu technicznym, procesie technologicznym lub w warunkach wykonywania pracy, które mogły mieć wpływ na zmianę poziomu emisji lub narażenia na hałas.

Na podstawie wyników przeprowadzonych pomiarów hałasu pracodawca ma obowiązek ocenić ryzyko zawodowe związane z narażeniem pracowników na hałas wynikające z cech miejsca pracy oraz ze stosowanych w konkretnych warunkach środków lub procesów pracy, ze szczególnym uwzględnieniem:

- poziomu i rodzaju narażenia (w tym hałasu impulsowego),
- czasu trwania narażenia (w tym pracy w godzinach nadliczbowych),
- wartości NDN i progów działania,
- skutków dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników, w tym należących do grup szczególnego ryzyka,
- skutków wynikających z interakcji pomiędzy hałasem i drganiami mechanicznymi,

- informacji dotyczących poziomu emisji hałasu dostarczanych przez producenta środków pracy,
- istnienia alternatywnych środków pracy o ograniczonej emisji hałasu,
- informacji uzyskiwanych w wyniku profilaktycznych badań lekarskich pracowników,
- skutków wynikających z interakcji pomiędzy hałasem a sygnałami bezpieczeństwa lub innymi dźwiękami, które pracownik powinien słyszeć w celu ograniczenia ryzyka wypadku przy pracy,
- skutków wynikających interakcji pomiędzy hałasem a substancjami ototoksycznymi (jeśli umożliwi to stan wiedzy technicznej i medycznej),
- dostępności środków ochrony indywidualnej,

Ocena ryzyka zawodowego powinna być dokumentowana oraz dokonywana każdorazowo, gdy nastąpiły zmiany warunków wykonywania pracy lub jeśli konieczność taką wykażą wyniki profilaktycznych badań lekarskich.

Wielkości charakteryzujące hałas w środowisku pracy oraz wartości największych dopuszczalnych natężeń (NDN) dla tych wielkości zostały określone w załączniku do rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 7 czerwca 2017 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2017, poz. 1348). Zgodnie z tym rozporządzeniem 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 ( $L_{Cpeak}$ ).

Dopuszczalne ze względu na ochronę słuchu wartości hałasu obowiązują jednocześnie i nie mogą przekraczać wartości podanych w Tabeli 1.

Tabela 1. Wartości dopuszczalne (NDN) hałasu

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

Podane powyżej wartości NDN hałasu stosuje się, jeżeli inne szczegółowe przepisy nie określają wartości niższych. W przepisach szczegółowych określone zostały wartości dopuszczalne hałasu odnoszące się do osób młodocianych oraz kobiet w ciąży.

Tabela 2. Wartości dopuszczalne hałasu dla do osób młodocianych oraz kobiet w ciąży

Wielkość charakteryzująca hałas	Wartość dopuszczalna	
	młodociani	kobiety w ciąży
<b>Poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy (<math>L_{EX,8h}</math>)</b>	<b>80 dB</b>	<b>65 dB</b>
<b>Maksymalny poziom dźwięku A</b>	<b>110 dB</b>	<b>110 dB</b>
<b>Szczytowy poziom dźwięku C</b>	<b>130 dB</b>	<b>130 dB</b>

W rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 24 sierpnia 2004 r. w sprawie wykazu prac wzbronionych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac (tekst jednolity Dz.U.2016 poz.1509) podano wartości dopuszczalne hałasu dla młodocianych. W rozporządzeniu Rady Ministrów z 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) podano wartości dopuszczalne hałasu dla kobiet w ciąży. Zgodnie z tymi rozporządzeniami wzbronione jest zatrudnianie młodocianych i kobiet w ciąży na stanowiskach pracy, na których wartości hałasu przekraczają wartości dopuszczalne podane w tabeli 2.



Z kolei w rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 sierpnia 2005 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na hałas lub drgania mechaniczne (Dz. U. 2005, nr 157, poz. 1318) określono wartości progów działania dla wielkości charakteryzujących hałas w środowisku pracy. Wartości progów działania dla hałasu podano w tabeli 3.

Tabela 3. Wartości progów działania dla wielkości charakteryzujących hałas.

