DAFA ID 4.06

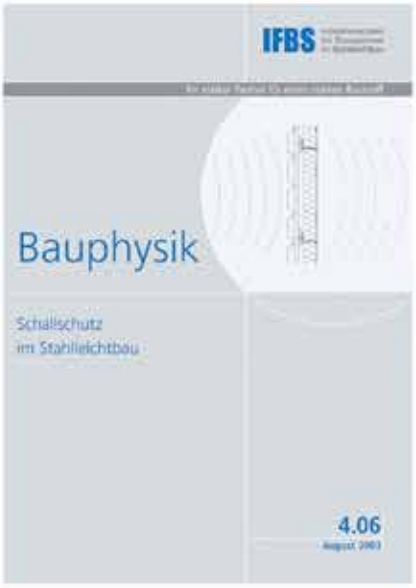
Izolacja akustyczna w lekkich konstrukcjach stalowych

Fizyka budowli

Partnerzy wydania:

ArcelorMittal BALEXMETAL BLACHY PRÜSZYŃSKI ROCKWOOL

DAFA
STOWARZYSZENIE WYKONAWCÓW DACHÓW PŁASKICH I FASAD
www.dafa.com.pl



Opracowano na podstawie publikacji:

Industrieverband für Bausysteme um Stahlleichtbau

Bauphysik

Schallschutz im Stalleichtbau

sierpień 2003, aktualizacja wrzesień 2012

opracowanie i wydanie:

IFBS
Max-Planc-Straße 4
40237 Düsseldorf
www.ifbs.de

Fizyka budowli

Izolacja akustyczna
w lekkich konstrukcjach stalowych

Opracowanie polskie:
dr inż. Marek Niemas

czerwiec 2013

Prawa autorskie zastrzeżone DAFA 2013

ISBN 978-83-62691-16-6

PRZEDMOWA DO POLSKIEGO OPRACOWANIA 5

KOMENTARZ DO POLSKIEGO OPRACOWANIA.....7

Wprowadzenie.....13

1. Podstawy izolacyjności akustycznej i pochłaniania dźwięku.....14

1.1. Informacje ogólne.....14

1.2. Wymagana izolacyjność akustyczna obudów hal przemysłowych, w których występują duże poziomy hałasu.....14

1.3. Określanie izolacyjności akustycznej na stanowisku badawczym (badanie wzorca danego rozwiązania konstrukcyjnego.....16

1.4. Określanie współczynnika pochłaniania dźwięku na stanowisku badawczym (w komorze pogłosowej).....18

1.5. Właściwości charakterystyk izolacyjności akustycznej ścian i dachów z blachą stalową.....18

1.5.1. Fale giętne/koincydencja.....18

1.5.2. Częstotliwość rezonansowa.....19

1.5.3. Fale stojące.....19

1.5.4. Efekty rezonansu w przypadku ścian i dachów o konstrukcji wielowarstwowej ze ściśle połączonymi warstwami.....19

1.5.5. Dodatkowa masa na dachach wielopowłokowych 19

1.5.6. Zmniejszanie drgań.....20

1.5.7. Izolacja akustyczna podwójnych i wielokrotnych (dwu i wielopowłokowych) konstrukcji ściennych i dachowych.....20

2. Ocena uzyskanych wyników badań.....20

2.1. Konstrukcje ścienne - izolacyjność akustyczna.....20

2.1.1. Pojedyncza nieizolowana ściana z blach trapezowych.....20

2.1.2. Ściany kasetowe.....20

2.1.3. Akustyczne ściany kasetowe.....22

2.1.4. Konstrukcje hybrydowe – izolacyjność akustyczna.....23

2.2. Konstrukcje ścienne – pochłanianie dźwięku.....25

2.2.1. Ściany kasetowe.....25

2.2.2. Konstrukcje hybrydowe – właściwości dźwiękochłonne.....27

2.3. Konstrukcje dachowe – izolacyjność akustyczna.....27

2.3.1. Pojedyncze nieizolowane dachowe blachy trapezowe.....27

2.3.2. Pojedynczy dach z blachy trapezowej z izolacją termiczną na górnej powierzchni 28

2.3.3. Pojedyncze przekrycie dachowe z akustycznych stalowych blach trapezowych z izolacją termiczną na górnej powierzchni.....28

2.3.4. Podwójny niewentylowany dach z blachy trapezowej z izolacją termiczną.....29

2.4. Konstrukcje dachowe – właściwości dźwiękochłonne.....30

2.4.1. Pojedyncze przekrycie dachowe z blach trapezowych z izolacją termiczną na górnej powierzchni.....30

2.5. Certyfikaty firmowe.....31

2.5.1. Izolacyjność od dźwięków powietrznych – dachy.....32

2.5.2. Płyty warstwowe.....32

2.6. Wnioski.....32

3. Przegląd wyników przeprowadzonych pomiarów.....33

3.1. Konstrukcje ścienne konstrukcje dachowe 33

3.2. Konstrukcje dachowe.....36

3.3. Konstrukcje ścienne - firmowe świadectwa badań.....38

3.4. Płyty warstwowe ścienne – firmowe świadectwa badań.....39

3.5. Płyty warstwowe dachowe – firmowe

świadectwa badań.....41

3.6. Płyty warstwowe dachowe – firmowe świadectwa badań.....42

4. Wykaz literatury. 43

4.1. Normy DIN.....43

4.2. Wytyczne VDI.....43

4.3. Przepisy prawne.....43

4.4. Publikacje inne.....44

PRZEDMOWA DO POLSKIEGO OPRACOWANIA

Niniejsza publikacja jest kolejnym opracowaniem Stowarzyszenia DAFA z zakresu fizyki budowli. Kontynuując cykl wydawniczy, Stowarzyszenie Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad DAFA konsekwentnie realizuje swą misję, jaką jest podniesienie jakości specjalistycznych robót budowlanych poprzez określenie standardów ich wykonania.

Niniejsze opracowanie jest pierwszą prezentacją przeglądu właściwości akustycznych lekkich konstrukcji metalowych ściennych i dachowych.

Przedstawione wyniki badań wpływu poszczególnych parametrów konstrukcyjnych na izolacyjność akustyczną i właściwości dźwiękochłonne lekkich stalowych konstrukcji ściennych mogą być wykorzystane w celu dopasowania rodzaju konstrukcji do wymagań akustycznych stawianych obiektom budowlanym wykonywanych w tej technologii.

Analizy ukazują wpływ grubości konstrukcji, ciężaru własnego, rodzaju termoizolacji oraz cech konstrukcyjnych danego typu zabudowy, na wartość ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w, wskaźników oceny izolacyjności akustycznej właściwej R_{A1}, R_{A2} oraz na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s.

Projektant otrzymuje w niniejszym opracowaniu zebrane wartości ważonych wskaźników izolacyjności akustycznej właściwej oraz współczynników pochłaniania dźwięku różnych lekkich konstrukcji stalowych. Tym samym publikacja dostarcza informacji przydatnych w sytuacji, gdy należy ocenić, jaki wpływ odniesie zmiana danej konstrukcji na jej parametry akustyczne?

Stowarzyszenie DAFA w swoich opracowaniach stara się określić standardy pozwalające wszystkim uczestnikom procesu budowlanego: inwestorowi, projektantowi, wykonawcy, inspektorowi nadzoru oraz na końcu użytkownikowi na operowanie tymi samymi określeniami i parametrami. Cel taki przyświeca wszystkim wydanym przez organizację publikacjom, których lista znajduje się na ostatniej stronie okładki.

Opracowania Stowarzyszenia DAFA adresowane są do inżynierów i techników, zajmujących się produkcją, montażem oraz odbiorem i eksploatacją lekkich obudów ścian i dachów, jako punkt odniesienia i narzędzie w codziennej pracy.

KOMENTARZ DO POLSKIEGO OPRACOWANIA

1. Wprowadzenie.

Zaimplementowanie do warunków polskich opracowania IFBS 4.06 wymaga kilku słów wyjaśnienia ze względu na rozbieżności charakteryzujące Polskę i Niemcy w zakresie parametrów, metod oceny i metod pomiarowych właściwości akustycznych materiałów wyrobów i elementów budowlanych. Niniejszy komentarz ma umożliwić wykorzystanie publikacji jako pomocy dla projektantów architektów i innych uczestników procesu budowlanego.

2. Zestaw aktów prawnych oraz norm PN EN obowiązujących w Polsce, związanych z tematem.

Akty prawne

Ustawa Prawo budowlane (z dnia 7 lipca 1994r. wraz z późniejszymi zmianami – tekst jednolity Dz.U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z dnia 12 kwietnia 2002r. Dz.U. Nr 75, poz.690 z późniejszymi zmianami)

Normy dotyczące wymagań

PN – B – 02151 – 3:1999

Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania

Normy dotyczące metod pomiarowych

PN-EN ISO 10140-1:2011
Zasady stosowania dla określonych wyrobów

PN-EN ISO 10140-2:2011
Pomiar izolacyjności od dźwięków powietrznych

PN-EN ISO 10140-4:2011
Procedury pomiarowe i wymagania

PN-EN ISO 10140-5:2011
Wymagania dotyczące laboratoryjnych stanowisk badawczych i wyposażenia

PN – EN ISO 140 – 5:1999
Część 5: Pomiary terenowe izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych ściany zewnętrznej i jej elementów

PN-EN ISO 140-14:2006
Część 14: Dodatkowe wymagania i wskazówki dotyczące pomiarów izolacyjności akustycznej w nietypowych sytuacjach w budynku

PN-EN ISO 3382:2001
Akustyka – Pomiar czasu pogłosu pomieszczenia w powiązaniu z innymi parametrami akustycznymi

PN - ISO 9053:1994 + Ap1:1999
Akustyka. Materiały do izolacji i adaptacji akustycznych - Określenie oporności przepływu powietrza

Normy dotyczące metod wyznaczania wskaźników oceny akustycznej

PN – EN ISO 717 – 1:1999
Akustyka – Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych – Izolacyjność od dźwięków powietrznych

Normy dotyczące prognozowania

PN - EN 12354-3:2003
Część 3: Izolacyjność od dźwięków powietrznych przenikających z zewnątrz

PN - EN 12354-4:2003
Część 4: Przenikanie dźwięku z pomieszczenia na zewnątrz

PN - EN 12354-6:2005
Część 6: Pochłanianie dźwięku w zamkniętych przestrzeniach

3. Przepisy polskie w zakresie ochrony środowiska przed hałasem przemysłowym i stosowane metody obliczeniowe rozprzestrzeniania się hałasu w terenie.

Ogólne zasady ochrony środowiska przed hałasem są zawarte w Ustawie prawo ochrony środowiska. Dopuszczalny poziom hałasu nie powinien być przekroczony na granicy terenu chronionego pod względem akustycznym. Jest on określony w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. nr 120 z 2007 r. poz. 826). Zależy od źródła hałasu, charakteru terenów narażonych na jego oddziaływanie oraz od pory doby. W Rozporządzeniu wyróżniono grupy hałasów pochodzących od tras drogowych i kolejowych, hałasów przemysłowych i instalacyjnych pochodzących w szczególności od zakładów przemysłowych, usługowych, urządzeń, instalacji i procesów technologicznych.
Odrębną grupę stanowią hałasy od operacji lotniczych oraz od linii wysokiego napięcia. Wymagania stawiane są osobno dla pory dziennej (6^{00} - 22^{00}) i pory nocnej (22^{00} - 6^{00}).

Przy projektowaniu obiektów mogących znacząco oddziaływać na środowisko, wymagane jest uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach na podstawie postępowania, którego zasadniczym elementem jest raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Raport ten powinien wykazywać, że działanie obiektu nie będzie powodowało przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, a w przypadku stwierdzenia możliwości wystąpienia takich przekroczeń, wskazać środki techniczne, jakie należy zastosować w celu ograniczenia hałasu do warunków dopuszczalnych.

25 czerwca 2002r. ukazała się Dyrektywa 2002/49/WE Parlamentu Europejskiego oraz Rady w sprawie oceny i kontroli poziomu hałasu w środowisku. Dyrektywa ta „dotyczy hałasu w środowisku, na który narażeni są ludzie, szczególnie w obszarach zabudowanych, w publicznych parkach lub innych terenach otwartych w aglomeracji, w cichych obszarach terenów otwartych, blisko szkół, szpitali i innych czułych na hałas budynkach i obszarach". Dyrektywa ta nie dotyczy hałasów wewnętrznych, a jedynie emitowanych na zewnątrz.

Dyrektywa dotyczy również prognozowania poziomu hałasu w środowisku, którego źródłem jest m.in. hałas przemysłowy.

W dyrektywie podano dwa wskaźniki hałasu:

- *L_{dwn} – wskaźnik hałasu w czasie dnia – wieczoru – nocy; jest to długoterminowy (dla całego roku) poziom dźwięku A określony zgodnie z normą PN - ISO 1996-2: 1999 i oznacza wskaźnik całkowitego dokuczliwego hałasu,*

- *$L_{dzień}$ – wskaźnik hałasu w czasie dnia; jest to długoterminowy (dla całego roku) poziom dźwięku A określony zgodnie z normą PN - ISO 1996-2: 1999 i oznacza wskaźnik dokuczliwego hałasu w ciągu dnia.*

W chwili obecnej brak jest polskich rozporządzeń dotyczących stosowania powyższych wskaźników w przypadku hałasu przemysłowego. Aktualne jest Rozporządzenie MOŚZNiL z dnia 13 maja 1998r., w którym hałas przemysłowy określa się za pomocą równoważnego poziomu dźwięku A dla pory dziennej i nocnej, a nie za pomocą wskaźnika długoterminowego.

Podane w Dyrektywie wskaźniki hałasu mogą być określone przez ich obliczenie lub przez pomiar. Dla celów prognozy zastosowanie ma jedynie metoda obliczeniowa.

Dla hałasu przemysłowego zalecana jest następująca metoda obliczeniowa (jeśli kraj członkowski nie ma krajowych metod obliczania):

PN-ISO 9613-2:2002: Akustyka – Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczania.

W 1996r. została opracowana w ITB Instrukcja oparta w głównej mierze na zapisach ISO 9613-2, na podstawie której określa się obliczeniowo przewidywany poziom dźwięku hałasu przemysłowego w środowisku. Instrukcja ta jest wykorzystywana w Polsce w bardzo szerokim zakresie. Również w ITB opracowano program komputerowy realizujący zapisy ww. instrukcji. Jest to program HPZ 2001 – Hałas przemysłowy zewnętrzny. Program ten jest powszechnie stosowany w Polsce przy opracowywaniu operatów oddziaływania zakładów przemysłowych na środowisko i przy weryfikacji tych dokumentów przez Inspekcję Ochrony Środowiska. Szacuje się, że liczba użytkowników programu przekracza 200 osób.

W roku 2003 znowelizowano Instrukcję ITB nr 338, w ślad za którą pojawiają się kolejne znowelizowane wersje programu.

4. Przepisy polskie dotyczące ochrony przed hałasem stanowisk pracy.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy wraz z późniejszymi zmianami, pracodawca jest zobowiązany zapewnić ochronę pracowników przed zagrożeniami związanymi z narażeniem na hałas, a w szczególności zapewnić zastosowanie:

- *Procesów technologicznych niepowodujących nadmiernego hałasu.*
- *Maszyn i innych urządzeń technicznych powodujących możliwie najmniejszy hałas, nieprzekraczający dopuszczalnych wartości.*
- *Rozwiązań obniżających poziom hałasu w procesie pracy.*

Dopuszczalne wartości NDN hałasu w środowisku pracy są określone w Rozporządzeniach Ministra Pracy i Polityki Społecznej (DzU nr 217, poz. 1833 z 29 listopada 2002; DzU nr 127, poz. 1091 z 30 lipca 2002; nr DzU 127, poz. 1092 z 30 lipca 2002) w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Zgodnie z tymi rozporządzeniami, hałas w środowisku pracy jest charakteryzowany przez:

- *poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy i odpowiadającą mu ekspozycję dzienną lub poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy i odpowiadającą mu ekspozycję tygodniową:*
- *maksymalny poziom dźwięku A,*
- *szczytowy poziom dźwięku C.*

Wartości dopuszczalne hałasu podane są w poniższej tabeli. Dopuszczalne wartości hałasu obowiązują jednocześnie. Wartości NDN hałasu stosuje się, jeżeli inne szczegółowe przepisy nie określają wartości niższych. W przypadku zawodowego narażenia na hałas, wartości niższe od NDN obowiązują przy zatrudnianiu kobiet w ciąży i młodocianych.

Tabela. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy dla wszystkich pracowników oraz dla młodocianych i kobiet w ciąży.

Lp.	Nazwa wielkości	Czas pomiaru	Symbol wielkości	Czas odniesienia	Wartości dopuszczalne na stanowisku pracy		
					Wszystkich pracowników	Młodocianych	Kobiet w ciąży
1	poziom ekspozycji na hałas	dzień pracy (lub tygodniowy czas pracy)	$L_{EX,8h}$ (lub $L_{EX,w}$)	8h (lub 5 dniowy tydzień pracy)	85 dB	80 dB	65 dB
	lub ekspozycja na hałas		$E_{A,Te}$ (lub $E_{A,W}$)		3,64 x 10^3 Pa^2s (19,2 x 10^3 Pa^2s)	1,15 x 10^3 Pa^2s (5,75 x 10^3 Pa^2s)	0,0364 x 10^3 Pa^2s (0,182 x 10^3 Pa^2s)
2	maksymalny poziom dźwięku A	dzień pracy (lub tygodniowy czas pracy)	L_{Amax}	8h (lub 5 dniowy tydzień pracy)	115 dB	110 dB	110 dB
3	szczytowy poziom dźwięku C	dzień pracy (lub tygodniowy czas pracy)	L_{Cpeak}	8h (lub 5 dniowy tydzień pracy)	135 dB	130 dB	130 dB

Dopuszczalne wartości NDN hałasu w środowisku pracy ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań są określone w PN-N-01307:1994 i podane w poniższej tabeli. Dopuszczalne wartości hałasu obowiązują jednocześnie.

Tabela. Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy ze względu na możliwość realizacji przez pracownika jego podstawowych zadań.

Lp.	Stanowisko pracy	Równoważny poziom dźwięku A $L_{A\,eq,\,Te,}$ dB
1.	W kabinach bezpośredniego sterowania bez łączności telefonicznej, w laboratoriach ze źródłami hałasu, w pomieszczeniach z maszynami i urządzeniami liczącymi, maszynami do pisania, dalekopisami i innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	75
2.	W kabinach dyspozytorskich, obserwacyjnych i zdalnego sterowania z łącznością telefoniczną używaną w procesie sterowania, w pomieszczeniach do wykonywania prac precyzyjnych i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu	65
3.	W pomieszczeniach: administracyjnych, biur projektowych, do prac teoretycznych, opracowania danych i innych, o podobnym przeznaczeniu	55

5. Stosowane w Polsce wskaźniki izolacyjności i akustycznej właściwej.

Zgodnie z normą PN-EN ISO 717-1:1999, jako wynik pomiaru otrzymuje się:

$$R_w(C, C_{tr})$$

gdzie:

R_w *– ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej,*

C, C_{tr} *– widmowe wskaźniki adaptacyjne;*

Wymagania i oceny podawane są we wskaźnikach oceny R_{A1} i R_{A2} gdzie

$$R_{A1}=R_w+C;\ R_{A2}=R_w+C_{tr}$$

Uzupełnienie podstawowego wskaźnika ważonego R_w dwoma widmowymi wskaźnikami adaptacyjnymi C i C_{tr} ma na celu powiązanie wskaźnikowej oceny izolacyjności akustycznej przegrody ze zmniejszeniem poziomu hałasu (poziomu dźwięku A) przenikającego przez tę przegrodę. Takiego warunku nie spełnia sam wskaźnik ważony R_w (lub wskaźniki ważone innych wielkości izolacyjności akustycznej), bowiem jest on wyznaczany bez uwzględniania widma hałasu oddziałującego na przegrodę.

Dla potrzeb akustyki budowlanej zostały przyjęte w skali międzynarodowej dwa wzorcowe widma hałasu, w stosunku do których dodatkowo ocenia się izolacyjność akustyczną przegrody budowlanej przez wyznaczenie uzupełniających widmowych wskaźników adaptacyjnych, są to:

- *widmo tzw. różowego szumu charakteryzujące się jednakowymi poziomami ciśnienia akustycznego w kolejnych 1/3-oktawowych lub oktawowych pasmach częstotliwości,*
- *widmo charakteryzujące się przewagą niskich częstotliwości.*

Jeżeli w hałasie zewnętrznym dominują źródła przypisane w normie PN EN ISO 717-1:1999 widmowemu wskaźnikowi adaptacyjnemu C_{tr} (np. komunikacja drogowa w mieście, ruch kolejowy o małej prędkości, zakład przemysłowy emitujący hałas z przewagą małych częstotliwości, muzyka dyskotekowa), to wskaźnikiem oceny jest R_{A2}.

Jeżeli w hałasie zewnętrznym dominują źródła przypisane w normie widmowemu wskaźnikowi adaptacyjnemu C (np. ruch drogowy na autostradach i drogach szybkiego ruchu o prędkości V > 80 km/h, ruch kolejowy o dużej prędkości, zakład przemysłowy emitujący hałas z przewagą małych częstotliwości), to do oceny przegrody zewnętrznej należy stosować wskaźnik R_{A1}.

W przypadkach wątpliwych należy przyjmować wskaźnik R_{A2} jako mniej korzystny.

Wykorzystując przy projektowaniu pod względem akustycznym obiektów budowlanych wyniki badań poszczególnych rozwiązań (ścian, dachów) stosuje się poprawkę minus 2 dB pełniącą rolę współczynnika bezpieczeństwa akustycznego (zalecenie normy PN-B-02151-3:1999).

6. Wykorzystane w opracowaniu wskaźniki izolacyjności akustycznej właściwej, stosowane dawniej w Niemczech.

W opracowaniu przedstawione są niektóre wyniki badań pochodzące sprzed wielu lat. W tym czasie do pomiaru izolacyjności akustycznej stosowane były w Niemczech stanowiska badawcze z tzw. przeciętnym bocznym przenoszeniem dźwięku, które wg ówczesnego stanu wiedzy odpowiadały

w przybliżeniu przenoszeniu dźwięku występującemu w masywnych budynkach wielorodzinnych. Przyjmowano wówczas, że to przenoszenie boczne wynosi przeciętnie 2 dB. Izolacyjność akustyczną właściwą określoną na podstawie badań przeprowadzonych na tych stanowiskach określono w Niemczech jako „Bauschalldämmung" i oznaczano symbolem R'. Określenie to nie ma odpowiednika w języku polskim, ale w niniejszym opracowaniu, dla zaznaczenia odrębności tego określenia, podano je jako „izolacyjność akustyczną właściwą (budowlaną)" i odpowiednio „wskaźniki ważone izolacyjności akustycznej właściwej (budowlanej)" R'_w. Zaznaczyć należy , że obecnie parametr R' i R'_w zarezerwowany jest do określenia izolacyjności i ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej przegrody w budynku.

Przed wprowadzeniem wskaźników ważonych R_w normy EN ISO 717-1 stosowano w Niemczech wskaźnik izolacyjności akustyczne właściwej LSM. Relacja między wskaźnikami Rw i LSM, określonymi na podstawie badan laboratoryjnych jest następująca: LSM = R'_w-52 dB.

7. Komentarz do izolacyjności akustycznej płyt warstwowych.

Płyty warstwowe, ze względu na swoją konstrukcję (mała masa okładzin przy rdzeniu o dużej sztywności), są rozwiązaniami, których izolacyjność akustyczna kształtuje się pod wpływem zjawisk rezonansowych. Powoduje, to że w pewnych zakresach częstotliwości (w otoczeniu częstotliwości rezonansowej) izolacyjność akustyczna płyty warstwowej raptownie obniża się. Częstotliwość rezonansowa przemieszcza się w kierunku niskich częstotliwości wraz ze zwiększaniem grubości płyty. Mamy więc do czynienia z przypadkiem, w którym przy takiej samej (lub zbliżonej) wartości wskaźnika ważonego izolacyjności płyt warstwowych, w poszczególnych pasmach częstotliwości mogą być całkowicie różne. Z tego względu, jeżeli zależy nam na izolowaniu hałasu w konkretnym paśmie częstotliwości przy zastosowaniu płyt warstwowych nie można kierować się jedynie wartościami jednoliczbowych wskaźników izolacyjności akustycznej tych płyt.

8. Wyniki badań lekkich konstrukcji ściennych i dachowych przeprowadzone w akredytowanym Laboratorium Akustycznym ITB.

W laboratorium Akustycznym ITB przeprowadzono wiele pomiarów parametrów akustycznych konstrukcji ściennych i dachowych, zarówno z blach trapezowych i kasetowych, jak i z płyt warstwowych. Wskaźniki izolacyjności akustycznej rozwiązań, które mają aprobaty techniczne ITB, zostały zestawione w Instrukcji ITB nr 448/2009. W Instrukcji zamieszczono także, na życzenie producentów - właścicieli wyników badań, dane akustyczne rozwiązań, które nie mają aprobat technicznych. Pełne wyniki badań (charakterystyki R_w funkcji częstotliwości) są w posiadaniu firm, które zamawiały przeprowadzenie badań.

Przypisy polskie oznaczono w opracowaniu indeksem [PP)].

Uzupełnienia do treści oryginalnej zostały oznaczone kursywą.

Wprowadzenie.

Niniejsze opracowanie IFBS zawiera wyniki pomiarów właściwości akustycznych dla 57 konstrukcji. Zbadano ściany kasetowe bez oraz z konstrukcjami dystansowymi, „akustyczne" ściany kasetowe [PP1)], konstrukcje dachowe i ścienne z płyt warstwowych, konstrukcje hybrydowe z blach kasetowych bez oraz z konstrukcjami dystansowymi perforowane i nieperforowane, jak też dachy pojedyncze i podwójne, a także dachy „akustyczne" [PP2)]. W trakcie prowadzonych badań celowo zmieniano parametry konstrukcyjne, aby w ten sposób określić ich wpływ na izolacyjność akustyczną i właściwości dźwiękochłonne lekkich stalowych konstrukcji ściennych i dachowych.

Przeprowadzone w ten sposób analizy ukazują wpływ grubości konstrukcji, ciężaru własnego, rodzaju termoizolacji oraz cech konstrukcyjnych danego typu zabudowy, na wartość ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w oraz na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s.

Projektant otrzymuje w niniejszym opracowaniu zebrane wartości ważonych wskaźników izolacyjności akustycznej właściwej oraz współczynników pochłaniania dźwięku różnych lekkich konstrukcji stalowych. Tym samym publikacja dostarcza informacji przydatnych w sytuacji, gdy należy ocenić, jaki wpływ odniesie zmiana danej konstrukcji na jej parametry akustyczne.

Przedstawione w dalszej części zależności mogą zostać wykorzystane w pracach mających na celu poprawę właściwości akustycznych poszczególnych konstrukcji. Należy jednak zawsze pamiętać, że uzyskane wartości parametrów akustycznych są wynikiem kompleksowego wzajemnego oddziaływania pomiędzy poszczególnymi składowymi elementami konstrukcyjnymi. Przy zmianie kilku parametrów, projektowana konstrukcja może uzyskać nowe właściwości, które mogą odbiegać od przedstawionych tu zależności.

Niniejsze opracowanie dotyczy konstrukcji dachowych i ściennych, jak też konstrukcji hybrydowych, bazujących na płytach warstwowych i blachach kasetowych. Należy przy tym uwzględnić, że omawiane konstrukcje nie są zoptymalizowane pod kątem uzyskania dużych wartości izolacyjności akustycznej, ani też dużego pochłaniania dźwięku. Oprócz przedstawionych w niniejszej publikacji certyfikatów, producenci zrzeszeni w IFBS wystawiają w razie potrzeby dalsze indywidualne certyfikaty.

Różne konstrukcje osiągają wskaźniki ważone izolacyjności akustycznej: dachów do R'_w=55 dB(A), ścian do R'_w=57 dB(A) [PP3)].

[PP1)] Ściany z zastosowaniem blach kasetowych perforowanych

[PP2)] Dachy z zastosowaniem blach perforowanych

[PP3)] Sformułowanie to należy traktować jako bardzo ogólne, bowiem wskaźnika R'_w nie podaje się w dB(A)

1. Podstawy izolacyjności akustycznej i pochłaniania dźwięku[1].

1.1. Informacje ogólne.

Zgodnie z postanowieniami Federalnej Ustawy o Ochronie Przed Immisjami [7] użytkownicy zakładów produkcyjnych lub przemysłowych są zobowiązani do chronienia otoczenia przed szkodliwymi dla środowiska immisjami hałasu. Podczas oceny (prognozy) oddziaływania hałasu planowanych lub istniejących inwestycji należy opierać się na TA Lärm [18]. PP4)

TA Lärm (Techniczna instrukcja ochrony przed hałasem) zawiera definicje stosowanych pojęć z punktu widzenia prawa ochrony przed immisją, m.in. definicje uśrednionego (ocenianego) poziomu ciśnienia akustycznego L_r, ewentualnie poziomu maksymalnego L_{max}, dla charakterystycznego (typowego) trybu pracy zakładu odrębnie w odniesieniu do dnia i nocy [2], zgodnie z obowiązującymi procedurami [3], odnoszącymi się do poszczególnych grup źródeł hałasu (dźwięku). „Techniczna instrukcja ochrony przed hałasem" przedstawia poza tym ogólne zasady sprawdzania obiektów przemysłowych wymagających lub niewymagających zezwolenia. Zawiera dane dotyczące ograniczania wartości uśrednionych, ewentualnie maksymalnych poziomów hałasu przemysłowego, które nie mogą zostać przekroczone w określonych miejscach immisji. Wytyczne te wynikają z postanowień prawa ochrony przed immisją ze względu na obszar oddziaływania na przyległe rodzaje terenów (ze względu na ich użytkowanie). Na ogół rodzaj terenu ustalany jest na planie zabudowy według stopniowania terenów. Urząd wydający zezwolenia, w zależności od całościowej oceny sytuacji, może również podać dopuszczalny poziom hałasu pochodzącego od konkretnej grupy źródeł hałasu, tzn. w zależności od istniejącego już obciążenia hałasem może być przydzielony mniejszy poziom, niż by to wynikało z dopuszczalnej wartości dla danego terenu. Szczegółowe zasady zostały podane w TA Lärm.

W dalszej części omówione zostaną wyżej wspomniane kwestie (projektowanie, modernizacja), które pojawiają się przy stosowaniu obudowy z blach stalowych (dachów i ścian hal, w których występują duże poziomy hałasu), w aspekcie izolacyjności od dźwięków powietrznych, jak też (w razie potrzeby) właściwości dźwiękochłonnych.

Wymogi dotyczące właściwości dźwiękochłonnych ścian przemysłowych wynikają głównie z przepisów dotyczących ochrony pracy [4], patrz [19], [20]. PP5)

1.2. Wymagana izolacyjność akustyczna obudów hal przemysłowych, w których występują duże poziomy hałasu.

Udział immisji generowanej przez zewnętrzne elementy hali oraz sumaryczny poziom immisji oblicza się na podstawie:

- znanych oraz planowanych poziomów mocy akustycznej maszyn i urządzeń zainstalowanych w hali,
- opisów cyklu pracy zakładu (np. czas włączenia poszczególnych maszyn i urządzeń w czasie oceny),
- określonych właściwości akustycznych wnętrza hali,
- czasu wynikającego z potrzeb technologicznych (transport materiału, przewietrzanie), w którym niektóre części obudowy hali są otwarte i w związku z tym przenika przez nie dźwięk bez przeszkód,
- warunków rozprzestrzeniania się dźwięku na drodze między miejscem emisji i immisji (np. zależnych od topografii terenu, kierunkowości źródeł dźwięku, występowania roślinności w terenie, warunków atmosferycznych, ekranujących sąsiednich obiektów budowlanych oraz odległości między poszczególnymi źródłami hałasu a miejscem immisji).

[1] Opr. inż. dypl. D.Hausrad, TÜV Nord System GmbH & Co. KG, Essen.

PP4) Obowiązujący stan w Polsce opisano w pkt. 3 Komentarza do polskiego opracowania.

[2] Np. procedury dopuszczenia, techniczny nadzór budowlany, odbiór końcowy przy uwzględnieniu udzielonego zezwolenia, przypadek zażalenia.

[3] Przykład: Hala przemysłowa wraz z zewnętrznymi źródłami hałasu.

[4] Ograniczenie poziomu hałasu na stanowiskach pracy oraz zmniejszenie poziomu hałasu w hali w miarę oddalania się od źródła hałasu.

PP5) Obowiązujący stan w Polsce opisano w pkt. 4 Komentarza do polskiego opracowania.

Obliczanie rozprzestrzeniania się dźwięku „na zewnątrz" przeprowadza się w nadzorowanej komputerowo siatce punktów (pod kątem dopasowania izolacyjności od dźwięków powietrznych poszczególnych elementów obudowy hali do wymagań, przy uwzględnieniu aspektów ekonomicznych) na podstawie DIN EN 12354-4 [2] oraz DIN ISO 9613-2 [1].

Przy obliczaniu hałasu emitowanego przez elementy zewnętrzne zakłada się, że elementy te są wzbudzane głównie przez dźwięki powietrzne, to znaczy, że maszyny i urządzenia są wyposażone w odpowiednie wibroizolacje, tak aby nie następowało wtórne promieniowanie dźwięku. Wielkościami wyjściowymi dla obliczania rozchodzenia się dźwięku są poziomy mocy akustycznej L_W powierzchni poszczególnych zewnętrznych elementów budowlanych (źródeł dźwięku). Immisję dla poszczególnych źródeł oblicza się – przy obliczeniach w funkcji częstotliwości, zgodnie DIN ISO 9613-2 według wzoru:

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_C - A_{div} - A_{gr} - A_{atm} - A_{bar} - A_T \qquad (1)$$

Objaśnienia wielkości występujących we wzorze (włącznie z nazwami języku angielskim) podano w tabeli 1.

Udział immisji pojedynczego źródła (z uwzględnieniem wiatru)	$L_{fT}(DW)$	(L_s)	downwind
Poprawka uwzględniająca kierunkowość	D_C	(K_0)	
Tłumienie	A	VD)	attenuation
Tłumienie w wyniku geometrycznego rozchodzenia się dźwięku	A_{div}	(D_S)	diversion
Tłumienie przez podłoże	A_{gr}	(D_{BM})	ground
Tłumienie w wyniku pochłaniania dźwięku w powietrzu	A_{atm}	(D_L)	atmosphere
Tłumienie w wyniku ekranowania	A_{bar}	(D_e)	barrier
Poprawka uwzględniająca czas oceny	A_T	(D_T)	time

Tabela 1. Objaśnienia wielkości występujących we wzorze.

Udziały immisji pochodzącej od pojedynczych źródeł obliczane są osobno dla każdego punktu odniesienia (miejsca immisji), a następnie sumowane energetycznie.

Ekranowanie przez przeszkody oraz pochłanianie dźwięku przez powietrze są z zasady zależne od częstotliwości. Pochłanianie dźwięku przez powietrze oblicza się w uproszczeniu dla pasma średnich częstotliwości 500 Hz.

Poziom mocy akustycznej L_W energii wypromieniowanej przez element obudowy o powierzchni S [m²] przy pobudzeniu hałasem wewnętrznym o poziomie L_I (średni poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu w odległości 1-2 m od elementu obudowy) wynosi wg DIN-EN 12354-4 [2]:

$$L_W = L_{p,in} + C_d - R' + 10 \cdot \lg \frac{S}{S_0} \qquad (2)$$

gdzie:

$L_{p,in}$ poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu w odległości 1 do 2 m od elementu obudowy, [dB]

C_d poprawka uwzględniająca rozproszenie wewnętrznego pola akustycznego przy elemencie obudowy, [dB]; C_d = -6 dB dla stosunkowo małych pomieszczeń o prostym kształcie z odbijającą powierzchnią obudowy, Tab. B.1 w [2]

R' Izolacyjność akustyczna właściwa elementu obudowy [PP6)]

S powierzchnia elementu [m²]; S_0 = 1m²

W przypadku, gdy poziom hałasu wewnętrznego został skorygowany zgodnie z krzywą korekcji A [5], [PP7)] we wzorze (2) uwzględnia się, zamiast liniowego poziomu mocy akustycznej L_W, poziom mocy akustycznej L_{WA}, skorygowany zgodnie z krzywą korekcji A.

[PP6)] Wyjaśnienie tego określenia zawarto w pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania.

[5] Ocena zgodnie z krzywą A: patrz DIN EN 61672-1, tabela 2. Ocena widma poziomów ciśnienia akustycznego za pomocą tzw. „krzywej korekcji A" stanowi miarę, dla zależnej od częstotliwości, słuchowej wrażliwości człowieka.

[PP7)] Czyli podany jako poziom dźwięku A.

Znajomość akustycznych właściwości elementów budowlanych obudowy (zależna od częstotliwości charakterystyka izolacyjności akustycznej właściwej R', ewentualnie ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej R'w ściany lub dachu) [PP8)] jest bezwzględnie wymagana, ponieważ jest uwzględniana w wyżej podanej zależności (2) dotyczącej prognozy immisji dźwięku.

Izolacyjność akustyczną określa się na podstawie badań laboratoryjnych wzorca danego rozwiązania, wykonywanych w laboratorium badawczym (stanowisko do badań ścian, lub dachów). Producenci konstrukcji systemów ściennych na ogół dysponują wynikami badań izolacyjności akustycznej swoich wyrobów. Przy niewielkich zmianach rozwiązań systemowych – można, korzystając z doświadczenia badawczego – oszacować wpływ tych zmian na izolacyjność akustyczną danego rozwiązania. W przypadku znaczących zmian konstrukcji oraz nowych konstrukcji zewnętrznych elementów budowlanych z reguły zaleca się nowe badanie wzorca konstrukcji.

1.3. Określanie izolacyjności akustycznej na stanowisku badawczym (badanie wzorca danego rozwiązania konstrukcyjnego).

Przeważająca część podanych w opracowaniu wyników badań wzorców rozwiązań konstrukcyjnych została uzyskana na podstawie pomiarów przeprowadzonych zgodne z krajową normą DIN 52210 część 2 lub 3 [18]. Przeważnie odnosi się do pomiarów na stanowiskach badawczych z typowymi budowlanymi drogami bocznymi, tj. z przenoszeniem bocznym, które występuje w szczególności w budynkach mieszkalnych. Natomiast w przypadku ścian bądź dachów hal przemysłowych, które są wielkopowierzchniowymi zewnętrznymi elementami budowlanymi, nie występuje (abstrahując od możliwych mostków akustycznych spowodowanych niewystarczającą izolacją krawędzi przy okapach, cokołach betonowych itp.) prawie żadne przenoszenie boczne, jak ma to miejsce w budynkach mieszkalnych. Przeważająca liczba wcześniej wykonanych badań wzorów rozwiązań konstrukcyjnych ścian przemysłowych została przeprowadzona na stanowiskach badawczych z „typowymi budowlanymi drogami bocznymi", jednak w przypadku konstrukcji o ważonym wskaźniku izolacyjności akustycznej właściwej R'_w[6] do ok. 45 dB można pominąć wpływ przenoszenia bocznego. Dlatego wartości izolacyjności akustycznej właściwej tzw. „budowlane" [PP9)], zmierzone na takich stanowiskach badawczych, mogą być traktowane i stosowane jako wartości izolacyjności akustycznej właściwej R lub jako ważone wskaźniki izolacyjności akustycznej właściwej R_w.

Po przejściu na normy ISO doszło do następujących zmian:

- Dotychczas stosowany zakres częstotliwości[7] pomiaru i przedstawiania wyników od 100 Hz do 3.150 Hz został, stosownie do potrzeb np. oceny rozprzestrzeniania się hałasu o niskich częstotliwościach (prognostyczna możliwość oceny[8]) [18], p.7.3, rozszerzony w zakresie niskich częstotliwości (poniżej 100 Hz) jak i wysokich częstotliwości powyżej 3150 Hz, patrz zalecenie w [7] p. 6.3.

