

# Ochrona przeciwdźwiękowa

---

- ❑ Materiały i ustroje dźwiękochłonne.
  - ❑ Konstrukcje przeciwhałasowe.
  - ❑ Aspekty ekonomiczne związane ze zwalczaniem hałasu.
  - ❑ Nakłady związane ze zwalczaniem hałasu.
-

# Ochrona przed hałasem i drganiami w budownictwie

---

- 1938 – pierwsze polskie laboratorium akustyczne dla potrzeb akustyki budowlanej (PW)
  - 1958 – wznowienie po wojnie systematycznych prac badawczych (w tym pomiary hałasu w budynkach mieszkalnych)-Instytut Budownictwa
  - 1962 – budowa Laboratorium Akustycznego – współpraca naukowa z ośrodkami badawczymi i instytucjami międzynarodowymi
-

# Izolacyjność akustyczna

---

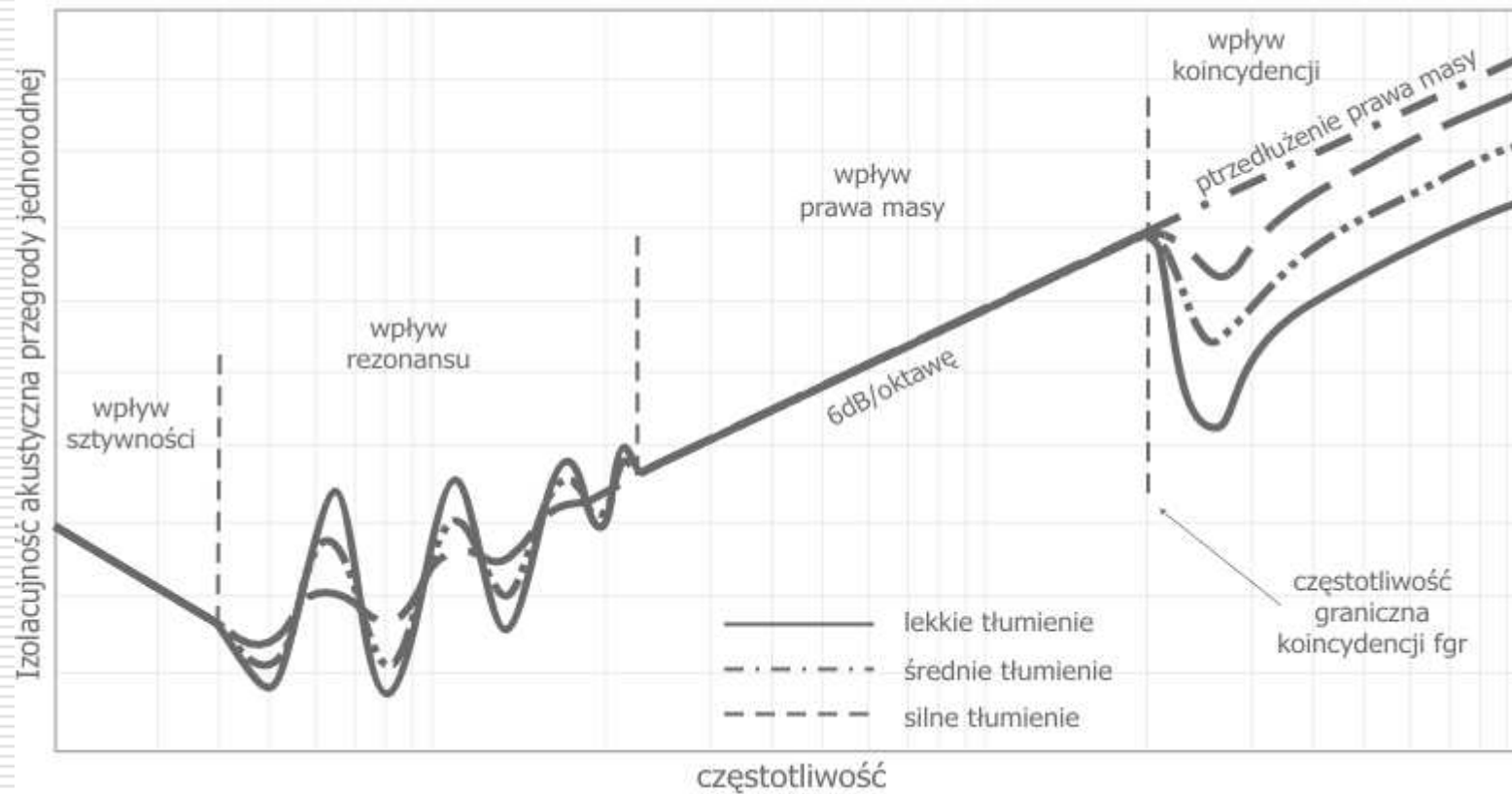
- **Izolacyjność akustyczna** jest to zdolność (przegród budowlanych) do tłumienia dźwięków powietrznych lub/i dźwięków uderzeniowych. Zależy ona głównie od masy materiału ale i od jego budowy wewnętrznej, a także od rozwiązania przegrody z określonym materiałem.

# Prawo masy

---

- **Prawo masy** jest to empiryczna zależność określająca związek między masą powierzchniową przegrody wyrażoną w  $\text{kg/m}^2$ , a jednoczbowymi wskaźnikami izolacyjności akustycznej przegrody podanymi w dB
-

# Prawo masy



# Rodzaje hałasu w budownictwie

---

## Hałasy bytowe:

- rozmowa (głosem normalnym, podniesionym, krzyk dziecka)
- hałasy muzyczne (radio, instrumenty)
- klatka schodowa (rozmowy, chodzenie)

## Hałasy instalacyjne:

- w pomieszczeniach technicznych (pompy, transformatory)
- w pomieszczeniach sanitarnych (wanny, baterie wodne)

## Hałasy zewnętrzne:

- komunikacja drogowa
  - kolej
  - komunikacja lotnicza
-

# Normy dotyczące warunków akustycznych budynków

---

- Minimalna izolacyjność akustyczna przegród wewnętrznych i zewnętrznych – PN-B-02151-3:1999
  - Dopuszczalne poziomy hałasu w pomieszczeniach – PN-87/B-02151/02
  - Dopuszczalne poziomy drgań w budynkach - PN-88/B-2171
-

# Normy dotyczące określania jakości izolacyjności akustycznej

---

- Metody pomiarów izolacyjności akustycznej elementów budowlanych i izolacyjności akustycznej w budynkach – seria PN-EN ISO 140
  - Metody wyznaczania wskaźników izolacyjności akustycznej ( $R'A1/A2$ ) – seria PN-EN ISO 717
  - Obliczeniowe metody określenia izolacyjności akustycznej w budynkach na podstawie i.a. elementów budowlanych – PN-EN 12354
-



# Elementy ochrony przed hałasem wytworzonym wewnątrz budynku:

---

## □ Urządzenia, instalacje:

- stosowanie wibroizolacji maszyn i urządzeń
- otuliny, zamocowania, obudowy, tłumiki
- elastyczne podłączenie źródeł hałasów do sieci instalacyjnej
- wydzielanie poza budynek pomieszczeń hałaśliwych

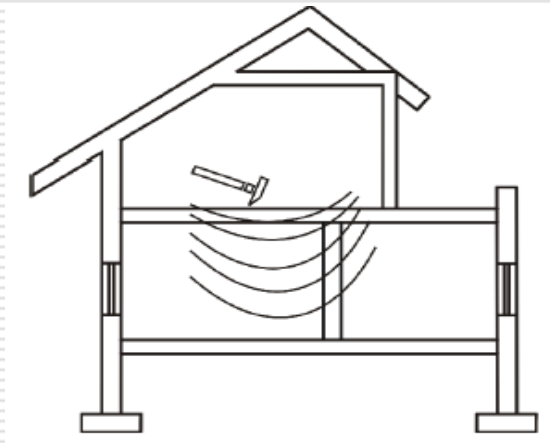
## □ Rozwiązania konstrukcyjne:

- odosobnianie i dylatowanie pomieszczeń ze źródłami hałasu
  - stosowanie przegród i ustrojów dźwiękochłonnych
-

# Izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych - stropy

---

- Hałas przenoszony przez stropy jest jednym z typów hałasu w budownictwie. Dźwięki uderzeniowe powstają w konstrukcji na skutek wymuszenia dynamicznego np. stukania w strop, toczenia po stropie, nacisku kroków.



