

LEKCJA 4

Temat: Drgania mechaniczne – wibracje. Hałas w środowisku pracy

Czas realizacji:

- 1 godzina lekcyjna

Cele operacyjne:

Po zakończeniu zajęć uczeń:

- wie, co to są drgania mechaniczne,
- zna podział drgań,
- wie, co może być źródłem drgań ogólnych i miejscowych,
- wie, jakie czynniki wpływają na szkodliwość drgań,
- wie, od czego zależy reakcja organizmu na drgania mechaniczne,
- zna skutki oddziaływania drgań na organizm człowieka,
- zna metody ograniczania zagrożeń od drgań mechanicznych,
- wie, co rozumie się pod pojęciem „hałasu”,
- zna rodzaje hałasu i ich źródła,
- wie, jakie są skutki działania hałasu na organizm ludzki,
- zna metody ograniczania zagrożeń hałasem.

Treści:

1. Pojęcie drgań mechanicznych.
2. Podział drgań.
3. Czynniki wpływające na szkodliwość drgań.
4. Od czego zależy reakcja organizmu na drgania mechaniczne.
5. Skutki oddziaływania drgań na organizm człowieka.
6. Metody ograniczania zagrożeń drganiami mechanicznymi.
7. Definicja hałasu.
8. Rodzaje hałasu i ich źródła.
9. Działanie hałasu na organizm ludzki.
10. Metody ograniczania hałasu.

Pomoce dydaktyczne:

- materiał źródłowy,
- rzutnik pisma,
- foliogramy,
- karta ćwiczeń.

Spis foliogramów

Nr Tytuł

31. Wibracje.
32. Podział drgań.
33. Czynniki wpływające na szkodliwość drgań.
34. Częstotliwość drgań własnych narządów człowieka.
35. Skutki oddziaływania drgań na organizm człowieka.

36. Metody ograniczania zagrożeń drganiami mechanicznymi.
37. Hałas.
38. Rodzaje hałasu.
39. Rodzaje źródeł hałasu.
40. Metody ograniczania hałasu.

Plan zajęć:

Lp.	Treść	Metoda nauczania	Czas realizacji
1.	Temat i cele lekcji		1 min.
2.	Pojęcie drgań mechanicznych	Wykład, dyskusja	7 min.
3.	Podział drgań	Wykład, pytania	5 min.
4.	Parametry drgań i czynniki wpływające na ich szkodliwość	Wykład, pytania, dyskusja	3 min.
5.	Od czego zależy reakcja organizmu na drgania mechaniczne. Skutki oddziaływania drgań na organizm człowieka	Wykład, pytania, dyskusja	9 min.
6.	Metody ograniczania zagrożeń drganiami mechanicznymi	Wykład, pytania, dyskusja	5 min.
7.	Definicja hałasu	Wykład	3 min.
8.	Rodzaje hałasu i ich źródła	Wykład, pytania	3 min.
9.	Działanie hałasu na organizm ludzki	Wykład, pytania, dyskusja	4 min.
10.	Metody ograniczania hałasu	Wykład, pytania, ćwiczenie	5 min.

SCENARIUSZ ZAJĘĆ

Ad. 1.

- podaj temat lekcji.
- zapoznaj uczniów z celami lekcji i zachęć do zadawania pytań.

Ad. 2.

- podaj definicję drgań mechanicznych - wibracji.
- poinformuj, że w zależności od intensywności drgań i czasu ich oddziaływania na człowieka mogą być czynnikiem uciążliwym, szkodliwym i niebezpiecznym.
- przedstaw *foliogram nr 31*.

Ad. 3.

podaj podział drgań, uwzględniając sposób ich oddziaływania na organizm ludzki oraz przykłady źródeł tych drgań. Przedstaw *foliogram nr 32*.

Ad. 4.

