

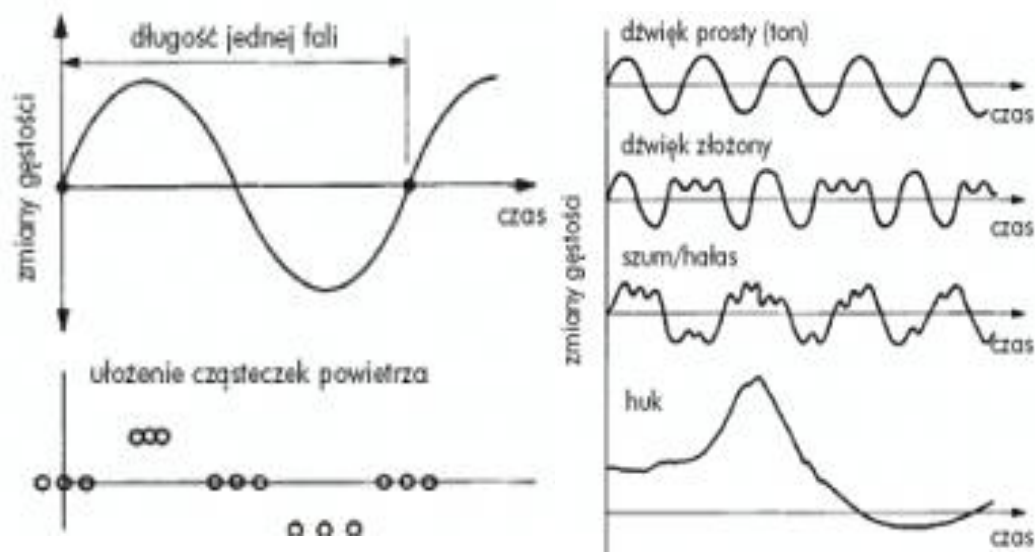
# Hałas w pomieszczeniach

**Hałas to niepożądane, nieprzyjemne lub uciążliwe dźwięki dźwięki, zazwyczaj o nadmiernym natężeniu w danym miejscu i czasie.** Pojęcie hałasu jest generalnie subiektywne i zależy od poziomu odniesienia. Hałas może być szkodliwy dla zdrowia człowieka, ponieważ jego zbyt duże natężenie prowadzi najczęściej do uszkodzenia narządu słuchu. Mniejsze wartości natężenia hałasu, lecz występujące długotrwale lub posiadające nieodpowiednie widmo akustyczne (np. za wysokie, lub za niskie), a także drażniące w inny sposób (np. jednostajne, długotrwale, przenikliwe, rozpraszające, mające miejsce w nieodpowiednim miejscu lub czasie itd.) **mogą wpływać negatywnie na psychikę i zdrowie**

Hałas i związane z nim wibracje zaliczane są do czynników zanieczyszczenia środowiska. W Polsce strefa obciążenia hałasem obejmuje ponad 20% powierzchni kraju

**Definicje.** Dźwięk to drgania mechaniczne, polegające na ruchu cząstek środowiska sprężystego względem położenia równowagi. Zależnie od źródła dźwięku oraz sposobu rozchodzenia się fali rozróżnia się, dźwięki powietrzne, materiałowe i uderzeniowe. **Dźwięk powietrzny** to dźwięk, który rozchodzi się w postaci fali powietrznej. **Dźwięk uderzeniowy** powstaje np.: podczas chodzenie po stopie między piętami; jest to dźwięk materiałowy, który w sąsiadującym pomieszczeniu jest wysyłany częściowo w postaci fali powietrznej

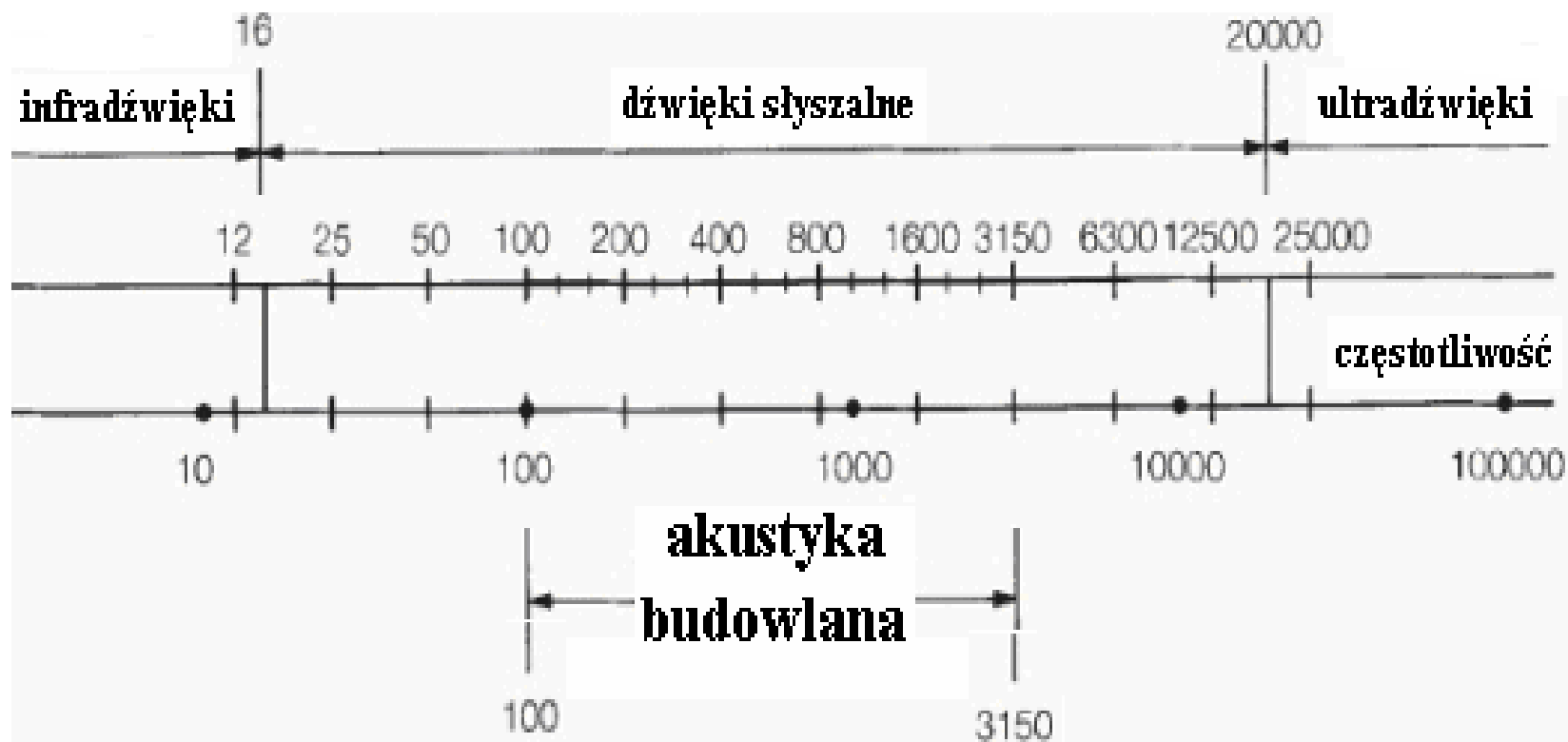
Akustyczna fala powietrzna wywołuje w ludzkim uchu zmiany gęstości powietrza, które następnie wywołują zmiany ciśnienia atmosferycznego. Zróżnicowany rozkład drgań w czasie powoduje powstanie różnych fal dźwiękowych: **dźwięk prosty** to drganie o kształcie sinusoidalny, zaś **dźwięk złożony** powstaje przez nałożenie na siebie wielu drgań sinusoidalnych (harmonicznych),



**szum** powstaje poprzez złożenie wielu drgań nieharmonicznych hałas - bardzo głośny, nieprzyjemny szum, zaś **huk** to mocna, krótkotrwała zmiana ciśnienia akustycznego

Ważną wielkością akustyczną, związaną z wysokością dźwięku jest **częstotliwość**. Pod pojęciem częstotliwości rozumie się liczbę drgań w ciągu sekundy. Jednostką jest herc, Hz. Częstotliwość  $\rightarrow f$ , Hz. Im większa jest częstotliwość, tym większy jest dźwięk i odwrotnie.