- Najskuteczniejsza eliminacja polega na niedopuszczeniu do przenoszenia wymuszenia akustycznego na konstrukcję, czyli niedopuszczeniu do wzbudzenia drgań konstrukcji. Oznacza to, że należy odseparować źródło (kroczącego człowieka, toczony wózek) od konstrukcji budynku poprzez warstwę ochronną podłogi pływającej, wykładziny, czy specjalistycznych podkładów pod panele.
-

# Parametr izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych

---

- Izolacyjność akustyczną od dźwięków uderzeniowych stropów i podłóg opisuje wskaźnik izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych o oznaczeniu podstawowym L. Ocena wskaźnika dokonywana jest w oparciu o procedury z normy *PN-EN ISO 717-2:1999 Akustyka*
  - Rodzaj wskaźnika:
    - $L_{nw}$  - wartość określona na podstawie badań laboratoryjnych
    - $L'_{nw}$  - wartość określona na podstawie badań na obiekcie, rzeczywistej izolacyjności w obiekcie – praktyczna skuteczność, wymaganie prawne
    - $\Delta L'_{nw}$  - rzeczywisty przyrost izolacyjności akustycznej dla podłóg pływających, wykładzin dywanowych
  - W budynkach mieszkalnych wymagana normą *PN-B-02151-3: 1999* izolacyjność akustyczna od dźwięków uderzeniowych dla stropów jest w wartości wskaźnika  $L'_{nw} = 58$  dB. Jest to izolacyjność stropu uzyskana bez warstwy wykończeniowej na stropie.
-

# Wymagana izolacyjność przegród wewnętrznych

Przeznaczenie budynku	Rodzaj przegrody	Wymagania, dB	
		min $R_{A1}$ lub $D_{nT,A1}$	max $L'_{n,w}$
Budynki mieszkalne wielorodzinne	ściana międzymieszkaniowa	50	---
	strop międzymieszkaniowy	51	58
	ściana między mieszkaniem a pomieszczeniem technicznym	55-57	---
	strop między mieszkaniem a pomieszczeniem technicznym	55-57	48-58
	ściany działowe w obrębie mieszkania	30-35	---
Hotele wyższych kategorii	ściana między pokojami hotelowymi	50	---
	strop między pokojami hotelowymi	50	58
Szkoły	ściana między salami lekcyjnymi	45	---
	strop między salami lekcyjnymi	50	63
Budynki biurowe	ściana między pokojami	35-50	---

# Technologie stropowe

---

- Uzyskanie odpowiedniej izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych dla powszechnie stosowanych w Polsce stropów masywnych wymaga zastosowania dodatkowych zabiegów technicznych.
    - **Wibroizolatory na czopach dla stropów masywnych prefabrykowanych** - można zastosować elementy sprężyste, elastomery na czopach, które pochłaniają energię akustyczną. Elastomery dobrze ograniczają przenoszenie dźwięków na przegrody pionowe. Słabą stroną tego rozwiązania jest nieuzyskanie odpowiedniej izolacyjności akustycznej ze względu na grubość stropu.
    - **Podłoga panelowa z podkładem sprężystym** - Jako system wykończeniowy o estetyce drewna można zastosować panel drewnopochodny z podkładem sprężystym. Dla skuteczności tego rozwiązania konieczna jest warstwa sprężysta pod panelem, najlepiej z cienkiego, spienionego tworzywa sztucznego. Skuteczność metody D L'nw wynosi od 8 do 12 dB.
    - **Płyty podłogowe – pływająca podłoga** - Produkt ten oferują producenci płyt gipsowych. Płyta gipsowa na stropie masywnym wraz z warstwą sprężystą tworzy pływającą podłogę. W systemach stosowane są różne rodzaje warstw sprężystych: wełna mineralna, styropian. To rozwiązanie daje możliwość uzyskania cienkich stropów o wysokiej izolacyjności akustycznej od dźwięków uderzeniowych.
-

# Technologie stropowe c.d.

---

- **Płyty podłogowe – pływająca podłoga** - W budownictwie mieszkalnym jest to jeden ze sposobów uzyskania na stropie masywnym podłogi pływającej z efektywnością całego rozwiązania na poziomie  $L'_{n,w} = 56$  dB. Systemy z warstwą sprężystą mają efektywność  $D L'_{nw}$  od 6 do 18 dB.
  - **Wylewka ciężka – pływająca podłoga** - Na nośnej warstwie sprężystej (styropian, wełna mineralna) wykonuje się 4 lub 5 cm wylewkę betonową lub jastrychową. Ciężka podłoga pływająca pozwala na prowadzenie pod wylewką instalacji. W budownictwie mieszkalnym jest to jeden ze sposobów uzyskania na stropie masywnym podłogi pływającej z efektywnością całego rozwiązania na poziomie  $L'_{n,w} = 56$  dB. Systemy z warstwą sprężystą ze styropianu lub wełny mają skuteczność  $D L'_{nw}$  od 18 do 26 dB
-

# Izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych – szklenia i okna

---

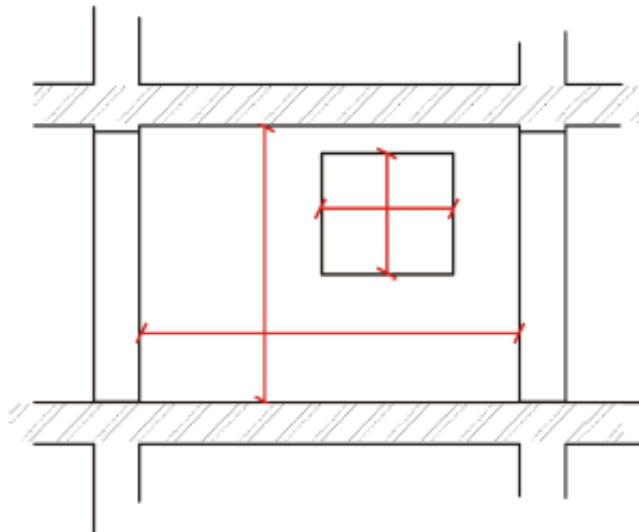
- W konkretnych warunkach realizacji na ocenę izolacyjności akustycznej okna wpływa kilka czynników związanych z montażem okna w przegrodzie masywnej.
  - typ okna, rodzaj szklenia
  - konstrukcja ramy i szczelność skrzydła
  - technologia zamocowania
  - sposób wypełnienia szczelin styku okna ze ścianą
  - materiał wypełnienia szczelin
  - perforacja podokienna
  
- Wskaźnik izolacyjności akustycznej ściany z oknem oceniamy poprzez ważenie wskaźnika względem udziału powierzchniowego okna w stosunku do powierzchni przegrody ocenianej po wewnętrznych wymiarach między ścianami i stropami.

$$R_{wyp} = 10 \log \frac{1}{\sum S_j} \sum (S_j * 10^{-0.1 * R_j})$$

# Szklenia i okna

---

- W zależności od powierzchni okna, wpływa ono bardziej lub mniej na całkowitą izolacyjność przegrody zewnętrznej. Optymalne wymiary okna muszą jednak uwzględniać kwestie doświetlenia pomieszczenia, które może w ostateczności decydować o wielkości okna w budynku.

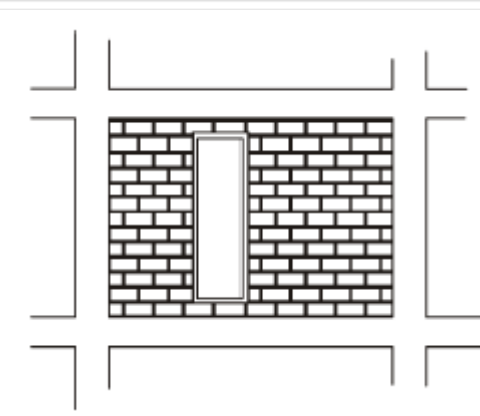
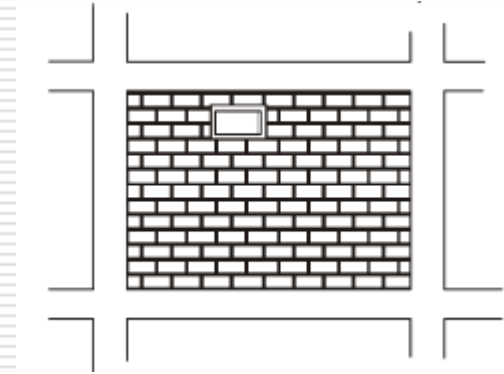




# Szklenia i okna

---

- ❑ Okno małe o powierzchni nie większej niż 1 % powierzchni przegrody ma mały wpływ na zmianę wskaźnika izolacyjności akustycznej części nieprzeźroczystej ściany zewnętrznej. Obniżenie wskaźnika części przeźroczystej o około 2 dB.
- ❑ Stosowanie okien o powierzchni do 15 % powierzchni przegrody powoduje spadek izolacyjności akustycznej całej przegrody 4-10 dB w stosunku do wskaźnika części masywnej, nieprzeźroczystej przegrody zewnętrznej.
- ❑ Przegrody zewnętrzne z oknem o powierzchni 15-45 % charakteryzują się znaczącym wpływem okna na izolacyjność akustyczną przegrody zewnętrznej. Utrata wynosi od 10 do 20 dB. Najpowszechniej projektowane są okna o powierzchni 17 - 25 % powierzchni przegrody zewnętrznej w układzie poziomym.
- ❑ Najlepiej jest, z punktu widzenia izolacyjności akustycznej, kiedy powierzchnia okna w przegrodzie zewnętrznej nie przekracza 7% powierzchni przegrody.