- podaj, jakie parametry drgań oceniane są przy ocenianiu ich szkodliwości na organizm człowieka
- zwróć uwagę, że szczególnie niebezpieczne dla człowieka są częstotliwości niskie.
- przedstaw *foliogramy nr 33 i 34*.

Ad. 5.

- poinformuj, od czego zależy reakcja organizmu na działanie drgań.
- wymień zmiany chorobowe, jakie mogą powstać w organizmie człowieka w wyniku wibracji - *foliogram nr 35*.

Ad. 6.

- zapytaj uczniów, jakie znają metody ograniczania zagrożeń od drgań mechanicznych?
- uzupełnij ich wypowiedzi - *foliogram nr 36*.

Ad. 7.

- podaj definicję hałasu.
- przedstaw *foliogram nr 37*.

Ad. 8.

- podaj, jakie są rodzaje hałasu i ich źródła.
- przedstaw *foliogramy nr 38 i 39*.

Ad. 9.

- zadaj pytanie uczniom: „Jakie mogą być skutki działania hałasu na organizm człowieka?”.
- uzupełnij odpowiedzi uczniów.
- podkreśl, że hałas o stosunkowo niewielkim poziomie (w zakresie 75 dB – 85 dB), ale działający nieprzerwanie przez dłuższy okres może być przyczyną trwałego uszkodzenia słuchu, jak również rozwinięcia się chorób o podłożu nerwicowym.

Ad. 10.

- podaj techniczne i organizacyjno-administracyjne metody ograniczania hałasu.
- przedstaw *foliogram nr 40*.
- podkreśl, że w przypadku, gdy ze względów technologicznych nie można zmniejszyć hałasu na stanowisku pracy, poniżej granicznych wartości, pracownicy są obowiązani stosować ochronniki słuchu dobrane do wielkości charakteryzujących hałas.
- wykonaj z uczniami ćwiczenie.

ĆWICZENIE (dla nauczyciela z odpowiedziami)

W pomieszczeniach administracyjnych i biurowych hałas dochodzący z pobliskiej hali produkcyjnej wynosi 86 dB w ciągu całego dnia pracy.

Zaproponuj sposób poprawy warunków pracy w tych pomieszczeniach.

Typowo stosowane metody

Metody techniczne	
ograniczenie hałasu ze źródła:	• zmiana technologii procesu produkcyjnego na hali, • wymiana maszyn na cichsze, • wymiana niektórych podzespołów lub materiałów w maszynach,
ograniczenie hałasu na drodze propagacji:	• zastosowanie ścian dźwiękoizolacyjnych
Metody organizacyjno – administracyjne	
	• przeniesienie pomieszczeń biurowych w inne miejsce zakładu, z dala od hałasu.

PYTANIA KONTROLNE Z ODPOWIEDZIAMI

1. Co to są drgania mechaniczne?

Odpowiedź: Drgania mechaniczne - (wibracje) - ruch cząsteknośrodk sprężystego względem położenia równowagi. W środowisku pracy rozpatruje się jedynie drgania przekazywane do organizmu człowieka oraz bezpośredni kontakt z drgającym ośrodkiem stałym.

2. Podaj podział drgań, uwzględniając sposób oddziaływania drgań na organizm człowieka.

Odpowiedź: Ze względu na sposób oddziaływania drgań na organizm człowieka, drgania dzielimy na:

- a) drgania o oddziaływaniu ogólnym - przenikające do organizmu człowieka przez jego nogi, miednicę, plecy lub boki,
- b) drgania działające na kończyny górne

3. Jakie parametry drgań oceniane są przy określaniu ich szkodliwości dla zdrowia człowieka?

Odpowiedź: Oceniane są:

- częstotliwość drgań (szczególnie niebezpieczne są dla człowieka częstotliwości niskie),
- amplituda drgań (im większa jest amplituda drgań, tym są bardziej szkodliwe).

