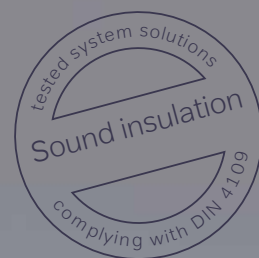


architektura · projekt · montaż

Izolacja akustyczna dla większego komfortu życia

Wiedza praktyczna z zakresu inżynierii sanitarnej



wavin

orbia 

Trzy dekady doświadczenia w dziedzinie izolacji akustycznej dla Twojego projektu budowlanego

Zarówno w przypadku renowacji, jak i nowego budownictwa, w budynkach mieszkalnych i niemieszkalnych, w hotelach, szpitalach, domach opieki - pomieszczenia o optymalnych parametrach akustycznych są istotną cechą wyróżniającą dla obiektów budowlanych.

Zapewnienie możliwie najlepszej izolacji akustycznej w pomieszczeniach sanitarnych, przy zachowaniu rozsądnych kosztów, nie jest rzeczą łatwą. W planowaniu należy uwzględnić wiele zmiennych, modeli obliczeniowych i systemów rur. Dodatkowo dochodzą do tego przepisy dotyczące hałasu i złożone wymagania inwestorów, właścicieli i użytkowników budynków.

Naszą wiedzę w zakresie kontroli hałasu zdobywaliśmy przez ponad 30 lat: w końcu stworzyliśmy pierwszą rurę z tworzywa sztucznego do wody pitnej i pierwszą rurę niskoszumową z tworzywa sztucznego do wody brudnej i ścieków. Wavin jest uważany za innowatora w zakresie instalacji wody pitnej, ogrzewania, kanalizacji deszczowej i ściekowej oraz odwadniania budynków.

Chcielibyśmy podzielić się naszym doświadczeniem w zakresie izolacji akustycznej, instalacji zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków, począwszy od projektu architektoniczno-budowlanego, przez efektywny i bezpieczny projekt instalacji, do prawidłowego montażu. Poradnik ten oraz nasze rozwiązania systemowe pozwolą architektom, projektantom i instalatorom zapewnić niezawodną, niskoszumową pracę instalacji sanitarnych.

W razie jakichkolwiek pytań prosimy o kontakt.

Skontaktuj się z naszymi ekspertami:
w lokalnych przedstawicielstwach firmy Wavin.



Uwaga: W tym poradniku dotyczącym akustyki odniesiono się w większości do norm i przepisów obowiązujących w Niemczech. Zawsze należy zapoznać się i przestrzegać lokalnych przepisów obowiązujących w danym kraju.



Ponad trzy dekady bezpiecznej izolacji akustycznej premium z Wavin AS
Przykład instalacji w hotelu Steigenberger, Bremen



Spis treści

Wprowadzenie	06
Podstawy akustyki	07
Podstawowe informacje o izolacji akustycznej dla architektów	14
Podstawowe informacje o izolacji akustycznej dla projektantów	15
Podstawowe informacje o izolacji akustycznej dla instalatorów	17
Izolacja akustyczna w architekturze	18
Podstawy projektowania optymalnej izolacji akustycznej	20
Elementy zapewniające optymalną izolację akustyczną	24
Wskazówki praktyczne	25
Projektowanie izolacji akustycznej	26
Podstawy projektowania przewodów zasilających i odprowadzających	28
Projektowanie instalacji kanalizacyjnej	32
Projektowanie instalacji wody pitnej	34
Wskazówki praktyczne	39
Montaż optymalnej izolacji akustycznej	40
Właściwy wybór materiałów dla zapewnienia najlepszej izolacji akustycznej	42
Montaż elementów izolacji akustycznej	45
Wymagania dotyczące izolacji akustycznej podczas montażu	48
Wskazówki praktyczne	54
Badania izolacyjności akustycznej systemu	55
Badania wg DIN EN 14366	56
Badania wg DIN 4109	57
Badania systemu wg DIN 4109	58
Raporty z badań Instytutu Fraunhofera IBP	60
Lista skrótów	66
Bibliografia	66



Wprowadzenie

Jak najmniejszy hałas dla najwyższej jakości życia

Rury wodociągowe i kanalizacyjne oraz inne elementy instalacji generują wewnątrz budynków hałas, który może być uciążliwy i wpływać na komfort życia. Należy temu odpowiednio zapobiegać stosując odpowiednią izolację akustyczną - w szczególności w budynkach mieszkalnych i innych obiektach, w których przebywają ludzie.

Efekty zastosowania nieodpowiedniej izolacji akustycznej w instalacjach są szczególnie wyraźnie słyszalne w starych budynkach. Możesz usłyszeć, kiedy twój sąsiad nad tobą lub obok korzysta z toalety. Woda może przepływać przez rury tak głośno, jakbyś stał obok wzburzonej rzeki. Optymalizacja działania izolacji akustycznej wymaga zrozumienia podstawowych pojęć i ich zastosowania w architekturze, projektowaniu i podczas montażu.

Podstawy akustyki

Poniżej opisane zostały podstawowe pojęcia fizyczne dotyczące pomiaru i oceny zjawisk akustycznych. W kolejnych rozdziałach poradnika poszerzymy tę podstawową wiedzę pod kątem

praktycznego jej zastosowania podczas projektowania architektury, instalacji oraz wykonywania prac montażowych.

Dźwięk

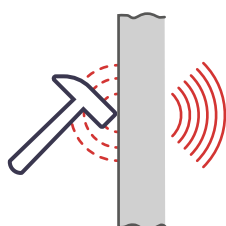
Dźwięk powstaje w wyniku mechanicznych drgań ośrodka sprężystego np. w czasie przemieszczania się cząsteczek

powietrza. Gazy, ciecze i ciała stałe mogą generować dźwięk, który rozchodzi się jako fala dźwiękowa.

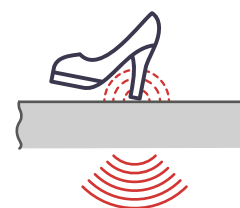
Rodzaje dźwięków, które są istotne w budownictwie:



⌚ **Dźwięk powietrzny** jest generowany np. przez ludzi, maszyny, a nawet przez płynącą w rurach wodę i rozchodzi się w powietrzu.



⌚ **Dźwięk materiałowy** powstaje w ciałach stałych i rozprzestrzenia się na powierzchni jako dźwięk powietrzny. W instalacjach rurowych następuje to głównie poprzez obejmę i wsporniki rurowe.

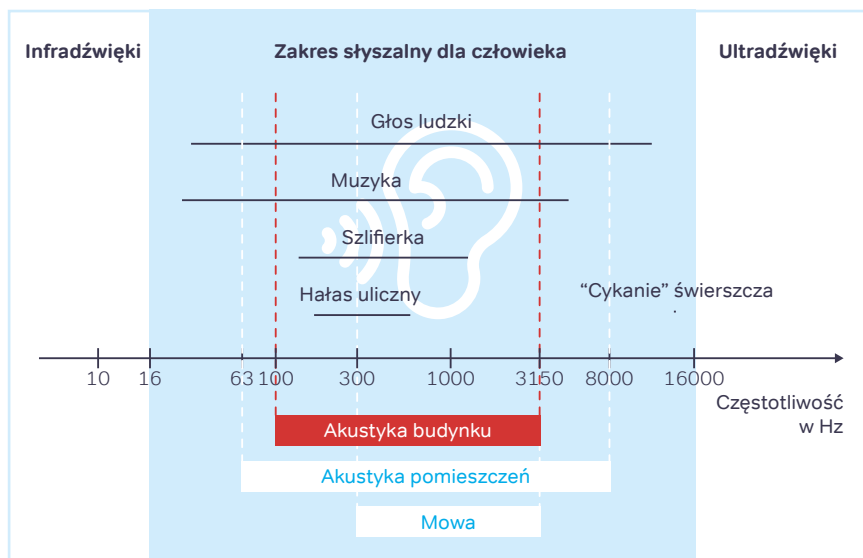


⌚ **Dźwięk uderzeniowy** jest specjalną formą dźwięku materiałowego powodowanego przez kroki lub spadające przedmioty. Rozchodzi się on jako dźwięk powietrzny.

Zakres częstotliwości

100 do 3150 Hz uważa się za zakres istotny dla akustyki budynków, tj. stopnia izolacji akustycznej konstrukcji. Natomiast w akustyce pomieszczeń przedział częstotliwości wynosi od 63 do 8000 Hz. Nasz słuch odbiera tony sinusoidalne o różnych częstotliwościach przy różnych głośnościach. Wskazują one poziom ciśnienia aku-

stycznego, który wywołuje takie samo wrażenie głośności jak ton sinusoidalny o częstotliwości 1000 Hz. Słuch ludzki jest najbardziej wrażliwy na częstotliwości w przedziale od 2000 do 5000 Hz, (patrz również rysunek 1 i 4).

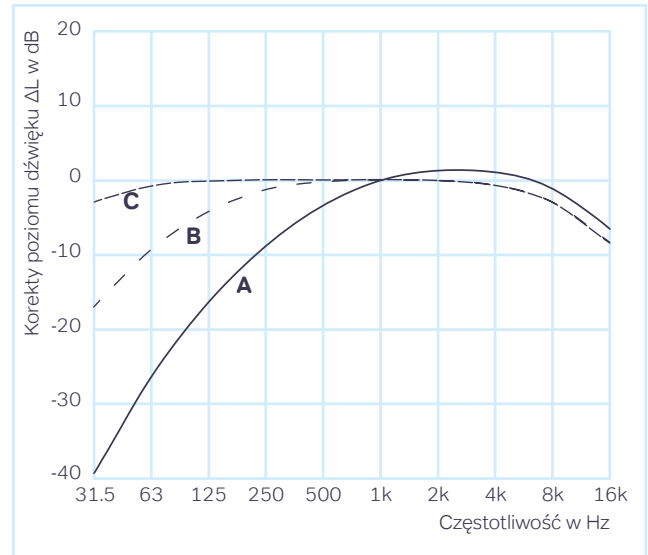


Rysunek 1: Przykłady, nazwy i różne zakresy pasma częstotliwości (źródło nr 6)

Ważenie częstotliwościowe

Istnieje powiązana z częstotliwością zależność pomiędzy poziomem ciśnienia akustycznego a percepcją dźwięku. Jest ona przedstawiana za pomocą Mel czyli skali wysokości dźwięku.

Filtry te zmniejszają czułość miernika dźwięku przy niskich i wysokich częstotliwościach, aby dostosować ją do czułości ludzkiego słuchu. Pomiar hałasu są zwykle określane przy użyciu krzywej korekcyjnej A. Ich zmierzone wartości podawane są jako poziom ciśnienia akustycznego A w dB(A).



Rysunek 2: Korekta poziomu ciśnienia akustycznego ΔL zgodnie z DIN EN ISO 16032 (lub wycofaną DIN EN 60651) dla klas A, B i C

Ciśnienie akustyczne

Amplituda drgań dźwiękowych jest rozumiana jako ciśnienie akustyczne. Wysokość amplitudy zaczyna się w zakresie słyszalnym przy 20 μPa, a próg bólu osiągnąć jest przy 20 Pa. Ciśnienie akustyczne nie posiada górnej granicy, zależy ono wyłącznie od użytej energii generującej dźwięk (Rysunek 3).

Poziom ciśnienia akustycznego L_p jest określony:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0}$$

gdzie:

- L_p Poziom ciśnienia akustycznego w dB
- p Ciśnienie akustyczne w Pa
- p_0 Ciśnienie odniesienia (próg słyszalności przy $p_0=20 \mu\text{Pa}$)



Jeśli doda się dwa źródła dźwięku o tej samej sile, dźwięk wynikowy będzie o 3 dB głośniejszy.

$$50 \text{ dB} + 50 \text{ dB} = 53 \text{ dB}$$

	Poziom ciśnienia akustycznego L_p w dB	Hałas
	0	Próg słyszalności
	15 - 20	Cichy szelest liści
	30 - 40	Spokojna dzielnica mieszkaniowa
	40 - 50	Cicha rozmowa, spokojne biuro
	50 - 60	Normalna impreza
	70 - 80	Duży ruch drogowy
	80 - 85	Krzyki, wrzaski
	80 - 90	Przejeżdżająca ciężarówka
	90 - 100	Kompresyjny młot pneumatyczny w odległości 10 metrów
	100 - 110	Przejeżdżający szybki pociąg
	110 - 120	Piła tarczowa
	120 - 130	Samolot śmigłowy w odległości 3 m

Rysunek 3: Przykładowe wartości poziomów ciśnienia akustycznego

Najgłośniejszy dźwięk na świecie



172 dB

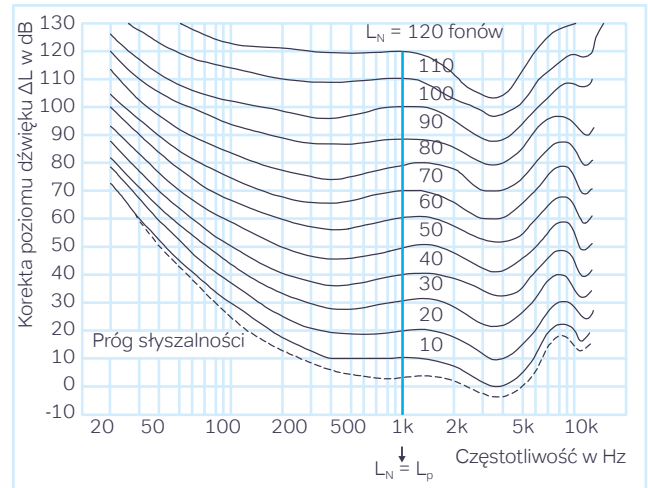
W odległości 160 km.

Erupcja wulkanu Krakatau (1883), Indonezja

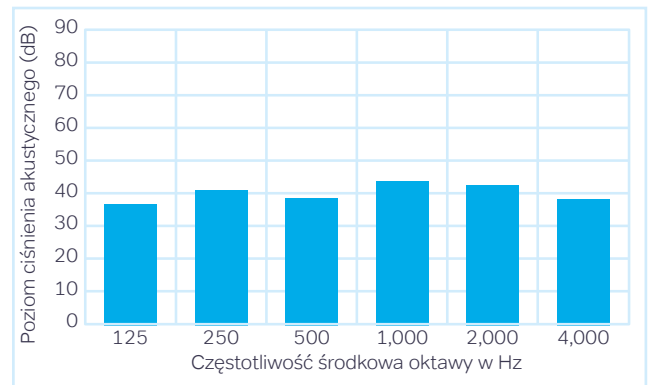
Erupcja wulkanu była tak głośna, że słycać ją było jeszcze 4 800 kilometrów dalej na wyspie Rodrigues, na Oceanie Indyjskim. Wyobraź sobie, że słyszysz w Nowym Jorku hałas, który pochodzi z Dublina w Irlandii!

Pasma oktavowe

Pasma 1/1 oktawy to pasmo częstotliwości, w którym najwyższa częstotliwość jest dwa razy większa od najniższej. W paśmie 1/3 oktawy najwyższa częstotliwość jest 1,26 razy niższa od najniższej. Hałas składa się zazwyczaj z wielu różnych częstotliwości. Widmo częstotliwości pokazuje, które z nich występują w hałasie i w jakim stopniu. Widmo częstotliwości dźwięku (spektrogram) to wynik procesu analizy częstotliwościowej dźwięku, która rozkłada złożony sygnał dźwiękowy na oktawy lub tercje. Filtry do pomiaru tych pasm są wbudowane w wiele nowoczesnych urządzeń pomiarowych. Jaki zakres częstotliwości jest istotny w akustyce budynków? To zależy od zadania. Na przykład, zakres częstotliwości pomiędzy 100 a 5000 Hz jest ważny przy pomiarach tłumienia dźwięku. Natomiast krótkie metody pomiarowe służą do oceny oktav pomiędzy 125 a 2000 Hz.



Rysunek 4: Związek między subiektywnie odczuwaną głośnością dźwięku L_N a obiektywnie mierzalnym poziomem ciśnienia akustycznego L_p . L_N i L_p pokrywają się tylko przy częstotliwości $f = 1000$ Hz.

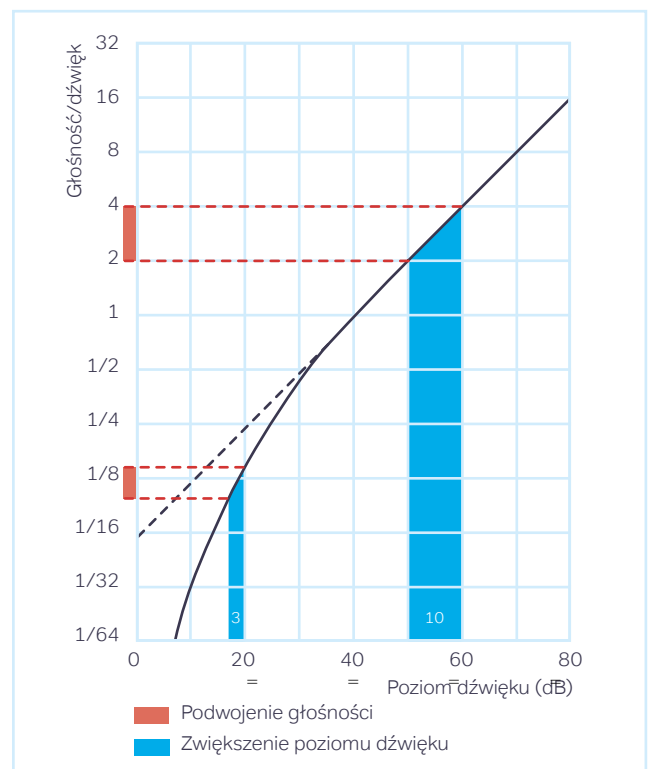


Rysunek 5: Spektrum pasma oktavowego

Percepcja dźwięku i ważenie częstotliwościowe

Percepcja dźwięku u człowieka jest subiektywna i zależy od częstotliwości: Dźwięki o niskich i wysokich częstotliwościach odbieramy jako znacznie cichsze niż dźwięki o średnich częstotliwościach przy tym samym poziomie ciśnienia akustycznego.

W przypadku osiągnięcia poziomu ciśnienia akustycznego powyżej 40 dB słuch ludzki może wychwycić zmiany o 1-2 dB. Znacznie silniejszą zmianę głośności uzyskuje się przy zwiększeniu poziomu dźwięku o 3 dB. Warto wiedzieć: Głośność dźwięku według Zwicklera nie jest liniowa poniżej 40 dB (Rysunek 6); tym samym zmiana o 3 dB prowadzi już do podwojenia poziomu głośności. Odnosi się to do wymagań, które muszą być spełnione zgodnie z normą DIN 4109.



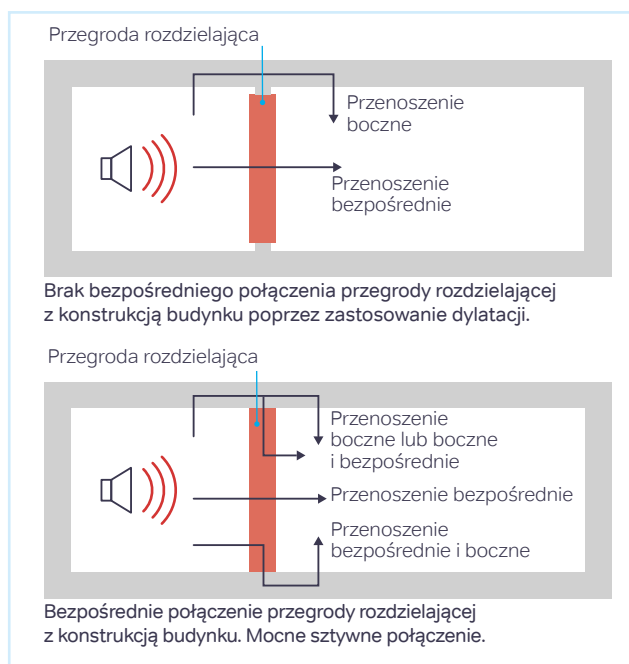
Rysunek 6: Subiektywna percepcja głośności dźwięku wg Zwicklera

Izolacja od dźwięków powietrznych/ drogi przenoszenia dźwięku

Przenoszenie dźwięku pomiędzy dwoma pomieszczeniami w budynkach odbywa się przez przegrodę rozdzielającą, jak również przez przegrody boczne budynku, a także przez rury, kanały ściennie i stropowe, systemy wentylacyjne itp.

Dlatego wyróżnia się dwa określenia (źródło nr 7):

- ⌚ Przenoszenie pośrednie: Każda droga przenoszenia dźwięku powietrznego pomiędzy dwoma sąsiadującymi pomieszczeniami poprzez kanały ściennie i stropowe, systemy wentylacyjne, rury itp.
- ⌚ Przenoszenie boczne: Przenoszenie pośrednie wyłącznie przez elementy budynku.



Rysunek 7: Informacje o możliwych drogach przenoszenia dla różnych elementów budynku

Czas pogłosu i powierzchnia absorpcji dźwięku

Absorpcja dźwięku to równoważna powierzchnia pochłaniania (A), którą można określić na podstawie czasu pogłosu pomieszczenia. Czas pogłosu wskazuje jak długo dźwięk w pomieszczeniu/szybie jest nadal słyszalny po ustaniu obecności źródła dźwięku. Czas pogłosu może być wykorzystany do określenia współczynnika absorpcji pomieszczenia lub szybu.

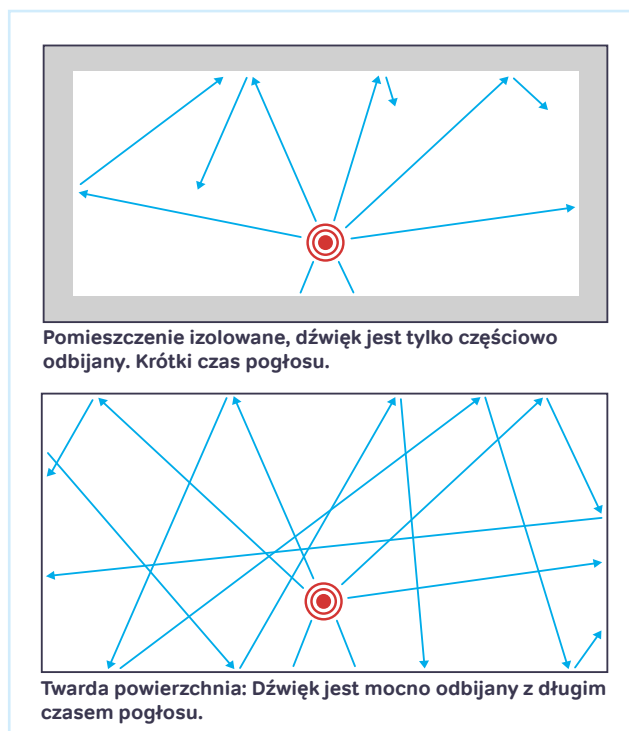
Oba są zależne od częstotliwości.

$$A = 0.163 \cdot V/T$$

A = Równoważna powierzchnia pochłaniania dźwięku w pomieszczeniu w m²

V = Objętość rozważanego pomieszczenia m³

T = Czas pogłosu w pomieszczeniu w s



Rysunek 8: Odbicie dźwięku

Transmisja dźwięku z urządzeń infrastruktury technicznej budynku

Zgodnie z definicją normy DIN 4109 do urządzeń infrastruktury technicznej budynku należą instalacje zasilania w wodę i odprowadzania ścieków, systemy transportowe, zamontowane na stałe urządzenia użytkowe oraz inne techniczne systemy budowlane. Urządzenia infrastruktury technicznej budynku są wyjątkowo wymagające z punktu widzenia inżynierii dźwięku

ponieważ generują one zarówno dźwięk powietrzny, jak i dźwięk materiałowy. Architektom i projektantom można przekazywać jedynie ogólne wskazówki, np. dotyczące projektowania rzutów kondygnacji, ponieważ nie istnieje niezawodna metoda pozwalająca na przewidywanie tych zjawisk.