# Przykładowe wartości pogłosowego współczynnika pochłaniania dźwięku dla typowych materiałów budowlanych

Materiał	Pasmo częstotliwości						
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tynk gipsowy gładź malowany	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
Płyta G-K na packi malowana	0,03	0,04	0,05	0,06	0,6	0,07	0,08
Tynk wapienny 1 cm	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01
Szyba okienna	0,02	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02
Deska podłogowa drewniana	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07	0,05
Panele podłogowe drewnopochodne	0,20	0,13	0,11	0,08	0,05	0,05	0,04
Płytki ceramiczne	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Wykładzina dywanowa	0,04	0,10	0,22	0,52	0,74	0,62	0,54
Wykładzina PCV	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,5
Zastona	0,05	0,21	0,32	0,38	0,35	0,25	0,27
Roleta listwowa drewniana	0,06	0,12	0,24	0,26	0,31	0,29	0,24
Fotel standardowy	0,41	0,52	0,67	0,90	1,00	1,00	0,95
Panele drewnopodobne perforowane	0,23	0,35	0,40	0,48	0,52	0,42	0,38
Sufit systemowy w A klasie pochłaniania dźwięku	0,60	0,70	0,80	0,90	0,90	0,80	0,70
Sufit systemowy w C klasie pochłaniania dźwięku	0,30	0,40	0,50	0,60	0,60	0,50	0,40
Ściana betonowa malowana	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01

# Procedura pomiarowa – przykład (izolacyjność od dźwięków powietrznych)

---

- Warunki laboratoryjne (nie uwzględniają przenoszenia dźwięku drogami bocznymi)
- Powierzchnia przegrody: ok. 10m<sup>2</sup> dla ścian

$$R = L_1 - L_2 - 10 \log \left[ \frac{6,15 \cdot S \cdot T}{V} \right] \text{ dB}$$

***R*** – izolacyjność akustyczna właściwa

***L1*** – poziom ciśnienia akustycznego w komorze nadawczej

***L2*** – poziom ciśnienia akustycznego w komorze odbiorczej

***T*** – czas pogłosu

***S*** – powierzchnia próbki

***V*** – objętość komory odbiorczej

---

# Inne parametry opisujące izolacyjność

---

- izolacyjność od dźwięków uderzeniowych  $L_n$
  - wzłużna izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych sufitów podwieszanych  $D_{n,c}$
  - wzłużna izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych i uderzeniowych podłóg podniesionych  $D_{n,f}$ ,  $L_{n,f}$
  - tłumienie dźwięków uderzeniowych przez podłogi na stropie wzorcowym: zmniejszenie poziomu uderzeniowego  $\Delta L = L_{n0} - L_n$
  - pogłosowy współczynnik pochłaniania dźwięku  $\alpha_S$
  - sztywność dynamiczna materiałów używanych w pływających podłogach  $s_1'$
  - oporność przepływu powietrza materiałów porowatych: oporność właściwa  $r$  i oporność jednostkowa  $R_s$
-

# Akustyka pomieszczeń?

---

- Poprawa izolacyjności akustycznej pomieszczenia (pot. „wytłumianie”)
  
  - Poprawa akustyki pomieszczenia
-

# Osoby zainteresowane

---

- Przystosowanie akustyczne – użytkownicy
  - Izolacyjność akustyczna – osoby trzecie
-

# Metody izolacji

---

przy budowie ściany

- - uwzględnienie przy projektowaniu

izolacja istniejącej ściany

- - 'sandwiching'
  - - niedopasowanie impedancji
  - - efekt wizualny
-

# Stosowane techniki (półprofesjonalne)

---

- ❑ Pomieszczenie w pomieszczeniu: drewniana konstrukcja, wełna mineralna, płyty włóknowo-gipsowe, izolowane ściany, guma neoprenowa, podwójne drzwi
  - ❑ Materiały dźwiękochłonne: pianki, gąbki, wełna mineralna, wata szklana, styropian, silikon (szczeliny) oraz materace, luźno zwisające (do ziemi) kotary i dywany, wykładziny
  - ❑ Dźwięk bez echa – spłaszczony, głuchy, o niskiej energii
-



# Uwaga

---

- **Każdy ominięty szczegół rujnuje starannie zaprojektowaną izolację**
  - **Reguła „najsłabszego ogniwa”)**
-

# Techniki profesjonalne

---

- płyty dźwiękochłonne (piankowe, dodatkowo pełniące funkcje dyfuzorów)
  - panele pochłaniające
-

# PAROC UNS37

---

Niepalna, elastyczna, uniwersalna płyta z wełny kamiennej o bardzo dobrych właściwościach termoizolacyjnych, akustycznych i przeciwogniowych.



Zastosowanie:

- ❑ stropy - redukcja wpływu hałasu uderzeniowego
  - ❑ konstrukcje pionowe - ograniczenia hałasu pochodzącego z zewnątrz budynku
  - ❑ ściany działowe - wypełnienie przestrzeni w celu zwiększenia właściwości pochłaniania dźwięku
-

## Płyta gipsowo-kartonowa

---

- 13 mm płyta gipsowo-kartonowa
- 70 mm szkielet drewniany. c 600 mm.
- 13 mm płyta gipsowo-kartonowa
  