W celu odpowiedzi na pytania dotyczące możliwości dodatkowej oceny izolacyjności akustycznej przy uwzględnieniu widma hałasu działającego na przegrodę (np.: możliwość oceny właściwości izolacyjnych ściany podczas oddziaływania na nią hałasu ulicznego o znormalizowanym widmie), na podstawie wyników pomiarów przeprowadzonych zgodnie z normą DIN EN ISO 20140-3 [19] oblicza się i również podaje tzw. widmowe wskaźniki adaptacyjne (wartości C), dla zastosowania których nie istnieją jeszcze w Niemczech[9] żadne wymagane wartości. Oznacza to, że wartości wskaźników adapta-

[PP8)] Wyjaśnienie tych określeń zawarto w pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania.

[6] Apostrof przy wielkości R wskazuje, że pomiar był przeprowadzony na stanowisku z typowymi budowlanymi drogami bocznego przenoszenia dźwięku.

[PP9)] Nazwa w dokładnym tłumaczeniu z języka niemieckiego, pojęcie to nie ma odpowiednika w języku polskim; patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania.

[7] Pomiar przeprowadza się w pasmach częstotliwości o szerokości 1/3 oktawy (tzw. pasmo tercjowe).

[8] Wyniki pomiaru w zakresie częstotliwości poniżej 100 Hz mogą być traktowane tylko jako szacunkowe, ponieważ w standardowych laboratoriach badawczych w tym paśmie częstotliwości ledwie uzyskuje się rozkład statystyczny pola akustycznego (spełniający warunki brzegowe określone w normie pomiarowej).

[9] W innych krajach UE wartości te są już po części stosowane.

cyjnych są uzyskiwane bez potrzeby przeprowadzania dodatkowych pomiarów i są dodatkowo umieszczane na kartach wyników badań izolacyjności akustycznej właściwej.

Ocena izolacyjności akustycznej właściwej R, określonej na podstawie badań przeprowadzonych na stanowisku badawczym bez bocznego przenoszenia dźwięku, została opisana w [7] punkt 3.2:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \times lg \frac{S}{A} \text{ [dB]}. \qquad (3)$$

gdzie:

L_1 średni poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu nadawczym, w poszczególnych pasmach częstotliwości,

L_2 średni poziom ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu odbiorczym, w poszczególnych pasmach częstotliwości,

S powierzchnia badanej przegrody w m², która jest równa powierzchni otworu badawczego między dwoma graniczącymi ze sobą pomieszczeniami

A równoważna powierzchnia pochłaniania dźwięku pomieszczenia odbiorczego w m²

$$A = \frac{V}{T}, \qquad (4)$$

gdzie:

V objętość pomieszczenia odbiorczego w m³,

T zależny od częstotliwości czas pogłosu pomieszczenia odbiorczego w sek.

W celu uogólnionej oceny charakterystyki izolacyjności akustycznej właściwej podanej w funkcji częstotliwości, określa się zgodnie z [8] ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej R_W, poprzez porównanie zmierzonej charakterystyki R z normową krzywą odniesienia. Ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej może być, w bardzo dużym uproszczeniu, traktowany jako średnia wartość izolacyjności akustycznej właściwej w rozpatrywanym paśmie częstotliwości.

Na stanowisku badawczym uszczelnienie krawędzi badanego elementu (elementu zewnętrznej obudowy hali przemysłowej) z obrzeżem stanowiska badawczego jest przeprowadzane (z reguły za pomocą trwale plastycznego kitu itp.) w taki sposób, aby wynik pomiaru izolacyjności akustycznej odnosił się wyłącznie do właściwości badanego elementu tzn. ustalana jest największa wartość izolacyjności akustycznej. Ma to o tyle znaczenie, że w przypadku elementów stosowanych np. w budownictwie mieszkaniowym (np. ścian działowych) mamy do czynienia z o wiele mniejszą powierzchnią przegrody, niż w przypadku ścian zewnętrznych obiektów halowych, a wraz z rosnącą powierzchnią przegrody budowlanej maleje wpływ dróg bocznego przenoszenia dźwięku na całkowitą izolacyjność akustyczną przegrody[10]. W związku tym, podczas przeprowadzania prognoz immisji hałasu, całkowity poziom redukcji dźwięku powietrznego, jaki należy uzyskać, zbliża się do wartości izolacyjności akustycznej właściwej przegrody zewnętrznej ustalonej na stanowisku badawczym [PP10)].

Nie ma jeszcze szczegółowych wyników badań, ani wynikających z nich podstaw obliczeniowych, na temat wpływu dodatkowego przenoszenia drogami bocznymi dźwięków powietrznych w przypadku gotowych obiektów, np. przy połączeniach ścian hali z dachem. Dlatego, opierając się na wynikach badań izolacyjności akustycznej przegród przeprowadzonych w warunkach laboratoryjnych, zaleca się aby, w praktycznych zastosowaniach (projekty, prognozy immisji dźwięku), przewidzieć pewną rezerwę bezpieczeństwa (propozycja -2 dB), uwzględniającą wpływ dodatkowego przenoszenia dźwięku drogami bocznymi.

[10] Całkowita izolacyjność akustyczna rzeczywistych obiektów przemysłowych (tu: ściany i dachy przemysłowe) wynika z udziału w całkowitej redukcji dźwięku zarówno izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych jak i strat w izolacji akustycznej wynikających z nieszczelności (np. okolice okapu).

[PP10)] W laboratorium akustycznym.

1.4. Określanie współczynnika pochłaniania dźwięku na stanowisku badawczym (w komorze pogłosowej).

Zależny od częstotliwości współczynnik pochłaniania dźwięku α_s próbki o powierzchni ok. 10 m^2 określa się w laboratorium zgodnie z [4]. Próbkę umieszcza się na podłodze pomieszczenia badawczego (komory pogłosowej) a boki próbki osłania się za pomocą odeskowania (np. fragment ściany ze stalowych blach trapezowych, z wkładką z wełny mineralnej oraz perforowaną kasetą stalową – zwrócony stroną kasetową do pomieszczenia. Współczynnik pochłaniania dźwięku wyznacza się na podstawie pomiarów czasu pogłosu komory pogłosowej przed wprowadzeniem do niej badanej próbki (komory pustej) oraz po umieszczeniu próbki w komorze, przy czym obliczoną zmianę (wzrost) równoważnej powierzchni pochłaniania dźwięku ΔA odnosi się do powierzchni badanego elementu:

$$\alpha_s = \frac{\Delta A}{S}, \qquad (5)$$

gdzie:

$$\Delta A = 55{,}3\ \frac{V}{C}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)\ [\mathrm{m}^2] \qquad (6)$$

gdzie:

V objętość komory pogłosowej w m^3

c prędkość dźwięku w powietrzu
c = 331 + 0,6t [m/s]

t – temperatura powietrza w komorze pogłosowej wyrażona w °C

T_2 czas pogłosu komory ze pogłosowej w s. po umieszczeniu badanej próbki

T_1 czas pogłosu pustej komory pogłosowej w s.

Przy pomiarach w komorze pogłosowej o objętości ok. 200 m^3, z zastosowaniem głośnika jako źródła dźwięku zakłada się, że pole akustyczne jest rozproszone. Fale dźwiękowe padają wtedy na badaną próbkę pod różnymi kątami. Wyniki badań współczynnika pochłaniania dźwięku mogą być wówczas bezpośrednio wykorzystane do obliczeń obniżenia średniego poziomu ciśnienia akustycznego w hałaśliwej hali przemysłowej[11] niezbędnego ze względu na bezpieczeństwo pracy – w wyniku zastosowania do obudowy hali przemysłowej elementów o właściwościach dźwiękochłonnych (w przypadku hal o średniej wysokości - przeważnie tylko dachy, przy wysokich halach również powierzchnie ścian powyżej 2 m ponad podłogą).

Występujące na rynku przemysłowe konstrukcje ścienne i dachowe z pokryciem, blachą perforowaną od strony wnętrza hali i wypełnieniem warstwą materiału dźwiękochłonnego charakteryzują się w szerokim zakresie częstotliwości (100 Hz do 6.300 Hz) średnimi wartościami współczynnika pochłaniania dźwięku.

$$\alpha_s = \textit{ok. 0,6 do 0,9.} \qquad (7)$$

Wartość α_s = 1,0 oznaczałaby, że energia wszystkich fal dźwiękowych, padających na dany element budowlany, zostaje całkowicie pochłonięta.

Wyniki badań współczynnika pochłaniania dźwięku w polu niedyfuzyjnym (badania w rurze Kundt'a) i/lub badania na małych próbkach w małych pomieszczeniach pomiarowych mogą być wykorzystane w pracach nad rozwojem (udoskonalaniem) wyrobu np. przy analizie względnych zmian właściwości dźwiękochłonnych różnych wariantów konstrukcyjnych. Uzyskane w ten sposób wyniki współczynnika pochłaniania dźwięku nie są jednakże porównywalne z wynikami badań w komorze pogłosowej.

1.5. Właściwości charakterystyk izolacyjności akustycznej ścian i dachów z blachą stalową.

1.5.1. Fale giętne / koincydencja.

Izolacyjność akustyczna pojedynczych (jednopowłokowych) ścian lub dachów z profili metalowych zależy głównie, tak jak izolacyjność akustyczna innych pojedynczych elementów budowlanych, od masy powierzchniowej g' [kg/m^2] przegrody i wzrasta wraz z częstotliwością f [Hz]. Odstępstwo od tej prawidłowości (rezonansowe obniżenie izolacyjności akustycznej) ma miejsce

[11] W której regularnie występuje również rozproszone pole akustyczne.

wtedy, gdy element budowlany zostaje pobudzony falą dźwiękową, której długość jest równa długości fali giętnej przegrody. W przypadku ścian z blach stalowych taki efekt koincydencji występuje w charakterystyce izolacyjności akustycznej przeważnie w górnym paśmie rozpatrywanego zakresu częstotliwości. Powyżej częstotliwości (granicznej) koincydencji f_g izolacyjność akustyczna wzrasta ponownie. Częstotliwość koincydencji zależy od momentu bezwładności przekroju poprzecznego I pojedynczej (jednopowłokowej) ściany lub dachu oraz od współczynnika sprężystości wzdłużnej E. Na położenie częstotliwości granicznej f_g mają także wpływ czynniki konstrukcyjne (f_g jest odwrotnie proporcjonalna do sztywności na zginanie[12]). Efekt występowania koincydencji można stwierdzić również (przeważnie jednak wytłumiony) w przypadku konstrukcji wielopowłokowych.

1.5.2. Częstotliwość rezonansowa.

Dachy lub ściany podwójne (dwupowłokowe) mogą być traktowane, w przybliżeniu [13] , jako systemy masa-sprężyna-masa. Takie podwójne konstrukcje budowlane charakteryzują się sprzężonym systemem drganiowym (o częstotliwości rezonansowej f_g [PP11)]. Częstotliwość rezonansowa lub dachów z profili stalowych występuje zwykle w paśmie niskich częstotliwości[14] i prowadzi w tym paśmie częstotliwości do obniżenia izolacyjności akustycznej w porównaniu z konstrukcjami pojedynczymi o analogicznej masie powierzchniowej. Im większa jest masa powierzchniowa pojedynczych elementów składowych konstrukcji podwójnej (powłoki zewnętrznej i wewnętrznej) lub im większa jest odległość między powłokami, tym niższa jest częstotliwość rezonansowa.

1.5.3. Fale stojące.

Przy typowych odległościach między powłokami podwójnych (dwupowłokowych) ścian lub dachów, wynoszących ok. 10 cm do 20 cm, może dochodzić do obniżenia izolacyjności akustycznej o charakterze rezonansowym[23] w paśmie częstotliwości powyżej ok.1000 Hz, zwłaszcza wówczas, gdy przestrzeń między powłokami nie została wypełniona właściwym materiałem tłumiącym[16].

1.5.4. Efekty rezonansu w przypadku ścian i dachów o konstrukcji wielowarstwowej ze ściśle połączonymi warstwami.

Jako typowy przykład takich konstrukcji można uznać wysokiej jakości systemy termoizolacyjne, w których wewnętrzna i zewnętrzna metalowa powłoka są ze sobą połączone (sklejone) na całej powierzchni za pośrednictwem rdzenia ze sztywnej pianki[17], lub płyty tłumiącej z wełny mineralnej, tworząc tzw. płyty warstwowe. W przypadku tych konstrukcji występują szerokopasmowe, uwarunkowane rezonansem, obniżenia izolacyjności. Maksimum obniżenia izolacyjności akustycznej występuje przy częstotliwości ok. 670 Hz (przy grubości badanych elementów równej ok. 150 mm) oraz ok. 1450 Hz (przy grubości badanych elementów równej ok. 40 mm). Porównywalne obniżenia izolacyjności akustycznej występują w przypadku rozwiązań izolacji termicznej fasady, przy których na ściany nakłada się płyty ze sztywnej pianki, pokrywane następnie warstwą tynku.

1.5.5. Dodatkowa masa na dachach wielopowłokowych.

Wielokrotnie stwierdzono, że dzięki umieszczeniu dodatkowej masy[18] na dachach wielopowłokowych można w zakresie niskich częstotliwości zwiększyć izolacyjność akustyczną przekrycia dachowego, podobnie jak w przypadku przekryć pojedynczych (prawo masy). Jednocześnie należy jednak zwrócić uwagę, że zastosowanie dodatkowej masy raczej obniża izolacyjność akustyczną w paśmie wysokich częstotliwości. Można

[12] Sztywność na zginanie B elementu budowlanego zależy od momentu bezwładności powierzchni przekroju poprzecznego oraz współczynnika sprężystości podłużnej:
$B = \sqrt{I \times E}.$

[13] Powłoki połączone są przy tym nie tylko za pomocą warstwy o małej sztywności (powietrze, warstwa materiału izolacyjnego), ale także, za pomocą sztywnych elementów łączących (niezbędne ze względów statycznych elementy budowlane, itp.).

[PP11)] Częstotliwość rezonansową w tłumaczeniu polskim oznaczano symbolem f_0, ponieważ symbol f_g zarezerwowany jest do określania częstotliwości koincydencji, o której jest mowa w p. 1.5.1.

[14] 80 Hz do 125 Hz

[15] Fale stojące, efekt związany z połową długości fali dźwiękowej λ/2.

[16] Przeważnie stosuje się płyty z wełny mineralnej.

[17] Np. pianka poliuretanowa.

[18] Np. gruba na kilka centymetrów warstwa żwiru.

to wyjaśnić w następujący sposób: sztywność dynamiczna[19] warstwy izolacyjnej zmienia się niekorzystnie wskutek umieszczenia nań dodatkowej masy.

1.5.6. Zmniejszanie drgań.

Na izolacyjność akustyczną właściwą wpływają korzystnie zabezpieczenia powodujące zmniejszenie drgań (zwiększenie masy oraz tłumienie fal giętnych), które zwykle umieszczane są na powłoce ściany od strony pomieszczenia (hali).

1.5.7. Izolacja akustyczna podwójnych i wielokrotnych (dwu i wielopowłokowych) konstrukcji ściennych i dachowych.

Z punktu widzenia akustycznego, podwójne (dwupowłokowe) konstrukcje ścienne lub dachowe charakteryzują się, w porównaniu z ciężkimi konstrukcjami pojedynczymi, znacznie większą izolacyjnością akustyczną właściwą w zakresie częstotliwości powyżej częstotliwości rezonansowej (bardziej stroma charakterystyka izolacyjności akustycznej w funkcji częstotliwości). Jest to zaleta, którą wykorzystuje się także w przypadku podwójnych ścian działowych między budynkami. Szczególnie korzystne jest to, że przy lekkich zewnętrznych elementach budowlanych stosowanych w halach, wykonanie fundamentu wymaga mniejszego nakładu finansowego.

Przy projektowaniu modernizacji ścian starych hal przemysłowych podejmuje się przede wszystkim czynności mające na celu wydłużenie żywotności warstwy zewnętrznej ściany wystawionej na działanie czynników atmosferycznych, poprzez ustawienie przed nią dodatkowej osłony z blach trapezowych. Jak wykazały badania, po takim zabiegu nie następuje oczekiwany wzrost izolacyjności. Dochodzi raczej do niewielkiego obniżenia izolacyjności[20].

2. Ocena uzyskanych wyników badań.

2.1. Konstrukcje ścienne - izolacyjność akustyczna.

Zbadano wpływ następujących parametrów na właściwości dźwiękoizolacyjne konstrukcji ściennej:

- grubość izolacji termicznej,
- ciężar własny konstrukcji,
- perforacja,
- rodzaj materiału.

2.1.1. Pojedyncza nieizolowana ściana z blach trapezowych.

Pojedyncza nieizolowana ściana z blach trapezowych o grubości blachy 1 mm oraz masie powierzchniowej równej 11 kg/m^2 osiąga wartość izolacyjności akustycznej równą

$$R'_w = 25 \text{ dB}.$$

Wartość tą przyjęto na podstawie Wytycznych VDI-2571[21].

2.1.2. Ściany kasetowe.

Zbadane ściany kasetowe składają się, o ile nic nie zostało w nich wtórnie zmienione, z kaset blaszanych, które na całej głębokości profilu wypełnione są izolacją z wełny mineralnej o gęstości 55 kg/m^3. Jako pokrycie zewnętrzne służy stalowa blacha trapezowa. Jest ona termicznie oddzielona od żeber kaset za pomocą taśm termoizolacyjnych.

2.1.2.1. Grubość warstwy izolacji.

Zmiana wysokości kaset przy jednoczesnym całkowitym wypełnieniu ich materiałem izolacyjnym skutkuje uzyskaniem niżej wymienionych wartości wskaźników ważonych izolacyjności akustycznej właściwej konstrukcji typu 1, 2a, 3a (patrz pkt. 3.2.):

Grubość warstwy izolacyjnej	R_w [dB]	Konstrukcja
100 mm	40	typ 1
130 mm	43	typ 2a
160 mm	44	typ 3a

Ocena: Zwiększenie wysokości kaset oraz grubości warstwy izolacyjnej nie powoduje stałego

[19] Wynikająca ze sztywności dynamicznej samej warstwy izolacyjnej oraz wskutek lepszego przylegania do siebie sąsiednich warstw w porównaniu z dachem nieobciążonym.
[20] Średnio o ok. 1 – 2 dB.
[21] Czasowo usunięty z VDI.

polepszenia właściwości dźwiękoizolacyjnych. Od określonej grubości konstrukcji wyczerpuje się możliwość zwiększenia tą drogą izolacyjności akustycznej ścian z blach kasetowych. W tym wypadku grubość ta wynosi ok. 130 mm. Dalsze jej zwiększenie do 160 mm powoduje wzrost izolacyjności tylko o 1 dB. Różnica w wartości ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej równa 1 dB nie jest odczuwana przez człowieka, a poza tym znajduje się w granicach błędu pomiarowego.

2.1.2.2. Zwiększenie własnej powierzchniowej masy konstrukcji – gęstość warstwy izolacji termicznej.

Przeprowadzono badania ścian kasetowych z wypełnieniem płytami izolacyjnymi z wełny mineralnej grubości 130 mm o zróżnicowanej gęstości. Badano ścianę kasetową z okładziną z blach trapezowych ułożonych w kierunku pionowym, bez zastosowania konstrukcji dystansowej oraz ścianę z takich samych blach trapezowych z okładziną z blachy falistej ułożonej w kierunku poziomym z zastosowaniem pionowych konstrukcji dystansowych.

Ściana kasetowa z okładziną z blach trapezowych ułożonych w kierunku pionowym:

Gęstość pozorna[PP12)]	R_w [dB]	Konstrukcja
15 kg/m^3	40	typ 2b
55 kg/m^3	43	typ 2a

Ściana kasetowa z okładziną z blachy falistej ułożonej w kierunku poziomym z zastosowaniem pionowych konstrukcji dystansowych.

Gęstość pozorna[PP13)]	R_w [dB]	Konstrukcja
15 kg/m^3	43	typ 7b
55 kg/m^3	42	typ 7a

Ocena:

Badania pokazują, że wartości izolacyjności akustycznej zależą zarówno od gęstości warstwy izolacyjnej z wełny mineralnej, jak i od rodzaju konstrukcji ściany. W każdej z charakterystyk izolacyjności akustycznej przy częstotliwości ok. 1000 Hz daje się zauważyć opisane w rozdziale 1.5 obniżenie izolacyjności w wyniku zjawisk rezonansowych. W przypadku ścian kasetowych bez konstrukcji dystansowej, z rozpatrywanymi warstwami izolacji termicznej o gęstości w przedziale 15 ÷ 55 kg/m^3 można zyskać wzrost izolacyjności akustycznej do 3 dB, zwiększając gęstość warstwy izolacji akustycznej przy jednoczesnym zachowaniu tej samej grubości warstwy. Owo polepszenie uwidacznia się w przebiegu charakterystyki izolacyjności akustycznej w postaci wyraźnego wzrostu wartości R począwszy od częstotliwości ok. 250 Hz. Natomiast w przypadku ściany kasetowej z konstrukcją dystansową otrzymuje się lepszą wartość R_w również stosując lżejsze materiały izolacyjne. W przypadku ścian kasetowych z elementami dystansowymi otrzymano identyczne wyniki pomiarów przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o obydwu rozpatrywanych gęstościach (bardziej dokładna analiza wyników pomiaru wykazuje, że przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o większej gęstości uzyskano wskaźnik izolacyjności akustycznej ściany równy 42 dB, a przy zastosowaniu materiału izolacyjnego o mniejszej gęstości uzyskano nieco lepszą izolacyjność równą 43 dB – wyniki pomiaru leżą jednak w granicy błędu pomiarowego).

2.1.2.3. Zwiększenie powierzchniowej masy konstrukcji – dodatkowa warstwa blachy.

Poprzez zastosowanie dodatkowej płaskiej blachy pomiędzy kasetą oraz stalowymi blachami trapezowymi, można podwyższyć masę powierzchniową konstrukcji. W badanej konstrukcji oddzielono akustycznie dodatkową blachę od stalowych blach trapezowych za pomocą taśm uszczelniających. Badano ścianę z blach kasetowych o głębokości 160 mm (typ 3a) oraz wariant rozwiązania ściany z blachą płaską o grubości 0,88 mm (typ 3b).

Ciężar własny konstrukcji	R_w [dB]	Konstrukcja
26,3 kg/m^2	44	typ 3a
36,6 kg/m^2	45	typ 3b

Ocena:

[PP12)] Dotyczy wełny mineralnej.

[PP13)] Dotyczy wełny mineralnej.

Zwiększenie ciężaru własnego konstrukcji [PP14] poprawia właściwości dźwiękoizolacyjne w zakresie niskich częstotliwości do ok. 200 Hz. Jednak dla wyższych zakresów częstotliwości właściwości izolacyjne są gorsze. Zjawiska rezonansowe uniemożliwiają znaczną poprawę wartości wskaźnika R_w (patrz też rozdział 1.5). Przykład ten pokazuje, że zwiększenie ciężaru właściwego (masy powierzchniowej) konstrukcji nie musi koniecznie prowadzić do wyraźnej poprawy izolacyjności akustycznej danego rozwiązania.

2.1.2.4. Wpływ rodzaju materiału.

Obok wcześniej omówionych konstrukcji dodatkowo zbadano ścianę z blach kasetowych z zamocowanymi na pionowej konstrukcji dystansowej blachami falistymi z różnych materiałów (ułożenie blach falistych – poziome).

Badano konstrukcje z blachami falistymi stalowymi i aluminiowymi, w każdym wypadku z wypełnieniem termoizolacyjnym z wełny mineralnej o dwóch różnych gęstościach.

Blacha falista	Gęstość pozorna wełny mineralnej	R_w [dB]	ΔR_w [dB]	Konstrukcja
stal	55 kg/m^3	42		typ 7a
aluminium	55 kg/m^3	39	3	typ 8a
stal	15 kg/m^3	43		typ 7b
aluminium	15 kg/m^3	39	4	typ 8b

Ocena:

Jak już wspomniano wcześniej, badania pokazują, że gęstość materiału izolacyjnego nie ma żadnego wpływu na izolacyjność akustyczną ściany. Za to istotny jest wpływ rodzaju materiału, z którego jest wykonana blacha falista. Przy zastosowaniu blachy stalowej można uzyskać izolacyjność akustyczną większą o 3 - 4 dB niż w przypadku identycznej konstrukcji, ale z zastosowaniem blachy aluminiowej. W związku z tym, że skala poziomu ciśnienia akustycznego jest skalą logarytmiczną, zwiększenie izolacyjności akustycznej o 3 dB oznacza zmniejszenie o połowę głośności odczuwanej po drugiej stronie ściany.

[PP14] Dotyczy masy powierzchniowej w kg/m^2.

2.1.3. Akustyczne ściany kasetowe[PP15].

W akustycznych ścianach kasetowych, z powodu zastosowania perforacji blach kasetowych, trzeba zapewnić szczelność ścian poprzez zastosowanie warstwy paroizolacji. Ta warstwa paroizolacji była zastosowana między płytą dźwiękochłonną a warstwą izolacji termicznej we wszystkich badanych typach ścian, za wyjątkiem ściany typu 5c. Paroizolację stosuje się wewnątrz kasety i mocuje do jej żeber. Dzięki temu zapobiega się łączeniu przez paroizolację ciepłej strefy wewnętrznej z zimną strefą zewnętrzną, co mogłoby prowadzić do problemów z zakresu fizyki budowli. Należy zwrócić uwagę, aby styk warstwy paroizolacji z kasetą był wykonany prawidłowo zarówno w pionie jak i poziomie.

2.1.3.1. Wpływ stopnia perforacji na izolacyjność akustyczną.

Zmiana wysokości kaset przy jednoczesnym zastosowaniu izolacji termicznej na pełną wysokość kasety (w każdym przypadku za pomocą płyty o grubości 30 mm z wełny mineralnej laminowanej włókniną szklaną, położonej za perforacją) skutkuje uzyskaniem podanych poniżej wartości ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej, zarówno dla małego - 14%, jak też dużego - 28% stopnia perforacji powierzchni kaset. W porównaniu z blachami nieperforowanymi, zwiększono grubość blach kaset akustycznych z 0,75 mm do 0,88 mm. Tak niewielkie zwiększenie ciężaru własnego nie ma jednak żadnego wpływu na akustyczne właściwości konstrukcji.

Grubość całkowita warstwy izolacyjnej	Stopień perforacji	R_w [dB]	ΔR_w [dB]	Konstrukcja
100 mm	nieperforowana	40		Typ 1
	14%	35	5	Typ 4a
130mm	nieperforowana	43		Typ 2a
	28%	36	7	Typ 5b
160 mm	nieperforowana	44		Typ 3a
	14%	39	5	Typ 6a

Ocena:

Zastosowanie perforacji blachy kasetowej

[PP15] Nazwą tą określono ściany z zastosowaniem kaset perforowanych.

o gęstości 14% powoduje obniżenie ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej o ok. 5 dB w porównaniu kasetą nieperforowaną. Zastosowanie perforacji o gęstości 28% prowadzi do obniżenia ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w o ok. 7 dB. Zwiększenie wskaźnika ważonego izolacyjności akustycznej właściwej R_w w zależności od grubości warstwy materiału izolacyjnego jest podobne jak w przypadku blach nieperforowanych. Zwiększenie grubości ze 100 mm do 160 mm w obu przypadkach przynosi zwiększenie wskaźnika ważonego izolacyjności akustycznej o 4 dB.

2.1.3.2. Zwiększenie ciężaru własnego konstrukcji – gęstość warstwy izolacji termicznej.

Przeprowadzono badania ścian kasetowych z płytami z wełny mineralnej grubości 100 mm oraz dodatkowymi płytami akustycznymi grubości 30 mm o różnym ciężarze objętościowym, laminowanymi włókniną szklaną.

Ściana z blachy kasetowej, perforowanej, perforacja - 28%:

Gęstość pozorna płyty akustycznej	Gęstość pozorna wełny mineralnej	R_w [dB]	Konstrukcja
20 kg/m^3	15 kg/m^3	34	typ 5d
50 kg/m^3	55 kg/m^3	36	typ 5b

Ocena:

Badania wykazały, że – tak jak w przypadku kasety nieperforowanej – zwiększenie wartości R_w możliwe jest poprzez zwiększenie gęstości materiału izolacyjnego przy zachowaniu takiej samej grubości warstwy. W tym przypadku odnotowuje się wzrost wskaźnika R_w o 2 dB. Poprawa ta uwidacznia się, podobnie jak przy nieperforowanych kasetach, w przebiegu zmierzonych charakterystyk izolacyjności akustycznej w postaci wyraźnego zwiększenia izolacyjności, począwszy od częstotliwości ok. 250 Hz.

2.1.4. Konstrukcje hybrydowe – izolacyjność akustyczna.

W odniesieniu do klasycznej konstrukcji ściany z blach kasetowych, przeprowadzono badania prototypu konstrukcji hybrydowej. W badanym przykładzie usztywniająca blacha trapezowa została zastąpiona płytą warstwową, przy czym badania przeprowadzono przy wypełnieniu i bez wypełnienia przestrzeni między blachą kasetową a płytą warstwową. Przestrzeń wewnętrzna była wypełniona warstwą wełny mineralnej lub pozostawała pusta.

Rozwiązanie takie stosuje się w przypadku modernizacji obiektów, gdy należy spełnić wymagania zarówno w stosunku do izolacji akustycznej, jak i izolacji termicznej. Istnienie raportu badawczego wzorcowego rozwiązania nie zwalnia od konieczności przeanalizowania konstrukcji w zakresie statyki i fizyki budowli przy projektowaniu, badaniu i formułowaniu zaleceń.

Podczas badania konstrukcji prototypowej przyjęto następujące założenia:

- blacha kasetowa jest wypełniona całkowicie warstwą termoizolacyjną z wełny mineralnej o gęstości wynoszącej przynajmniej 50 kg/m^3
- przy mocowaniu elementów płyt warstwowych, względnie dystansowej konstrukcji wewnętrznej, nie można przekraczać podanej w raporcie badawczym maksymalnej odległości zamocowania od blachy kasetowej
- stosować można wyłącznie łączniki i elementy mocujące dopuszczone do zastosowania w lekkich konstrukcjach stalowych[22].

2.1.4.1. Wpływ materiału rdzenia płyt warstwowych na ich izolacyjność akustyczną.

Badana konstrukcja składała się ze stalowej blachy kasetowej o wysokości 130 mm z bezpośrednio zamocowanymi do niej stalowymi płytami warstwowymi z rdzeniem z pianki poliuretanowej oraz wełny mineralnej.

Grubość elementu	Rdzeń	R_w [dB]	ΔR_w [dB]	Konstrukcja
80 mm	PU	46	-1	Typ 09-1
	MW	47		Typ 09-2

Ocena:

[22] Obecnie obowiązuje wersja Z-14.1-4 „Verbindungselemente zur Verbundung von Bauteilen im Metallbau" (Łączniki do łączenia elementów budowlanych z metalu) oraz Z-14.-4-407 „Verbindungselemente zur Verwendung bei Konstruktionen mit Sandwichelementen" (Łączniki do stosowania w konstrukcjach warstwowych).

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że przy takich względnie niewielkich grubościach płyt warstwowych, wpływ materiału tworzącego rdzeń oraz wiążący się z tym wzrost ciężaru płyty warstwowej nie powodują istotnej poprawy izolacyjności akustycznej. Generalnie wiąże się to ze sztywnością zewnętrznej powłoki z płyt warstwowych.

2.1.4.2. Wpływ mocowania płyt warstwowych na izolacyjność akustyczną.

Badano konstrukcje ścian w których zmieniano sposób mocowania płyt warstwowych do blach kasetowych.

Uzyskano poniższe wyniki badań ścian przy zamocowaniu płyt warstwowych na konstrukcji pośredniej dystansowej o grubości 40 mm. Poniższe wyniki uzyskano z analizy elementu płyty warstwowej zamontowanej na konstrukcji wewnętrznej o wysokości 40 mm. Przestrzeń wewnętrzna utworzona przez zastosowanie konstrukcji dystansowej wypełniona była wełną mineralną o gęstości 50 kg/m^2. Rdzeń wypełniony był termoizolacją z wełny mineralnej o ciężarze objętościowym wynoszącym przynajmniej 50 kg/m^3.

Grubość elementu	Materiał rdzenia	R_w [dB]	Konstrukcja
80 mm	PU	50	Typ 09-4
	MW	51	Typ 09-3

Ocena:

Wyniki wskazują, że zastosowanie dodatkowej konstrukcji dystansowej prowadzi do poprawy izolacyjności akustycznej o 4 dB. Wpływ materiału z jakiego był wykonany rdzeń płyty warstwowej wyniósł, w przypadku badanych wzorców ściany 1 dB. Poprawa pod względem akustycznym zmienionej konfiguracji ściany o 4 dB wynika z jednej strony ze zmiany jej sztywności, a z drugiej strony ze zwiększonego ciężaru całej konstrukcji.

2.1.4.3. Wpływ zastosowania warstwy izolacyjnej w przestrzeni utworzonej przez mocującą konstrukcję dystansową na parametry izolacyjności akustycznej.

Jako poziom odniesienia zbadano konstrukcję ściany z płytą warstwową z rdzeniem poliuretanowym, bez wypełnienia przestrzeni utworzonej przez mocującą konstrukcję dystansową.

Grubość elementu	Materiał rdzenia	R_w [dB]	Konstrukcja
80 mm	PU	48	Typ 09-5

Ocena:

Wyniki badań wskazują, że rezygnacja z wypełnienia wełną mineralną przestrzeni utworzonej przez mocującą konstrukcję dystansową prowadzi do obniżenia izolacyjności akustycznej o 2 dB, co jest wynikiem zmniejszenia całkowitej masy konstrukcji.

Zmiana sztywności konstrukcji wynikająca z zastosowania dystansowej wewnętrznej konstrukcji mocującej skutkuje poprawą izolacyjności akustycznej o 2 dB w porównaniu z rozwiązaniem polegającym na bezpośrednim mocowaniu płyt warstwowych.

2.1.4.4. Wpływ na izolacyjność akustyczną zastosowania perforowanych blach kasetowych:

Przez zastosowanie perforowanych blach kasetowych można poprawić akustykę wnętrz.

Perforowane blachy kasetowe zostały całkowicie wypełnione pojedynczą warstwą wełny mineralnej. Płyty warstwowe zostały przymocowane do wewnętrznej konstrukcji dystansowej. Przestrzeń utworzona przez konstrukcję dystansową była wypełniona wełną mineralną o gęstości wynoszącej przynajmniej 50 kg/m^3 lub pozostawała pusta.

Funkcję bariery paroszczelnej przejmuje w tym przypadku znajdująca się wewnątrz okładzina zewnętrzna płyty warstwowej.

Grubość elementu	Rdzeń	Ocieplenie wew.	R_w [dB]	Konstrukcja
120 mm	MW		41	Typ 10-3
	MW	40 mm	45	Typ 10-4
240 mm	MW		47	Typ 10-5
	MW	40 mm	50	Typ 10-6

Ocena:

Wyniki badań wskazują, że w przypadku ściany

z blachy kasetowej perforowanej z konstrukcją dystansową z wypełnieniem przestrzeni wewnętrznej wełną mineralną lub bez wypełnienia uzyskuje się izolacyjność akustyczną pomiędzy 41, a 50 dB, przy jednoczesnym pochłanianiu dźwięku przez wypełnienie izolacyjne blachy kasetowej.

W porównaniu do klasycznej konstrukcji z powłoką zewnętrzną z blachy trapezowej, dostrzec można polepszenie izolacyjności akustycznej na poziome do 10 dB, przy takiej samej geometrii konstrukcji nośnej. (Patrz rozdział 3.1.1 typ 4a).

2.2. Konstrukcje ścienne – pochłanianie dźwięku.

2.2.1. Ściany kasetowe.

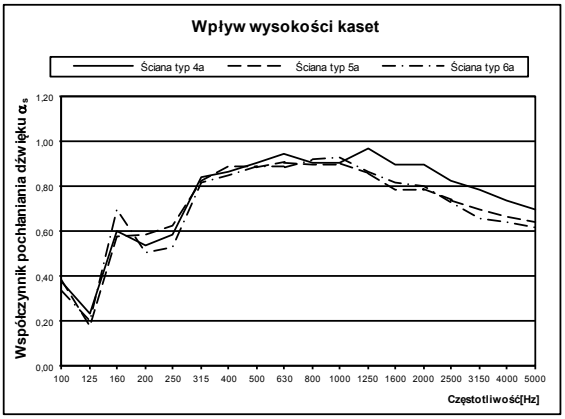
Pochłanianie dźwięku przez normalne ściany kasetowe bez perforacji jest bardzo niewielkie. Współczynnik pochłaniania dźwięku waha się w granicach od 0 do 0,3, zgodnie z badaniem ściany typu 2b.

W celu poprawy właściwości dźwiękochłonnych zaleca się stosowanie kaset perforowanych. Przeprowadzono badania kaset o maksymalnej i minimalnej gęstości perforacji, aby jak najlepiej określić wpływ tego parametru. Zbadano poniższe czynniki mogące mieć wpływ na właściwości dźwiękochłonne:

- wysokość kaset,
- stopień perforacji: 14% oraz 28%,
- ciężar własny warstwy izolacyjnej,
- położenie paroizolacji

2.2.1.1. Wysokość kaset.

Wyznaczono charakterystyki współczynnika pochłaniania dźwięku kaset perforowanych o stopniu perforacji 14%, o wysokości profilu 100 mm, 130 mm oraz 160 mm (typ 4a, 5a i 6a).



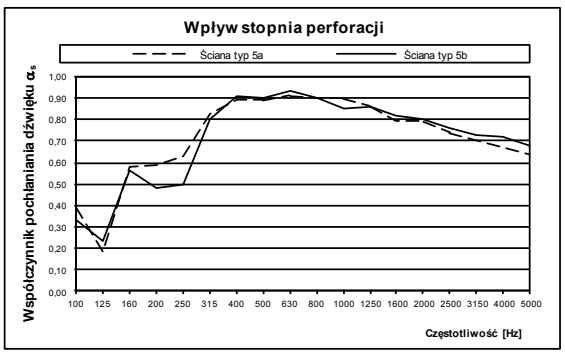
Rys. 1: Wpływ wysokości kasety na pogłosowy współczynnik pochłaniania dźwięku α_s ścian kasetowych.

Ocena:

Charakterystyki pogłosowego współczynnika pochłaniania mają bardzo podobny przebieg. Niewielkie różnice występują jedynie w zakresach częstotliwości poniżej 250 Hz oraz powyżej 1000 Hz. Od 1000 Hz uzyskuje się zwiększenie pogłosowego współczynnika pochłaniania $\Delta\alpha_s$ o 0,1.

2.2.1.2. Stopień perforacji.

Zbadano kasety o wysokości 130 mm o perforacji równej 14% (typ ściany 5a) oraz 28% (typ ściany 5b).



Rys. 2: Wpływ stopnia perforacji profili akustycznych na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s ścian kasetowych.

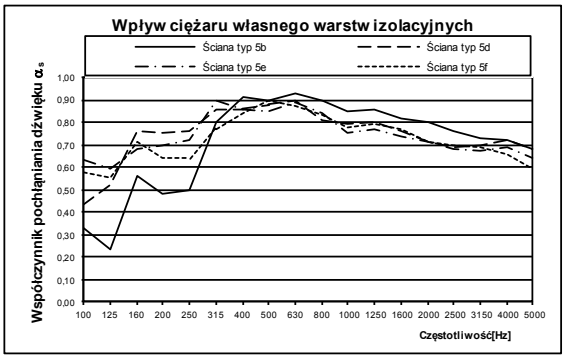
Ocena:

Dostępny na rynku stopień perforacji ścian kasetowych równy 14% oraz 28% nie ma żadnego

istotnego wpływu na właściwości dźwiękochłonne ściany. Przeprowadzone badania wykazały, że większy stopień perforacji powoduje zwiększenie wartości współczynnika pochłaniania o ok. 0,2, ale dopiero powyżej częstotliwości 500 Hz.