4. Od czego zależy reakcja organizmu na działanie drgań?

Odpowiedź: Reakcja organizmu człowieka na działanie drgań zależy od:

- miejsca wnikania drgań do organizmu,
- parametrów drgań (ich amplitudy i częstotliwości),
- kierunku propagacji drgań w organizmie,
- czasu narażenia na drgania,
- sposobu obsługi maszyn i narzędzi (utrzymywana postawa podczas pracy, siła nacisku i zacisku wywierana na narzędzie),
- warunków klimatycznych otoczenia (wilgotność, temperatura),
- własności osobniczych danego człowieka.

5. Jakie zmiany chorobowe mogą powstać w organizmie człowieka w wyniku ekspozycji na drgania mechaniczne?

Odpowiedź: W wyniku wibracji mogą powstać następujące zmiany chorobowe w organizmie człowieka:

- zaburzenia w układzie krążenia,
- zaburzenia w układzie nerwowym,
- zaburzenia w układzie kostno-stawowym,
- zaburzenia pracy układu pokarmowego,
- zaburzenia ogólne (wzroku, mowy, osłabienie, zawroty głowy),
- schorzenia skóry.

6. Wymień metody ograniczania zagrożeń drganiami mechanicznymi.

Odpowiedź: Metody ograniczania zagrożeń drganiami mechanicznymi to:

- a) metody techniczne:
 - minimalizowanie drgań u źródła ich powstawania,
 - minimalizowanie drgań na drodze ich propagacji,
 - automatyzacja procesów technologicznych i zdalne sterowanie źródłami drgań,
 - wprowadzanie dodatkowych układów (biernych lub aktywnych) redukcji drgań
- b) metody organizacyjno-administracyjne:
 - skracanie czasu narażenia na drgania,
 - stosowanie przerw i odpoczynków,
 - przesuwanie do pracy na innych stanowiskach,
 - szkolenie pracowników.

7. Co określa się pojęciem „hałas”?

Odpowiedź: Hałasem określa się wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe, uciążliwe lub szkodliwe drgania ośrodka sprężystego, oddziałujące za pośrednictwem powietrza na narząd słuchu i inne zmysły oraz narządy człowieka.

8. Jakie są rodzaje hałasu?

Odpowiedź: Hałas może być:

- ustalony, gdy poziom dźwięku mierzony w określonym miejscu zmienia się podczas obserwacji nie więcej niż 5 dB,
- nie ustalony, gdy poziom dźwięku mierzony w określonym miejscu zmienia się podczas obserwacji więcej niż 5 dB,
- impulsowy, jeśli składa się z jednego lub więcej impulsów dźwiękowych, których każdy trwa krócej niż 1 s.

9. Jakie mogą być rodzaje źródeł hałasu?

Odpowiedź: Wyróżniamy następujące źródła hałasu:

- mechaniczne (maszyny i urządzenia o napędzie mechanicznym, elektrycznym, pneumatycznym),
- aerodynamiczne i hydrodynamiczne (ruch gazów i cieczy w rurociągach, wentylatorach),
- technologiczne (hałas przy łamaniu i kruszeniu materiałów).

10. Jakie mogą być skutki działania hałasu na organizm człowieka?

Odpowiedź: Skutkiem działania hałasu na organizm człowieka są:

- uszkodzenie słuchu,
- nerwice,
- zwiększona pobudliwość,
- bezsenność i bóle głowy,
- zmniejszony refleks,
- nadciśnienie tętnicze krwi,
- choroby wrzodowe żołądka i dwunastnicy,
- osłabienie czynności narządów trawiennych,
- wzmożone napięcie mięśni,
- obniżenie odporności na choroby,
- zaburzenie wzroku, równowagi i dotyku.

11. Jakie są metody ograniczania hałasu?

Odpowiedź: Wyróżniamy następujące ograniczenia hałasu:

a) techniczne:

- ograniczanie emisji hałasu ze źródła,
- ograniczanie hałasu na drodze propagacji,

b) organizacyjno-administracyjne:

- właściwe rozmieszczenie pomieszczeń ze źródłami hałasu,
- odsunięcie stanowisk pracy od źródeł hałasu, w tym automatyzacja procesów technologicznych,
- stosowanie przerw w pracy i ograniczenie czasu pracy na hałaśliwych stanowiskach.