- +70 mm PAROC UNS 37
  
- 2x + 20mm szczeliną wentylacyjną



■ 30dB



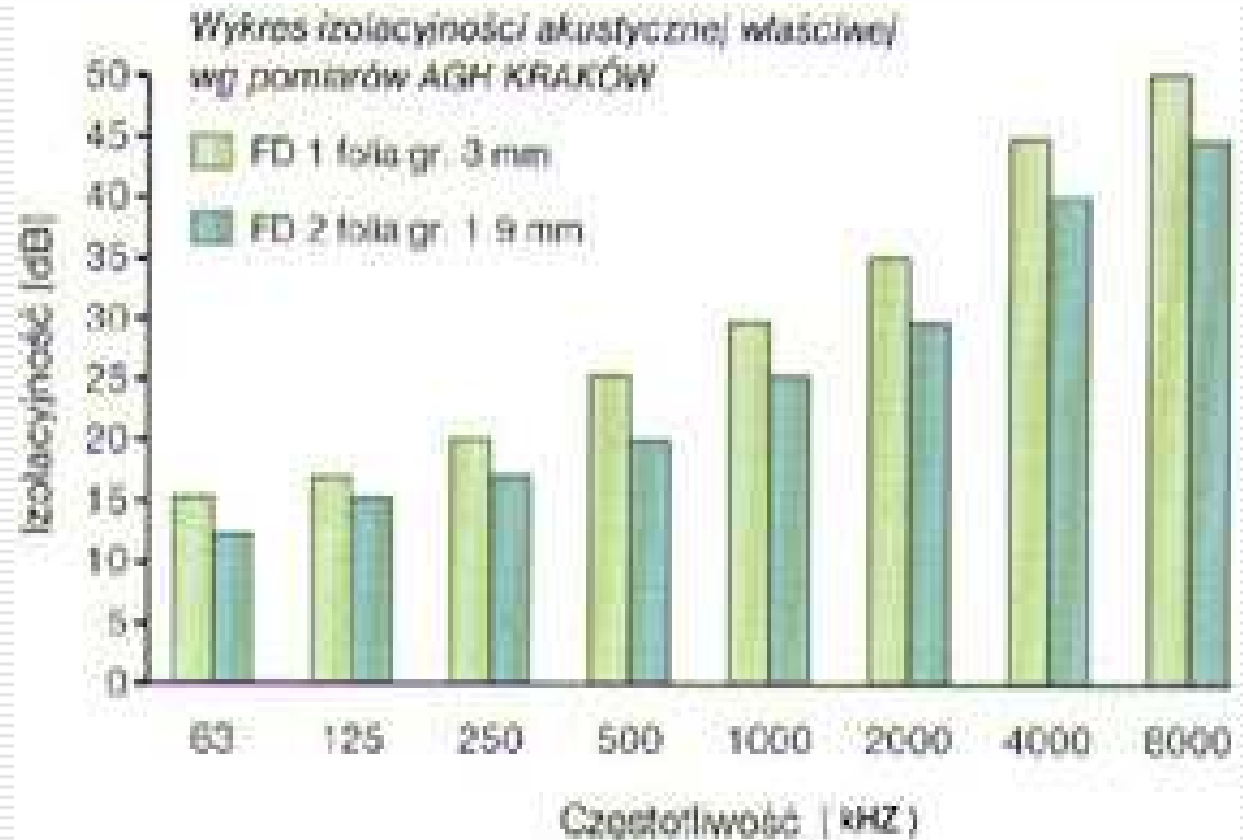
35dB



56dB

---

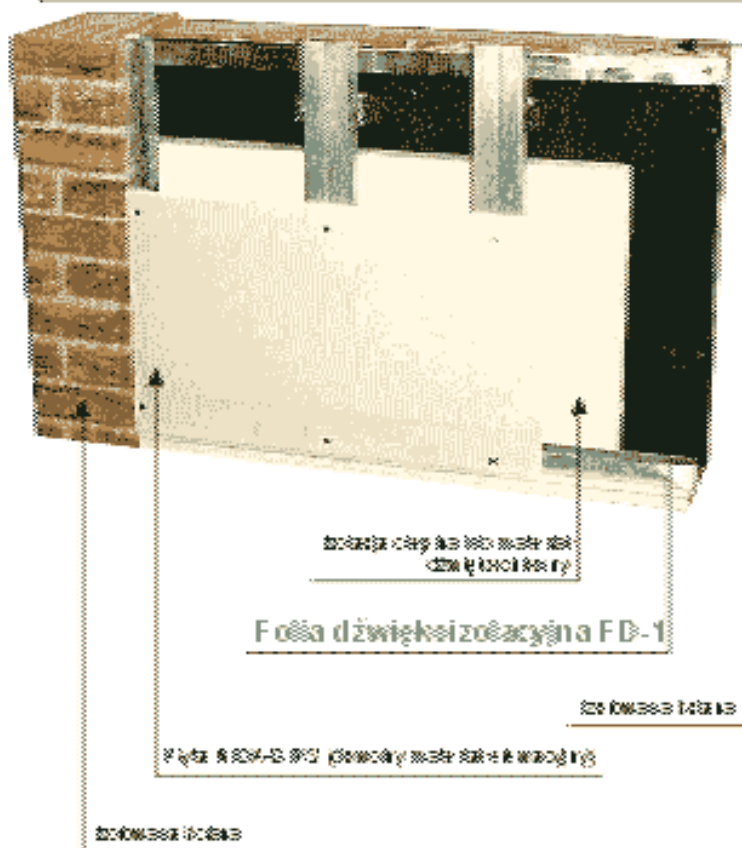
# Folia dźwiękoizolacyjna o grubości 3 mm



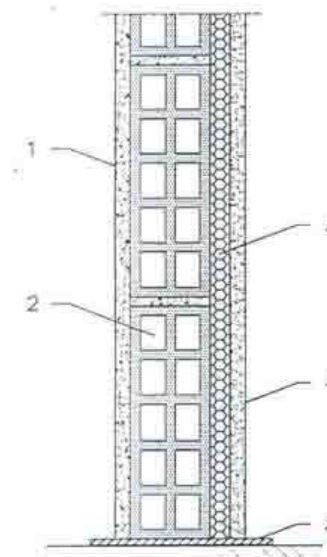
# Zwiększenie izolacyjności akustycznej ściany



Zwiększenie izolacyjności akustycznej istniejącej ściany o około 30 dB



Zwiększenie izolacyjności akustycznej ściany



1. płyta gipsowa
2. izolowana ściana
3. pianka 3-5mm + mata SEMAG typ FD1 + pianka 3-5 mm
4. płyta gipsowa
5. mata SEMAG AP 6

# SheetBlok



- - winylowy materiał
- - 6dB skuteczniejszy niż ołów
- - grubość ~3mm
- - ściany, sufity, podłogi, panele

## Center Frequency

125Hz  
250Hz  
500Hz  
1000Hz  
2000Hz  
4000Hz

## Transmission Loss

15  
19  
21  
28  
33  
37

Overall STC = 27





# Mineral Fiber Insulation

---

- ściany, panele piankowe w studiu
- typowo akustyczne zastosowanie
- lepsza pułapka basowa i izolacyjność niż fiberglass

Freq.	NRC
125 Hz	.32
250 Hz	.90
500 Hz	1.11
1 KHz	1.07
2 KHz	1.01
4 KHz	1.05
<b>Overall</b>	<b>1.00</b>

**NRC: 1.00\***

**Size: 2' x 4' x 2" per piece**

**Qty: 6 pieces per box**

**Coverage: 48 sq. ft.**

**Flame Retardancy: Class A**





# Mineral Fiber Insulation

---

- ściany, panele piankowe w studiu
  - typowo akustyczne zastosowanie
  - lepsza pułapka basowa i izolacyjność niż fiberglass
-

# Poprawa akustyki



# Poprawa akustyki

---



# Izolacyjność przegród

---

## □ Przykład 1

---

# STUDIO KSM (728)

---

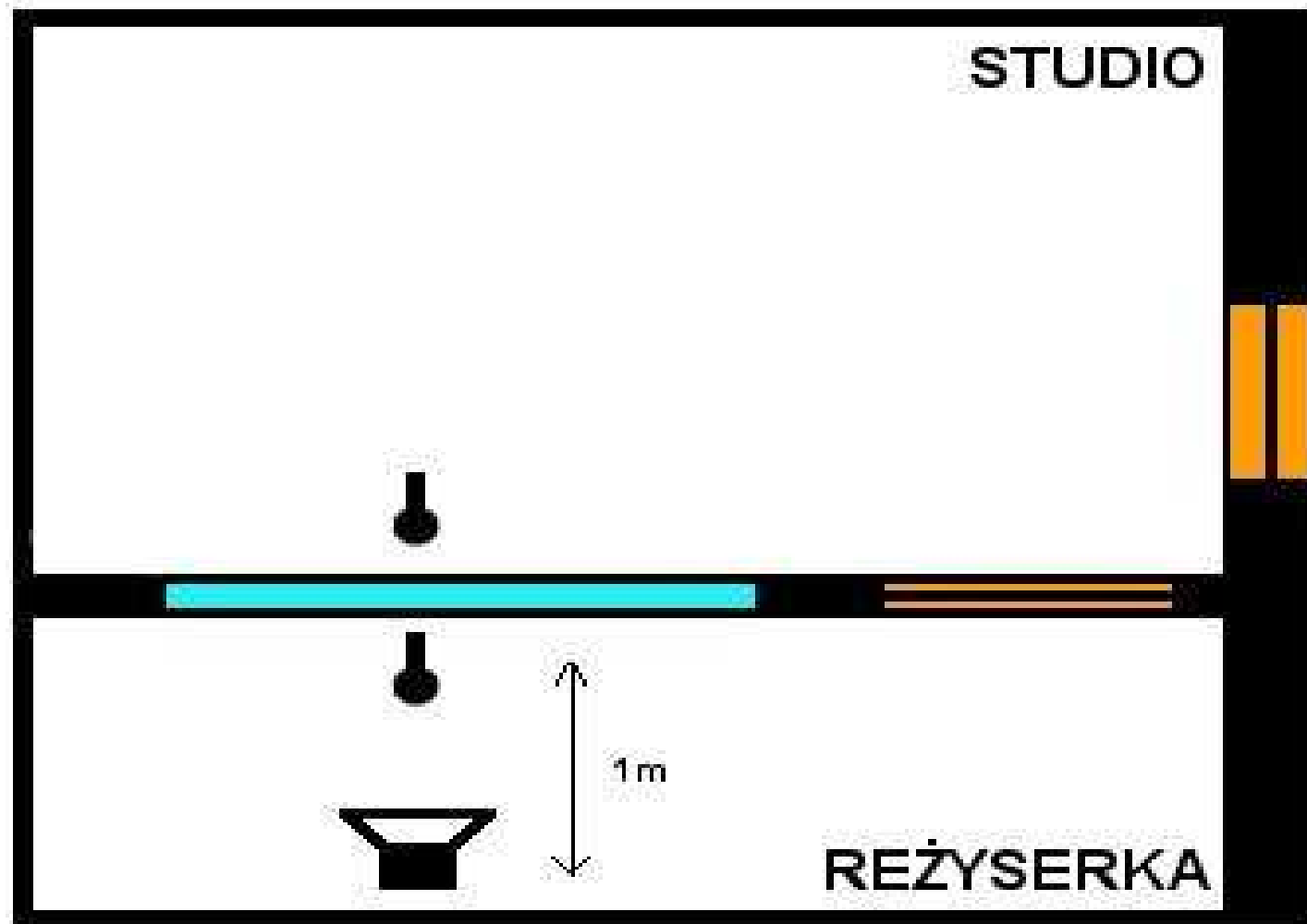
- ściana: 2x50 mm gazobeton + 50 mm wełna mineralna
  - szyba: grubość 10mm, podwójna ukośna V
  - 2x drzwi zwykłe
  - na zewnątrz drzwi zwykłe i Moddoerr F6B 30dB
  