2.2.1.3. Ciężar własny warstwy izolacji.

Zbadano ściany kasetowe o wysokości kaset równej 130 mm oraz perforacji wynoszącej 28%. Badany był wpływ ciężaru własnego warstwy izolacji. W tym celu porównano konstrukcje z warstwą izolacyjną o dużej oraz małej gęstości (100 mm o ρ=55 kg/m^3 / 15 kg/m^3 oraz płytą akustyczną 30 mm o ρ=50 kg/m^3 / 20 kg/m^3) (typ 5b, 5d). Poza tym badano, czy dla właściwości dźwiękochłonnych ma znaczenie łączny ciężar warstw izolacyjnych (patrz typ ściany 5b – ciężka izolacja, 5d – lekka izolacja), czy ciężar głównej warstwy izolacyjnej ściany (100 mm o ρ=15kg/m^3, przy płycie dźwiękochłonnej o ρ=50kg/m^3 – typ 5e), czy tylko ciężar płyty dźwiękochłonnej (termoizolacja 100 mm o ρ=55kg/m^3, płyta dźwiękochłonna o ρ=20 kg/m^3 – typ 5f).



Rys. 3: Wpływ ciężaru własnego izolacji na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s ścian kasetowych.

Ocena:

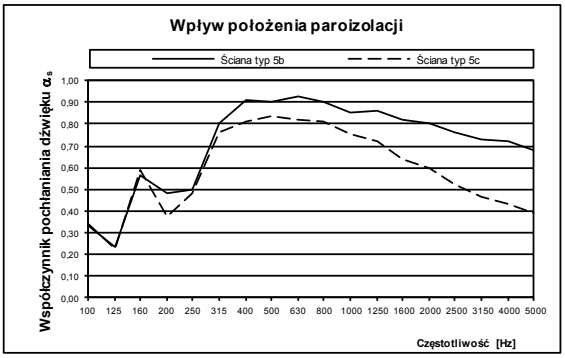
W zakresie częstotliwości do 300 Hz można uzyskać znaczne zwiększenie współczynnika pochłaniania dźwięku, stosując lżejszą warstwę izolacyjną. Można osiągnąć wzrost współczynnika pochłaniana $\Delta\alpha_s$ równy 0,25.

Przebiegi charakterystyk współczynnika pochłaniania w funkcji częstotliwości pokazują, że już tylko mniejszy ciężar objętościowy (gęstość) płyty dźwiękochłonnej powoduje wyraźne zwiększenie α_s w zakresie niskich częstotliwości do 150 Hz (typ 5f). Podobne pochłanianie dźwięku można, według wyników badania, uzyskać również przy zastosowaniu warstwy dźwiękoizolacyjnej o małej gęstości o grubości 100 mm, jednak ze stratami właściwości dźwiękochłonnych w przedziale niskich częstotliwości (typ 5e).

W przypadku akustycznej[PP16)] ściany kasetowej należy, w zależności od uwarunkowań konstrukcji, wypośrodkować pomiędzy wymaganiami izolacyjności akustycznej oraz pochłaniania dźwięku. Duży ciężar objętościowy warstwy izolacyjnej pozytywnie wpływa na właściwości dźwiękoizolacyjne, a w różny sposób, zależnie od zakresu częstotliwości, na właściwości dźwiękochłonne.

2.2.1.4. Usytuowanie paroizolacji.

Dodatkowo zbadano konstrukcję ścienną z warstwą paraizolacji zastosowaną bezpośrednio za perforacją kaset (typ 5c). W pozostałych konstrukcjach ściennych warstwa paroizolacji znajdowała się pomiędzy warstwą dźwiękochłonną a warstwą izolacyjną.



Rys. 4: Wpływ usytuowania warstwy paroizolacji na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s ścian kasetowych.

Ocena:

Przebieg charakterystyki współczynnika pochłaniania dźwięku pokazuje, że w przypadku umieszczenia warstwy paroizolacji bezpośrednio za perforacją następuje pogorszenie właściwości dźwiękochłonnych począwszy od częstotliwości ok. 300 Hz o $\Delta\alpha_s$ równe ok. 0,1 do 0,3. Takie usytuowanie paroizolacji jest niewłaściwe z punk-

[PP16)] tj z zastosowaniem kaset perforowanych

tu widzenia akustycznego. Złe umieszczenie warstwy paroizolacji może uniemożliwić uzyskanie żądanych właściwości akustycznych.

2.2.2. Konstrukcje hybrydowe – właściwości dźwiękochłonne.

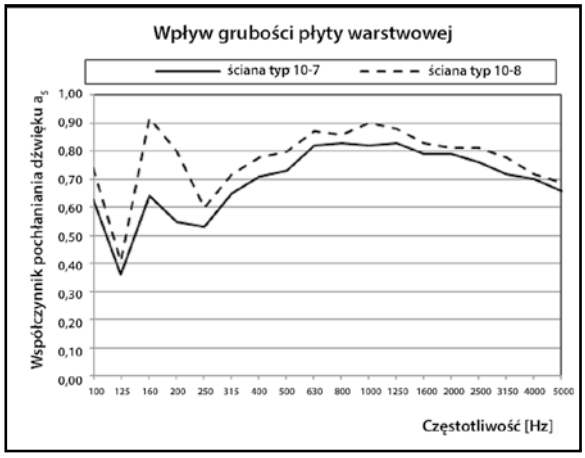
Podczas badania właściwości dźwiękochłonnych wzięto pod uwagę następujące elementy:

- perforowana kaseta stalowa, stopień perforacji 17,9 %,
- warstwa izolacyjna w przestrzeni wewnętrznej powstałej w wyniku zastosowania konstrukcji dystansowej,
- płyty warstwowe z rdzeniem z wełny mineralnej o grubości 120 oraz 240 mm.

2.2.2.1. Wpływ grubości płyty warstwowej.

Konstrukcja hybrydowa ma następującą budowę: blacha kasetowa 600/100/0,88 mm, stopień perforacji 17,9%, całkowite wypełnienie blachy kasetowej, profil dystansowy 60/40/60 mm z izolacją z wełny mineralnej o grubości 40 mm, jako okładzina - płyty warstwowe z rdzeniem z wełny mineralnej o grubości 120 mm lub 240 mm.

Badano wpływ grubości płyty warstwowej na pochłanianie dźwięku.



Rys. 5: Wpływ grubości płyty warstwowej na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s konstrukcji hybrydowych.

Ocena:

Wyniki pomiarów ściany typu 10-7 wykazują jednorodny przebieg charakterystyki pochłaniania dźwięku. W wyniku większej masy własnej oraz wynikającej z tego zmienionej częstotliwości rezonansowej ścian typ 10-8 osiąga większe wartości pochłaniania dźwięku w całym paśmie częstotliwości.

Wzrost pochłaniania dźwięku w konsekwencji podwojenia grubości płyty warstwowej można oszacować na około 10%.

W porównaniu z typowymi konstrukcjami z blach kasetowych osiągane są wyraźnie większe wartości pochłaniania dźwięku, w szczególności w paśmie niskich częstości.

2.3. Konstrukcje dachowe - izolacyjność akustyczna.

Zbadano wpływ następujących parametrów na izolacyjność akustyczną konstrukcji dachowej:

- rodzaj izolacji termicznej,
- gęstość pozorna izolacji termicznej,
- geometria profilu,
- perforacja.

2.3.1. Pojedyncze nieizolowane dachowe blachy trapezowe.

Dach z blachy trapezowej o grubości 1 mm i masie powierzchniowej 11 kg/m² osiąga wartość wskaźnika ważonego izolacyjności akustycznej właściwej.

$$R'_{w}{}^{PP17)} = 25 \text{ dB}.$$

Wartość tę przyjęto na podstawie Wytycznych VDI 2571[23].

Blacha trapezowa o wysokości 135 mm i grubości 0,88 mm i masie powierzchniowej wynoszącej około 11,4 kg/m² charakteryzuje się wskaźnikiem ważonym izolacyjności akustycznej właściwej R_w= 21 dB (patrz konstrukcja F1).

PP17) Wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania.

23 Czasowo usunięty z VDI.

2.3.2. Pojedynczy dach z blachy trapezowej z izolacją termiczną na górnej powierzchni.

Badane konstrukcje dachowe składały się każdorazowo, o ile nic nie zostało potem zmienione, z nośnych stalowych blach trapezowych i z nałożonych nań: folii paroizolacyjnej, warstwy izolacji termicznej o grubości 120 mm oraz folii PVC o grubości 1,5 mm, stanowiącej izolację wodochronną.

2.3.2.1. Rodzaj warstwy izolacji termicznej.

Przy różnych wysokościach nośnych blach trapezowych stosowano zarówno izolację z wełny mineralnej o gęstości 140 kg/m^3 (typ 1M, 2M), jak również izolację ze styropianu o gęstości 20 kg/m^3, PS 20 SE (typ 1P, 2P, patrz pkt 3.2.). Typ 1 oraz Typ 2 różnią się między sobą wysokością zastosowanych blach trapezowych:

Warstwa izolacji	R_w [dB]	Konstrukcja
wełna mineralna	37	typ 1M
styropian	31	typ 1P
wełna mineralna	39	typ 2M
styropian	34	typ 2P

Ocena:

Uwzględniając przyjęte w badaniach gęstości materiałów izolacyjnych, zastosowanie wełny mineralnej jako materiału izolacyjnego (typ 5e) powoduje większą o 5 - 6 dB izolacyjność akustyczną niż w przypadku zastosowania styropianu.

Oznacza to, że stosując izolację z wełny mineralnej, można przy takiej samej konstrukcji zredukować o jedną czwartą poziom głośności po stronie przeciwległej w stosunku usytuowania źródła dźwięku.

2.3.2.2. Wysokość profilu.

Przedstawione wyżej wyniki badań odnoszą się do pomiarów przeprowadzanych na profilach blach trapezowych o wysokości 100 mm (typ 1) oraz 135 mm (typ 2). Dodatkowo przeprowadzono pomiar izolacyjności akustycznej blachy trapezowej o wysokości 160 mm z izolacją z wełny mineralnej (typ 3M).

Wysokość profilu	Warstwa izolacyjna	R_w [dB]	Konstrukcja
100 mm	wełna mineralna	37	typ 1M
135 mm	wełna mineralna	39	typ 2M
160 mm	wełna mineralna	39	typ 3M
100 mm	styropian	31	typ 1P
135 mm	styropian	34	typ 2P

Ocena:

Zwiększenie wysokości profilu blachy trapezowej ze 100 mm do 135 mm skutkuje, niezależnie od zastosowanego materiału izolacyjnego, zwiększeniem ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w o ok. 3 dB. Dalsze zwiększanie wysokości profilu nie ma większego wpływu na właściwości dźwiękoizolacyjne.

2.3.3. Pojedyncze przekrycie dachowe z akustycznych stalowych blach trapezowych z izolacją termiczną na górnej powierzchni.

Po modyfikacji konstrukcji dachowej typu 2 z blach trapezowych o wysokości równej 135 mm przeprowadzono badania rozwiązań dachów z akustycznych blach trapezowych[PP18)] oraz z różnymi rodzajami izolacji termicznej. W blachach tych są perforowane boczne powierzchnie profili trapezowych. Perforacja ta, ze względu na właściwości dźwiękochłonne, wyłożona jest z tyłu welonem szklanym. Zbadano blachy trapezowe o typowym, występującym na rynku, minimalnym oraz maksymalnym stopniu perforacji, wynoszącym odpowiednio 14% oraz 19%.

2.3.3.1. Wpływ stopnia perforacji na izolacyjność akustyczną.

Stopień perforacji	R_w [dB]	ΔR_w [dB]	Konstrukcja	Materiał izolacxyjny
nieperfo-rowana	39		typ 2M	wełna mineralna
14%	36	3	typ 5M	wełna mineralna
19%	37	2	typ 4M	wełna mineralna
nieperfo-rowana	34		typ 2P	styropian
14%	28	6	typ 5P	styropian
19%	28	6	typ 4P	styropian

[PP18)] Pojęcie „akustyczne blachy trapezowe" odnosi się do blach perforowanych.

Ocena:

Perforacja prowadzi, tak jak w konstrukcjach ściennych, do pogorszenia izolacyjności akustycznej. Dodatkowo można stwierdzić zależność właściwości dźwiękoizolacyjnych od rodzaju zastosowanego materiału izolacyjnego. W przypadku zastosowania izolacji z wełny mineralnej perforacja powoduje obniżenie wskaźnika izolacyjności akustycznej R_w o 2 - 3 dB, a przy zastosowaniu styropianu – o 6 dB. W tym przypadku jeszcze niezaabsorbowany dźwięk przenikający przez perforację i warstwę dźwiękochłonną jest lepiej izolowany przez warstwę wełny mineralnej niż przez warstwę styropianu. Przy badanych rodzajach perforacji nie zanotowano wpływu stopnia perforacji.

2.3.3.2. Rodzaj izolacji termicznej.

Stosowano zarówno izolację z wełny mineralnej o gęstości ρ = 140 kg/m^3 (typ 4M, 5M), jak też izolację ze styropianu o gęstości ρ= 20 kg/m^3, PS 20 SE (typ 4P, 5P, patrz rozdział 3.2). Typy 4 i 5 różnią się stopniem perforacji:

Warstwa izolacji	R_w [dB]	Konstrukcja
wełna mineralna	37	typ 4M
styropian	28	typ 4P
wełna mineralne	36	typ 5M
styropian	28	typ 5P

Ocena:

Biorąc pod uwagę uwzględniane w badaniach gęstości, wybór wełny mineralnej jako materiału izolacyjnego skutkuje większą o 8 – 9 dB wartością ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej niż w przypadku zastosowania styropianu. Oznacza to, że akustyczne konstrukcje dachowe[PP19)] są jeszcze bardziej czułe na rodzaj materiału izolacyjnego niż konstrukcje nieperforowane, przy których różnica między izolacyjnością akustyczną rozwiązania dachu z izolacją termiczną z wełny mineralnej i styropianu wynosiła 5 – 6 dB (patrz też rozdział 3.3.2.1).

2.3.3.3. Wpływ paroizolacji.

We wszystkich wcześniej opisanych badaniach dachów, jako warstwę paroizolacji stosowano folię polietylenową o grubości 0,25 mm. W konstrukcji dachowej typu 6M, warstwę folii polietylenowej zastąpiono zgrzewaną papą bitumiczną (G200 S4 AI 01). Na tym typie rozwiązania przeprowadzono zarówno pomiar izolacyjności akustycznej, jak i właściwości dźwiękochłonnych. Pozostałe parametry konstrukcji były identyczne.

Paroizolacja	R_w	Konstrukcja
folia polietylenowa	37 dB	typ 4M
G200 S4 AI 01	41 dB	typ 6M

Ocena:

Izolacyjność akustyczną konstrukcji dachowej można wyraźnie poprawić już poprzez samo zastosowanie zgrzewanych pap bitumicznych oraz wynikające stąd zwiększenie masy. W takim przypadku można znacząco zwiększyć izolacyjność akustyczną konstrukcji dachowej[PP20)].

W tym przypadku ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej R_w wzrósł o 4 dB.

2.3.4. Podwójny niewentylowany dach z blachy trapezowej z izolacją termiczną.

Badane konstrukcje składały się odpowiednio z nośnej stalowej blachy trapezowej o wysokości profilu 160 mm, z warstwy izolacji z wełny mineralnej o grubości 120 mm oraz pokrycia zewnętrznego ze stalowej blachy trapezowej o wysokości 35 mm na profilach typu Z.

2.3.4.1. Gęstość warstwy izolacji termicznej.

Przeprowadzono badania na dwóch konstrukcjach dachowych z izolacją z wełny mineralnej o gęstości 30 kg/m^3 (typ 8M) oraz 50 kg/m^3 (typ 9M).

Gęstość pozorna	R_w [dB]	Konstrukcja
30 kg/m^3	43	typ 8M
50 kg/m^3	43	typ 9M

Ocena:

Zmiana gęstości warstwy izolacji termicznej

[PP19)] Czyli konstrukcje z perforowanymi blachami trapezowymi.

[PP20)] W oryginalnym tekście w języku niemieckim użyto sformułowania „Schallabsorpionafähigkeit" co w języku polskim „właściwości dźwiękochłonne" jednak z treści wynika, że dotyczy to właściwości dźwiękoizolacyjnych, czyli izolacyjności akustycznej właściwej.

w wyżej przedstawionych granicach nie ma wpływu na izolacyjność akustyczną konstrukcji.

2.3.4.2. Wzajemne ukierunkowanie blach trapezowych zewnętrznej i wewnętrznej.

W podwójnych konstrukcjach dachowych zbadano, jaki wpływ ma takie samo ukierunkowanie względem siebie blachy trapezowej zewnętrznej i blachy trapezowej wewnętrznej (typ 9M), a także obrócenie ich względem siebie o 90° (typ 10 M) przy poprzecznie przebiegających profilach typu Z. W badanych rozwiązaniach właściwości materiałowe są identyczne. Różne ukierunkowanie blach trapezowych zewnętrznej i wewnętrznej zmienia częstotliwość rezonansową układu i dlatego mogłoby mieć wpływ na właściwości dźwiękoizolacyjne (patrz też rozdział 2.5).

Ukierunkowanie	R_w	Konstrukcja
Równoległe	43 dB	typ 9M
90°	44 dB	typ 10M

Ocena:

Różne ukierunkowanie względem siebie nośnej blachy trapezowej oraz blachy wierzchniej nie ma żadnego istotnego wpływu na izolacyjność akustyczną konstrukcji. Stwierdzona różnica wynosząca 1 dB mieści się w granicach błędu pomiarowego i w związku z tym nie jest ważąca.

2.4. Konstrukcje dachowe – właściwości dźwiękochłonne.

W celu poprawy właściwości dźwiękochłonnych, w sprzedaży – podobnie jak w przypadku kaset,– dostępne są również perforowane blachy trapezowe. W związku z tym zbadano blachy trapezowe o minimalnym oraz maksymalnym dostępnym na rynku stopniu perforacji w celu określenia wpływu tego parametru w możliwie najdokładniejszy sposób. Zbadano wpływ poniższych czynników:

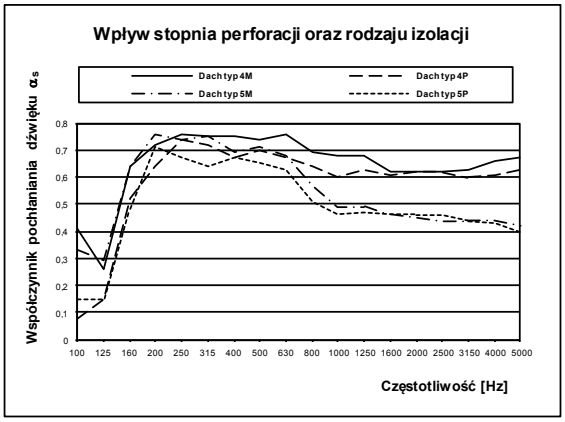
- stopnia perforacji: 14% i 19%,
- rodzaju warstwy izolacji termicznej,
- rodzaju paroizolacji,
- rodzaju płyty dźwiękochłonnej.

2.4.1. Pojedyncze przekrycie dachowe z blach trapezowych z izolacją termiczną na górnej powierzchni.

Zbadane konstrukcje dachowe składały się każdorazowo, o ile nic wtórnie nie zmieniono, z nośnej stalowej blachy trapezowej o wysokości 160 mm z nałożoną nań folią paroizolacyjną, warstwą izolacji termicznej grubości 120 mm – oraz warstwą wodochronną z folii PVC o grubości 1,5 mm. Na obrzeżach badanej próbki zastosowano laminowane włókniną elementy dźwiękochłonne o gęstości 20 kg/m³.

2.4.1.1. Stopień perforacji oraz rodzaj warstwy izolacji termicznej.

Stosowano zarówno izolację z wełny mineralnej o gęstości ρ = 140 kg/m³ (typ 4M, 5M) jak też izolację ze styropianu o gęstości ρ = 20 kg/m³, PS 20 SE (typ 4P, 5P, patrz rozdział 3.2). Typ 4 ma stopień perforacji wynoszący 19%, typ 5 – 14%.



Rys. 6: Wpływ stopnia perforacji oraz rodzaju izolacji termicznej – wełny mineralnej oraz styropianu – na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s konstrukcji dachowych.

Ocena:

Większy stopień perforacji zwiększa wartość współczynnika α_s o ok. 0,2 w paśmie częstotliwości powyżej 500 Hz. Efekt ten jest niezależny od stosowanego materiału izolacyjnego. Stopień perforacji nie ma żadnego wpływu na pochłanianie dźwięku w zakresie niskich częstotliwości.

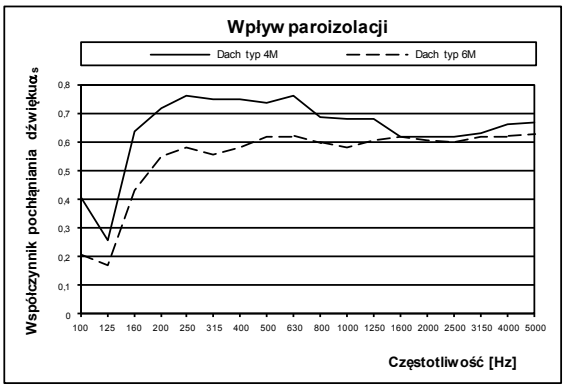
Zmiana stopnia perforacji blach trapezowych zastosowanych w konstrukcjach dachowych ma zatem nawet większy wpływ na właściwości

dźwiękochłonne niż w przypadku kasetowych blach akustycznych.

Zastosowanie wełny mineralnej zamiast styropianu jest tylko nieznacznie zauważalne w przebiegu charakterystyki współczynnika pochłaniania dźwięku. Zachowując przy tym te same warunki konstrukcyjne, można, stosując wełnę mineralną, zwiększyć współczynnik α_s maksymalnie o 0,1. Przyczyną tego jest fakt, że pochłanianie dźwięku następuje poprzez dźwiękochłonne elementy z wełny mineralnej ułożone w półkach profili trapezowych i jedynie te dźwięki, które nie zostały przez nie pochłonięte, docierają do warstwy izolacyjnej dachu i są przez nią dalej pochłaniane lub odbijane.

2.4.1.2. Wpływ paroizolacji.

Konstrukcja dachu odpowiada typowi 4M przy zastosowaniu zgrzewanej papy bitumicznej (G200 S4 AI 01 – typ 6M) zamiast folii polietylenowej.



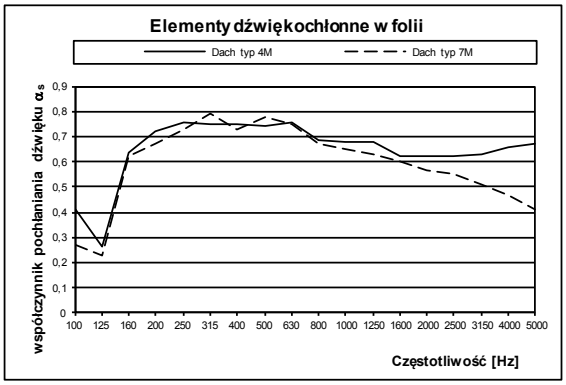
Rys. 7: Wpływ rodzaju paroizolacji – zgrzewanej papy bitumicznej lub folii polietylenowej – na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s konstrukcji dachowych.

Ocena:

Zgrzewane papy bitumiczne pogarszają pochłanianie dźwięku w zakresie częstotliwości do ok. 1500 Hz o α_s = 0,2. Zgrzewana papa bitumiczna tworzy w tej konstrukcji ciężką i sztywną warstwę odbijającą dźwięk nad półkami, tak, że dalsza część konstrukcji ze znajdującą się powyżej warstwą izolacji nie może już pochłaniać żadnego dźwięku.

2.4.1.3. Elementy dźwiękochłonne w folii.

Aby zapobiec kruszeniu się wełny mineralnej, w sprzedaży dostępne są elementy dźwiękochłonne osłonięte folią. Elementy te mają więc taką samą budowę jak w przypadku ściany kasetowej z warstwą paroizolacji zastosowaną bezpośrednio za perforacją. Porównano konstrukcję dachową z elementami dźwiękochłonnymi laminowanymi włókniną szklaną z konstrukcją dachową, w której zastosowano elementy dźwiękochłonne osłonięte folią.



Rys. 8: Wpływ elementów dźwiękochłonnych w folii na współczynnik pochłaniania dźwięku α_s konstrukcji dachowych.

Ocena:

Osłonięcie elementów dźwiękochłonnych folią pogarsza współczynnik pochłaniania dźwięku w zakresie wysokich częstotliwości, od ok. 2000 Hz, o wartość wynoszącą do 0,3. Pogorszenie właściwości dźwiękochłonnych w paśmie wysokich częstotliwości mieści się w granicach wyników pomiarów, jakie uzyskano w przypadku ścian kasetowych. Również w tym przypadku zastosowanie folii pomiędzy perforacją a płytą dźwiękochłonną jest z punktu widzenia akustycznego niewłaściwe. Uzyskanie żądanych właściwości akustycznych jest niemożliwe z powodu zastosowanej folii.

2.5. Certyfikaty firmowe.

Na końcu niniejszego dokumentu przytoczono wyniki szeregu badań, które zostały zlecone przez firmy należące do IFBS. Wyniki tych badań odnoszą się do konstrukcji, które nie zostały zbadane w ramach analiz IFBS. Są pośród nich pojedyncze konstrukcje dachowe z bitumicznymi

warstwami paroizolacji lub izolacji wodochronnej. Przytoczono również szereg badań płyt warstwowych w celu pokazania ich zachowania pod względem akustycznym.

2.5.1. Izolacyjność od dźwięków powietrznych – dachy.

Porównanie wyników serii badań IFBS oraz badań firmowych może dostarczyć jedynie wstępnych wskazówek dotyczących ewentualnych zależności izolacyjności akustycznej od rozwiązań konstrukcyjnych. Nie należy wyprowadzać bezpośredniej korelacji, gdyż po pierwsze, nie da się odtworzyć różnic warunków w jakich były przeprowadzone badania, a po - drugie konstrukcje różniły się między sobą więcej niż jednym parametrem, w związku z czym nie można dokonać analizy ich wzajemnego wpływu.

2.5.2. Płyty warstwowe.

Izolacyjność akustyczna konstrukcji wzrasta wraz ze zwiększającą się jej masą powierzchniową. Ponieważ płyty warstwowe rozpatrywane są pod względem akustycznym jak pojedyncze elementy budowlane, grubość płyty warstwowej nie ma żadnego wpływu na jej izolacyjność akustyczną[PP21)]. Z powodu niewielkiej gęstości pianki poliuretanowej, wszystkie płyty warstwowe z pianki charakteryzują się ważonym wskaźnikiem izolacyjności akustycznej właściwej R'_w=25-26 dB. Sprawdzono to pomiarami (patrz typ ściany SW2 – SW5 oraz typ dachu SD1). Wartość ta, w odniesieniu do masy powierzchniowej, oraz w porównaniu z innymi elementami budowlanymi, jest dość korzystna i ogólnie rzecz biorąc, wystarcza do zastosowania w budownictwie przemysłowym. Płyty warstwowe z rdzeniem z wełny mineralnej charakteryzują się, z powodu większej gęstości wełny mineralnej i w związku z tym większej masy powierzchniowej całej płyty, ważonym wskaźnikiem izolacyjności akustycznej właściwej R'_w=28-31 dB (patrz typ ściany SW1). Przy wynikach badań płyt warstwowych należy zwrócić uwagę, na jakim stanowisku została zbadana płyta. Zaleca się stanowiska badawcze ścian (ok. 10 m^2). Badania na stanowiskach badawczych okien (ok. 2-3m^2) ze zredukowaną wielkością elementu badanego dają w wyniku znacznie lepsze wartości izolacyjności akustycznej, które nie są realistyczne.

2.6. Wnioski.

Niniejszy dokument jest pierwszą prezentacją przeglądu właściwości akustycznych lekkich konstrukcji metalowych. Wyniki badań wpływu poszczególnych parametrów konstrukcyjnych na właściwości akustyczne mogą być wykorzystane w celu dopasowania rodzaju konstrukcji do wymagań akustycznych.

Wydruk zmierzonych wartości izolacyjności akustycznej R, w zależności od częstotliwości, umożliwia dodatkowo ocenę, czy w danym przypadku należy dążyć do zwiększenia ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R_w, czy też, dla danego przypadku zastosowania, właściwsza będzie poprawa izolacyjności akustycznej w poszczególnych zakresach częstotliwości. To samo obowiązuje przy ocenie pochłaniania dźwięku. Również tu, w większości przypadków, nie jest konieczne pochłanianie dźwięków w pełnym zakresie częstotliwości. W zależności od rodzaju produkcji[PP22)] należy tłumić tylko określone częstotliwości, tak więc i w tym przypadku można, na podstawie krzywych, wybrać konstrukcję odpowiednią do uzyskania pochłaniania w określonych zakresach częstotliwości.

Przy stosowaniu niniejszych wyników badań należy wciąż mieć na uwadze, że dla oceny stopnia przenoszenia dźwięków powietrznych przez drogi boczne w zrealizowanych obiektach, np. przez połączenia ścian hali z dachem, nie ma jeszcze szczegółowych wyników badań ani wynikających z nich podstaw obliczeniowych. Dlatego, opierając się na wynikach pomiarów izolacyjności akustycznej właściwej, prowadzonych na stanowiskach badawczych (w warunkach laboratoryjnych), zaleca się, aby dla tego wpływu przewidzieć w praktycznych zastosowaniach pewną rezerwę bezpieczeństwa równą 2 dB (patrz 2.3).

[PP21)] Grubość wpływa na częstotliwość rezonansową a więc na przebieg izolacyjności akustycznej w funkcji częstotliwości, co jednak nie ma istotnego wpływu na wartość wskaźnika ważonego izolacyjności akustycznej R_w, ale może mieć wpływ na wartość widmowych wskaźników adaptacyjnych.

[PP22)] Widma hałasu emitowanego przez określone urządzenia lub linie produkcyjne.

3. Przegląd wyników przeprowadzonych pomiarów

3.1. Konstrukcje ścienne [PP23)]

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna – płyta z wełny mineralnej		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Dodatkowo		Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w /(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość		Typ	Grubość	Typ	Geometria	Grubość blachy				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]		[mm]		[mm]	[mm]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
	Stalowa trapezowa	X/45	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*25*	--	--	--
1	Stalowa kasetowa	600/100	0,75	-	-	-	-	55	100	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	40	*36*	*29*	--
2a	Stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	55	130	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	43	*38*	*31*	--
2b	Stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	15	130	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	40	*38*	*33*	*0,1*
3a	Stalowa kasetowa	600/160	0,75	-	-	--	-	55	160	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	44	*39*	*31*	--
3b	Stalowa kasetowa	600/160	1,00	-	-	-	-	55	160	60x5	blacha stalowa	0,88	-	35/207	0,75	45	*42*	*36*	--
4a	Stalowa kasetowa perf. 14%	600/100	0,88	SSP z włókniną	50	30	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	55	70	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	35	*32*	*26*	*0,85*
5a	Stalowa kasetowa perf. 14%	600/130	0,88	SSP z włókniną	50	30	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	55	100	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	--	--	--	*0,80*
5b	Stalowa kasetowa perf. 28%	600/130	0,88	SSP z włókniną	50	30	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	55	100	60x3	-		Stalowa trapezowa	35/207	0,75	36	*34*	*28*	*0,80*
5c	Stalowa kasetowa perf. 28% za perf. folia PE	600/130	0,88	-	-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	55	130	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	--	--	--	*0,55 (M)*
5d	Stalowa kasetowa perf. 28%	600/130	0,88	SSP z włókniną	20	30	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	15	100	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	34	*32*	*28*	*0,80*

ρ - gęstość SPP – płyta dźwiękochłonna PE - polietylen

[PP23)] W celu przystosowania do warunków krajowych wyników pomiarów zarówno izolacyjności akustycznej jak i pochłaniania dźwięku prezentowanych w niniejszej tablicy konstrukcji ściennych wykonano obliczenia parametrów R_{A1}, R_{A2} oraz α_w a także współczynnika kształtu i zamieszczono je w niniejszej tablicy.

Konstrukcje ścienne- ciąg dalszy

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna – płyta z wełny mineralnej		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Dodatkowo		Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w /(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość		Typ	Grubość	Typ	Geometria	Grubość blachy				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]		[mm]		[mm]	[mm]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
5e	Stalowa kasetowa perf. 28%	600/130	0,88	SSP z włókniną	50	30	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	15	100	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	--	--	--	*0,75*
5f	Stalowa kasetowa perf. 28%	600/130	0,88	SSP z włókniną	20	30	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	55	100	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	--	--	--	*0,70*
6a	Stalowa kasetowa perf. 14%	600/160	0,88	SSP z włókniną	50	30	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	55	130	60x3	-	-	Stalowa trapezowa	35/207	0,75	39	*35*	*29*	*0,75*
7a	Stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	55	130	60x3	40/25/40	1,5	Stalowa falista	18/76	0,75	42	*39*	*33*	-
7b	Stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	15	130	60x3	40/25/40	1,5	Stalowa falista	18/76	0,75	43	*40*	*33*	-
8a	Stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	55	130	60x3	40/25/40	1,5	Aluminiowa falista	18/76	0,80	39	*37*	*32*	-
8b	Stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	15	130	60x3	40/25/40	1,5	Aluminiowa falista	18/76	0,80	39	*36*	*30*	-
09-1	Blacha stalowa kasetowa	600/130	0,78	-	-	-	-	50	130	60x3	-	-	Płyta warstwowa PU	80 v.B.	0,63 0,55	46	*41*	*35*	-
09-2	Blacha stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	50	130	60x3	-	-	Płyta warstwowa MW	80 v.B.	0,5 0,5	47	*43*	*36*	-
09-3	Blacha stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	50	130	60x3	MW RG ()=50	40	Płyta warstwowa MW	80 v.B.	0,5 0,5	51	*48*	*42*	-
09-4	Blacha stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	50	130	60x3	MW RG ()=50	40	Płyta warstwowa PU	80 v.B.	0,63 0,55	50	*47*	*40*	-
09-5	Blacha stalowa kasetowa	600/130	0,75	-	-	-	-	50	130	60x3	pustka powietrzna	40	Płyta warstwowa PU PU	80 v.B.	0,63 0,55	48	*44*	*37*	-

ρ - gęstość SPP – płyta dźwiękochłonna PE - polietylen MW - wełna mineralna v.B. - niewidoczne mocowanie

Konstrukcje ścienne- ciąg dalszy

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna – płyta z wełny mineralnej		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Dodatkowo		Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w/ (wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość		Typ	Grubość	Typ	Geometria	Grubość blachy				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]		[mm]		[mm]	[mm]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
10-1	Płyta warstwowa PU	200	0,55 0,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	*23*	*21*	-
10-2	Płyta warstwowa PU	200	0,55 0,55	-	-	-	-	50	100	-	Płyta gipsowo-kartonowa	2x 12,5	-	-	-	48	*46*	*41*	-
10-3	Blacha stalowa kasetowa perforowana – 17% perforacji:	600/100	0,88	SSP z włókniną	50	100	-	-	-	60x3	Pustka powietrzna	40	Płyta warstwowa MW	120 v.B.	0,55 0,55	41	*40*	*35*	-
10-4	Blacha stalowa kasetowa perforowana – 17% perforacji::	600/100	0,88	SSP z włókniną	50	100	-	-	-	60x3	MW RG (ρ)=50	40	Płyta warstwowa MW	120 v.B.	0,55 0,55	45	*43*	*37*	*0,75*
10-5	Blacha stalowa kasetowa perforowana – 17% perforacji:	600/100	0,88	SSP z włókniną	50	100	-	-	-	60x3	Pustka powietrzna	40	Płyta warstwowa MW	240	0,5 0,5	47	*46*	*41*	-
10-6	Blacha stalowa kasetowa perforowana – 17% perforacji:	600/100	0,88	SSP z włókniną	50	100	-	-	-	60x3	MW RG (ρ)=50	40	Płyta warstwowa MW	240	0,5 0,5	50	*48*	*43*	*0,80*

MW - wełna mineralna PU - poliuretan ρ - gęstość SSP - płyta dźwiękochłonna v.B. - niewidoczne mocowanie

3.2. Konstrukcje dachowe [PP24)]

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Konstrukcja dystansowa	Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w /(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość			Typ	Geometria	Masa powierzchniowa				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[kg/m^2]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
1M	Stalowa trapezowa	100/275	0,75	-	-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW 140	120	-	-	PVC	1,5	-	37	*35*	*30*	-
1P	Stalowa trapezowa	100/275	0,75	-	-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	PS 20 SE 20	120	-	-	PVC	1,5	-	31	*29*	*24*	-
2M	Stalowa trapezowa	135/310	0,75	-	-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW 140	120	-	-	PVC	1,5	-	39	*36*	*29*	-
2P	Stalowa trapezowa	135/310	0,75	-	-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	PS 20 SE 20	120	-	-	PVC	1,5	-	34	*31*	*26*	-
3M	Stalowa trapezowa	160/250	0,75	-	-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW 140	120	-	-	PVC	1,5	-	39 (w obu kier.)	*36*	*30*	-
4M	Akustyczna stalowa trapezowa 19% perf.	135/310	0,75	SSP z włókniną	20	20	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW 140	120	-	-	PVC	1,5	-	37	*35*	*29*	*0,65 (L)*
4P	Akustyczna stalowa trapezowa 19% perf.	135/310	0,75	SSP z włókniną	20	20	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	PS 20 SE 20	120			PVC	1,5	-	28	*27*	*25*	*0,65 (L)*
5M	Akustyczna stalowa trapezowa 14% perf.	135/310	0,75	SPP z włókniną	20	20	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW 140	120	-	-	PVC	1,5	-	36	*35*	*30*	-

MW – wełna mineralna PS – styropian ρ – gęstość SSP– płyta dźwiękochłonna PE – polietylen PVC – polichlorek winylu

[PP24)] W celu przystosowania w do warunków krajowych wyników pomiarów zarówno izolacyjności akustycznej jak i pochłaniania dźwięku prezentowanych w niniejszej tablicy konstrukcji dachowych wykonano obliczenia parametrów R_{A1}, R_{A2} oraz α_w a także współczynnika kształtu i zamieszczono je w niniejszej tablicy.

