

## Zagadnienia akustyczne w projektowaniu

Jacek NURZYŃSKI  
Kraków 2011

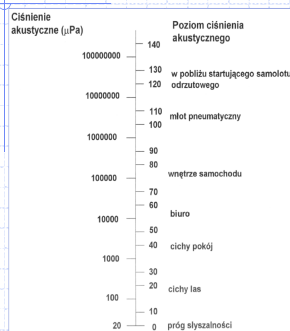
### Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Dźwięk, fala akustyczna, hałas

- Dźwięk; rozprzestrzeniające się falowo drganie akustyczne
- Drganie akustyczne; ruch cząsteczek ośrodka sprężystego względem ich położenia równowagi
- Dźwięk powietrzny (*airborne sound*); dźwięk powstający i rozprzestrzeniający się w powietrzu
- Dźwięk materiałowy (*structure-borne sound*); dźwięk rozprzestrzeniający się w ośrodku stałym w wyniku oddziaływania na ten ośrodek dźwięków powietrznych lub drgań mechanicznych
- Dźwięk uderzeniowy (*impact sound*); specyficzna forma dźwięku materiałowego powstającego w wyniku pobudzenia do drgań stropu podczas jego użytkowania

### Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Poziom ciśnienia akustycznego, $L_p$ , dB



Ciśnienie akustyczne; różnica między ciśnieniem istniejącym w danym punkcie ośrodka w chwili przejścia fali akustycznej, a ciśnieniem statycznym

Poziom ciśnienia akustycznego;

$$L_p = 10 \lg \left( \frac{p}{p_0} \right)^2$$

$p$  – ciśnienie akustyczne,  
 $p = 20 \div 200\,000\,000 \mu\text{Pa}$

$p_0$  – ciśnienie akustyczne odniesienia,  
 $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$

$L_p$  – poziom ciśnienia akustycznego, dB

### Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Sumaryczny poziom dźwięku od kilku źródeł

Kilka źródeł działających jednocześnie np. w tym samym pomieszczeniu

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}$$

60 dB „+” 60 dB = 63 dB

Zmniejszenie mocy akustycznej o 50% to obniżenie poziomu hałasu o 3dB

60 dB „+” 50 dB = 60 dB

Przy różnicy powyżej 10 dB cichsze źródło hałasu praktycznie nie wpływa na wynik

### Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Dźwięk i hałas, zakres częstotliwości

- Dźwięk słyszalny; dźwięk wywołujący wrażenie słuchowe  
Obejmuje pasmo częstotliwości 20 Hz –16 kHz.
- Akustyka budowlana; 100-3150Hz (50-5000Hz)
- Infradźwięk; Dźwięk którego widmo jest zawarte w paśmie częstotliwości 1-20 Hz,
- Ultradźwięk; Dźwięk którego widmo jest zawarte w paśmie częstotliwości powyżej 16 kHz
- Hałas; wszelkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe dźwięki oddziałujące **na człowieka**
- Hałas niskoczęstotliwościowy; hałas, w widmie którego znaczącą rolę odgrywają składowe z zakresu od 10 Hz do 250 Hz

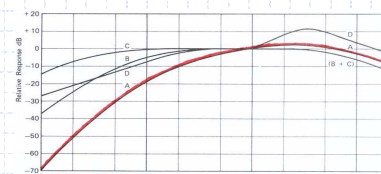
### Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Wskaźniki jednoczkowe, poziom dźwięku A

$$L_A = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{fi} + K_{Ai})}$$

◆  $L_{fi}$  – poziom ciśnienia akustycznego w paśmie  $f$

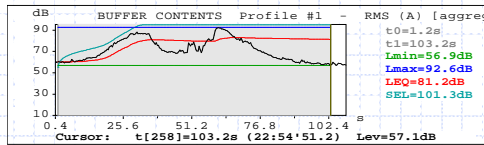
◆  $K_{Ai}$  – wartość charakterystyki częstotliwościowej w paśmie  $f$



## Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Równoważny poziom dźwięku A, dB

Hałas zmienny w czasie; przykład wjazd i odjazd pociągu na peronie stacji podziemnej



$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1L_A(t)} dt \right]$$

$T$  – czas obserwacji, s

$L_A(t)$  – wartość chwilowa poziomu dźwięku A, dB

## Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Izolacyjność akustyczna przegrody

