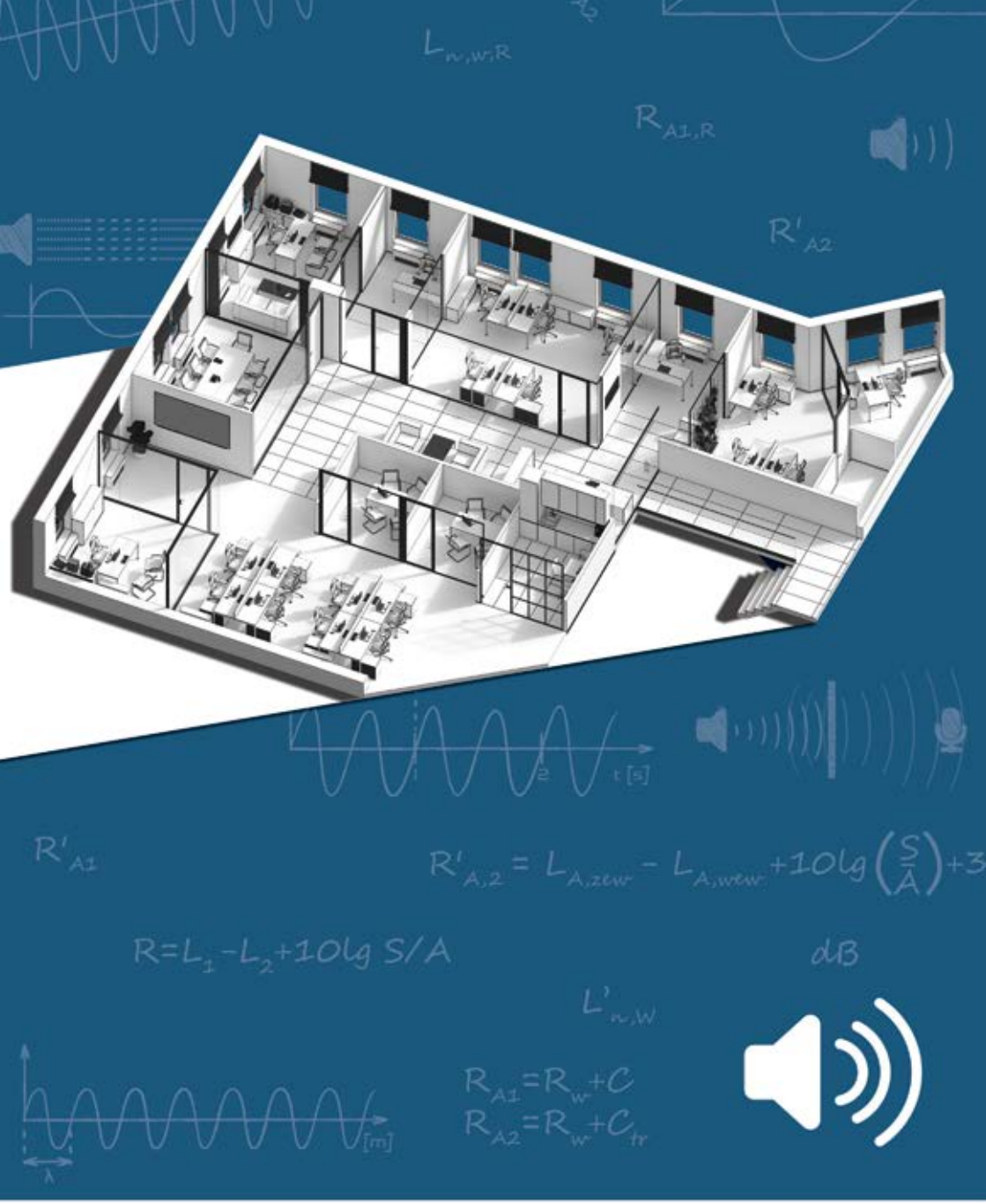


Podstawy akustyki w pomieszczeniach biurowych. Izolacyjność ścian i drzwi.

COPYRIGHT © Glass System Polska S.A. 2021
TYTUŁ: Podstawy akustyki w pomieszczeniach biurowych. Izolacyjność ścian i drzwi.
WYDANIE: Drugie

Zabrania się kopiowania zdjęć oraz treści (w całości lub w części) bez zgody Glass System Polska S.A.