Konstrukcje dachowe - ciąg dalszy

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Konstrukcja dystansowa	Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w /(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość			Typ	Geometria	Masa powierzchniowa				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[kg/m^2]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
5P	Akustyczna stalowa trapezowa 14% perf.	135/310	0,75	SPP z włókniną	20	20	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	PS 20 SE		-	-	PVC	1,5	-	28	*28*	*25*	*0,50 (L)*
								20	120									
6M	Akustyczna stalowa trapezowa 19% perf.	135/310	0,75	SPP z włókniną	20	20	G200 S4 A/01	MW		-	-	PVC	1,5	-	41	*40*	*33*	*0,60*
								140	120									
7M	Akustyczna stalowa trapezowa 19% perf.	135/310	0,75	SPP z folią	20	20	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW		-	-	PVC	1,5	-	-	--	--	*0,60 (L)*
								140	120									
8M	Stalowa trapezowa	160/250	0,75		-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW		tak	60/120/60/1.5	Blacha stalowa trapezowa	35/207/0,75	-	43	*38*	*30*	
								30	120									
9M	Stalowa trapezowa	160/250	0,75		-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW		tak	60/120/60/1.5	Blacha stalowa trapezowa	35/207/0,75	-	43	*37*	*30*	
								50	120									
10M	Stalowa trapezowa	160/250	0,75		-	-	PE d≥0,25mm s_d≥100mm	MW		tak	60/120/60/1.5	Blacha stalowa trapezowa-obrócona o 90°	35/207/0,75	-	44	*39*	*31*	
								50	120									

MW – wełna mineralna PS – styropian ρ – gęstość SSP – płyta dźwiękochłonna PE – polietylen PVC – polichlorek winylu

3.3. Konstrukcje ścienne - firmowe świadectwa badań [PP25)]

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Konstrukcja dystansowa	Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w /(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość			Typ	Geometria	Masa powierzchniowa				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[kg/m^2]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
SR 2	Stalowa blacha kasetowa	600/130	1,0	-	-	-	-	Płyta z wełny mineralnej		-		Stalowa blacha trapezowa	35 / 207 / 1,0	-	48	*44*	*39*	-
								32	170									
WF 204	Stalowa blacha kasetowa	600/100	0,75	-	-	-	-	Wełna mineralna		tak	-	Stalowa blacha trapezowa	35 / 207 / 0,75	-	45	*43*	*37*	-
								-	100									
WF 205	Stalowa blacha kasetowa	600/160	0,88	-	-	-	-	Wełna szklana 032		-	-	Stalowa blacha trapezowa	35 / 207 / 0,88	-	49	*47*	*42*	-
								-	160									
WS 206	Stalowa blacha kasetowa	600/100	0,88	-	-	-	-	Płyta z wełny szklanej		-	-	Stalowa blacha trapezowa	35 / 207 / 1,0	-	48	*44*	*37*	-
								15	140									
WS 211	Stalowa blacha kasetowa	600/120	0,88	-	-	-	-	Płyta z wełny szklanej		-	-	Aluminiowa blacha trapezowa	35 / 200 / 1,00	-	43	*40*	*33*	-
								15	160									
WS 213	Akustyczna stalowa blacha kasetowa – perforacja ≅27,8%	600/120	0,88	SSP (wełna szklana) z włókniną	25	40	Poliamid d=0,06 mm $s_d \leq$ 5,0m	Płyta z wełny szklanej		-	-	Stalowa blacha trapezowa	35 / 207 / 0,88	-	36	*34*	*28*	*1,00*
								15	120									
WS 214	Akustyczna stalowa blacha kasetowa – perforacja ≅ 27,8%	600/120	0,88	-	-	-	Poliamid d=0,06 mm $s_d \leq$ 5,0m	Płyta z wełny szklanej		-	-	Stalowa blacha trapezowa	35 / 207 / 0,88	-	36	*34*	*28*	*0,65 (LM)*
								15	160									

[PP25)] W celu przystosowania wyników pomiarów zarówno izolacyjności akustycznej jak i pochłaniania dźwięku prezentowanych w niniejszej tablicy konstrukcji ściennych do warunków krajowych wykonano obliczenia parametrów R_{A1}, R_{A2} oraz α_w a także współczynnika kształtu i zamieszczono je w niniejszej tablicy.

3.4 Konstrukcje dachowe – firmowe świadectwa badań [PP26)]

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Konstrukcja dystansowa	Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w /(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość			Typ	Geometria	Masa powierzchniowa				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[kg/m^2]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
F1	Stalowa blacha trapezowa	137/310	0,88	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	21	*20*	*18*	-
F2a	Stalowa blacha trapezowa	110/275	0,88	-	-	-	-	Płyta z wełny mineralnej, przyklejona		-	-	Papa bitumiczna 3-warstwowa	-	-	42 (R'_w)	*39 (R'_{A1})*	*34 (R'_{A2})*	-
								145	50									
F2b	Stalowa blacha trapezowa z gruntującą powłoką bitumiczną	110/275	0,88	-	-	-	-	Płyta z wełny mineralnej, przyklejona		-	-	Papa bitumiczna 3-warstwowa[1)] z dodatkową 50mm warstwą żwiru 16/32	50	90	49 (R'_w)	*47 (R'_{A1})*	*41 (R'_{A2})*	-
								145	50									
F3a	Stalowa blacha trapezowa z gruntującą powłoką bitumiczną	110/275	0,88	-	-	-	Zgrzewana papa polimero-bitumiczna z hydrofobizoowaną tkaniną szklaną	Płyta z wełny mineralnej, przyklejona punktowo		-	-	Papa bitumiczna, 3-warstwowa zgodnie z przypisem [2)]	-	-	42 (R'_w)	*40 (R'_{A1})*	*34 (R'_{A2})*	-
								154	100									
F3b	Stalowa blacha trapezowa z gruntującą powłoką bitumiczną	110/275	0,88	-	-	-	Zgrzewana papa polimero-bitumiczna z hydrofobizoowaną tkaniną szklaną	Płyta z wełny mineralnej, przyklejona punktowo		-	-	Papa bitumiczna, 3-warstwowe zgodnie z przypisem [2)] z dodatkową 50mm warstwą żwiru 16/32	-	50 / 90	50 (R'_w)	*46 (R'_{A1})*	*39 (R'_{A2})*	-
								154	100									
F4	Stalowa trapezowa	137/310	0,88	-	-	-	PE d=0,25 mm	Płyta z wełny skalnej		-	-	Papa dachowa PVC-P	1,2	1,5	36	*35*	*30*	-
								170	100									
F5a	Stalowa trapezowa	137/310	0,88	-	-	-	Zgrzewana papa bitumiczna Mogat G 200+AL. S5	Płyta z wełny skalnej		-	-	Papa dachowa z tworzywa sztucznego z PIB z dodatkami mineralnymi	2,5	2,3	40	*38*	*33*	-
								159	120									

[PP26)] W celu przystosowania do warunków krajowych wyników pomiarów zarówno izolacyjności akustycznej jak i pochłaniania dźwięku prezentowanych w niniejszej tablicy konstrukcji dachowych wykonano obliczenia parametrów R_{A1}, R_{A2} oraz α_w a także współczynnika kształtu i zamieszczono je w niniejszej tablicy.

Konstrukcje dachowe – firmowe świadectwa badań – ciąg dalszy

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Konstrukcja dystansowa	Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w/ (wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość			Typ	Geometria	Masa powierzchniowa				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]	[mm]		[mm]	[kg/m^2]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
F5b	Stalowa trapezowa	137/310	0,88	-	-	-	Zgrzewana papa bitumiczna Mogat G 200 + AL. S 5	Płyta z wełny skalnej oraz wypełniony profil gęstość wełny - 174 kg/m^3		-	-	Papa dachowa z tworzywa sztucznego z PIB z dodatkami mineralnymi	*2,5*	*2,3*	42	*39*	*34*	-
								159	120									
PD1	Stalowa trapezowa	137/310	0,88	-	-	-	PE d=0,20 mm	Płyta z wełny skalnej		-	Stalowy profil U 60 / 21,5 / 1,5	Aluminiowa blacha umożliwiająca montaż na rąbek stojący	*0,7*	*3,5*	40	*37*	*32*	-
								136	120									
PD1a	Stalowa trapezowa	137/310	0,88	-	-	-	Zgrzewana papa bitumiczna z folią aluminiową d=4,1 mm	Płyta z wełny skalnej		-	Stalowy profil U 60 / 21,5 / 1,5	Aluminiowa blacha umożliwiająca montaż na rąbek stojący	*0,7*	*2,0*	42	*39*	*34*	-
								136	120									
PD2	Stalowa trapezowa, akustyczna perforacja 14%	158/250	1,0	MW	1,0	≥ 40	Zgrzewana papa bitumiczna z folią aluminiową d=4,1 mm	Płyty izolacyjne z wełny skalnej		-	Stalowy profil U 60 / 21,5 / 1,5	Aluminiowa blacha umożliwiająca montaż na rąbek stojący	*0,8*	*2,6*	44	*42*	*36*	-
								136	120 + 1x 12,5 mm GKB									
PD2a	Stalowa trapezowa, akustyczna perforacja 14%	158/250	1,0	MW	1,0	≥ 40	Zgrzewana papa bitumiczna z folią aluminiową d=4,1 mm	Płyty izolacyjne z wełny skalnej		-	Stalowy profil U 60 / 21,5 / 1,5	Aluminiowa blacha umożliwiająca montaż na rąbek stojący	*0,8*	*2,6*	46	*44*	*38*	-
								136	120 + 2x 12,5 GKB									
PD3	Stalowa trapezowa, akustyczna perforacja 14%	158/250	1,0	MW	0,9	≥ 40	Zgrzewana papa bitumiczna z folią aluminiową d=4,1 mm	Płyty izolacyjne z wełny skalnej		-	Stalowy profil U 60 / 21,5 / 1,5	Aluminiowa blacha umożliwiająca montaż na rąbek stojący	*0,7*	*2*	49	--	--	-
								136	80 + 1x 20 GKB + 60 + 1x 12,5 GKB									

[1)] Warstwa V 13 sklejona punktowo, 1 warstwa G 200 DD sklejona na całej powierzchni, 1 warstwa V60 S4 zgrzewana i pokryta łupkiem

[2)] Zgrzane warstwy Kebu GV 4 mm (V60 S4), 1 warstwa Kebu GWS, naklejona na całej powierzchni i pokryta łupkiem.

3.5. Płyty warstwowe ścienne – firmowe świadectwa badań [PP27)]

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna – płyta z wełny mineralnej		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Dodatkowo		Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w/(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość		Typ	Grubość	Typ	Geometria	Grubość blachy				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]		[mm]		[mm]	[mm]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	
SW 1	Blacha stalowa (Hoesch isorock)	liniowana trapezowo 45*0,5 mm	0,75	-	-	-	-	MW 100	117,5	-	-	-	Blacha stalowa	liniowana trapezowo 45*0,5 mm	*0,75*	29	*27*	*25*	-
SW 2	Blacha stalowa (Hoesch iso-welle (HIW-84)	lekko liniowana	0,75	-	-	-	-	PUR 42	84 / 57	-	-	-	Blacha stalowa falista	-	*0,75*	26	*26*	*24*	-
SW 3	Blacha stalowa (Hoesch Isowand T)	-	0,55	-	-	-	-	Brak danych	Brak danych	-	-		Blacha stalowa trapezowa	35/207	*0,75*	26 (R'_w)	*26 (R'_{A1})*	*24 (R'_{A2})*	-
SW 4	Blacha stalowa (Hoesch Isowand LL 60)	liniowana	0,55	-	-	-	-	42	60	-	-		Blacha stalowa	liniowana	*0,55*	25 (R'_w)	*23 (R'_{A1})*	*20 (R'_{A2})*	-
SW 5	Blacha stalowa (Thyssen Thermo-wand V80)	-	0,56	-	-	-	-	PUR 45	80	-	-	-	Blacha stalowa	-	*0,56*	26 (R'_w)	*24 (R'_{A1})*	*21 (R'_{A2})*	-

[PP27)] W celu przystosowania do warunków krajowych wyników pomiarów zarówno izolacyjności akustycznej jak i pochłaniania dźwięku prezentowanych w niniejszej tablicy płyt warstwowych ściennych wykonano obliczenia parametrów R_{A1}, R_{A2} oraz α_w a także współczynnika kształtu i zamieszczono je w niniejszej tablicy.

3.6. Płyty warstwowe dachowe – firmowe świadectwa badań [PP28]

Konstrukcja Nr	Pokrycie wewnętrzne			Akustyczna płyta z wełny mineralnej			Paroizolacja	Warstwa izolacyjna – płyta z wełny mineralnej		Przekładka z taśmy termoizolacyjnej	Konstrukcja dystansowa	Pokrycie zewnętrzne			R_w	R_{A1}	R_{A2}	*Wskaźnik α_w/(wyznacznik kształtu)*
	Typ	Geometria	Grubość blachy	Typ	ρ	Grubość		ρ	Grubość			Typ	Geometria	Masa powierzchniowa				
		[mm]	[mm]		[kg/m^3]	[mm]		kg/m^3	[mm]	[mm]			[mm]	[kg/m^2]	[dB]	*[dB]*	*[dB]*	-
SD 1	Blacha stalowa Thyssen-Thermodach VS 93	liniowana	0,56	-	-	-	-	PUR 45	ok. 60/93	-	-	Blacha stalowa trapezowa	33/200 0,62	-	26 (R'_w)	*26* *(R'_w)*	*26* *(R'_w)*	-

[PP28] W celu przystosowania wyników pomiarów zarówno izolacyjności akustycznej jak i pochłaniania dźwięku prezentowanych w niniejszej tablicy płyt warstwowych dachowych do warunków krajowych wykonano obliczenia parametrów R_{A1}, R_{A2} oraz α_w oraz współczynnika kształtu i zamieszczono je w niniejszej tablicy.

4. Wykaz literatury.

4.1. Normy DIN.

[1] DIN EN 12354-4:2001-04, Bauakustik, Berechnung der akustischen Eigen-schaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften, Teil 4: Schall-übertragung von Räumen ins Freie.

[2] DIN 18032-1:2003-09, Sporthallen, Hallen für Turnen und Spiele, Richt-linien für Planung und Bau.

[3] DIN EN ISO 354:2003-12, Akustik, Messung der Schallabsorption in Hallräumen.

[4] DIN EN ISO 140-1:2005-03, Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 1: Anforderungen an Prüfstände mit unterdrückter Flankenübertragung.

[5] DIN 52210-6:1989-05, Bauakustische Prüfungen, Luft- und Trittschall-dämmung; Bestimmung der Schacht-pegeldifferenz.

[6] DIN EN 140-3:2005-03, Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen.

[7] DIN EN ISO 717-1:2006-11, Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen, Teil 1: Luftschalldämmung.

[8] DIN EN 61672-1:2003-10, Elektro-akustik, Schallpegelmesser, Teil 1: Anforderungen.

[9] DIN EN ISO 11690-1:1997-01, Akustik, Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten, Teil 1: Allgemeine Grundlagen.

[10] DIN EN ISO 11690-2:1997-02, Akustik, Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten, Teil 2: Lärmminderungsmaßnahmen.

[11] DIN EN ISO 11690-3:1999-01, Akustik, Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten, Teil 3: Schallausbreitung und Vorausberechnung in Arbeitsräumen.

4.2. Wytyczne VDI.

[12] VDI 2058, Blatt 3, Februar 1999, Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten.

[13] VDI 2720, Blatt 1, März 1997, Schallschutz durch Abschirmung im Freien.

[14] VDI 2720, Blatt 2, April 1983, Schallschutz durch Abschirmung in Räumen.

[15] VDI 3760, Februar 1996, Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen.

4.3. Przepisy prawne.

[16] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, in der Fassung vom 26.09.2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Gesetz vom 11.08.2010 (BGBl. I S. 1163).

[17] Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, vom 26.08.98, (Gemeinsames Ministerialblatt 1998, Nr. 26, Seite 503 ff).

[18] Verordnung über Arbeitsstätten, (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 12.08.2004, BGBl. I S. 2179, zuletzt geändert durch Verordnung vom 19.07.2010 (BGBl. I S. 960).

[19] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV) vom 06.03.2007 (BGBl. I S. 261), zuletzt geändert durch Verordnung vom 19.07.2010 (BGBl. I S. 960).

[20] Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Lärm), Ausgabe Januar 2010 (GMBl. Nr. 18-20 vom 23. März 2010).

[21] Berufsgenossenschaftliche Information BGI 674 Ausgabe August 2003, Geräuschminderung in Fertigungshallen, Grundlagen und Auswahlkriterien zur Schallabsorption, Hauptverband der gewerblichen Berufs-genossenschaften.

[22] Berufsgenossenschaftliche Information BGI 678 Ausgabe August 2003, Geräuschminderung in Fertigungshallen, Anwendungsbeispiele raumakustisch optimierter Fertigungsräume, Hauptverband der gewerblichen

Berufsgenossenschaften.

[23] Berufsgenossenschaftliche Information BGI 797 Ausgabe August 2003, Geräuschminderung in Fertigungshallen, Schallausbreitungsminderung, Reflexionsbedingte Schallpegeler-höhung, Messverfahren, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften.

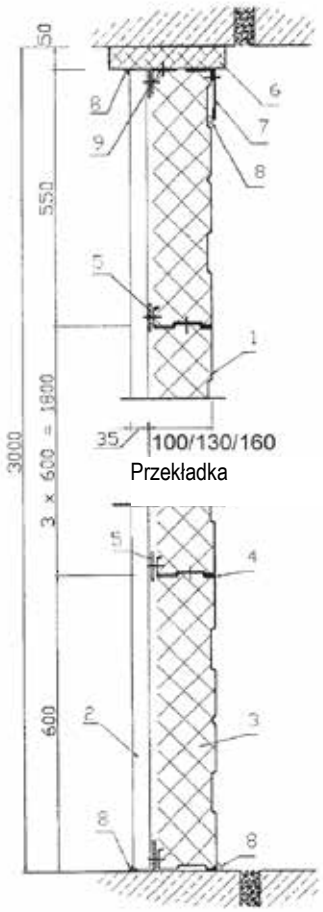
4.4. Publikacje inne

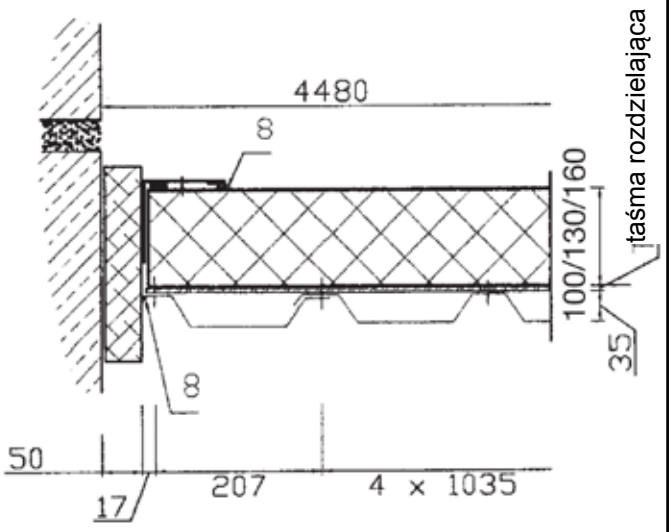
[24] Fortschritte bei der Luftschalldämmung von Fassaden im Industriebau, Dipl.-Ing. J. Gilg, Planegg; VDI-Berichte Nr. 437, 1982.

Załącznik A

Izolacyjność akustyczna ścian podwójnych (dwupowłokowych)

A.1 Konstrukcje ścienne typu 1, 2a, 2b 3a





Połączenie boczne z ramą stanowiska badawczego

Przekrój pionowy

Typ ściany 1:
- Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/100/0,75 mm
- Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 mm
- Poz. 3: izolacja z wełny mineralnej d=100 mm, ρ=55 kg/m^3
- Poz. 4: taśma uszczelniająca 15/2-6
- Poz. 5: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm
- Poz. 6: kantówka drewniana
- Poz. 7: kątownik mocujący
- Poz. 8: masa uszczelniająca
- Poz. 9: kątownik

Typ ściany 2a: tak jak typ ściany 1,
ale
- Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 mm
- Poz. 3: izolacja z włókien mineralnych d=130 mm, ρ =55 kg/m^3

Typ ściany 2b: tak jak typ ściany 1,
ale
- Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 mm
- Poz. 3: izolacja z wełny mineralnej d=130 mm, ρ =15 kg/m^3

Typ ściany 3a: tak jak typ ściany 1,
ale
- Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/160/0,75 mm
- Poz. 3: izolacja z wełny mineralnej d=160 mm, ρ =55 kg/m^3

Wynik badania konstrukcji typu 1

Budowa badanego elementu :

Ściana hali przemysłowej z:
- pokryciem zewnętrznym ze stalowej blachy trapezowej typu 35/207/0,75
- przekryciem wewnętrznym ze stalowej blachy kasetowej typu 600/100/0,75
- wypełnieniem szkieletu ściany z wełny mineralnej typu W-w-040-A1, grubość 100 mm, $\rho = 55$ kg/m^3

Pomiar 1

Procedura badawcza
wg DIN 52-210-03-M-L-P-W

Data badania: 14.12.1999

Masa powierzchniowa: 21,6 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2

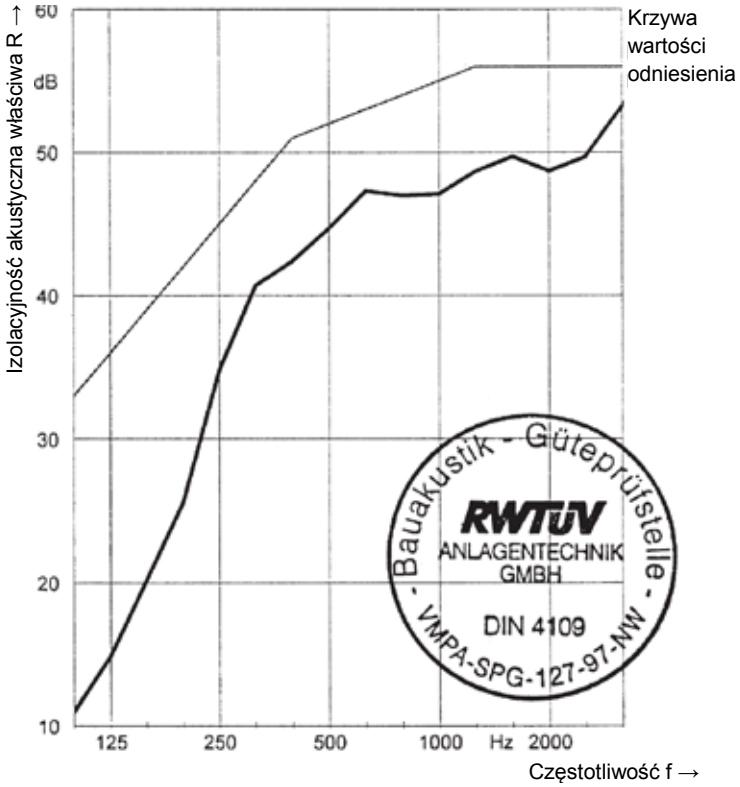
Pomieszczenia badawcze:

Objętość: Vs=71,15m^3 Ve=69,12m^3

Stan: puste z pochłaniaczami

Rodzaj: Stanowisko do badania ścian, czas pogłosu zgodny z wymaganiami

Miejsce badania:
RWTÜV AT Essen,
Langemarckstr. 20



Wynik badania:	**Sygnał pomiarowy: szumy w pasmach 1/3 oktawowych**
Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej, Rw = 40 dB	**Filtr odbiorczy: filtr 1/3 oktawowy**

Wynik badania konstrukcji typu 2a

Budowa badanego elementu :

Ściana hali przemysłowej z:
- pokryciem zewnętrznym ze stalowej blachy trapezowej typu 35/207/0,75
- przekryciem wewnętrznym ze stalowej blachy kasetowej typu 600/130/0,75
- wypełnieniem szkieletu ściany z wełny mineralnej typu W-w-040-A1, grubość 130 mm, $\rho = 55$ kg/m^3

Pomiar 2

Procedura badawcza
wg DIN 52-210-03-M-L-P-W

Data badania: 15.12.1999

Masa powierzchniowa 24,05 kg/m^2

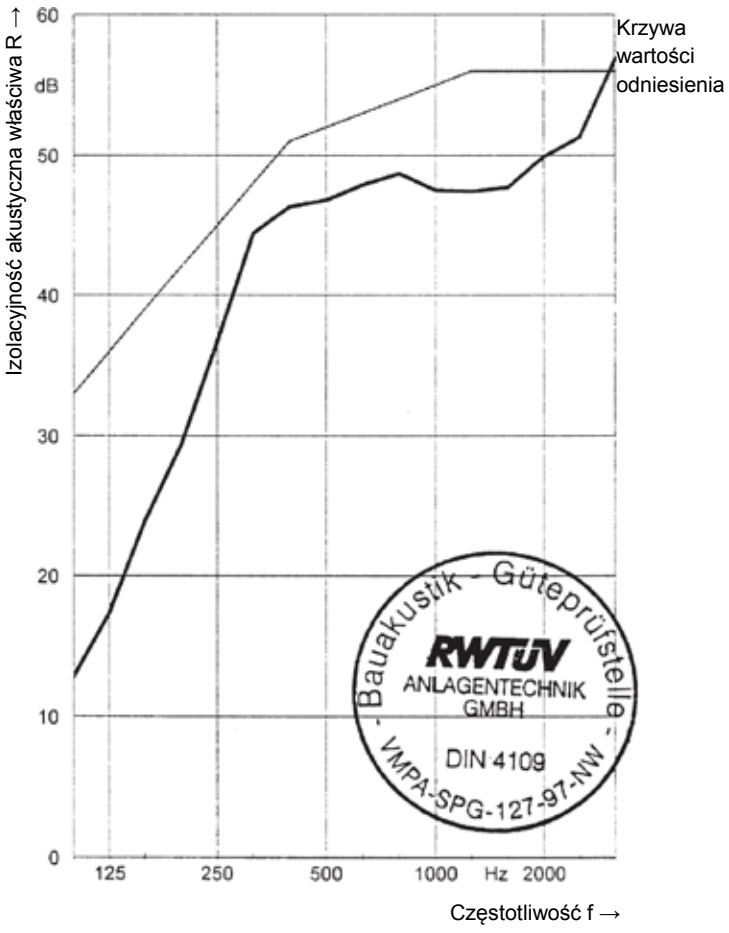
Powierzchnia próbki: 12,98 m^2

Pomieszczenia badawcze:
Objętość Vs=70,75m^3 Ve=69,12m^3

Stan: puste z pochłaniaczami

Rodzaj: Stanowisko do badania ścian, czas pogłosu zgodny z wymaganiami

Miejsce badania:
RWTÜV AT Essen, Langemarckstr. 20



Wynik badania:	**Sygnał pomiarowy: szumy w pasmach 1/3 oktawowych**
Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej, Rw = 43 dB	**Filtr odbiorczy: filtr 1/3 oktawowy**

Wynik badania konstrukcji typu 2b

Pomieszczenia badawcze: Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 29.05.01

Zleceniodawca: IFBS,
Budowa badanego elementu:

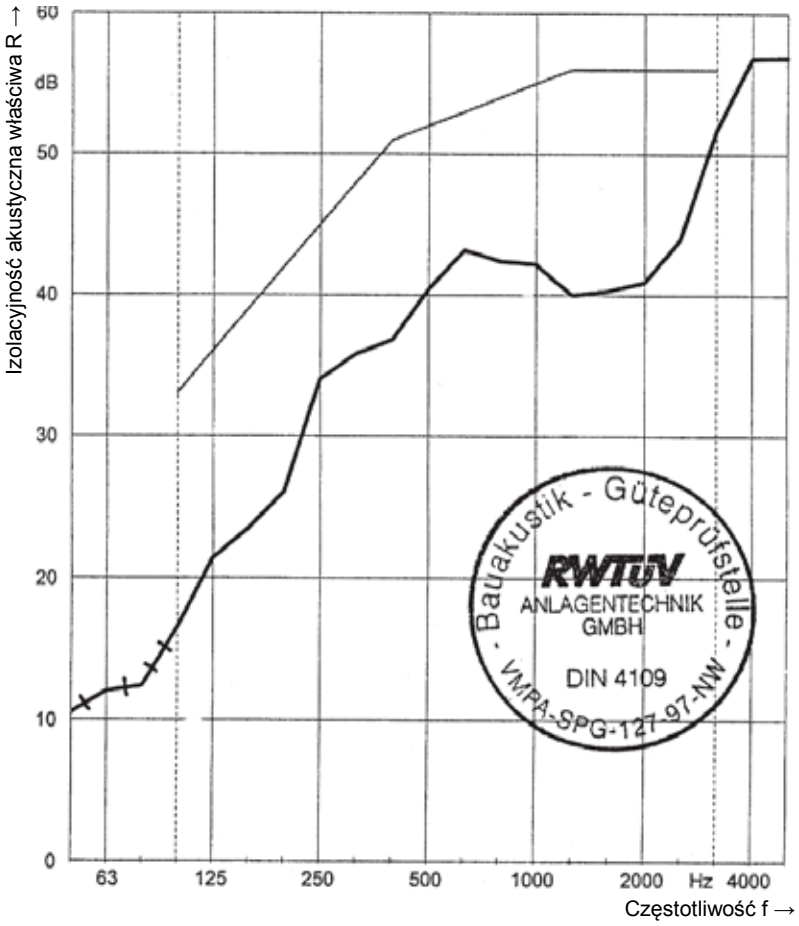
Pomiar 5

Ściana hali przemysłowej

- blacha stalowa kasetowa 600/130/0,75 (wewnątrz), w ułożeniu poziomym
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A2, ρ =15kg/m^3
- przekładka 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2
Masa powierzchniowa: 18,63 kg/m^2
Temperatura [°C]: 22
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 71,95 m^3 ——: R
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 68,44 m^3 ——: Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	10,5
63	12,0
80	12,4
100	16,5
125	21,4
160	23,5
200	26,1
250	34,0
315	35,8
400	36,8
500	40,4
630	43,2
800	42,4
1000	42,2
1250	40,0
1600	40,3
2000	40,9
2500	44,0
3150	51,7
4000	56,8
5000	56,9



Badanie zgodne z ISO 717-1

$R_w(C,C_{tr})$ = 40 (-2; -7) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -12dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -12dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 3a

Budowa badanego elementu:

Ściana hali przemysłowej z:
- pokryciem zewnętrznym ze stalowej blachy trapezowej typu 35/207/0,75
- pokryciem wewnętrznym ze stalowej blachy kasetowej typu 600/160/0,75
- wypełnieniem szkieletu ściany z wełny mineralnej typu W-w-040-A1, grubość 160 mm, ρ = 55 kg/m^3

Pomiar 3

Procedura badawcza
wg DIN 52-210-03-M-L-P-W

Data badania: 15.12.1999

Masa powierzchniowa: 26,3 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2

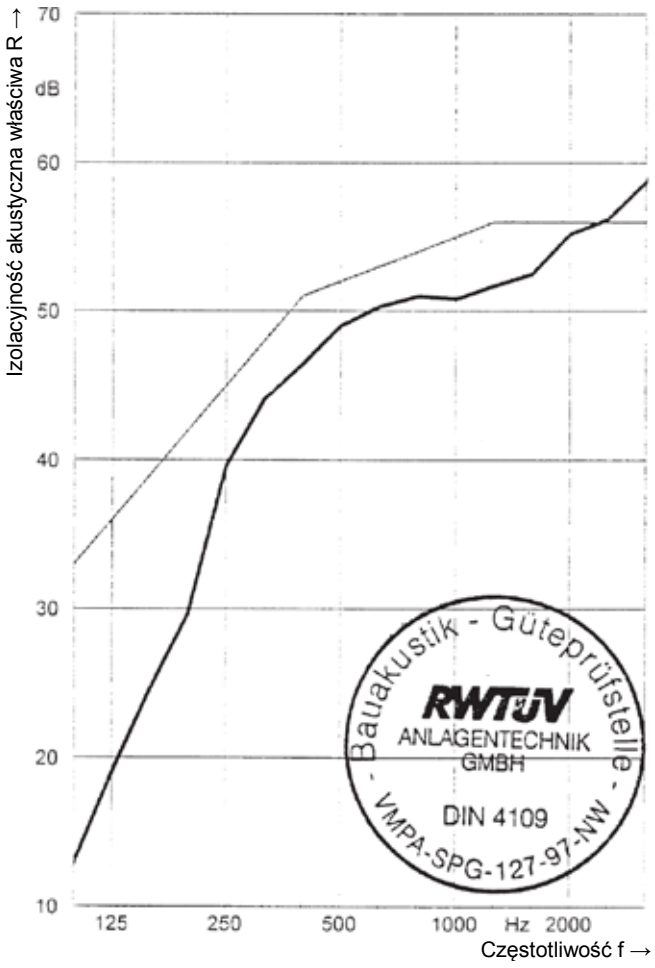
Pomieszczenia badawcze:

Objętość: V_s=70,35m^3 V_e=69,12m^3

Stan: puste z pochłaniaczami

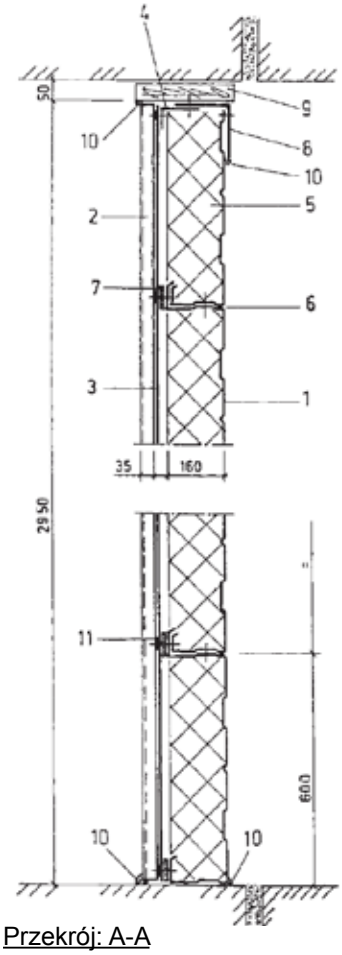
Rodzaj: Stanowisko do badania ścian, czas pogłosu zgodny z wymaganiami

Miejsce badania:
RWTÜV AT Essen, Langemarckstr. 20

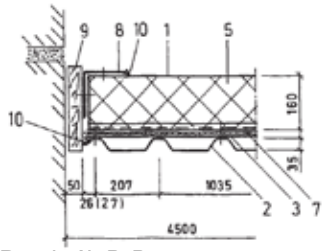


Wynik badania: Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej, Rw = 44 dB	**Sygnał pomiarowy: szumy w pasmach 1/3 oktawowych** **Filtr odbiorczy: filtr 1/3 oktawowy**

A.2 Konstrukcja ściany typu 3b



Przekrój: A-A



Przekrój: B-B

Typ ściany 3b:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/160/1,00 mm

Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 mm

Poz. 3: blacha stalowa 0,88 mm

Poz. 4: kątownik

Poz. 5: izolacja z wełny mineralnej d=160 mm, ρ=50 kg/m^3

Poz. 6: taśma uszczelniająca 15/2-6

Poz. 7: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm

Poz. 8: kątownik mocujący

Poz. 9: kantówka drewniana

Poz. 10: masa uszczelniająca

Poz. 11: taśma uszczelniająca 30x5 dwuwarstwowa

Wynik badania konstrukcji typu 3b

Budowa badanego elementu:

Ściana hali przemysłowej ze:
- stalową blachą trapezową (na zewnątrz) 35/207/0,75
- gładką blachą stalową 0,88 mm
- stalową blachą kasetową (od wewnątrz) 160/600/1,00
- wypełnieniem szkieletu ściany z płyt z wełny mineralnej typu W-w-040-A1, grubość 160 mm, ρ=50 kg/m^3

Dodatkowa taśma uszczelniająca (30x5 mm, jednostronna, samoprzylepna, dwuwarstwowa) między blachą trapezową a blachą gładką.