MATERIAŁ ŹRÓDŁOWY DLA UCZNIA

Temat: *Drgania mechaniczne – vibracje. Hałas w środowisku pracy*

DRGANIA MECHANICZNE

Drgania mechaniczne (wibracje) definiowane jako ruch cząstek ośrodka sprężystego względem położenia równowagi. W środowisku pracy rozpatrywane są jedynie drgania przekazywane do organizmu człowieka przez bezpośredni kontakt z drgającym ośrodkiem stałym. Mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia a nawet życia ludzkiego.

W zależności od amplitudy drgań i czasu ich oddziaływania na człowieka drgania mogą być :

- *czynnikiem uciążliwym* (utrudniającym pracę lub obniżającym zdolność do jej wykonywania),
- *czynnikiem szkodliwym* (powodującym stopniowe pogarszanie stanu zdrowia prowadzące do wystąpienia choroby zawodowej),

lub też, w skrajnych przypadkach:

- *czynnikiem niebezpiecznym* (powodującym natychmiastowe pogorszenie stanu zdrowia, czyli uraz).

Podział drgań

Ze względu na różny sposób oddziaływania na człowieka, zależny od miejsca ich przenikania do organizmu rozróżnia się:

1. **Drgania ogólne** przenikające do organizmu człowieka przez jego nogi, miednicę, plecy lub boki, charakterystyczne dla zakresu częstotliwości od 0,9 Hz do 90 Hz, (największa wrażliwość organizmu człowieka występuje dla 0,9 Hz - 9 Hz). Oddziałują na człowieka najczęściej poprzez podłoże na którym pracują ludzie lub poprzez siedziska pojazdów.
2. **Drgania działające przez kończyny górne (ręce)** charakterystyczne dla zakresu częstotliwości od 5,6 Hz do 1400 Hz (największa wrażliwość organizmu występuje w zakresie 5,6 Hz -20 Hz). Pochodzą głównie od używanych narzędzi ręcznych lub maszyn wytwarzających drgania (wiertarki, pilarki ręczne, szlierki, młoty pneumatyczne).

Źródła drgań

Źródłami drgań o *działaniu ogólnym* są:

- podłogi hal fabrycznych i innych budynków oraz podesty, pomosty itp., wprawione w drgania przez eksploatowane w nich (lub poza nimi) maszyny i urządzenia stacjonarne i przenośne lub też przez ruch uliczny czy kolejowy,
- różnego rodzaju platformy drgające,
- siedziska i podłogi różnego rodzaju środków transportu (samochodów, ciągników, autobusów, tramwajów itp.),
- siedziska i podłogi wszelkiego rodzaju maszyn budowlanych.

Źródłami drgań *działających przez kończyny górne* są głównie:

- ręczne narzędzia uderzeniowe o napędzie pneumatycznym, hydraulicznym lub elektrycznym, np. młoty, ubijaki, klucze udarowe,
- ręczne narzędzia obrotowe o napędzie elektrycznym lub spalinowym, np. wiertarki, szlifiery, piły łańcuchowe,
- dźwignie sterujące maszyn i pojazdów obsługiwane rękami,
- źródła technologiczne, np. obrabiane elementy trzymane w dłoniach lub prowadzone ręką przy szlifowaniu, gładzeniu, polerowaniu itp.

Należy zaznaczyć, że niektóre narzędzia ręczne (zaliczane do typowych źródeł drgań działające przez kończyny górne np. pilarki, młoty), ze względu na generację drgań o bardzo dużych amplitudach, które przenoszone są wtedy także przez barki na tułów i głowę mogą stać się źródłami drgań ogólnych.