  - styropian
  - kotary
  - podwieszany sufit
-

# Metoda pomiaru

---

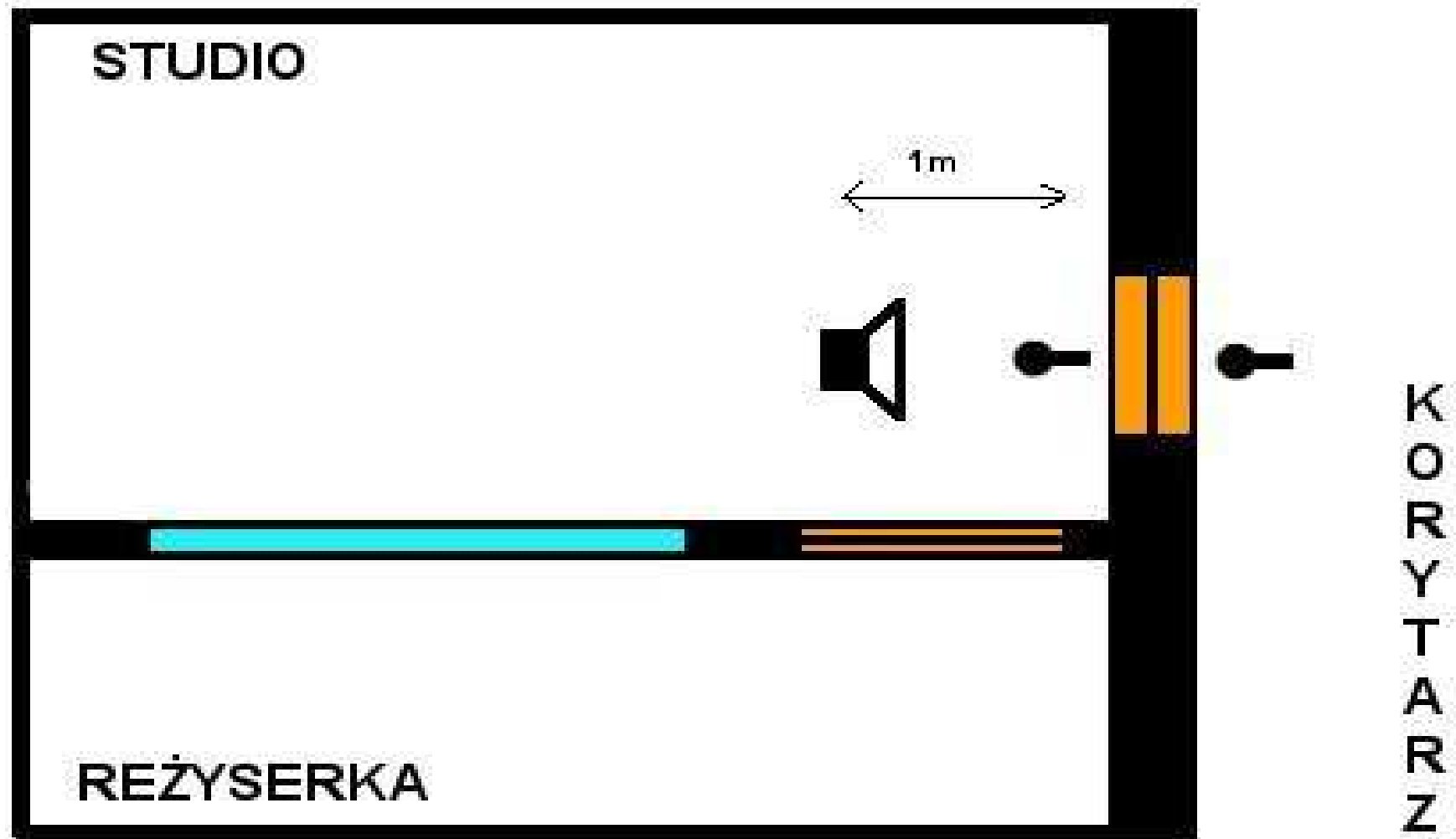
- ❑ pomiar 'ogólnej' izolacyjności akustycznej
  - ❑ badany poziom dźwięku (B&K)
  - ❑ sygnał: szum różowy  $\sim 90\text{dB}$
  - ❑ pomiar w odległości 1m (ref) i za odgrodą
  - ❑ różne kombinacje izolacji
-

# Studio – przy szybie



KORYTARZ

# Studio – drzwi na korytarz





# Izolacyjność - założenia

---

- Przy obliczaniu izolacyjności brano pod uwagę spadek poziomu wynikający z odległości (2m) oraz pomierzony addytywny szum tła.
-

# Izolacyjność - wyniki

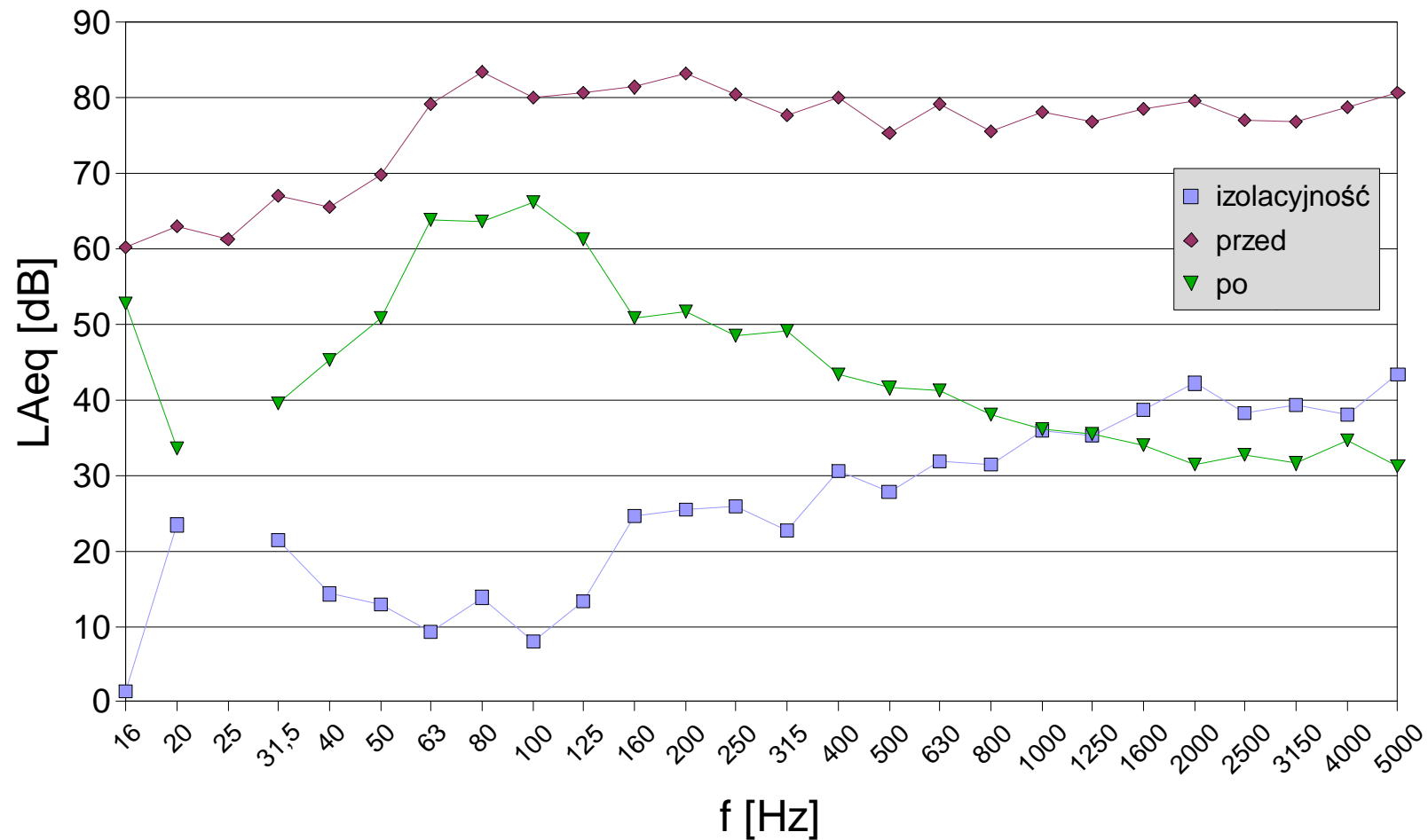
---

drzwi od reżyserki...	Izolacyjność [dB]
...wewnętrzne i zewnętrzne otwarte	<b>15,97</b>
...wewnętrzne otwarte	<b>27,83</b>
...zewnętrzne otwarte	<b>28,95</b>
...wewnętrzne i zewnętrzne zamknięte	<b>31,95</b>