<u>Pomiar 2</u>

Pocedura badawcza
wg DIN 52-210-03-M-L-P-W

Data badania: 17.05.00

Masa powierzchniowa: 36,6 kg/m^2

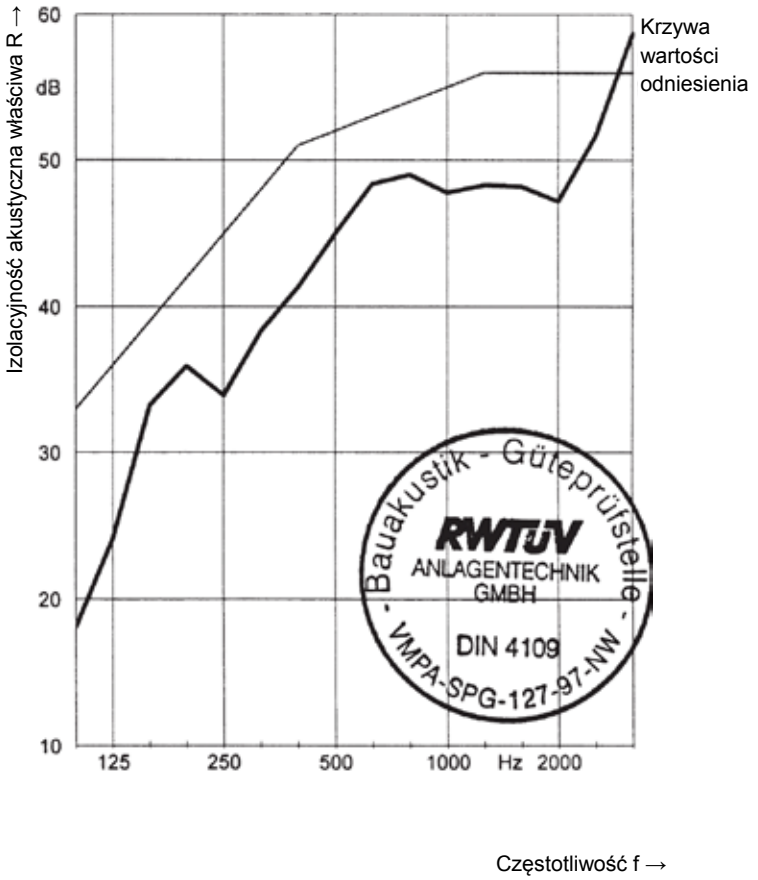
Powierzchnia badana: 12,98 m^2

Pomieszczenia badawcze:
Objętość V_s=70,35m^3 V_e=69,12m^3

Stan: puste z pochłaniaczami

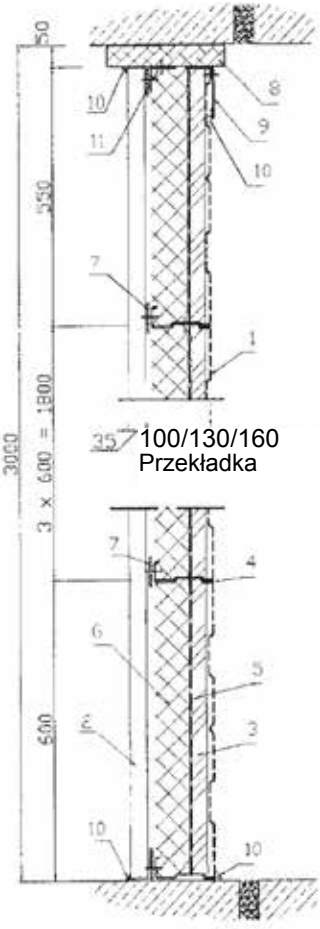
Rodzaj: Stanowisko badania ścian, czas pogłosu zgodny z wymaganiami

Miejsce badania:
RWTÜV AT Essen, Langemarckstr. 20

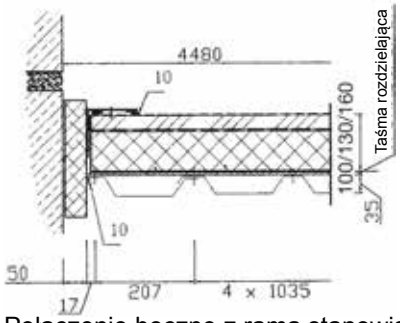


Wynik badania: Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej, Rw = 45 dB	**Sygnał pomiarowy: szumy w pasmach 1/3 oktawowych** **Filtr odbiorczy: filtr 1/3 oktawowy**

A.3 Konstrukcje ścienne typu 4a, 5b, 5d, 6a



Przekrój poprzeczny pionowy



Połączenie boczne z ramą stanowiska

Typ ściany 4a:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/100/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji ok. 14%
Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 mm
Poz. 3: płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej d=30 mm, laminowana jednostronnie, ρ=50 kg/m³
Poz. 4: taśma uszczelniająca 15/2-6
Poz. 5: folia polietylenowa, d≥0,25 mm
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=70 mm, ρ=55 kg/m³
Poz. 7: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm
Poz. 8: kantówka drewniana
Poz. 9: kątownik mocujący
Poz. 10: masa uszczelniająca
Poz. 11: kątownik

Typ ściany 5b: tak jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji ok. 28%
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej d=100 mm, ρ=55 kg/m³

Typ ściany 5d: tak jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji ok. 28%
Poz. 3: płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej d=30 mm, laminowana jednostronnie, ρ=20 kg/m³
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej d=100 mm, ρ=15 kg/m³

Typ ściany 6a: tak jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/160/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji ok. 14%
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej d=130 mm, ρ=55 kg/m³

Wynik badania konstrukcji typu 4a
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenia badawcze: Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen Data badania: 04.12.00

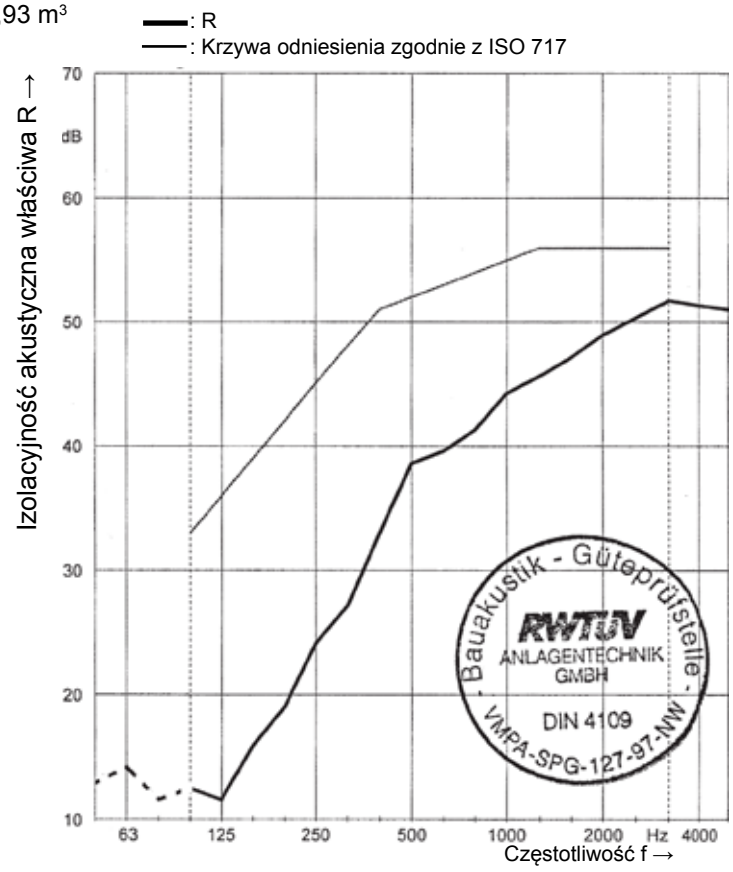
Budowa badanego elementu: Ściana hali przemysłowej

Pomiar 1

- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 (od wewnątrz), perforowana, gęstość perforacji: 14%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty z wełny mineralnej (płyty dźwiękochłonne), d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną, ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=70 mm, typ W-w-040-A1, ρ = 55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2
Masa powierzchniowa: 21,6 kg/m^2
Temperatura [°C]: 12
Wilgotność [%]: 75
Objętość pomieszczenia nadawczego: 70,88 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 69,93 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	12,9
63	14,2
80	11,6
100	12,5
125	11,6
160	15,9
200	19,0
250	24,1
315	27,1
400	33,0
500	38,6
630	39,6
800	41,3
1000	44,2
1250	45,6
1600	47,1
2000	48,9
2500	50,3
3150	51,7
4000	
5000	51,3
	51,0



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_w(C,C_{tr})$ = 35 (-3; -9) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -10dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -10dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -9dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 5b
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenie badawcze : Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 05.12.00

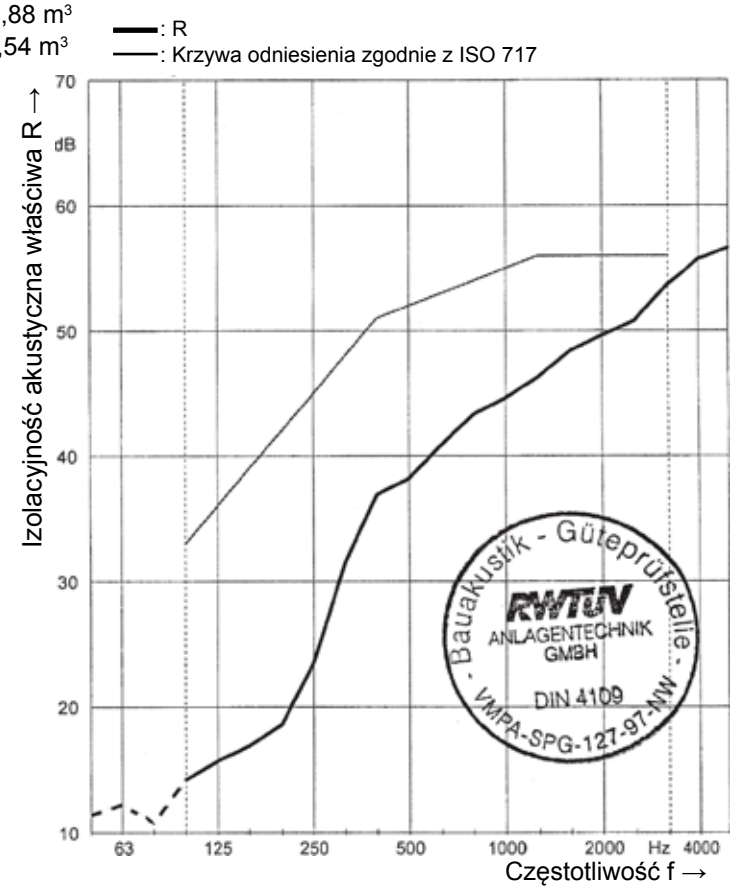
Konstrukcja badanego elementu: Ściana hali przemysłowej

Pomiar 2

- stalowa blacha trapezowa 600/130/0,88 (od wewnątrz), perforowana, stopień perforacji: 28%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty z wełny mineralnej (płyty dźwiękochłonne), d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną, ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=100 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2
Masa powierzchniowa: 24,3 kg/m^2
Temperatura [°C]: 15
Wilgotność [%]: 70
Objętość pomieszczenia nadawczego: 70,88 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 69,54 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,4
63	12,2
80	10,8
100	14,2
125	15,7
160	16,9
200	18,6
250	23,6
315	31,5
400	36,9
500	38,2
630	40,9
800	43,3
1000	44,6
1250	46,3
1600	48,4
2000	49,6
2500	50,8
3150	53,7
4000	55,7
5000	56,6



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_w(C,C_{tr})$ = 36 (-2; -8) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -10dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -10dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -8dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 5d
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenie badawcze : Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 30.05.01

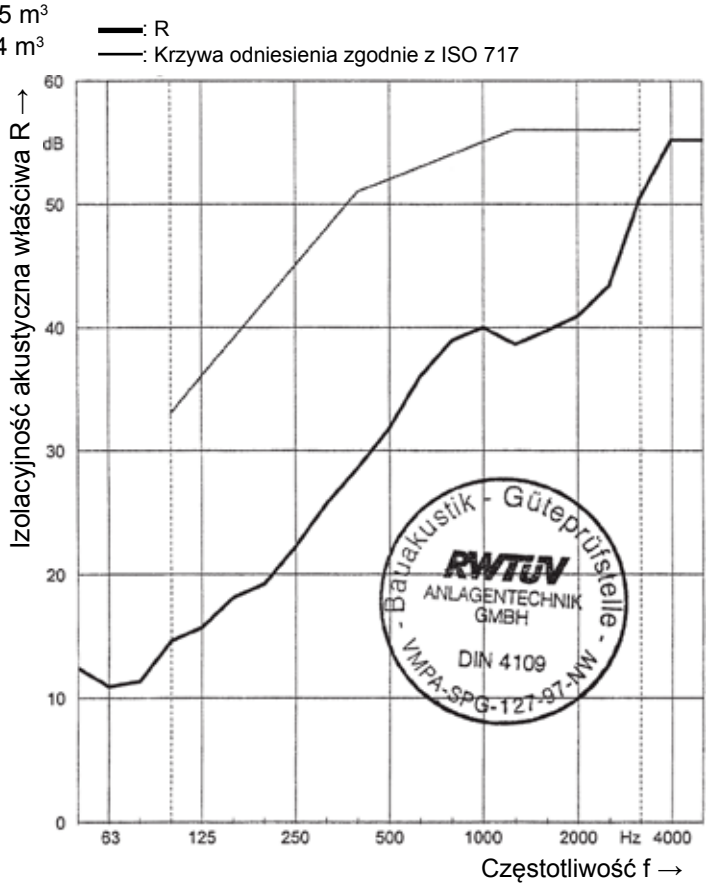
Konstrukcja elementu badanego: Ściana hali przemysłowej

Pomiar 6

- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 (wewnątrz), perforowany, gęstość perforacji: ok. 28%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej, d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowana włókniną szklaną, ρ=20kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=100 mm, typ W-w-040-A2, ρ=15kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2
Masa powierzchniowa: 16,68 kg/m^2
Temperatura [°C]: 24
Wilgotność [%]: 50
Objętość pomieszczenia nadawczego: 71,95 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 69,44 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	12,4
63	10,9
80	11,3
100	14,6
125	15,7
160	18,1
200	19,2
250	22,2
315	25,7
400	28,6
500	31,8
630	36,0
800	38,9
1000	40,0
1250	38,6
1600	39,7
2000	40,9
2500	43,4
3150	50,5
4000	55,2
5000	55,2



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_w(C,C_{tr})$ = 34 (-2; -6) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -2dB $C_{50\text{-}5000}$: -1dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -9dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -9dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -6dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 6a
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenie badawcze : Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 05.12.00

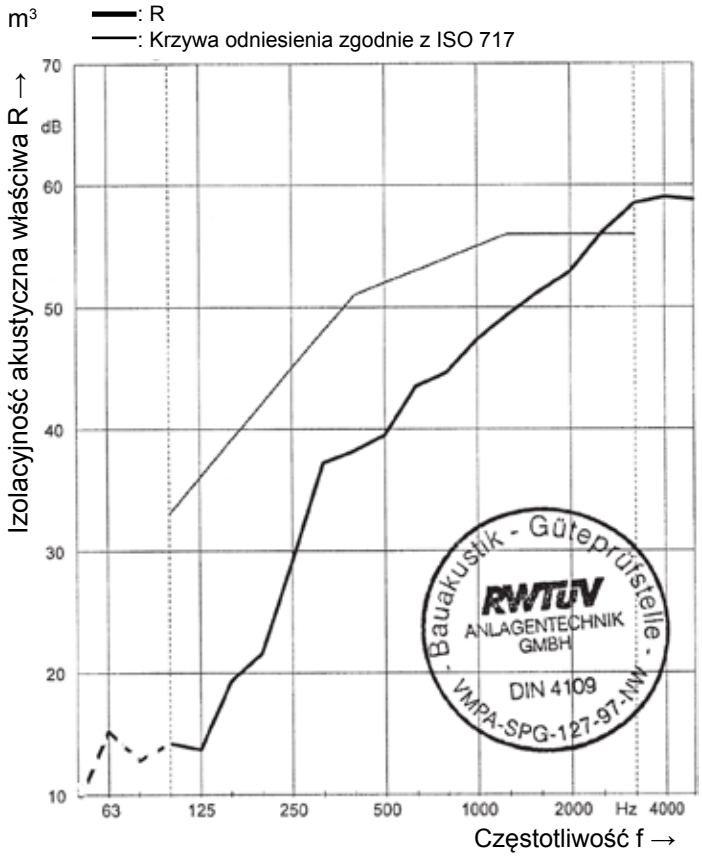
Konstrukcja elementu badanego: Ściana hali przemysłowej

Pomiar 3

- stalowa blacha kasetowa 600/160/0,88 (wewnątrz), perforowana, stopień perforacji: 14%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty dźwiękochłonna z wełny mineralnej, d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną, ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2
Masa powierzchniowa: 26,5 kg/m^2
Temperatura [°C]: 15
Wilgotność [%]: 70
Objętość pomieszczenia nadawczego: 70,88 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 69,15 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	9,3
63	15,2
80	12,8
100	14,2
125	13,7
160	19,3
200	21,6
250	29,2
315	37,2
400	38,2
500	39,5
630	43,5
800	44,6
1000	47,3
1250	49,4
1600	51,3
2000	52,9
2500	56,1
3150	58,5
4000	59,0
5000	58,8



Badanie zgodnie z ISO 717-1

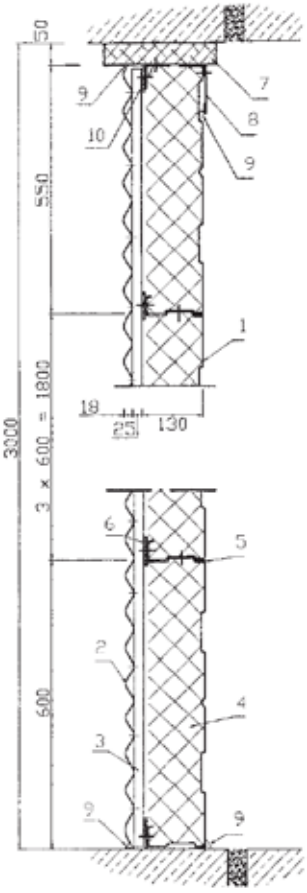
$R_w(C,C_{tr})$ = 39 (-4; -10) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -4dB $C_{50\text{-}5000}$: -4dB $C_{100\text{-}5000}$: -3dB

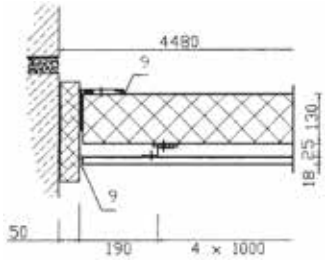
$C_{tr,50\text{-}3150}$: -12dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -12dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -10dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

A.4 Konstrukcje ścienne typu 7a, 7b, 8a, 8b



Przekrój poprzeczny pionowy



Połączenie boczne z ramą stanowiska

Typ ściany 7a: Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm
Poz. 2: stalowa blacha fałdowa 18/76/0,75 mm
Poz. 3: stalowy profil typu Z 40/25/40/1,5 mm
Poz. 4: izolacja z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=55 kg/m^3
Poz. 5: taśma uszczelniająca 15/2-6
Poz. 6: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm
Poz. 7: kantówka drewniana
Poz. 8: kątownik mocujący
Poz. 9: masa uszczelniająca
Poz. 10: kątownik

Typ ściany 7b: tak jak typ ściany 7a,
ale Poz. 4: izolacja z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=15 kg/m^3

Typ ściany 8a: tak jak typ ściany 7a,
ale Poz. 1: aluminiowa blacha fałdowa18/76/0,8 mm

Typ ściany 8b: tak jak typ ściany 8a,
ale Poz. 4: izolacja z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=15 kg/m^3

Wynik badania konstrukcji typu 7a
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenie badawcze : Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 29.05.01

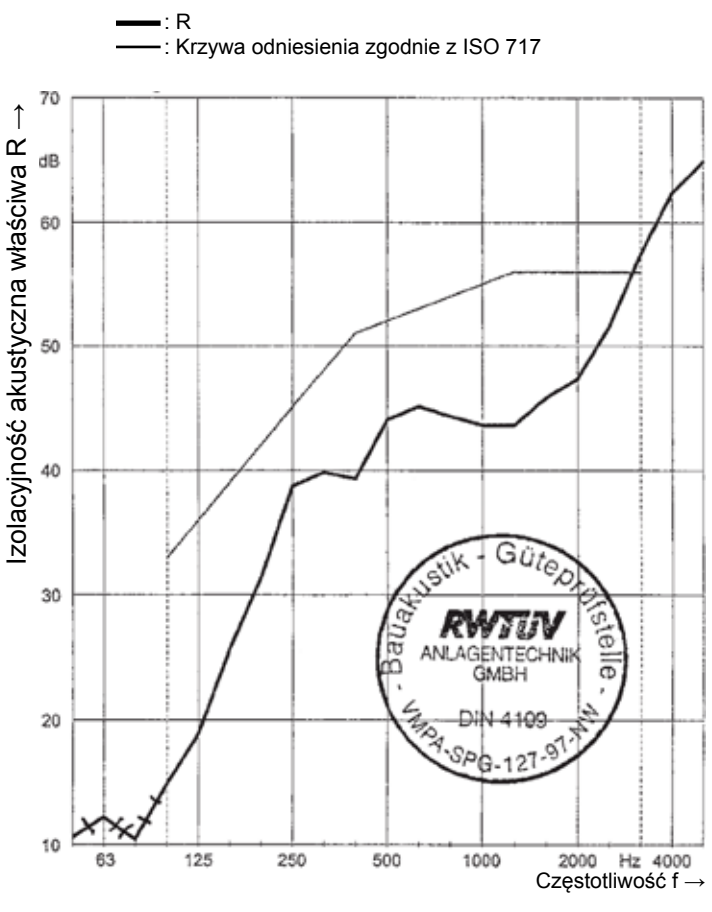
Konstrukcja elementu badanego: Ściana hali przemysłowej

Pomiar 2

- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 (od wewnątrz, ułożenie poziome)
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m³
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy profilem typu Z a blachą kasetową
- stalowy profil typu Z 40/25/40/1,5 mm AZ (pionowo)
- stalowa blacha fałdowa 18/76/0,75 (na zewnątrz, ułożenie poziome)

Powierzchnia próbki: 12,98 m²
Masa powierzchniowa: 25,11 kg/m²
Temperatura [°C]: 22
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 71,95 m³
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 68,31 m³

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	10,6
63	12,2
80	10,4
100	14,9
125	18,9
160	25,7
200	31,4
250	38,7
315	39,8
400	39,3
500	44,0
630	45,1
800	44,3
1000	43,6
1250	43,6
1600	45,8
2000	47,3
2500	51,5
3150	57,4
4000	62,4
5000	64,9



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_w(C,C_{tr})$ = 42 (-3; -9) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -5dB $C_{50\text{-}5000}$: -4dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -15dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -15dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -9dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych

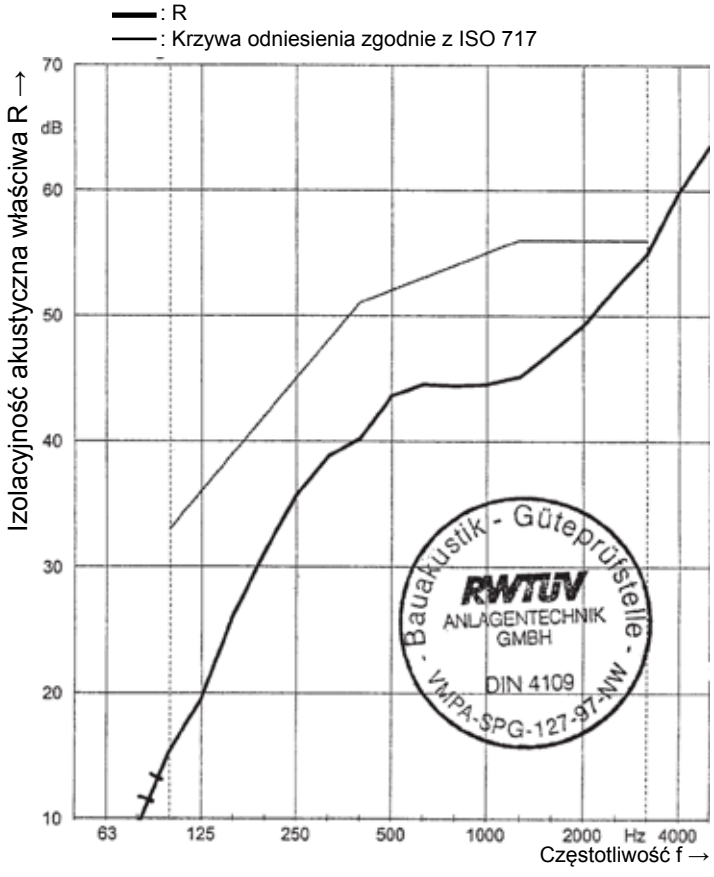
Wynik badania konstrukcji typu 7b
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenie badawcze : Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 28.05.01

Konstrukcja elementu badanego: Ściana hali przemysłowej
Pomiar 3
- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 (od wewnątrz, ułożenie poziome)
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A2, ρ=15kg/m³
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy profilem typu Z a blachą kasetową
- stalowy profil typu Z 40/25/40/1,5 mm AZ (pionowo)
- stalowa blacha fałdowa 18/76/0,75 (na zewnątrz, ułożenie poziome)

Powierzchnia próbki: 12,98 m²
Masa powierzchniowa: 19,91 kg/m²
Temperatura [°C]: 22
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 71,95 m³
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 68,31 m³

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	9,6
63	9,2
80	9,2
100	15,4
125	19,5
160	26,1
200	31,2
250	35,7
315	38,8
400	40,2
500	43,6
630	44,5
800	44,4
1000	44,5
1250	45,1
1600	47,1
2000	49,2
2500	52,2
3150	54,9
4000	59,9
5000	63,6



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_w(C,C_{tr})$ = 43 (-3; -10) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -6dB $C_{50\text{-}5000}$: -5dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -17dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -17dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -9dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych

Wynik badania konstrukcji typu 8a
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenie badawcze : Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 28.05.01

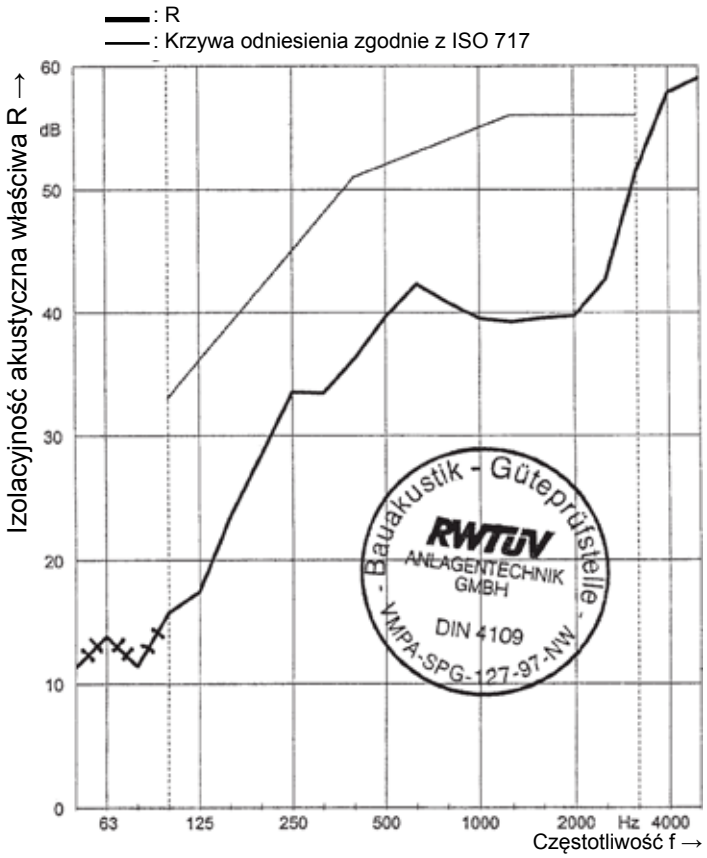
Konstrukcja elementu badanego: Ściana hali przemysłowej

Pomiar 1

- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 (od wewnątrz, ułożenie poziome)
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy profilem typu Z a blachą kasetową
- profil typu Z 40/25/40/1,5 mm AZ (pionowo)
- aluminiowa blacha fałdowa 18/76/0,80 (na zewnątrz, ułożenie poziome)

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2
Masa powierzchniowa: 20,71 kg/m^2
Temperatura [°C]: 22
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 71,95 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 68,31 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,3
63	13,8
80	11,4
100	15,7
125	17,4
160	23,5
200	28,4
250	33,5
315	33,4
400	36,2
500	39,6
630	42,3
800	40,8
1000	39,5
1250	39,2
1600	39,5
2000	39,7
2500	42,7
3150	51,5
4000	57,8
5000	59,0



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_w(C,C_{tr})$ = 39 (-2; -7) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -11dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -11dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych

Wynik badania konstrukcji typu 8b
Zleceniodawca: IFBS

Pomieszczenie badawcze : Stanowisko do badania ścian / RWTÜV AT Essen
Data badania: 29.05.01

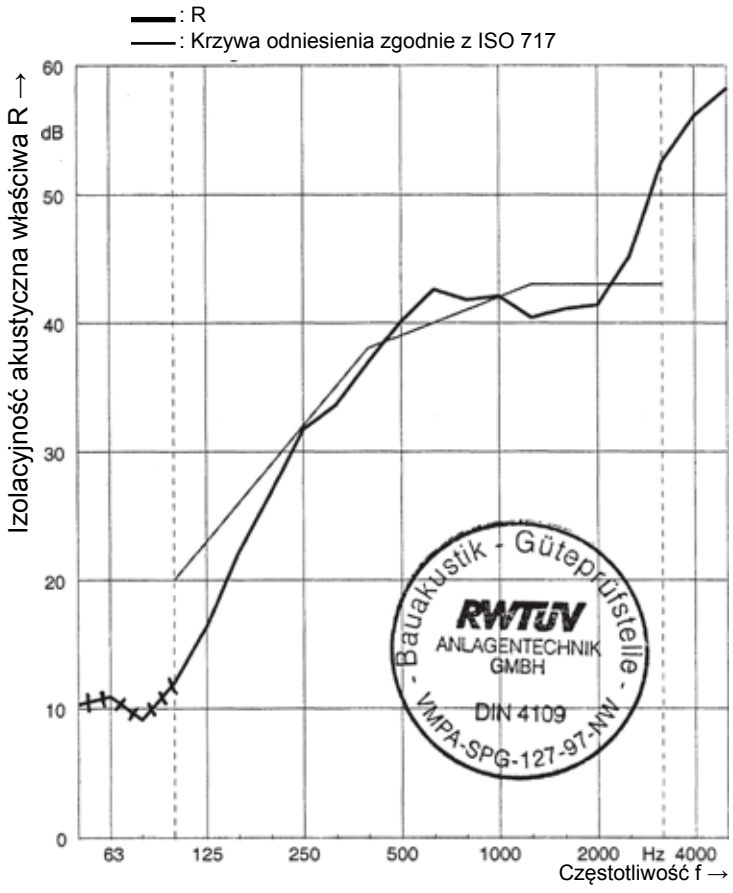
Konstrukcja elementu badanego: Ściana hali przemysłowej

Pomiar 4

- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 (od wewnątrz, ułożenie poziome)
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A2, ρ=15kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy profilem typu Z a blachą kasetową
- stalowy profil typu Z 40/25/40/1,5 mm AZ (pionowo)
- aluminiowa blacha fałdowa 18/76/0,80 (na zewnątrz, ułożenie poziome)

Powierzchnia próbki: 12,98 m^2
Masa powierzchniowa: 15,51kg/m^2
Temperatura [°C]: 22
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 71,95 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 68,31 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	10,3
63	10,9
80	9,1
100	12,0
125	16,4
160	22,2
200	26,8
250	31,7
315	33,6
400	36,9
500	40,1
630	42,6
800	41,8
1000	42,1
1250	40,4
1600	41,1
2000	41,4
2500	45,2
3150	52,6
4000	56,1
5000	58,2



Badanie zgodnie z ISO 717-1

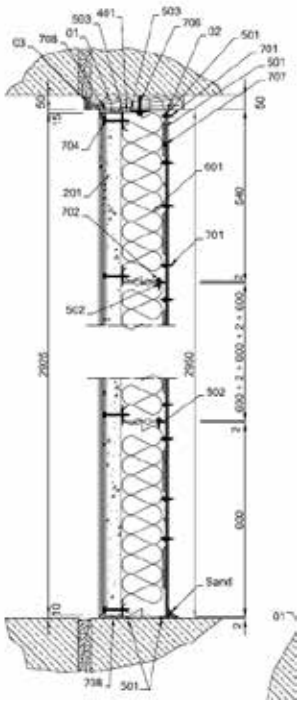
$R_w(C,C_{tr})$ = 39 (-3; -9) dB

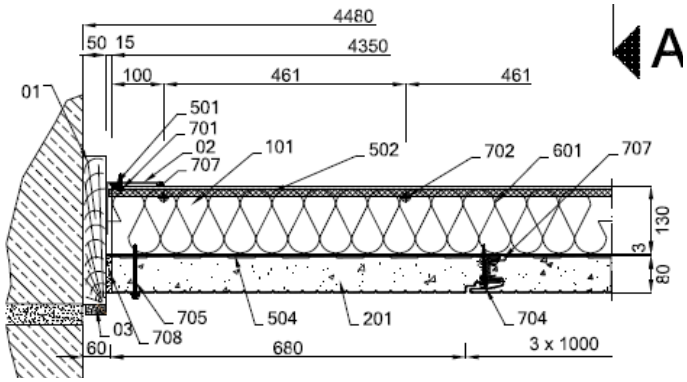
$C_{50\text{-}3150}$: -4dB $C_{50\text{-}5000}$: -3dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -13dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -13dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -9dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych

A.5 Konstrukcja ściany Typ 09-1, 09-2





Typ ściany 09-1:

Poz. 1: Stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 mm

Poz. 2: Płyta warstwowa grubości 80 mm z okładzinami z blachy stalowej z rdzeniem z pianki poliuretanowej, niewidoczne mocowanie

Poz. 3: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/3-9 mm

Poz. 4: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/2-6 mm

Poz. 5: Łączniki zgodne z dokumentem Z-14.1-4

Poz. 6: Łączniki zgodne z dokumentem Z-14.4-407

Poz. 7: Izolacja z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=50 kg/m³

Poz. 8: Przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm

Poz. 9: Deska drewniana

Typ ściany 09-2: tak jak typ 09-1
lecz: Poz. 2: Płyta warstwowa grubości 80 mm z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z wełny mineralnej, niewidoczne mocowanie

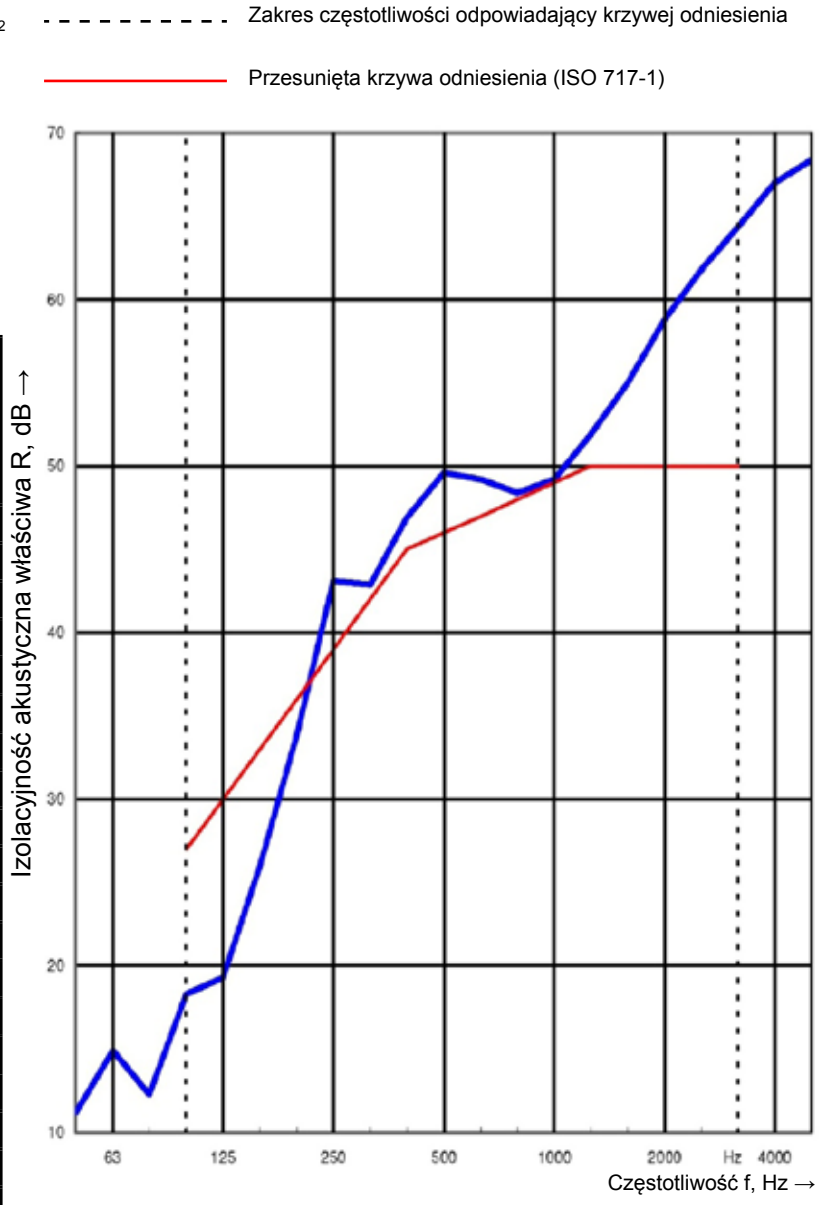
Typ ściany 09-1

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 13.07.09
Badana próbka zmontowana przez: IFBS
Opis próbki: Stalowa blacha kasetowa 130/600/0,75 mm
Płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, ciężar objętościowy około 50 kg
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, Typ 7, 60/3,0 mm
Płyta z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z pianki poliuretanowej LL 80 v. B.

Pomiar 1:

Powierzchnia S próbki: 12,20 m^2
Masa powierzchniowa próbki: kg/m^2
Temperatura: 21,0°C
Wilgotność powietrza: 44%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 64,1 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 67,9 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,2
63	14,9
80	12,3
100	18,3
125	19,3
160	26,0
200	33,9
250	43,1
315	42,9
400	46,9
500	49,6
630	49,2
800	48,4
1000	49,2
1250	51,9
1600	55,0
2000	58,8
2500	61,8
3150	64,4
4000	67,0
5000	68,4



Ocena według ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 46 (-5 ; -11) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -7dB $C_{50\text{-}5000}$: -6dB $C_{100\text{-}5000}$: -4dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -17dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -17dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -11dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

Typ ściany 09-2

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 13.07.09

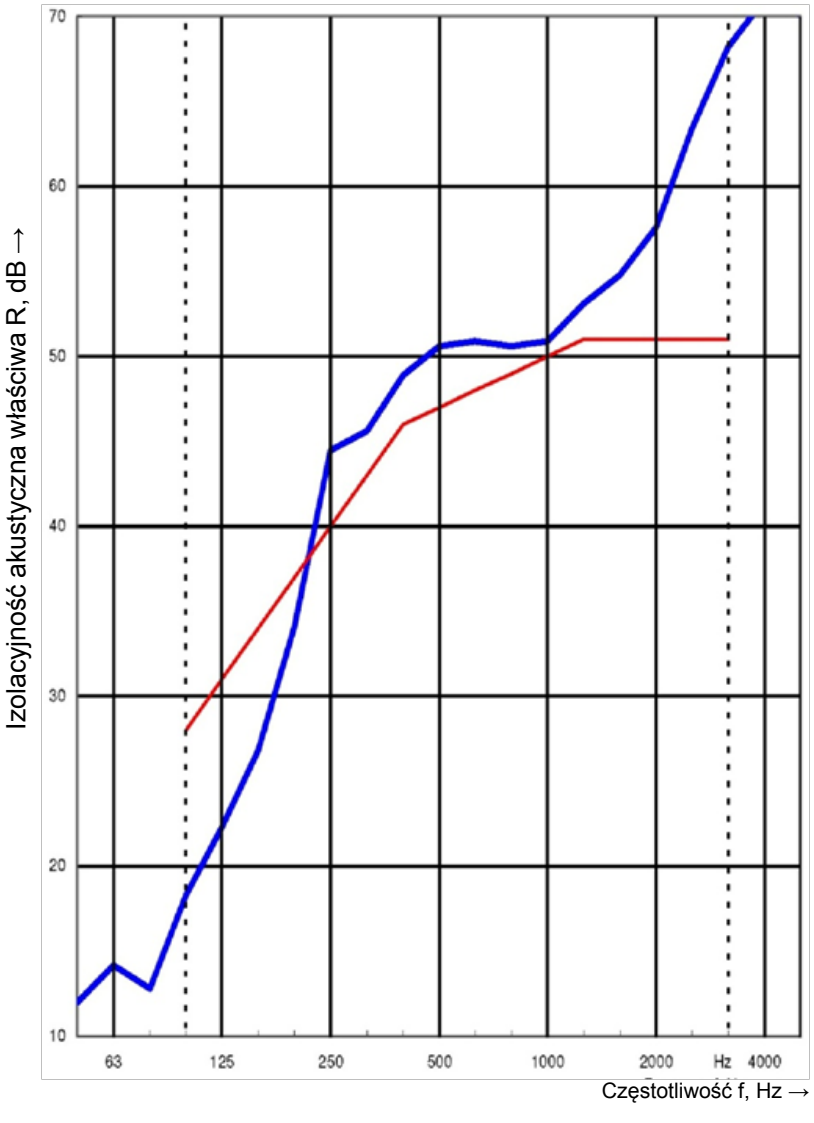
Badana próbka zmontowana przez: IFBS

Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa 130/600/0,75 mm
Płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, ciężar objętościowy około 50 kg
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, Typ 7, 60/3,0 mm
Płyta z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z wełny mineralnej LL 80 v. B

Pomiar 2:

Powierzchnia S próbki: 12,20 m^2
Masa powierzchniowa próbki: kg/m^2
Temperatura: 22,4°C
Wilgotność powietrza: 40%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 64,1 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 67,9 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	12,0
63	14,2
80	12,8
100	18,3
125	22,3
160	26,8
200	34,1
250	44,5
315	45,8
400	48,9
500	50,6
630	50,9
800	50,6
1000	50,9
1250	53,1
1600	54,8
2000	57,6
2500	63,4
3150	68,2
4000	71,0
5000	70,1



Ocena według ISO 717-1

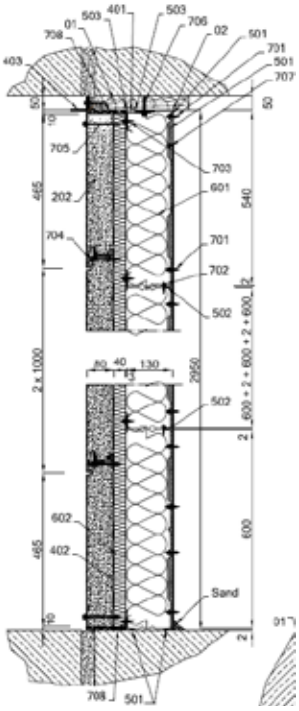
$R_W(C;C_{tr})$ = 47 (-4; -11) dB

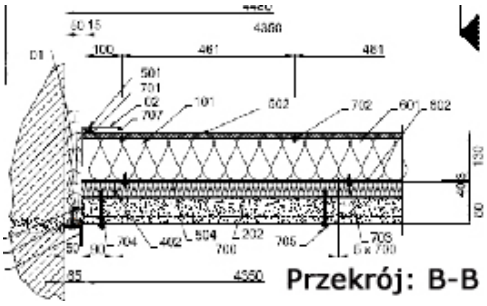
$C_{50\text{-}3150}$: -7dB $C_{50\text{-}5000}$: -6dB $C_{100\text{-}5000}$: -3dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -17dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -17dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -11dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

A.6 Konstrukcja ściany Typ 09-3, 09-4, 09-5





Typ ściany 09-3: Poz. 1: Stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 mm

Poz. 2: Płyta warstwowa 80 mm z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z wełny mineralnej, niewidoczne mocowanie

Poz. 3: Kątownik stalowy 60/40/60 mm

Poz. 4: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/3-9 mm

Poz. 5: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/2-6 mm

Poz. 6: Łączniki zgodne z dokumentem Z-14.1-4

Poz. 7: Łączniki zgodne z dokumentem Z-14.4-407

Poz. 8: Izolacja z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=50 kg/m³

Poz. 9: Izolacja z wełny mineralnej, d=40 mm, ρ=50 kg/m³

Poz. 10: Przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm

Poz. 11: Deska drewniana

Typ ściany 09-4: jak typ ściany 09-3

lecz: Poz. 2: Płyta warstwowa 80 mm z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z pianki poliuretanowej, niewidoczne mocowanie

Typ ściany 09-5: jak typ ściany 09-4

lecz: bez Poz. 9:

Wynik badania konstrukcji typu 09-3

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 14.07.09

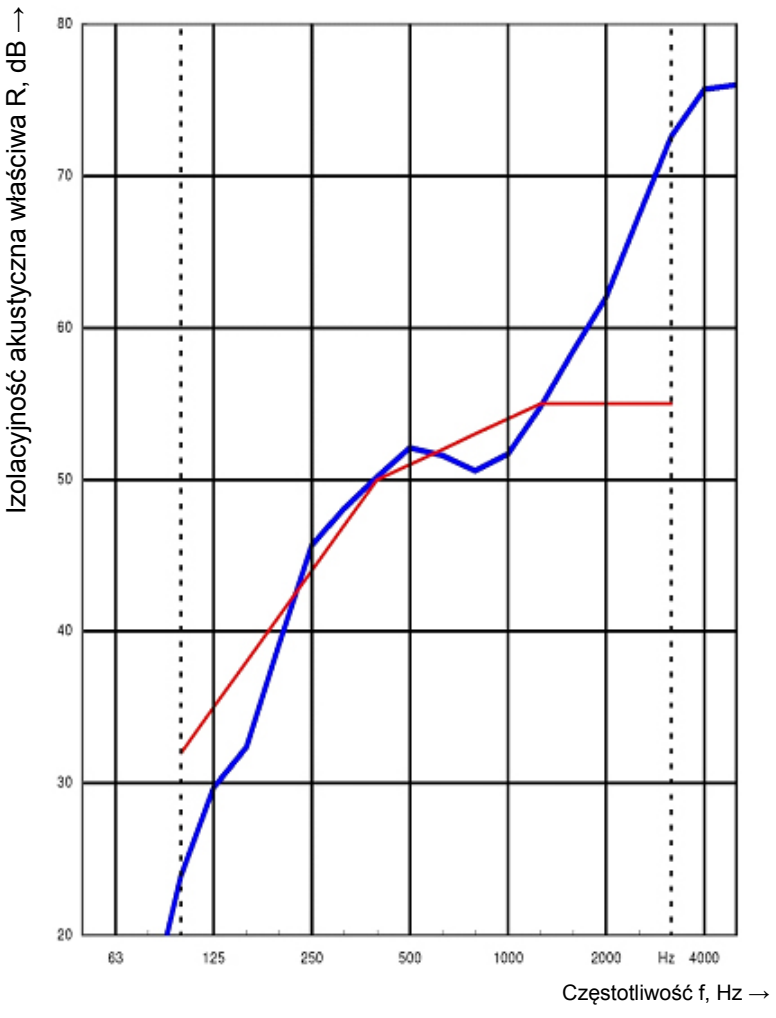
Badana próbka zmontowana przez: IFBS

Opis próbki: Stalowa blacha kasetowa 130/600/0,75 mm
Płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, ciężar objętościowy około 50 kg
Płyta z wełny mineralnej, d=40 mm, ciężar objętościowy około 50 kg
Kątownik stalowy Z-60/40/60 mm
Płyta warstwowa z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z wełny mineralnej LL 80 v. B.