**Ludzkie ucho może odbierać dźwięk zakresu od 16 do 20 000 Hz.** Dźwięki o częstotliwości poniżej 16 Hz określa się jako infradźwięki, a o częstotliwości powyżej 20 000 Hz jako ultradźwięki



Przy odbiorze dźwięku duże znaczenie ma **poziom ciśnienia akustycznego**. Pojęcie to wywodzi się od ciśnienia dźwięku (zmian ciśnienia wywołanych drganiami); spotykane w życiu codziennym ciśnienia dźwięku różnią się potęgami dziesiętnymi. Próg słyszalności -  $p = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ , a granica bólu -  $p = 2 \cdot 10^{+1} \text{ Pa}$ . Ludzkie ucho jest w stanie odróżnić jedynie 120 poziomów ciśnień akustycznych, do określania tej wielkości wprowadzono skalę logarytmiczną, a jednostką jest **decybel**. Poziom natężenia dźwięku jest równy:

$$L_A = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \lg \frac{p}{p_0}, \text{ dB}$$

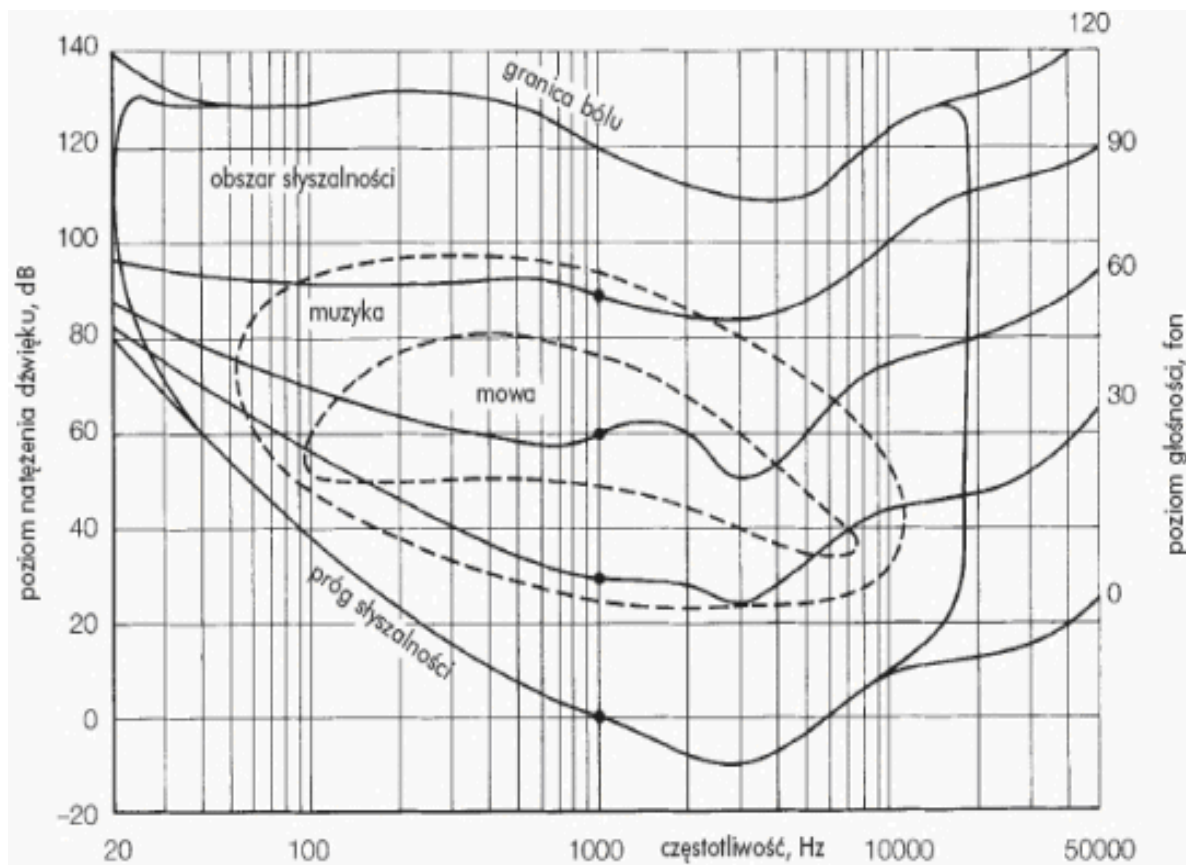
gdzie  $p$  - jest ciśnieniem dźwięku pomiędzy progiem słyszalności a granicą bólu,  $p_0$  - jest ciśnieniem odniesienia, równym progowi słyszalności, tj.  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ . Stąd otrzymuje się: próg słyszalności  $L_A = 0 \text{ dB}$ , granica bólu  $L_A = 120 \text{ dB}$

Logarytmiczna skala ciśnienia akustycznego sprawia, że poziomy ciśnienie akustycznych pochodzących z różnych źródeł nie mogą być w prosty sposób sumowane. Złożenie poszczególnych ciśnień dźwięku prowadzi do zależności:

$$L_A^{\text{całk}} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{0.1 \cdot L_i} \right), \text{ dB}$$

Ludzkie ucho reaguje na dwa czyste tony o jednakowym poziomie ciśnienia akustycznego, ale o innych częstotliwościach w różny sposób. Takie dźwięki nie mają jednakowej głośności. Słabsza jest reakcja na dźwięki niskie niż wysokie. Przy ciśnieniu dźwięku na poziomie 40dB, ton o częstotliwości 50Hz nie jest słyszalny, natomiast ton o częstotliwości 1000 Hz jest wyraźnie słyszalny. Dlatego też, jako fizjologiczną miarę siły dźwięku wprowadzono pojęcie **poziomu głośności**

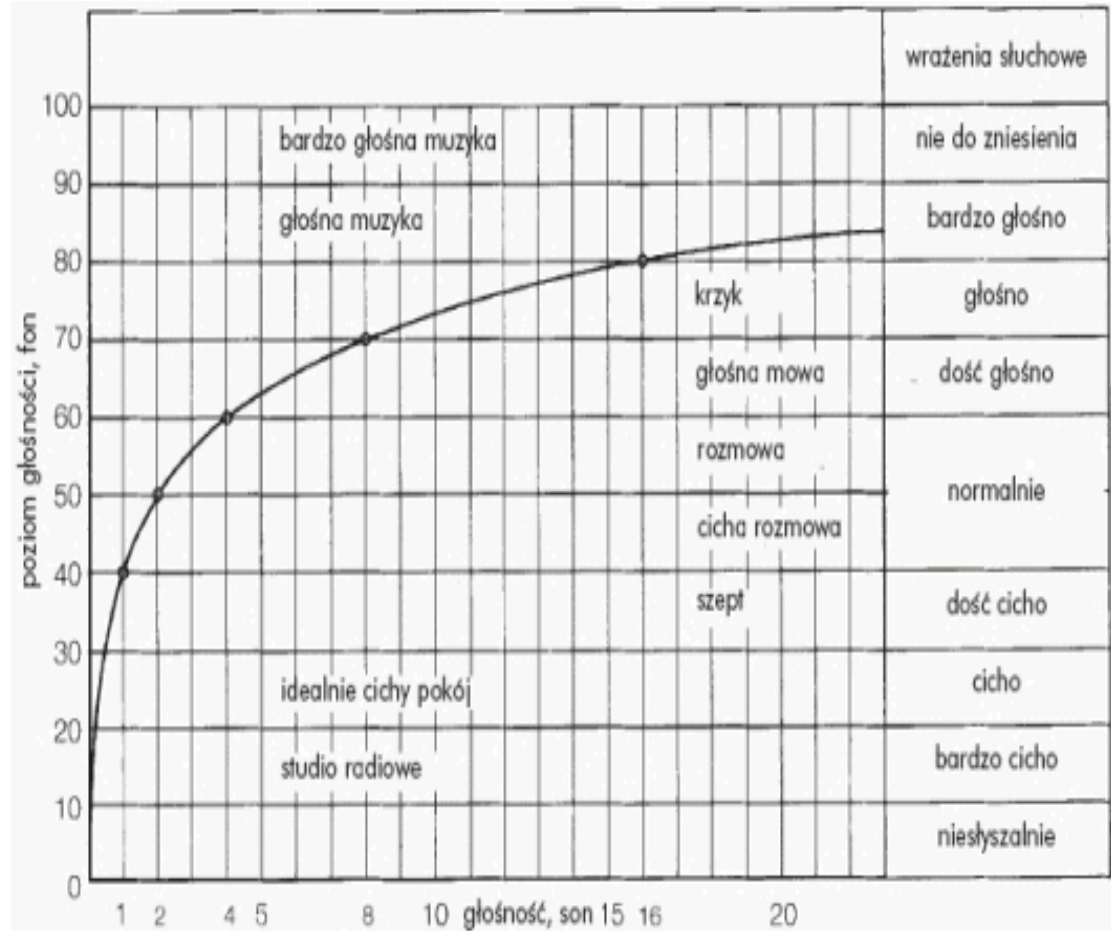
**Poziom głośności** → **N, fon** jest zdefiniowany w ten sposób, że przy częstotliwości 1000 Hz jest on równy poziomowi ciśnienia akustycznego. Związki jakie zachodzą pomiędzy poziomem ciśnienia akustycznego, częstotliwością oraz poziomem głośności przedstawiono poniżej



**Głośność.** Jeśli porównuje się ze sobą dwa tony o poziomie głośności 40 i 50 fonów, to ten o poziomie głośności 50 fonów jest odbierany przez ludzkie ucho jako dwa razy głośniejszy. Nie można więc przy użyciu tego pojęcia oceniać także wzrostu poziomu głośności. W tym celu wprowadzono dodatkowe pojęcie **głośności, mierzonej w sonach**. Z praktycznych względów ustalono, że ton o poziomie głośności 40 fonów ma głośność 1 sona. Głośność

$$S = 2^{0.1(N-40)}, \text{ son}$$

Głośność to informacja ile razy wyższy (głośniejszy) jest dla ludzkiego ucha dany ton w porównaniu do tonu o głośności 40 fonów, przy tej samej częstotliwości dźwięku. Zależność tą przedstawiono na rysunku obok wraz z danymi pozwalającymi klasyfikować źródła dźwięku i sposoby ich odbierania przez człowieka. Można zauważyć, że wzrost poziomu głośności dźwięku o 10 fonów jest odbierany jako podwojenie głośności





**Ważony poziom dźwięku.** Zależności jakie zachodzą pomiędzy poziomem ciśnienia akustycznego, poziomem głośności i częstotliwości, są bardzo skomplikowane. Do celów obliczeń pomiarów technicznych, rzeczywiste krzywe poziomów głośności zastąpiono, zgodnie z międzynarodową umową, wyidealizowaną krzywą ważoną. Poziomom dźwięku przy różnych częstotliwościach przypisano odpowiednie wagi, uzyskując w ten sposób zobiektywizowaną miarę głośności. Określa się ją jako poziom dźwięku  $L_A$ , który odpowiada charakterystyce ważenia A → **miarą jest decybel, dB**

Dźwięki powietrzne są wytwarzane m.in. podczas mówienia, grania na instrumentach, w urządzeniach fonicznych, a także podczas używania różnych urządzeń domowych. Dźwięki tego typu powstają również na zewnątrz budynku, np. od ruchu ulicznego, szynowego i powietrznego oraz urządzeń i instalacji przemysłowych. Dźwięk powietrzny wprawia w drgania przegrody otaczające pomieszczenie, a następnie - już częściowo stłumiony - jest przekazywany do wnętrza pomieszczenia. Dźwięki te docierają do pomieszczenia na dwa sposoby: bezpośrednio poprzez przegrody i pośrednio (przenoszenie boczne) np. przez osłaniające przegrody działowe, szyby i kanały, rury, otwory w suficie i nieszczelności pomiędzy przegrodą zewnętrzną a działową, itp.