Parametry drgań i czynniki wpływające na ich szkodliwość

Częstotliwość drgań

Szczególnie niebezpieczne są dla człowieka drgania o niskich częstotliwościach.

Każda część ciała każdy narząd charakteryzuje się swoją częstotliwością drgań własnych. Jeżeli częstotliwość drgań własnych narządu człowieka będzie równa częstotliwości drgań wytwarzanych przez urządzenie, może dojść do rezonansu - gwałtownego wzrostu amplitudy drgań narządu. Skutkiem rezonansu może być wtedy rozerwanie lub uszkodzenie narządu, krwawe wybroczyny oraz rozległe krwotoki.

Amplituda drgań

Im większa amplituda drgań, tym bardziej są one szkodliwe drgania. Jako wielkość określającą amplitudę drgań przyjmuje się przyspieszenie drgań, w m/s^2 .

Reakcja organizmu na działanie drgań zależy od:

- miejsca wnikania drgań do organizmu,
- parametrów drgań: amplitudy i częstotliwości,
- kierunku propagacji (rozchodzenia się) drgań w organizmie,
- czasu narażenia na drgania,
- sposobu obsługi maszyn czy narzędzi (utrzymywana postawa podczas pracy, siła nacisku i zacisku wywierana na narzędzie),
- warunków klimatycznych otoczenia (wilgotność, temperatura),
- właściwości osobniczych danego człowieka (cech dziedzicznych, stanu zdrowia, przyjmowanych leków, palenia tytoniu itp.).

Skutki oddziaływania drgań na organizm człowieka

W wyniku działania drgań na organizm człowieka, może dojść do zaburzeń w układach:

- krążenia (np. zespół „białych palców” z uwagi na uszkodzenie drobnych naczyń krwionośnych),
- nerwowym człowieka (złe samopoczucie, bezsenność, zaburzenia czucia, ograniczenie zdolności manualnych, bóle rąk i nóg),
- kostno-stawowym (zmiany zwyrodnieniowe stawów nadgarstkowych, łokciowych i kręgosłupa, torbiele kostne),
- układzie pokarmowym,
- zaburzeń ogólnych, w tym wzroku, mowy, osłabienia, zawrotów głowy.

Metody ograniczania zagrożeń drganiami mechanicznymi

A. Metody techniczne:

- minimalizowanie drgań u źródła ich powstawania (eliminacja luzów, właściwy montaż maszyny i mocowanie jej do podłoża),
- minimalizowanie drgań na drodze ich propagacji (właściwe fundamentowanie maszyn, stosowanie mat, podkładek, wibroizolatorów),
- automatyzacja procesów technologicznych i zdalne sterowanie źródłami drgań,
- wprowadzanie dodatkowych układów (biernych lub aktywnych) redukcji drgań.

B. Metody organizacyjno-administracyjne:

- skracanie czasu narażenia na drgania w ciągu zmiany roboczej,
- stosowanie przerw i odpoczynków w wydzielonych pomieszczeniach,
- przesuwanie do pracy na innych stanowiskach osób szczególnie wrażliwych na działanie drgań,
- szkolenie pracowników w celu uświadamienia ich o występujących zagrożeniach oraz w zakresie bezpiecznej obsługi maszyn i narzędzi.

Pomiary i ocenę oddziaływań drgań mechanicznych na człowieka wykonuje się w oparciu o normy: PN-EN ISO 5349-1:2004, PN-EN ISO 5349-2:2004, PN-EN ISO 14253:2008, PN-88/B 0211 oraz Rozporządzenie MPiPS z dnia 29 listopada 2002 Dz. U. Nr 21, poz. 1833, zm. Dz. U. 2005, nr 212, poz. 169.

HAŁAS

Hałasem określa się każdy niepożądany dźwięk, który może być uciążliwy lub szkodliwy dla zdrowia lub zwiększać ryzyko wypadku przy pracy.