Pomiar 3:

Powierzchnia S próbki: 12,20 m^2
Masa powierzchniowa próbki: kg/m^2
Temperatura: 23,7°C
Wilgotność powietrza: 54%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 64,1 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 67,9 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,0
63	12,9
80	14,8
100	23,9
125	29,7
160	32,4
200	39,1
250	45,7
315	48,1
400	50,2
500	52,1
630	51,6
800	50,6
1000	51,7
1250	54,8
1600	58,5
2000	62,0
2500	67,4
3150	72,6
4000	75,7
5000	76,0



Ocena według ISO 717-1

$R_W(C; C_{tr})$ = 51 (-3 ; -9) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -8dB $C_{50\text{-}5000}$: -7dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -20dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -20dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -9dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

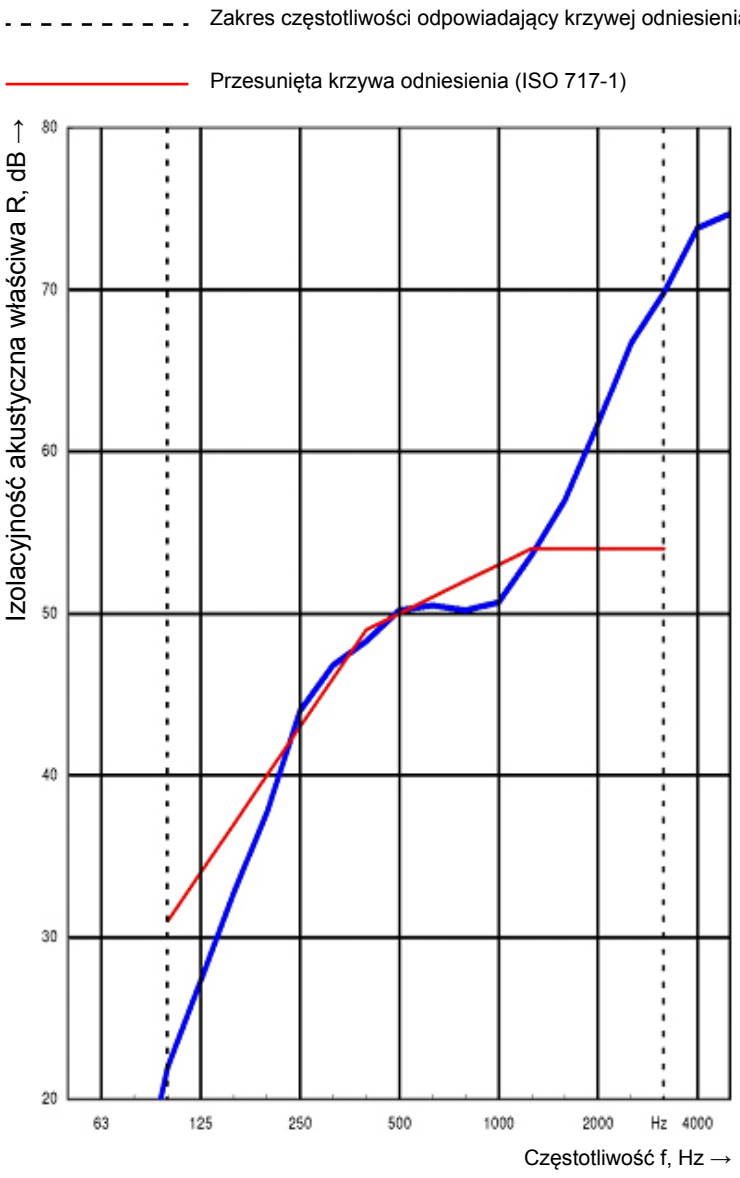
Wynik badania konstrukcji typu 09-4

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 14.07.09
Badana próbka zmontowana przez : IFBS
Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa 130/600/0,75 mm
Płyta z wełny mineralnej, d=130 mm, ciężar objętościowy około 50 kg
Płyta z wełny mineralnej, d=40 mm, ciężar objętościowy około 50 kg
Kątownik stalowy Z-60/40/60 mm
Płyta warstwowa okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z pianki poliuretanowej LL 80 v. B.

Pomiar 4:

Powierzchnia S próbki: 12,20 m^2
Masa powierzchniowa próbki: kg/m^2
Temperatura: 23,9°C
Wilgotność powietrza: 53%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 64,1 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 67,9 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	13,3
63	12,7
80	12,6
100	22,0
125	27,3
160	32,8
200	37,7
250	44,0
315	46,8
400	48,3
500	50,2
630	50,5
800	50,2
1000	50,7
1250	53,6
1600	57,0
2000	61,7
2500	66,7
3150	69,8
4000	73,8
5000	74,7



Ocena według ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 50 (-3 ; -10) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -8dB $C_{50\text{-}5000}$: -7dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -20dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -20dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -10dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

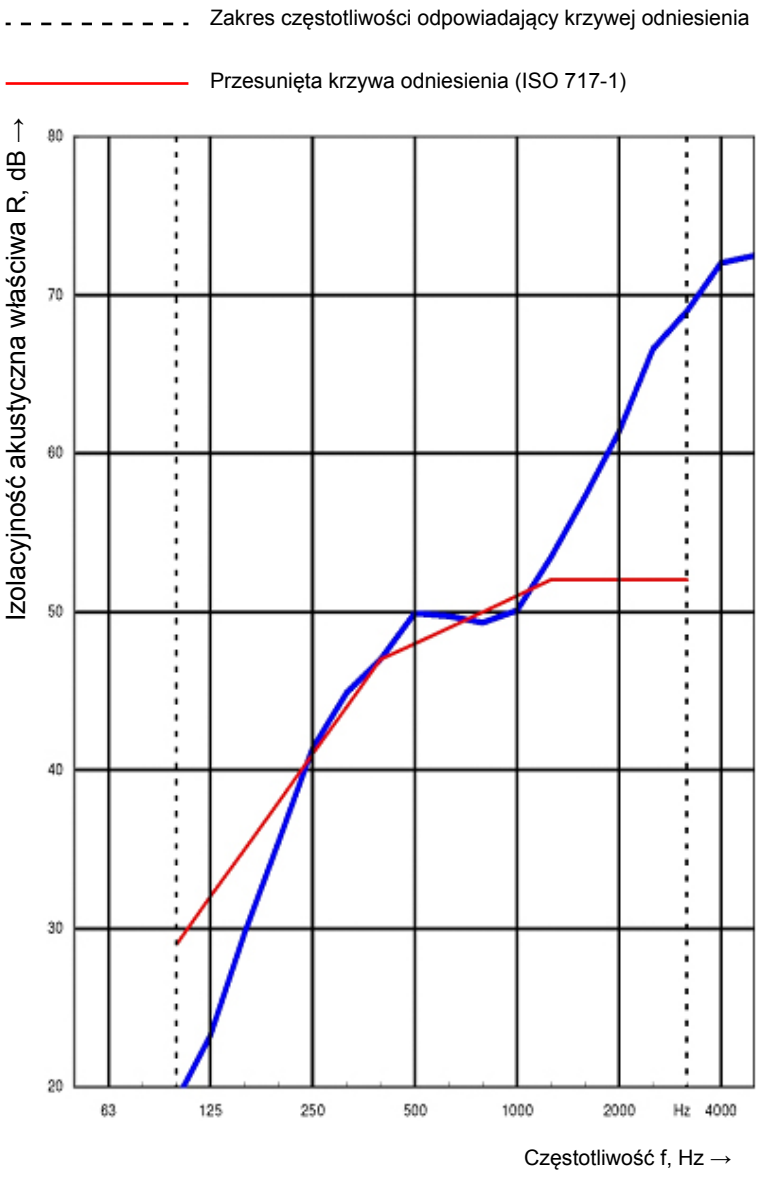
Wynik badania konstrukcji typu 09-5

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 14.07.09
Badana próbka zmontowana przez: FBS
Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa 130/600/0,75 mm
Płyta wełny mineralnej, d=130 mm, ciężar objętościowy około 50 kg
Kątownik stalowy Z-60/40/60 mm
Płyta warstwowa z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z wełny mineralnej LL 80 v. B.

Pomiar 5:

Powierzchnia S próbki: 12,20 m^2
Masa powierzchniowa próbki: kg/m^2
Temperatura: 23,5°C
Wilgotność powietrza: 54%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 64,1 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 67,9 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	12,4
63	16,8
80	12,3
100	19,2
125	23,2
160	29,7
200	35,5
250	41,4
315	44,9
400	47,0
500	49,9
630	49,7
800	49,3
1000	50,1
1250	53,4
1600	57,3
2000	61,4
2500	66,6
3150	69,0
4000	72,0
5000	72,5



Ocena według ISO 717-1

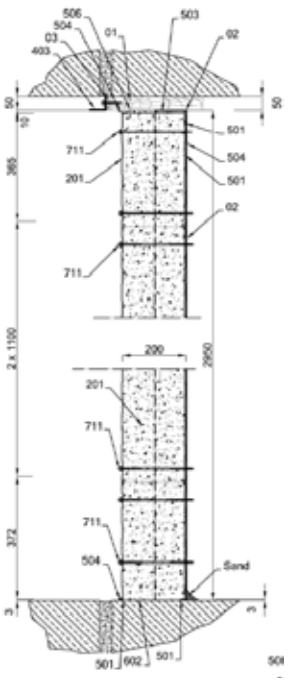
$R_W(C;C_{tr})$ = 48 (-4 ; -11) dB

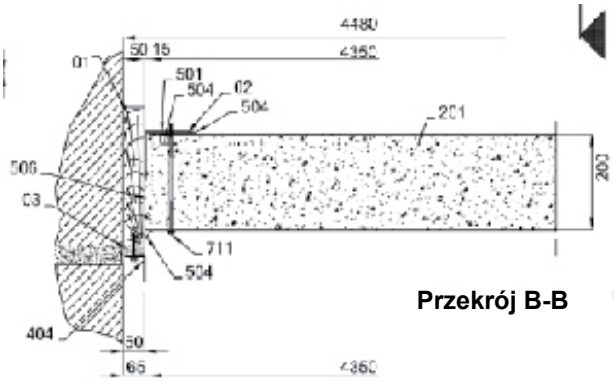
$C_{50\text{-}3150}$: -7dB $C_{50\text{-}5000}$: -6dB $C_{100\text{-}5000}$: -3dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -18dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -18dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -11dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

A.7 Konstrukcja ściany Typ 10-1





Przekrój B-B

Typ ściany 10-1

Poz.1: Płyta warstwowa z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z pianki poliuretanowej 200 mm, widoczne mocowanie

Poz. 2: Łączniki z zgodne z dokumentem Z-14.4-407

Poz. 3: Deska drewniana

Wynik badania konstrukcji typu 10-1

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 24.08.2010

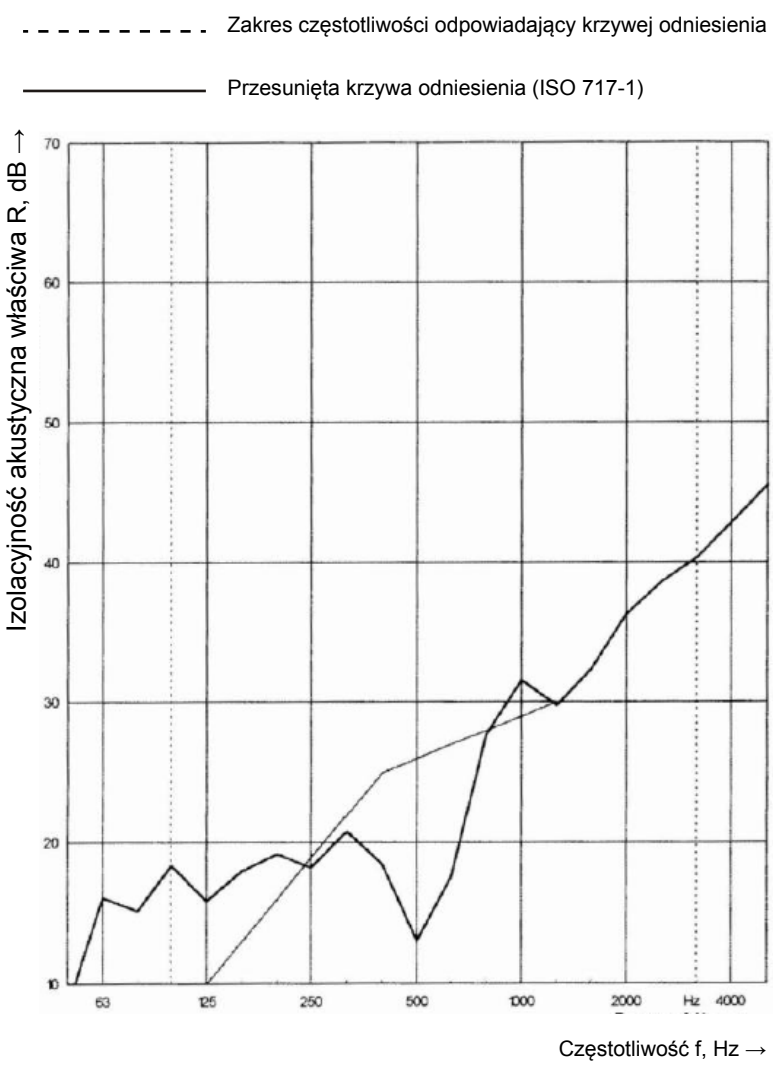
Badana próbka zmontowana przez: IFBS

Opis próbki : Płyty warstwowe grubości 200 mm z rdzeniem z pianki poliuretanową, niewidoczne mocowanie

Konstrukcja 1:

Powierzchnia S próbki: 12,50 m^2
Masa powierzchniowa próbki: 18,6 kg/m^2
Temperatura: 24,5°C
Wilgotność powietrza: 47%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 71,3 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 69,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	8,3
63	16,1
80	15,1
100	18,4
125	15,8
160	18,0
200	19,2
250	18,2
315	20,8
400	18,5
500	13,0
630	17,5
800	27,7
1000	31,6
1250	29,8
1600	32,3
2000	36,3
2500	38,6
3150	40,3
4000	42,8
5000	45,4



Ocena według ISO 717-1

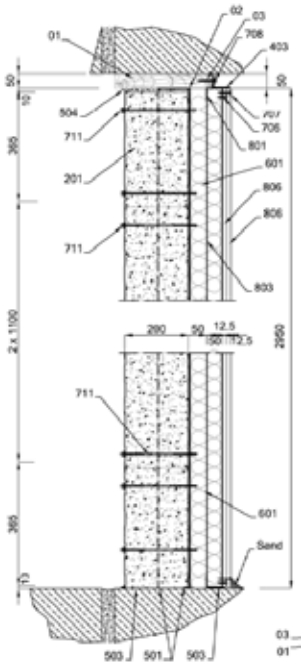
$R_W(C;C_{tr})$ = 26 (-3 ; -5) dB

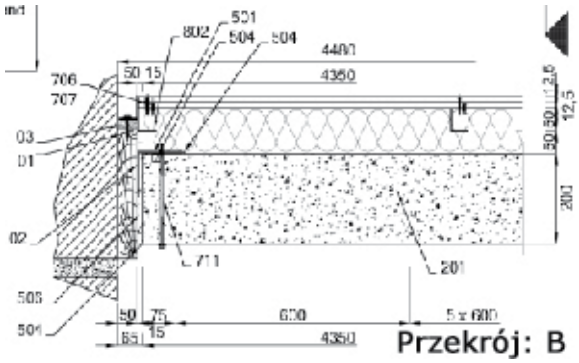
$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -5dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -5dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -5dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

A.8 Konstrukcja ściany Typ 10-2





Typ ściany 10-2:

Poz. 1: Płyty warstwowe grubości 200 mm z rdzeniem z pianką poliuretanową, w okładzinach z blachy stalowej, widoczne mocowanie

Poz. 2: Łącznik zgodny dokumentem Z-14.4-407

Poz. 3: Deska drewniana

Poz. 4: Izolacja z wełny mineralnej, d=100 mm, ρ=50 kg/m³

Poz. 5: Płyta gipsowo-kartonowa 2000/625/12,5, dwie warstwy

Wynik badania konstrukcji typu 10-2

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 24.06.2010

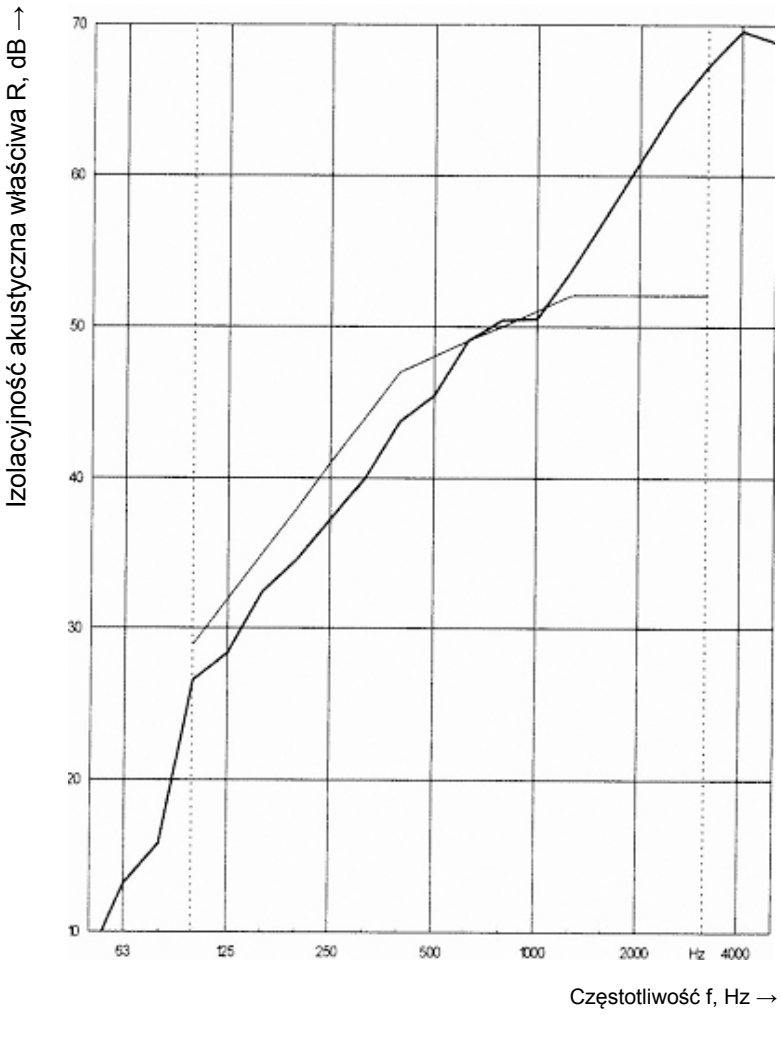
Badana próbka zmontowana przez: IFBS

Opis próbki : Dwuwarstwowe pokrycie płytą gipsowo-kartonową, d=25mm
Izolacja termiczna z wełny mineralnej, d=100 mm, ciężar objętościowy 50 kg/m^3
Płyty warstwowe grubości 200 mm z rdzeniem z pianki poliuretanowej, niewidoczne mocowanie

Konstrukcja 2:

Powierzchnia S próbki: 12,50 m^2
Masa powierzchniowa próbki: 55,9 kg/m^2
Temperatura: 24,1°C
Wilgotność powietrza: 46%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 72,7 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 69,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	8,1
63	13,2
80	15,8
100	26,6
125	28,4
160	32,4
200	34,6
250	37,2
315	40,0
400	43,7
500	45,4
630	49,0
800	50,4
1000	50,5
1250	53,7
1600	57,2
2000	60,8
2500	64,4
3150	67,3
4000	69,6
5000	68,8



Ocena według ISO 717-1

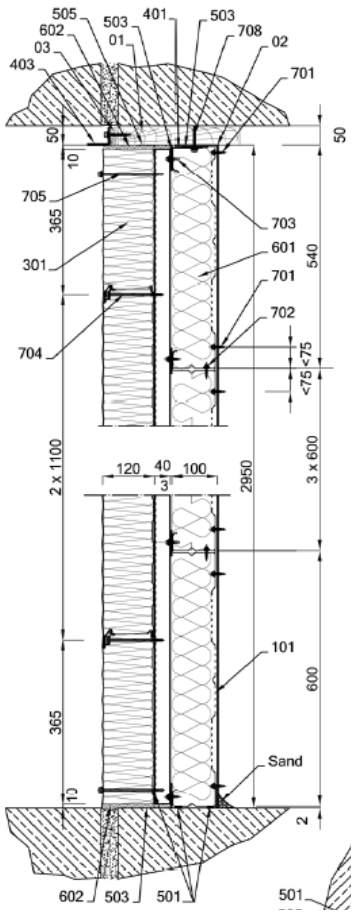
$R_W(C;C_{tr})$ = 48 (-2 ; -7) dB

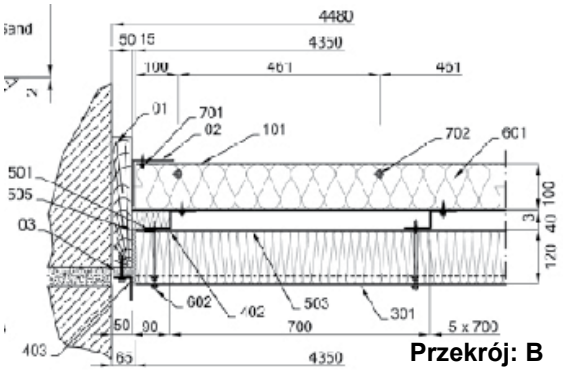
$C_{50\text{-}3150}$: -6dB $C_{50\text{-}5000}$: -5dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -18dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -18dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

A.9 Konstrukcja ściany Typ 10-3, 10-4, 10-5, 10-6





Przekrój: B

Typ ściany 10-3:

Poz. 1: Stalowa blacha kasetowa perforowana 600/100/0,88 mm, stopień perforacji 17,9%

Poz. 2: Płyta warstwowa grubości 120 mm z rdzeniem z wełny mineralnej, z okładzinami z blachy stalowej, niewidoczne mocowanie

Poz. 3: Stalowy profil Z 60/40/60 mm

Poz. 4: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/3-9 mm

Poz. 5: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/2-6 mm

Poz. 6: Łączniki zgodne z dokumentemZ-14.1-4

Poz. 7: Łączniki zgodne z dokumentemZ-14.4-407

Poz. 8: Izolacja z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=50 kg/m³

Poz. 9: Warstwa powietrzna d=40 mm

Poz. 10: Przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm

Poz. 11: Deska drewniana

Typ ściany 10-4: jak Typ ściany 10-3,
lecz Poz. 9: Warstwa izolacji termicznej z wełny mineralnej, d=40 mm, ρ=50 kg/m³

Typ ściany 10-5: jak Typ ściany 10-3,
lecz Poz.2: Płyty warstwowe grubości 240 mm z okładzinami z blachy stalowej, z rdzeniem z wełny mineralnej, widoczne mocowanie

Typ ściany 10-6: jak Typ ściany 10-5,
lecz Poz. 9: Izolacja z wełny mineralnej, d=40 mm, ρ=50 kg/m³

Wynik badania konstrukcji typu 10-3

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 25.08.2010

Badana próbka zmontowana przez: IFBS

Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa perforowana 600/100/0,88mm, stopień perforacji 17,9 %
Płyta z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, typ 7, 60/3,0 mm
Kątownik stalowy Z-60/40/60 mm
Płyty warstwowe grubości 120 mm z rdzeniem z wełny mineralną LL 60, niewidoczne mocowanie

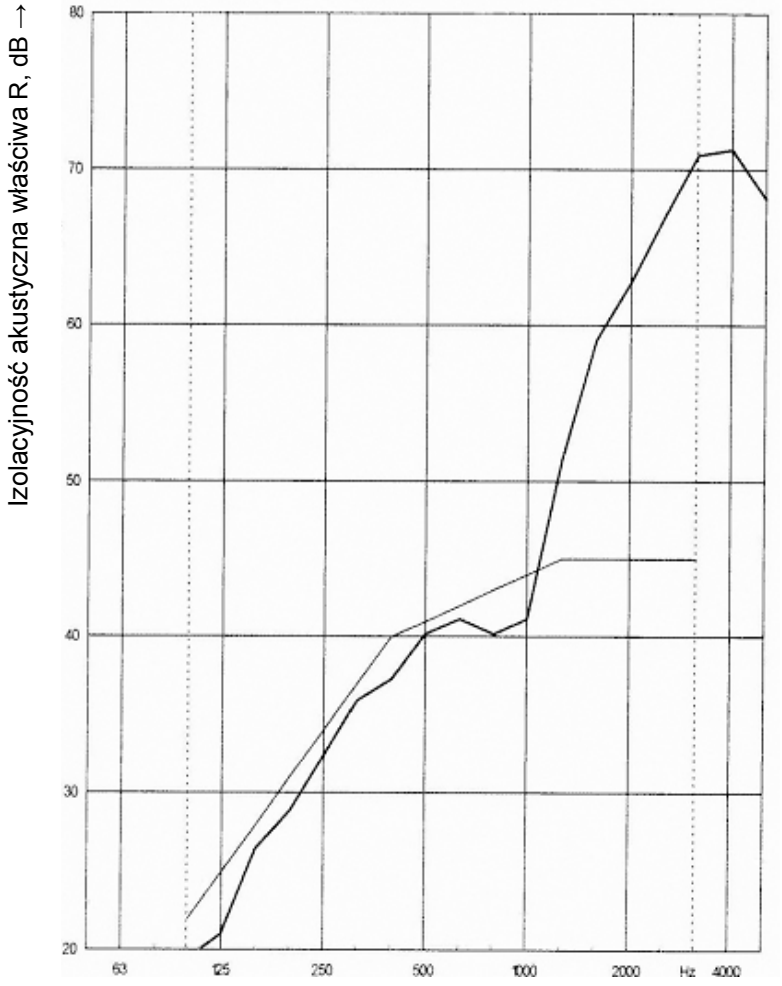
Konstrukcja 3:

Powierzchnia S próbki:	12,50 m^2
Masa powierzchniowa próbki:	47,1 kg/ m^2
Temperatura:	16°C
Wilgotność powietrza:	65 %
Objętość pomieszczenia nadawczego:	72,3 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego:	68,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	12,3
63	15,1
80	13,6
100	19,4
125	21,0
160	26,4
200	28,8
250	32,4
315	35,9
400	37,3
500	40,2
630	41,1
800	40,2
1000	41,1
1250	51,3
1600	59,0
2000	62,7
2500	67,0
3150	70,9
4000	71,3
5000	68,1

- - - - - - - - - - Zakres częstotliwości odpowiadający krzywej odniesienia

——————— Przesunięta krzywa odniesienia (ISO 717-1)



Ocena według ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 41 (-1 ; -6) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -2dB $C_{50\text{-}5000}$: -1dB $C_{100\text{-}5000}$: 0dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -11dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -11dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -6dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

3.2.1.1

Wynik badania konstrukcji typu 10-4

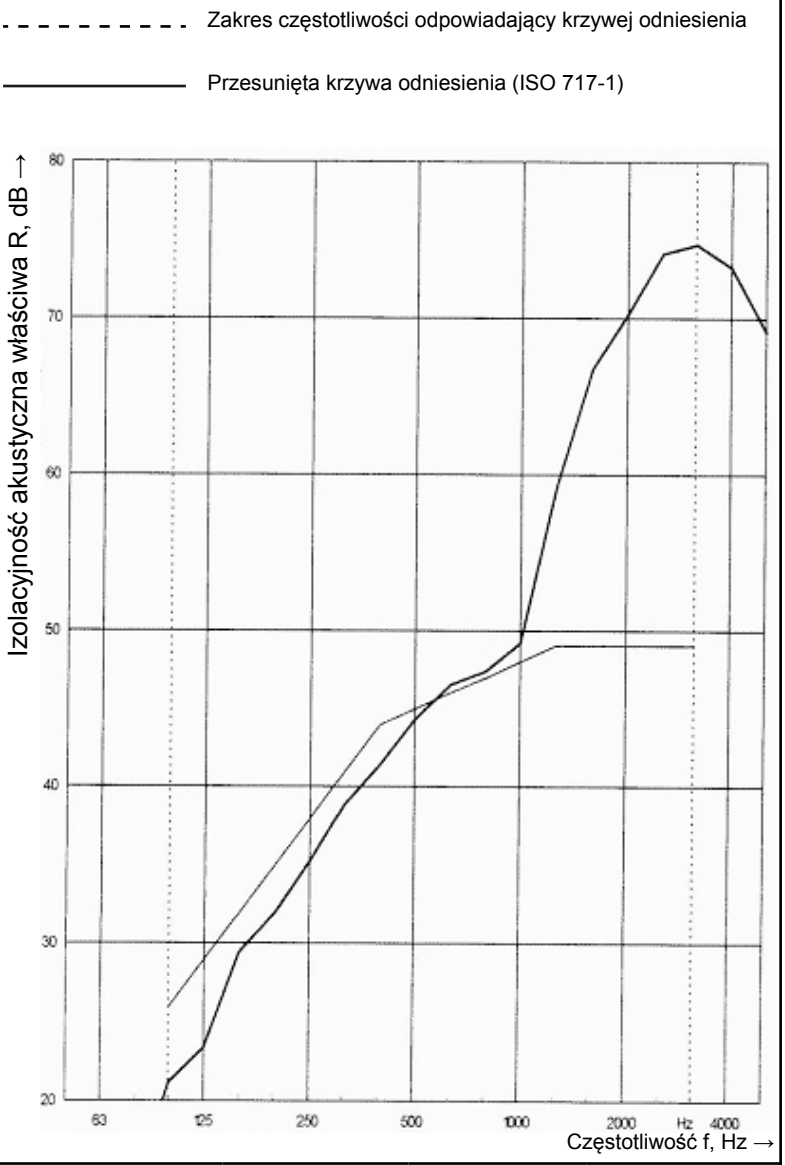
Zleceniodawca: IFBS Data badania: 25.08.2010

Badana próbka zmontowana przez : IFBS

Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/100/0,88mm, stopień perforacji 17,9 %
Płyta z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Płyta z wełny mineralnej, d=40 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, typ 7, 60/3,0 mm
Kątownik stalowy Z-60/40/60 mm
Płyty warstwowe grubości 120 mm z rdzeniem z wełny mineralnej LL 60, niewidoczne mocowanie

Konstrukcja 4:
Powierzchnia S próbki: 12,50 m^2
Masa powierzchniowa próbki: 49,1 kg/m^2
Temperatura: 17°C
Wilgotność powietrza: 61 %
Objętość pomieszczenia nadawczego: 72,3 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 68,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	10,8
63	15,4
80	14,5
100	21,1
125	23,3
160	29,4
200	31,9
250	35,2
315	38,8
400	41,4
500	44,3
630	46,5
800	47,4
1000	49,2
1250	59,2
1600	66,7
2000	70,2
2500	74,1
3150	74,7
4000	73,2
5000	69,1



Ocena według ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 45 (- 2; -8) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -4dB $C_{50\text{-}5000}$: -3dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -14dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -14dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -8dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 10-5

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 30.09.2010

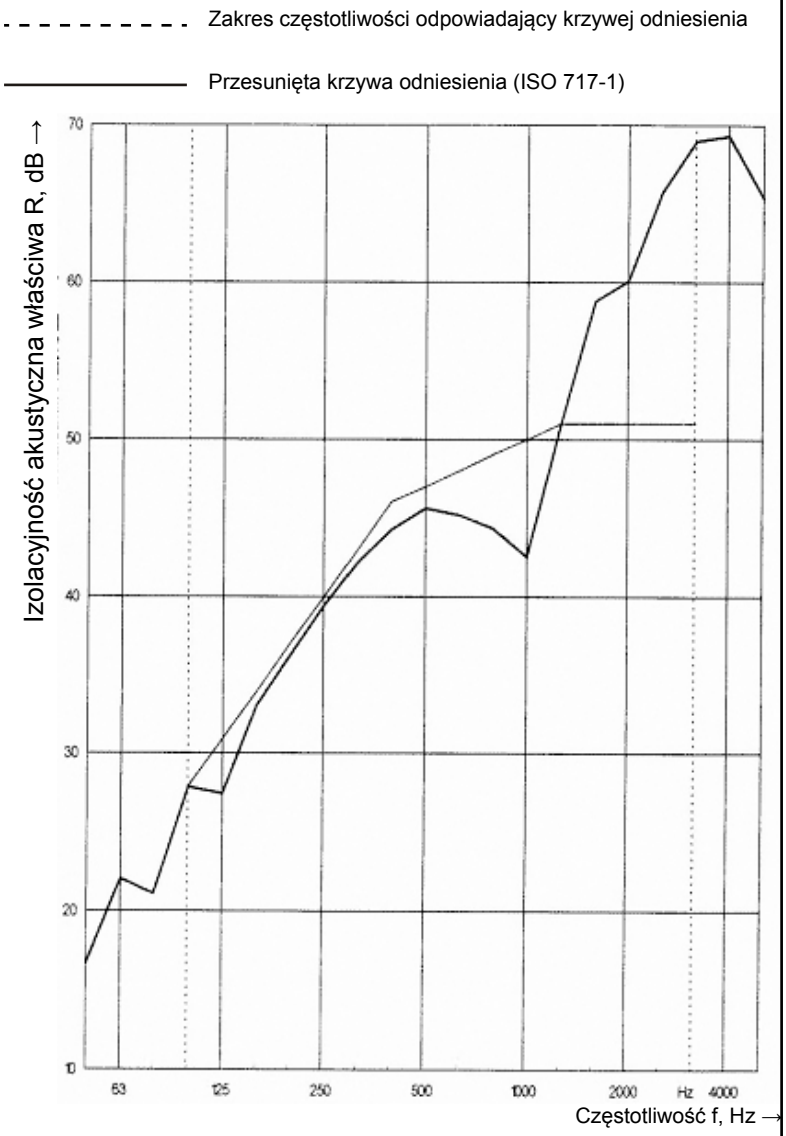
Badana próbka zmontowana przez : IFBS

Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/100/0,88mm, stopień ł perforacji 17,9 %
Płyta z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Płyta z wełny mineralnej , d=40 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, typ 7, 60/3,0 mm
Kątownik stalowy Z-60/40/60 mm
Płyty warstwowej grubości 240 mm z rdzeniem z wełny mineralnej LL 60, niewidoczne mocowanie

Konstrukcja 5:

Powierzchnia S próbki: 12,50 m^2
Masa powierzchniowa próbki: 52,99 kg/m^2
Temperatura: 21,6°C
Wilgotność powietrza: 51 %
Objętość pomieszczenia nadawczego: 74,3 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 66,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	16,7
63	22,1
80	21,1
100	27,9
125	27,5
160	33,0
200	36,2
250	39,4
315	42,2
400	44,2
500	45,6
630	45,2
800	44,3
1000	42,5
1250	51,0
1600	58,8
2000	60,1
2500	65,7
3150	69,0
4000	69,3
5000	65,4



Ocena według ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 47 (-1 ; -6) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: 0dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -11dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -11dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -6dB

Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 10-6

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 30.09.2010

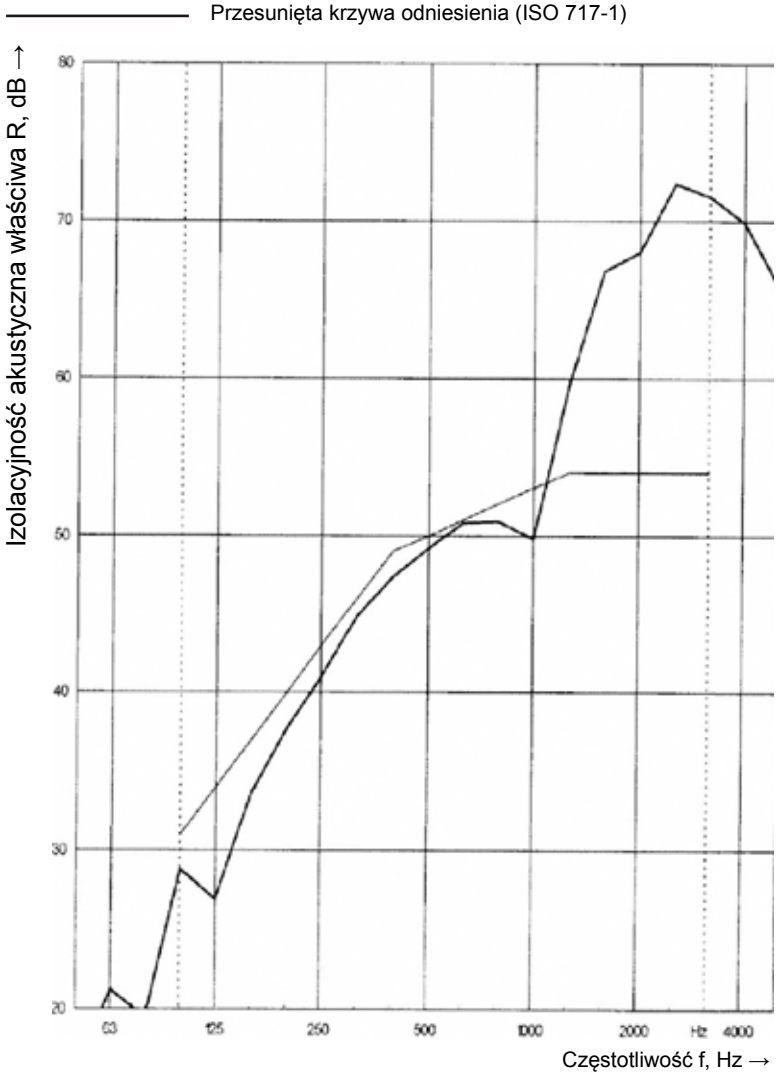
Badana próbka zmontowana przez: IFBS

Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa perforowana 600/100/0,88mm,stopień perforacji 17,9 %
Płyta z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Płyta z wełny mineralnej, d=40 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, typ 7, 60/3,0 mm Kątownik stalowy Z-60/40/60 mm
Płyty warstwowe grubości 240 mm z rdzeniem z wełny mineralnej LL 60, niewidoczne mocowanie

Konstrukcja 6:

Powierzchnia S próbki: 12,50 m^2
Masa powierzchniowa próbki: 54,9 kg/m^2
Temperatura: 21,3°C
Wilgotność powietrza: 52 %
Objętość pomieszczenia nadawczego: 74,3 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 66,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	15,9
63	21,2
80	19,5
100	28,8
125	26,9
160	33,6
200	37,7
250	41,0
315	44,9
400	47,4
500	49,2
630	50,8
800	50,9
1000	49,8
1250	59,6
1600	66,8
2000	68,0
2500	72,4
3150	71,5
4000	69,9
5000	65,7



Ocena według ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 50 (-2 ; -7) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -4dB $C_{50\text{-}5000}$: -3dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

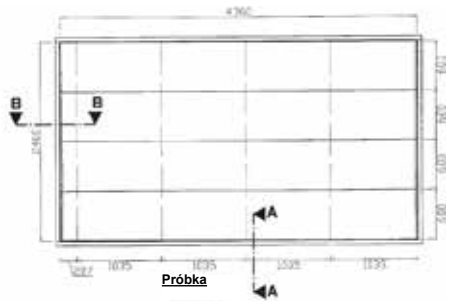
$C_{tr,50\text{-}3150}$: -14dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -14dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

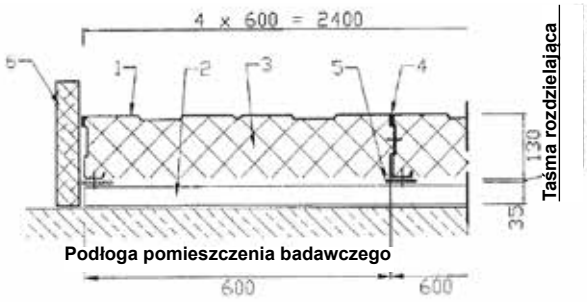
Ocena opiera się na pomiarach w budynku przeprowadzonych w pasmach 1/3 oktawowych.