1. **Wartości progowe poziomu hałasu.** Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 stycznia 2002 r. w sprawie wartości progowych poziomów hałasu (Dz.U. 2002 nr 8 poz.81).
2. **Poziomy hałasu w kabinach i pomieszczeniach przemysłowych.** PN-N-01307:1994 - Hałas. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy. Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów.
3. **Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi.** PN-87/B-02151/02 - Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach.
4. **Wartości NDN hałasu na stanowiskach pracy.** Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2002 nr 217 poz.1833).



Rodzaj pomieszczenia	Minimalny wskaźnik oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A2}$ lub $R'_{A1}$ [dB] zależnie od miarodajnego poziomu dźwięku A [dB] w ciągu dnia/nocy na zewnątrz budynku						
	<u>dzień</u>	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75
	<u>noc</u>	36 -40	41 - 45	46 - 50	51 – 55	56 - 60	61 - 65
pokoje w mieszkaniu	20	23	23	28	3	38	
kuchnie w mieszkaniu	20	20	20	23	28	33	
pokoje biurowe	20	20	20	23	28	33	

Minimalna izolacyjność oszklenia		Deklarowana wartość parametrów akustycznych okna		
$R_w$ [dB]	$R_{A2}$ [dB]	$R_w$ (C; Ctr) [dB]	$R_{A1}$ [dB]	$R_{A2}$ [dB]
27	22	30 (-2; -5)	28	25
30	25	33 (-2; -5)	31	28
34	29	35 (-2; -5)	33	30
38	33	37 (-2; -5)	35	32
42	37	39 (-2; -5)	37	34

# Główne źródła hałasu



✓ 50% - Sąsiedzi (sprzęt hi-fi, TV, pianino, pies, kroki...)

✓ 15% - Miejsca publiczne (kawiarnie, bary...)

✓ 11% - Ruch uliczny, budownictwo

✓ 9% - Warsztaty rzemieślnicze i placówki handlowe

8% - Przemysł

5% - Inne








2% - Samoloty

Ze względu na przyczynę powstawania hałasu rozróżnia się **hałas aerodynamiczny** - powstający w wyniku przepływu powietrza lub innego gazu oraz **hałas mechaniczny** - powstający w skutek tarcia i zderzeń ciał stałych






Ze względu na zakres zmian dynamicznych poziomu rozróżnia się **hałas ustalony** - poziom dźwięku A w określonym miejscu zmienia się w czasie nie więcej niż o 5 dB, **hałas nieustalony** - poziom dźwięku A w określonym miejscu zmienia się w czasie więcej niż o 5 dB, hałas impulsowy - składający się z jednego lub wielu zdarzeń dźwiękowych, każde o czasie trwania  $< 1$  sek

Ze względu na charakter oddziaływania wyróżnia się **hałas uciążliwy** nie wywołujący trwałych skutków w organizmie oraz **hałas szkodliwy** wywołujący takie skutki lub powodujący ryzyko ich wystąpienia

## Do wnętrza docierają odgłosy z zewnątrz, jak i wewnątrz pomieszczenia

źródło dźwięku		$L_A$ , dB(A)	odczucia
silnik odrzutowy (z odległości 25m)		120	ból
start odrzutowca (z odległości 100m)			
silnik samolotu głośna muzyka		110	nie do zniesienia
muzyka		100	
młot pneumatyczny		90	
ciężki ruch uliczny		80	bardzo głośno
średni ruch uliczny		70	głośno
		60	dość głośno

Hałasy zewnętrzne są o tyle bardziej dokuczliwe i głośnie, o ile w pobliżu znajduje się droga często uczęszczana, zakład przemysłowy, tory czy korytarz powietrzny. **Hałas wewnętrzny dzieli się na bytowy i instalacyjny.** Hałas bytowy wytwarzają sami mieszkańcy budynku, instalacyjny - pochodzi od znajdujących się w nim instalacji i urządzeń technicznych

praca w biurze		50	normalnie
rozmowa			
mieszkanie, biblioteka		40	dość cicho
sypialnia		30	cicho
las		20	bardzo cicho
		10	niesłyszalnie

Wszystkie zabiegi związane z ograniczeniem przenoszenia dźwięków od źródła do wnętrza pomieszczenia, mają na celu izolacyjności akustycznej przegród oraz uzyskanie odpowiedniej **izolacyjności akustycznej** przegród. Jej miarą jest **zdolność** przegrody do zmniejszenia poziomu natężenia dźwięku pomiędzy **pomieszczeniem głównym a cichym**. Izolacyjność akustyczna właściwa w pasmach tercjowych lub oktawowych  $R$ , dB. Izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona (z przenoszeniem bocznym) w pasmach tercjowych lub oktawowych:  $R'$ , dB. Izolacyjność akustyczna od dźwięków powietrznych przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych przeznaczonych do zastosowania w budynkach jako przegrody budowlane charakteryzuje się za pomocą wskaźników wyznaczonych wg PN EN ISO 717-1: 1999

**Izolacyjność akustyczna właściwa  $R$  ( $R'$ ) elementu budowlanego jest silnie związana z częstotliwością. Zależność tą pokazano na rysunku poniżej, na przykładzie krzywej pomiarowej "a"**

**Wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej  $R_A$**  jest równy sumie ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej  $R_w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C$ , uwzględniającego rodzaj hałasu (szum i hałas drogowy).

$R_{A_j} = R_w + C_j$  gdzie  $j$  - jest indeksem widma poziomego dźwięku, 1 lub 2,  $X_w$  - jest jednoliczbowym wskaźnikiem ważonym izolacyjności akustycznej właściwej

$$X_{A_i} = -10 \lg \sum 10^{(L_{ij} - X_i)/10}, \text{ dB}$$

gdzie  $i$  - jest indeksem pasm 1/3 oktawowych lub aktaowych,  $L_{ij}$  - są poziomami widma dźwięku dla częstotliwości  $i$  oraz widma  $j$ , wg PN EN ISO 717-1:1999,  $X_i$  - izolacyjność akustyczna właściwą dla częstotliwości pomiarowej  $i$  (wartości wymaganych wskaźników ocen izolacyjności akustycznej przegród oraz elementów budowlanych w budynkach są podane w normie PN-B-02151-3:1999)

**Dźwięk uderzeniowy** jest szczególną formą dźwięku materiałowego. Powstaje on np. podczas chodzenia po stropie lub schodach, przy przesuwaniu mebli albo używaniu wyposażenia domowego. Początkowo jest to dźwięk przenoszony przez drgania materiału, a dalej we wnętrzu sąsiedniego pomieszczenia jako dźwięk powietrzny. Podobnie jak w przypadku dźwięków powietrznych, dźwięki uderzeniowe mogą być przenoszone bezpośrednio przez przegrodę pomieszczenia lub pośrednio (przeniesienie boczne) przez przyległe przegrody działowe, przewody...



W porównaniu do dźwięków powietrznych, przy dźwiękach uderzeniowych przenoszenie boczne gra relatywnie małą rolę. Wszystkie zabiegi związane z ograniczeniem przenoszenia dźwięków uderzeniowych, od źródła do wnętrza pomieszczenia, mają na celu uzyskanie odpowiedniej izolacyjności akustycznej przegród od dźwięków uderzeniowych

Do badania rzeczywistych właściwości izolacyjnych przegrody na dźwięki uderzeniowe służy tzw. *stukacz wzorcowy*. W pomieszczeniu mierzony jest tzw. znormalizowany poziom natężenia dźwięku od stukacza działającego na zewnętrznej powierzchni przegrody, w poszczególnych pasmach częstotliwości. Pomierzony poziom uderzeniowy znormalizowany -  $L_n$ , dB; poziom uderzeniowy znormalizowany przybliżony (z przenoszeniem bocznym) -  $L_n'$ , dB. Izolacyjność akustyczną od dźwięków uderzeniowych w budynkach oraz izolacyjność akustyczną elementów budowlanych przeznaczonych do zastosowania w budynkach jako przegrody budowlane charakteryzuje się za pomocą ważonych wskaźników wyznaczonych wg PN EN ISO 717-2:1999

Uwzględnienie **widma hałasu** jest realizowane przy użyciu widmowego wskaźnika adaptacyjnego CI, dodawanego do jednoliczbowego wskaźnika ważonego izolacyjności od dźwięków uderzeniowych

$$C_I = L_{n,sum} - 15 - L_{n,w}$$

gdzie:  $L_{n,sum} = 10 \lg \sum 10^{L_{ni}/10}$

**Wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego  $L_{n,w}$ , dB.** Wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego  $L'_{nw}$ , dB; wartości wymaganych izolacyjności akustycznych przegród budowlanych w budynkach są podane w normie PN-B-02151-3:1999.