drzwi na zewnątrz...	Izolacyjność [dB]
...wewnętrzne otwarte	<b>15,8</b>
...zewnętrzne otwarte	<b>29,61</b>
...wewnętrzne i zewnętrzne zamknięte	<b>39,67</b>

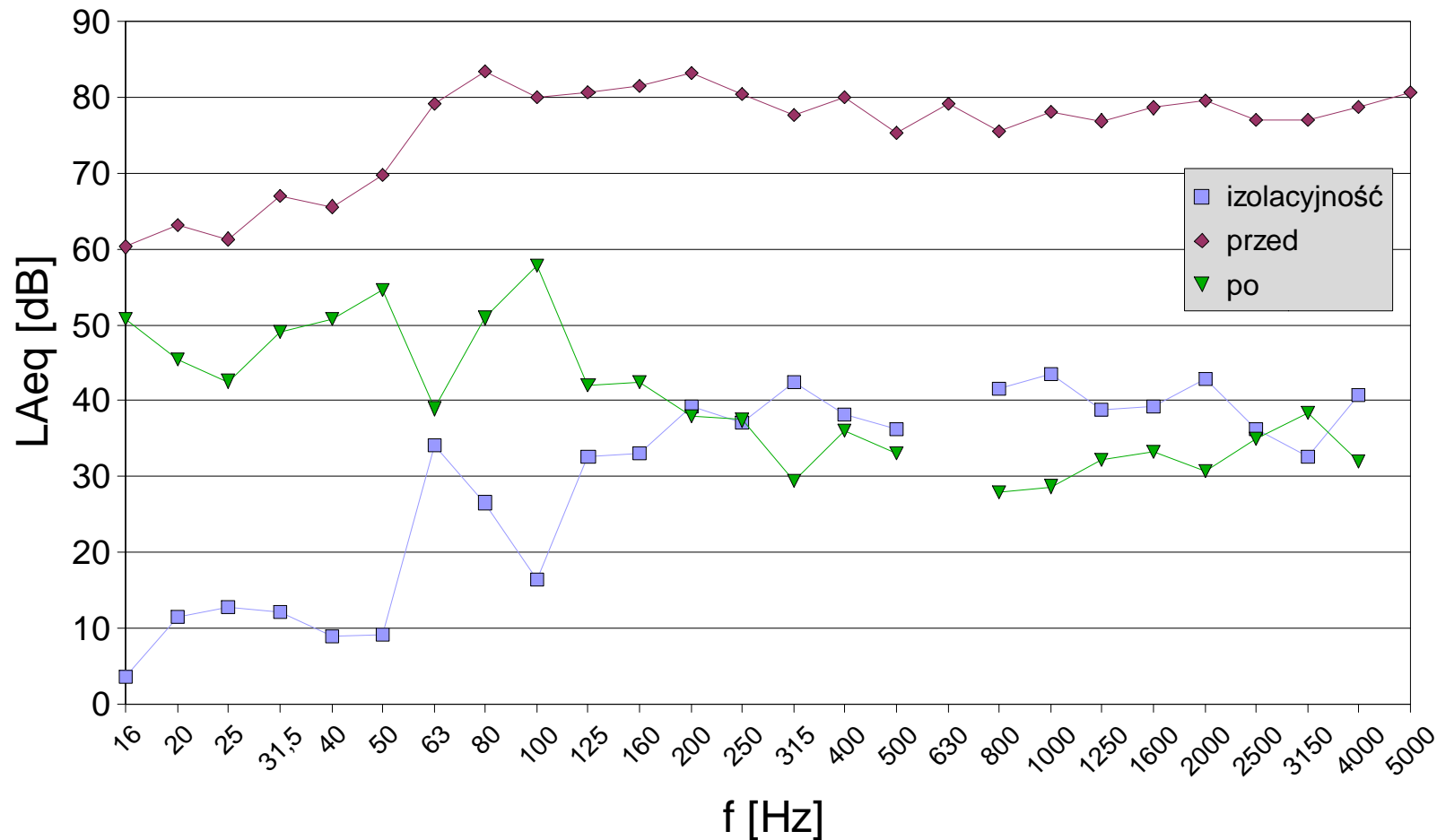
# Wpływ przegrody na hałas

## Badanie przegrody reżyserki



# Wpływ drzwi wyjściowych na hałas

## Badanie pary drzwi wyjściowych



# Wnioski

---

- ❑ W reżyserce drzwi nie różnią się znacząco pod względem tłumienności
  - ❑ Można oszacować, że szyba wraz z całą ścianą to połowa izolacyjności przegrody studio-reżyserka
  - ❑ Dźwiękoszczelne drzwi prowadzące na korytarz (wewnętrzne) to ok. 75% izolacyjności przegrody studio-korytarz
  - ❑ Izol.drzwi1+Izol.drzwi2≠Izol.drzwi1+drzwi2!!!
-