1. Wstęp 4

2. Podstawowe pojęcia z zakresu akustyki 6

3. Izolacyjność akustyczna. Regulacje prawne i znaczenie praktyczne 8

4. Wymagania normy akustycznej - budynki biurowe 9

5. Wymagane parametry akustyczne w pomieszczeniach biurowych 10

6. Izolacyjność akustyczna - znaczenie dla inwestora 12

7. Izolacyjność akustyczna - znaczenie dla najemcy 13

8. Podstawowe parametry akustyczne dla przegród wewnętrznych 14

9. Załącznik I - Jak rozprzestrzenia się dźwięk 16

10. Załącznik II - Izolacyjność akustyczna w praktyce 18

11. Załącznik III - Metodologia badawcza 19

Niezależnie od tego gdzie przebywamy - w domu, miejscu pracy, czy w otwartej przestrzeni - prawie zawsze jesteśmy wystawiani na pewien poziom dźwięków z otoczenia. Dźwięk pozwala człowiekowi na odbieranie bodźców i ich interpretację, umożliwia komunikację, a także ostrzega przed możliwym zagrożeniem. Nie chcemy żyć w świecie bez dźwięku, jednak jego nadmiar może wywoływać dyskomfort i negatywnie wpływać na samopoczucie.

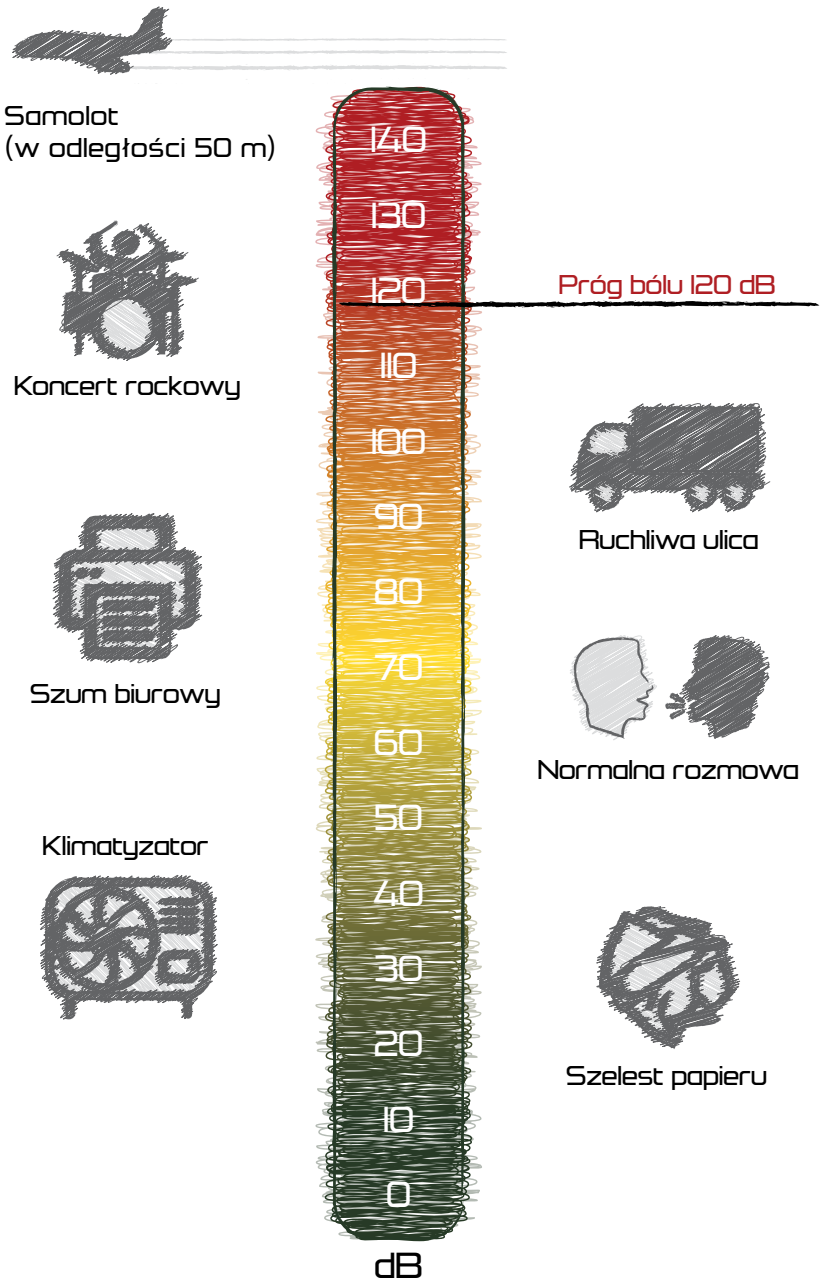
Fakt, że dźwięk jest niewidoczny, prowadzi często do ignorowania negatywnych skutków przebywania w głośnych przestrzeniach

Dźwięk, który ze względu na swój charakter, miejsce, czas występowania i poziom natężenia jest elementem przeszkadzającym, uciążliwym, a nawet szkodliwym, staje się hałasem. **„Hałas"**, to najprościej „dźwięk niepożądany". Jego źródłami mogą być zarówno maszyny i urządzenia, środki transportu, jak również sam człowiek.