**Przyrost izolacyjności od dźwięków uderzeniowych.** Wskaźnik ważony zmniejszenia poziomu uderzeniowego to różnica pomiędzy wskaźnikami ważonymi poziomu uderzeniowego znormalizowanego dla stropu wzorcowego bez podłogi i z podłogą (patrz rysunek wcześniej). **Wskaźnik ważony zmniejszenia poziomu uderzeniowego  $\rightarrow L_W$ , dB**

**Ważony wskaźnik poziomu uderzeniowego znormalizowanego.** Izolacyjność akustyczną stropów (i schodów) określa się za pomocą ważonego wskaźnika poziomu uderzeniowego znormalizowanego  $L_{n,w}$

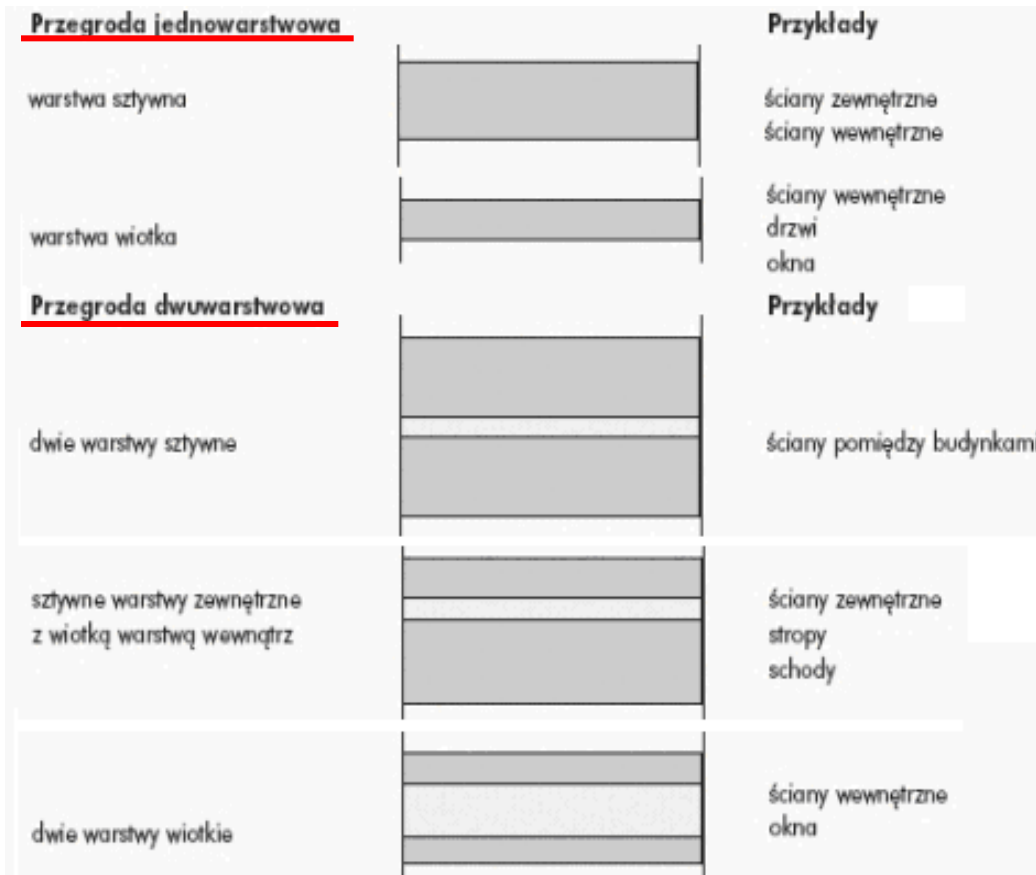
Dla *kompletnych stropów masywnych* wartość ważonego wskaźnika poziomu uderzeniowego znormalizowanego  $L_{n,w}$  uzyskuje się jako różnicę ważonego wskaźnika poziomu uderzeniowego znormalizowanego dla gołego stropu i ważonego wskaźnika zmniejszenia poziomu uderzeniowego podłogi.

Równoważny ważony wskaźnik poziomu uderzeniowego znormalizowanego  $L_{n,eq,0,w}$  *gołego stropu masywnego* jest równy sumie ważonego wskaźnika poziomu uderzeniowego znormalizowanego badanego stropu z podłogą wzorcową oraz ważonego wskaźnika zmniejszenia poziomu uderzeniowego podłogi wzorcowej

Tak określony wskaźnik równoważny może być użyty do obliczenia ważonego wskaźnika poziomu uderzeniowego znormalizowanego  $L_{n,w}$  płyty stropowej z podłogą o znanym wskaźniku  $L_w$  zgodnie ze wzorem:

$$L_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w, \text{ dB}$$

**Wpływ budowy przegrody na bezpośrednie przenoszenie dźwięków. Dźwięk jest przenoszony pomiędzy pomieszczeniami na skutek drgań przegród znajdujących się pomiędzy nimi. Sposób, w jaki drgają te przegrody wpływa na intensywność tłumienia dźwięków. Tak więc budowa przegrody, sposób ułożenia i dobór warstw ma duże znaczenie dla jej izolacyjności akustycznej. Pod względem akustycznym są przegrody jednowarstwowe i dwuwarstwowe (rysunek poniżej)**



**Przegroda jednowarstwowa** jest zbudowana z pojedynczej warstwy jednorodnego materiału lub z kilku połączonych warstw materiałowych; **bezpośrednie przenoszenie dźwięku odbywa się tu poprzez drgania stykających się wzajemnie ze sobą cząstek materiałów**

**Przegroda dwuwarstwowa** składa się z dwóch części, przedzielonych elastyczną warstwą pośrednią (powietrze lub materiał izolacyjny) i zespolonych konstrukcyjnie przy użyciu kotew, **bezpośrednie przenoszenie dźwięków odbywa się poprzez warstwę pośrednią, kotwy i połączenia na obrzeżach**

Warstwy materiałów użytych do konstruowania przegrody jedno i wielowarstwowej mogą być pod względem akustycznym sztywne (ciężkie) i giętkie (lekkie). Do scharakteryzowania właściwości akustycznych warstw przegród budowlanych stosuje się pojęcie częstotliwości granicznej. Wartość tej częstotliwości zależy od gęstości materiału, modułu sztywności dynamicznej i grubości warstwy.

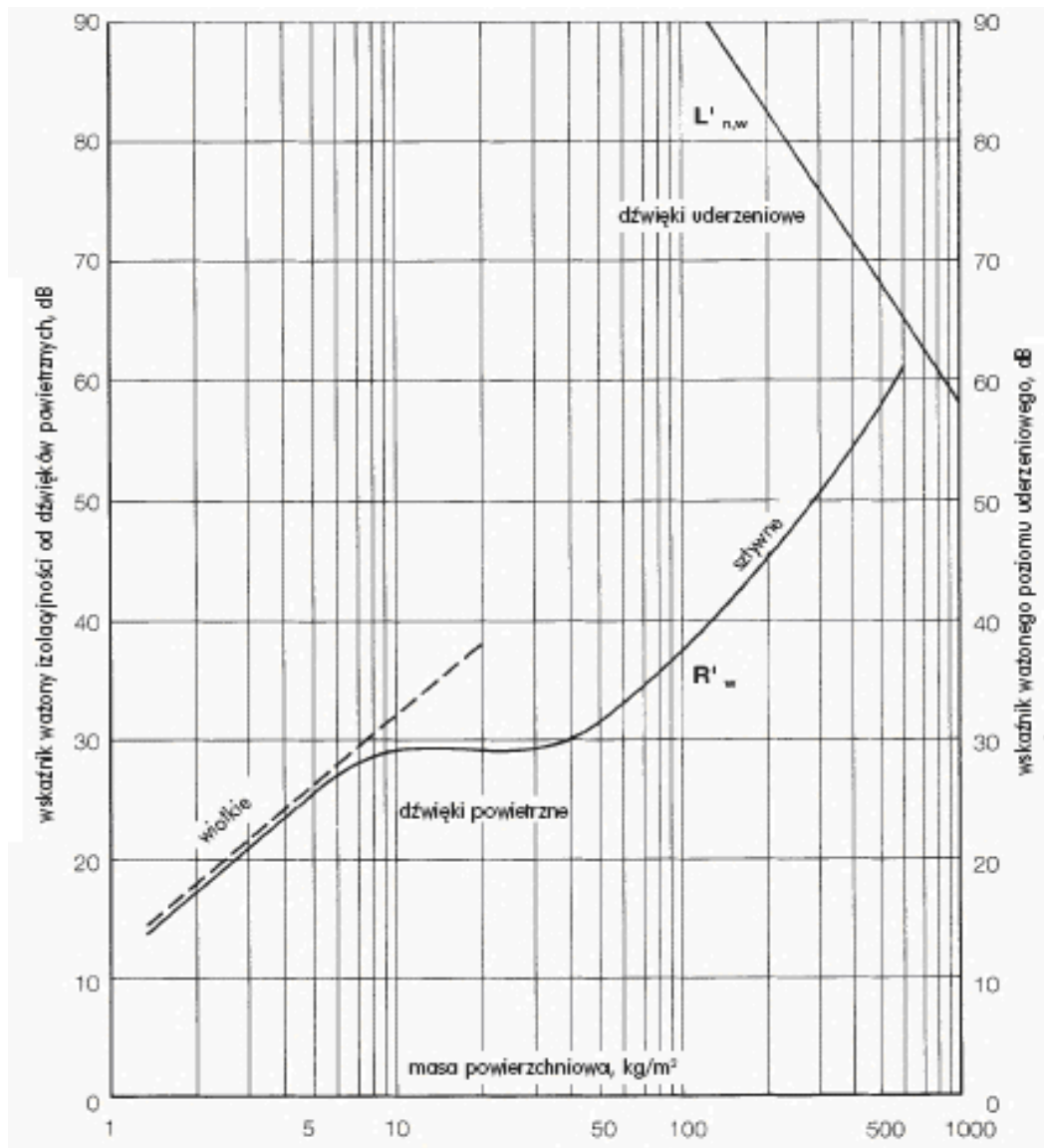
Częstotliwość graniczna

$$f_g = \frac{60}{d} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{E}} \text{ , Hz} \quad \rho, \text{ kg/m}^3, E, \text{ MN/m}^3, d, \text{ m}$$

**Przykłady warstw odpornych na drgania** ( $f_g < 200$  Hz), grubości  $> 10$ cm: mur kamienny  $>1400$  kg/m<sup>3</sup>, beton. **Przykłady warstw mało odpornych na drgania** ( $f_g > 2000$  Hz): płyta gipsowo-kartonowa, płyta azbestowo-cementowa, płyta szklana, sklejka.