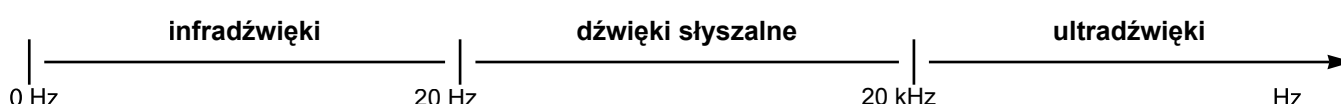
Drgania akustyczne polegają na ruchu drgającym cząsteczek ośrodka sprężystego względem położenia równowagi.

Rozprzestrzenianie się drgań akustycznych nazywa się **falą akustyczną**.

W zależności od częstotliwości drgań akustycznych rozróżniamy hałas:

• <i>infradźwiękowy</i>	- w widmie, którego występują składowe o częstotliwościach od 1 – 20 Hz i o częstotliwościach słyszalnych do 50 Hz,
• <i>słyszalny</i>	- w widmie, którego występują składowe o częstotliwościach słyszalnych od 20 Hz – 20 kHz,
• <i>ultradźwiękowy</i>	- w widmie którego występują składowe o częstotliwościach od 10 kHz - 40 kHz.

Przedział dźwięków



Granice podziału nie są tak wyraźne jak podano wyżej, ponieważ jest to zależne od wrażliwości osobniczej.

Dźwięki występujące w hałasie charakteryzują się różnym oddziaływaniem biologicznym na człowieka w zależności od ich częstotliwości. Istotną sprawą jest więc uwzględnienie tego faktu podczas oceny narażenia na hałas.

Rodzaje hałasu

Wyróżnia się następujące rodzaje hałasu, biorąc pod uwagę zmienność jego natężenia w czasie:

• <i>hałas ustalony</i>	- poziom dźwięku mierzony w określonym miejscu zmienia się podczas obserwacji nie więcej niż 5 dB,
• <i>hałas nie ustalony</i>	- poziom dźwięku mierzony w określonym miejscu zmienia się podczas obserwacji więcej niż 5 dB
• <i>hałas impulsowy</i>	- składa się z jednego lub więcej impulsów dźwiękowych, z których każdy trwa krócej niż 1 s.

Źródła hałasu:

- *mechaniczne*, np. hałas wywołany przez maszyny i urządzenia o napędzie mechanicznym, elektrycznym, pneumatycznym,
- *aerodynamiczne i hydrodynamiczne*, np. ruch gazów i cieczy w rurociągach, wentylatorach,
- *technologiczne*, np. hałas wynikający z kruszenia, łamania materiałów.

Działanie hałasu na organizm ludzki

Skutkiem działania hałasu na organizm ludzki jest:

- uszkodzenie struktur anatomicznych narządu słuchu powodujące spadek sprawności słuchu, aż do głuchoty włącznie,
- nerwice,
- zwiększona pobudliwość,
- bezsenność i bóle głowy,
- przedłużenie czasu reakcji na bodziec (zmniejszony refleks),
- nadciśnienie tętnicze krwi,
- choroby wrzodowe żołądka i dwunastnicy,
- osłabienie czynności narządów trawiennych,
- wzmożone napięcie mięśni,
- obniżenie odporności na choroby,
- zaburzenie wzroku, równowagi, dotyku.

Hałas o stosunkowo niewielkiej intensywności (do 80 dB), ale działający nieprzerwanie przez dłuższy okres (kilka lub kilkanaście lat), może być przyczyną powstania i rozwinięcia się w organizmie chorób o podłożu nerwicowym.

Dopuszczalne wartości, ze względu na ochronę słuchu, wynoszą:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy lub tygodnia pracy nie powinien przekraczać **85 dB** (próg działania 80 dB),
- maksymalny poziom dźwięku A występujący w czasie obserwacji nie większy niż 115 dB,
- maksymalna wartość chwilowa poziomu dźwięku (szczytowy poziom dźwięku) nie przekracza **135 dB**.