DIN 4109

Nikt nie chce słyszeć hałasów pochodzących z urządzeń technicznych budynku, niezależnie od tego, czy chodzi o prysznic, czy o spłukiwanie toalety. Minimalne wymagania dotyczące izolacji akustycznej są w Niemczech zapisane w normie DIN 4109. Norma ta opisuje wymogi i badania w zakresie ochrony budynków przed hałasem oraz podaje dopuszczalne poziomy hałasu dla pomieszczeń wymagających ochrony.

Pomieszczenia wymagające ochrony:

- ⊕ **Pokoje dzienne** (w tym podłogi drewniane i kuchnie)
- ⊕ **Sypialnie** (w tym pokoje noclegowe w obiektach noclegowych)
- ⊕ **Salę pacjentów w szpitalach i sanatoriach**
- ⊕ **Salę lekcyjną w szkołach, uczelniach i podobnych instytucjach**
- ⊕ **Pokoje biurowe**
- ⊕ **Salę ćwiczeń, salę konferencyjną i podobne pomieszczenia do pracy**

Z reguły w pomieszczeniach mieszkalnych nie może być przekroczony poziom ciśnienia akustycznego 80 dB(A). Dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu odbiorczym - czyli w pomieszczeniu, do którego dociera dźwięk - wynosi od 30 do 40 dB(A).

Jako ogólnie uznane przepisy techniczne norma DIN 4109 ma znaczenie prawne. Norma ta nie określa konkretnych sposobów wykonania izolacji akustycznej. Dlatego zgodność z normą DIN 4109 sprawdza się za pomocą pomiarów akustycznych w warunkach rzeczywistych na obiekcie.

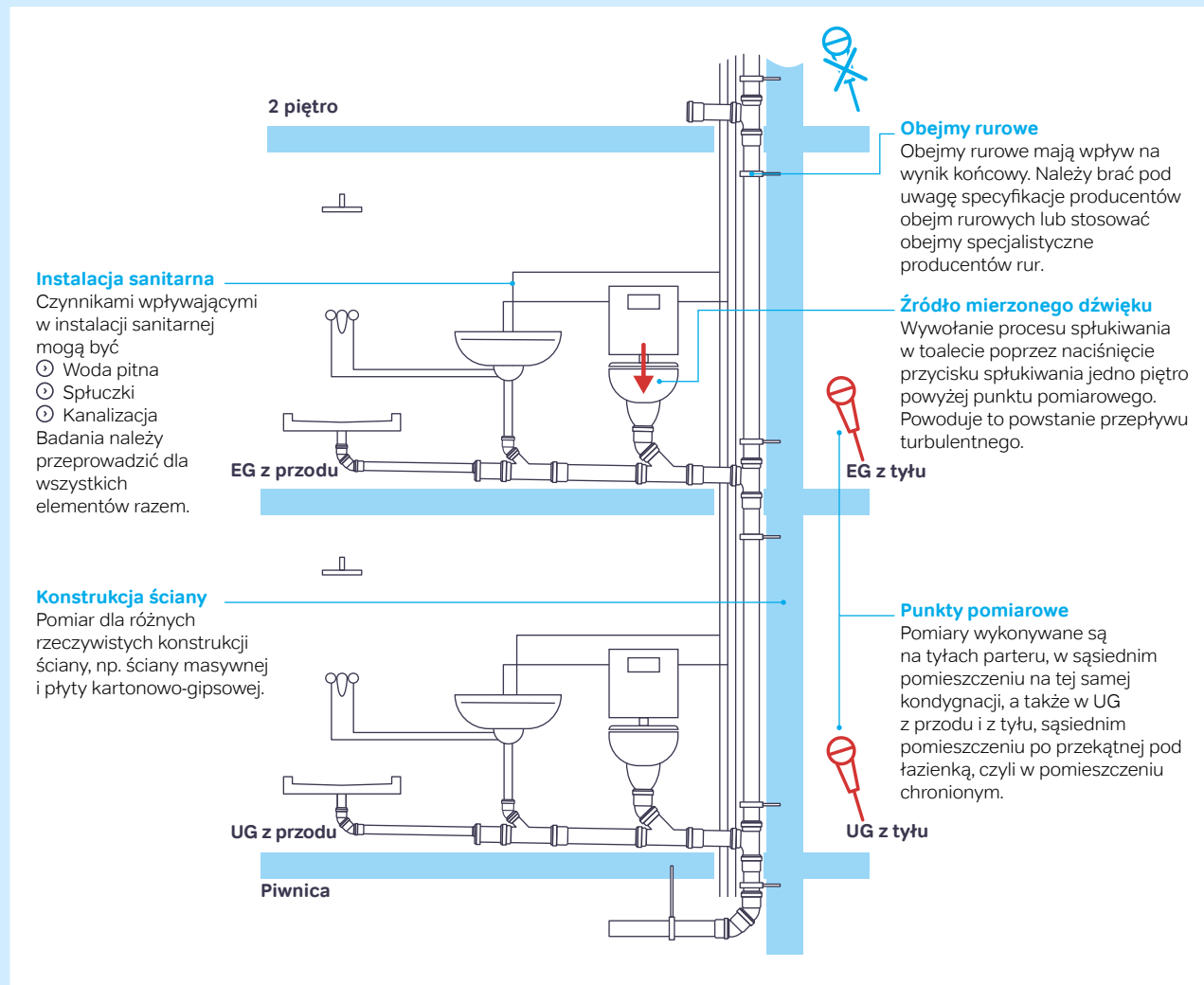
Wielkością charakterystyczną dla hałasu pochodzącego z instalacji sanitarnych jest poziom ciśnienia akustycznego $LAF_{max,n}$ skorygowany krzywą korekcyjną A. Ważnym warunkiem jest tutaj to, że emisja hałasu z instalacji wody pitnej i kanalizacyjnej musi być rozpatrywana wspólnie. Ponadto należy przedstawić wymagane certyfikaty izolacji akustycznej zgodnie z normą DIN 4109-1.

Zgodnie z normą DIN 4109 dostępne są dwie metody sprawdzenia instalacji kanalizacyjnej pod względem akustycznym:

1. Pomiar i badanie akustyki budynku dla instalacji sanitarnej połączonej z przewodami kanalizacyjnymi wg DIN 4109-4 „Badanie akustyki w budynkach” z pomiarem i jednocześnie wymogiem zmiennej wartości $LAF_{max,n}$.

2. Weryfikacja obliczeniowa zgodnie z DIN 4109-2 „Weryfikacja zgodności z wymaganiami za pomocą obliczeń” w odniesieniu do DIN 4109-36 „Dane do weryfikacji izolacji akustycznej (katalog elementów) - Wyposażenie techniczne”, z wykorzystaniem wyników badań zgodnie z DIN EN 14366. (Źródło nr 7)

DIN 4109-4 Badanie akustyki budynku



Rysunek 9: Przykładowy układ do pomiaru w warunkach rzeczywistych



Podstawowa wiedza o izolacji akustycznej dla architektów

Powstawanie hałasu można ograniczyć w fazie projektowania budynku, uwzględniając następujące punkty.

Plan kondygnacji

Problemy z hałasem można znacznie ograniczyć dzięki odpowiedniemu zaprojektowaniu planu kondygnacji. Kuchnie i łazienki powinny być rozmieszczone obok siebie, a w przypadku apartamentów - na górze. Rury nie powinny znajdować się na ścianach przylegających do sypialni lub innych pomieszczeń mieszkalnych.

Ściany instalacyjne o konstrukcji masywnej

Ściany masywne są jednymi z najczęściej stosowanych ścian do montażu urządzeń sanitarnych, jak również do mocowania instalacji wodociągowej i kanalizacyjnej. Norma DIN 4109-1 określa warunki wykonania pojedynczych przykładowych ścian nie wymagających dodatkowych badań akustyki budynku. Informacje na ten temat znajdują się w rozdziale „Architektura”. (Źródło nr 7)



W przypadku wykonania przykładowej ściany instalacyjnej nie są wymagane dalsze weryfikacje izolacji akustycznej.

Ściany instalacyjne o konstrukcji lekkiej

Ściany o konstrukcji lekkiej można również stosować do montażu instalacji kanalizacyjnych, wody pitnej lub urządzeń sanitarnych zgodnie z normą DIN 4109-1 bez dalszych badań akustyki budynku. W tym celu muszą być one odpowiednio wykonane. Informacje na ten temat znajdują się w rozdziale „Architektura”. (Źródło nr 7)

Jednowarstwowe elementy budynku

Jednowarstwowe elementy budowlane składają się z jednorodnego materiału lub z kilku połączonych warstw różnych materiałów o różnych właściwościach akustycznych, np. mur z warstwami tynku. Im cięższy jest jednolity element budowlany, tym lepsze są jego właściwości tłumienia dźwięków.

Wielowarstwowe elementy budynku

Wielowarstwowe elementy budowlane składają się z kilku sztywnych lub elastycznych warstw, które są ze sobą sprężysto połączone. W elementach budowlanych powstaje system drgań o częstotliwości rezonansowej.

Podstawowa wiedza o izolacji akustycznej dla projektantów

Projektowanie systemów zasilania i usuwania odpadów

Podstawą dobrej akustyki budynku i optymalnej izolacji akustycznej urządzeń sanitarnych jest staranne zaprojektowanie instalacji zasilania w wodę i odprowadzania ścieków.

Można stosować wartości referencyjne, ponieważ nie w każdej sytuacji na budowie dostępne są aktualne certyfikaty dotyczące akustyki. Wartości te pomagają w analizie i ocenie akustyki danego budynku.

Hałas wytwarzany przez instalacje wody pitnej i ścieków jest zawsze przenoszony na ścianę montażu poprzez punkty stałe (np. rura z obejmą). Ten dźwięk materiałowy jest następnie przenoszony przez ściany i sufity i emitowany w innych pomieszczeniach jako dźwięk powietrzny.

Aby skutecznie zapobiegać powstawaniu mostków akustycznych przenoszonych przez konstrukcję, konieczne jest zastosowanie izolacji akustycznej pomiędzy elementami budynku a jego konstrukcją. Należy to uwzględnić podczas projektowania.

Projektowanie instalacji kanalizacyjnej

Instalacje kanalizacyjne składają się z różnych elementów budowlanych. Należą do nich rury, kształtki, elementy mocujące, materiały do tłumienia dźwięków materiałowych oraz do tłumienia dźwięków powietrznych w rurze.

Instalacje kanalizacyjne należy projektować starannie z uwzględnieniem akustyki budynku. Dobre rozplanowanie kondygnacji uwzględni np. to, że pomieszczenia wymagające ochrony nie są umieszczone bezpośrednio przy pomieszczeniach ze ścianami, na których zamocowane są urządzenia sanitarne i rurociągi.

Zmiany kierunku przepływu muszą być dokładnie zaplanowane podczas projektowania rurociągu kanalizacyjnego. Należy unikać zmian o 90° z kolanami. W obszarze przejść przez ściany i stropy stosować materiały do izolacji dźwięków materiałowych.



Projektowanie instalacji wody pitnej

Armatura, instalacja wody pitnej, podgrzewacze wody pitnej, instalacje podnoszące ciśnienie, pompy obiegowe lub systemy uzdatniania wody są częścią instalacji wody pitnej.

Po pierwsze, instalacja wody pitnej musi być prawidłowo zaprojektowana. Na przykład zbyt duża prędkość przepływu może prowadzić do powstawania szumów akustycznych. Jeśli instalacja wody pitnej jest zaprojektowana nieprawidłowo, hałas pochodzący z zaworów kranowych i toalety stanie się głównym źródłem hałasu.

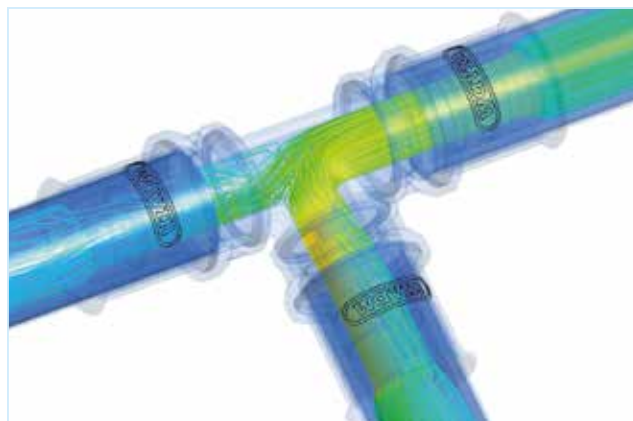
Oddzielenie rurociągów od konstrukcji budynku jest jednym z najważniejszych rozwiązań w zakresie izolacji akustycznej, także w przypadku instalacji wody pitnej. Główne źródła hałasu to armatura i przenoszenie dźwięku przez rurociągi, dlatego należy zastosować odpowiednie rozwiązania eliminujące te zjawiska. Piony lub szachty instalacyjne nie powinny być połączone ze ścianami działowymi pomieszczeń, które wymagają ochrony przed hałasem.

Gdy rura jest przymocowana do elementów konstrukcyjnych, oddziaływanie masy na jednostkę powierzchni ma wpływ na hałas materiałowy. Im większa masa, tym mniej drgań z mocowania rury jest przenoszonych na element konstrukcyjny. Idealnymi punktami mocowania rur do ścian są ich sztywniejsze obszary. Należą do nich obszary przykrawędziowe ścian masywnych lub obszary mocowania kołków w ścianach lekkich. Alternatywnie można to zrobić za pomocą konsoli na suficie.

System zaopatrzenia w wodę oraz odprowadzenia ścieków i urządzenia sanitarne

W zakres systemów zaopatrzenia w wodę oraz odprowadzenia ścieków wchodzi również urządzenia sanitarne, takie jak umywalki, toalety czy wanny oraz stelaże, z których zbudowane są ściany osłonowe i szachty instalacyjne. Podczas ich projektowania należy uwzględnić następujące elementy:

- ⊙ Podczas projektowania należy uwzględnić prewencyjną ochronę przeciwpożarową, izolację akustyczną, ochronę przed wilgocią oraz izolację termiczną.
- ⊙ Wymagane szczeliny lub kanały w ścianie nie mogą wpływać na stabilność konstrukcji. Masa ściany nadal musi być wystarczająca, aby spełnić wymagania dotyczące izolacji akustycznej.
- ⊙ Zalecamy montaż na ścianie przedniej lub stelażu metalowym ściany osłonowej, ponieważ montaż w ścianie ze szczelinami prowadzi zazwyczaj do powstania mostków dźwięku materiałowego.
- ⊙ Urządzenia sanitarne, takie jak toalety czy umywalki, muszą być mocowane z zastosowaniem elementów tłumiących dźwięki materiałowe.



Rysunek 10: Warunki przepływu w trójniku



Rysunek 11: Mocowanie do elementów składowych konstrukcji



Rysunek 12: Ściany z płyty gipsowo-kartonowej mocowane za pomocą uchwyty do sufitu i podłogi



Podstawowa wiedza o izolacji akustycznej dla instalatorów

Tylko prawidłowy montaż zapewni optymalne działanie izolacji akustycznej. Poniższe punkty opisują kluczowe czynniki, które należy uwzględnić podczas montażu.

Rury

Podczas wykonywania montażu rur należy unikać mostków akustycznych hałasu materiałowego poprzez odizolowanie ich od konstrukcji budynku. Już wybór systemu rur może mieć decydujący wpływ na przenoszenie dźwięków materiałowych i powietrznych. Rury kanalizacyjne nie mogą być układane swobodnie w pomieszczeniach, które mają być chronione przed hałasem. Jeżeli jest to technicznie niemożliwe, należy poprowadzić rury w izolowanych szachtach instalacyjnych.

Obejmy rurowe

Do mocowania rur należy stosować odpowiednie obejmy rurowe z wkładką izolacją.

Jeśli do obejm rurowych zostanie przyłożone nierównomierne lub jednokierunkowe obciążenie, właściwości kompresyjne elastomeru znacznie zredukują powstające zjawiska dźwiękowe.

W przypadku montażu rur w sufitach i ścianach konieczne jest odizolowanie ich od konstrukcji budynku w celu wyeliminowania możliwości powstania mostków akustycznych. Przestrzeń montażowa musi być odpowiednio duża i uniemożliwić kontakt z sufitem i ścianą. Do tego celu odpowiednie są tuleje izolacyjne, wełna mineralna lub silikon.

A photograph of an architect's workspace. In the foreground, a hand holds a yellow pencil over a set of architectural blueprints spread on a wooden desk. To the left, a white hard hat is partially visible. In the background, a laptop screen displays a digital architectural drawing. The scene is brightly lit, suggesting a professional office environment.

Architektura



Architektura pomieszczeń dźwiękoszczelnych.

Aby stworzyć przestrzenie, w których ludzie czują się komfortowo i gdzie niepożądany hałas jest zredukowany do minimum, niezbędna jest dobra izolacja akustyczna. Proces ten rozpoczyna się od planu kondygnacji a kończy się na zastosowaniu odpowiedniego systemu rur

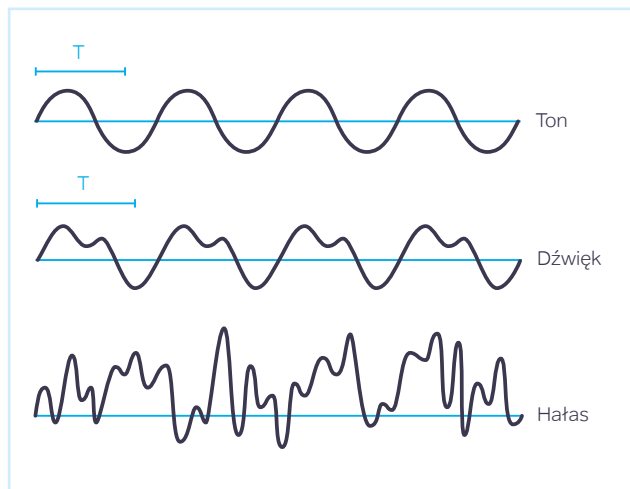
Hałas może być stresujący i może prowadzić do problemów z koncentracją. Izolacja akustyczna staje się coraz ważniejsza i jest obecnie jednym z priorytetów dla deweloperów. Ludzie, którzy mieszkają i pracują w dobrze izolowanych akustycznie budynkach są bardziej wypoczęci, skoncentrowani i zdrowi.

Izolacja akustyczna musi być uwzględniona zarówno przez architektów, jak i przez projektantów i instalatorów. Realizacja pożądanej estetyki budynku nie powinna odbywać się kosztem izolacji akustycznej. Nawet projekty otwartych pomieszczeń i skomplikowane geometrie ze złożonymi odbiciami dźwięku mogą być dziś dobrze izolowane od hałasu.

Podstawy projektowania optymalnej izolacji akustycznej

Piękny dźwięk czy denerwujący hałas?

Co właściwie dzieje się, gdy ton, dźwięk harmoniczny lub hałas jest rejestrowany przez człowieka? Jeśli sygnał dźwiękowy oscyluje równomiernie i jednolicie, powstaje ton. Tony z kilku częstotliwości, które nakładają się równomiernie i w liczbie całkowitej, tworzą dźwięk. W innym przypadku będzie to hałas, który ludzki mózg odbiera jako uciążliwy.



Rysunek 13: Ton – Dźwięk – Hałas

Architektura może ograniczyć niepożądany hałas

Poprzez odpowiednie i przemyślane zaprojektowanie budynku pod względem akustycznym możliwe jest utrzymanie hałasu zewnętrznego z dala od pomieszczeń wewnętrznych, w tym pomieszczeń mieszkalnych. Izolacja okien i ścian zewnętrznych zapewnia szczelną barierę akustyczną budynku.

W konsekwencji jednak niskie dźwięki pochodzące z instalacji zasilania i odprowadzania wody mogą nagle stać się słyszalne i uciążliwe:

- ⊙ W budynkach użyteczności publicznej, takich jak hotel, gdzie toaleta, która jest sfluikiwana w sąsiednim pokoju, może być słyszalna jak toaleta sfluikiwana obok,
- ⊙ lub dźwięk przepływającej wody pitnej w nieprawidłowo ułożonej lub zaprojektowanej instalacji.

- ⊙ Odgłosy stukania w rurach instalacji grzewczej lub wody użytkowej. Zjawiska te są ledwo słyszalne w starych i słabo izolowanych akustycznie budynkach, gdzie hałasy z zewnątrz są rejestrowane jako głośniejsze i przeważają nad hałasami z pomieszczeń wewnętrznych. W nowym budownictwie architekt musi jednak znaleźć odpowiedzi na poniższe pytania:
- ⊙ Które pomieszczenia wymagają ochrony i jak można je najlepiej zabezpieczyć akustycznie?
- ⊙ Gdzie będzie zlokalizowane główne przyłącze wody pitnej?
- ⊙ Jaka jest jakość wykonania i masa ściany instalacyjnej
- ⊙ Jakie są możliwości spełnienia lokalnych przepisów dotyczących izolacji akustycznej w różnych krajach?



Doradztwo i szkolenia w fazie projektowania

Należy wybrać odpowiednie produkty i skonsultować to z producentem jeszcze przed rozpoczęciem budowy. Wavin pomaga architektom w optymalnym doborze izolacji akustycznej, a także oferuje szkolenia techniczne w tym zakresie.

Dzięki temu można już uniknąć błędów na etapie projektowania budynku.

Podstawowe parametry powinny być określone na wstępnym etapie. Ułatwi to potem pracę projektantom i instalatorom w trakcie realizacji projektu.

Klasy budynków w Niemczech

Istnieją różne wymagania dotyczące akustyki i ochrony przeciwpożarowej, a także różne normy w zależności od klasy budynku:



Budynki klasy 1

Budynki wolnostojące o wysokości do 7 m z nie więcej niż dwoma jednostkami użytkowymi o łącznej powierzchni nie większej niż 400 m², a także budynki wolnostojące wykorzystywane na potrzeby rolnictwa lub leśnictwa.



Budynki klasy 2

Budynki wolnostojące o wysokości do 7 m z nie więcej niż dwoma jednostkami użytkowymi o łącznej powierzchni nie większej niż 400 m².



Budynki klasy 3

Pozostałe budynki o wysokości do 7 m.



Budynki klasy 4

Budynki o wysokości do 13 m i jednostkami użytkowymi o powierzchni nie większej niż 400 m² każda.



Budynki klasy 5

Pozostałe budynki, w tym podziemne.



Budynki specjalne

Wszystkie budynki, które nie należą do klasy budynków 1-5 są obiektami specjalnymi.

§ NORMY	WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE DLA										IZOLACJA AKUSTYCZNA PRZED HAŁASEM Z		
	Elementy zewnętrzne	Budynki mieszkalne	Dom jednorodzinny w zabudowie bliźniaczej i szeregowo	Wydzielona strefa mieszkalna	Budynek biurowy	Budynki użytkowe	Hotele i miejsca noclegowe	Szpitala i sanatoria	Szkoły i podobne instytucje	Restauracje i kręgielnie	Bardzo głośne pomieszczenia	Obiekty usług budowlanych	Połączone źródła hałasu
DIN 4109-1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
DIN 4109-5		X	X			X	X	X			X	X	
DIN SPEC 91314		X	X		X						X	X	
VDI 4100	X	X	X	X							X		
DEGA 103	X	X ¹⁾	X						X		X	X	
DEGA 104				X							X		
VDI 2569	X				X					X			
VDI 3726	X ²⁾								X		X		

¹⁾ Termin jednostka mieszkalna jest stosowany powszechnie.