**Wpływ budowy przegrody na boczne przenoszenie dźwięków.** Dźwięk przenosi się pomiędzy pomieszczeniami nie tylko poprzez rozdzielającą je przegrodę (przenoszenie bezpośrednie), ale również na skutek bocznego przenoszenia dźwięków przez przegrody przyległe. Przenoszenie boczne gra znaczącą rolę przy propagowaniu dźwięków powietrznych, natomiast przy dźwiękach uderzeniowych jego rola jest względnie mała. Decydujący dla przenoszenia dźwięków jest sposób wykonania przegród tworzących pomieszczenie i wynikający stąd rodzaj połączenia głównej przegrody ze ściankami bocznymi. Przy ocenie intensywności bocznego przenoszenia dźwięków rozróżnia się: masywne budynki monolityczne murowane lub żelbetowe z ciężkimi ściankami działowymi i z lekkimi ściankami działowymi

Izolacyjność akustyczna przegrody jednowarstwowej zależy głównie od jej masy powierzchniowej, a więc praktycznie od gęstości zastosowanych w niej materiałów i grubości warstw (rysunek poniżej).



Izolacyjność od dźwięków powietrznych - wskaźnik ważony izolacyjności od dźwięków powietrznych, dB wyrażony poprzez jednoliczbowy, ważony wskaźnik izolacyjności, wzrasta wraz ze wzrostem masy powierzchniowej. Jak wynika z rysunku obok, aby uzyskać ważony wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej równy 55 dB (na tym poziomie sformułowane są wymagania izolacyjności akustycznej dla ścian wewnętrznych i stropów w budynkach wielorodzinnych), wymagane są przegrody o masie powierzchniowej około  $400 \text{ kg/m}^2$  (taką masę mają typowe przegrody masywne: murowane i żelbetowe)



Izolacyjność przegrody od dźwięków uderzeniowych również wzrasta z jej masą powierzchniową. Ważony wskaźnik znormalizowanego poziomu dźwięku równy 55 dB (wymagany dla stropów w budynkach wielopiętrowych) wymaga jednak zastosowania przegród o masie powierzchniowej ponad 1000 kg/m<sup>2</sup> (takie właściwości można uzyskać poprzez użycie konstrukcji dwuwarstwowej).

## Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej.

przegroda	min $R'_{A1}$ dB	max $L'_{n,w}$ dB
budynki wielokondygnacyjne		
ściana pomiędzy mieszkaniami	50	-
strop międzykondygnacyjny	51	58
ściana od korytarza, klatki schodowej	50	-
strop między mieszkaniem i korytarzem	*	53
ściana przy pomieszczeniu technicznym	55	-
strop przy pomieszczeniu technicznym	55	58
ściana między mieszk. a sklepem itp.	55	-
strop między mieszk. a sklepem itp.	55	53 - 58
ściana między mieszk. a kawiarnią itp.	57 - 67	-
strop między mieszk. a kawiarnią itp.	55 - 60	48-53-58
ściana między pokojem a pom. sanit.	35	-
ściana w obrębie tego samego mieszkania	30 - 35	-
strop w obrębie tego samego mieszkania	45 - 51	58

przegroda	min $R'_{A1}$ dB	max $L'_{n,w}$ dB
budynki jednorodzinne bliźniacze i szeregowo		
ściana pomiędzy mieszkaniami	52 - 55	-
strop międzykondygnacyjny	nie normaliz.	53

**Dopuszczalny poziom dźwięku A od wszystkich źródeł hałasu łącznie w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi**

pomieszczenie	$L_{Aeq}$ dB	
	w dzień	w nocy
mieszkalne	40	30
pokoje w hotelach kat. II i niższych	45	35
pokoje chorych w szpitalach	35	30
pokoje dla dzieci w żłobkach	35	-
klasy i pracownie szkolne	40	-
pomieszczenia biurowe	35	-
sale sklepowe	50	-
pomieszczenia administracyjne	45	-
sale kawiarniane	50	-

# Wartości graniczne. Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona ścian zewnętrznych z oknami wg PN-B-02151-3: 1999

			$R'_{A1}$ lub $R'_{A2}$ , dB						
			zależnie od poziomu dźwięku A na zewnątrz budynku						
Rodzaj budynku	Przegroda zewnętrzna w pomieszczeniu	dzień	do 45	od 46 do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70	od 71 do 75
		noc	do 35	od 36 do 40	od 41 do 45	od 46 do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65
Budynki mieszkalne	pokoje		20	20	23	23	28	33	38
	kuchnie		20	20	20	20	23	28	33
	klatki schod., piwnice		nie stawia się wymagań						
Budynki hotelowe kat. 3-gwiazdkowej	pokoje hotelowe		20	20	23	23	28	33	38
	pom. gospod., klatki		nie stawia się wymagań						
Budynki hotelowe kategorii niższych	pokoje hotelowe		20	20	20	23	23	28	33
	pom. gospod., klatki		nie stawia się wymagań						
Przych. lekarskie	gabiny, pokoje zabieg.		20	23	23	28	33	38	*
Żłobki, przedszkola	pokoje dla dzieci		20	20	23	28	33	38	*
Domy rencistów domy wczasowe	pokoje		20	20	23	23	28	33	38
	pom. gospodarcze		nie stawia się wymagań						
Szkoły	sale lekcyjne		20	20	23	23	28	33	*
	korytarze		nie stawia się wymagań						
Placówki nauk.-bad.	pokoje do pracy		20	23	23	28	33	38	*
Domy kultury	sale zajęć wymagających uwagi		20	20	23	23	28	33	38
	sale pozostałe		20	20	20	20	23	28	33
Różne	sale kawiarniane i restauracje		20	20	20	20	20	23	28

Obliczenie wskaźnika oceny  $R'_{A1}$  lub  $R'_{A2}$  **wypadkowej izolacyjności akustycznej** ściany zewnętrznej z oknami można wykonać wg uproszczonej zależności w postaci

$$R_{A1,wyp} = -10 \lg \frac{1}{\sum_{i=1}^n S_i} \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-0,1R_{A1,i}}, \text{ dB}$$

$R_{A1,i}$  - wskaźnik oceny izolacyjności poszczególnych części ściany (części pełnych oraz okien), dB,  $S_i$  - powierzchnia poszczególnych części ściany,  $m^2$   
 $n$  - liczba poszczególnych części przegrody

W tabeli poniżej zestawiono parametry służące do oceny przegród wewnętrznych o różnej konstrukcji pod kątem właściwości izolacyjnych. Są one niezbędne do sprawdzenia przydatności projektowanych przegród do ochrony akustycznej wewnątrz budynków. Zgodnie z polską normą PN EN ISO 717-1, aby otrzymać tzw. wskaźnik oceny przybliżonej do wartości wskaźnika  $R'$  w odczytanej z tablic należy dodać widmowy wskaźnik adaptacyjny  $C$ , zależny od rodzaju hałasu.  $R'_{A1} = R'_w + C$

Rodzaj przegrody	wielkość
Jednowarstwowa ściana wewnętrzna	$R'_{A1}$
Dwuwarstwowa masywna ściana wewnętrzna	$R'_{A1}$
Dwuwarstwowa lekka ściana wewnętrzna	$R'_{A1}$
Dwuwarstwowa ściana dzieląca budynki	$R'_{A1}$
Dwuwarstwowy strop masywny izolacyjność od dźwięków powietrznych izolacyjność od dźwięków uderzeniowych $L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + 2$	$R'_{A1}$ $L_{n,eq,0,w} \Delta L_w$
Strop na belkach drewnianych	$R'_{A1}$ $L'_{n,w}$

Uwzględnienie *bocznego przenoszenia dźwięków powietrznych* wymaga, w przypadku ścian i stropów oddzielających pomieszczenia, wprowadzenia współczynników korekcyjnych

<b>Współczynnik korekcyjny <math>K_{L1}</math></b>									
$m'_{b,ar}$ [kg/m <sup>2</sup> ]		450	400	350	300	250	200	150	100
Jednowarstwowa ściana wewnętrzna									
$K_{L1}$ [dB]			0	0	0	0	-1	-1	-1
Dwuwarstwowa masywna ściana wewnętrzna i strop									
$K_{L1}$ [dB]			+2	+1	0	-1	-2	-3	-4
Dwuwarstwowa lekka ściana wewnętrzna, strop na belkach drewnianych									
$K_{L1}$ [dB]	$R'_w = 50$ dB	+4	+3	+2	0	-2	-4	-7	
	$R'_w = 49$ dB	+2	+2	+1	0	-2	-3	-6	
	$R'_w = 47$ dB	+1	+1	+1	0	-2	-3	-6	
	$R'_w = 45$ dB	+1	+1	+1	0	-1	-2	-5	
	$R'_w = 43$ dB	0	0	0	0	-1	-2	-4	
	$R'_w = 41$ dB	0	0	0	0	-1	-1	-3	
liczba ścianek bocznych z wiotką warstwą wewnętrzną						1	2	3	
$K_{L2}$ [dB]						+1	+3	+8	

Jeżeli przez zdrowie będziemy rozumieć tak, jak proponuje WHO; „...stan dobrego samopoczucia fizycznego, psychicznego i społecznego...”, to hałas jest czynnikiem w dużym stopniu odpowiedzialnym za stan zdrowia społeczeństwa.