Wielkość charakteryzująca hałas w środowisku pracy	Wartość progu działania
Poziom ekspozycji odniesiony do 8-godziennego dobowego wymiaru czasu pracy ( $L_{EX,8h}$ ) lub poziomy ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy ( $L_{EX,w}$ )	80 dB
Szczytowy poziom dźwięku C ( $L_{Cpeak}$ )	135 dB

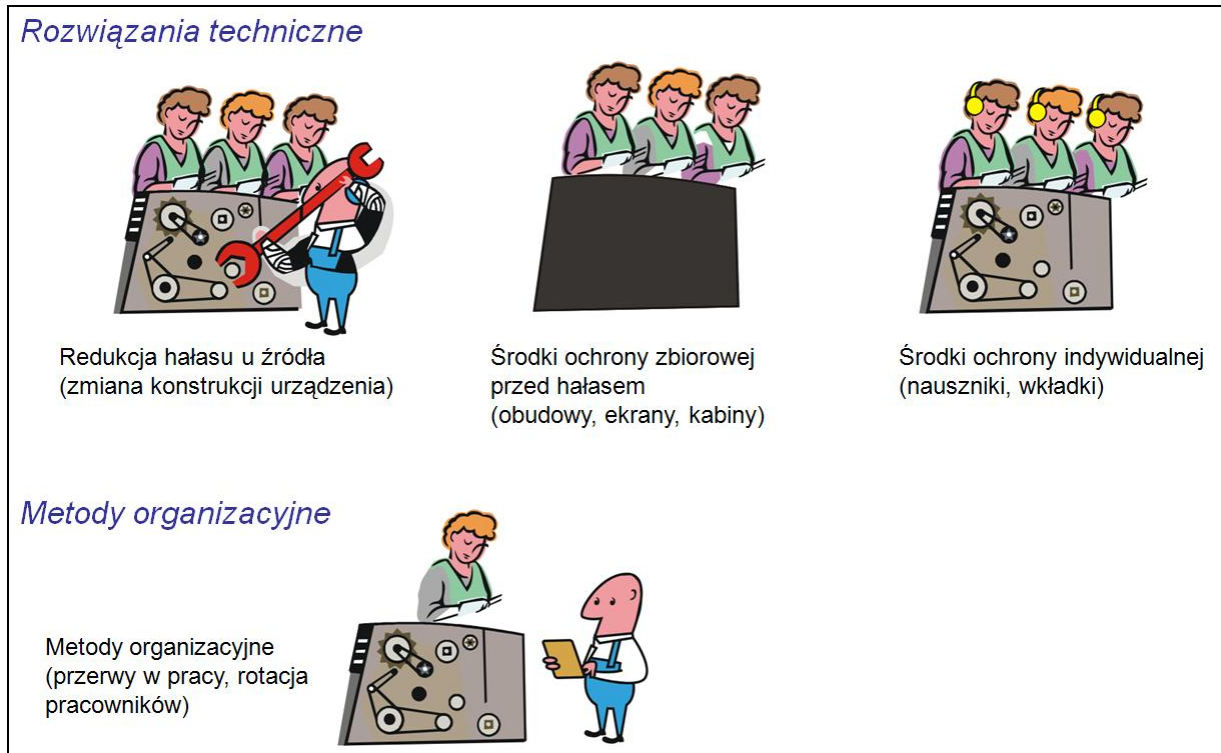
Po przekroczeniu wartości dopuszczalnych lub progów działania pracodawca jest zobowiązany podjąć określone w przepisach prawa działania, mające na celu ograniczenie ryzyka zawodowego związanego z hałasem, uwzględniając dostępne rozwiązania techniczne oraz postęp naukowo techniczny.

Po przekroczeniu wartości NDN dla hałasu pracodawca ma obowiązek podjąć niezwłoczne działania w celu ograniczenia narażenia indywidualnego poniżej wartości NDN - sporządzić i wprowadzić w życie program działań organizacyjno-technicznych, ustalić przyczyny występowania nadmiernego narażenia indywidualnego oraz dobrać środki ochronne i podjąć działania zapobiegawcze, pozwalające uniknąć ponownego wystąpienia narażenia indywidualnego przekraczającego wartości NDN.