Załącznik B

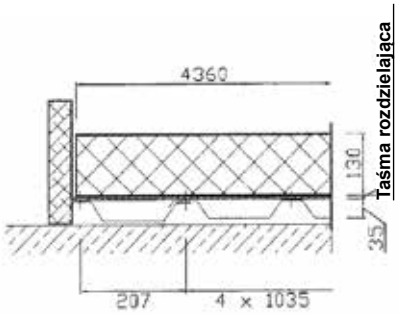
Pochłanianie dźwięku ścian podwójnych (dwupowłokowych)

B.1 Konstrukcja ścienna typu 2b





Przekrój: A-A



Przekrój: B-B

Typ ściany 2b:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 mm

Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 mm

Poz. 3: warstwa izolacyjna z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=15 kg/m^3

Poz. 4: taśma uszczelniająca 15/2-6

Poz. 5: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm

Poz. 6: deska drewniana

Wynik badania konstrukcji typu 2b

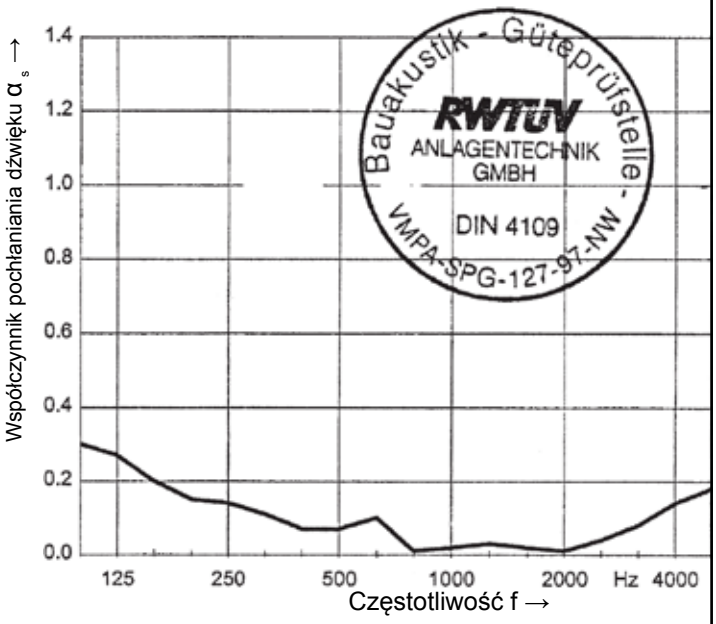
Obiekt:
Ściana hali przemysłowej

Pomiar 7
Konstrukcja elementu badanego:

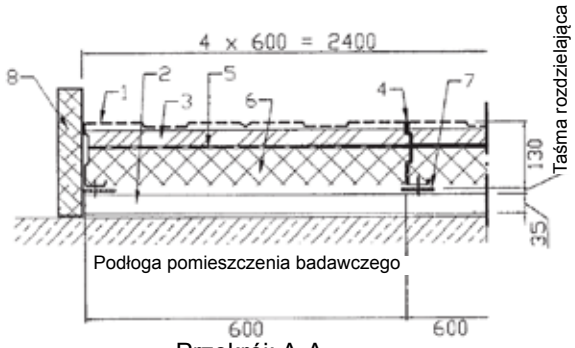
Ściana hali przemysłowej:
- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,75 (od wewnątrz, ułożenie poziome)
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A2, ρ=15kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Data badania: 30.05.01
Powierzchnia próbki: 10,46 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 24
Wilgotność [%]: 50

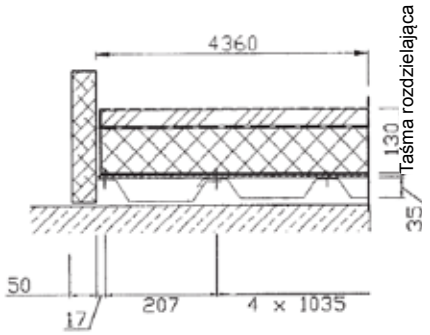
Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,30
125	0,27
160	0,20
200	0,15
250	0,14
315	0,11
400	0,07
500	0,07
630	0,10
800	0,01
1000	0,02
1250	0,03
1600	0,02
2000	0,01
2500	0,04
3150	0,08
4000	0,14
5000	0,18



B.2 Konstrukcje ścienne typu 4a, 5a, 5b, 5d, 5e, 5f, 6a



Przekrój: A-A



Przekrój: B-B

Typ ściany 4a:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/100/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji ok. 14%
Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 mm
Poz. 3: płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej, d=30 mm, jednostronnie laminowana, ρ=50 kg/m^3
Poz. 4: taśma uszczelniająca 15/2-6
Poz. 5: folia polietylenowa, d≥0,25 mm
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=70 mm, ρ=55 kg/m^3
Poz. 7: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm
Poz. 8: kantówka drewniana

Typ ściany 5a: jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: blacha: stalowa kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowany, stopień perforacji ok. 14%
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=100 mm, ρ=55 kg/m^3

Typ ściany 5b: jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowany, stopień perforacji ok. 28%
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=100 mm, ρ=55 kg/m^3

Typ ściany 5d: jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowany, stopień perforacji ok. 28%
Poz. 3: płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej, d=30 mm, jednostronnie laminowana, ρ=20 kg/m^3
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=100 mm, ρ=15 kg/m^3

Typ ściany 5e: jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowany, stopień perforacji ok. 28%
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=100 mm, ρ=15 kg/m^3

Typ ściany 5f: jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1 stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowany, gęstość perforacji ok. 28%
Poz. 3: płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej, d=30 mm, jednostronnie laminowana, ρ=20 kg/m^3

Typ ściany 6a: jak typ ściany 4a,
ale Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowany, stopień perforacji ok. 14%
Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=130 mm, ρ=55 kg/m^3

Wynik badania konstrukcji typu 4a

Konstrukcja elementu badanego:

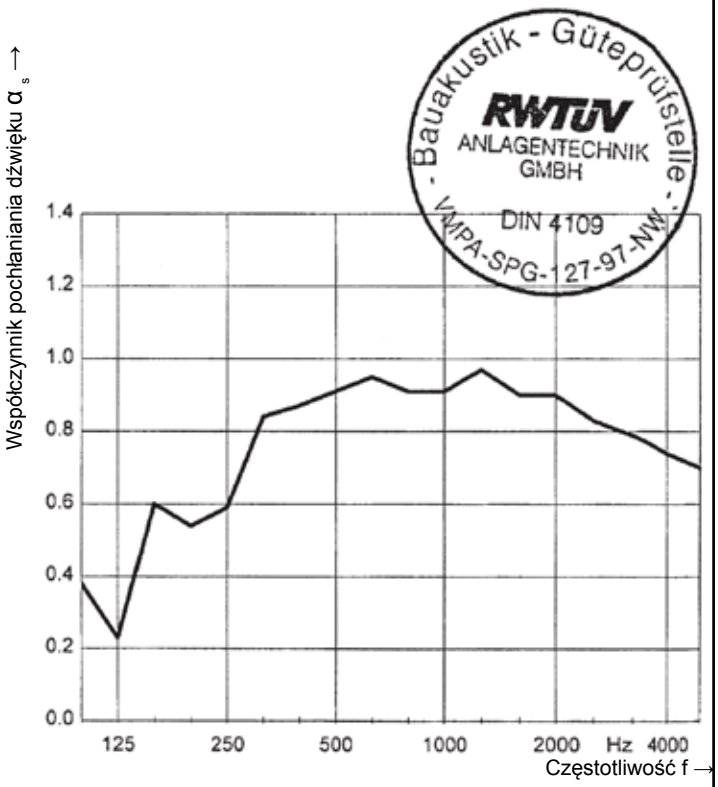
Ściana hali przemysłowej:

- stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/100/0,88 (od wewnątrz), stopień perforacji: 14%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowana włókniną szklaną ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyta izolacyjna z wełny mineralnej, d=70 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą kasetową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Pomiar 1

Data badania: 29.01.01
Powierzchnia próbki: 10,6 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 5
Wilgotność [%]: 67

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,38
125	0,23
160	0,60
200	0,54
250	0,59
315	0,84
400	0,87
500	0,91
630	0,95
800	0,91
1000	0,91
1250	0,97
1600	0,90
2000	0,90
2500	0,83
3150	0,79
4000	0,74
5000	0,70



Wynik badania konstrukcji typu 5a

Konstrukcja elementu badanego:

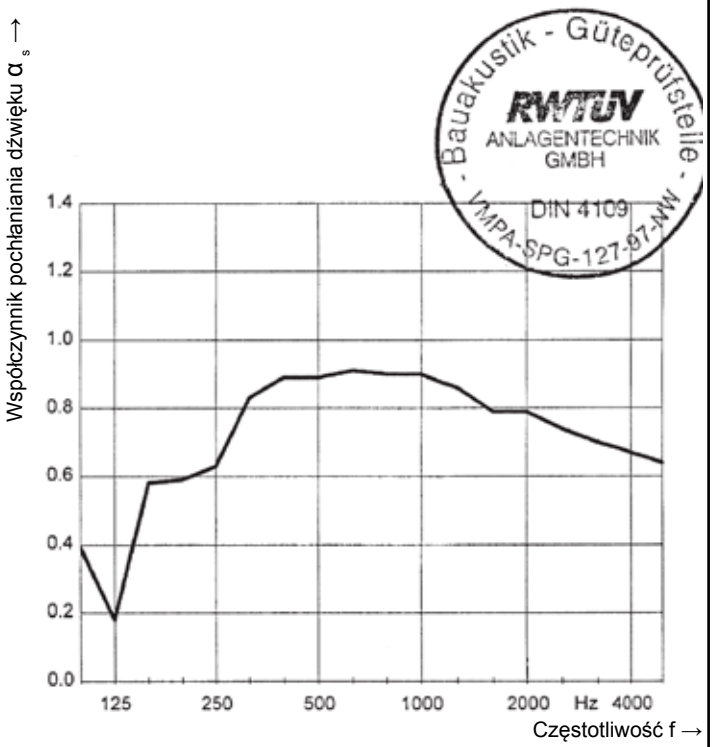
Ściana hali przemysłowej:

- stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/130/0,88 (od wewnątrz), stopień perforacji:14%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty dźwiękochłonne z wełny mineralnej), d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty izolacyjne z wełny mineralnej, d=100 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Pomiar 3

Data badania: 30.01.01
Powierzchnia próbki: 10,6 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 4
Wilgotność [%]: 67

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,39
125	0,18
160	0,58
200	0,59
250	0,63
315	0,83
400	0,89
500	0,89
630	0,91
800	0,90
1000	0,90
1250	0,86
1600	0,79
2000	0,79
2500	0,74
3150	0,70
4000	0,67
5000	0,64



Wynik badania konstrukcji typu 5b

Konstrukcja elementu badanego:

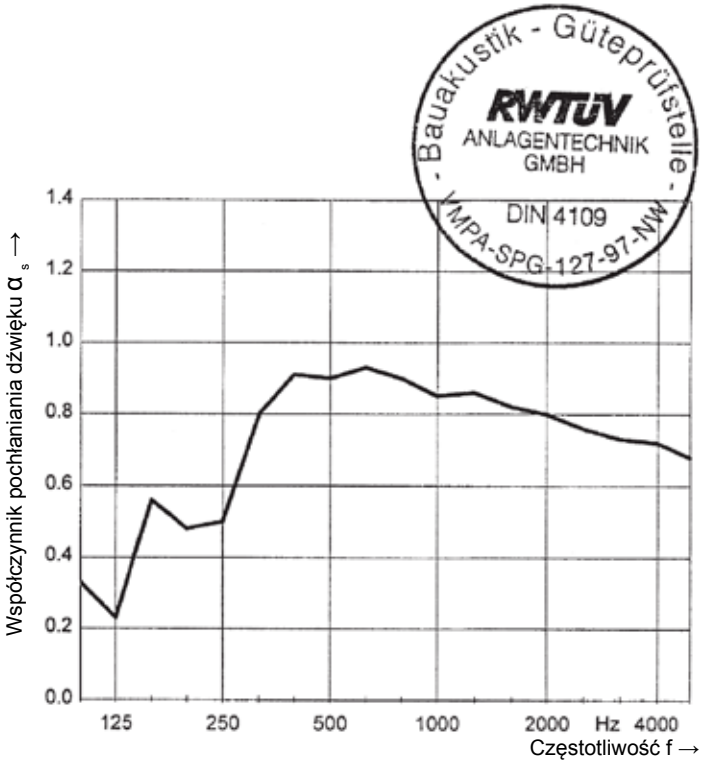
Ściana hali przemysłowej:

- stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/130/0,88 (od wewnątrz), stopień perforacji: 28%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty dźwiękochłonne z wełny mineralnej, d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=100 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Pomiar 2

Data badania: 30.01.01
Powierzchnia próbki: 10,6 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 4
Wilgotność [%]: 67

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,33
125	0,23
160	0,56
200	0,48
250	0,50
315	0,80
400	0,91
500	0,90
630	0,93
800	0,90
1000	0,85
1250	0,86
1600	0,82
2000	0,80
2500	0,76
3150	0,73
4000	0,72
5000	0,68



Wynik badania konstrukcji typu 5d

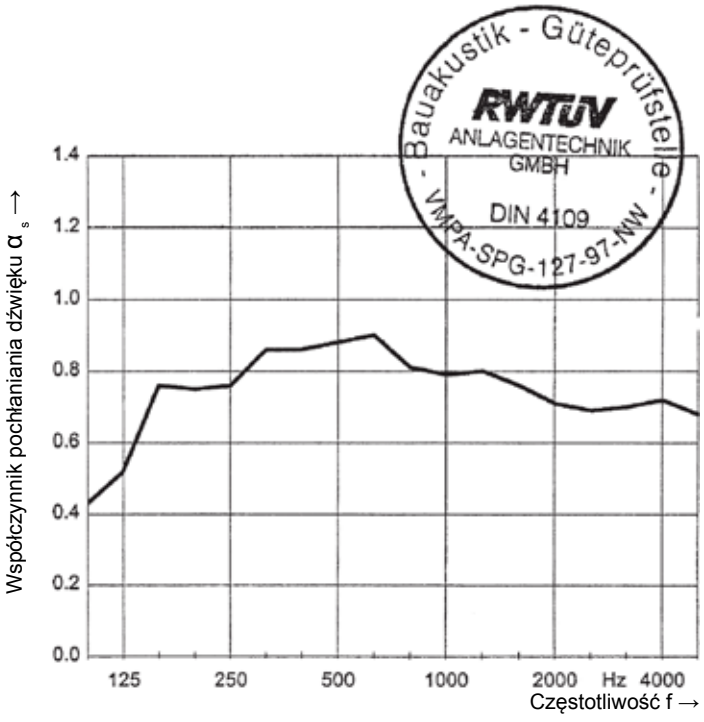
Obiekt:
Ściana hali przemysłowej

Pomiar 8
Konstrukcja ściany:

- stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/130/0,88 (od wewnątrz), stopień perforacji: ok. 28%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty dźwiękochłonne z wełny mineralnej, d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną ρ=20kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=100 mm, typ W-w-040-A2, ρ=15kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blacha trapezową
- talowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Data badania: 31.05.01
Powierzchnia próbki: 10,46 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 17
Wilgotność [%]: 60

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,43
125	0,52
160	0,76
200	0,75
250	0,76
315	0,86
400	0,86
500	0,88
630	0,90
800	0,81
1000	0,79
1250	0,80
1600	0,76
2000	0,71
2500	0,69
3150	0,70
4000	0,72
5000	0,68



Wynik badania konstrukcji typu 5e

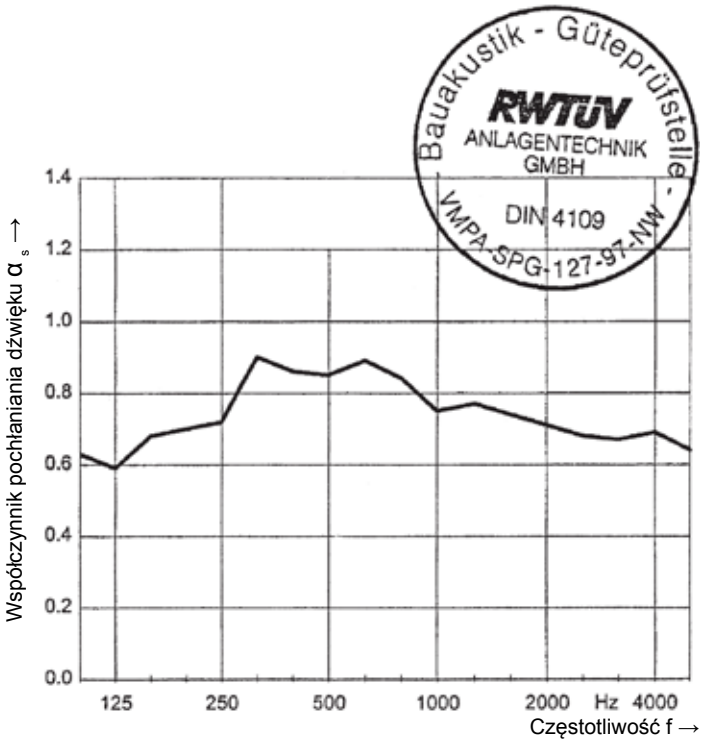
Obiekt:
Ściana hali przemysłowej

Pomiar 9
Konstrukcja ściany:

- stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/130/0,88 (wewnątrz), stopień perforacji: ok. 28%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty dźwiękochłonne z wełny mineralnej, d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=100 mm, typ W-w-040-A2, ρ=15kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Data badania: 31.05.01
Powierzchnia próbki: 10,46 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 17
Wilgotność [%]: 60

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,63
125	0,59
160	0,68
200	0,70
250	0,72
315	0,90
400	0,86
500	0,85
630	0,89
800	0,84
1000	0,75
1250	0,77
1600	0,74
2000	0,71
2500	0,68
3150	0,67
4000	0,69
5000	0,64



Wynik badania konstrukcji typu 5f

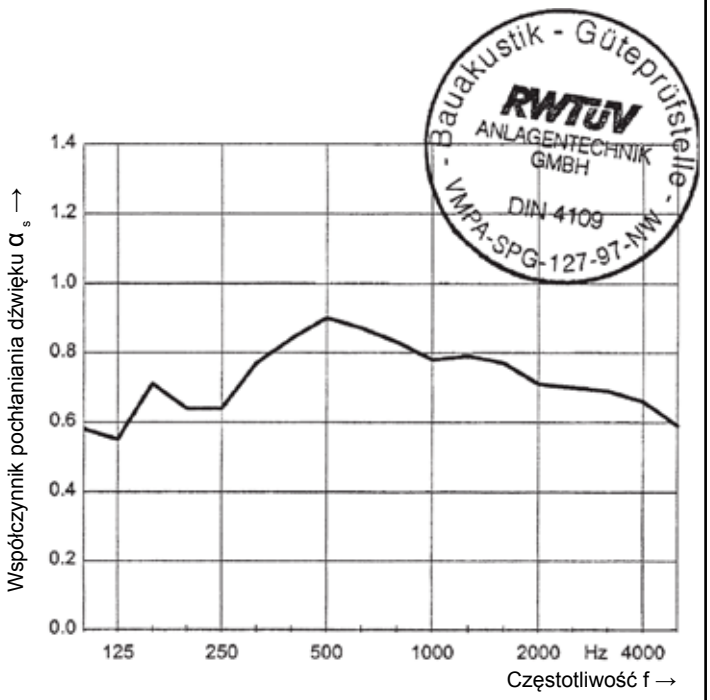
Obiekt:
Ściana hali przemysłowej

Pomiar 10
Konstrukcja ściany :

- stalowa blacha kasetowa, perforowana 600/130/0,88 (od wewnątrz), stopień perforacji: ok. 28%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyty dźwiękochłonne z wełny mineralnej, d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną ρ=20kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=100 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

Data badania: 31.05.01
Powierzchnia próbki: 10,46 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 60

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,58
125	0,55
160	0,71
200	0,64
250	0,64
315	0,77
400	0,84
500	0,90
630	0,87
800	0,83
1000	0,78
1250	0,79
1600	0,77
2000	0,71
2500	0,70
3150	0,69
4000	0,66
5000	0,59



Wynik badania konstrukcji typu 6a

Konstrukcja elementu badanego:

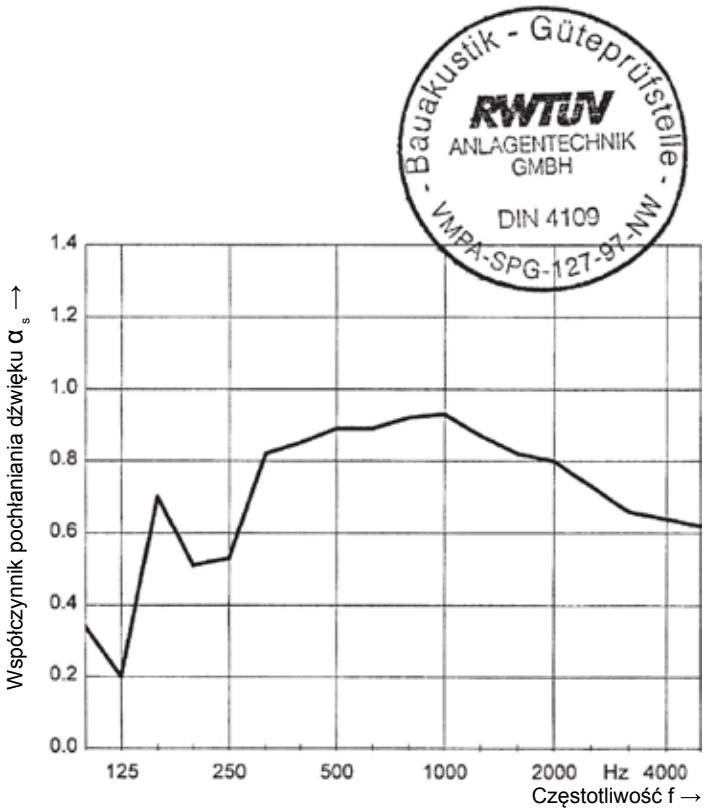
Przemysłowa ściana halowa:

- stalowa blacha kasetowa 600/160/0,88 (od wewnątrz), perforowana, stopień perforacji: ok. 14%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- płyta dźwiękochłonna z wełny mineralnej, d=30 mm, typ W-w-040-A2, laminowane włókniną szklaną ρ=50kg/m^3
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

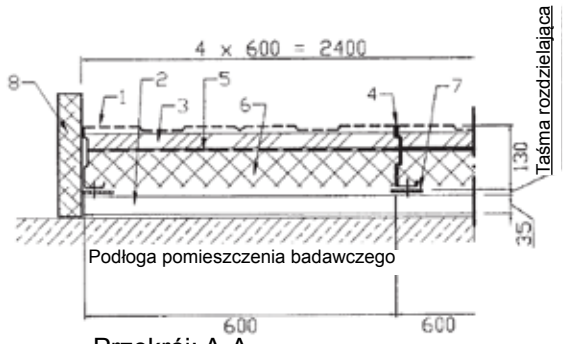
<u>Pomiar 4</u>

Data badania: 29.01.01
Powierzchnia badana: 10,6 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 5
Wilgotność [%]: 67

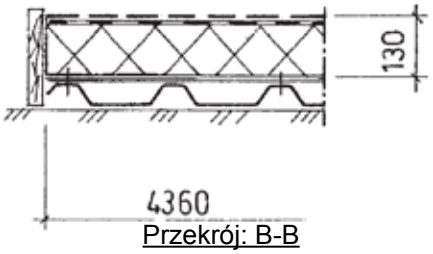
Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,34
125	0,20
160	0,70
200	0,51
250	0,53
315	0,82
400	0,85
500	0,89
630	0,89
800	0,92
1000	0,93
1250	0,87
1600	0,82
2000	0,80
2500	0,73
3150	0,66
4000	0,64
5000	0,62



B.3 Konstrukcja ścienna typu 5c



Przekrój: A-A



Przekrój: B-B

Typ ściany 5c:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji ok. 28%

Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 mm

Poz. 3: nie dotyczy

Poz. 4: taśma uszczelniająca 15/2-6

Poz. 5: folia polietylenowa, d≥0,25 mm między żebrami kasety

Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej d=130 mm, ρ=55 kg/m^3

Poz. 7: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5,0 mm

Poz. 8: deska drewniana

Wynik badania konstrukcji typu 5c

Konstrukcja elementu badanego:

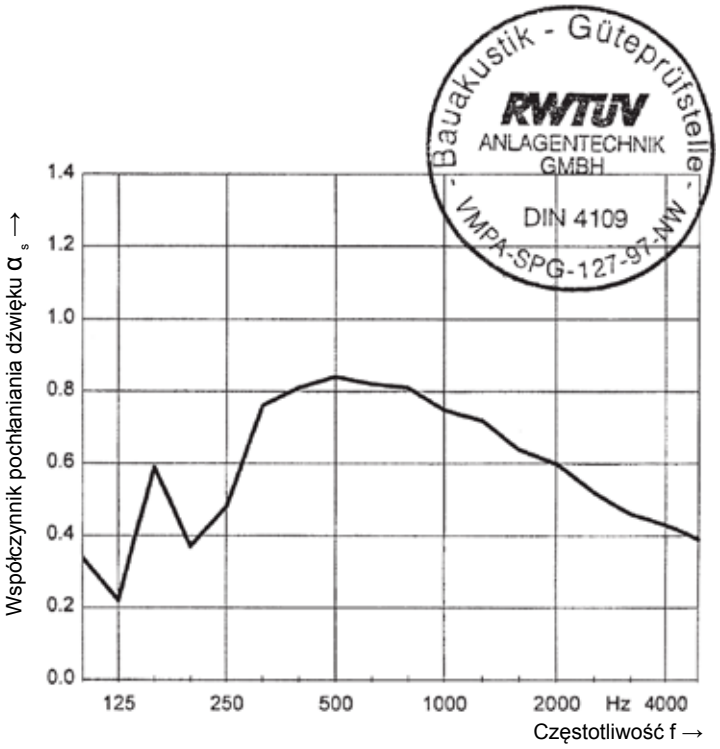
Ściana hali przemysłowej:

- stalowa blacha kasetowa 600/130/0,88 (od wewnątrz), perforowana, stopień perforacji: ok. 28%
- taśma uszczelniająca pomiędzy żebrami kasety
- folia polietylenowa, d≥0,25 mm
- płyty wełny mineralnej, d=130 mm, typ W-w-040-A1, ρ=55kg/m^3
- przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x5 pomiędzy półką kasety a blachą trapezową
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 (na zewnątrz)

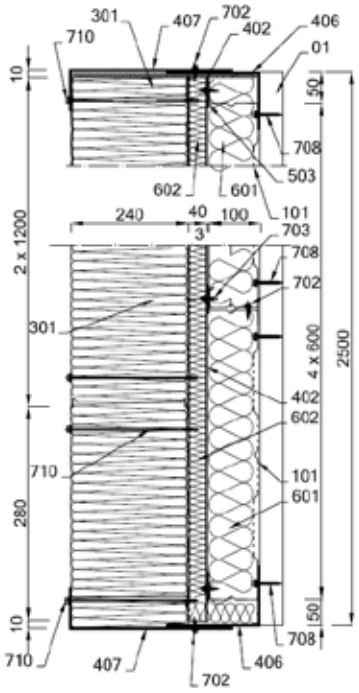
<u>Pomiar 5</u>

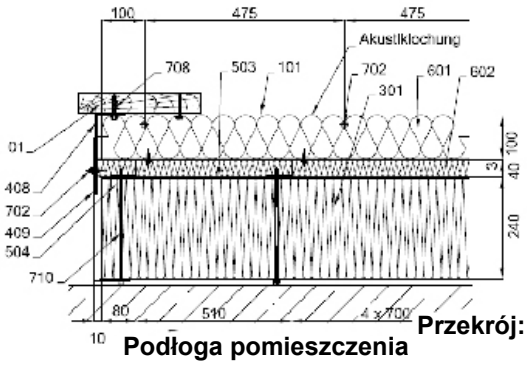
Data badania: 30.01.01
Powierzchnia badana: 10,6 m^2
Objętość komory pogłosowej: 143,1 m^3
Temperatura [°C]: 4
Wilgotność [%]: 67

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,34
125	0,22
160	0,59
200	0,37
250	0,48
315	0,76
400	0,81
500	0,84
630	0,82
800	0,81
1000	0,75
1250	0,72
1600	0,64
2000	0,60
2500	0,52
3150	0,46
4000	0,43
5000	0,39



B.4 Konstrukcja ściany Typ 10-4, 10-6





Przekrój: E

Podłoga pomieszczenia kontrolnego

Typ ściany 10-7:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/100/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji około 18 %
Poz. 2: izolacja z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ρ=50 kg/m³
Poz. 3: izolacja z wełny mineralnej, d=40 mm, ρ=50 kg/m³
Poz. 4: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x3,0 mm
Poz. 5: stalowy kątownik 60/40/60 mm
Poz. 6: płyta warstwowa z rdzeniem z wełny mineralnej, d=120 mm, LL 60, niewidoczne mocowanie

Typ ściany 10-8:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/100/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji około 18 %
Poz. 2: izolacja z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ρ=50 kg/m³
Poz. 3: izolacja z wełny mineralnej, d=40 mm, ρ=50 kg/m³
Poz. 4: przekładka z taśmy termoizolacyjnej 60x3,0 mm
Poz. 5: stalowy kątownik 60/40/60 mm
Poz. 6: płyta warstwowa z rdzeniem z wełny mineralnej, d=240 mm, LL 60, niewidoczne mocowanie

Wynik badania konstrukcji typu 10-4

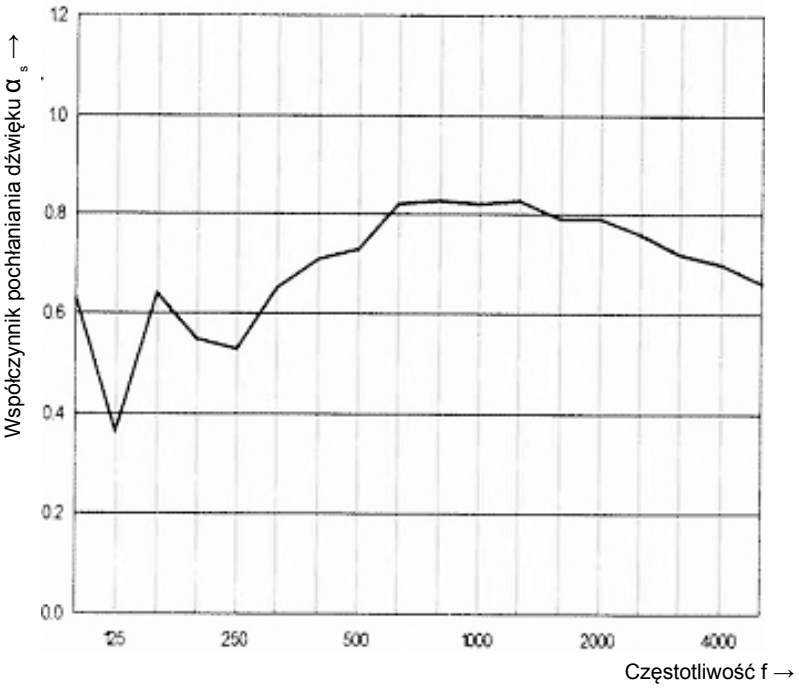
Zleceniodawca: IFBS Data badania: 31.08.2010

Badana próbka zmontowana przez : IFBS

Opis próbki : Stalowy blacha kasetowa 600/1000/0,80 mm, perforowana, stopień perforacji 17,9 %
Płyta z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Płyta z wełny mineralnej, d=40 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, typ 7, 60/3,0 mm Stalowy kątownik Z-60/40/60 mm
Płyta warstwowa z rdzeniem z wełny mineralnej 120 mm LL 60, niewidoczne mocowanie

Konstrukcja 4:		Komora pusta		Komora z badaną próbką	
Powierzchnia próbki:	9,80 m^2	Względna wilgotność powietrza:	63,0 %	Względna wilgotność powietrza:	47,0%
Objętość komory pogłosowej:	143,5 m^3	Temperatura:	13,0 °C	Temperatura:	16,9 °C

Częstotliwość [Hz]	α_S
100	0,63
125	0,36
160	0,64
200	0,55
250	0,53
315	0,65
400	0,71
500	0,73
630	0,82
800	0,83
1000	0,82
1250	0,83
1600	0,79
2000	0,79
2500	0,76
3150	0,72
4000	0,70
5000	0,66



Wynik badania konstrukcji typu 10-6

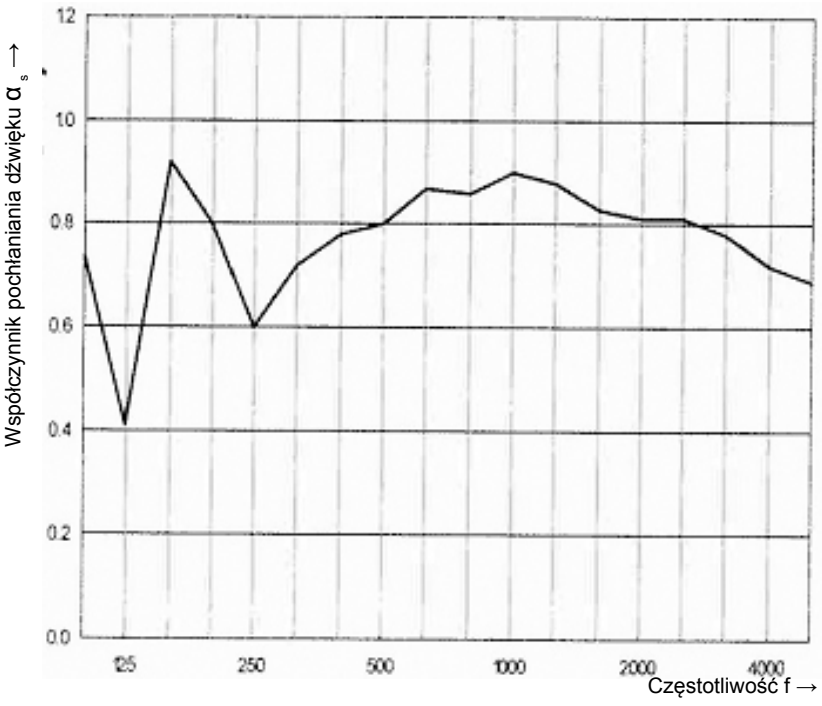
Zleceniodawca: IFBS Data badania: 31.08.2010

Badana próbka zmontowana przez : IFBS

Opis próbki : Stalowa blacha kasetowa 600/1000/0,80 mm, perforowana, stopień perforacji 17,9 %
Płyta z wełny mineralnej na włókninie, d=100 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Płyta z włókien mineralnych, d=40 mm, ciężar objętościowy około 50 kg/m^3
Przekładka z taśmy termoizolacyjnej, typ 7, 60/3,0 mm Stalowy kątownik Z-60/40/60 mm
Płyty warstwowe grubości 240 mm z rdzeniem z wełną mineralną LL 60, niewidoczne mocowanie
Ułożone poziomo z pionowymi fugami

Konstrukcja 6:		Komora pusta		Komora z badaną próbką	
Powierzchnia próbki:	9,80 m^2	Względna wilgotność powietrza:	63,0 %	Względna wilgotność powietrza:	48,0%
Objętość komory pogłosowej:	143,5 m^3	Temperatura:	13,0 °C	Temperatura:	15,9 °C

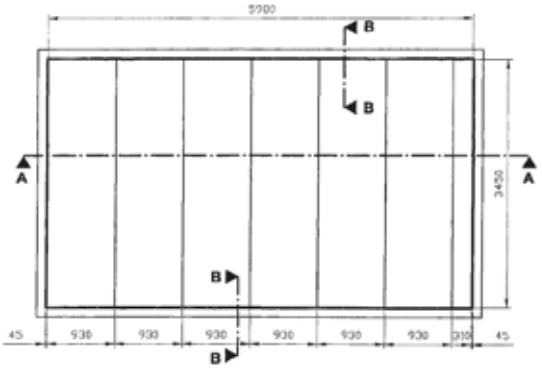
Częstotliwość [Hz]	α_S
100	0,74
125	0,41
160	0,92
200	0,80
250	0,60
315	0,72
400	0,78
500	0,80
630	0,87
800	0,86
1000	0,90
1250	0,88
1600	0,83
2000	0,81
2500	0,81
3150	0,78
4000	0,72
5000	0,69