Hałas wpływa na:

✓ **psychikę** - ponieważ godzi w podstawowe potrzeby każdego mieszkańca: potrzebę spokoju, wypoczynku i regeneracji sił, potrzebę prywatności życia domowego, potrzebę bezpieczeństwa, albowiem zakłóca ważne biologiczne i społeczne czynności (sen, naukę, pracę umysłową),

✓ **organizm** - przez pobudzenie ośrodkowego układu nerwowego oraz ośrodka podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowego. Stąd hałas może wywołać odruchowe reakcje takie jak: zmiany rytmu oddychania, akcji serca, perystaltyki jelit, zmiany wydzielania skórniego, ciśnienia krwi itp. (ludzie narażeni na hałas nieco częściej zapadają na nadciśnienie tętnicze, nerwice, choroby przemiany materii i przewodu pokarmowego); np. w Szwecji przeanalizowano ostatnio wszystkie przypadki zawałów mięśnia sercowego (zarówno tych, które spowodowały śmierć, jak i przeżytych), a rezultaty badań wykazały, że **występowanie obu cech: zwiększonego tempa życia ustawicznego ogłuszania hałasem, zwiększyło ryzyko zawału, szczególnie przed 55 rokiem życia.** Podobnie w badaniach niemieckich z 1987 r. stwierdzono wpływ hałasu o poziomie powyżej 65dB w dzień na skurczowe ciśnienie krwi oraz obniżenie kortyzolu i liczby trombocytów



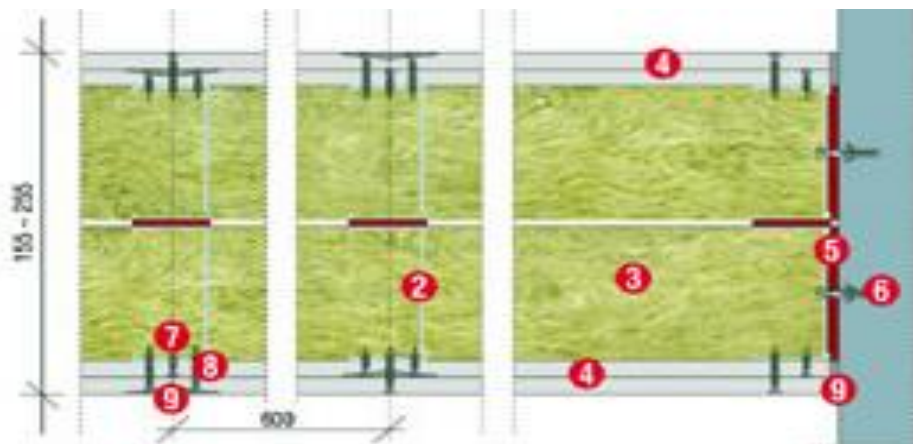
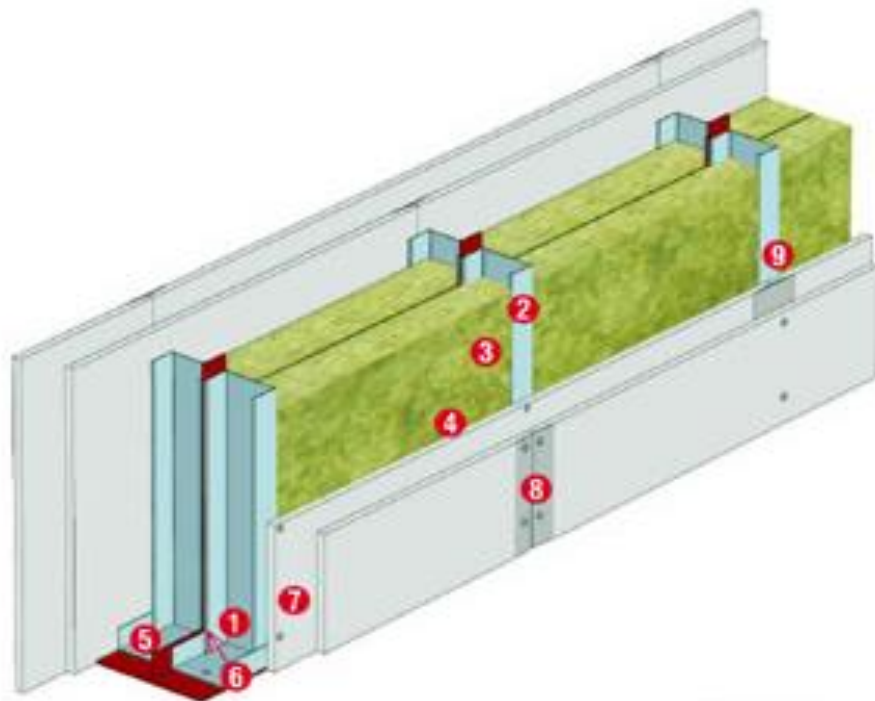
✓ **ludzkie zachowanie** - ograniczenie spacerów na wolnym powietrzu, stosowanie zatyczek dousznych, a czasem także paradoksalne zachowanie jak spanie w korytarzu, czy w kuchni, ponieważ tylko to są miejsca gdzie ludzie mogą zasnąć. W badaniach przeprowadzonych w Warszawie rejonach hałaśliwych (powyżej 65dB) obserwuje się częste zakłócenia ze strony układu krążenia (bicie i kołatanie serca, szybkie męczenie się, duszność, zawroty głowy, uderzenia krwi do głowy), układu pokarmowego, bóle mięśni i stawów, a także zakłócenie równowagi emocjonalnej (stan napięcia i niepokoju, trudności w zasypianiu, niespokojny sen, uczucie niewyspania). Stwierdzono również częste systematyczne zażywanie leków z powodu chorób serca nadciśnienia

Hałas z zewnątrz można eliminować, wykonując izolację przegród zewnętrznych. Stosuje się tutaj np. ścianki działowe z płyt gipsowo-kartonowych, przymocowanych na metalowym stelażu i wypełnionych wełną mineralną. Wełna (skalana i szklana) doskonale izoluje akustycznie a dodatkowo jest niepalna, co poprawia bezpieczeństwo przeciwpożarowe. Podstawą dobrego wyciszenia w tym przypadku jest staranne wykonanie stelażu z metalowych profili i poprawne wyłożenia wełny

**Ten system można stosować zarówno do wybudowania ścianki działowej, jak i do poprawienia izolacji akustycznej już istniejącej ściany. W obu przypadkach przed konstrukcją stelażu na podłodze oraz na suficie konieczne jest położenie taśmy tłumiącej. Bez niej dźwięki będą przenosiły się ze ściany na podłogę i do sąsiadów poniżej. Na taśmie tłumiącej mocuje się profil montażowy, najpierw listwy pionowe, a na nich poziome. W tak przygotowaną kratownicę umieszcza się płyty wełny (odległości między listwami są takie, aby płyty ułożone były ciasno, bez przerw); dodatkowo można położyć folię akustyczną wytłumiającą ścianę. Na koniec przykręca się płyty gipsowo-kartonowe, szpachluje przerwy między nimi i maluje.**

**Płyty nie powinny dotykać bezpośrednio podłogi, ani sufitu, bo będą przenosiły dźwięki. Do wykonania stelażu nie należy stosować profili drewnianych, ponieważ drewno przenosi bardzo dobrze dźwięki materiałowe (do wyciszania ścian używa się płyty korkowe o grubości 1 cm - płyty takie tłumią dźwięki 50 dB)**

We wnętrzu budynku powstawać może **hałas bytowy** wynikający z codziennego życia mieszkańców oraz **hałas techniczny**, wytwarzany przez urządzenia. Z hałasem bytowym związane są dźwięki bytowe, materiałowe (odgłosy kroków, uderzeń, stuków), a także tzw. dźwięki powietrzne (rozmowy, muzyka, itp.). Hałas techniczny, wynikający z odgłosów pracy różnych urządzeń (wentylacji mechanicznej, instalacji sanitarnej), podzielić można na ciągły i przerywany. Hałasowi mechanicznemu zapobiec można, lokując generujące go urządzenia w osobnym pomieszczeniu (usytuowanym w położonej daleko od pomieszczeń mieszkalnych części budynku). Pomieszczenia te powinny mieć właściwą izolację akustyczną. Pamiętać przy tym trzeba o dokładnym doborze drzwi. Izolować należy także rury, przewody wentylacyjne oraz przejścia przewodów przez ściany i stropy. Połączenia przewodów z wentylatorem powinny być elastyczne. Najlepiej pamiętać o tym już na etapie budowy - wykonanie izolacji akustycznej w istniejącym budynku jest trudniejsze