W przypadku gdy uniknięcie lub wyeliminowanie ryzyka zawodowego wynikającego z narażenia na hałas środkami organizacyjno-technicznymi nie jest możliwe pracodawca ma obowiązek:

- udostępnić środki ochrony indywidualnej słuchu (po przekroczeniu progów działania),
- udostępnić środki ochrony indywidualnej słuchu oraz nadzorować prawidłowość ich stosowania (po osiągnięciu lub przekroczeniu wartości NDN),
- oznaczać znakami bezpieczeństwa miejsca pracy, w których wielkości charakteryzujące hałas przekraczają wartości NDN, wydzielać strefy z takimi miejscami i ograniczać do nich dostęp, jeżeli jest to wykonalne i ryzyko wynikające z narażenia na hałas uzasadnia takie wydzielenie.

Działania ukierunkowane na ograniczanie narażenia na hałas i związane z tym ryzyko powinny obejmować możliwe do wprowadzenia w danej sytuacji rozwiązania techniczne i/lub organizacyjne, które muszą być ściśle skorelowane z obowiązującymi wymaganiami prawnymi. Skuteczne metody walki z hałasem wymagają stosowania się do sprawdzonej i powszechnie przyjętej systematyki działań.



Rys. 13. Ograniczanie zagrożeń hałasem.

Zgodnie z tą systematyką przedsięwzięte środki mające na celu ograniczenie zagrożenia hałasem powinny być wprowadzane w odpowiedniej kolejności (rys. 13):

- Eliminacja zagrożenia poprzez jego redukcję u źródła powstawania,
- Stosowanie środków ochrony zbiorowej przed hałasem (ograniczanie hałasu na drodze transmisji) lub wprowadzenie rozwiązań o charakterze organizacyjnym,
- Stosowanie środków ochrony indywidualnej.

Eliminacja zagrożenia przez jego redukcję u źródła powstawania jest rozwiązaniem technicznym przynoszącym najlepsze rezultaty jednak nie zawsze możliwym do zrealizowania ze względów technicznych lub ekonomicznych. Może ona polegać na stosowaniu jak najcichszych procesów technologicznych lub jak najcichszych środków produkcji (zarówno typu jak i egzemplarza). Działania te najlepiej jest podjąć na etapie projektowania zakładu pracy, procesu produkcyjnego i zakupu środków produkcji. Duży wpływ na emisję hałasu ze źródła ma również właściwe eksploataowanie maszyny zgodnie z

jej przeznaczeniem, stosowanie zabezpieczeń akustycznych stanowiących elementy wyposażenia maszyny dołączone do maszyny przez producenta, właściwą konserwację maszyny i utrzymywanie jej w dobrym stanie technicznym.

Jeżeli nie jest możliwe ograniczenie hałasu u źródła jego powstawania należy zastosować odpowiednie środki techniczne i organizacyjne pozwalające ograniczać hałas na drodze jego rozprzestrzeniania się (transmisji) np. przez zastosowania środków ochrony zbiorowej przed hałasem pozwalają na ograniczanie hałasu na drodze transmisji. Środki te obejmują m. in.: obudowy dźwiękochłonna-izolacyjne, tłumiki akustyczne, ekrany akustyczne i przemysłowe kabiny dźwiękoizolacyjne, materiały pochłaniające dźwięk, układy aktywnej redukcji hałasu.

Obudowy dźwiękochłonna-izolacyjne (dźwiękoizolacyjne) stosuje się do całkowitego odizolowania hałaśliwej maszyny od reszty środowiska pracy lub do osłonięcia najbardziej hałaśliwych części maszyn. Mogą być to obudowy ciężkie (murowane) lub lekkie (wykonywane najczęściej z dwóch warstw blachy i materiału tłumiącego pomiędzy nimi). Skuteczność obudów pełnych sięga 25dB, a częściowych dochodzi do 5dB. 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 ograniczania 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 one na odizolowanie stanowiska pracy od hałaśliwych maszyn i procesów technologicznych. Materiały pochłaniające dźwięk stosowane są do wykładania przeszkód odbijających dźwięk (w tym ścian i sufitów) w celu zwiększenia chłonności akustycznej pomieszczenia i eliminacji dźwięków odbitych od przeszkód. Metoda ta pozwala na obniżenie hałasu o 3-7dB lecz tylko w pomieszczeniach, których początkowa chłonność była niewielka. Aktywna redukcja hałasu jest to metoda zwalczania hałasu niskoczęstotliwościowego polegająca na zastosowaniu dodatkowych źródeł dźwięku. Jej stosowanie jest jednak ograniczone (głównie względami technicznymi) i z reguły wymaga indywidualnego podejścia do zagadnienia.