# Izolacyjność przegród

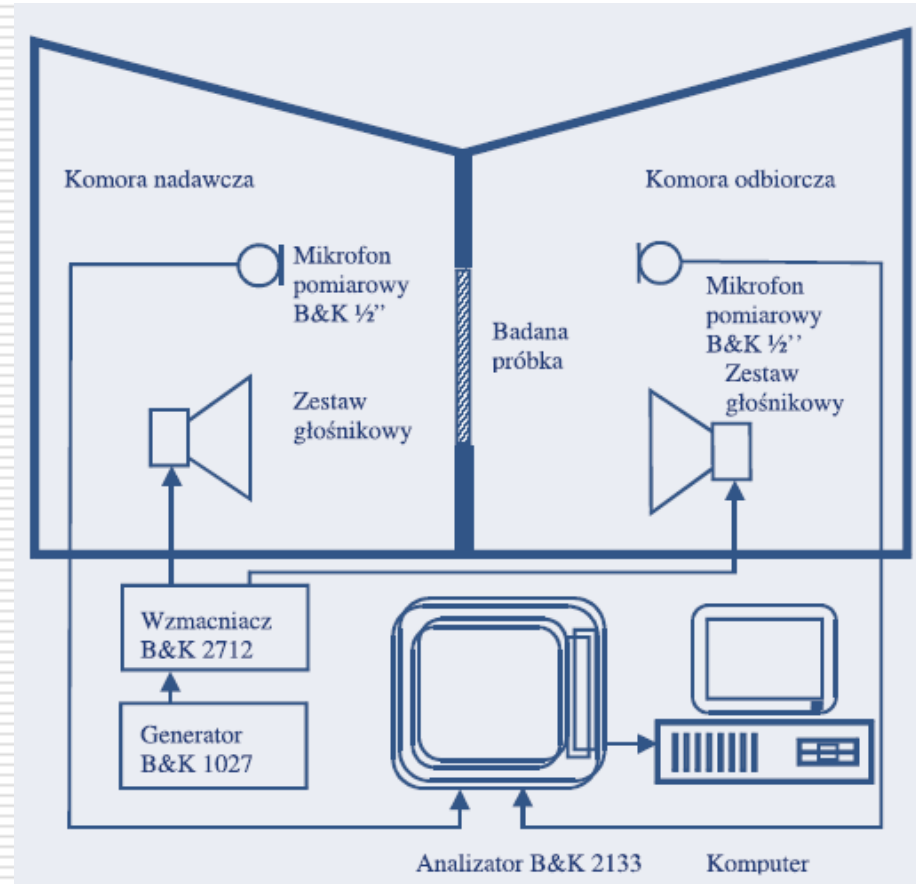
---

## □ Przykład 2

---

# Izolacyjność przegród

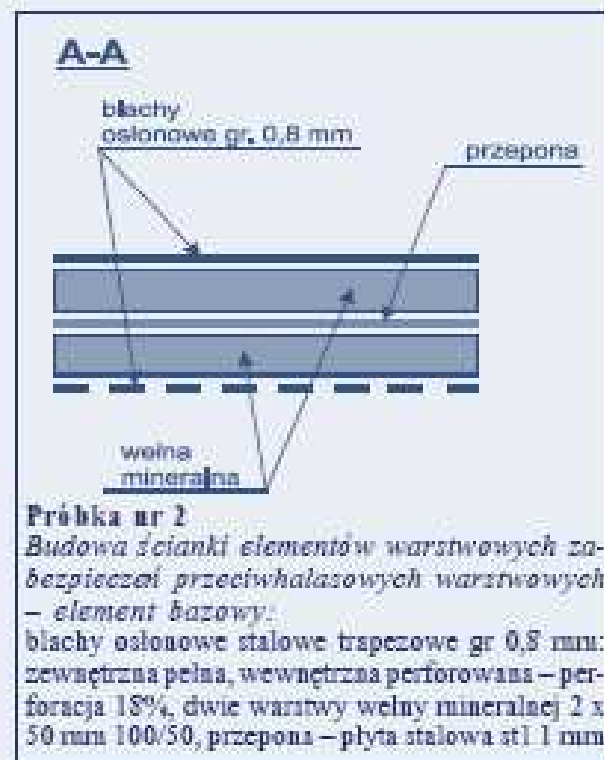
## □ Metoda pomiaru



# Izolacyjność przegród

---

## □ Przykładowe pomiary





# Izolacyjność przegród

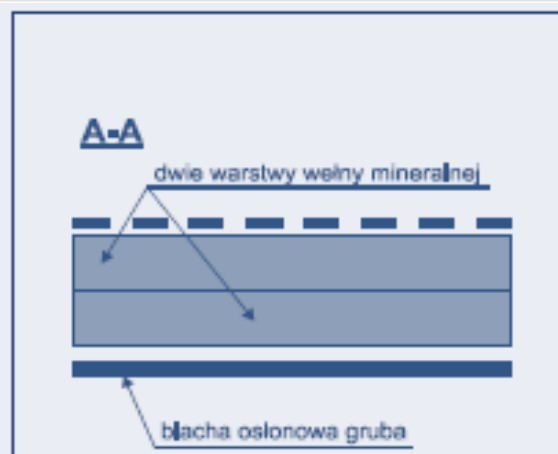
## □ Przykładowe pomiary



### Próbka nr 3

*Budowa ścianki elementów warstwowych zabezpieczeń przeciwhłasowych warstwowych z przesuniętą przeponą:*

blachy osłonowe stalowe trapezowe gr 0,8 mm: zewnętrzna pełna, wewnętrzna perforowana – perforacja 18%; dwie warstwy wełny mineralnej 2x50mm; przepona – płyta stalowa st1 1mm połączona z blachą osłonową zewnętrzną; ceowniki łączące całą konstrukcję



### Próbka nr 4

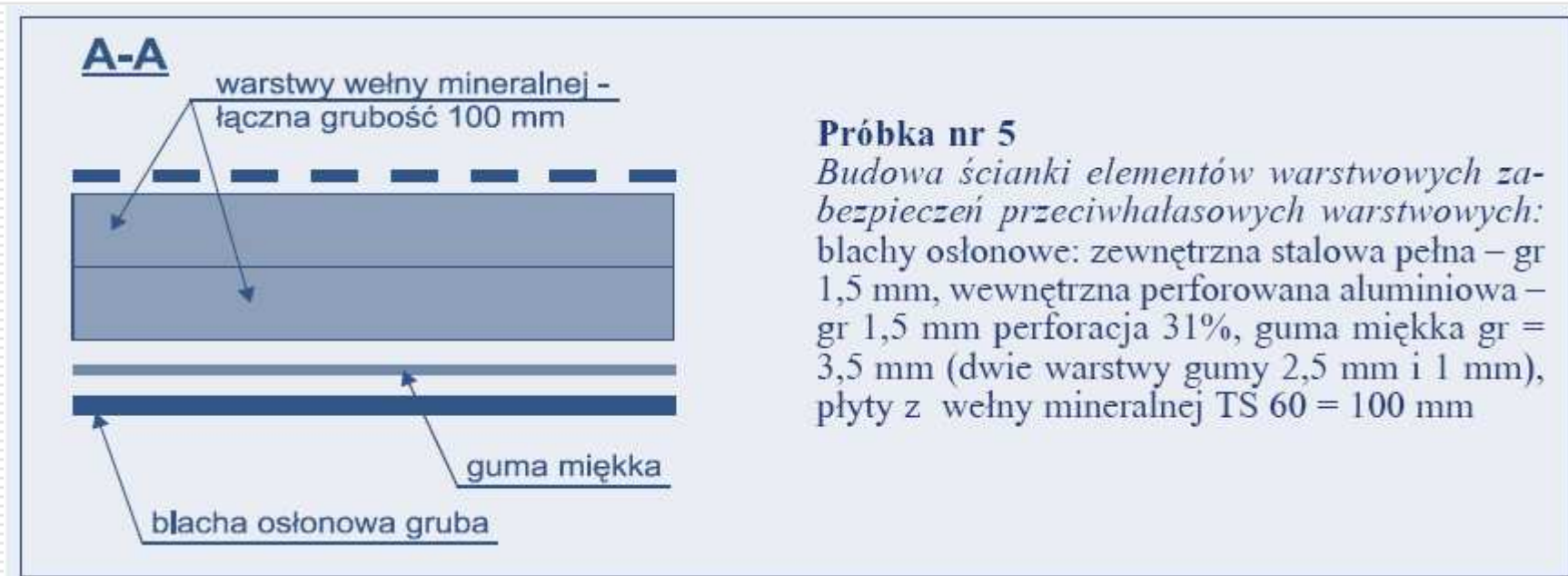
*Budowa ścianki elementów warstwowych zabezpieczeń przeciwhłasowych warstwowych bez przepony:*

blachy osłonowe stalowe trapezowe: zewnętrzna pełna – gr 1,5 mm, wewnętrzna perforowana – gr 0,8 mm, perforacja 18%; dwie warstwy wełny mineralnej 2 x 50 mm 100/50 bez przepony