- Izolacyjności akustyczna; odporność przegrody na przenoszenie dźwięków powietrznych lub dźwięków uderzeniowych
- Cecha charakterystyczna przegrody budowlanej, jej elementu lub wyrobu (okno, drzwi, nawiewnik...)
- W przypadku ścian określana jest izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych, w przypadku stropów izolacyjność od dźwięków powietrznych i uderzeniowych

## Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Izolacyjność od dźwięków powietrznych

- Izolacyjność akustyczna właściwa  $R$ , dB

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

$L_1$  – poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu nadawczym, dB

$L_2$  – poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu odbiorczym, dB

$S$  – pole powierzchni badanej przegrody,  $m^2$

$A$  – chłonność akustyczna pomieszczenia odbiorczego,  $m^2$

- Izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona  $R'$  dB

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

## Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Izolacyjność akustyczna przegród w budynku

- Wzorcowa różnica poziomów  $D_{nT}$  dB

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_0}$$

$T$  – czas pogłosu w pomieszczeniu odbiorczym,

$T_0$  – czas pogłosu odniesienia, dla pomieszczeń mieszkalnych  $T_0=0,5s$

Określana dla konkretnego układu pomieszczeń w budynku z uwzględnieniem boczного przenoszenia dźwięku, charakterystyka widmowa w funkcji częstotliwości

$$D_{nT} = R' + 10 \lg \frac{V}{S} - 5 \text{ dB}$$

$S$  – pole powierzchni badanej przegrody,  $m^2$

$V$  – objętość pomieszczenia odbiorczego,  $m^3$

## Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Jednoliczbowe wskaźniki oceny izolacyjności

- Badania laboratoryjne, cecha produktu

$R_w$  – wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej

$C$  – widmowy wskaźnik adaptacyjny wg PN ISO 717

$C_r$  – widmowy wskaźnik adaptacyjny wg PN ISO 717

$R_{A1} = R_w + C$

$R_{A2} = R_w + C_r$

- Izolacyjność w budynku, cecha budynku - wymaganie normowe

$R'_w$  – wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej

$D_{nT,w}$  – wskaźnik wzorcowej różnicy poziomów

$R'_{A1} = R'_w + C$

$R'_{A2} = R'_w + C_r$

## Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych

- Poziom uderzeniowy znormalizowany  $L_n$  dB

$$L_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0}$$

Wzorcowe źródło dźwięku „stukacz”



$L_i$  – poziom uderzeniowy, dB

$A$  – chłonność akustyczna pomieszczenia odbiorczego,  $m^2$

$$\hat{L}_n = L_i + 10 \lg \frac{A}{A_0}$$

## Akustyka, podstawowe pojęcia i zależności

## Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych

## Jednoczłebowe wskaźniki oceny izolacyjności

- $L_{n,w}$  – wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego, dB
- $L'_{n,w}$  – wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego w budynku, dB
- $\Delta L_w$  – ważony wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego, dB

Zmniejszenie poziomu uderzeniowego (poprawa izolacyjności od dźwięków uderzeniowych)

$$\Delta L = L_{n0} - L_n$$

- $L_{n0}$  – poziom uderzeniowy znormalizowany masywnego stropu bez podłogi, dB
- $L_n$  – poziom uderzeniowy znormalizowany masywnego stropu z podłogą, dB

$L_{n,eq,0,w}$  – równoważny wskaźnik ważony znormalizowanego poziomu uderzeniowego

## Zagadnienia akustyczne w projektowaniu

## Akustyka i ochrona przed hałasem w projektowaniu

Ustawa prawo budowlane, Artykuł 5.1.

...obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami należy, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając spełnienie sześciu wymagań podstawowych,

- ◆ Bezpieczeństwo konstrukcji
- ◆ Bezpieczeństwo pożarowe
- ◆ Bezpieczeństwo użytkowania
- ◆ Odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrona środowiska
- ◆ **Ochrona przed hałasem i drganiami**
- ◆ Oszczędność energii i odpowiednia izolacyjność cieplna
- *Zrównoważony rozwój*

## Zagadnienia akustyczne w projektowaniu

## Rozporządzenie Ministra Infrastruktury

z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

## DZIAŁ IX. OCHRONA PRZED HAŁASEM I DRGANIAMI

§ 323.1 Pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

- Zewnętrznym przenikającym do pomieszczenia spoza budynku
- Pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku
- Powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych
- pogłosowym powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie

## Zagadnienia akustyczne w projektowaniu

## Polskie Normy umocowane w Rozporządzeniu

- ◆ PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania.
  - ◆ PN-87/B-02151/02 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
  - ◆ PN-B-02156:1987 Akustyka budowlana. Metody pomiaru poziomu dźwięku A w budynku
- PN-EN ISO 10052 Akustyka. Pomiaru terenowe izolacyjności od dźwięków powietrznych i uderzeniowych oraz hałasu od urządzeń wyposażenia technicznego. Metoda uproszczona

## Zagadnienia akustyczne w projektowaniu

## Ochrona przed hałasem zewnętrznym

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

§ 325. 2. Budynki z pomieszczeniami wymagającymi ochrony przed zewnętrznym hałasem i drganiami należy chronić przed tymi uciążliwościami poprzez zachowanie odpowiednich odległości od ich źródeł, usytuowanie i ukształtowanie budynku, stosowanie elementów amortyzujących drgania oraz osłaniających i ekranujących przed hałasem, a także racjonalne rozmieszczenie pomieszczeń w budynku oraz **zapewnienie izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych** określonej w *Polskiej Normie* dotyczącej wymaganej izolacyjności akustycznej przegród w budynkach oraz izolacyjności akustycznej elementów budowlanych.

## Ochrona przed hałasem zewnętrznym

Ustalanie izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych

## PRZEGRODY ZEWNĘTRZNE

PN-B-02151-3:1999




## Kolejność projektowania

- Miarodajny poziom dźwięku A dla pory dziennej i pory nocnej
- Podział elewacji na strefy o różnym poziomie hałasu
- Ustalenie wskaźnika oceny zależnie od widma hałasu
- Określenie wymaganej izolacyjności akustycznej całego fragmentu ściany zależnie od strefy akustycznej i funkcji pomieszczenia
- Ustalenie wymaganej izolacyjności części pełnej i przeszklonej
- Dobór nawiewników powietrza

Ochrona przed hałasem zewnętrznym

Wymagana izolacyjność akustyczna ściany zewnętrznej

**MIARODAJNY POZIOM DŹWIĘKU**



Poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego w odległości 2m od fasady na poziomie rozpatrywanego fragmentu przegrody (może być różnicowany)

Jeżeli miarodajny poziom dźwięku A jest wyznaczony wyłącznie na podstawie obliczeń, wynik należy zwiększyć o 3 dB

Miarodajny poziom dźwięku A hałasu pochodzącego od różnych źródeł występujących jednocześnie przyjmuje się jako poziom sumaryczny

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}$$

Ochrona przed hałasem zewnętrznym

Wymagana izolacyjność akustyczna ściany zewnętrznej

**WYBÓR WSKAŹNIKA**  $R'_{A1}$  czy  $R'_{A2}$  ?  
PN-EN ISO 717-1:1999

$R'_{A2} = R_w + C_w$	$R'_{A1} = R_w + C$
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruch uliczny miejski</li> <li>Ruch kolejowy z małymi prędkościami</li> <li>Śmigłowce</li> <li>Samoloty odrzutowe, w dużej odległości</li> <li>Muzyka dyskotekowa</li> <li>Zakłady przemysłowe emitujące głównie hałas nisko i średniczęstotliwościowy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Źródła hałasu bytowego (rozmowa, muzyka, radio, tv)</li> <li>Zabawa dzieci</li> <li>Ruch kolejowy ze średnią i dużą prędkością</li> <li>Ruch na drodze szybkiego ruchu &gt; 80 km/h</li> <li>Samoloty odrzutowe, w małej odległości</li> <li>Zakłady przemysłowe emitujące głównie hałas średnio i wysokoczęstotliwościowy</li> </ul>

Ochrona przed hałasem zewnętrznym

Wymagana izolacyjność akustyczna ściany zewnętrznej

PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania

Wartości $R_{A2}$ ( $R_{A1}$ ), dB, zależnie od miarodajnego poziomu dźwięku A				
Dzień, dB Noc, dB	56 – 60 (46 – 50)	61 – 65 (51 – 55)	66 – 70 (56 – 60)	71 – 75 (61 – 65)
Pokoje mieszkalne	23	28	<b>33</b>	<b>38</b>
Kuchnie w mieszkaniu	20	23	28	<b>33</b>
Pokoje biurowe	20	23	28	<b>33</b>
Kawiarnie restauracje	20	20	23	28