W przypadku, gdy ze względów technicznych nie ma możliwości zmniejszenia hałasu poniżej dopuszczalnych wartości, pracownicy są zobowiązani stosować ochronniki słuchu, dobrane do wielkości charakteryzujących hałas.

Ubytki słuchu powstają również w wyniku naturalnego starzenia się organu słuchu.

Fizjologiczne ubytki słuchu

Wiek człowieka	Ubytek słuchu
20 lat	1,3 dB
30 lat	7,4 dB
40 lat	12,7 dB
50 lat	18,0 dB
60 lat	27,4 dB
70 lat	36,7 dB
80 lat	44,0 dB

Metody ograniczania zagrożeń hałasem

A. Rozwiązania techniczne

Ograniczanie emisji hałasu ze źródła polega na:

- zmianie technologii,
- wymianie maszyny na cichszą,
- wyciszeniu maszyny u źródła np. w przestrzeni roboczej maszyny,
- zastosowaniu tłumików na wylotach mediów,
- zastosowaniu w konstrukcji maszyny materiałów tłumiących drgania i hałas.

Ograniczanie hałasu na drodze propagacji polega na:

- odizolowaniu maszyny od podłoża,
- zastosowaniu obudowy dźwiękoizolacyjnej maszyny,
- zastosowaniu ekranu akustycznego,
- umieszczeniu na powierzchniach ścian, stropu, podłogi materiałów dźwiękochłonnych,
- zastosowaniu kabin dźwiękoizolacyjnych dla obsługi,
- stosowaniu ochronników słuchu.

B. Rozwiązania organizacyjno-administracyjne to:

- właściwe rozplanowanie zakładu, w tym rozmieszczenie pomieszczeń ze źródłami hałasu,
- odsunięcie stanowisk pracy od źródeł hałasu, w tym automatyzacja i mechanizacja procesów technologicznych,
- wydzielenie i grupowanie maszyn, które są źródłem hałasu,
- stosowanie przerw w pracy i ograniczanie czasu pracy na hałaśliwych stanowiskach.

LITERATURA¹

1. J. Koton: *Drgania mechaniczne*. CIOP - PIB, Warszawa 2010.
2. Koradecka: *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia*. CIOP, Warszawa 1999.
3. Augustyńska D., Kaczmarska A., Mikulski W.: *Rozdziały Hałas słyszalny, Hałas infradźwiękowy w monografii pod redakcją Zawieski W : Ocena ryzyka zawodowego*, CIOP-PIB, Warszawa 2007
4. Augustyńska D., Pośniak M., *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy - wartości dopuszczalne*, CIOP - PIB, Warszawa 2007.
2. Mikulski W., Kozłowski E., Krukowicz T., Radosz J., *Prewencja hałasu w środowisku pracy*, Poradnik, CIOP- PIB, Warszawa 2009.

PYTANIA KONTROLNE

1. Co to są drgania mechaniczne?
2. Podaj podział drgań, ze względu na sposób oddziaływania drgań na organizm człowieka.
3. Jakie czynniki wpływają na szkodliwość drgań?
4. Od czego zależy reakcja organizmu na działanie drgań?
5. Jakie zmiany chorobowe mogą powstać w organizmie człowieka w wyniku działania drgań?
6. Wymień metody ograniczania zagrożeń od drgań mechanicznych.
7. Co określa się pojęciem „hałas”?
8. Jakie są rodzaje hałasu?
9. Jakie mogą być rodzaje źródeł hałasu?
10. Jakie mogą być skutki działania hałasu na organizm człowieka?
11. Jakie są metody ograniczania hałasu?

ĆWICZENIE

W pomieszczeniach administracyjnych i biurowych, hałas dochodzący z pobliskiej hali produkcyjnej wynosi 60 dB w ciągu całego dnia pracy.

Metody techniczne	
ograniczenie hatasu ze źródła:	
ograniczenie hatasu na drodze propagacji:	
Metody organizacyjno – administracyjne	