# Izolacyjność przegród

---

## □ Przykładowe pomiary



### Wyniki badań testowych izolacyjności akustycznej $R$ przegród

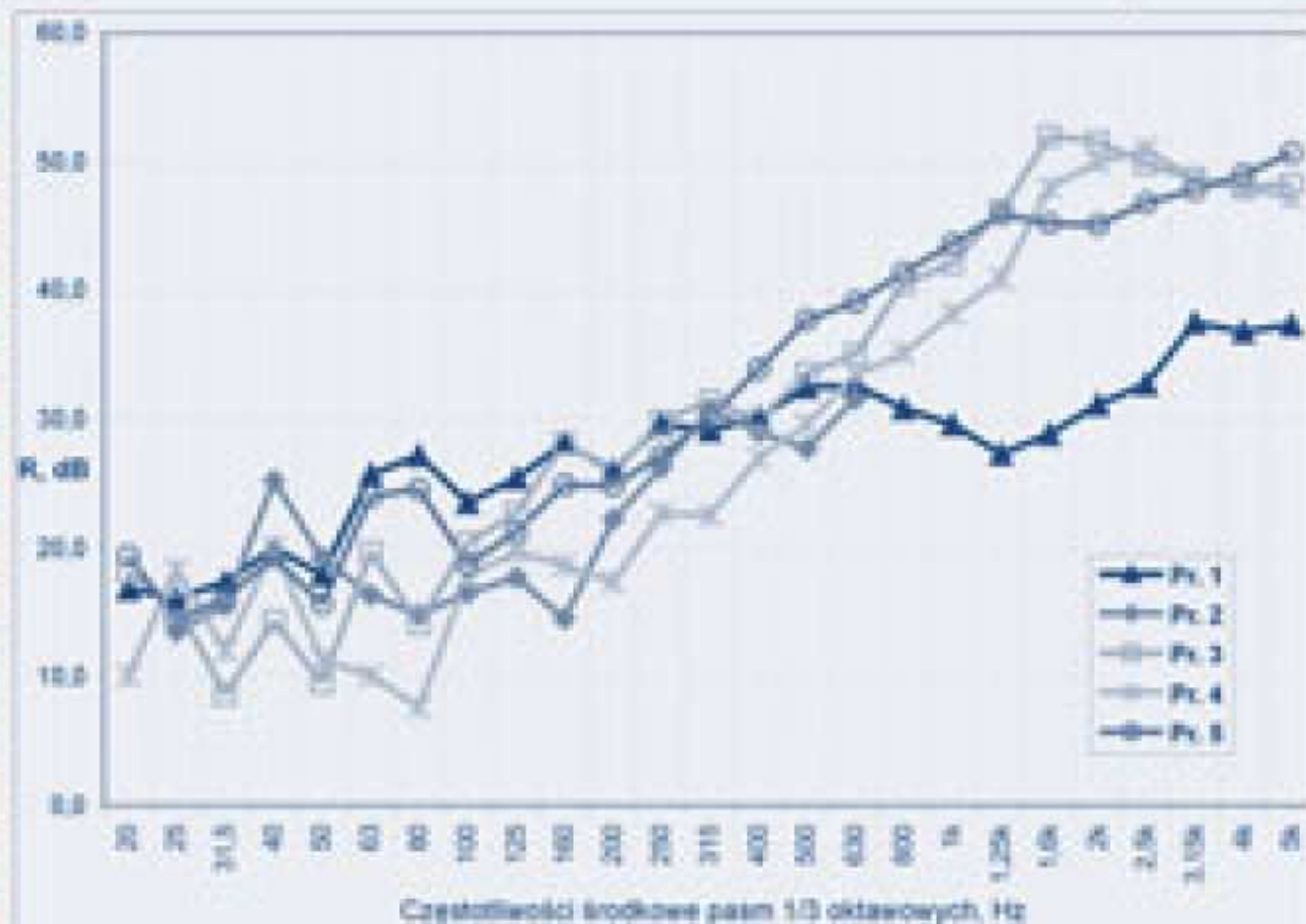
Opis badanego wariantu

Porównanie charakterystyki izolacyjności akustycznej właściwej  
ścianek dźwiękoizolacyjnych

Numer wariantu

Próbki  
1, 2, 3, 4, 5

f, kHz	Pc. 1	Pc. 2	Pc. 3	Pc. 4	Pc. 5
20	18,8		18,1	10,1	19,4
25	18,1	13,5	15,8	18,3	14,4
31,5	17,3	15,5	8,8	12,0	16,1
40	20,0	25,2	14,3	20,0	19,3
50	17,8	19,2	9,5	11,2	15,8
63	25,7	18,3	19,7	18,1	24,0
80	27,2	14,8	14,1	7,8	24,8
100	23,5	18,5	20,4	17,8	18,7
125	25,4	17,7	22,7	19,7	21,3
160	28,1	14,5	28,2	18,6	24,9
200	26,9	22,2	25,8	17,2	24,8
250	28,6	26,2	29,8	22,7	27,2
315	28,1	30,7	31,4	22,9	30,1
400	30,1	29,0	29,9	27,8	33,9
500	32,5	27,7	33,8	28,8	37,7
630	32,8	31,8	35,0	33,4	39,1
800	30,8		40,5	35,1	41,4
1k	29,8		42,1	38,2	43,8
1,25k	27,3		46,2	40,9	45,9
1,6k	28,8		52,0	48,5	45,2
2k	31,1		51,8	49,9	45,1
2,5k	32,7		49,8	51,0	48,8
3,15k	37,5		48,7	48,6	47,8
4k	38,8		48,0	47,9	49,0
5k	37,3		48,3	47,2	50,7



Uwagi:

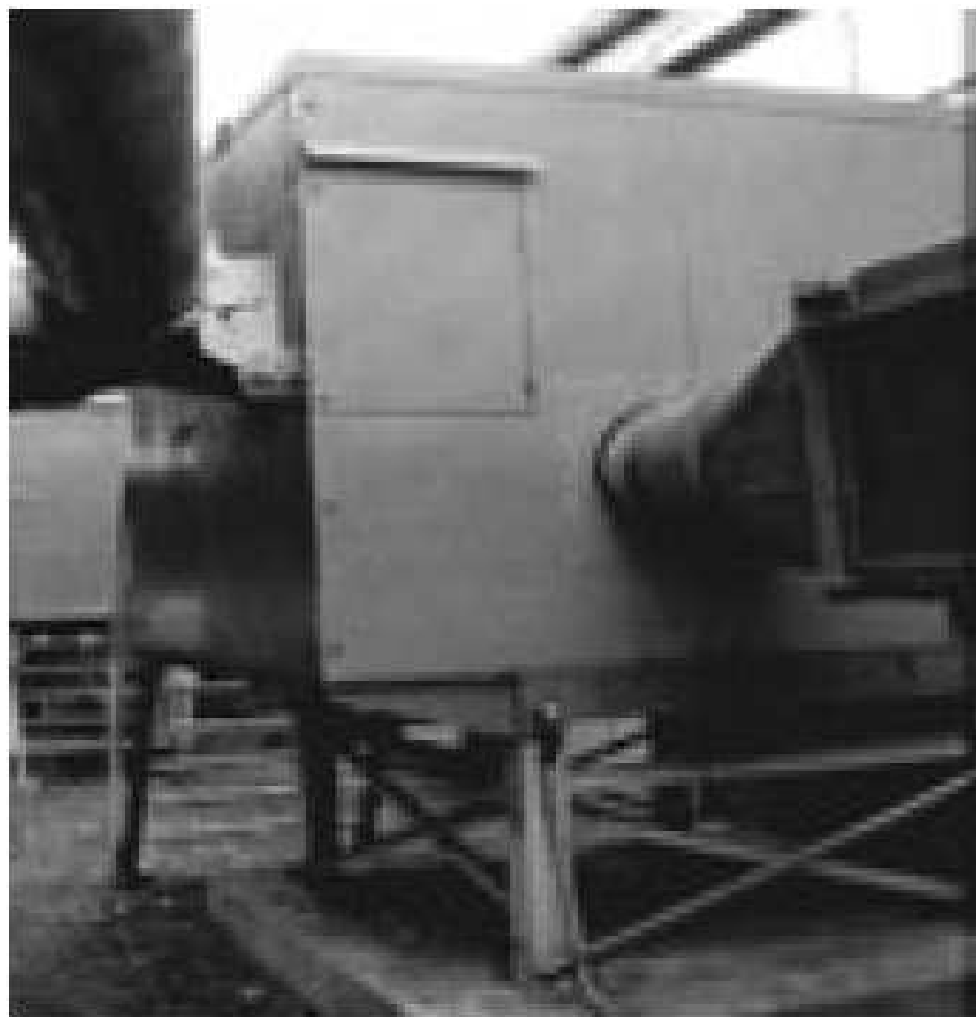
# Izolacyjność przegród

---

- Przykłady praktyczne
-



Przemysłowa kabina dźwiękoizolacyjna KD1:  
konstrukcja nośna – aluminiowe profile cienko-  
ścienne; ściany wykonane są jako konstrukcja wie-  
lowarstwowa typu „sandwich”



Obudowa dźwiękochłonna-izolacyjna wentylatorów i filtrów F10; konstrukcja samonośna z segmentów dźwiękochłonna-izolacyjnych o grubości 105 mm; ściany wykonane z blachy stalowej, folii dźwiękoizolacyjnej, płyty z wełny mineralnej oraz z blachy perforowanej



Obudowa dźwiękochłonna-izolacyjna agregatu prądotwórczego 0,5 MW – zaadaptowany kontener obudowany elementami dźwiękochłonnymi z blachy trapezowej o grubości 3 mm

# Podsumowanie

---

- Ochrona przed hałasem wewnętrznym
    - elementy w konstrukcji budynku
      - wydzielenie z konstrukcji budynku pomieszczeń ze źródłami hałasu i drgań
      - odpowiednie wzajemne usytuowanie pomieszczeń cichych i hałaśliwych
      - wydzielenie fundamentów pod źródła drgań i hałasów i ich izolowanie
      - stosowanie przegród
      - stosowanie ustrojów dźwiękochłonnych
    - zabezpieczenie od hałasów i drgań urządzeń i instalacji
      - amortyzacja drgań maszyn i urządzeń
      - elastyczne łączenie urządzeń drgających do sieci
      - izolowanie przejść i podwieszeń przewodów
      - stosowanie obudów dźwiękochłonnych i tłumików akustycznych
-