²⁾ Hałas zewnętrzny jest uwzględniany w zakresie, w jakim jest przenoszony na zewnątrz z restauracji i kręgielni.

Tabela 1: Zakres zastosowania poszczególnych norm (źródło nr 6)

Najcichsze miejsce na świecie

-20.6 dB



Dźwięk jest pochłaniany
w 99,99 procentach.

Komora bezodbiciowa

Zwykła rozmowa to dźwięk o głośności około 60 decybeli. W nocy, gdy śpimy, otaczają nas dźwięki o głośności około 30 decybeli. To niezły raban w porównaniu z komorą bezodbiciową, jaka znajduje się w Microsoft Audio Labs: To pomieszczenie zostało tak skonstruowane, że okazało się najcichszym miejscem na świecie. Zmierzony poziom hałasu wynosi tutaj -20,6 decybeli. Nieprawdopodobna cisza.

Wzmocniona izolacja akustyczna w pokojach hotelowych

Goście hotelowi oczekują, że pokoje hoteowe będą przede wszystkim wygodne, ciche i zapewniające relaks. Akustyka pomieszczeń odgrywa tu szczególnie ważną rolę w architekturze. Norma DIN 4109 określa również minimalne wymagania dla obiektów noclegowych. Jednak oczekiwania gości dotyczące ciszy są z reguły wyższe od wymaganych przepisami izolacji akustycznych. Dlatego dla budynków hotelowych obowiązuje wskaźnik tłumienia dźwięku 53 dB, odpowiadający wartości dla ścian działowych w pokojach dziennych.



Izolacja akustyczna w architekturze - należy uwzględnić w projekcie i układzie pomieszczeń:

- 01** Unikanie otwartych układów kondygnacji w celu uzyskania dobrej izolacji akustycznej w pomieszczeniach mieszkalnych.
- 02** Zastosowanie ścian osłonowych lub działowych zapewnia maksymalną swobodę projektowania. Pozwala to osiągnąć doskonałą akustykę pomieszczeń nawet przy niekorzystnych układach pomieszczeń.
- 03** Niezależnie od tego, czy mówimy o domu murowanym, czy o konstrukcji drewnianej. Dla każdej opcji istnieje rozwiązanie w zakresie izolacji akustycznej. Zawsze jednak obowiązuje jedna zasada: Duża masa jest podstawą do ograniczenia przenoszenia dźwięku materiałowego. Dlatego też określone ściany powinny mieć solidną konstrukcję.
- 04** Instalacje techniczne budynku prowadzone w kanałach powinny być lokalizowane w miejscach powodujących najmniejsze zakłócenia dla użytkownika. Niekorzystna jest lokalizacja szachty instalacyjnej bezpośrednio przylegającej do pomieszczeń, które mają być chronione.

Związek między konstrukcją zapewniającą dobre warunki akustyczne a technologią instalacji sanitarnych

Zastosowanie samych najnowocześniejszych produktów o wysokiej klasie akustycznej nie wystarczy do uzyskania dobrej izolacji akustycznej w budynku. Należy również wybrać odpowiednią technologię budowlaną - z uwzględnieniem korzystnych akustycznie rzutów kondygnacji, konstrukcji stropów i ścian. Tylko w połączeniu odpowiedniej technologii budowlanej i instalacji sanitarnych można osiągnąć wymagany poziom izolacji akustycznej budynków.

Elementy zapewniające optymalną izolację akustyczną

Układ pomieszczeń / rzut kondygnacji

Wykonanie izolacji akustycznej rozpoczyna się od rzutu kondygnacji. Pomieszczenia, w których występuje potencjalny hałas związany z przepływem/odpływem wody, powinny być zlokalizowane obok siebie lub nad sobą. To ostatnie w przypadku budynków mieszkalnych, wielopiętrowych budynków mieszkalnych i budynków hotelowych. Rury nie powinny być prowadzone przez ściany graniczące z sypialniami.

Ściany instalacyjne

Badanie akustyki budynku zgodnie z DIN 4109 nie jest konieczne, jeśli ściany instalacyjne spełniają określone wymagania.

Jednowarstwowe masywne ściany instalacyjne

Punkt 6.4.4.2.2 normy DIN 4109-36 określa jak zaplanować i wykonać jednowarstwową masywną ścianę montażu. Taka ściana instalacyjna musi mieć masę co najmniej 220 kg/m². Dla warunków brzegowych montażowo-technicznych i konstrukcyjnych muszą być spełnione wymagania z punktów 6.4.4.2.3 do 6.4.4.2.5 normy DIN 4109-36. (Źródło nr 7)



Rysunek 14: Przykład wykonania wspornika

Ściany o konstrukcji lekkiej

Ściany o konstrukcji lekkiej mogą być również stosowane jako ściany instalacyjne bez konieczności badań akustyki budynku. W tym celu muszą one spełniać wymagania "przykładowej ściany instalacyjnej o konstrukcji lekkiej" zgodnie z punktem 6.4.4.3.2 normy DIN 4109-36. Punkty 6.4.4.3.3 do 6.4.4.3.5 dotyczą konstrukcyjnych i montażowo-technicznych warunków brzegowych. (Źródło nr 7)



Więcej informacji na temat przykładowych ścian instalacyjnych przedstawiono w rozdziale "Projektowanie", strona 35.

System rur i montaż

Właściciele domów z reguły nie przywiązują dużej wagi do wyboru systemu odprowadzania wody, który ma być zamontowany w ich budynku. Klienci zazwyczaj skupiają się na elementach wykończenia wnętrz, takich jak płytki, kuchnia itp. Architekci muszą być świadomi, że wartości emisji dźwięku generowanego przez zamontowany system rur, nie można łatwo zmienić. Producenci zalecają wybór odpowiedniego systemu rur niskoszumowych, w tym obejm montażowych i odgałęzień o promieniu wewnętrznym. Te wybory mają duży wpływ na późniejsze przenoszenie dźwięku materiałowego i powietrznego.

Mostki akustyczne dźwięku materiałowego można wyeliminować poprzez prawidłowy i fachowy montaż rur. Uzyskuje się to poprzez odizolowanie rurociągów od konstrukcji budynku. Przewody kanalizacyjne nie mogą być swobodnie ułożone w pomieszczeniach wymagających ochrony. Jeśli nie ma innej możliwości, należy zaprojektować kanał instalacyjny z odpowiednią izolacją.



Wirtualny pomiar hałasu za pomocą Wavin SoundCheck

Przepisy dotyczące hałasu są stale aktualizowane i nie zawsze łatwo jest obliczyć właściwy poziom hałasu dla konkretnego projektu architektonicznego. Można to wykonać za pomocą narzędzia Wavin SoundCheck dostępnego online. Narzędzie symuluje i oblicza akustykę instalacji na podstawie pojedynczych parametrów. Po wykonaniu kilku kroków można sprawdzić, czy projekt spełnia wymagania dotyczące izolacji akustycznej.



Wypróbuj narzędzie Wavin SoundCheck już teraz!



Wskazówki praktyczne:

“Wcześniej nauczyłam się, jak ważne jest myślenie perspektywiczne w mojej pracy zawodowej. Można uniknąć wielu rzeczy, które później byłyby bardzo kosztowne, szczególnie we wczesnych fazach projektu budowlanego, podczas pierwszych przemyśleń projektowych. Jedną z nich jest izolacja akustyczna. Należy ją uwzględnić już podczas planowania rzutów kondygnacji i nie można zakończyć na rozmieszczeniu szacht instalacyjnych. Chcę zaprojektować strefy komfortu dla moich klientów a uciążliwe hałasy nie mogą być ich częścią. Nie da się tego jednak zrobić bez technicznego zrozumienia, jak powstają dźwięki i mostki akustyczne.

Moja rada: Jak najwcześniej skoordynować działania z doświadczonymi projektantami, a także zaangażować producenta, który może udzielić kompleksowego doradztwa w zakresie izolacji akustycznej instalacji wodnych i kanalizacyjnych - i który posiada odpowiednie rozwiązania na magazynie.”

Christina M., architekt



Wskazówki praktyczne

- ⌚ Otwarty rzut kondygnacji stwarza ryzyko dla uzyskania dobrej izolacji akustycznej, ponieważ obszary gdzie prowadzone są rury wodociągowe często łączą się z pomieszczeniami mieszkalnymi bez ścian oddzielających. Dlatego ze względu na izolację akustyczną należy zadbać o to, aby pomieszczenia wykorzystywane do różnych celów były dobrze od siebie odizolowane.
- ⌚ Ściany osłonowe lub działowe pomogą uzyskać optymalną akustykę pomieszczenia. Jednocześnie dają one maksymalną swobodę projektowania nawet w przypadku skomplikowanych rzutów kondygnacji.
- ⌚ Należy budować ściany dźwiękoszczelne o jak największej masie. Im większa masa, tym mniejsze przenikanie dźwięku materiałowego.
- ⌚ Szachty instalacyjne nie powinny być zlokalizowane bezpośrednio przy pomieszczeniach wymagających ochrony.



Współpraca

- ⌚ Można stworzyć plan piętra, który minimalizuje hałas powietrzny i strukturalny od samego początku wraz z biurem biuro projektowe.
- ⌚ Przy planowaniu instalacji wodociągowej i kanalizacyjnej wiele ważnych wskazówek znajduje się w rozdziale dotyczącym planowania w niniejszej broszurze.



Uwaga!

W różnych krajach obowiązują różne wartości dopuszczalne dla izolacji akustycznej i akustyki. Jeśli realizujesz międzynarodowe projekty budowlane, skorzystaj z doradztwa w tym zakresie - na przykład od ekspertów Wavin.



Aspekty prawne

- ⌚ Należy przestrzegać różnych norm i przepisów prawnych dotyczących akustyki i ochrony przeciwpożarowej w zależności od klasy budynku.
- ⌚ Rozdział 6.4.4.2.2 normy DIN 4109-36 dotyczy jednowarstwowych masywnych ścian instalacyjnych. Rozdziały 6.4.4.2.3 do 6.4.4.2.5 dotyczą montażowo-technicznych i konstrukcyjnych warunków brzegowych.
- ⌚ Rozdział 6.4.4.3.2 normy DIN 4109-36 dotyczy ścian o konstrukcji lekkiej stosowanych jako ściany instalacyjne. Rozdziały 6.4.4.3.3 do 6.4.4.3.5 dotyczą montażowo-technicznych i konstrukcyjnych warunków brzegowych.

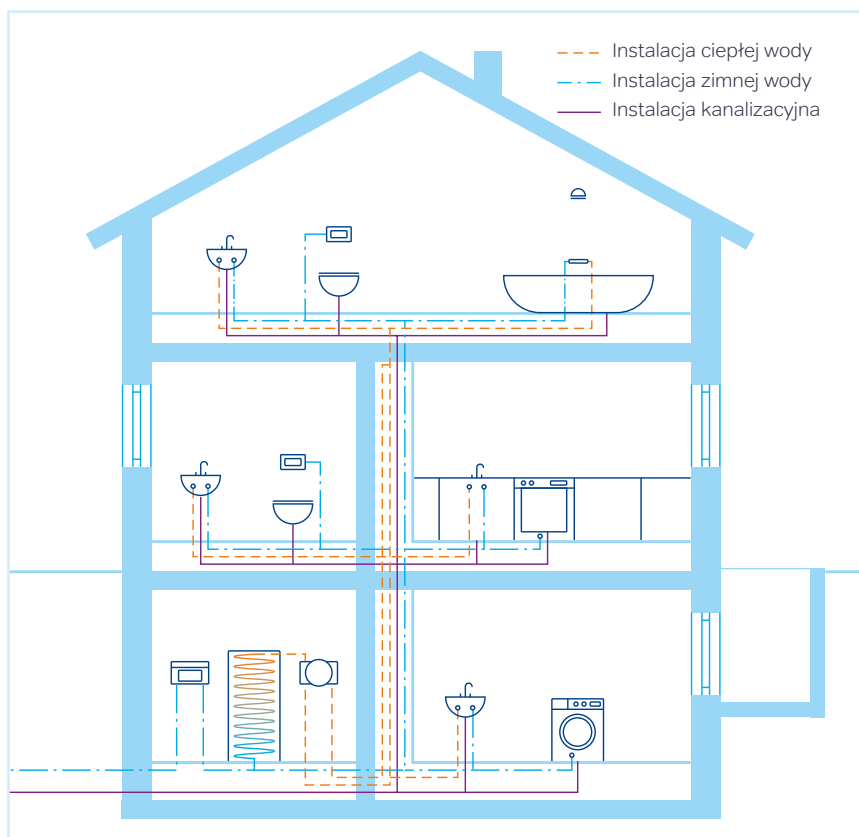
Projekt



Projektowanie instalacji zasilania w wodę i odprowadzania ścieków. Dla zapewnienia optymalnej akustyki.

Podczas projektowania instalacji zasilania w wodę i kanalizacji ważne jest, aby ograniczyć do minimum niepożądany hałas. Instalacje zasilania w wodę i kanalizacyjne w budynkach mieszkalnych są najczęściej montowane w pionach i ścianach montażu.

Rozwiązania referencyjne (np. przykładowe ściany instalacyjne) mogą być wykorzystane jako wskazówki przy projektowaniu instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych, ponieważ nie jest możliwe uzyskanie osobnego certyfikatu akustyki budynku dla każdego przypadku na budowie. Wartości te pomagają w ocenie akustyki budynku.



Rysunek 15: Instalacje zasilania w wodę i kanalizacji

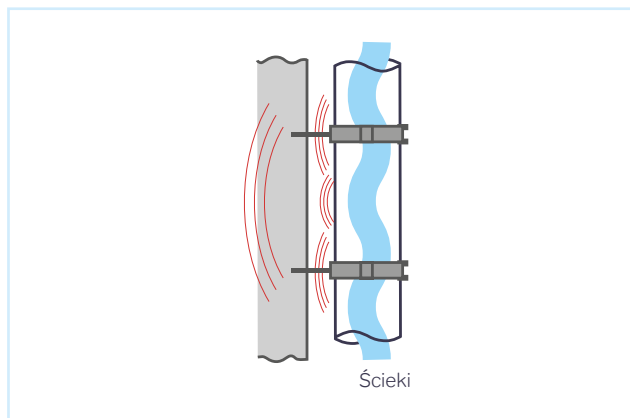
Podstawy projektowania instalacji zasilania wodę i kanalizacji

Dźwięk materiałowy

Hałas wytwarzany przez instalacje wody pitnej i ścieków jest zawsze przenoszony na ścianę montażu poprzez połączenia stałe (np. rura z obejmą).



Dźwięk materiałowy rozchodzi się i jest przenoszony do innych pomieszczeń przez ściany i sufity jako dźwięk powietrzny.



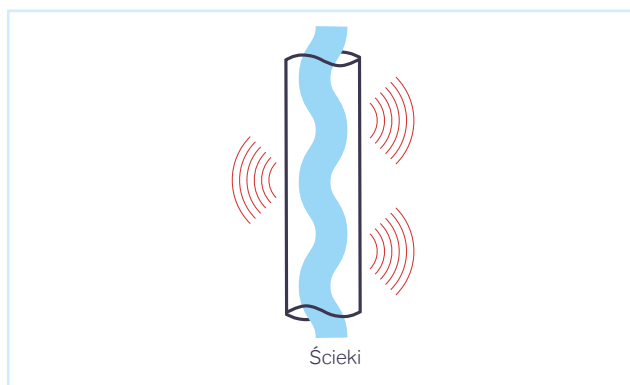
Rysunek 16: Dźwięk materiałowy

Dźwięk powietrzny

Przenoszenie dźwięków powietrznych w instalacji rurowej zależy głównie od jakości rur. W przypadku konieczności porównania rur można to wykonać zgodnie z normą DIN EN 14366, ponieważ mierzy się tu również przenoszenie czystego dźwięku powietrznego. Na końcową ocenę systemu duży wpływ mają również obejmy rur i ich mocowanie. Tak więc dźwięk powietrzny i dźwięk materiałowy to dwa ważne czynniki.

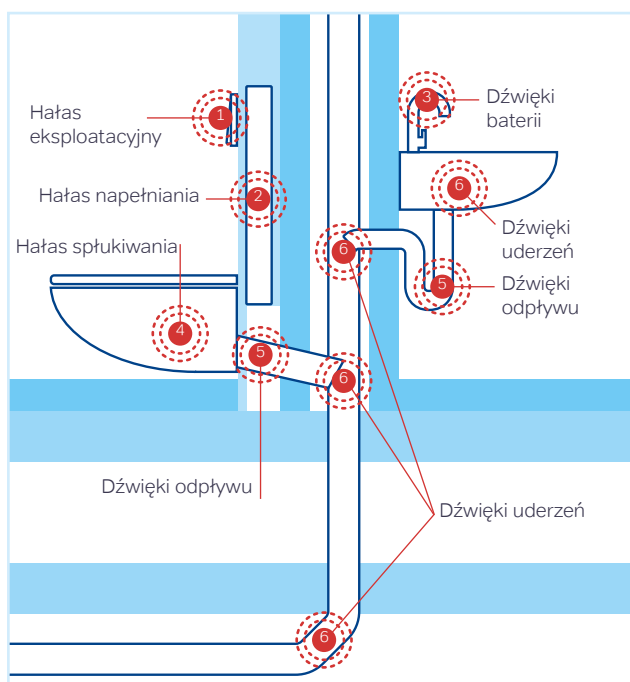


Patrz również rozdział "Badanie instalacji wg DIN 4109", strona 57



Rysunek 17: Dźwięk powietrzny

Miejsca powstawania dźwięku powietrznego związane z dźwiękiem materiałowym:



Rysunek 18: Źródła hałasu w instalacjach wody pitnej i kanalizacji

Mostki akustyczne dźwięku materiałowego

Urządzenia (np. toalety) muszą być odizolowane od konstrukcji budynku, aby zapobiec powstawaniu mostków akustycznych dźwięku materiałowego. Należy to uwzględnić podczas projektowania. (Źródło nr 6)



DIN 4109

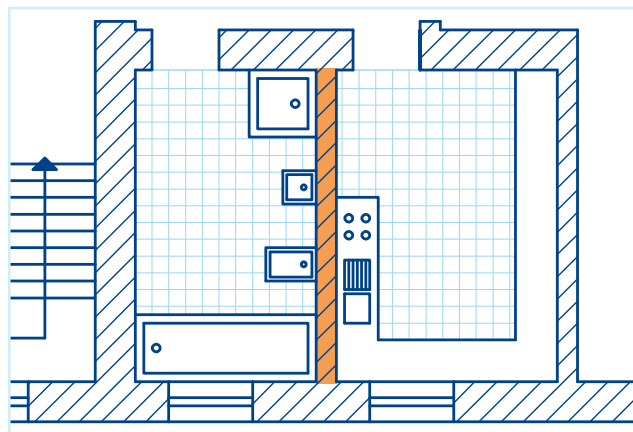
Podczas projektowania i realizacji ważne są następujące aspekty, aby osiągnąć minimalne wymagania zgodnie z DIN 4109:

- ⌚ Jakie ściany instalacyjne z jaką fakturą wybrać?
- ⌚ Gdzie w budynku znajdują się łazienki, a gdzie pomieszczenia wymagające ochrony?
- ⌚ Jakie systemy rur kanalizacyjnych i jakie wody pitnej należy zastosować?
- ⌚ W jaki sposób mocowane są systemy rurowe?
- ⌚ Jakie metody tłumienia hałasu (np. izolacja akustyczna rur lub kanałów) są odpowiednie?

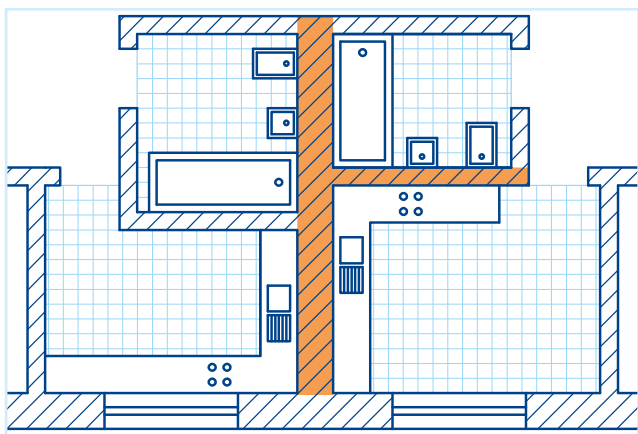
Rzut kondygnacji

Potencjalne problemy z hałasem można znacznie ograniczyć dzięki odpowiedniemu rozplanowaniu pomieszczeń. np. kuchnie i łazienki wraz z rurami doprowadzającymi wodę i odprowadzającymi ścieki powinny być zawsze zlokalizowane obok siebie, a w przypadku bloków mieszkalnych - nad sobą. Na ścianach bezpośrednio przylegających do pomieszczeń wymagających ochrony nie należy układać rurociągów. (Źródło nr 6)

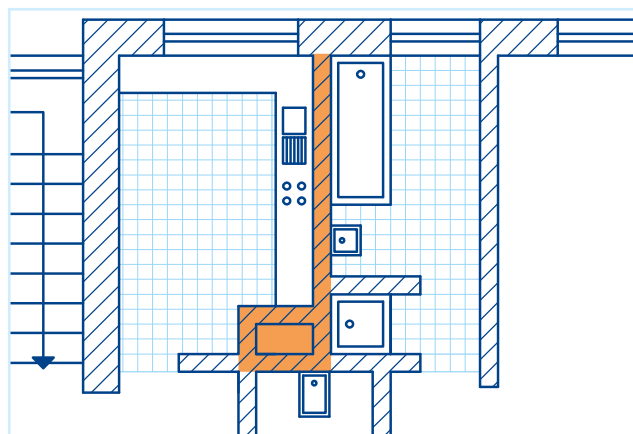
Wspólna ściana instalacyjna dla łazienki i kuchni



Wspólna ściana instalacyjna dla łazienek i kuchni



Wspólny szacht instalacyjny dla łazienki i kuchni



Narzędzie Wavin SoundCheck może być wykorzystane do porównania różnych materiałów, z których wykonane są szachty, w celu uzyskania idealnego tłumienia dźwięku lub uniknięcia odbić dźwięku (patrz również strona 11).



Błędy w projektowaniu instalacji zasilania w wodę i kanalizacyjnych mają swoje konsekwencje

Odgłosy spuszczenia wody są częstym powodem złych opinii w hotelach, np.:



“Głośny szum wody i ścieków z sąsiedniego apartamentu zrujnowały nasz pobyt.”



“Uciążliwy hałas z powodu głośnych rur wodnych - nie rezerwuj tutaj!”

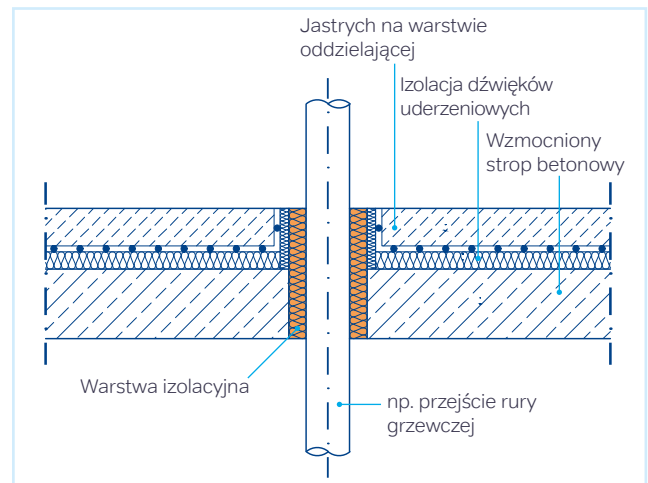


“Głośne odgłosy dudnienia z rur wodnych wychodzących ze ściany nie pozwalały mi zasnąć od 5 rano”



Projektowanie przejść w sufitach i ścianach

Ważne jest, aby przepusty były odpowiednio duże i nie było żadnego kontaktu między orurowaniem a ścianą lub sufitem, który mógłby stworzyć mostek akustyczny. W tym celu można zastosować tuleje izolacyjne, wełnę mineralną lub silikon. Elementy izolacyjne muszą być zamontowane we właściwy sposób tak, aby nie powstał mostek akustyczny podczas montażu.