W każdej niemal dziedzinie poszukuje się rozwiązań pozwalających na ograniczenie natężenia niepożądanego dźwięku. Ma to bowiem istotny wpływ na komfort życia oraz efektywność wykonywanych czynności.

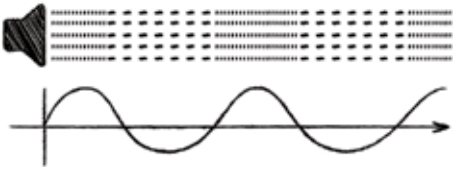
Dotyczy to również miejsc pracy. Dlatego obowiązujące prawo precyzyjnie reguluje poziom wymaganej izolacyjności akustycznej w budynkach biurowych. Zgodność z przepisami budowlanymi minimalizuje ryzyka prawne oraz gwarantuje rynkową wartość nieruchomości.

Wysokie parametry akustyczne podnoszą również atrakcyjność budynków biurowych z punktu widzenia najemców – odpowiednia izolacyjność akustyczna pomieszczeń podnosi efektywność pracowników oraz gwarantuje swobodę prowadzenia spotkań i rozmów poufnych.



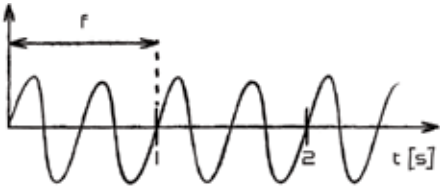
Rys. 1 Poziom ciśnienia akustycznego w naszym otoczeniu

Dźwięk



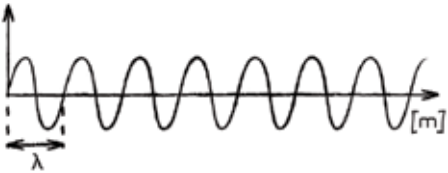
Dźwięk jest wrażeniem słuchowym wywołanym przez falę akustyczną. Fala akustyczna jest zaburzeniem falowym wywołanym drganiami cząstek dowolnego ośrodka sprężystego: ciała stałego, cieczy lub gazu.

Częstotliwość



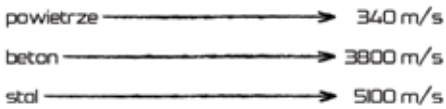
Częstotliwość określa liczbę okresów drgań na sekundę i wyraża się ją w hercach [Hz]. Od częstotliwości zależy wysokość tonu. Im większa, tym wyższy dźwięk, a im mniejsza, tym dźwięk jest niższy.

Długość fali dźwiękowej



Długość fali dźwiękowej to odległość, jaką przebywa fala akustyczna w czasie jednego okresu drgań i przedstawia się ją w metrach [m]. Od długości fali akustycznej zależy charakter wielu zjawisk akustycznych, np. ugięcie fali.

Prędkość rozchodzenia się fali



Prędkość rozchodzenia się fali dźwiękowej zależna jest od ośrodka i rodzaju fali. W obliczeniach akustycznych przyjmuje się następującą prędkość dźwięku w powietrzu: c = 340-345 m/s. Dla porównania, w stali prędkość ta wynosi 5100 m/s, a w betonie 3800 m/s. Dźwięk rozchodzi się więc znacznie szybciej w ciałach stałych niż w powietrzu.

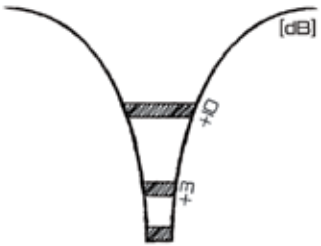
Ciśnienie akustyczne

Ciśnienie akustyczne to chwilowe zmiany ciśnienia, względem średniego ciśnienia atmosferycznego. Poziomy ciśnienia akustycznego wyraża się w Pascalach [Pa].

Sumowanie źródeł dźwięku

Podwojenie źródła dźwięku nie oznacza dwukrotności poziomu hałasu. Jeśli dwa równie silne źródła dźwięku zostaną dodane razem, łączny poziom ciśnienia akustycznego nie zwiększy się dwukrotnie, ale o 3 dB.

Odczuwanie poziomu dźwięku



Badania na słuchaczach wskazują, że wzrost ciśnienia akustycznego o 3 dB to najmniejsza zauważalna zmiana głośności, zaś podniesienie poziomu ciśnienia akustycznego o 10 dB jest odbierane jako dwukrotny wzrost głośności, natomiast spadek o 10 dB, jako spadek głośności o połowę (zależy to również od częstotliwości i od intensywności dźwięku odniesienia).

Obowiązująca od 2018 r. w Polsce norma PN-B-02151-3:2015-10 znacząco zaostrzyła wymagania w zakresie izolacyjności akustycznej i wprowadziła obowiązek ich przestrzegania. Zabezpieczenia akustyczne są jednym z podstawowych wymogów w stosunku do właściwości użytkowych budynków, a wprowadzenie obligatoryjnych wymagań wynikających z przytoczonej normy podkreśla, jak kluczową kwestią jest projektowanie przestrzeni z uwzględnieniem ochrony przed hałasem.