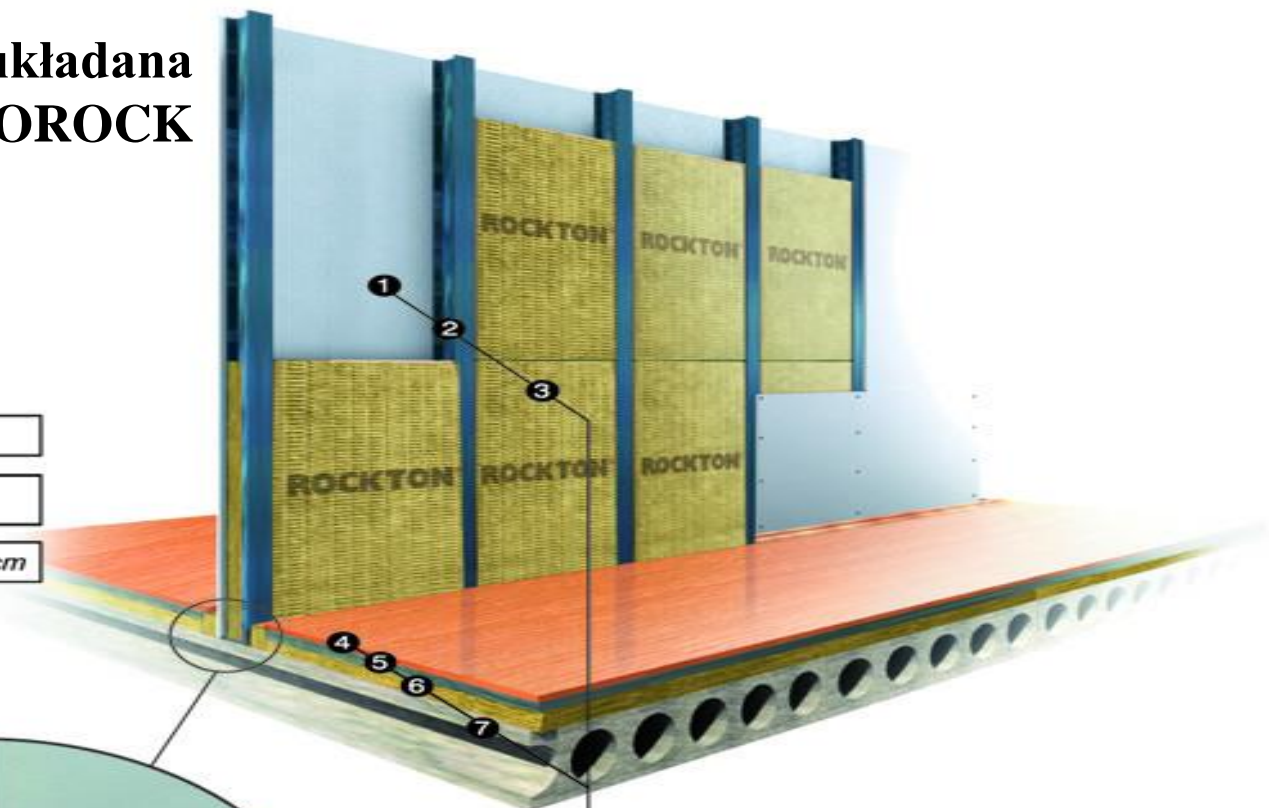
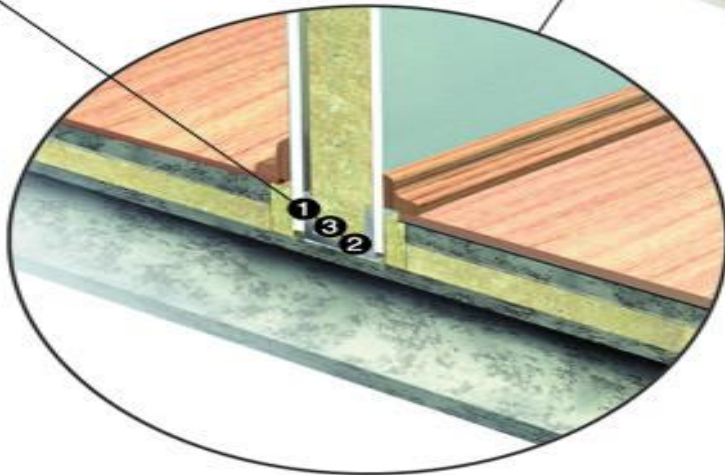
Konstrukcja nośna	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. obwodowe profile poziome <math>2 \times 50</math>, <math>2 \times 75</math> lub <math>2 \times 100</math> mm, odsunięte od siebie o 5 mm</li> <li>2. słupkowe profile pionowe <math>2 \times 50</math>, <math>2 \times 75</math> lub <math>2 \times 100</math> mm, rozstaw: 60 cm (opcjonalnie 40 lub 30 cm)</li> </ol>
Wypełnienie	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. płyty <b>ROCKTON</b>, gr. <math>2 \times 50 - 2 \times 100</math> mm</li> </ol>
Oplytowanie	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. okładziny ścienne, np. płyty gipsowo-kartonowe gr. <math>2 \times 12,5</math> mm obustronnie</li> </ol>
Uszczelnienie obwodowe	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. taśma uszczelniająca (dźwiękochłonna) gr. 2-3 mm, szer. 50, 75 lub 100 mm, masa szpachlowa</li> </ol>
Mocowanie	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. kołki rozporowe lub dyble, rozstaw: 75-100 cm (mocowanie obwodowych profili poziomych i pionowych do konstrukcji budynku)</li> <li>7. wkręty, rozstaw: 75-100 cm (mocowanie pierwszej warstwy okładzin do profili pionowych)</li> <li>8. wkręty, rozstaw: 25-35 cm (mocowanie drugiej warstwy okładzin do profili pionowych)</li> </ol>
Szpachlowanie	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. masa szpachlowa, taśma spoinowa, szpachlowanie końcowe</li> </ol>

**Przykład - ściana działowa na podwójnej konstrukcji z obustronną podwójną okładziną**



# Podłoga pływająca układana na izolacji STROPOROCK grubości 4 cm

- 1 Płyta gipsowo-kartonowa
- 2 Konstrukcja ściany: obwodowy profil poziomy
- 3 Płyta **ROCKTON** gr. 10 cm



- 1 Płyta gipsowo-kartonowa
- 2 Konstrukcja ściany: profil pionowy
- 3 Płyta **ROCKTON** gr. 10 cm
- 4 Podłoga na podkładzie betonowym
- 5 Podkład podłogowy gr. 4 cm oddzielony od ściany paskiem z wełny
- 6 Płyta **STROPOROCK** gr. 4 cm
- 7 Masywny strop międzykondygnacyjny

**Z hałasem bytowym** również można sobie poradzić, nawet jeśli ściany i sufit nie zostały dobrze wyciszone. Zastosowanie w tym przypadku mają podwieszane sufity lub pływające podłogi i wyciszanie ścian wewnętrznych. Można odizolować mieszkanie od innych, można również odizolować od siebie poszczególne pomieszczenia

Do wykonania sufitów podwieszanych stosuje się różnego rodzaju materiały dźwiękochłonne – wełnę mineralną twardą lub miękką, płyty metalowe, perforowane – wybór właściwego materiału zależy od pozostałych materiałów wykorzystanych w pomieszczeniu oraz od tego, jaką funkcję sufit powinien spełniać. Można również wyciszyć podłogę poprzez montaż tzw. podłogi pływającej. Warstwa użytkowa podłogi jest w takim przypadku oddzielona od warstwy konstrukcyjnej izolacją akustyczną - styropianem akustycznym. Istotnym elementem w przypadku takiej podłogi jest to, że ani podłoga, ani ściany, ani warstwa konstrukcyjna nie stykają się ze sobą

## **Spoleczne i zdrowotne skutki oddziaływania hałasu i wibracji wyrażają się:**

- ✓ **szkodliwym działaniem na zdrowie ludności;**
- ✓ **obniżeniem sprawności i chęci działania oraz wydajności pracy;**
- ✓ **negatywnym wpływem na możliwość komunikowania się;**
- ✓ **utrudnianiem odbioru sygnałów optycznych;**
- ✓ **obniżeniem sprawności nauczania;**
- ✓ **powodowaniem lokalnych napięć i kłótni między ludźmi;**
- ✓ **zwiększeniem negatywnych uwarunkowań w pracy i komunikacji, powodujących wypadki;**
- ✓ **rosnącymi liczbami zachorowań na głuchotę zawodową i chorobę wibracyjną.**

## **Hałas i wibracje powodują pogorszenie jakości środowiska przyrodniczego, a w konsekwencji:**

- ✓ **utrata przez środowisko naturalne istotnej wartości, jaką jest cisza;**



- ✓ zmniejszenie (lub utratę) wartości terenów rekreacyjnych lub leczniczych;
- ✓ zmianę zachowań ptaków i innych zwierząt (stany lękowe, zmiana siedlisk, zmniejszenie liczby składanych jaj, spadek mleczności zwierząt i inne)

**Hałas i wibracje powodują ujemne skutki gospodarcze, takie jak:** szybsze zużywanie się środków produkcji i transportu, pogorszenie jakości i przydatności terenów zagrożonych nadmiernym hałasem oraz zmniejszenie przydatności obiektów położonych na tych terenach, absencję chorobową spowodowaną hałasem i wibracjami, z czym są związane koszty leczenia, przechodzenia na renty inwalidzkie, utrata pracowników, pogorszenie jakości wyrobów (niezawodności, trwałości), utrudnienia w eksporcie wyrobów nie spełniających światowych wymagań ochrony przed hałasem i wibracjami