Rysunek 19: Przejście przez przegrodę budowlaną bez mostka akustycznego



Mostkiem akustycznym może być np. gruz budowlany, który tworzy mostek dźwięku materiałowego. Inną przyczyną mogą być błędy montażowe, np. brak izolacji od dźwięków materiałowych.



Rysunek 20: Brak izolacji rury od kontaktu z konstrukcją budynku



Rysunek 21: Mostek akustyczny utworzony przez gruz budowlany

Najgłośniejsza woda świata



40 km

z takiej odległości, w spokojne
noce można usłyszeć
wodospady Augrabies w RPA.

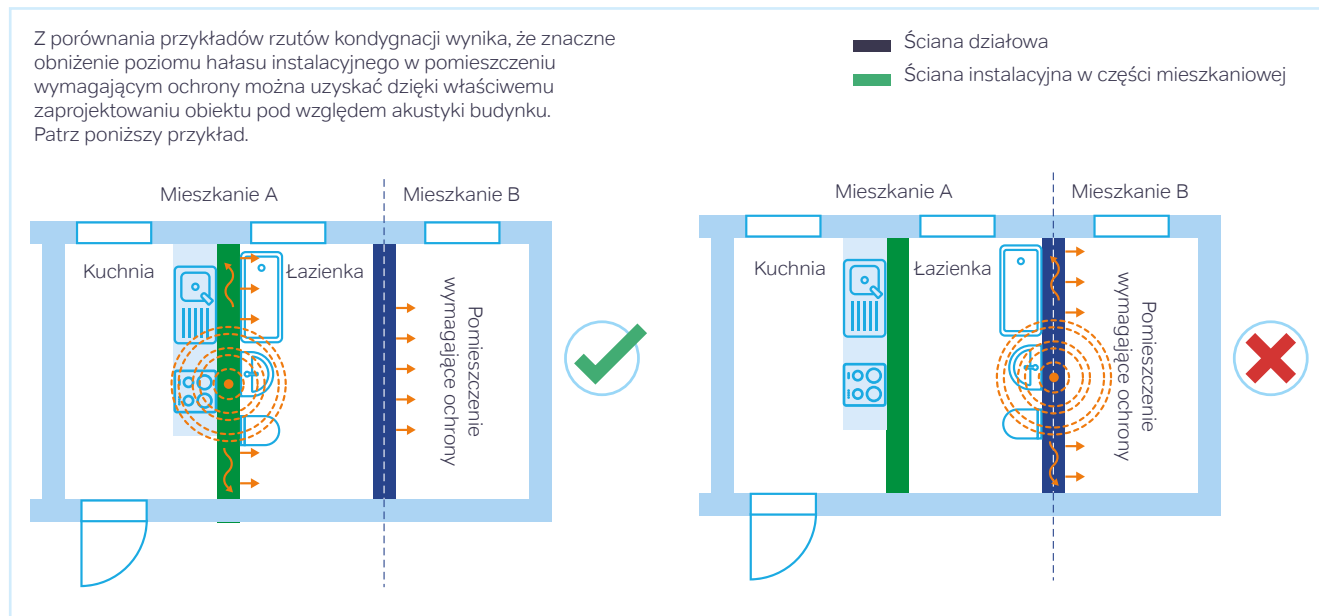
Wodospady Augrabies Falls, Afryka południowa

Nazwa pochodzi od południowoafrykańskiego określenia "Aukoer-ebis" - "miejsce grzmiącego hałasu". Nazwa ta jest bardzo trafna, ponieważ jest on prawdopodobnie najgłośniejszym wodospadem jaki istnieje. Jego dźwięk jest wzmacniany przez surowe, płaskie ściany kanionu.

Projekt instalacji kanalizacyjnej

Kompletna instalacja kanalizacyjna składa się z rur i kształtek, obejm i materiałów do tłumienia dźwięków materiałowych i powietrznych.

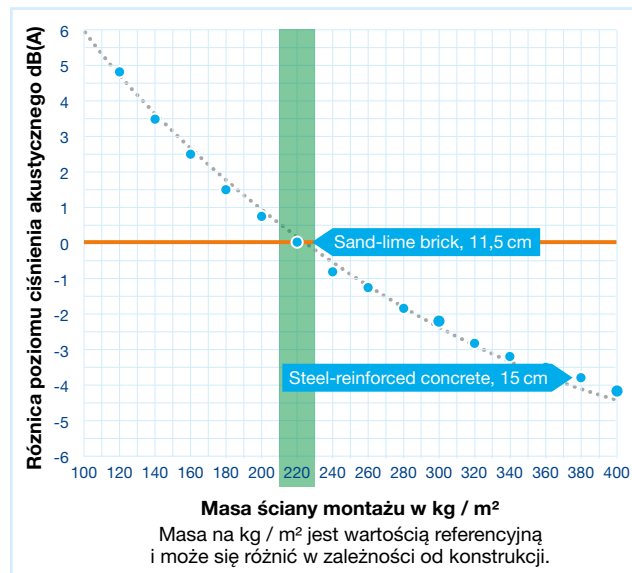
Dobrze zaprojektowany rzut kondygnacji jest podstawą optymalnej izolacji akustycznej: Pomieszczenia wymagające ochrony (np. mieszkanie B), nie powinny graniczyć z żadnymi ścianami, na których po drugiej stronie poprowadzone są instalacje, lub na których zamontowano rury kanalizacyjne.



Rysunek 22: Rzut kondygnacji korzystny z punktu widzenia akustyki budynku

Ściana instalacyjna

Zmiana masy właściwej ściany instalacyjnej wpływa na referencyjny poziom ciśnienia akustycznego przy 220 kg/m^2 . Dlatego też, dla ściany instalacyjnej o masie 160 kg/m^2 wynik będzie różnił się o około $2,5 \text{ dB(A)}$ w porównaniu do ściany o masie 220 kg/m^2 .



Rysunek 23: Zmiana poziomu ciśnienia akustycznego w sąsiednim pomieszczeniu w zależności od zastosowanych materiałów konstrukcyjnych ścian w Wavin SoundCheck.

Zaawansowana konstrukcja ścian

W przypadku lekkiej konstrukcji ściany instalacyjnej lub gdy pomieszczenie wymagające ochrony znajduje się po przeciwnej stronie, należy zastosować ściany osłonowe. Składają się one ze stelaża metalowego obłożonego płytami. Przestrzeń w konstrukcji jest wypełniona materiałami izolacyjnymi i można w niej zamocować stelaże dla urządzeń sanitarnych. Takie ściany znacznie poprawiają izolację akustyczną, a także cieplną.

Zastosowanie ścian osłonowych poprawia tłumienie całej konstrukcji budynku także w przypadku ścian masywnych.



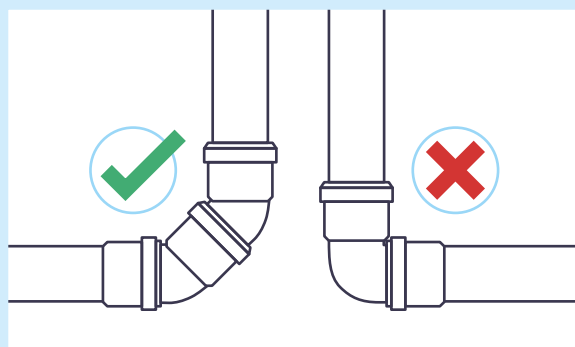
Rysunek 24: Ściana osłonowa zawieszona na ścianie masywnej (źródło: Knauf)



Projektowanie instalacji kanalizacyjnej

Przy projektowaniu instalacji kanalizacyjnej należy zwrócić szczególną uwagę na zmiany kierunku przepływu. Należy unikać zmian pod kątem 90°. Można zastosować np. dwa kolana 45°.

Wybór specjalistycznego, nikoszumowego i łatwego do zamontowania systemu kanalizacji (rury, kolana, szachty, obejmy montażowe) ma decydujące znaczenie dla zminimalizowania przenoszenia hałasu materiałowego i powietrznego



Rysunek 25: Przykład instalacji z różnymi kolanami



5 praktycznych wskazówek dotyczących eliminacji mostków akustycznych podczas projektowania.

- 01** Mocowanie do ciężkich elementów budowlanych lub w ścianach osłonowych
- 02** Zapewnienie prawidłowego mocowania z izolacją dźwięków materiałowych
- 03** Unikać gwałtownych zmian kierunku przepływu
- 04** W przypadku zastosowania kanałów do rur kanalizacyjnych, masa ściany nośnej musi wynosić 220 kg/m²
- 05** Urządzenia sanitarne muszą być odizolowane



Ochrona przeciwpożarowa

Elementy izolacji akustycznej muszą być również uwzględnione podczas planowania ochrony przeciwpożarowej dla danej klasy budynku.

Firma Wavin posiada w ofercie opaski ogniochronne odpowiednie do wszystkich rur kanalizacyjnych i wodnych własnej produkcji. Uszczelniają one w przypadku pożaru przejście przez ścianę lub sufit i zapobiegają rozprzestrzenianiu się ognia, dymu lub gazu.

Projektowanie instalacji wody pitnej

Rury i armatura do wody pitnej, podgrzewacze wody, systemy podnoszenia ciśnienia, pompy obiegowe i systemy uzdatniania wody to elementy, które wchodzi w skład całej instalacji wody pitnej. W przypadku izolacji akustycznej najważniejszy jest prawidłowy projekt instalacji wody pitnej. Głównymi źródłami hałasu są armatura i przenoszenie dźwięków przez system rur. W przypadku zbyt dużego przepływu, może on być również przyczyną hałasu. Jeżeli projekt jest wykonany prawidłowo, hałas generowany przez armaturę nakłada się na siebie.



Prędkość przepływu nie może być większa niż 2 m/s w odcinku przyłączeniowym do budynku. W odcinkach zasilających może wynosić do 4 m/s, od punktów czerpalnych i współczynnika oporów hydraulicznych zaworów odcinających.

Najważniejszym sposobem zapewnienia izolacji akustycznej przy projektowaniu instalacji wody użytkowej jest odizolowanie elementów instalacji od konstrukcji budynku przy przejściach przez ściany i stropy. W takich miejscach należy zastosować odpowiednie elementy zapewniające tłumienie:

- ⊙ Przyłącze zaworu z wbudowanym elementem izolacji dźwięku materiałowego
- ⊙ Obejmy rurowe z wkładką izolacyjną
- ⊙ Płyty ściennie z okładziną izolacyjną
- ⊙ Nigdy nie należy montować pionów i przewodów przyłączeniowych do urządzeń na ścianach działowych pomieszczeń wymagających ochrony.

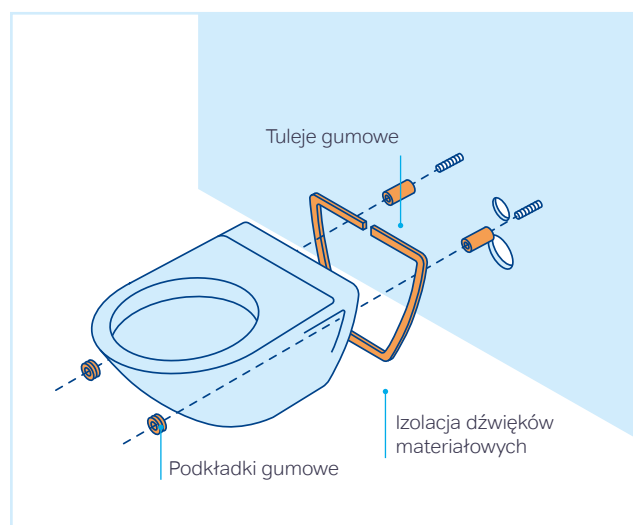
Im większa masa ściany, tym mniejsze przenoszenie dźwięku materiałowego przez rurę. Mocowanie rury może powodować drgania ściany. Do montażu należy zawsze wykorzystywać sztywniejsze elementy budynku aby uniknąć drgań płyt kartonowo-gipsowych. Ściany masywne są sztywniejsze przy krawędziach i dlatego generują mniejsze wibracje.

Systemy montażowe i urządzenia sanitarne

Określone zasady projektowania dotyczą montażu ścian osłonowych, zabudowy podtylnkowej, stelaży metalowych, szachtów lub kanałów instalacyjnych, umywalek, wanien, sedesów, bidetów, pisuarów i armatury sanitarnej. Należy uwzględnić następujące zasady:

- ⊙ Ochronę przeciwpożarową, izolację akustyczną, ochronę przed wilgocią i izolację cieplną.
- ⊙ W przypadku stosowania kanałów instalacyjnych nie mogą one wpływać na stabilność ściany. Masa ściany musi być wystarczająca, aby spełnić wymagania dotyczące izolacji akustycznej.
- ⊙ Zamiast montażu w ścianie ze szczelinami, zaleca się stosowanie płyt izolacyjnych lub ściany osłonowej ze stelażem metalowym, aby uniknąć powstawania mostków akustycznych dźwięku materiałowego.
- ⊙ Urządzenia sanitarne, takie jak toalety, muszą być zamocowane z uwzględnieniem izolacji dźwięku materiałowego, bez wpływu na właściwości konstrukcyjne ścian.

Elementy dźwiękochłonne do toalet

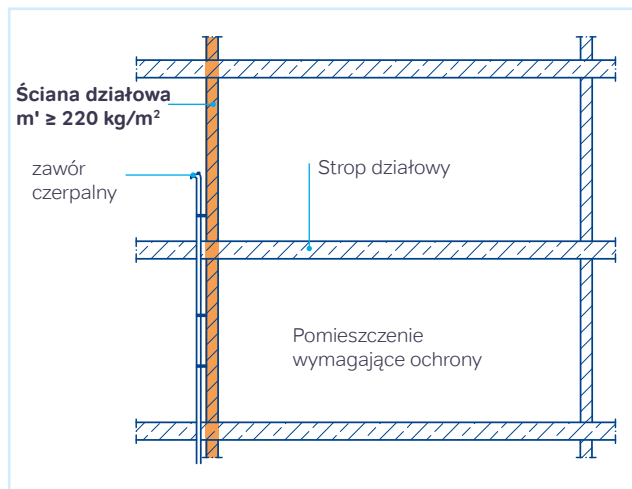


Rysunek 26: Projekt systemu toalet wiszących bez mostków akustycznych

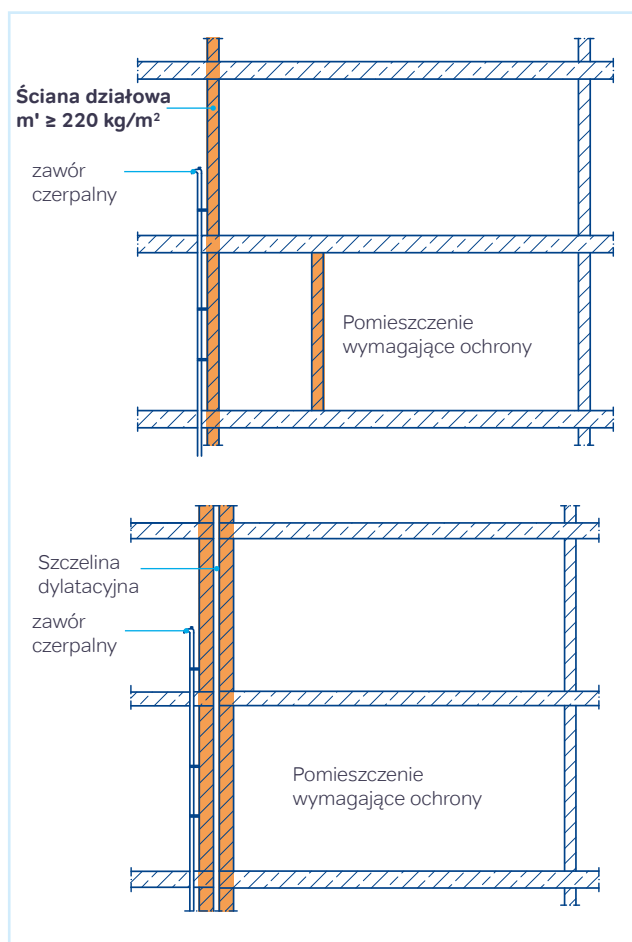
Konstrukcja przykładowej masywnej ściany instalacyjnej

Ściany masywne z instalacjami wody pitnej, kanalizacji lub urządzeniami sanitarnymi muszą spełniać warunki określone w normie DIN 4109-1 bez konieczności przeprowadzania dalszych badań akustyki budynku:

- ⊙ Masa jednowarstwowej ściany masywnej na jednostkę powierzchni wynosi $\geq 220 \text{ kg/m}^2$, z uwzględnieniem warstw tynku.
- ⊙ Kształtki i urządzenia spełniają wymagania normy DIN 4109-1.
- ⊙ Ciśnienie wody w instalacji wodociągowej w budynku, poza hydrantami przeciwpożarowymi, powinno wynosić przed każdym punktem czerpalnym nie mniej niż $0,05 \text{ MPa}$ ($0,5 \text{ bara}$) i nie więcej niż $0,6 \text{ MPa}$ (6 barów).
- ⊙ Podczas pracy zawory odcinające muszą być całkowicie otwarte.
- ⊙ Wielkość przepływu w instalacji nie może przekraczać wartości dopuszczalnych zamontowanej armatury.
- ⊙ Elementy wylotowe muszą odpowiednio ograniczać przepływ przez armaturę. W związku z tym nie mogą posiadać wyższej klasy przepływu niż wylot powiązanego zaworu.
- ⊙ Przyłącza wody pitnej i kanalizacyjnej znajdują się na ścianie przedniej.
- ⊙ W przypadku montażu rur wody pitnej i kanalizacyjnych w szczelinach ściennych należy stosować izolację akustyczną od dźwięków materiałowych.
- ⊙ Unikać układania rur kanalizacyjnych na ścianach pomieszczeń wymagających ochrony.
- ⊙ System montażowy w ścianie osłonowej i przed ścianą masywną musi posiadać izolację dźwięku materiałowego od konstrukcji budynku.
- ⊙ Rury układane na masywnych ścianach montażowych lub na oddzielnych elementach nośnych połączonych ze ścianą muszą być odizolowane i zamocowane za pomocą obejm rurowych z wkładką izolacyjną. Bezpośrednie mocowanie do ściany jest niedopuszczalne.
- ⊙ Przejścia rur i kształtek przez ściany masywne projektuje się w taki sposób, aby uniknąć przenoszenia dźwięku materiałowego.
- ⊙ Urządzenia sanitarne zamocowane na ścianie instalacyjnej muszą posiadać izolację akustyczną.
- ⊙ Armatura I grupy montażowej oraz rury wodociągowe, kanalizacyjne i urządzenia sanitarne montować na ścianach masywnych o masie $\geq 220 \text{ kg/m}^2$.
- ⊙ Armatura II grupy montażowej oraz rury wodociągowe, kanalizacyjne i urządzenia sanitarne bez specjalnego dopuszczenia nie mogą być montowane na ścianach przylegających do pomieszczeń wymagających ochrony. (Źródło nr 6 i 7)



Rysunek 27: Rozmieszczenie armatury z I grupy montażowej

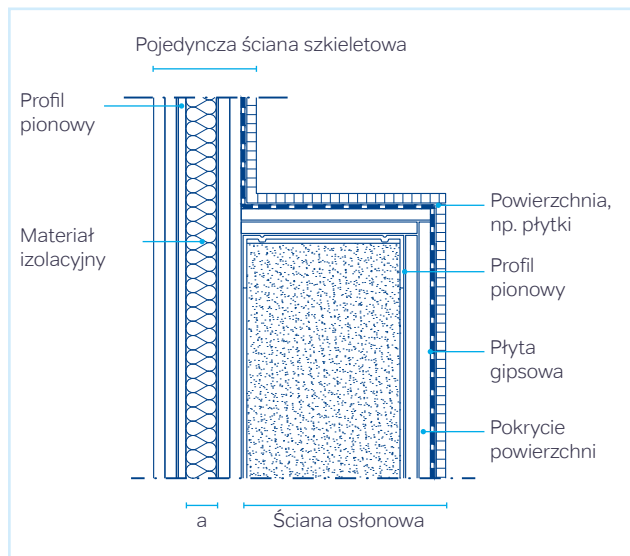


Rysunek 28: Rozmieszczenie armatury z II grupy montażowej

Konstrukcja przykładowej lekkiej ściany instalacyjnej

Ściany o konstrukcji lekkiej do których lub w których mocowane są instalacje kanalizacyjne, instalacje wody pitnej lub urządzenia sanitarne muszą spełniać warunki określone w normie DIN 4109-1 bez konieczności przeprowadzania dalszych badań akustyki budynku:

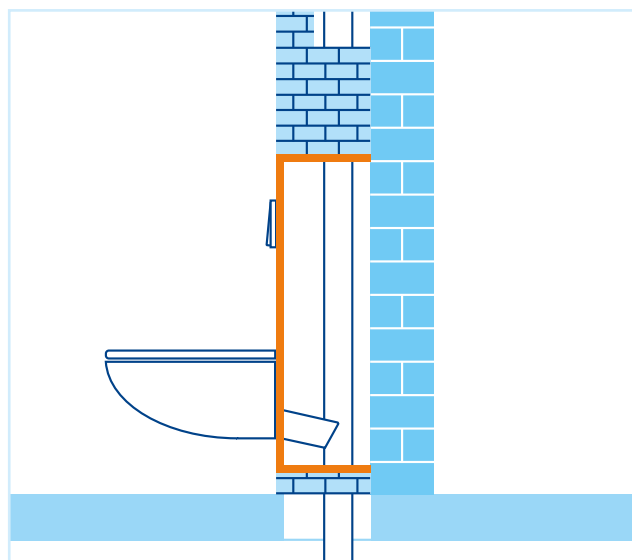
- ⊕ Weryfikacja na podstawie lekkiej przykładowej ściany instalacyjnej jest dopuszczalna tylko wtedy, gdy masa powierzchniowa stropu wynosi $\geq 450 \text{ kg/m}^2$ i zastosowano armaturę z I grupy montażowej.
- ⊕ Rodzaje konstrukcji przykładowej lekkiej ściany instalacyjnej z płyt gipsowo-kartonowych z profilami metalowymi:
 - Pojedyncza ściana szkieletowa z dodatkową ścianą osłonową
 - Podwójna ściana szkieletowa z dodatkową ścianą osłonową
 - Podwójna ściana szkieletowa z wewnętrzną instalacją sanitarną
- ⊕ Dla ścian szkieletowych z dodatkową ścianą osłonową obowiązują następujące warunki techniczne:
 - co najmniej jeden dwustronny profil pionowy na stronę płyty gipsowo-kartonowej lub płyty gipsowo-włóknowej o grubości 12,5 mm i masie $\geq 11 \text{ kg/m}^2$ na każdą warstwę płyt
 - odległość między profilami $\geq 75 \text{ mm}$ (grubość wnęki), wypełnienie wnęki włóknistym materiałem izolacyjnym o grubości 60 mm i oporze przepływu właściwym dla danej długości $\geq 5 \text{ kPa s/m}^2$
- ⊕ Przy dodatkowym montażu ściany osłonowej należy przewidzieć co najmniej dwa dwustronne profile pionowe do płyt gipsowo-kartonowych lub gipsowo-włóknowych o grubości 12,5 mm i masie $\geq 11 \text{ kg/m}^2$ na warstwę płyty oraz wypełnienie wnęk materiałem izolacyjnym.
- ⊕ Punkty styku konstrukcji ściany osłonowej z konstrukcją budynku należy zaprojektować np. z uszczelnieniami połączeń i izolacją od dźwięków materiałowych.
- ⊕ Poniższe informacje dotyczą podwójnej ściany szkieletowej z wewnętrzną instalacją sanitarną:
 - profile pionowe CW z obu stron ściany mogą być połączone ze sobą taśmami lub profilami obwodowymi na 1/3 i 2/3 wysokości ściany, aby zapewnić wytrzymałość na rozciąganie i ściskanie
 - Rury i obejmy rurowe powinny być przymocowane do oddzielnych profili nie stykających się z powierzchnią płyt lub zakładkami we wnęce. (Źródło nr 6 i 7)



Rysunek 29: Pojedyncza ściana szkieletowa z dodatkową ścianą osłonową

Ściana masywna

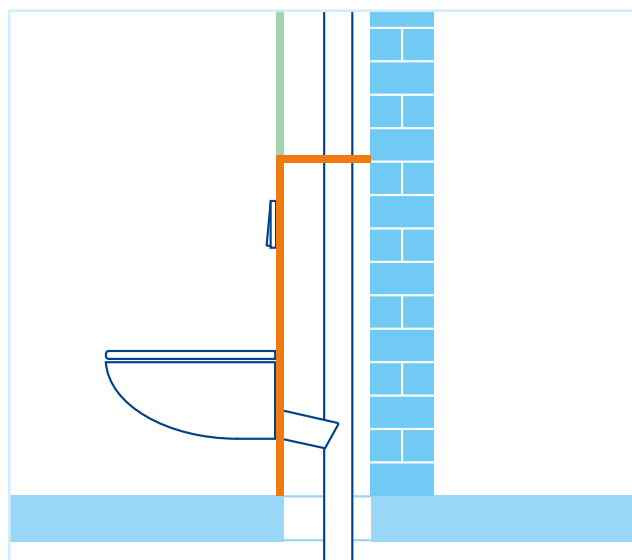
Ściany i ściany osłonowe wykonane są z bloczków murowanych, betonu lub żelbetu w konstrukcji pełnej. Elementy montażowe mocowane są do ściany instalacyjnej przy wykonywaniu ścian osłonowych w konstrukcji pełnej. Same elementy nie mają praktycznie żadnej funkcji statycznej. Dlatego ściana osłonowa musi absorbować oddziałujące na nią siły i naprężenia. Takie rozwiązanie stwarza ryzyko powstawania mostków akustycznych dźwięku materiałowego i dlatego jest już rzadko stosowane.