Środki ochrony indywidualnej przed hałasem powinny być stosowane jedynie w przypadku gdy wyeliminowanie ryzyka związanego z hałasem nie jest możliwe przy zastosowaniu innych rozwiązań. Środki ochrony indywidualnej słuchu czyli ochronniki słuchu dzielą się na naszniki przeciwhałasowe i wkładki przeciwhałasowe (Rys. 14).



Rys. 14. Ochronniki słuchu.

Nauszniki przeciwhałasowe składają się z czasz tłumiących, obejmujących małżowiny uszne i przylegających szczelnie do głowy miękkimi poduszkami oraz. Nauszniki przeciwhałasowe mogą być niezależne (wtedy czasze połączone są za pomocą specjalnej sprężyny dociskowej) lub mocowane do hełmów ochronnych (wtedy każda czasza wyposażona jest w element mocujący do hełmu). Wkładki przeciwhałasowe są to ochronniki słuchu przeznaczone do szczelnego zamknięcia zewnętrznego przewodu słuchowego. Wkładki dzielimy na jednorazowego użytku lub wielokrotnego użytku. Wkładki przeciwhałasowe mogą być modelowane fabrycznie, formowane przez użytkownika, lub formowane przez producenta indywidualnie dla każdego użytkownika, z uwzględnieniem specyfiki budowy jego przewodu słuchowego. Stosowane ochronniki słuchu powinny być oznaczone znakiem CE (co oznacza, że spełniają normy dotyczące ochron słuchu) i dobrane pod względem parametrów akustycznych do hałasu na stanowisku pracy jak również pod względem indywidualnych cech i potrzeb pracownika.

Rozwiązania organizacyjne zmierzające do ograniczenia narażenia na hałas polegają na:

- stosowaniu przerw w pracy i ograniczanie czasu pracy na hałaśliwych stanowiskach,
- rotacja na stanowiskach pracy,
- oddzieleniu obszarów, w których wykonywane są prace o małej emisji hałasu od obszarów, w których wykonywane są prace o dużej emisji hałasu,
- grupowaniu źródeł dźwięku w zależności od poziomu ciśnienia akustycznego emitowanego dźwięku,
- odsunięciu człowieka od hałaśliwych procesów (robotyzacja i automatyzacja),
- odpowiednim usytuowaniu źródeł hałasu względem siebie i względem ścian pomieszczenia.

Niekiedy efektywnym sposobem ograniczenia narażenia na hałas są działania polegające na stosowaniu przerw w pracy, ograniczaniu czasu pracy na hałaśliwych stanowiskach i rotacja służą ograniczaniu poziomu ekspozycji na hałas. Poziom ekspozycji na hałas zależy od równoważnego poziomu dźwięku A na stanowisku pracy i czasu ekspozycji. Stosując przerwy w pracy zmniejszamy czas ekspozycji i co za tym idzie poziom ekspozycji na hałas. Jeżeli stosujemy rotację na stanowiskach pracy, pracownik część dnia pracy spędza na stanowisku o dużym poziomie hałasu a część na stanowisku o małym poziomie hałasu. Znając poziomy równoważny dźwięku A dla obu stanowisk możemy tak dobrać czas pracy na obu stanowiskach, aby poziom ekspozycji na hałas nie został przekroczony. Rozwiązanie to nie może być stosowane, gdy przekroczone są maksymalny poziom dźwięku A lub szczytowy poziom dźwięku C. Wartości te nie mogą być przekroczone w żadnej chwili przebywania pracownika na stanowisku pracy więc stosowanie przerw w pracy lub rotacji na stanowiskach pracy niczego nie zmienia. Z kolei dzięki grupowaniu źródeł hałasu możliwe jest ograniczenie liczby pracowników zagrożonych hałasem. Działanie to polega na rozdzieleniu obszarów prac o różnych poziomach emisji hałasu oraz grupowaniu ich w jednych pomieszczeniach w ten sposób pracownicy obsługujący cichsze urządzenie (w znajdujące się w jednym pomieszczeniu) nie są narażeni na hałas docierający z urządzeń głośniejszych (znajdujących się w innym pomieszczeniu).