§

Norma akustyczna PN-B-02151-3:2015-10
„Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych".
Obowiązkowa od 1 stycznia 2018 r.

Norma została przywołana rozporządzeniem ministra infrastruktury z 14 listopada 2017 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Określa ona wymagane wartości dla pomieszczeń, które wyrażone są jako parametr $R'_{A,1}$. Jest to główny parametr projektowy (przypisany dla konkretnej przegrody, w jej konkretnej lokalizacji), który w realistyczny sposób określa izolacyjność akustyczną, uwzględniając przenoszenie boczne.

Przy określaniu izolacyjności od dźwięków powietrznych dla szklanych przegród wewnętrznych rozróżnia się poniższe rodzaje budynków zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej (tablice 3 i 5 normy PN-B-02151-3:2015-10): hotele, budynki zakwaterowania turystycznego, budynki zamieszkania zbiorowego, żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego, szkoły podstawowe i ponadpodstawowe, budynki szkół wyższych i placówek badawczych, budynki szpitalne i zakładów opieki medycznej, budynki biurowe, budynki sądów i prokuratur.

!

Ważne! Jeżeli w danym typie budynku przewidziane są pomieszczenia biurowe, tj. pokoje biurowe, sale spotkań, sale konferencyjne, itp., wymagania izolacyjności akustycznej należy przyjmować jak dla budynków biurowych.

Lp.	Rodzaj przegrody	Rodzaj wskaźnika	Wartość wskaźnika [dB]
VIII	Budynki biurowe		
	Ściany i drzwi		
VIII.1	Ściana bez drzwi między pokojami biurowymi oraz ściana między pokojami biurowymi a korytarzem	$R'_{A,1}$	≥ 40 (≥35)
VIII.2	Ściana między pokojem biurowym a obszarem komunikacji ogólnej (korytarze, hole, klatki schodowe)		
VIII.2.1	Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	$R'_{A,1}$	≥ 40 (≥35)*
VIII.2.2	Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 30
VIII.3	Ściana między pokojem do prowadzenia rozmów poufnych (w tym gabinety dyrektorskie) a innymi pomieszczeniami biurowymi lub obszarem komunikacji ogólnej (korytarze, hole, klatki schodowe)		
VIII.3.1	Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	$R'_{A,1}$	≥ 50
VIII.3.2	Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 40
VIII.4	Ściana między salami konferencyjnymi, w tym pomiesz-czeniami o podobnym przeznaczeniu	$R'_{A,1}$	≥ 48
VIII.5	Ściana między salą konferencyjną a korytarzem komunikacji ogólnej		
VIII.5.1	Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	$R'_{A,1}$	≥ 48
VIII.5.2	Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 35
VIII.6	Ściana między pomieszczeniami biurowymi, salami konferencyjnymi a pomieszczeniami sanitarnymi	$R'_{A,1}$	≥ 50
VIII.7	Ściana między zespołami pomieszczeń biurowych wykorzystywanych przez odrębnych użytkowników	$R'_{A,1}$	≥ 50

Tablica 3 Izolacyjność od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych w budynkach zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej (wyciąg na podstawie Tablicy 5 normy PN-B-02151-3:2015-10).

*Dopuszcza się przyjęcie niższych wymagań w przypadku, gdy z uwagi na inne względy użytkowe wymaganie wartości $R'_{A,1}$ ≥ 40 dB powodowałoby istotne trudności techniczne.

VIII.3 Ściana między pokojem do prowadzenia rozmów poufnych a innymi pomieszczeniami biurowymi lub obszarem komunikacji ogólnej

VIII.3.1 Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami

$R'_{A,1} \geq 50$

VIII.3.2 Drzwi

$R_{A,1,R} \geq 40$

VIII.4 Ściana między salami konferencyjnymi, w tym pomieszczeniami o podobnym przeznaczeniu

$R'_{A,1} \geq 48$

VIII.5 Ściana między salą konferencyjną a korytarzem komunikacji ogólnej

VIII.5.1 Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami

$R'_{A,1} \geq 48$

VIII.5.2 Drzwi

$R_{A,1,R} \geq 35$

VIII.1 Ściana bez drzwi między pokojami biurowymi oraz ściana między pokojami biurowymi a korytarzem

$R'_{A,1} \geq 40$ (≥ 35)

VIII.2 Ściana między pokojem biurowym a obszarem komunikacji ogólnej (korytarze, hole, klatki schodowe)

VIII.2.1 Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami

$R'_{A,1} \geq 40$ (≥ 35)*

VIII.2.2 Drzwi

$R_{A,1,R} \geq 30$

*Dopuszcza się przyjęcie niższych wymagań w przypadku, gdy z uwagi na inne względy użytkowe wymaganie wartości $R'_{A,1} \geq 40$ dB powodowałoby istotne trudności techniczne.