Rysunek 30: Obudowa w konstrukcji mokrej przed ścianą masywną (źródło 8)

Ściana osłonowa z płyt gipsowo kartonowych przed masywną ścianą instalacyjną

W tym przypadku profil ściany osłonowej jest mocowany do masywnej ściany instalacyjnej w sposób zapewniający izolację akustyczną. Ważne jest, aby zamontowane płyty gipsowo kartonowe i elementy montażowe nie stykały się z ścianą masywną, dzięki czemu można wyeliminować ryzyko powstawania mostków akustycznych dźwięku materiałowego. W ten sam sposób została również zamontowana ceramika sanitarna.

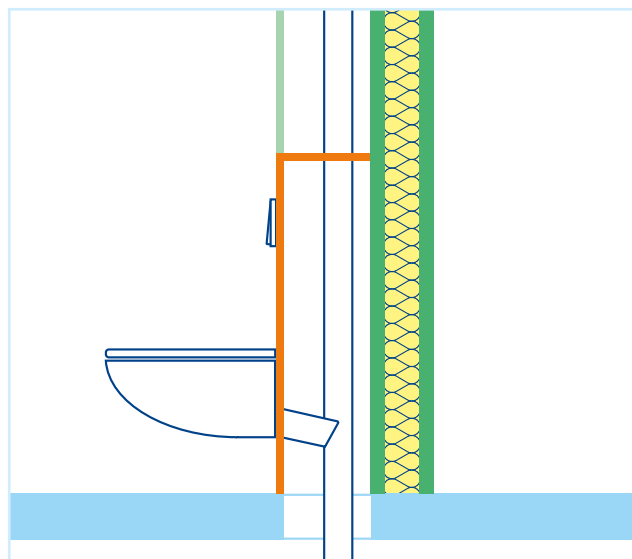


Rysunek 31: Ściana osłonowa z płyt gipsowo-kartonowych przed masywną ścianą montażu (źródło 8)

Ściana osłonowa z płyt gipsowo kartonowych przed ścianą gipsową

W technologii suchej zabudowy stosuje się ściany lekkie o znacznie mniejszej masie od ścian masywnych. Elementy montażowe mocowane są do profili konstrukcyjnych, a następnie całość przykrywana jest płytą gipsowo-kartonową.

Praktyka pokazuje, że wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej są najczęściej spełnione, gdy całą zabudowę ścian osłonowych, wraz z urządzeniami sanitarnymi, wykonuje ten sam instalator.



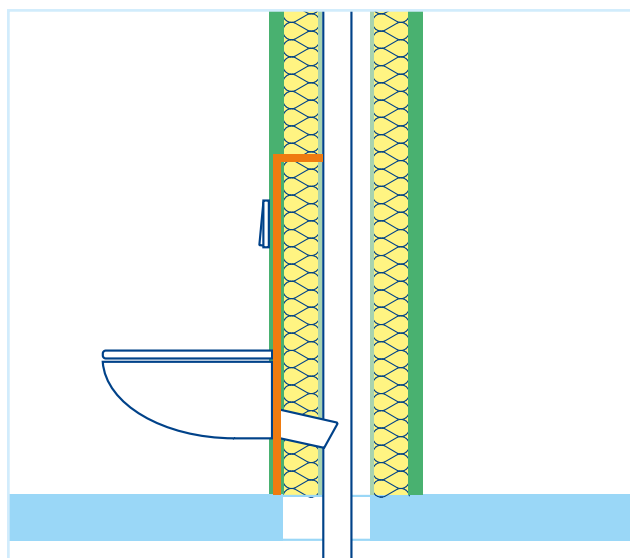
Rysunek 32: Ściana osłonowa z płyt gipsowo-kartonowych przed ścianą gipsową (źródło 8)

Ściana działowa

Ścianę działową można wykorzystać również przy projektowaniu instalacji sanitarnych. W ścianie działowej układa się niezbędne przewody, dlatego konieczne jest uwzględnienie przestrzeni montażowej w ścianie.



Informacje na temat "Czasu pogłosu i powierzchni pochłaniania dźwięku" patrz rozdział "Wprowadzenie" na str. 11.



Rysunek 33: Instalacja podtynkowa (źródło 8)



Wavin SoundCheck Obliczanie akustyki instalacji w projektowanych budynkach

Narzędzie Wavin SoundCheck symuluje akustykę projektowanej instalacji na podstawie indywidualnych parametrów. Wszystko można wykonać tylko w czterech jasno określonych krokach. Wyniki pokazują, czy plan pomieszczenia spełnia wymagania dotyczące poziomu hałasu i stanowią cenną wskazówkę przy wyborze materiału.

Wypróbuj narzędzie Wavin SoundCheck już teraz!



Wavin
SoundCheck



Pewne projektowanie - dzięki kompleksowej obsłudze firmy Wavin

- ⌚ Wavin dostarczy wszystkie dokumenty niezbędne do projektowania instalacji zasilania w wodę i kanalizacyjnej: teksty ofert, dane do oprogramowania wspierającego projektowanie, numery katalogowe oraz raporty z badań Fraunhofer IBP z oceną poszczególnych produktów i całego systemu wg normy DIN EN 14366 i 4109.
- ⌚ Dział projektowy firmy Wavin zapewnia doradztwo na etapie projektowania i dostarczy kompletny pakiet materiałów na temat izolacji akustycznej do firm wykonujących prace projektowo - montażowe.

Wskazówki praktyczne:

“Planowanie projektów budowlanych to kalkulacja z wieloma zmiennymi. Wiąże się ona z życzeniami klienta, pomysłami architekta, aspektami ekonomicznymi i wreszcie, co nie jest mniej ważne, z ochroną przeciwpożarową i izolacją akustyczną. Zebranie tego wszystkiego razem i konstruktywne przeanalizowanie jest ekscytującym wyzwaniem”.

Generalnie warto jak najwcześniej usiąść do stołu z wszystkimi zaangażowanymi osobami i od samego początku pomyśleć o izolacji akustycznej. Należy przy tym pamiętać o czymś więcej niż tylko o normie DIN 4109. Na przykład w budynkach hotelowych liczy się każdy centymetr w pomieszczeniach. Łazienka i sypialnia często sąsiadują ze sobą - a mimo to należy wyeliminować przeszkadzający hałas.

Kompetentne doradztwo w takich i innych aspektach jest jak najbardziej wskazane. Dobrym partnerem do kontaktu są tu producenci rur niskoszumowych.”

Roland S., projektant



Wskazówki praktyczne

- ① System kanalizacji mocować do ciężkich elementów budowlanych lub ścian osłonowych.
- ① Wsporniki muszą być odizolowane od konstrukcji budynku
- ① Unikać ostrych zmian kierunku przepływu, które mogą być przyczyną powstawania hałasu.
- ① W przypadku wykorzystania otworów do mocowania rury, ściana nośna musi mieć masę co najmniej 220 kg/m².
- ① Coś, o czym często się zapomina: Urządzenia sanitarne oraz przewody zasilające i odprowadzające muszą być również odizolowane akustycznie.



Współpraca

- ① W procesie projektowania należy współpracować zarówno z architektem, jak i instalatorem.
- ① Decyzje związane z architekturą, istotne z punktu widzenia izolacji akustycznej, można podjąć już na wczesnym etapie tzn. na etapie planowania rzutu kondygnacji, co przyniesie korzyści w późniejszym okresie realizacji projektu.
- ① Uwzględnij wymagania i potrzeby instalatorów na miejscu budowy. To oni montują rury wodociągowe i kanalizacyjne oraz wszystkie urządzenia sanitarne. Ważne informacje na ten temat można znaleźć w rozdziale dotyczącym montażu.



Uwaga!

Zwrócić uwagę na prędkość przepływu w odcinku przyłączeniowym do budynku. Nie może ona przekraczać 2 m/s. W odcinkach zasilających wewnątrz budynku może ona wynosić do 4 m/s.



Aspekty prawne

- ① Podczas projektowania i wykonywania izolacji akustycznej należy uwzględnić minimalne wymagania normy DIN 4109. Szczególną uwagę należy zwrócić na:
 - Rodzaj ścian instalacyjnych
 - Rozmieszczenie łazienek i pomieszczeń wymagających ochrony w budynku
 - R odzaj systemów rurowych do kanalizacji i wody pitnej
 - Mocowanie systemów rurowych
 - Elementy izolacji akustycznej
- ① Istnieją również przepisy, które wymagają wyższego poziomu izolacji akustycznej jeżeli budynek jest budowany w wyższym standardzie. Właściwy dobór i wykonanie systemu rurowego są w takim przypadku szczególnie ważne.

Montaž





Montaż optymalnej izolacji akustycznej

Ograniczenie hałasu w instalacjach wody pitnej i kanalizacyjnych do minimum.
Zadowoleni inwestorzy, zrelaksowani użytkownicy - i pomyślna realizacja kontraktu.

Właściwy wybór materiałów dla zapewnienia najlepszej izolacji akustycznej

Instalatorzy mogą podjąć decyzję, w przypadku gdy wykonanie materiałowemu rury nie zostało określone, i w ten sposób stworzyć warunki do wykonania dobrej izolacji akustycznej.



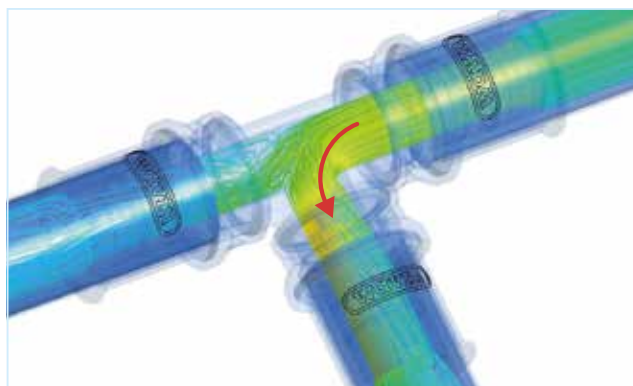
Tradycyjne systemy rurowe produkowane są z PP lub, na innych rynkach, z PVC-U. Systemy te charakteryzują się małą grubością ścianek i niską gęstością. Takie rury zapewniają jedynie minimalną ochronę przed dźwiękiem powietrznym i materiałowym.

Rury średniej klasy różnią się od standardowych rur już ze względu na skład materiałowy. Są one wykonane z PP wzmocnionego mineralnie. Dzięki temu grubość ścianek tych rur jest większa, a gęstość wyższa.

Systemy rurowe klasy premium lub o wysokich parametrach technicznych mają zwiększoną gęstość i grubość ścian. Dzięki temu posiadają one dużą masę na jednostkę powierzchni, co zapewnia najlepsze parametry tłumienia dźwięków powietrznych i materiałowych.

Dobór odpowiednich kształtek

Instalatorzy muszą starannie dobierać elementy instalacji wody pitnej. Nie wszystkie kształtki są zaprojektowane w ten sam sposób a ważne jest, aby uzyskać właściwy przepływ przy minimalnym oporze w miejscach, w których może powstać hałas.

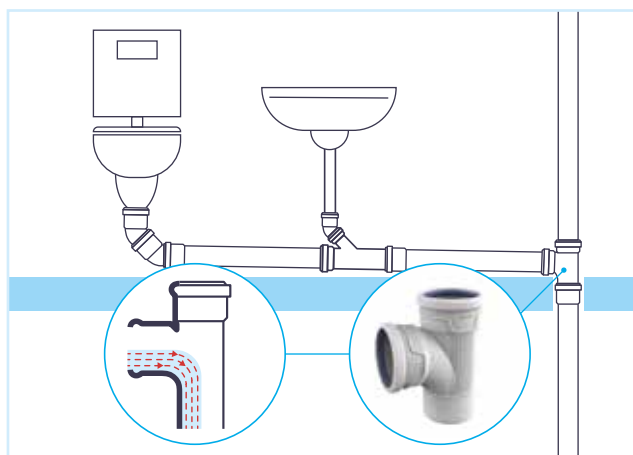


rysunek 34: Warunki przepływu w kolanie

Dobór odpowiednich kształtek produkowanych metodą formowania

Po wybraniu systemu rurowego należy zastanowić się nad wyborem kształtek. Odpowiednie kształtki również mogą zmniejszyć hałas generowany przez instalację.

Kształtki wyprofilowane charakteryzują się lepszymi parametrami hydraulicznymi i mogą być bardziej obciążone. Promień wewnętrzny zmniejsza również szumy przepływu i zapobiega wykrapanianiu.



Rysunek 35: Kształtki produkowane metodą formowania

Dlatego właśnie
usłyszysz pociąg, zanim
go zobaczysz.



18,000 km/h

to prędkość przenoszenia dźwięku w żelazie

Gdzieś w Midwest, USA

Kowboje w starych filmach westernowych lubią przytkać ucho do szyn, aby sprawdzić, czy nadjeżdża pociąg.

To rzeczywiście działa: Dźwięk jest przenoszony szybciej przez ciała stałe niż przez powietrze. W elementach wykonanych z żelaza dźwięk przemieszcza się z prędkością 5 000 m/s, podczas gdy w powietrzu (w temperaturze 20° C) osiąga prędkość 340 m/s. Dlatego też przy torach kolejowych można usłyszeć zbliżający się pociąg odpowiednio wcześniej, aby przygotować się - jak w westernie - do napadu.

Zastosowanie paneli izolacyjnych dźwięku materiałowego

Panele ściennie z izolacją akustyczną powinny być stosowane również w pomieszczeniach z instalacją wody pitnej. Izolatory akustyczne są zazwyczaj wykonane z gumy i przed montażem są dociskane do panelu ściennego. Ponieważ panel ścienny nie ma bezpośredniego kontaktu ze ścianą, przenoszenie dźwięków materiałowych jest skutecznie ograniczone do minimum. Wartości parametrów izolacji akustycznej można znaleźć w wytycznych technicznych dotyczących wody pitnej.



Rysunek 36: Zestawy izolacji akustycznej

Wybór odpowiednich uchwytów do rur

Aby spełnić wymagania dotyczące hałasu, systemy rurowe muszą być odpowiednio zamontowane do ściany.

Dobór właściwej obejmy do rur ma bardzo duże znaczenie. Wielu producentów obejm oferuje odpowiednio dopasowane rozwiązania, podobnie jak dostawcy całych systemów montażowych.

Ważna jest tutaj wkładka elastomerowa obejm rurowej. Powinna być ona również dopasowana do konkretnego zastosowanego systemu montażowego.



Rysunek 37: Różne typ obejm rurowych

Ryzyko to jest zmniejszone dzięki obejmom, które są przeznaczone do systemu rur.

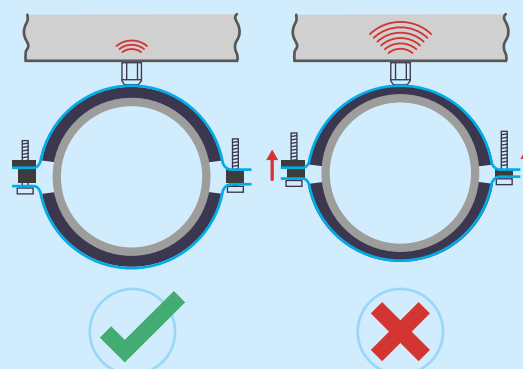


Film

Prawidłowy montaż obejm rurowych:



Wiele standardowych obejm rurowych dostępnych na rynku posiada zakres średnic zewnętrznych: np. 108 mm - 114 mm. Jeżeli obejmy podczas montażu zostaną całkowicie dokręcone lub nieprawidłowo dobrane do średnicy zewnętrznej rur, zwiększy się przenoszenie hałasu materiałowego. Z jednej strony, musi istnieć wystarczająca siła zacisku, aby bezpiecznie utrzymać systemy rurowe. Z drugiej strony, zbyt mocne zaciśnięcie obejm na rurze może spowodować pogorszenie warunków akustycznych.



Rysunek 38: Kompresja

Montaż elementów izolacji akustycznej

Zastosowanie izolacji akustycznej

W niektórych przypadkach może być konieczne zaizolowanie rur przed montażem np. aby zapobiec kondensacji lub aby uzyskać większe tłumienie przenoszenia dźwięku powietrznego i materiałowego w miejscach zagrożonych.

Dotyczy to miejsc, gdzie nie można uniknąć gwałtownych zmian kierunku prowadzenia rur kanalizacyjnych, lub miejsc połączenia rur spustowych z pionami kanalizacyjnymi, lub tam, gdzie wymagają tego lokalne przepisy. W budownictwie szkieletowym, w którym ściany mają mniejszą masę, rury kanalizacyjne są często całkowicie pokryte izolacją akustyczną. Wartości tłumienia dźwięku dla materiałów izolacyjnych są podane w kartach katalogowych producentów.



Rysunek 39: Rura kanalizacyjna w elastycznym przewodzie izolacyjnym



Przed montażem należy wszystkie elementy sprawdzić pod kątem uszkodzeń. Jeśli rury muszą być przycięte na długość, należy prawidłowo sfazować i usunąć zadziory z krawędzi cięcia. Pozwoli to również uniknąć powstawania ewentualnych hałasów w późniejszym czasie.

Montaż rur i obejm rurowych

Rury należy zawsze montować bez naprężeń. W przeciwnym razie wystąpi zbyt duże przenoszenie dźwięków materiałowych. Uchwyty lub obejmy do rur powinny być montowane prosto i pionowo. Odległości pomiędzy obejmami mogą być różne, ponieważ ściany nie zawsze są całkowicie równe, szczególnie w istniejących budynkach. Każdą obejmę rurową należy ustawić indywidualnie. Do przymocowania obejmy do ściany należy użyć odpowiednich kotew. Najlepsze warunki akustyczne zapewnią odpowiednio dobrane kołki montażowe z tworzywa sztucznego.

Sprawdzić obejmy rurowe po montażu: Jeśli widoczne jest jednostronne zaciśnięcie wkładki elastomerowej należy wykonać korektę mocowania.



Zapobiegać powstawaniu mostków akustycznych dźwięku materiałowego.



Rysunek 40: Prawidłowe ustawienie wsporników rurowych



Rysunek 41: Unikać kontaktu z profilami

Przejścia przez ściany i stropy

Przejścia przez ściany i stropy mogą być źródłem przenoszenia dźwięku i mogą prowadzić do zwiększenia poziomu hałasu w pomieszczeniach wymagających ochrony, dlatego należy zwrócić uwagę na ten obszar instalacji. Podczas montażu rur należy zastosować materiał termoizolacyjny w ścianie lub podłodze, aby uzyskać możliwie najlepszą izolację. Należy upewnić się, że podczas wypełniania szczeliny nie powstaną mostki akustyczne dźwięku materiałowego. W przypadku przejść przez ściany i stropy należy uwzględnić dodatkowe środki ochrony przeciwpożarowej w zależności od klasy budynku. Wymaga to zatwierdzenia projektu przez ITB.



Rysunek 42: Wykonanie przejścia rur kanalizacyjnych przez płytę stropową

Montaż płytek ceramicznych i urządzeń sanitarnych

Po wykonaniu instalacji rurowej, montuje się płytki ceramiczne i urządzenia sanitarne. Ważne jest, aby płytki nie miały kontaktu z systemem rur, co zapewni korzystne warunki akustyczne. Podczas montażu urządzeń sanitarnych należy wykorzystać odpowiednie elementy izolacyjne. Należy zwrócić uwagę, aby elementy izolacyjne były prawidłowo dopasowane i zamocowane.



Rysunek 43: Przygotowanie do montażu ceramiki

Certyfikaty izolacji akustycznej

Po zakończeniu montażu należy jeszcze przedłożyć certyfikaty izolacji akustycznej. Można je uzyskać od odpowiednich producentów.



Rysunek 44: Raport z badań Fraunhofer IBP



200 kHz

Dolny próg słyszalności człowieka to 16 Hz do 18 kHz.

Ssak posiadający najlepszy słuch.

Słyszeć zamiast widzieć

Nietoperze są ssakami, które mają najlepszy słuch, ponieważ są zwierzętami nocnymi i słabo widzą w ciemności.

W odróżnieniu do ludzi emitują sygnały ultradźwiękowe, które odbite od przeszkód wracają jako echo, informując o świecie zewnętrznym. Na bieżąco oceniają, jak daleko znajduje się obiekt lub żywa istota, jak szybko porusza się i w jakim kierunku.

Wymagania dotyczące izolacji akustycznej podczas montażu



Poniższe wymagania dotyczące izolacji akustycznej muszą być przestrzegane podczas montażu.

W zakresie projektowania i weryfikacji izolacji akustycznej obowiązują następujące normy:

- ⦿ Wymagania prawa budowlanego
DIN 4109 część 1-2
- ⦿ Wymagania prawa cywilnego
DIN 4109-5
VDI 4100
Dyrektywa DEGA 103

Norma DIN 4109 określa minimalne standardy dla izolacji akustycznej. Mają one zapewnić użytkownikowi ochronę przed niedopuszczalnymi obciążeniami i czynnikami szkodliwymi dla zdrowia, do których należy również zjawisko przenoszenie dźwięku.