Ochrona przed hałasem zewnętrznym

Wymagana izolacyjność akustyczna ściany zewnętrznej

**ZASADY PROJEKTOWANIA**

Wymaganą izolacyjność akustyczną poszczególnych części przegrody zewnętrznej z oknami, dla przypadku gdy okna stanowią **nie więcej niż 50% powierzchni** przegrody należy przyjmować wg tablicy w normie PN-B-02151-3:1999

Wymagana izolacyjność ściany	Część pełna $R_{A2}$ lub $R_{A1}$	Okno $R_{A2}$ lub $R_{A1}$
28 dB	35 dB	25 dB
33dB	40 dB	30 dB
38 dB	45 dB	<b>35 dB</b>

Dopuszcza się wyznaczanie indywidualne minimalnych wartości wskaźników oceny  $R_{A1}$  lub  $R_{A2}$  wg podanych w normie wzorów

Dobierając przegrody na podstawie wskaźników uzyskanych w badaniach laboratoryjnych, należy przyjmować wartości zmniejszone o 2dB;

 $R_{A2R} = R_{A2} - 2dB$ 

Ochrona przed hałasem zewnętrznym

Izolacyjność akustyczna elementów ściany zewnętrznej

**NAWIEWNIKI POWIETRZA**

$$R_{A2,wp} = -10 \lg \left( 10^{-0,1R_{A2}} + \frac{10}{S_{okna}} 10^{-0,1D_{n,A2}} \right) dB$$

$$D_{n,A2} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{A}{A_1}$$

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

$R_{A2}$  – wskaźnik izolacyjności akustycznej okna, dB  
 $D_{n,A2}$  – wskaźnik oceny elementarnej znormalizowanej różnicy poziomów, dB  
 $S_{okna}$  – pole powierzchni okna, m<sup>2</sup>.

Nawiewnik	Okno o powierzchni S=2m <sup>2</sup> z nawiewnikiem, $R_{A2,wp}$ dB		
	$R_{A2} = 30$ dB	$R_{A2} = 35$ dB	$R_{A2} = 40$ dB
$D_{n,A2} = 30$ dB	22	23	23
$D_{n,A2} = 35$ dB	26	27	28
$D_{n,A2} = 40$ dB	28	31	32
$D_{n,A2} = 45$ dB	29	33	36

Ochrona przed hałasem instalacyjnym

**Ochrona przed hałasem instalacyjnym**

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

DZIAŁ IX, OCHRONA PRZED HAŁASEM I DRGANIAMI

**§ 323.1** Budynki i urządzenia z nimi związane powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, **aby poziom hałasu**, na który będą narażeni użytkownicy, lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie,

nie stanowił zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwiał im pracę odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.

**§ 326.1** Poziom hałasu oraz drgań przenikających do pomieszczeń w budynkach mieszkalnych, budynkach zamieszkania zbiorowego i budynkach użyteczności publicznej ...

nie może przekraczać wartości dopuszczalnych, określonych w *Polskich Normach* dotyczących ochrony przed hałasem pomieszczeń w budynkach oraz oceny wpływu drgań na ludzi w budynkach...

**Ochrona przed hałasem instalacyjnym**

**Dopuszczalny poziom hałasu w pomieszczeniu,  $L_{Aeq}$  dB**

PN-87/B-02151/02 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach  $L_{Aeq}$

Przeznaczenie pomieszczenia	Wszystkie źródła łącznie		Wypożyczenie budynku	
	DZIEŃ $L_{Aeq8h}$	NOC $L_{Aeq1/2h}$	DZIEŃ $L_{Aeq8h}$	NOC $L_{Aeq1/2h}$
Pomieszczenia mieszkalne w budynkach mieszkalnych i hotelach S	40	30	35	<b>25</b>
Pokoje chorych w szpitalach	35	30	30	<b>25</b>
Klasy szkolne, sale wykładowe, audytoria	40	-	35	-
Sale kawiarniane i restauracyjne	50	-	45	-