Wymagane parametry izolacyjności akustycznej budynków określają obowiązujące normy i przepisy prawa budowlanego. Zgodność z regulacjami nie tylko gwarantuje pewność uzyskania odbiorów budowalnych i certyfikatów jakościowych, ale również – co istotne – determinuje wartość całej nieruchomości.

Właściwa izolacyjność budynku od dźwięków powietrznych zależy od zastosowania odpowiednich materiałów, zarówno na fasadach (izolacja od dźwięków zewnętrznych), jak i we wnętrzach obiektu.

Wysokie parametry akustyczne pomieszczeń w budynkach biurowych decydują o jego standardzie w takim samym stopniu jak odpowiednia izolacja termiczna, wentylacja, czy oświetlenie. Mają więc istotny wpływ na wartość budynku, zarówno w przypadku najmu powierzchni, jak i jego potencjalnej sprzedaży. Ich znaczenie będzie rosło, wraz ze zwiększającą się świadomością rynku w tym zakresie.

Z punktu widzenia właściciela budynku, jego zgodność z przepisami budowlanymi minimalizuje ryzyka prawne oraz gwarantuje rynkową wartość nieruchomości.

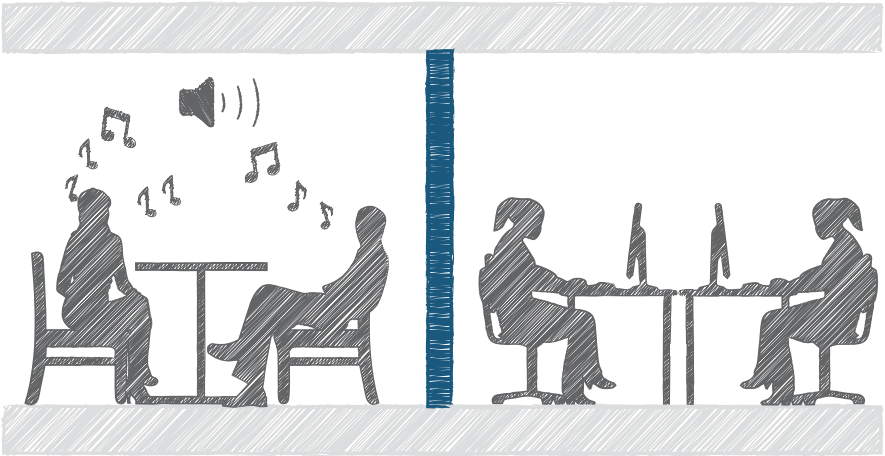
Wysokie parametry akustyczne podnoszą atrakcyjność budynku, zarówno dla potencjalnego nabywcy, jak i najemcy.

Liczne badania potwierdzają negatywny wpływ hałasu na wydajność pracowników. Odpowiednie wyciszenie pomieszczeń biurowych wyraźnie podnosi komfort i zadowolenie z pracy, w efekcie czego znacząco wzrasta efektywność.

Podział powierzchni biurowej na strefy o różnych funkcjach, z uwzględnieniem pomieszczeń o szczególnie wysokich parametrach izolacyjności akustycznej, pozwala na swobodne prowadzenie poufnych rozmów i konferencji, czy pracę w niezależnych zespołach projektowych, zachowując pełną kontrolę nad obiegiem informacji.

Standardem stało się, że najemcy nowych budynków weryfikują izolacyjność akustyczną budynku od dźwięków zewnętrznych. Coraz częściej zwracają również uwagę na właściwości akustyczne pomieszczeń. Należy oczekiwać, że rosnąca świadomość w tym zakresie będzie w coraz większym stopniu kreować oczekiwania najemców.

Odpowiednia izolacyjność akustyczna pomieszczeń podnosi efektywność pracowników oraz gwarantuje swobodę prowadzenia spotkań i rozmów poufnych.



Na podstawie pomiarów wykonanych w warunkach laboratoryjnych przeprowadzonych zgodnie z normą PN EN 10140-2:2011, w przypadku przegród wewnętrznych wyznacza się wskaźniki jednoliczbowe R_w i C, metodami podanymi w normie PN EN ISO 717-1:2013. Każdy przebadany pod kątem izolacyjności od dźwięków powietrznych wyrób posiada określone powyższe wskaźniki.

R_w - wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej przegrody
C - widmowy wskaźnik adaptacyjny, poprawka uwzględniająca oddziaływanie dźwięków typowych dla wnętrz budynków, widmo hałasu bytowego

Jednostką parametru jest decybel [dB]. Im wartość jest wyższa, tym lepsza jest izolacyjność akustyczna całego układu (wartość ta określa stopień redukcji natężenia dźwięku po drugiej stronie przegrody).