**Hałas jest także jedną z zasadniczych przyczyn zbyt wczesnego starzenia się, i to aż o 8-12 lat oraz zwiększonej liczby zawałów serca. Wpływa on destrukcyjnie na nasz system nerwowy oraz immunologiczny. Przy natężeniu 60-75 dB występują zróżnicowane anomalie u ludzi w postaci niezauważalnych zmian akcji serca, ciśnienia krwi czy rytmu oddychania. Częste zakłócenia snu i wzrost nadpobudliwości nerwowej dają znać o sobie już przy 55 dB (od takiego codziennego hałasu jest uzależnionych 65% Europejczyków). Wzrost apatii, agresji; poczucie bezsenności i przemęczenie organizmu; brak koncentracji umysłu oraz niska wydajność w pracy to coraz częściej występujące objawy psychicznej niemocy i stresogennych patologii. Hałas bardzo ujemnie wpływa na kształtowanie się i rozwój umysłowy dzieci, które przebywając w pomieszczeniach o wysokim natężeniu decybeli, mają coraz częstsze kłopoty ze skupieniem uwagi i nauczeniem się poprawnie myśleć, mówić i czytać. Pośród dorosłych częstymi ofiarami hałasu są neurotycy. Jeden mężczyzna na czterech i jedna kobieta na trzy to skala porównawcza ofiar hałasu. Pół miliona Polaków ma uszkodzony słuch, co w obecnych czasach industrialno-konsumpcyjnego szaleństwa stało się synonimem choroby zawodowej. Jednak jedną z najbardziej upiornych wieści jest to, że hałas osłabia nasz system immunologiczny, i to w dość dużym stopniu. Osłabiony organizm sterroryzowany decybelami jest szybciej podatny na przyczyny powstawania różnego rodzaju infekcji i rozwój niebezpiecznych chorób.**

**Od ucha...** Pod wpływem nagłego huk (wybuch petardy, muzyka ze wzmacniacza) może dojść do mechanicznego uszkodzenia błony bębenkowej albo łańcucha kosteczek ucha środkowego, które przewodzą bodźce słuchowe. Impuls akustyczny nie dociera wtedy do ucha wewnętrznego, skąd powinien być przekazany do mózgu i tam odebrany jako wrażenie słuchowe. Takemu urazowi towarzyszy zwykle silny ból, zaś konsekwencją bywa nieodwracalna utrata słuchu. Na szczęście zdarza się to rzadko.

Znacznie częściej mamy do czynienia z urazem akustycznym przewlekłym, który powstaje na skutek długotrwałego narażenia na hałas. W wyniku takiego urazu dochodzi do uszkodzenia albo podrażnienia komórek zmysłowych odpowiedzialnych za słyszenie. Na początku nie daje żadnych objawów, bo chore komórki się regenerują. Ale gdy urazy powtarzają się, z czasem komórki ulegają trwałemu uszkodzeniu i powoli, lecz systematycznie tracimy słuch. Sygnałem, że coś złego dzieje się ze słuchem, mogą być szumy uszne. Na początku zdarzają się np. po wyjściu z koncertu lub dyskoteki. Brzęczenie, dzwonienie, świst, gwizd trwają zwykle kilka minut i mijają. Gdy utrzymują się kilka dni konieczna jest ingerencja lekarza

**... do żołądka.** Ponieważ droga słuchowa wiąże się z centralnym i wegetatywnym układem nerwowym, odbierane przez ucho bodźce wpływają na pracę całego organizmu. Zwykle jednak różne dolegliwości kojarzymy z chorobą czy ze stresem, nie z hałasem. A on robi swoje...

✓ **przyspiesza starzenie** się i w 30 przypadkach na 100 skraca życie mieszkańców dużych miast o 8-12 lat

✓ **zmniejsza zdolność** odbierania i przetwarzania informacji. Źle wpływa na motywację i emocje. Przy 65 decybelach zostaje zakłócona koncentracja uwagi, pogarsza się koordynacja ruchów, jesteśmy rozdrażnieni. Dla psychiki niekorzystne są zwłaszcza niskie drgania (np. basy nadające rytm w muzyce), nawet w granicach dobrze tolerowanych 40 decybeli. Wprawiają one w wibracje przedmioty, które im dalej znajdują się od źródła, tym wyraźniej odbierane są przez słuch i ciało

✓ **tłumi** słyszalność mowy oraz akustycznych sygnałów ostrzegawczych i opóźnia reakcje obronne organizmu i zaburza ostrość widzenia, zwiększając ryzyko spowodowania wypadków drogowych

✓ **sprzyja chorobom** serca i układu krążenia. Może dojść do skurczu naczyń krwionośnych, podwyższenia ciśnienia krwi i zaburzeń rytmu serca; hałas przyspiesza uwalnianie z wątroby glukozy i zapasów kwasów tłuszczowych, które odkładają się w postaci cholesterolu na ściankach naczyń krwionośnych (nadciśnienie, zawał serca i udar mózgu)

✓ **zaburza** perystaltykę żołądka, jelit i funkcje wydzielnicze żołądka; prowadzi do chorób układu trawienia (owrzodzenia, biegunek czy zaparcie oraz bólów żołądka)

✓ **zakłóca** metabolizm organizmu; dochodzi do wzmożonej aktywności kory mózgowej, zmian w przemianach węglowodanów, tłuszczów i białek

✓ **przyspiesza** zmęczenie, sprzyja stresom i napięciom nerwowym; prowadzi do zaburzeń snu i bezsenności, wyzwała agresję (osoby ciągle narażone na hałas cierpią na zawroty i bóle głowy)

**Ograniczyć hałas z zewnątrz.** Do budowy **ścian zewnętrznych** domu najlepiej użyć ciężkich materiałów o dobrej izolacyjności akustycznej, tj. betonu, cegieł ceramicznych pełnych czy silikatów. Zastosowanie betonu komórkowego lub ceramiki poryzowanej nie zapewnia tak dobrych parametrów, a poza tym wymaga wykonania dodatkowej warstwy izolacji. Jeżeli chodzi o **pokrycia dachowe**, to najlepiej tłumią dźwięki dachówki ceramiczne i cementowe. Pokrycia lekkie, tj. blacho-dachówki i blachy płaskie, dobrze jest ułożyć na pełnym deskowaniu pokrytym papą. Połacie dachowe doskonale izoluje akustycznie wełna mineralna, użyta do izolacji termicznej. **Okna i drzwi** mają gorszą izolacyjność akustyczną od ścian. Drzwi zewnętrzne, wypełnione wełną mineralną bądź pianką poliuretanową, dobrze chronią budynek i domowników przed głośnymi dźwiękami. Kupując nowe okna, warto zdecydować się na te o podwyższonej izolacyjności. Efekt ten uzyskiwany jest poprzez zastosowanie szyb warstwowych laminowanych lub wprowadzenie do przestrzeni między szybami, zamiast powietrza, np. kryptonu, argonu czy ksenonu.

**Cisza we wnętrzu.** Izolacyjność akustyczna między **stropami** zależy od konstrukcji części nośnej stropu i jego masy. Najlepiej pochłaniają hałas te stropy, których masa  $1\text{m}^2$  jest większa niż  $350\text{kg}$  (żelbetowe monolityczne). Słabszą izolacyjność akustyczną mają stropy z lżejszych pustaków, najslabszą zaś drewniane

Aby **stropy** były barierą dźwiękową, zgodną z obowiązującymi normami, trzeba na nich ułożyć materiały tłumiące hałas o odpowiednio dobranej grubości. Dobrym rozwiązaniem jest **sufit podwieszany**. Właściwości dźwiękochłonne sufitu podwieszanego zależą od rodzaju zastosowanej płyty sufitowej, jej grubości oraz od jej odległości od powierzchni stropu. Taki sufit może być wykonany z jednej lub dwóch warstw płyt – np. z wełny mineralnej lub włókna szklanego i dodatkowej warstwy izolacyjnej. Warstwę tę mogą tworzyć powłoki z włókna szklanego, powłoki metalowe, płyty gipsowo-kartonowe, panele aluminiowe, płyty drewniane, polistyrenowe, napinane z folii, czy płyty dźwiękochłonne.

**Pływająca podłoga na stropie.** Najlepszym sposobem na wytłumienia dźwięków uderzeniowych, które powstają kiedy chodzimy, przesuwamy krzesła lub coś spada, jest podłoga pływająca. Możemy ją wykonać, układając bezpośrednio na stropie materiał izolacyjny, który przykrywamy folią budowlaną, a następnie dociążamy go podkładem betonowym, np. gotową posadzką cementową *Atlas* (lub podkładami anhydrytowymi). Najczęściej stosowanym izolatorem jest wełna mineralna lub styropian elastyczny. Podkład betonowy lub posadzka, grubości nie mniejszej niż 4 cm, powoduje częściowe ściśnięcie izolacji, przez co lepiej tłumi ona dźwięki. Podłoga pływająca nie może stykać się bezpośrednio z konstrukcją stropu, dlatego wokół ścian, słupów, rur, bądź innych elementów przechodzących przez strop, należy ułożyć izolację brzegową grubości 1-2 cm z wełny, pianki lub elastycznego styropianu



**Sposób na głośnego sąsiada.** Problem hałasów, głośnych rozmów czy muzyki, powstających na wyższych kondygnacjach dotyczy przede wszystkim budownictwa wielorodzinnego. Żeby wyciszyć zbędne dźwięki, należałoby wykonać izolację akustyczną u sąsiada na górze, co może być trudne. Jeżeli odmówi, nie pozostaje nic innego, jak zamontować u siebie podwieszany sufit, wypełniony izolatorem – wełną mineralną. Wprawdzie nadal będzie słycać odgłosy kroków czy upadających przedmiotów, ale uciążliwe rozmowy i głośna muzyka staną się mniej słyszalne, a przez to i mniej dokuczliwe

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami, budynki mieszkalne należy sytuować w miejscach najmniej narażonych na występowanie hałasu i drgań, a jeżeli one występują i poziomy ich przekraczają wartości dopuszczalne, należy stosować skuteczne zabezpieczenia, np. ekrany dźwiękochłonne. Wymagania akustyczne w stosunku do obiektu budowlanego obejmują m.in. ochronę mieszkańców przed:

- \* hałasem zewnętrznym powietrznym – źródła hałasu na zewnątrz budynku
- \* hałasem wewnętrznym powietrznym i uderzeniowym (przenikającym między pomieszczeniami) – źródła hałasu wewnątrz budynku
- \* hałasem instalacyjnym – pochodzącym od wyposażenia technicznego budynku