**Ochrona przed hałasem instalacyjnym**

**Dopuszczalny poziom hałasu w pomieszczeniu,  $L_{Amax}$  dB**

PN-87/B-02151/02 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach,  $L_{Amax}$

Przeznaczenie pomieszczenia	Maksymalny poziom dźwięku A przy hałasie nieustalonym, dB	
	DZIEŃ $L_{Amax}$	NOC $L_{Amax}$
Pomieszczenia mieszkalne w budynkach mieszkalnych i hotelach S	40	30
Pokoje chorych w szpitalach	35	30
Klasy szkolne, sale wykładowe	40	-
Pomieszczenia administracyjne	40-45	-
Sale kawiarniane i restauracyjne	-	-

**Ochrona przed hałasem instalacyjnym**

**Hałas od wyposażenia technicznego budynku**

**HAŁAS INSTALACYJNY**

- Instalacja co.
- Instalacja ciepłej i zimnej wody
- Armatura czerpalna
- Przybory toaletowe
- WC spluczka, odpływ ścieków



- hałas jest oceniany za ścianą w sąsiednim pomieszczeniu
- standardowy cykl pracy urządzeń i instalacji wg PN-EN ISO 10052
- maksymalny poziom dźwięku A, stała czasowa S (F)
- równoważny poziom dźwięku A

**Zagadnienia akustyczne w projektowaniu**

**Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez użytkowników**



**Hałas bytowy związany z obecnością i aktywnością osób:**

- > W budynkach mieszkalnych należy zapewnić intymność i prywatność w użytkowanym wnętrzu
- > W budynkach biurowych; możliwość skupienia i pracy, poufność prowadzonych rozmów itp.
- > W innych obiektach; możliwość prowadzenia lekcji w szkołach, odpowiednie warunki dla chorych i personelu w szpitalach, przychodniach zdrowia itd.

**Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez użytkowników**

**Wymagana izolacyjność akustyczna przegród**

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

**§ 326.2** ...przegrody zewnętrzne i wewnętrzne, oraz ich elementy **powinny mieć izolacyjność akustyczną** nie mniejszą od podanej w Polskiej Normie dotyczącej wymaganej izolacyjności akustycznej przegród w budynkach oraz izolacyjności akustycznej elementów budowlanych...

**§ 326.2** ...Wymagania odnoszą się do izolacyjności:

- > ścian zewnętrznych, stropodachów, ścian wewnętrznych, okien w przegrodach zewnętrznych i wewnętrznych oraz drzwi w przegrodach wewnętrznych – od dźwięków powietrznych
- > Stropów i podłóg – od dźwięków powietrznych i uderzeniowych
- > Podestów i biegów klatek schodowych w **obrębie lokali mieszkalnych** – od dźwięków uderzeniowych

**Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez użytkowników**

**Wymagana izolacyjność akustyczna przegród w budynku**

PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych. Wymagania

Funkcja pomieszczenia	Funkcja pomieszczenia przyległego mieszkania	Strop $R_{A1}$ [dB]	Strop $L'_{n,w}$ [dB]	Ściana $R_{A1}$ [dB]
Pomieszczenia mieszkalne w budynkach mieszkalnych	Pomieszczenia przyległego mieszkania	51	58	50
Pokoje hotelowe	Pokoje hotelowe	50	58	50
Sale lekcyjne w szkołach	Sale lekcyjne	50	63	45
Pokoje chorych w szpitalach	Pokoje chorych	50	63	40-45
Pokoje do pracy administracyjnej	Pokoje do pracy administracyjnej	45	63	35

## Izolacyjność od dźwięków powietrznych

## Zasady projektowania przegród wewnętrznych

**KOLEJNOŚĆ  
PROJEKTOWANIA**

$$R'_{A1} = R_{A1R} - K \text{ dB} \geq R'_{A1,\min}$$

$$L'_{n,w} = L_{n,wR} + K \text{ dB} \leq L'_{n,w,\text{dop}}$$

- Układ funkcjonalny budynku, pomieszczenia techniczne i usługowe
- Ustalenie przeznaczenia sąsiadujących pomieszczeń
- Źródło hałasu i wybór wskaźnika oceny
- Ustalenie wymaganej izolacyjności akustycznej
- Wybór reprezentatywnych układów pomieszczeń do obliczeń
- Wstępne założenie konkretnej konstrukcji przegród
- Obliczeniowe parametry elementów budowlanych (korekta 2dB)
- Określenie przenoszenia bocznego, obliczenia wg PN EN 12354
- Sprawdzenie zgodności z wymaganiami
- *Pomiary weryfikujące*

## Izolacyjność od dźwięków powietrznych

## Izolacyjność akustyczna przegród wewnętrznych

**PRZENOSZENIE BOCZNE**

PN-EN 12354-1. Akustyka budowlana - Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości akustycznych elementów.  
Część 1: izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami.