Wymagania izolacyjności akustycznej dla ścian wewnętrznych:
Na bazie badania laboratoryjnego można wyliczyć izolacyjność akustyczną przegrody $R_{A,1}$, tj. skuteczność w typowym zastosowaniu we wnętrzach budynków:

$$R_{A,1} = R_w + C \text{ (gdzie } C \leq 0)$$

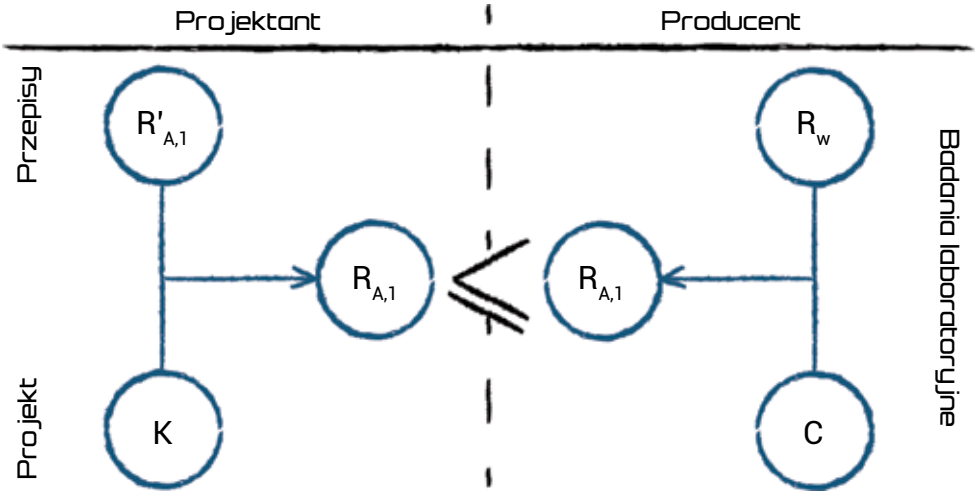
Do celów projektowych wewnątrz budynków należy zawsze przyjmować w/w wskaźniki pozyskane na podstawie badań laboratoryjnych.

$R_{A,1}$ - wskaźnik uwzględniający częstotliwości dla typowego hałasu, przed którym chronimy dane pomieszczenie

Izolacyjność akustyczna przegrody między pomieszczeniami w budynku jest wypadkową izolacyjności drogi bezpośredniej i wszystkich występujących w konkretnym przypadku dróg bocznych, dlatego wartość ta dla przegrody istniejącej w fizycznej lokalizacji w budynku jest czasem mniejsza od izolacyjności akustycznej wzorca tej przegrody określonej w warunkach laboratoryjnych. Stąd wymagania normatywne wobec konstrukcji określa się wskaźnikami $R'_{A,1}$ – oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej ściany w budynku, uwzględniając wpływ bocznego przenoszenia dźwięków [K].

$$R'_{A,1} = R_{A,1} - K$$

Współczynnik przenoszenia bocznego K powinien wyznaczyć projektant jeszcze na etapie projektowania, a tym samym znając wymagania normy odnośnie $R'_{A,1}$ określić minimalną wartość wskaźnika $R_{A,1}$ zgodnie z przeznaczeniem budynku.



Wymagania izolacyjności akustycznej dla drzwi wewnętrznych:

Obowiązująca norma PN-B-02151-3:2015-10 wyznacza oddzielne wymagania wskaźników izolacyjności akustycznej dla ścian bez drzwi oraz dla samych drzwi, co oznacza, że stosowne zapisy w projekcie również należy nanosić rozłącznie. Ma to na celu ułatwienie formułowania, a także stosowania normy, przez wyraźne wyeliminowanie prób określenia typowego rozmiaru ściany z drzwiami lub zależności wynikających z wzajemnych ich proporcji. Byłoby fizyczną niemożliwością przebadać każdą możliwą kombinację powierzchni ścian i drzwi, by móc otrzymać wyniki porównywalne między producentami.

Poprawne stosowanie normy PN-B-02151-3:2015-10 wyklucza:
- sumowanie wartości izolacyjności akustycznej dla zespołu ściany z drzwiami
- uśrednianie poziomu izolacyjności akustycznej ściany i drzwi

Wymogi stawiane drzwiom określa się projektowym wskaźnikiem oceny izolacyjności akustycznej:

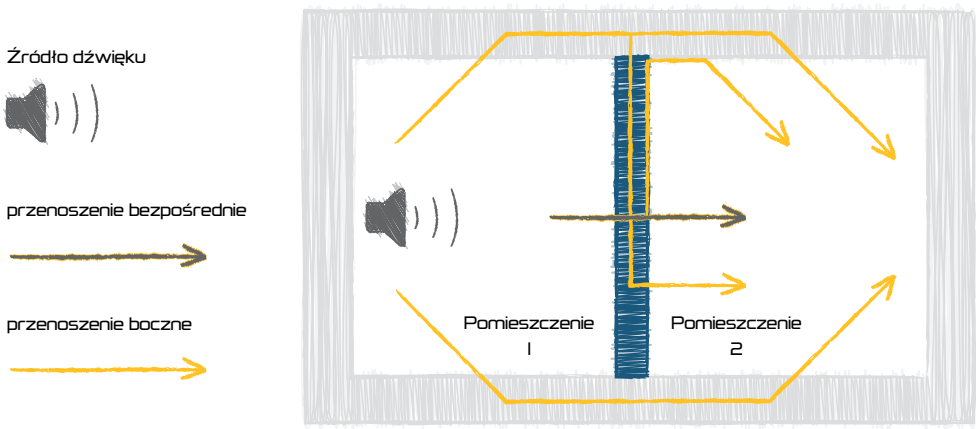
$$R_{A,1,R} = R_{A,1} - 2\ dB$$

Stała korekta o 2 dB zawarta w powyższym wzorze oznacza, że norma przyjmuje w wymaganiach wartość już skorygowaną i nie wymaga uwzględniania dodatkowych współczynników i korekt.

Dźwięk roznosi się ruchem falowym, przyjmując drogę przez dostępne nośniki, np. powietrze, szkło, czy ścianę murowaną.

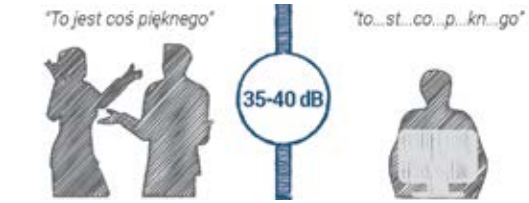
Natrafiając na granicę ośrodków, na przykład między powietrzem a przeszkodą stałą, część energii z fali dźwiękowej jest odbijana, część pochłaniana przez materiał, a część niesiona przez granice nośnika. Zgodnie z prawem masy, im bardziej masywna struktura, tym mniejsza ilość przenoszonego dźwięku. To jak dźwięk rozchodzi się wewnątrz pomieszczenia, zależy również od jego wymiarów oraz struktur powierzchni.

Jeżeli przegroda rozdziela dwa pomieszczenia, to przenikanie dźwięku między tymi pomieszczeniami odbywa się drogą bezpośrednią, tj. przez przegrodę oraz drogami pośrednimi, zarówno materiałowymi, jak i powietrznymi.

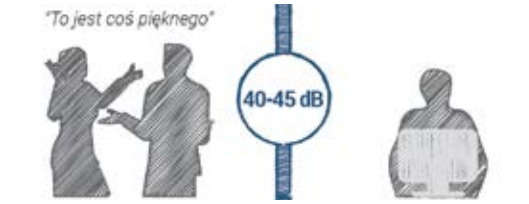


Uwaga:
Schemat dotyczy zarówno pionowego, jak i poziomego przekroju sąsiednich pomieszczeń

Większość rozmów wyraźnie słyszalna. Utrudniona praca po „cichej" stronie.



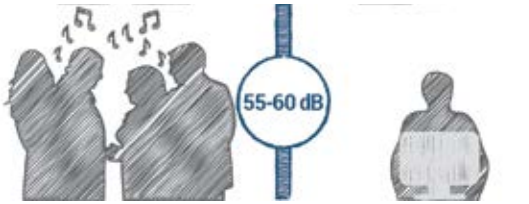
Głośne rozmowy mogą być słyszalne, ale niezbędny komfort pracy jest zapewniony.



Rozmowy wygłuszone. Poprawiona zdolność do koncentracji i efektywność po „cichej" stronie.

Rozmowy wyraźnie wygłuszone. W pełni komfortowa i efektywna praca po „cichej" stronie. Możliwość prowadzenia rozmów poufnych po „głośnej" stronie.

Rozmowy w pełni wygłuszone. W pełni komfortowa i efektywna praca po „cichej" stronie. Możliwość prowadzenia rozmów poufnych po „głośnej" stronie



Większość dźwięków w pełni wygłuszonych. W pełni komfortowa i efektywna praca po „cichej" stronie. Pełna poufność po „głośnej" stronie.

Skuteczność przegrody budowlanej w zakresie izolacyjności akustycznej sprawdza się doświadczalnie, przy pomocy ustandaryzowanych technik i metod pomiarowych.