Uwaga: Pojawiły się już przepisy, które wymagają zwiększenia wymogów cywilnych dotyczących wykonania określonego wyposażenia mieszkania. Należy zwrócić uwagę na dobór zastosowanych materiałów.

Minimalna izolacja akustyczna

Zgodnie z normą DIN 4109-1 minimalna izolacja akustyczna od hałasu pochodzącego z instalacji technicznych budynku i prac eksploatacyjnych związanych z konstrukcją budynku dotyczy:

- ⦿ instalacji zasilania i odprowadzania
- ⦿ systemów transportowych
- ⦿ zamontowanych na stałe urządzeń eksploatacyjnych.

Za instalacje techniczne budynku uważa się również:

- ⦿ Pralnie publiczne
- ⦿ Baseny, sauny itp
- ⦿ Pomieszczenia sportowe
- ⦿ Systemy centralnego odkurzania
- ⦿ Garaże
- ⦿ Stacjonarne żaluzje i rolety zewnętrzne z napędem.

Dźwięki użytkowe, takie jak odkładanie kubka ze szczoteczką do zębów, głośne zamykanie pokrywy toalety, ślizganie się w wannie, lub odgłosy wydawane przez przenośne maszyny i urządzenia (np. odkurzacze, pralki, zmywarki i sprzęt sportowy) we własnej przestrzeni mieszkalnej nie podlegają wymienionym wymogom.

Minimalne wymagania mogą zostać zwiększone na podstawie umów cywilnych. Zwiększone wymagania dotyczące izolacji akustycznej można uzgodnić np. w DIN 4109-5 i VDI 4100.

Wymagania dotyczące izolacji akustycznej dla urządzeń technicznych budynku zgodnie z DIN 4109-1

 ŹRÓDŁO HAŁASU	RODZAJ POMIESZCZENIA WYMAGAJĄCEGO OCHRONY		
	 Pokoje dzienne i sypialnie	 Pomieszczenia do nauki i pracy	
	Maks. dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego dB(A)		
Instalacje wodne (instalacje wodociągowe i kanalizacyjne łącznie) ^{1) 2) 3)}	$L_{AF, max, n} \leq 30$	$L_{AF, max, n} \leq 35$	
Pozostałe trwale zamontowane w obiekcie techniczne źródła dźwięku, systemów zasilania i utylizacji oraz systemy garażowe	$L_{AF, max, n} \leq 30$ ³⁾	$L_{AF, max, n} \leq 35$ ³⁾	
Restauracje, w tym kuchnie, punkty sprzedaży, instytucje itp.	 dzień 6.00 do 22.00	$L_r \leq 35$ $L_{AF, max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF, max} \leq 45$
	 w nocy zgodnie z hałasem TA	$L_r \leq 25$ $L_{AF, max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF, max} \leq 45$

- ¹⁾ Nie należy uwzględniać pojedynczych, krótkotrwałych wzrostów hałasu, które występują przy obsłudze armatury i urządzeń (otwieranie, zamykanie, przełączanie, zakłócanie itp.).
- ²⁾ Wymagania dotyczące spełnienia dopuszczalnego poziomu ciśnienia akustycznego:
- Dokumentacja projektowa musi uwzględniać wymagania dotyczące izolacji akustycznej, tzn. dla części budynku muszą być dostępne wymagane certyfikaty izolacji akustycznej;
 - Ponadto należy wymienić odpowiedzialne osoby zarządzające budową i wezwać je do odbioru częściowego przed zakończeniem montażu instalacji lub zabudową płytami.
- ³⁾ W odstępstwie od normy DIN EN ISO 10052 (2010-10), 6.3.3, pominięto pomiar w najgłośniejszym miejscu pomieszczenia (patrz również DIN 4109-4).

Tabela 2: Wartości dopuszczalnych poziomów ciśnienia akustycznego w pomieszczeniach wymagających ochrony przed hałasem pochodzącym od instalacji technicznych budynku i prac eksploatacyjnych związanych z konstrukcją budynku zgodnie z DIN 4109-1 (źródło nr 1)

Wymagania dotyczące izolacji akustycznej dla urządzeń technicznych budynku zgodnie z DIN 4109-5:

 ŹRÓDŁO HAŁASU	RODZAJ POMIESZCZENIA WYMAGAJĄCEGO OCHRONY	
	 Pokoje dzienne i sypialnie w blokach	 Pokoje dzienne i sypialnie w domach jednorodzinnych w zabudowie szeregowej i bliźniaczej
	Maks. dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego w dB(A)	
Instalacje wodne (instalacje wodociągowe i kanalizacyjne łącznie) ^{1) 2) 3)}	$L_{AF, max, n} \leq 27$ ^{1) 2) 3)}	$L_{AF, max, n} \leq 25$ ^{1) 2) 3)}
Pozostałe trwale zamontowane w obiekcie techniczne źródła dźwięku, systemów zasilania i utylizacji oraz systemy garażowe	$L_{AF, max, n} \leq 27$ ³⁾	$L_{AF, max, n} \leq 25$ ³⁾

- ¹⁾ Nie należy uwzględniać pojedynczych, krótkotrwałych wzrostów hałasu, które występują przy obsłudze armatury i urządzeń (otwieranie, zamykanie, przełączanie, zakłócanie itp.).
- ²⁾ Wymagania dotyczące spełnienia dopuszczalnego poziomu ciśnienia akustycznego:
- Dokumentacja projektowa musi uwzględniać wymagania dotyczące izolacji akustycznej, tzn. dla części budynku muszą być dostępne wymagane certyfikaty izolacji akustycznej;
 - Ponadto należy wymienić odpowiedzialne osoby zarządzające budową i wezwać je do odbioru częściowego przed zakończeniem montażu instalacji lub zabudową płytami.
- ³⁾ W odstępstwie od normy DIN EN ISO 10052 (2010-10), 6.3.3, pominięto pomiar w najgłośniejszym miejscu pomieszczenia (patrz również DIN 4109-4).

Tabela 3: Wartości dopuszczalnych poziomów ciśnienia akustycznego w pomieszczeniach wymagających ochrony przed hałasem pochodzącym od instalacji technicznych budynku i prac eksploatacyjnych związanych z konstrukcją budynku zgodnie z DIN 4109-5 (źródło nr 2)


Wymagania dotyczące izolacji akustycznej dla urządzeń technicznych budynku zgodnie z VDI 4100

 RODZAJ EMISJI HAŁASU	ODBIÓR EMISJI Z SĄSIEDNIEGO MIESZKANIA ¹⁾		
	SSt I	SSt II	SSt III
Głośnia rozmowa	zrozumiała	przeważnie zrozumiała	przeważnie niezrozumiała
Normalna rozmowa	przeważnie niezrozumiała	niezrozumiała	nieszłyzalna
Odgłosy kroków	przeważnie przeszkadzające	przeważnie jest już przeszkadzające	nieprzeszkadzające
Hałas pochodzący z urządzeń technicznych budynku	Należy generalnie zapobiegać występowaniu uciążliwych hałasów	rzadko uciążliwe	nie lub bardzo rzadko uciążliwe

¹⁾ Założenie: wieczorny poziom t_a hałasu wynoszący 20 dB(A) i zwykle duże pomieszczenia rekreacyjne.

Tabela 4: Odbiór emisji typowych hałasów z sąsiednich mieszkań i przyporządkowanie do trzech klas izolacji akustycznej (SSt) od I do III wg VDI 4100 (źródło nr 3)

Izolacja akustyczna dla instalacji technicznych budynku


 HAŁAS	SSt I	SSt II	SSt III
	Maks. dopuszczalny poziom ciśnienia akustycznego		

 **Mieszkania w bloku**

Instalacje wodne (instalacje wodociągowe i kanalizacyjne łącznie)	$L_{AF, max, nT}$ nt w dB	<= 30	<=27	<=24
-------------------------------------------------------------------	---------------------------------	-------	------	------

 **Domy w zabudowie szeregowej lub bliźniaczej**

Instalacje wodne (instalacje wodociągowe i kanalizacyjne łącznie)	$L_{AF, max, nT}$ nt w dB	<= 30	<=25	<=22
-------------------------------------------------------------------	---------------------------------	-------	------	------

 **Teren prywatny**
(dom lub mieszkanie użytkowane przez właściciela)

		SST EB 1	SST EB 2
Instalacje wodne (instalacje wodociągowe i kanalizacyjne łącznie)	$L_{AF, max, nT}$ nt w dB	35	30

Tabela 5: Wartości dopuszczalnych poziomów ciśnienia akustycznego w pomieszczeniach wymagających ochrony przed hałasem pochodzącym od instalacji technicznych budynku i prac eksploatacyjnych związanych z konstrukcją budynku zgodnie z VDI 4100 (Źródło nr 3)

Poziomy SST1 - SST3 są stosowane zgodnie z poniższą tabelą i zależą również od wyposażenia budynków

POZIOM IZOLACJI DŹWIĘKU	OCZEKIWANIA
I	... dla (nowo wybudowanego) mieszkania, gdzie wykonanie i wyposażenie posiada wyższy standard w porównaniu z najprostszym wykonaniem i wyposażeniem.
II	... dla mieszkania, które spełnia średnie wymagania dotyczące komfortu także w zakresie jego konstrukcji i wyposażenia.
III	... dla mieszkania, które spełnia również specjalne wymagania dotyczące komfortu w zakresie jego innej konstrukcji i wyposażenia, a także lokalizacji.
EB I	... dla określonego poziomu izolacji akustycznej również na terenie prywatnym.
EB II	... dla zwiększonego poziomu izolacji akustycznej również na terenie prywatnym

Tabela 6: Przepisane poziomy izolacji akustycznej od I do III dla mieszkań o różnych wymaganiach dotyczących komfortu zgodnie z VDI 4100 (Źródło nr 3)

Zalecenia DEGA 103

Izolację akustyczną w jednostkach mieszkalnych klasyfikuje się na podstawie klas izolacji akustycznej od A* do F lub EW 1 do EW 3 dla własnej powierzchni mieszkalnej. Dla urządzeń technicznych budynku można przyjąć następujące klasy ochrony:

KLASA IZOLACJI AKUSTYCZNEJ	OPIS
Klasa A*	Jednostka mieszkaniowa z bardzo dobrą izolacją akustyczną, co pozwala na niezakłócony komfort życia niemal bez względu na sąsiadów.
Klasa A	Jednostka mieszkaniowa z bardzo dobrą izolacją akustyczną, która pozwala na niezakłócony komfort życia prawie bez zbyt dużego zwracania uwagi na sąsiadów.
Klasa B	Jednostka mieszkaniowa z dobrą izolacją akustyczną, która przy wzajemnym uwzględnieniu sąsiadów pozwala na niezakłócony komfort życia z dużym stopniem prywatności.
Klasa C	Jednostka mieszkaniowa z odczuwalnie lepszą izolacją akustyczną niż klasa D, w której mieszkańcy na ogół znajdują spokój i ciszę, a prywatność jest zachowana dzięki zwyczajnemu, rozważnemu zachowaniu w domu.
Klasa D	Jednostka mieszkaniowa z izolacją akustyczną, która zasadniczo spełnia wymagania normy DIN 4109-1 dla budynków wielopiętrowych z mieszkaniami i pomieszczeniami roboczymi i tym samym chroni osoby przebywające w pomieszczeniach wspólnych przed szkodliwymi warunkami związanymi z przenoszeniem dźwięków z innych pomieszczeń mieszkalnych i z zewnątrz ze względu na ochronę zdrowia. Nie należy oczekiwać, że hałasy z innych jednostek mieszkalnych lub z zewnątrz nie będą już odczuwalne. Wymaga to wspólnego działania, polegającego na eliminacji niepotrzebnych hałasów. Wymagania zakładają, że w sąsiednich pomieszczeniach nie będą powstawały wyjątkowo uciążliwe hałasy.
Klasa E	Jednostka mieszkaniowa z izolacją akustyczną, która nie spełnia wymogów normy DIN 4109-1. Możliwe odczuwanie dyskomfortu w związku z przenoszeniem dźwięków z innych pomieszczeń mieszkalnych i z zewnątrz; należy na to zwrócić szczególną uwagę. Brak możliwości zapewnienia prywatności.
Klasa F	Jednostka mieszkaniowa ze słabą izolacją akustyczną, znacznie poniżej wymagań normy DIN 4109-1. Należy oczekiwać dyskomfortu związanego z przenoszeniem dźwięków z pomieszczeń mieszkalnych innych osób oraz z zewnątrz; brak możliwości zapewnienia prywatności.

Tabela 7: Przyporządkowanie poziomów izolacji akustycznej od A* do F dla normalnego użytkownika w budynkach mieszkalnych zgodnie z zaleceniami DEGA 103 (źródło nr 4 i 5)

HAŁAS	KLASA IZOLACJI AKUSTYCZNEJ	F	E	D	C	B	A	A*
		Hałas pochodzący z instalacji wodnych i prac budowlanych, ^{1) 2)} odgłosy użytkownika miski ustępowej	$L_{AF, max,T}$ w dB(A)	> 35	≤ 35	≤ 30	≤ 27	≤ 24

¹⁾ Jeśli nie występują składowe hałasu o niskiej częstotliwości (tzn. jeśli różnica między sumą poziomów C-ważonego i A-ważonego zgodnie z DIN 45 680 jest mniejsza niż 20 dB), w certyfikacie izolacji akustycznej przyznawane są punkty dodatkowe. Wymagania te dotyczą również instalacji grzewczych i wentylacji w ich własnym zakresie.

²⁾ W przypadku weryfikacji metrologicznej, $L_{AF, max,T}$ może również być stosowany jako alternatywa do oceny.



Tabela 8: Wymagania dotyczące hałasu powodowanego przez instalacje wodne, urządzenia techniczne w budynkach zgodnie z zaleceniami DEGA 103

KLASA IZOLACJI AKUSTYCZNEJ						
F	E	D	C	B	A	A*
brak specjalnych warunków	Informacje dotyczące projektowania zgodnie z DIN 4109	wg E i dokładna izolacja od dźwięków materiałowych wszystkich elementów budynku	wg D i wszystkie ściany osłonowe montażu wykonane w zabudowie suchej	wymagana konstrukcja podwójna	wymagana konstrukcja podwójna ze zwiększoną izolacją akustyczną	wg A

Tabela 9: Wskazówki dotyczące uwzględnienia przewidywanych grup hałasów użytkowych i izolacji dźwięków materiałowych w zależności od poszczególnych klas zgodnie z zaleceniami DEGA 103

Wymagania międzynarodowe

Wymagania międzynarodowe dotyczą także pomieszczeń wymagających ochrony, takich jak sypialnie, ale także pokoje dzienne. Poniższa tabela przedstawia wymagania, które muszą być spełnione przez urządzenia techniczne budynku.

WYMAGANE WARTOŚCI GRANICZNE DLA INSTALACJI W BUDYNKU				
 Sypialnia	 Pokój dzienny			
dB(A)	dB(A)	Opis wartości	Dyrektywa	
Włochy	35	35	L_{ASmax}	Reference standard is DPCM 05/12/1997 "Determination of requirements for passive acoustics of buildings"
Dania	20-35*	20-35*	L_{pALF}	Building Code 2018 and DS 490 "Sound classification of dwellings"
Norwegia	20-35*	20-35*	$L_{p, A, T}$	Technical building regulations (TEK 17) and NS 8175: 2012 Sound conditions in buildings – Sound classes for different types of buildings
Szwecja	27-35*	27-35*	$L_{pAF, max, nT}$	a. Building regulations BBR, SS 25267: 2015 (apartments) and SS 25268 (schools/hotels)
Finlandia	29-35*	29-35*	$L_{AF, max, T}$	Standard SFS 5907 ("Acoustic classification of buildings")
Wielka Brytania	30	30	$L_{a, max}$	(2010) in Approved Document E "Resistance to the passage of sound"
Irlandia	30	30	$L_{a, max}$	(2010) approved document E "Resistance to the passage of sound"
Czechy	30	30	$L_{a, max}$	ČSN 73 0532:2020
Niderlandy	30	30	$L_{l, A, k}$	Installation noises specified in NEN5077
Indonezja	55	55	L_{eq}	Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996
Kraje bałtyckie	35	35	L_{AeqT}	DIN 4109
Polska	25	25	$L_{AFmax, nT}$	PN-B-02151-2

* W zależności od budynku TYP klasa A-D

Tabela 10: Międzynarodowe wymagania dotyczące budynków

L.p.	Rodzaj budynku	Rodzaj pomieszczenia chronionego	Najwyższy dopuszczalny poziom dźwięku A, dB	
			$L_{Aeq,n}$	$L_{AFmax,nT}$
1a	Budynki wielorodzinne i jednorodzinne	Pokoje i pokoje połączone z kuchnią	25 ^{a,b}	30 ^b
1b		Wydzielone kuchnie i pomieszczenia sanitarne	35	-
2a	Hotele	Pokoje hotelowe	25	30
3a	Budynki zakwaterowania turystycznego (hotele turystyczne, pensjonaty, domy wypoczynkowe)	Pokoje hotelowe	30	35
3b		Ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne, pomieszczenia kuchenne	40	-
4a	Budynki zamieszkania zbiorowego (domy studenckie, internaty i bursy szkolne, hotele robotnicze, domy dziecka, domy opieki społecznej)	Pokoje mieszkalne	25	30
4b		Pokoje dla personelu	30	-
		Ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne, pomieszczenia kuchenne	40	-
5a	Żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego	Sale dla dzieci	30	-
6a	Szkoły podstawowe i ponadpodstawowe	Sale lekcyjne	35	-
6b		Pokoje nauczycielskie	35	-
6c		Pomieszczenia do zajęć edukacyjnych takich, jak: wychowanie fizyczne, zajęcia muzyczne, pracownie techniczne	40	-
7a	Budynki szkół wyższych i placówek badawczych	Sale wykładowe, audytoria, sale konferencyjne	35	-
7b		Pracownie laboratoryjne bez urządzeń będących źródłem zakłóceń akustycznych	40	-
7c		Biblioteka, czytelnia	30	-
7d		Pokoje pracowników naukowych i dydaktycznych	30	-
8a	Budynki szpitalne i zakładów opieki medycznej	Sale łóżkowe, pokoje pensjonariuszy w sanatorium	25	30
8b		Pomieszczenia operacyjne	35	-
8c		Pomieszczenia IOM	30	-
8d		Gabinety lekarskie, gabinety zabiegowe, sala do zajęć rehabilitacji ruchowych	35	-
8e		Pomieszczenia pielęgniarek	35	-
8f		Ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne i kuchenne	40	-
9a	Budynki sądów i prokuratury	Sale rozpraw, sale przesłuchań	35	-
9b		Sala narad sędziowskich	30	-
10a	Wszystkie rodzaje budynków	Pokoje biurowe wykorzystywane przez odrębnych użytkowników	35	-
10b		Biura wieloprzestrzenne, pokoje biurowe typu open space	40 ^c	-
10c		Pokoje do prowadzenia rozmów poufnych (w tym gabinety dyrektorskie)	30	-
10d		Sale kinowe i teatralne	indywidualnie	
10e		Muzea	35	-
10f		Sklepy	50	-
10g		Domy handlowe, supermarkety	50	-
10h		Recepcja, hole w hotelach i sanatoriach	40	-
10i		Kawiarnie i sale restauracyjne	40	-
10j		Korytarze w szkołach	45	-
10k		Sale ćwiczeń w obiektach sportowych	50	-
10m		Baseny	50	-

a. Jeżeli występuje hałas tonalny i/lub niskoczęstotliwościowy i/lub impulsowy, wartości najwyższego dopuszczalnego poziomu dźwięku A zmniejsza się o 5 dB.

b. W przypadku pokoi dziennych połączonych z kuchnią, w odniesieniu do hałasu występującego tylko w porze dziennej (6:00 - 22:00), dopuszcza się poziom większy o 5 dB.

c. Dopuszcza się stosowanie dodatkowych dźwięków o indywidualnie dopasowanej wartości poziomu hałasu do maskowania transmisji dźwięków mowy w biurze wieloprzestrzennym, z jednoczesnym zachowaniem wartości dopuszczalnych w pomieszczeniu przy wyłączonym hałasie maskującym.

Tabela 11: Dopuszczalny poziom dźwięku A

Wskazówki praktyczne:

“Chcę pracować na budowie jak najszybciej i jak najsprawniej. Oczywiście bez żadnych usterek, abym później nie musiał ich naprawiać. Dobre wykonanie zlecenia jest więc dla mnie niezbędne. W przypadku izolacji akustycznej wolę mieć wszystko na miejscu od zaufanego producenta sprawdzonych systemów niskoszumowych. Należy się dobrze zastanowić, czy sięgać po jakies rozwiązania typu “zrób to sam”, czy raczej korzystać ze sprawdzonych, dobrych materiałów. Wskazane jest szczegółowe skonsultowanie się z projektantem projektu budowlanego. Dzięki temu będą Państwo dokładnie poinformowani o specjalnych wymaganiach.”

Ważne jest również, aby po zakończeniu montażu dostarczyć certyfikaty izolacji akustycznej. Dobrze jest mieć kogoś, kto może w tym pomóc lub wykonać wszystkie czynności z tym związane.”

Simon B., instalator



Wskazówki praktyczne

- ① Wybrać kształtki, które zapewniają optymalny przepływ.
- ① Do instalacji kanalizacyjnych stosować profilowane kształtki produkowane metodą formowania.
- ① Stosować panele ściennie z izolacją dźwięków materiałowych.
- ① Stosować dedykowane obejmy do systemu rurowego.
- ① Stosować izolację akustyczną nad rurami w miejscach stwarzających duże ryzyko powstawania hałasu oraz tam, gdzie wymagają tego lokalne przepisy.



Współpraca

- ① Jako instalator jesteś ostatnią osobą w łańcuchu, który zaczyna się od projektowania budynku i instalacji. W przypadku pytań dotyczących specyfikacji technicznej i wykonania izolacji akustycznej, należy skonsultować się z biurem projektowym.
- ① Zastosowanie właściwego systemu rur wraz z odpowiednimi elementami systemu jest decydującym czynnikiem zapewniającym optymalną izolację akustyczną. Należy przy tym przestrzegać zaleceń biura projektowego lub zasięgnąć porady u producenta.



Uwaga!

Po zamontowaniu obejm rurowych należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu: Jeśli wkładka elastomerowa będzie jednostronnie ściśnięta, należy ją ponownie wyregulować.



Aspekty prawne

- Wymagania przepisów budowlanych dotyczące instalacji
- ① DIN 4109 część 1-2
- Wymagania cywilno-prawne dotyczące instalacji
- ① DIN 4109-5
 - ① VDI 4100
 - ① Zalecenia DEGA 103

Badania izolacji akustycznej



Ocena akustyczna instalacji sanitarnych

Ponieważ ocena akustyki instalacji sanitarnych jest procesem złożonym, istnieje kilka metod badania. Testy zgodne z normą DIN EN 14366 umożliwiają dobre porównanie produktów.

Badania wg DIN 4109 uwzględniają wpływ różnych elementów instalacji np. spłuczki, ściany osłonowej, zastosowanych materiałów.

Badania wg DIN EN 14366

Dla projektantów i instalatorów ważne jest określenie wyboru materiałów przed montażem. Można to zrobić na kilka sposobów.

Norma DIN EN 14366 opisuje stanowisko badawcze do badania materiału systemów kanalizacyjnych (dobrze nadaje się również do rozwoju). Jeżeli do badania zostaną wybrane te same parametry brzegowe, otrzymane wyniki można ze sobą porównać. Nie odzwierciedla to jednak rzeczywistych warunków eksploatacji np. uruchomienia procesu płukania i wpływu typowych elementów systemu ścian osłonowych.