PN-EN 12354-2. Akustyka budowlana - Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości akustycznych elementów.  
Część 2: izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami

## Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez użytkowników

## Rozporządzenie ministra infrastruktury

z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

Postanowienia szczegółowe, izolacyjność przegród w budynku

§ 326. 4. W budynku mieszkalnym wielorodzinnym:

2) należy unikać takich układów funkcjonalnych, przy których pomieszczenia sanitarne jednego mieszkania przylegają do pokoju sąsiedniego mieszkania; jeżeli to wymaganie nie zostanie spełnione, ściana międzymieszkaniowa oddzielająca pokój jednego mieszkania od pomieszczenia sanitarnego i kuchni sąsiedniego mieszkania, do której są mocowane przewody i urządzenia instalacyjne, musi mieć konstrukcję zapewniającą ograniczenie przenoszenia przez ścianę dźwięków materiałowych, co w szczególności można uzyskać przy zastosowaniu ściany o masie powierzchniowej nie mniejszej niż 300 kg/m<sup>2</sup>,

3) przy mocowaniu urządzeń i przewodów instalacyjnych wewnątrz mieszkania, stanowiących jego wyposażenie techniczne, należy stosować zabezpieczenia przeciwdrganowe niezależnie od konstrukcji i usytuowania przegrody, do której są mocowane,

## Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez użytkowników

## Rozporządzenie ministra infrastruktury

z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

Postanowienia szczegółowe, izolacyjność przegród w budynku

§ 327. 1. Zabrania się sytuowania przy pomieszczeniach mieszkalnych pomieszczeń technicznych o szczególnej uciążliwości, takich jak szczyby i maszynownie dźwigowe lub zsyby śmieciowe. Wymaganie to nie dotyczy przypadków, o których mowa w § 196 ust. 2 oraz w § 197 ust. 2 - przy nadbudowie lub adaptacji strychu na cele mieszkalne.

§ 197. 2. Sytuowanie maszynowni dźwigów obok pokoiw mieszkalnych jest zabronione. Nie dotyczy to kondygnacji nadbudowanej lub powstałej w wyniku adaptacji strychu na cele mieszkalne, z zachowaniem warunków określonych w § 96.

## Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez użytkowników

## Rozporządzenie ministra infrastruktury

z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

Postanowienia szczegółowe, izolacyjność przegród w budynku

§ 96. 1. Pomieszczenie techniczne, w którym są zainstalowane urządzenia emitujące hałas lub drgania, może być sytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie pomieszczeń przeznaczonych na stały pobyt ludzi,

pod warunkiem zastosowania rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych, zapewniających ochronę sąsiednich pomieszczeń przed uciążliwym oddziaływaniem tych urządzeń,

zgodnie z wymaganiami § 323 ust. 2 pkt 2 i § 327 rozporządzenia oraz Polskich Norm dotyczących dopuszczalnych wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach oraz oceny wpływu drgań na budynki i na ludzi w budynkach.

§ 96. 2. Podpory, zamocowania i złącza urządzeń, o których mowa w ust.1, powinny być wykonane w sposób uniemożliwiający przeniesienie niedopuszczalnego hałasu i drgań na elementy budynku i instalacje.

## Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych

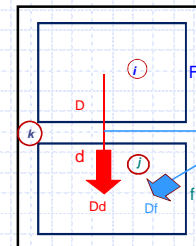
## Model obliczeniowy, przenoszenie boczne w budynku

**PRZENOSZENIE  
BOCZNE  
STROPY**

$$L'_{n,i} = 10 \lg \left[ 10^{L_{n,d}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,bj}/10} \right]$$

$L_{n,d}$  Poziom uderzeniowy znormalizowany, spowodowany przeniesieniem bezpośrednim,

$L_{n,bj}$  Poziom uderzeniowy znormalizowany, spowodowany przeniesieniem bocznym.



Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych

Rozporządzenie ministra infrastruktury

z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych ...

Postanowienia szczegółowe, izolacyjność przegród w budynku

§ 326. 3. Prowadzone w budynku przewody i kanały instalacyjne (w tym kanały wentylacyjne) nie mogą powodować pogorszenia izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami poniżej wartości wynikających z wymagań zawartych w Polskiej Normie dotyczącej izolacyjności akustycznej przegród w budynkach oraz izolacyjności akustycznej elementów budowlanych.

§ 326. 4. W budynku mieszkalnym wielorodzinnym:

- 1) izolacja akustyczna stropów międzymieszkaniowych powinna zapewniać zachowanie przez te stropy właściwości akustycznych, o których mowa w ust. 2 pkt 2, bez względu na rodzaj zastosowanej nawierzchni podłogowej,

Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych

Wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego  $\Delta L_W$

UKŁADY PODŁOGOWE

Badanie wg PN EN ISO 140-8 na masywnym stropie wzorcowym

- Pływające podłogi (PP)
  - warstwa sprężysta (płyt ze styropianu elastycznego, wełny mineralnej lub mat polietylenowych) + masywna płyta dociskowa
- Lekkie konstrukcje podłogowe (PL)
  - warstwa sprężysta (maty grubości 2-5 mm z pianki polietylenowej, z polistyrenu ekstrudowanego, płyty drewnopochodne, tektura falista) + warstwa podłogowa (deski, parkiet, mozaika drewniana, panele z drewna).
- Wykładziny (PW)
  - z warstwą izolacyjną lub wykładziny dywanowe

Ochrona przed hałasem wytwarzanym przez użytkowników

Zasady projektowania lekkich przegród wewnętrznych

ŚCIANY SZKIELETOWE

Różnorodność konstrukcyjna  
Właściwości akustyczne w laboratorium  
Model obliczeniowy wg EN 12354 ?  
Ściany lekkie w budynkach masywnych  
Systemy suchej zabudowy

- budynki biurowe
- hotele
- sale kinowe i audytoria
- inne budynki użyteczności publicznej ?
- budownictwo mieszkaniowe ??

Współpraca z innymi elementami  
Szczegóły konstrukcyjne



Ochrona przed hałasem pogłosowym

Ochrona przed hałasem pogłosowym

Całkowite równoważne pole powierzchni dźwiękochłonnej (całkowita chłonność akustyczna) pomieszczenia:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{s,i} S_i + \sum_{j=1}^o A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} S_k + A_{adr}$$

Czas pogłosu T (RT60) jest to czas potrzebny na zmniejszenie poziomu ciśnienia akustycznego o 60 dB po wyłączeniu źródła dźwięku, jest wyrażony w sekundach, s. Czas pogłosu można wyliczyć ze wzoru Sabine'a:

$$T = \frac{0,161 V}{A}$$

Zagadnienia akustyczne w projektowaniu

Emisja hałasu do środowiska

- ◆ Ustawa Prawo Ochrony Środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. z 2001 r. nr 62, poz. 627 wraz z późniejszymi zmianami)
- ◆ Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2008r. nr199, poz. 1227)
- ◆ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U.nr 120 z 2007 r. poz. 826)

Emisja hałasu do środowiska

Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku

Przeznaczenie terenu	Drogi Linie kolejowe		Pozostałe (poza lotniczym)	
	DZIEŃ $L_{Aeq,D}$	NOC $L_{Aeq,N}$	DZIEŃ $L_{Aeq,D}$	NOC $L_{Aeq,N}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strefa ochrona „A” uzdrowiska</li> <li>• Tereny szpitali poza miastem</li> </ul>	50	45	45	40
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej,</li> <li>• Tereny zabudowy związanej z pobytem dzieci i młodzieży</li> <li>• Tereny domów opieki społecznej</li> <li>• Tereny szpitali w miastach</li> </ul>	55	50	50	40
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego</li> <li>• Tereny zabudowy zagrodowej</li> <li>• Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe</li> <li>• Tereny mieszkaniowo-usługowe</li> </ul>	60	50	55	45
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców</li> </ul>	65	55	55	45