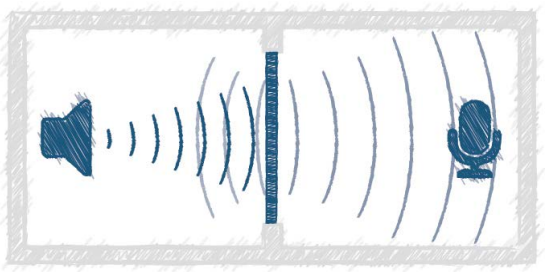
Wyniki pomiarów służą zarówno porównaniom właściwości różnych konstrukcji, jak i do weryfikacji zgodności ich wykonania w stosunku do założeń. Pomiary identyfikacyjne (badania typu wyrobu) do celów projektowych wykonuje się w warunkach laboratoryjnych, a weryfikacyjne (powykonawcze) w warunkach terenowych.

Badania laboratoryjne

Kontrolowane warunki laboratoryjne pozwalają na bezpośrednie porównanie wyrobów budowlanych w powtarzalnych warunkach. Badaną próbkę montuje się między dwiema niezależnymi, oddylatowanymi względem siebie komorami badawczymi (nadawczą i odbiorczą), dzięki czemu eliminuje się wpływ przenoszenia bocznego i można przyjąć, że dźwięk przenoszony jest tylko przez badaną próbkę. W komorze nadawczej umieszczone są źródła dźwięku, po drugiej stronie przegrody znajduje się natomiast odpowiedni zestaw odbiorczy.

W tych warunkach wykonuje się serię pomiarów polegających na analizie różnic poziomu dźwięku po stronie głośnej i cichej, które po odpowiedniej obróbce są podstawą do wyliczenia odpowiednich wskaźników. Szczegółowe metody i procedury określają normy z serii PN-EN ISO 10140. Stawiają one szczegółowe wymagania zarówno w stosunku do wymiarów powierzchni, jak i wymiarów liniowych próbki, jej sposobu zamocowania na stanowisku badawczym i wytycznych w stosunku do komór badawczych (objętość, czas pogłosu, stopień rozproszenia pola akustycznego). Określają także dyspozycje wobec stosowanych przy pomiarach źródeł dźwięku, przyrządów pomiarowych, jak też określają zasady przeprowadzenia pomiarów i uzupełniających obliczeń.

Dzięki precyzyjnemu określeniu warunków i przebiegu badania można przyjąć, że wyniki uzyskane z prowadzonych w ten sposób badań różnych rozwiązań od różnych producentów sprowadzane są do kształtu, w którym można je ze sobą porównywać celem wyboru tego optymalnego z punktu widzenia potrzeb projektu.



Badania terenowe

W przypadku, gdy występuje potrzeba sprawdzenia rzeczywistej wartości izolacyjności przegrody już istniejącej fizycznie w budynku, można posłużyć się metodami badań terenowych.

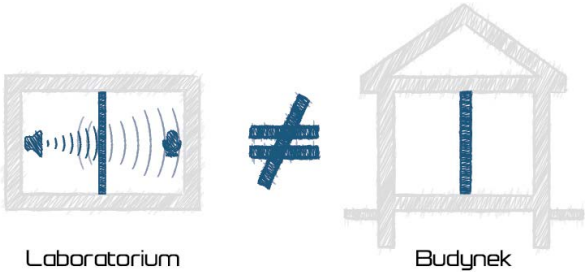
Podobnie jak w przypadku badań laboratoryjnych, metody badań terenowych wykorzystują związki między danym parametrem akustycznym przegrody a poziomami ciśnienia akustycznego występującego po obu stronach przegrody.

Badania terenowe przeprowadza się w warunkach rzeczywistych i najczęściej wyznacza takie parametry przegród budowlanych, które mogą być porównywane z wymaganiami norm. Przy pomiarach izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych lub izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami stosuje się głośnik jako źródło dźwięku i wyznacza się odpowiedni mierzony parametr akustyczny.

Przebieg badań reguluje norma PKN PN-EN ISO 140-4:2000, która mimo zastąpienia w zbiorze PKN przez PN-EN ISO 16283-1:2014-05 ciągle obowiązuje ze względu na datowane powołanie w obowiązującym Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Wyniki badań zawsze odnoszą się do warunków, w których zostały wykonane. Dla właściwych wniosków właściwości akustycznych badanych przegród, niezbędne jest oszacowanie wpływu na wynik pomiaru przenoszenia dźwięku drogami niebezpośrednimi (najczęściej są to materiałowe drogi bocznego przenoszenia dźwięku).

Wyniki badań terenowych odnoszą się wyłącznie do konkretnej konstrukcji, dla której zostały wykonane. W warunkach terenowych nie ma możliwości eliminacji przenoszenia dźwięku drogami niebezpośrednimi (najczęściej są to materiałowe drogi bocznego przenoszenia dźwięku) i ich wpływu na wynik.



Opracowanie

glass system

www.glasssystem.com

Partner

KOMFORT CISZY

STOWARZYSZENIE NA RZECZ LEPSZEJ AKUSTYKI W BUDYNKACH

www.komfortciszy.pl