Parametry brzegowe obejmują.

- ⊙ Ten sam typ obejmy rurowej i materiał wkładki elastomerowej
- ⊙ Identyczne położenia obejm stałych i przesuwnych
- ⊙ Rury o takich samych średnicach

Stały przepływ wody podczas badań równy 0.5 l/s, 1 l/s, 2 l/s, i 4 l/s

Wyniki podane są jako:

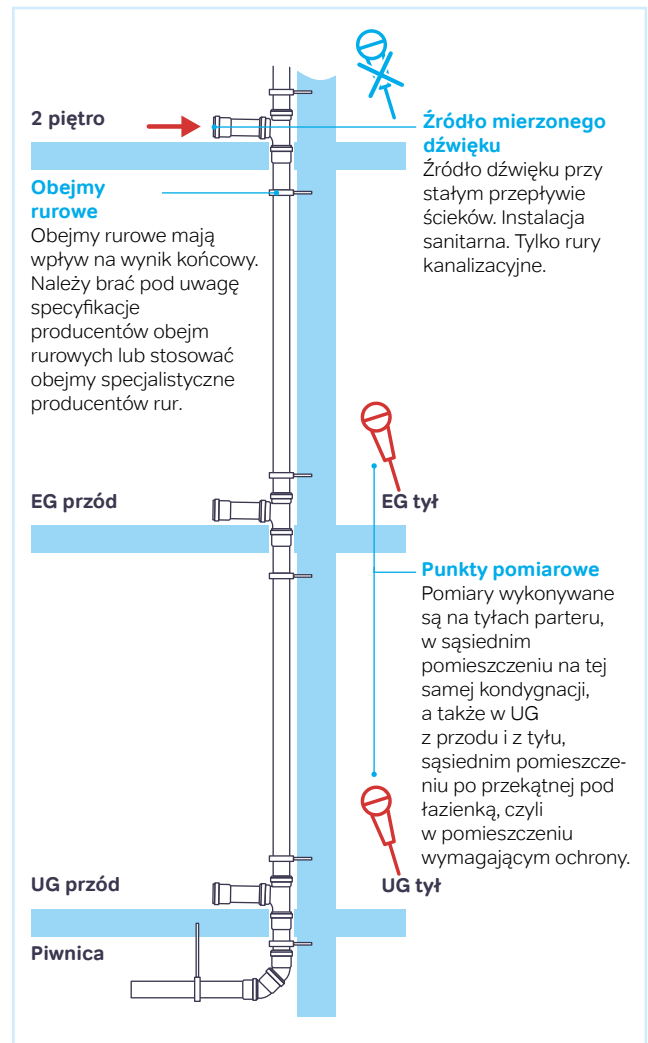
- ⊙ Poziom ciśnienia akustycznego dźwięku powietrznego $L_{a,A}$ w dB(A) zgodnie z DIN EN 14366
- ⊙ Charakterystyczny poziom dźwięku materiałowego $L_{SC,A}$ w dB(A) zgodnie z DIN EN 14366

Charakterystyczny poziom dźwięku materiałowego jest mocno zależny od parametrów brzegowych. W przypadku gdy wartość jednego parametru brzegowego nie jest taka sama u różnych producentów, porównanie wyników jest niewystarczające. Poziom ciśnienia akustycznego w powietrzu $L_{a,A}$ dobrze charakteryzuje wpływ wybranego materiału rury. Pomieszczenie pomiarowe jest tu jednocześnie przestrzenią montażową.

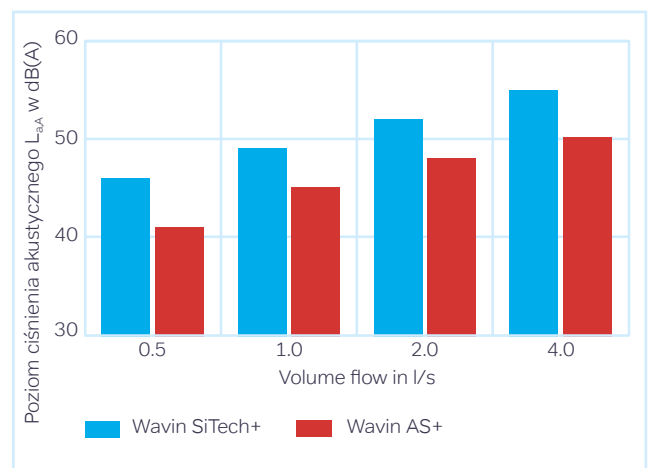
Na przykładzie porównania systemu rur niskoszumowych Wavin SiTech+ z systemem rur niskoszumowych Wavin AS+ pokazano różnice w poziomie ciśnienia akustycznego powietrza:

System rur	Evaluation	Przepływ l/s				Raport badań-Fraunhofer IBP
		0.5	1.0	2.0	4.0	
Wavin SiTech+	Poziom ciśnienia akustycznego dźwięku powietrznego $L_{a,A}$ w dB(A) zgodnie z DIN EN 14366	46	49	52	55	P-BA 25-1/2016
Wavin AS+	Poziom ciśnienia akustycznego dźwięku powietrznego $L_{a,A}$ w dB(A) zgodnie z DIN EN 14366	41	45	48	50	P-BA 64/2019

Tabela 12: Wpływ jakości rur na poziom ciśnienia akustycznego



Rysunek 45: Układ pomiarowy wg DIN EN 14366



Rysunek 46: Wpływ jakości rur na poziom ciśnienia akustycznego

Badania wg DIN 4109

Wykonanie badań systemu składającego się z różnych komponentów wymaga bardziej złożonego układu pomiarowego. Aby uzyskać wymagane wartości izolacji akustycznej zgodnie z normą **DIN 4109**, stworzono instalację pomiarową odpowiadającą praktycznemu zastosowaniu.

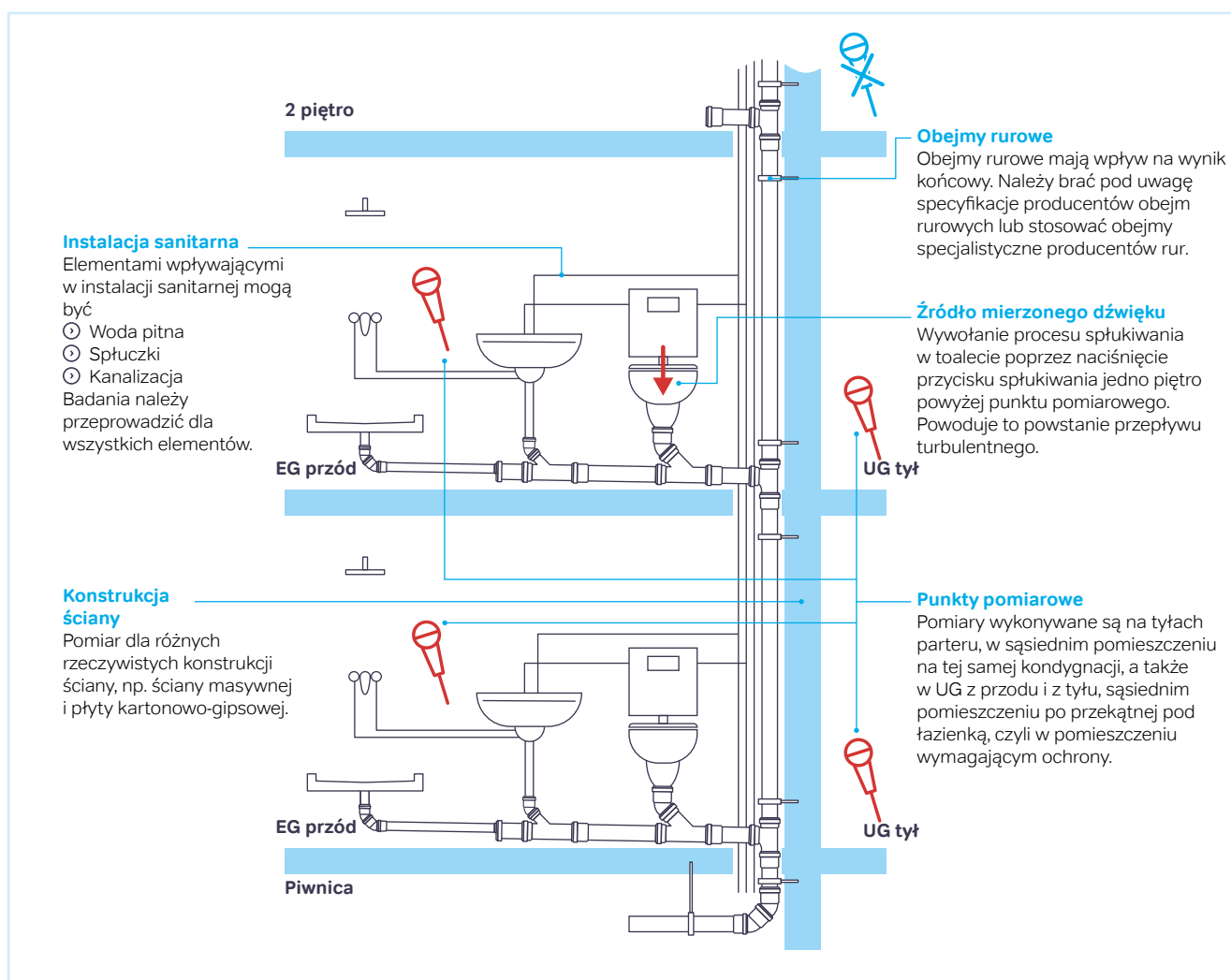
Badania różnych konfiguracji

- ⌚ Ściana osłonowa przed ścianą instalacyjną, masywna
- ⌚ Ściana osłonowa przed ścianą instalacyjną, zabudowa sucha

Uwzględnienie wpływu różnych elementów, takich jak spłuczka (spust i ponowne napełnianie), ściana osłonowa, instalacje kanalizacyjna i wody pitnej.

Każdy z tych elementów ma wpływ na całkowity poziom dźwięku w instalacji

$L_{AF, max,n}$



Rysunek 47: Układ pomiarowy w warunkach rzeczywistych

Wszystkie elementy muszą być dokładnie zaprojektowane i zamontowane, aby możliwe było uzyskanie wymaganych wartości. Zalecamy zapoznać się z zaleceniami zawartymi w rozdziale poświęconym projektowaniu i montażowi.

Badania wg DIN 4109

Badania są wykonywane w pomieszczeniu pomiarowym dla dużej i małej objętości splukiwania. Splukiwanie jest uruchamiane bezpośrednio z toalety na parterze z przodu. Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego jest mierzony na początku oraz podczas splukiwania i napełniania.

Należy to uwzględnić, w celu uzyskania wartości granicznych zgodnych z normą DIN 4109 lub niższych, lub w celu spełnienia podwyższonych wymagań normy DIN 4109-5:

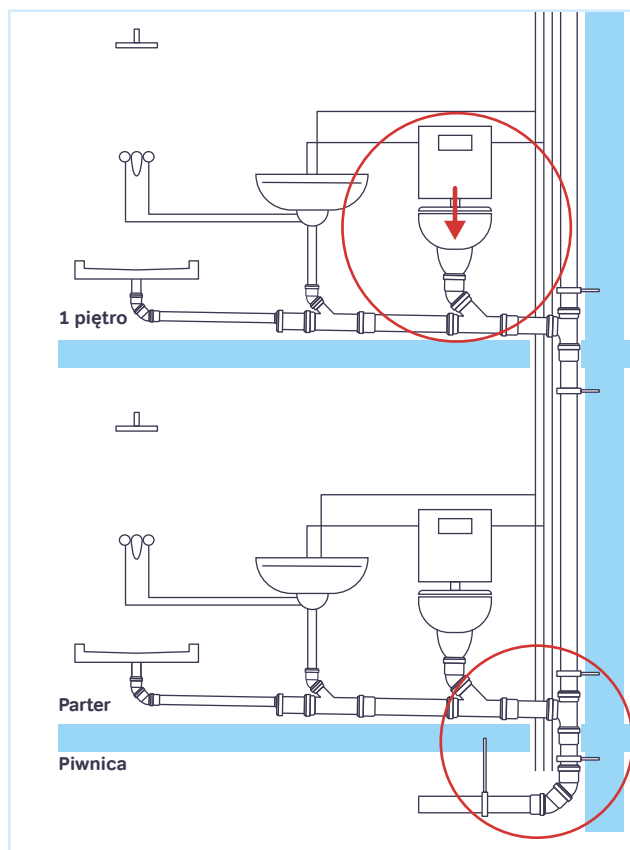
- 1 Wysokiej jakości spluczki
- 2 System ścian osłonowych odizolowanych od ściany masywnej
- 3 Wysokiej jakości obejmy do mocowania rur do systemu ścian osłonowych
- 4 Prawidłowy montaż wszystkich elementów
- 5 Wybór właściwego systemu rur kanalizacyjnych dla planowanego zastosowania



Ważne: Badanie różnych elementów pokazało, które z nich mają największy wpływ na wynik:

- 1 Wybór systemu rur kanalizacyjnych
- 2 Zastosowany system ścian osłonowych
- 3 Spluczka

Największy hałas powstaje w wyniku uruchomienia procesu splukiwania lub przez uderzenia w dolnej części rury pionu kanalizacyjnego.



Rysunek 48: Główne źródła hałasu wg DIN 4109

Większa odporność na uszkodzenia systemów rur o większej masie.

Ponieważ istnieje ryzyko popełnienia błędów podczas montażu instalacji kanalizacyjnej, zalecamy zastosowanie rur o większej masie. Większy ciężar rury może skompensować niewielkie błędy powstałe podczas montażu.



Rysunek49: Raport z badań Instytutu Fraunhofer IBP

Większe bezpieczeństwo dzięki odpowiedniemu materiałowi rur

Firma Wavin zaleca systemy rur niskoszumowych Wavin AS+ lub Wavin SiTech+, w zależności od zastosowania, aby spełnić wymagania odpowiednich norm.

Zakres zastosowań systemu Wavin AS+

- ⊕ Domy jednorodzinne o wysokim standardzie, konstrukcja szkieletowa
- ⊕ Domy bliźniacze o wysokim standardzie, konstrukcja szkieletowa
- ⊕ Bloki mieszkalne
- ⊕ Domy w zabudowie szeregowej
- ⊕ Wieżowce
- ⊕ Budynki specjalne, takie jak hotele lub szpitale

Zakres zastosowań systemu SiTech+

- ⊕ Domy jednorodzinne o konstrukcji murowanej
- ⊕ Domy bliźniacze o konstrukcji murowanej



Systemy połączone

Połączenie Wavin AS+ w pionie kanalizacyjnym i Wavin SiTech+ w kanalizacji podposadzkowej.

Do opracowania wyników przedstawionych poniżej wykorzystano następujące elementy:

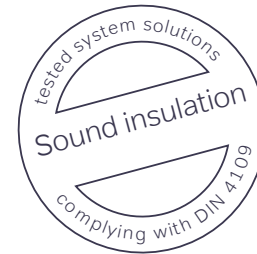
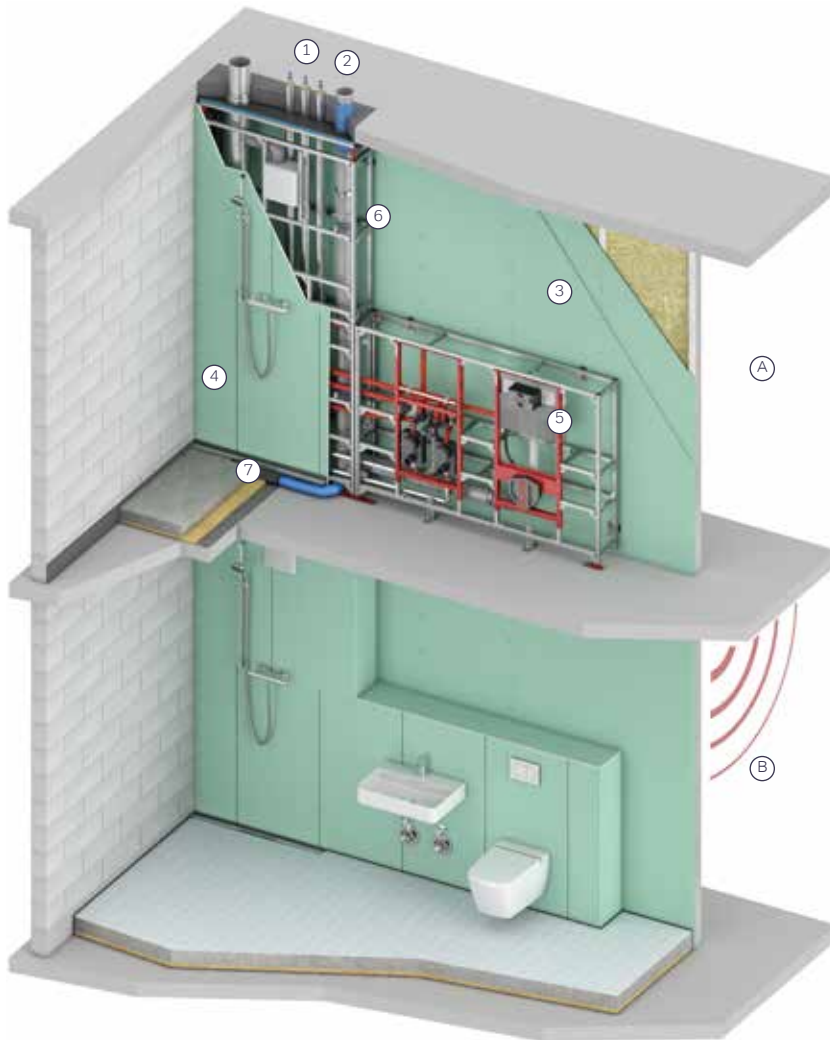
Wavin AS+	Wavin SiTech+	Wavin Tigris K5/M5
Izolacja akustyczna premium	Izolacja akustyczna	Rury wielowarstwowe i kształtki
		
PP wzmocnione mineralnie	PP wzmocnione mineralnie	Zakres średnic 16 - 40 mm
Zakres średnic DN 50-200	Zakres średnic DN 32-160	Higieniczne w 100%
Wysoka gęstość ~1.9 g/cm ³ formowanych elementów i rur	Wysoka gęstość ~1.5 g/cm ³ formowanych elementów i ~1.3 g/cm ³ rur	Odpowiednie dla wody o najwyższej jakości
Grubość ścianki 5.3 mm dla DN 100	Grubość ścianki of 3.4 mm dla DN 100	Akustyczne wykrywanie nieszczelności w zakresie średnic 16-40 mm
Większe bezpieczeństwo dzięki masie i prostemu montażowi	Kompatybilne z Wavin AS+ i HT	

Tabela 13: Produkty Wavin wykorzystane do badań zgodnie z DIN 4109

System ścian osłonowych, spłuczka i profil prysznicowy są elementami budowlanymi firmy TECE GmbH. Informacje szczegółowe na temat układu testowego i dokładnego oznaczenia użytych produktów znajdują się w raportach z badań.

Raport z badań z Fraunhofer IBP

Raport z badań P-BA 19/2022 w Instytucie Fraunhofera IBP, zabudowa sucha systemu Wavin AS+ i Wavin Tigris



Pomieszczenia

- (A) Pomieszczenie sąsiednie, parter tył
- (B) Pomieszczenie po przekątnej, piwnica tył

Materiały

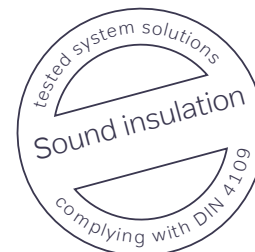
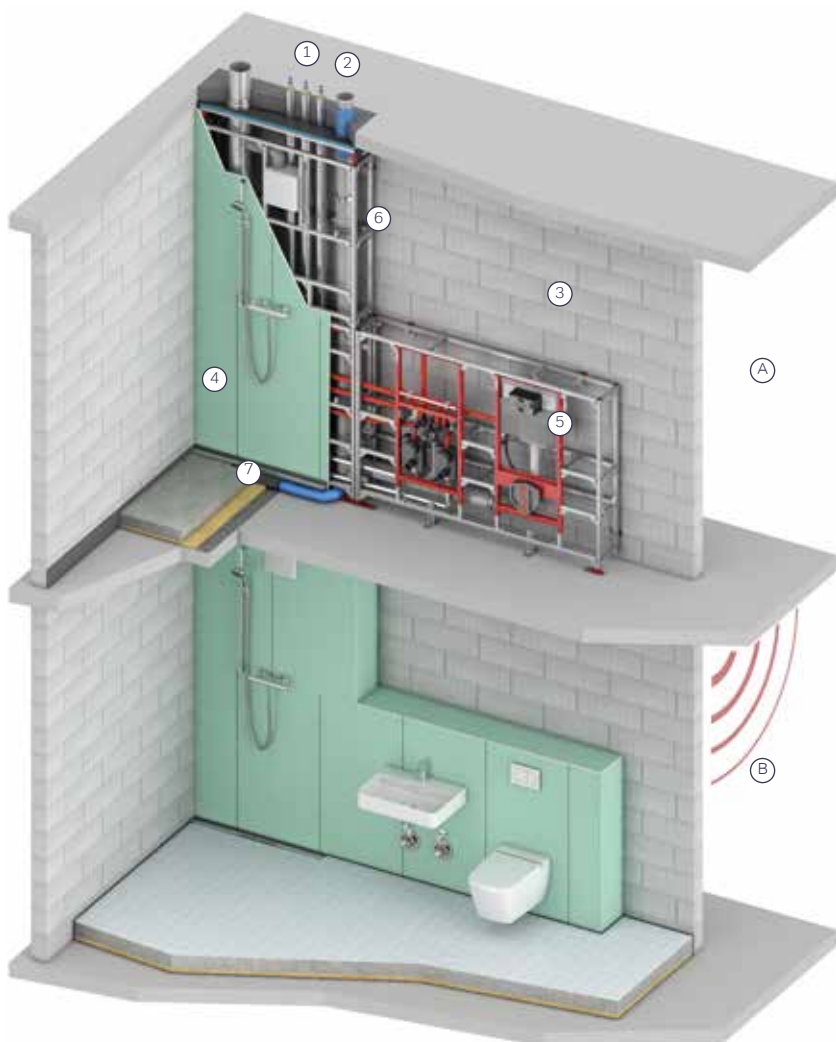
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ izolacja akustyczna premium
- ③ Panele budowlane z płyt gipsowokartonowych zamontowane po obu stronach, dwuwarstwowe o grubości 12,5 mm, wypełnione izolacją z wełny mineralnej o grubości 60 mm
- ④ Płyta gipsowa o grubości 18 mm
- ⑤ Ściana osłonowa TECEprofil, moduł WC ze spłuczką uni
- ⑥ Mocowanie rur kanalizacyjnych przy pomocy specjalistycznych obejm Wavin z wkładką EPDM
- ⑦ Profil przysznicowy TECEdrainprofile

Badanie akustyki instalacji wg DIN 4109, DIN 4109-5 i VDI 4100

	L _{AF, max, n}				L _{AF, max, nT}			
	WYNIKI WG	WYMAGANIA WG			WYNIKI WG	WYMAGANIA WG		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
POMIESZCZENIE POMIAROWE			Blok mieszkalny	Dom jednorodzinny w zabudowie szeregowej i bliźniaczej				
Pomieszczenie po przekątnej (poza obszarem wymagającym ochrony)	19 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27 dB(A) spełnia	≤25 dB(A) spełnia	18 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27 dB(A) spełnia	≤24 dB(A) spełnia
Pomieszczenie sąsiednie (w obszarze wymagającym ochrony)	27 dB(A)	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	26 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) spełnia	EB II ≤30 dB(A) spełnia	bez wymagań

W prezentacji wyników zawsze podawana jest najwyższa wartość.