Ważnym uzupełnieniem działań technicznych i organizacyjnych mających na celu zminimalizowanie ryzyka związanego z występowaniem hałasu w środowisku pracy jest profilaktyka medyczna. 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. 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 dnia 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 (tekst jednolity Dz.U.2016 poz.2067).

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. 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 A przekracza stale lub często 110dB, badanie audiometryczne należy przeprowadzać nie rzadziej niż raz w roku. Lekarz prowadzący badania profilaktyczne może poszerzyć zakres badań o dodatkowe specjalistyczne badania konsultacyjne oraz badania dodatkowe, a także wyznaczyć krótszy termin następnego badania jeżeli stwierdzi, że jest to niezbędne do prawidłowej oceny stanu zdrowia osoby przyjmowanej do pracy lub pracownika. Badania lekarskie mają na celu wyeliminowanie przy pracach w narażeniu na hałas osób, których stan zdrowia odbiega od normy, gdyż w wyniku narażenia na hałas może on ulec dalszemu pogorszeniu. Badania te mają również na celu wychwycenie wczesnych objawów zmian chorobowych (uszkodzenia słuchu) powstających pod wpływem narażenia na hałas i niedopuszczenie do pogłębiania się choroby

## **Bibliografia**

1. Koradecka Danuta (red.), Bezpieczeństwo i higiena pracy, Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB; Warszawa 2008
2. Engel Zbigniew, Ochrona środowiska przed drganiami i hałasem, wydanie drugie poprawione i uaktualnione, Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa 2001
3. Lipowczan Adam, Podstawy pomiarów hałasu, wydanie pierwsze, Główny Instytut Górnictwa, Katowice-Warszawa 1987
4. Morzyński Leszek, Dariusz Puto, Hałas w środowisku pracy, Państwowa Inspekcja Pracy, Warszawa 2005
5. Engel Zbigniew, Piechowicz Janusz, Pleban Dariusz, Stryczniewicz Lesław, Minimalizacja przemysłowych zagrożeń wibroakustycznych - Poradnik, Centralny Instytut Ochrony Pracy; Warszawa 2005
6. Koradecka Danuta (red.), Bezpieczeństwo pracy i ergonomia, Centralny Instytut Ochrony Pracy; Warszawa 1997
7. Majchrzycka Katarzyna (red.), Pościk Adam (red.) Dobór środków ochrony indywidualnej Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB, Warszawa, 2007
8. Zawieska Wiktor (red.), Ryzyko Zawodowe. Metodyczne podstawy oceny, Centralny Instytut Ochrony Pracy – PIB, Warszawa 2007

## **PYTANIA SPRAWDZAJĄCE**

1. Jakie definiuje się hałas?
2. W jaki sposób hałas oddziałuje na organizm człowieka?
3. Od jakich parametrów zależą skutki oddziaływania hałasu na organizm człowieka?
4. Jakie podstawowe wielkości fizyczne opisują dźwięk?
5. Jakie są częstotliwości dźwięków słyszalnych?
6. Jakie trzy podstawowe wielkości charakteryzują hałas w środowisku pracy?
7. Jakie są wartości NDN określone dla hałasu?
8. Jakie są podstawowe obowiązki pracodawców w zakresie ochrony przed hałasem?
9. W jakiej sytuacji pracodawca powinien udostępnić pracownikom ochronniki słuchu?
10. Jak jest podział środków technicznych stosowanych do ograniczania hałasu?
11. Jakie są dwa podstawowe rodzaje ochronników słuchu?
12. Jakie rozwiązania organizacyjne służą ograniczeniu narażenia na hałas?