Raport z badań P-BA 10/2022 w Instytucie Fraunhofera IBP, montaż na ścianie masywnej systemu Wavin AS+ i Wavin Tigris



Pomieszczenia

- (A) Pomieszczenie sąsiednie, parter tył
- (B) Pomieszczenie po przekątnej, piwnica tył

Materiały

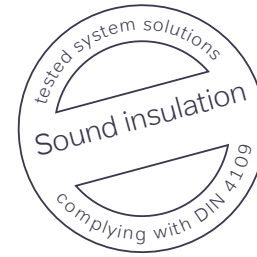
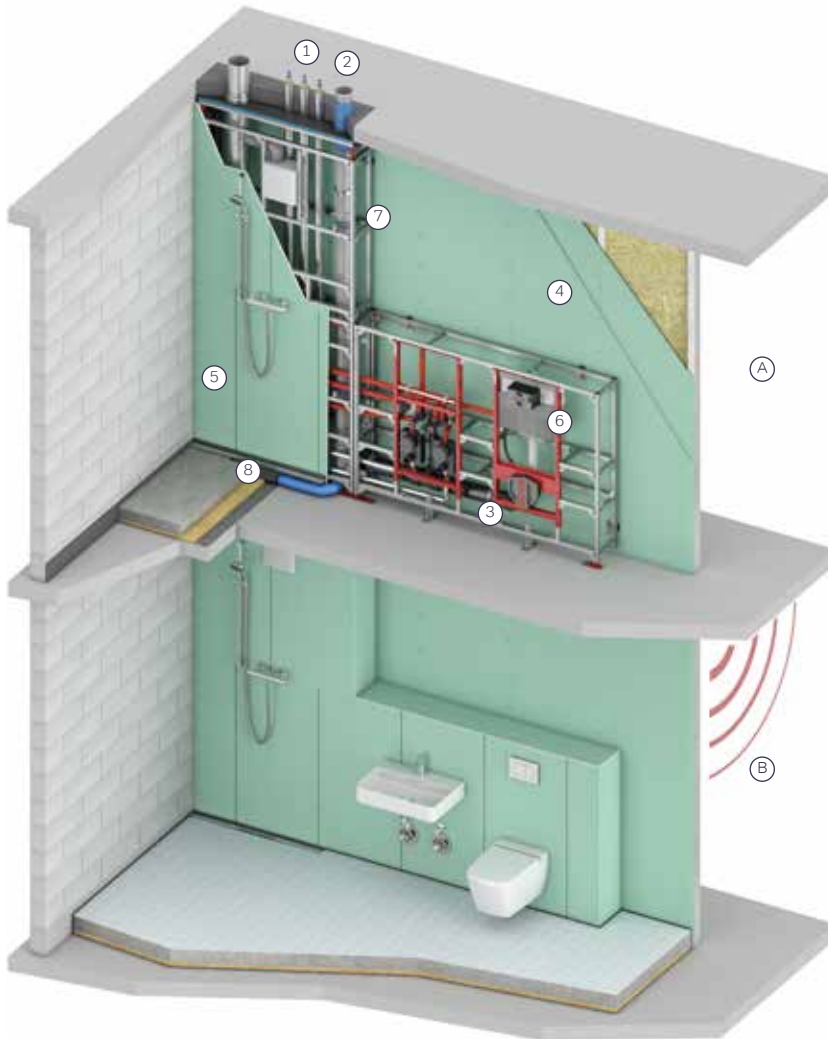
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ izolacja akustyczna premium
- ③ Ściana instalacyjna, masywna 220 kg/m²
- ④ Płyta gipsowa o grubości 18 mm
- ⑤ Ściana osłonowa TECEprofil, moduł WC ze spłuczką uni
- ⑥ Mocowanie rur kanalizacyjnych przy pomocy specjalistycznych obejm Wavin z wkładką EPDM
- ⑦ Profil przysznicowy TECEdrainprofile

Badanie akustyki instalacji wg DIN 4109, DIN 4109-5 i VDI 4100

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	WYNIKI WG	WYMAGANIA WG			WYNIKI WG	WYMAGANIA WG		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
POMIESZCZENIE POMIAROWE			Blok mieszkalny	Dom jednorodzinny w zabudowie szeregowej i bliźniaczej				
Pomieszczenie po przekątnej (poza obszarem wymagającym ochrony)	23 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤25 dB(A) spełnia	20 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤24 dB(A) spełnia
Pomieszczenie sąsiednie (w obszarze wymagającym ochrony)	29 dB(A)	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	25 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) spełnia	EB II ≤30 dB(A) spełnia	bez wymagań

W prezentacji wyników zawsze podawana jest najwyższa wartość.

Raport z badań P-BA 19/2022 w Instytucie Fraunhofera IBP, zabudowa sucha systemu Wavin AS+ i Wavin SiTech+ i Wavin Tigris



Pomieszczenia

- (A) Pomieszczenie sąsiednie, parter tył
- (B) Pomieszczenie po przekątnej, piwnica tył

Materiały

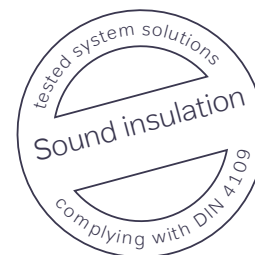
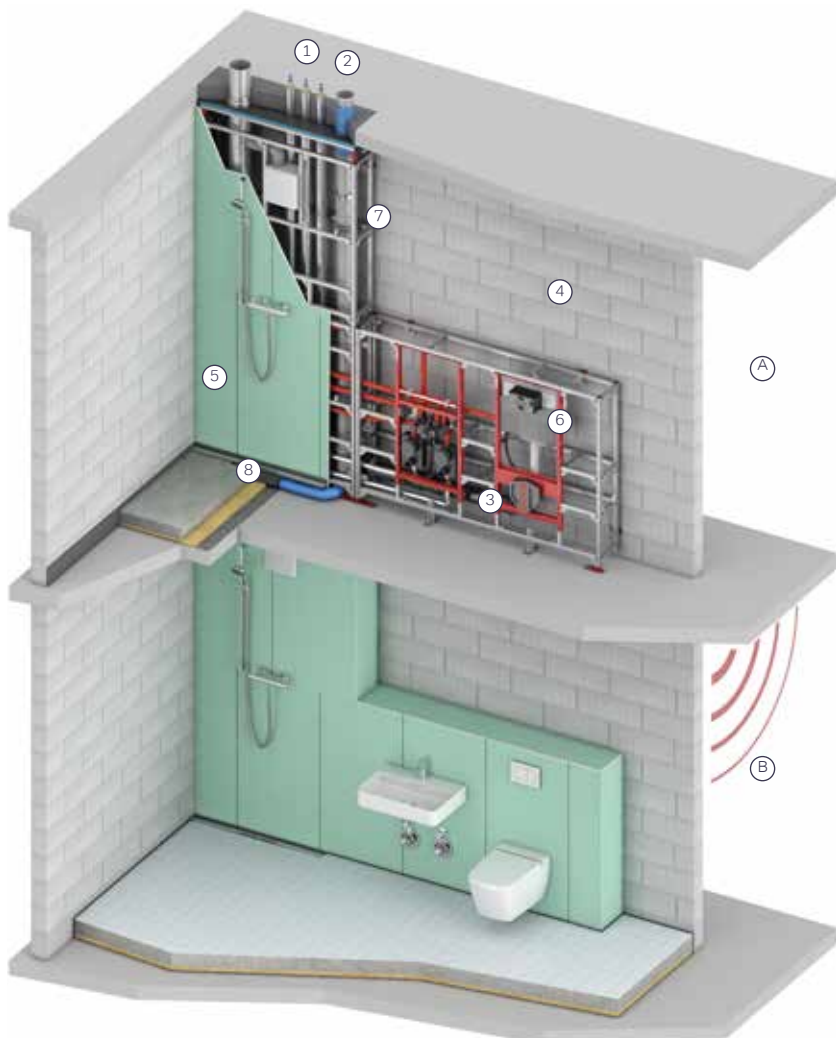
- (1) Wavin Tigris K5/M5
- (2) Wavin AS+ izolacja akustyczna premium (pion kanalizacyjny)
- (3) Wavin SiTech+ (pod posadzką)
- (4) Panele budowlane z płyt gipsowokartonowych zamontowane po obu stronach, dwuwarstwowe o grubości 12,5 mm, wypełnione izolacją z wełny mineralnej o grubości 60 mm
- (4) Płyta gipsowa o grubości 18 mm
- (5) Ściana osłonowa TECEprofil, moduł WC ze spłuczką uni
- (6) Mocowanie rur kanalizacyjnych przy pomocy specjalistycznych obejm Wavin z wkładką EPDM
- (7) Profil przysznicowy TECEdrainprofile

Badanie akustyki instalacji wg DIN 4109, DIN 4109-5 i VDI 4100

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	WYNIKI WG	WYMAGANIA WG			WYNIKI WG	WYMAGANIA WG		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
POMIESZCZENIE POMIAROWE			Blok mieszkalny	Dom jednorodzinny w zabudowie szeregowej i bliźniaczej				
Pomieszczenie po przekątnej (poza obszarem wymagającym ochrony)	18 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤25 dB(A) spełnia	18 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤24 dB(A) spełnia
Pomieszczenie sąsiednie (w obszarze wymagającym ochrony)	29 dB(A)	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	27 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) spełnia	EB II ≤30 dB(A) spełnia	bez wymagań

W prezentacji wyników zawsze podawana jest najwyższa wartość.

Raport z badań P-BA II/2022 w Instytucie Fraunhofera IBP, montaż na ścianie masywnej systemu Wavin AS+ i Wavin SiTech+ i Wavin Tigris



Pomieszczenia

- (A) Pomieszczenie sąsiednie, parter tył
- (B) Pomieszczenie po przekątnej, piwnica tył

Materiały

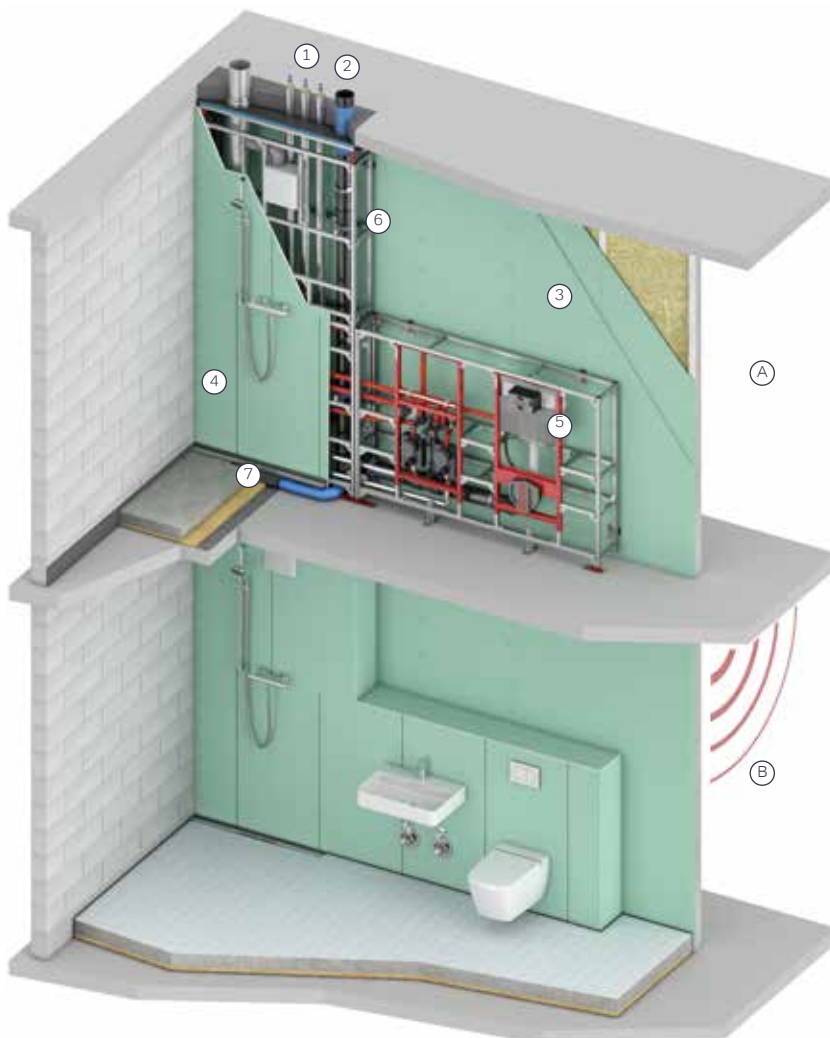
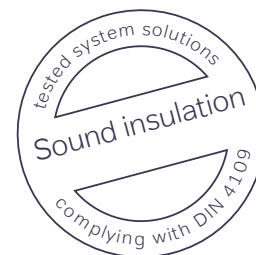
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ izolacja akustyczna premium (pion kanalizacyjny)
- ③ Wavin SiTech+ (pod posadzką)
- ④ Ściana instalacyjna, masywna 220 kg/m²
- ⑤ Płyta gipsowa o grubości 18 mm
- ⑥ Ściana osłonowa TECEprofil, moduł WC ze spłuczką uni
- ⑦ Mocowanie rur kanalizacyjnych przy pomocy specjalistycznych obejm Wavin z wkładką EPDM
- ⑧ Profil przysznicowy TECEdrainprofile

Badanie akustyki instalacji wg DIN 4109, DIN 4109-5 i VDI 4100

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	WYNIKI WG	WYMAGANIA WG			WYNIKI WG	WYMAGANIA WG		
POMIESZCZENIE POMIAROWE	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Pomieszczenie po przekątnej (poza obszarem wymagającym ochrony)	23 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤25 dB(A) spełnia	19 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤24 dB(A) spełnia
Pomieszczenie sąsiednie (w obszarze wymagającym ochrony)	28 dB(A)	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	24 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) spełnia	EB II ≤30 dB(A) spełnia	bez wymagań

W prezentacji wyników zawsze podawana jest najwyższa wartość.

Raport z badań P-BA 21/2022 w Instytucie Fraunhofera IBP, zabudowa sucha systemu Wavin SiTech+ i Wavin Tigris



Pomieszczenia

- (A) Pomieszczenie sąsiednie, parter tył
- (B) Pomieszczenie po przekątnej, piwnica tył

Materiały

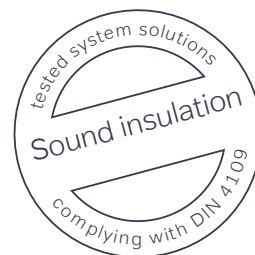
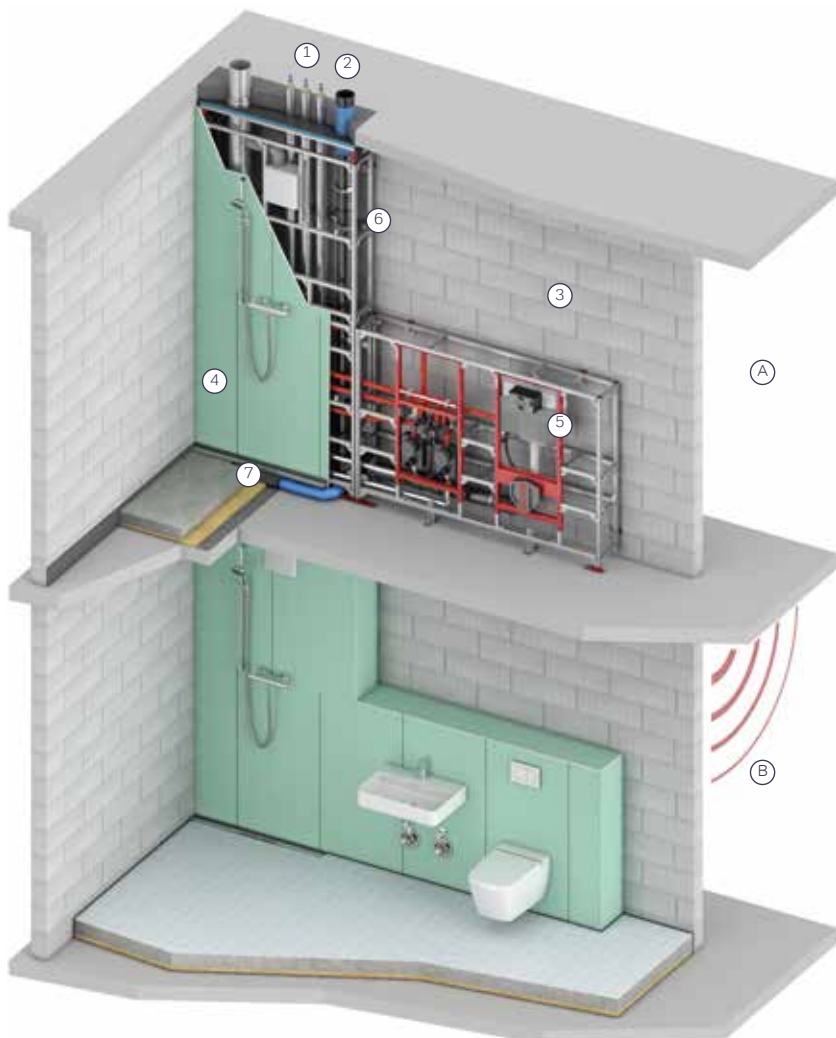
- (1) Wavin Tigris K5/M5
- (2) Wavin SiTech+
- (3) Panele budowlane z płyt gipsowokartonowych zamontowane po obu stronach, dwuwarstwowe o grubości 12,5 mm, wypełnione izolacją z wełny mineralnej o grubości 60 mm
- (4) Płyta gipsowa o grubości 18 mm
- (5) Ściana osłonowa TECEprofil, moduł WC ze spłuczką uni
- (6) Mocowanie rur kanalizacyjnych przy pomocy specjalistycznych obejm Wavin z wkładką EPDM
- (7) Profil przysznicowy TECEdrainprofile

Badanie akustyki instalacji wg DIN 4109, DIN 4109-5 i VDI 4100

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	WYNIKI WG	WYMAGANIA WG			WYNIKI WG	WYMAGANIA WG		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
POMIESZCZENIE POMIAROWE			Blok mieszkalny	Dom jednorodzinny w zabudowie szeregowej i bliźniaczej				
Pomieszczenie po przekątnej (poza obszarem wymagającym ochrony)	18 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤25 dB(A) spełnia	18 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤24 dB(A) spełnia
Pomieszczenie sąsiednie (w obszarze wymagającym ochrony)	28 dB(A)	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	27 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) spełnia	EB II ≤30 dB(A) spełnia	bez wymagań

W prezentacji wyników zawsze podawana jest najwyższa wartość.

Raport z badań P-BA 12/2022 w Instytucie Fraunhofera IBP, montaż na ścianie masywnej systemu Wavin SiTech+ i Wavin Tigris



Pomieszczenia

- (A) Pomieszczenie sąsiednie, parter tył
- (B) Pomieszczenie po przekątnej, piwnica tył

Materiały

- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin SiTech+
- ③ Ściana instalacyjna, masywna 220 kg/m²
- ④ Płyta gipsowa o grubości 18 mm
- ⑤ Ściana osłonowa TECEprofil, moduł WC ze spłuczką uni
- ⑥ Mocowanie rur kanalizacyjnych przy pomocy specjalistycznych obejm Wavin z wkładką EPDM
- ⑦ Profil przysznicowy TECEdrainprofile

Badanie akustyki instalacji wg DIN 4109, DIN 4109-5 i VDI 4100

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	WYNIKI WG	WYMAGANIA WG			WYNIKI WG	WYMAGANIA WG		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
POMIESZCZENIE POMIAROWE			Blok mieszkalny	Dom jednorodzinny w zabudowie szeregowej i bliźniaczej				
Pomieszczenie po przekątnej (poza obszarem wymagającym ochrony)	25 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤25 dB(A) spełnia	21 dB(A)	≤30 dB(A) spełnia	≤27dB(A) spełnia	≤24 dB(A) spełnia
Pomieszczenie sąsiednie (w obszarze wymagającym ochrony)	27 dB(A)	bez wymagań	bez wymagań	bez wymagań	24 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) spełnia	EB II ≤30 dB(A) spełnia	bez wymagań

W prezentacji wyników zawsze podawana jest najwyższa wartość.

Lista skrótów

- L_{AF}** Poziom ciśnienia akustycznego urządzeń technicznych budynku mierzony przy częstotliwości ważonej A i w czasie ważonym F (FAST), w dB(A).
- $L_{AF,max}$** Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego urządzeń technicznych budynku mierzony przy częstotliwości ważonej A i w czasie ważonym F (FAST), w dB(A).
- $L_{AF,max,n}$** Maksymalny normatywny poziom ciśnienia akustycznego, wartość charakterystyczna dla skutków oddziaływania hałasu pochodzącego od instalacji wodnych i innych urządzeń w budynku na pomieszczenia, w których będą wykonywane pomiary przy częstotliwości ważonej A w czasie ważonym F (FAST), odniesiony do referencyjnej powierzchni absorpcyjnej $A_0 = 10 \text{ m}^2$.
- $L_{AF,max,nT}$** **Maksymalny normatywny poziom ciśnienia akustycznego**, mierzony przy częstotliwości ważonej A i w czasie ważonym F (FAST), odniesiony do czasu pogłosu $T_0 = 0.5 \text{ s}$.
- $L_{AF,max,nT}$** **Średni maksymalny normatywny poziom ciśnienia akustycznego**, mierzony przy częstotliwości ważonej A i w czasie ważonym F (FAST), odniesiony do czasu pogłosu $T_0 = 0.5 \text{ s}$.
- L_{ap}** **Poziom dźwięku generowany przez kształtki**, jest oceniany przy częstotliwości ważonej A, jako wartość charakterystyczna dla emisji dźwięku przez kształtki.

Bibliografia

1. DIN 4109-1:2018-01 Sound insulation in buildings - Part 1: Minimum requirements
2. DIN 4109-5:2020-08 Sound insulation in buildings - Part 5: Increased requirements
3. VDI 4100:2012-10, Sound insulation between rooms in buildings - Dwellings - Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms
4. DEGA BR 104 2015-02 Sound insulation in the personal living area
5. DEGA BR 103 2018-01 Sound insulation in residential buildings - Sound insulation certificate
6. Sound insulation: Building acoustics, fundamentals, airborne sound insulation, and impact sound insulation – 2nd edition, Springer Vieweg
7. DIN 4109-36: 2016-07 Sound insulation in buildings - Part 36: Data for verification of sound insulation (component catalogue) - Technical equipment
8. IKZ.de Eavesdropping in the bathroom 19/07/2018

Odkryj naszą szeroką ofertę na www.wavin.pl

- Zagospodarowanie wody deszczowej
- Dystrybucja wody i gazu
- Grzanie i chłodzenie
- Systemy kanalizacji zewnętrznej i wewnętrznej



Wavin is part of Orbia, a community of companies working together to tackle some of the world's most complex challenges.

We are bound by a common purpose:
To Advance Life Around the World.

Wavin Polska S.A. | ul. Dobieżyńska 43 | 64-320 Buk | Polska | Tel.: +48 61 891 10 00
www.wavin.pl | E-mail: kontakt.pl@wavin.com

Wszystkie informacje zawarte w tej publikacji przygotowane zostały w dobrej wierze i w przeświadczeniu, że na dzień przekazania materiałów do druku są one aktualne i nie budzą zastrzeżeń.

© 2023 Wavin Wavin ciągle rozwija i doskonali swoje produkty, dlatego zastrzega sobie prawo do modyfikacji lub zmiany specyfikacji swoich wyrobów bez powiadamiania.