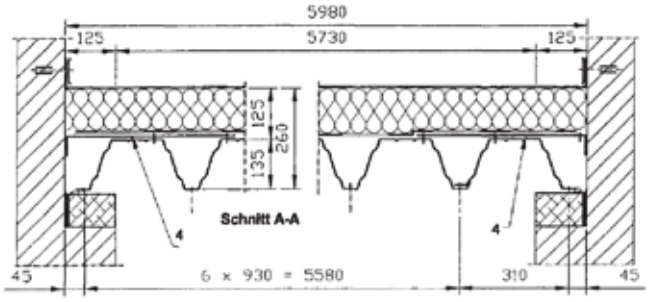


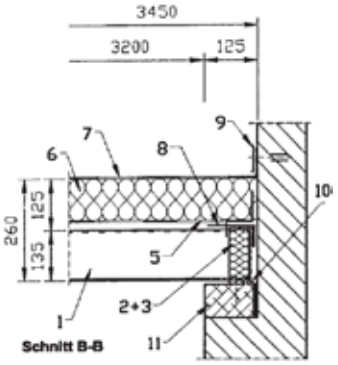
Załącznik C

Izolacyjność akustyczna konstrukcji dachowych

C.1 Konstrukcje dachowe typu 1M, 2M, 3M







Typ dachu 1M:

Poz. 1: stalowa blacha trapezowa 100/275/0,75

Poz. 2: wkładka z pianki polietylenowej PE wypełniająca profil, duże przetłoczenie

Poz. 3: wkładka z pianki polietylenowej PE wypełniająca profil, małe przetłoczenie

Poz. 4: profil krawędziowy usztywniający

Poz. 5: paroizolacja z folii polietylenowej, d≥0,25 mm s_d≥100m

Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm, ρ=140 kg/m^3

Poz. 7: izolacja wodochronna z tworzyw sztucznych, grubości 1,5 mm

Poz. 8: kątownik

Poz. 9: szyna mocująca

Poz. 10: masa uszczelniająca

Poz. 11: belka z drewna klejonego (obwodowa)

Jak typ dachu 1M:

ale bez wkładki wypełniającej z pianki polietylenowej PE

Typ dachu 2M: jak typ dachu 1M,

ale Poz. 1: stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75 mm

Poz. 2: wkładka z wełny mineralnej wypełniająca profil, duże przetłoczenie

Typ dachu 3M: jak typ dachu 1M,

ale Poz. 1: stalowa blacha trapezowa 160/250/0,75 mm

Poz. 2: wkładka z wełny mineralnej wypełniająca profil, duże przetłoczenie

Uwaga: Konstrukcja 3M została zbadana w obie strony

Wynik badania konstrukcji typu 1M

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 08.06.00

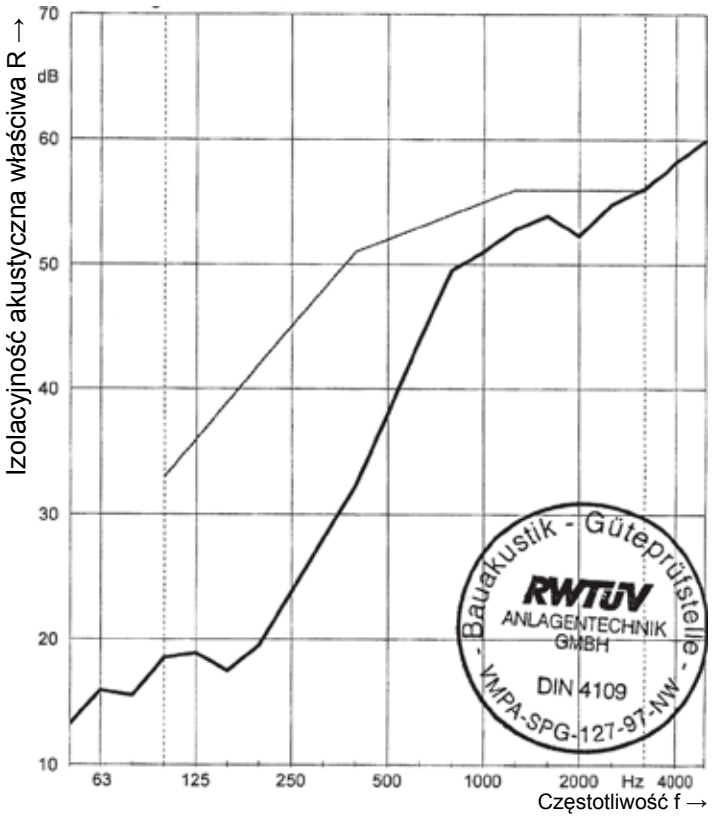
Konstrukcja elementu badanego:
Dach ze stalowej blachy trapezowej 100/275/0,75 mm z wkładką ze styropianu wypełniającą profil, małe przetłoczenie,
- folia polietylenowa 0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej W-w-040-A1, ρ = 140 kg/m^3, grubości 120 mm
- izolacja wodochronna z folii PVC, grubości 1,5 mm z brzegową szyną mocującą

Zakładowe stanowisko do badania stropów, Dinslaken **--Pomiar 1--**
Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa 25,9 kg/m^2
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	13,2
63	15,9
80	15,5
100	18,5
125	18,9
160	17,5
200	19,5
250	23,8
315	28,1
400	32,3
500	38,0
630	43,9
800	49,5
1000	51,0
1250	52,8
1600	53,9
2000	52,3
2500	54,8
3150	56,1
4000	58,2
5000	59,9

—— :R

—— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 37 (-2 ; -7) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -9dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -9dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

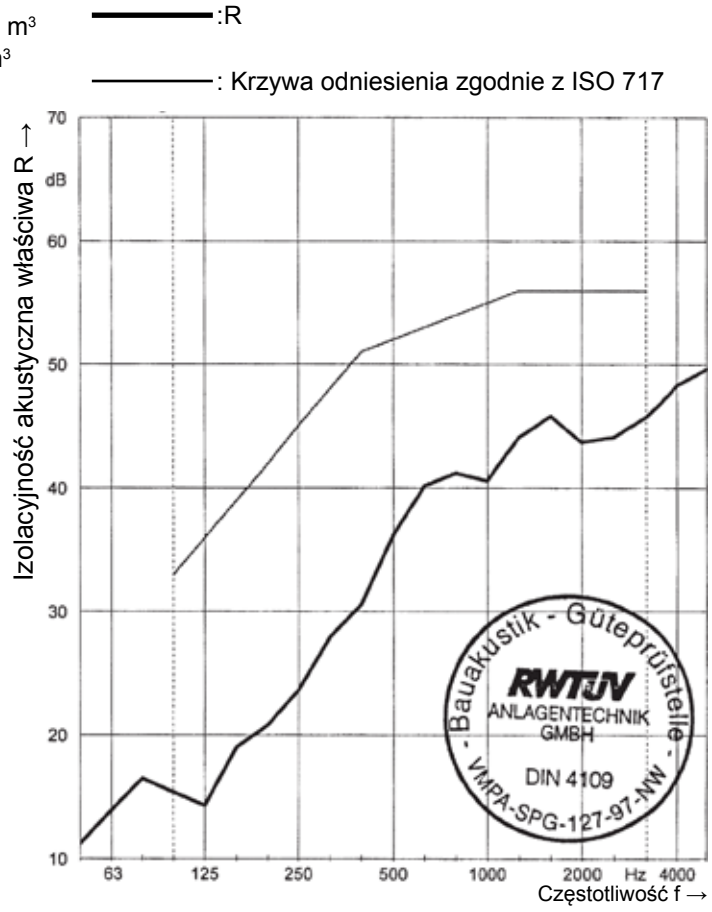
Wynik badania konstrukcji typu 1M (jednak bez wypełniających wkładek ze styropianu)

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 08.06.00

Konstrukcja elementu badanego:
Dach ze stalowej blachy trapezowej 100/275/0,75 mm bez wypełniających wkładek ze styropianu,
- folia polietylenowa 0,25 mm
- płyty z wełny mineralnej W-w-040-A1, ρ = 140 kg/m^3, grubości 120 mm
- izolacja wodochronna z folii PVC, grubości 1,5 mm z brzegową szyną mocującą

Zakładowe stanowisko do badania stropów, Dinslaken **--Pomiar 2--**
Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 25,9 kg/m^2
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,2
63	13,9
80	16,5
100	15,4
125	14,3
160	19,0
200	20,8
250	23,6
315	27,9
400	30,6
500	36,2
630	40,2
800	41,2
1000	40,6
1250	44,1
1600	45,8
2000	43,7
2500	44,1
3150	45,7
4000	48,3
5000	49,6



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 36 (-2 ; -7) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -9dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -9dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 2M

Opis rozwiązania: Konstrukcja dachowa ze stalowych blach trapezowych
Komory badawcze: stanowisko do badania stropów
Data badania: 17.10.01

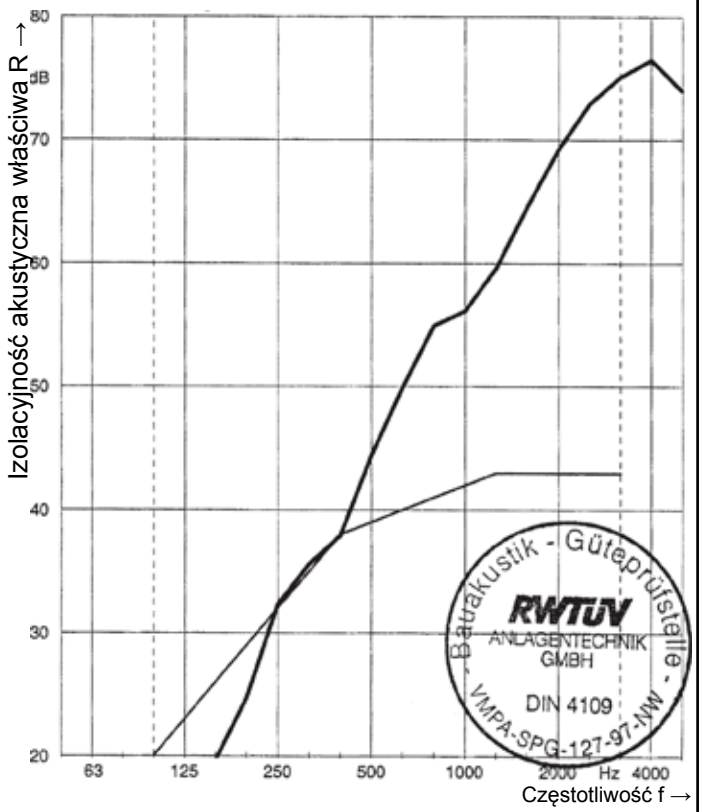
Zleceniodawca: IFBS

--Pomiar 3--
Konstrukcja elementu badanego:
- folia PVC 1,5 mm : 1,66
- izolacja z wełny mineralnej 120 mm / 140 kg/m^3 : 16,80
- paraizolacja z foli polietylenowej : 0,15
- stalowa blacha trapezowa 135/0,75 : 9,74

(-- patrz rys. 4 --) kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 28,35 kg/m^2
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	13,9
63	12,7
80	13,2
100	12,5
125	14,6
160	19,6
200	24,7
250	32,3
315	35,6
400	37,9
500	44,4
630	49,9
800	54,9
1000	56,1
1250	59,6
1600	64,6
2000	69,2
2500	72,9
3150	75,1
4000	76,5
5000	74,0



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 39 (-3 ; -10) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -4dB $C_{50\text{-}5000}$: -3dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -12dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -12dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -10dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 3M, badanie w kierunku 1

Zakładowe stanowisko do badania stropów Data badania: 30.01.02

Zleceniodawca: IFBS

Konstrukcja elementu badanego:

Pomiar 4

1	folia PVC 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej 120 mm / 140 kg/m³	16,80
3	folia polietylenowa	0,15
4	stalowa blacha trapezowa 160/0,75	12,00

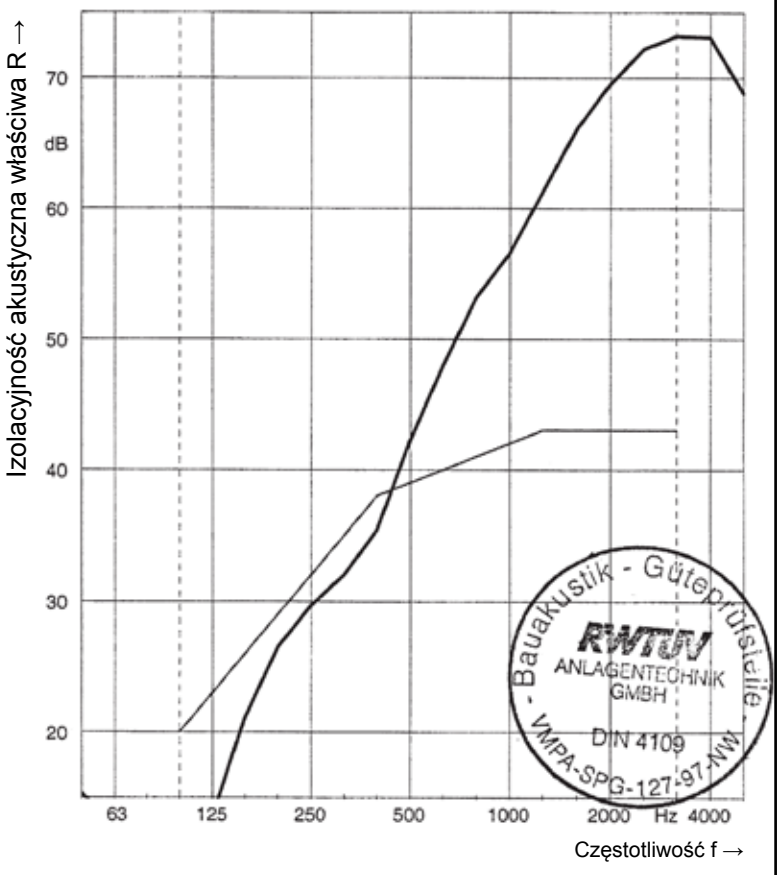
Powierzchnia próbki: 18,4 m²
Masa powierzchniowa: 30,61 kg/m²
Temperatura [°C]: 14
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,7 m³
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 63,6 m³

Suma 30,61 kg/m²

——— :R

——— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	15,3
63	12,9
80	11,2
100	14,0
125	13,5
160	21,1
200	26,5
250	29,7
315	32,0
400	35,4
500	42,2
630	48,0
800	53,2
1000	56,6
1250	61,3
1600	66,1
2000	69,5
2500	72,2
3150	73,2
4000	73,1
5000	68,8



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 39 (-3 ; -9) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -4dB $C_{50\text{-}5000}$: -3dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -12dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -12dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -9dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 3M, badanie w kierunku 2

Zakładowe stanowisko do badania stropów Data badania: 30.01.02
Zleceniodawca: IFBS

Konstrukcja elementu badanego:

Pomiar 5

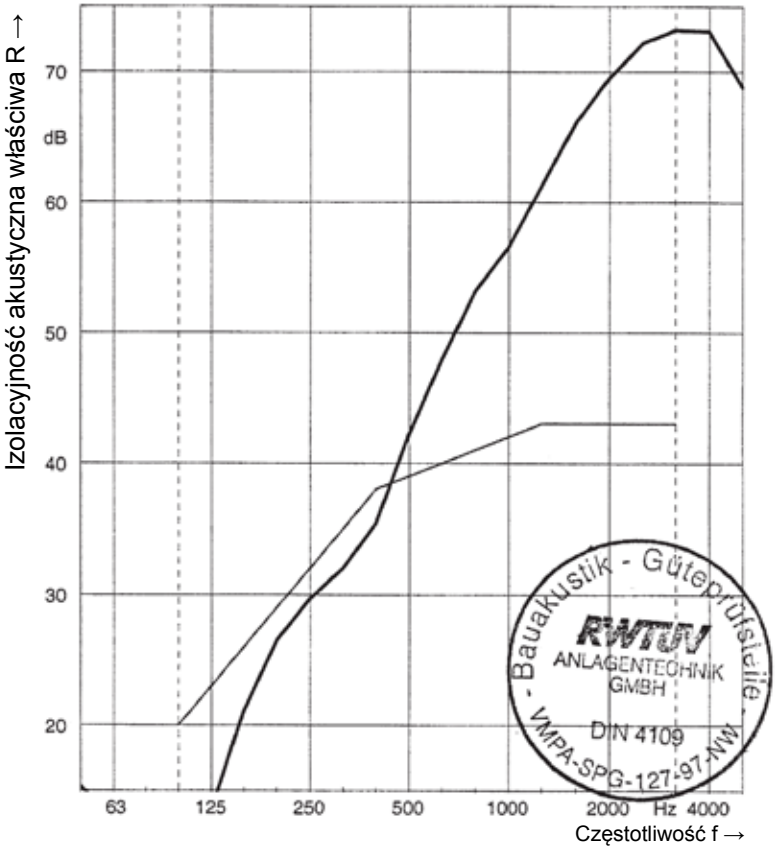
1	folia PVC 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej 120 mm / 140 kg/m^3	16,80
3	folia polietylenowa	0,15
4	stalowa blacha trapezowa 160/0,75	12,00

Suma: 30,61 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 30,61 kg/m^2
Temperatura [°C]: 14
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 63,6 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 58,7 m^3

———:R
———: Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,2
63	11,2
80	14,0
100	18,0
125	15,1
160	13,1
200	27,5
250	26,2
315	31,4
400	34,8
500	40,6
630	48,7
800	53,1
1000	56,6
1250	61,0
1600	66,0
2000	69,6
2500	72,2
3150	73,9
4000	76,6
5000	75,9



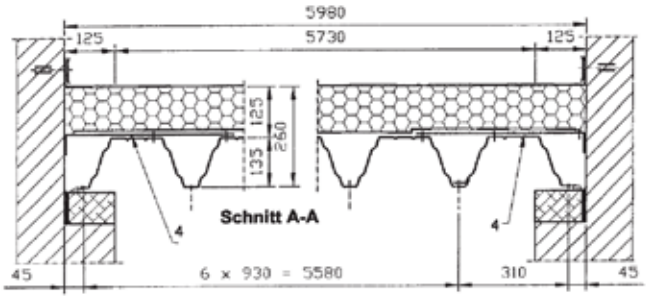
Badanie zgodnie z ISO 717-1

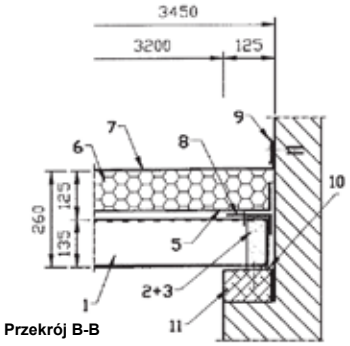
$R_W(C;C_{tr})$ = 39 (-3 ; -8) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -4dB $C_{50\text{-}5000}$: -3dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -12dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -12dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -8dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.





C.2 Konstrukcje dachowe typu 1P, 2P

Typ dachu 1P:

Poz. 1: stalowa blacha trapezowa 100/275/0,75

Poz. 2: wkładka z pianki polietylenowej wypełniająca profil, duże przetłoczenie

Poz. 3: wkładka z pianki polietylenowej wypełniająca profil, małe przetłoczenie

Poz. 4: profil krawędziowy usztywniający

Poz. 5: paroizolacja z folii polietylenowej PE, d≥0,25 mm s_d≥100m

Poz. 6: izolacja ze styropianu PS 20 SE, d=120 mm

Poz. 7: izolacja wodochronna z folii z tworzywa sztucznego, grubości 1,5 mm

Poz. 8: kątownik

Poz. 9: szyna mocująca

Poz. 10: masa uszczelniająca

Poz. 11: belka z drewna klejonego (obwodowa)

Typ dachu 2P jak typ dachu 1M,
ale Poz. 1: stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75 mm

Wynik badania konstrukcji typu 1P

Zleceniodawca: IFBS Data badania: 08.06.00

Konstrukcja elementu badanego:
- dach ze stalowej blachy trapezowej 100/275/0,75 mm bez wkładki ze styropianu wypełniającej profil
- paroizolacja z folii polietylenowej 0,25 mm
- płyty ze styropianu 120 mm, ρ = 20 kg/m³
- izolacja wodochronna z PVC, 1,5 mm z krawędziową szyną mocującą

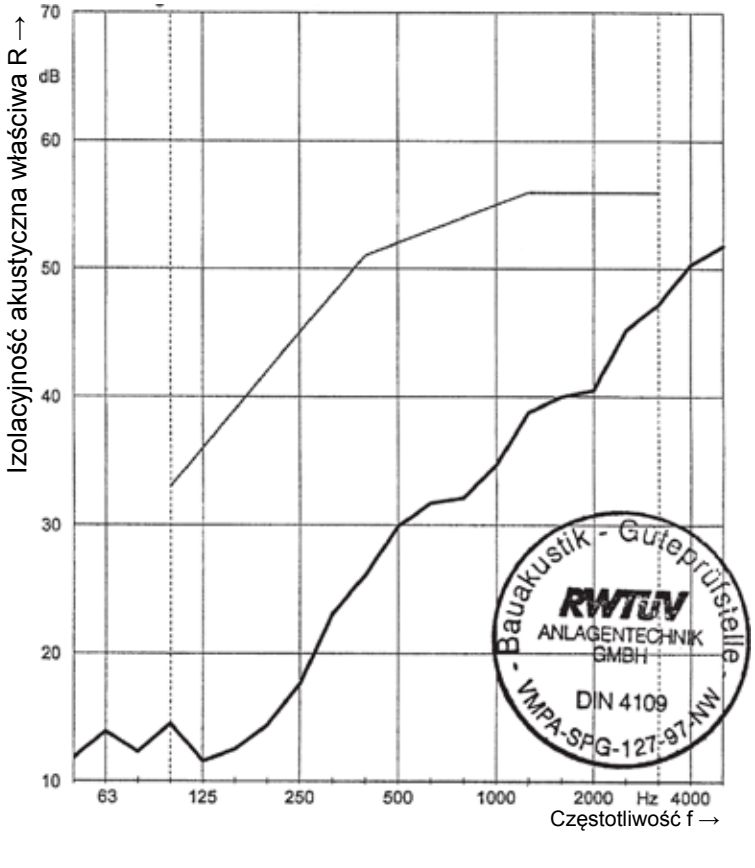
Zakładowe stanowisko do badania stropów, Dinslaken **--Pomiar 3--**

Powierzchnia badana: 18,4 m²
Masa powierzchniowa: 12,7 kg/m²
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m³
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65,0 m³

——— :R

——— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,8
63	13,9
80	12,3
100	14,5
125	11,6
160	12,5
200	14,4
250	17,6
315	23,1
400	26,1
500	29,9
630	31,7
800	32,1
1000	34,7
1250	38,8
1600	40,0
2000	40,5
2500	45,2
3150	47,2
4000	50,3
5000	51,8



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 31 (-2 ; -7) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -8dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -8dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 2P

Oznaczenie wyrobu: Konstrukcja dachowa ze stalowych blach trapezowych
Komory badawcze: stanowisko do badania dachów
Data badania: 17.10.01

Zleceniodawca: IFBS

--Pomiar 2--

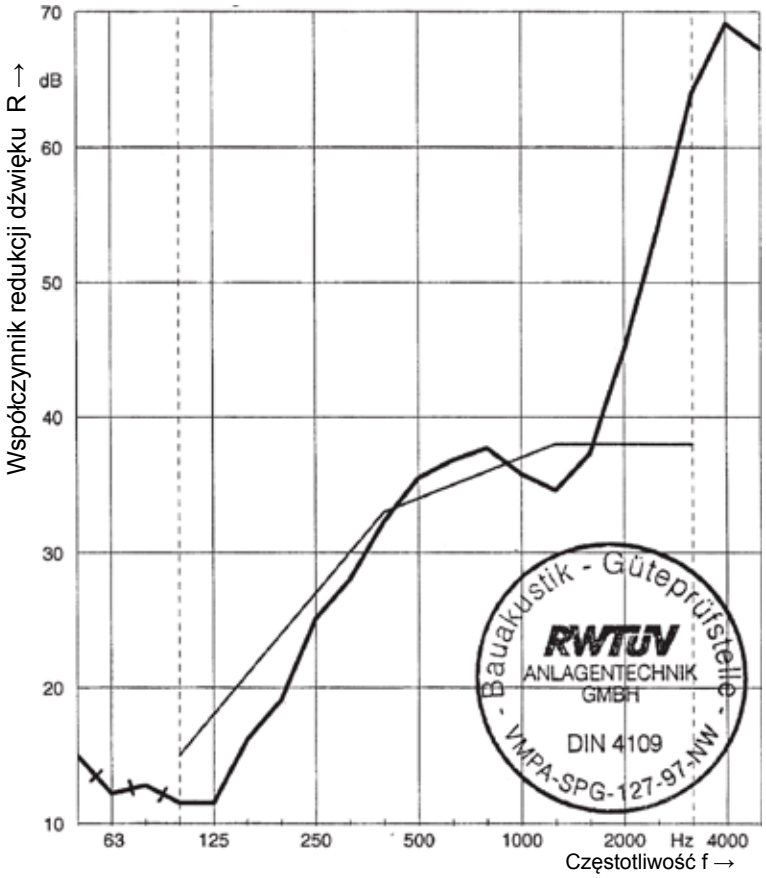
- Konstrukcja elementu badanego:
- folia PVC 1,5 mm : 1,66
- PS20SE grubości 120 mm : 3,60
- paroizolacja z folii polietylenowej : 0,15
- stalowa blacha trapezowa135/0,75 : 9,74 kg/m²

Powierzchnia próbki: 18,4 m²
Masa powierzchniowa 15,15 kg/m²
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m³
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65,0 m³

——— :R

——— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	15,0
63	12,2
80	12,8
100	11,5
125	11,5
160	16,2
200	19,1
250	25,1
315	28,0
400	32,3
500	35,5
630	36,8
800	37,7
1000	35,8
1250	34,6
1600	37,3
2000	44,9
2500	54,1
3150	64,0
4000	69,1
5000	67,3[2)]



[2)] Za wysoki poziom zakłóceń

Badanie zgodnie z ISO 717-1

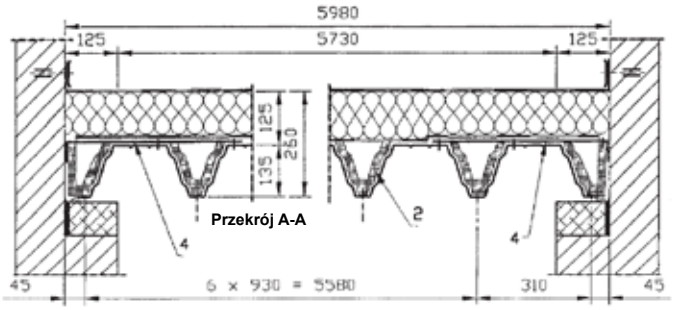
$R_W(C;C_{tr})$ = 34 (-3 ; -8) dB

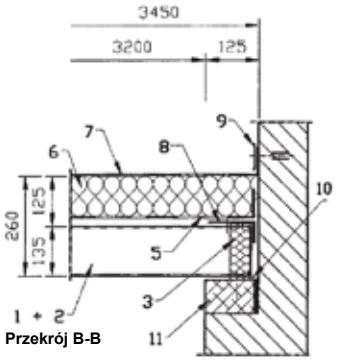
$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -2dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -9dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -9dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -8dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Konstrukcje dachowe typu 4M, 5M, 6M





Typ dachu 4M:

Poz. 1: akustyczna (perforowana)stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 19%

Poz. 2: mata dźwiękochłonna na włókninie, grubości 20 mm, szerokości 280 mm

Poz. 3: wkładka z wełny mineralnej wypełniająca profil, duże przetłoczenie

Poz. 4: profil krawędziowy usztywniający

Poz. 5: paroizolacja z folii polietylenowej, d≥0,25 mm s_d≥100 m

Poz. 6: izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm ρ=140 kg/m^3

Poz. 7: izolacja wodochronna z folii z tworzywa sztucznego, grubości 1,5 mm

Poz. 8: kątownik

Poz. 9: szyna mocująca

Poz. 10: masa uszczelniająca

Poz. 11: belka z drewna klejonego (obwodowa)

Typ dachu 5M jak typ dachu 4M,
ale Poz. 1: akustyczna stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 14%

Typ dachu 6M jak typ dachu 4M,
ale Poz. 5: paroizolacja ze zgrzewanej papy bitumicznej d≥4,0 mm s_d≥1500 m

Wynik badania konstrukcji typu 4M

Zleceniodawca: IFBS

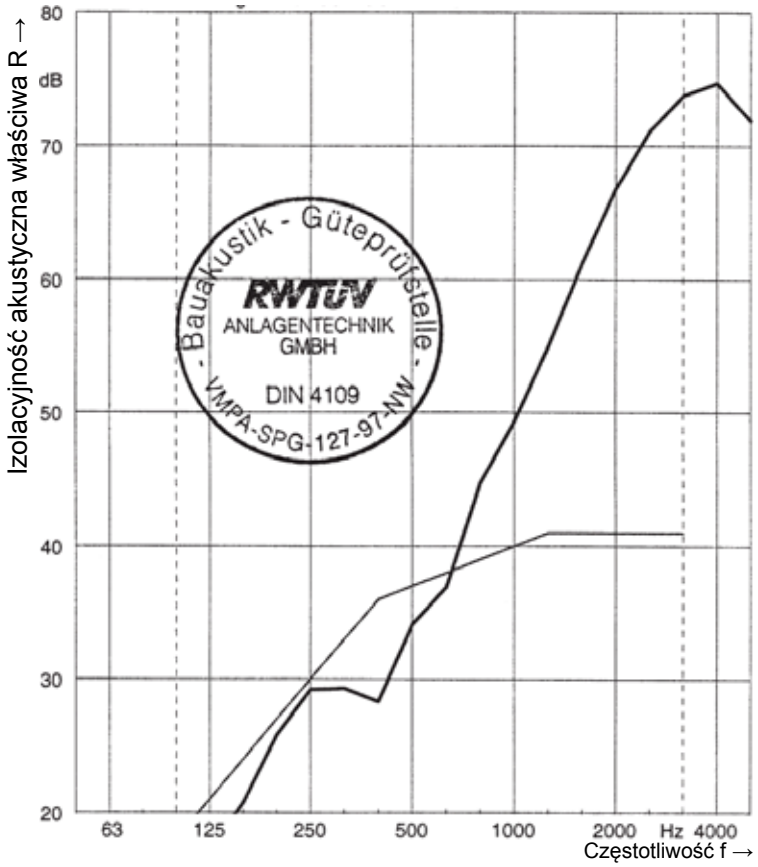
Oznaczenie wyrobu: Konstrukcja dachowa ze stalowych blach trapezowych
Komory badawcze: stanowisko do badania dachów
Data badana: 18.10.01

--Pomiar 5--
Konstrukcja elementu badanego:

- folia PVC 1,5 mm :1,66
- izolacja z wełny mineralnej 120 mm / 140 kg/m^3 :16,80
- paroizolacja z folii polietylenowej PE :0,15
- mata dźwiękochłonna, grubości 20 mm, szerokości 280 mm :0,50
- akustyczna stalowa blacha trap. 135/0,75, stopień. perf. 19%. :7,10 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 26,21 kg/m^2
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 60 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	13,0
63	12,6
80	9,2
100	12,2
125	17,2
160	20,7
200	25,8
250	29,2
315	29,3
400	28,3
500	34,1
630	36,9
800	44,7
1000	49,3
1250	54,9
1600	61,2
2000	66,8
2500	71,1
3150	73,8
4000	74,7
5000	71,9



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 37 (-2 ; -8) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: -1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -11dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -11dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -8dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 5M

Zakładowe stanowisko do badania stropów
Zleceniodawca: IFBS Data badania: 29.01.02

Konstrukcja elementu badanego:

Pomiar 3

1	folia PVC 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej 120 mm / 140 kg/m^3	16,80
3	folia polietylenowa PE	0,15
4	mata dźwiękochłonna, grubości 20 mm, szerokości 280 mm, 20 kg/m^3	0,50
5	stalowa blacha trapezowa 130/0,75, stopień perforacji ok. 14%	7,10

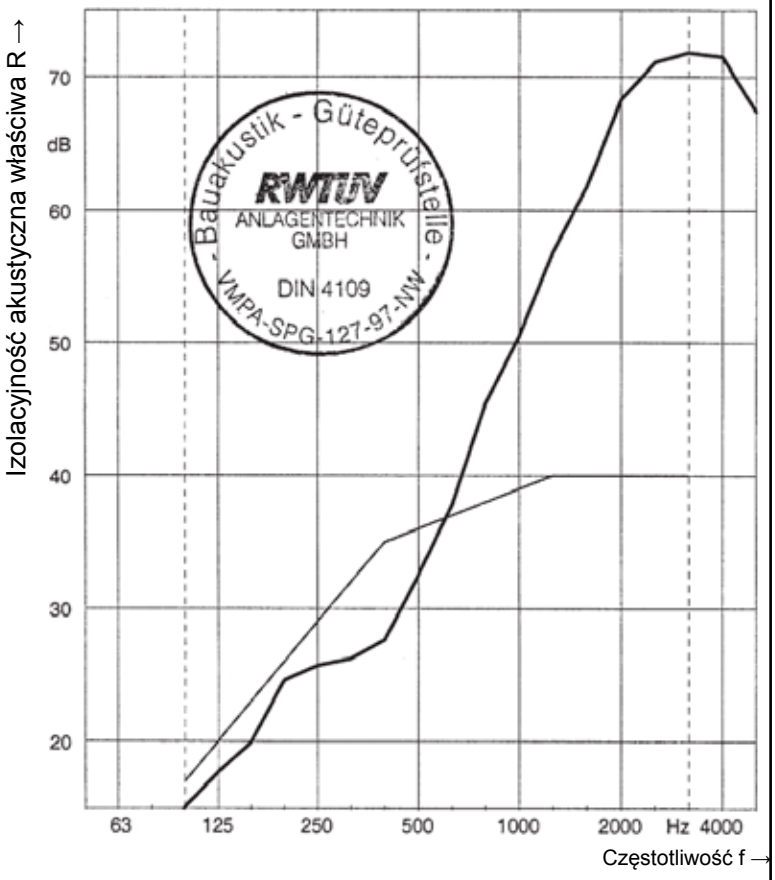
Suma 26,21 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 26,21 kg/m^2
Temperatura [°C]: 14
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,2 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 64,1 m^3

——— :R

——— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,6
63	9,8
80	8,9
100	15,1
125	17,7
160	19,9
200	24,6
250	25,7
315	26,2
400	27,6
500	32,5
630	37,8
800	45,4
1000	50,5
1250	56,9
1600	61,8
2000	68,3
2500	71,1
3150	71,8
4000	71,5
5000	67,4



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 36 (-1 ; -6) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -2dB $C_{50\text{-}5000}$: -1dB $C_{100\text{-}5000}$: 0dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -10dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -10dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -6dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 6M

Zakładowe stanowisko badawcze stropów
Zleceniodawca: IFBS Data badania: 28.01.02

Konstrukcja elementu badanego:

Pomiar 1

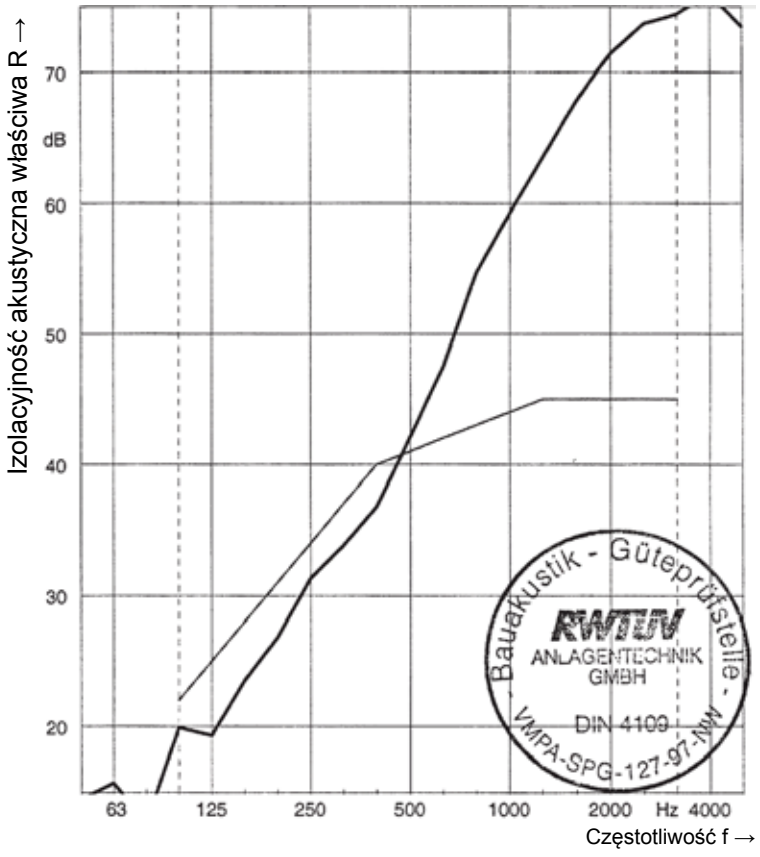
1	folia PVC 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej 120 mm / 140 kg/m^3	16,80
3	G 200 S4 AI 10	5,10
4	mata dźwiękochłonna, grubości 20mm, szerokości 280 mm, 20 kg/m^3	0,50
5	stalowa perforowana blacha trapezowa 135/0,75, stopień perforacji ok. 19%	7,10

Suma 31,16 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 31,16 kg/m^2
Temperatura [°C]: 12
Wilgotność [%]: 65
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,2 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 64,1 m^3

———:R
———: Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	14,5
63	15,7
80	12,7
100	19,9
125	19,3
160	23,5
200	26,8
250	31,3
315	33,8
400	36,8
500	42,1
630	47,5
800	54,7
1000	59,3
1250	63,5
1600	67,8
2000	71,4
2500	73,7
3150	74,4
4000	76,0
5000	73,5



Badanie zgodnie z ISO 717-1

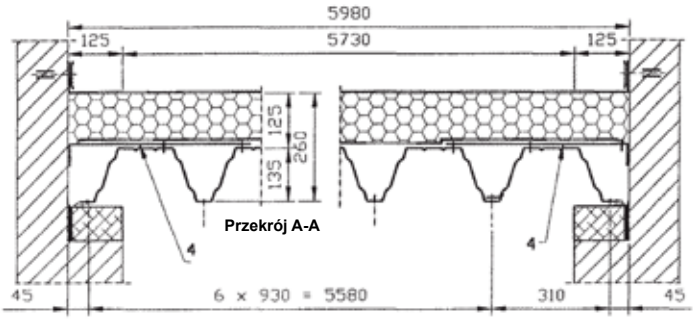
$R_W(C;C_{tr})$ = 41 (-1 ; -7) dB

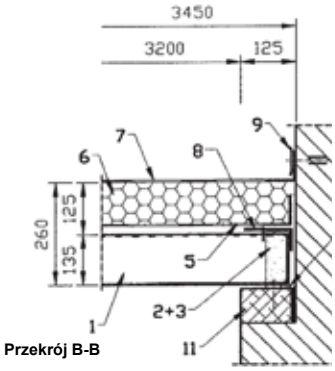
$C_{50\text{-}3150}$: -3dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{100\text{-}5000}$: 0dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -11dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -11dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -7dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

C.4 Konstrukcje dachowe typu 4P, 5P





Typ dachu 4P:

Poz. 1: akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 19%

Poz. 2: płyta dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm

Poz. 3: wkładka z pianki polietylenowej PE wypełniająca profil, duże przetłoczenie

Poz. 4: profil krawędziowy usztywniający

Poz. 5: paroizolacja z folii polietylenowej PE, d≥0,25 mm s_d≥100 m

Poz. 6: izolacja ze styropianu PS 20 SE d=120 mm

Poz. 7: izolacja wodochronna z folii z tworzywa sztucznego, grubości 1,5 mm,

Poz. 8: kątownik

Poz. 9: szyna mocująca

Poz. 10: masa uszczelniająca

Poz. 11: belka z drewna klejonego (obwodowa)

Typ dachu 5P jak typ dachu 4P,
ale Poz. 1: stalowa perforowana blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 14%

Wynik badania konstrukcji typu 4P

Oznaczenie produktu: Konstrukcja dachowa ze stalowych blach trapezowych
Komory badawcze: stanowisko do badania dachów
Data badania: 18.10.01

Zleceniodawca: IFBS

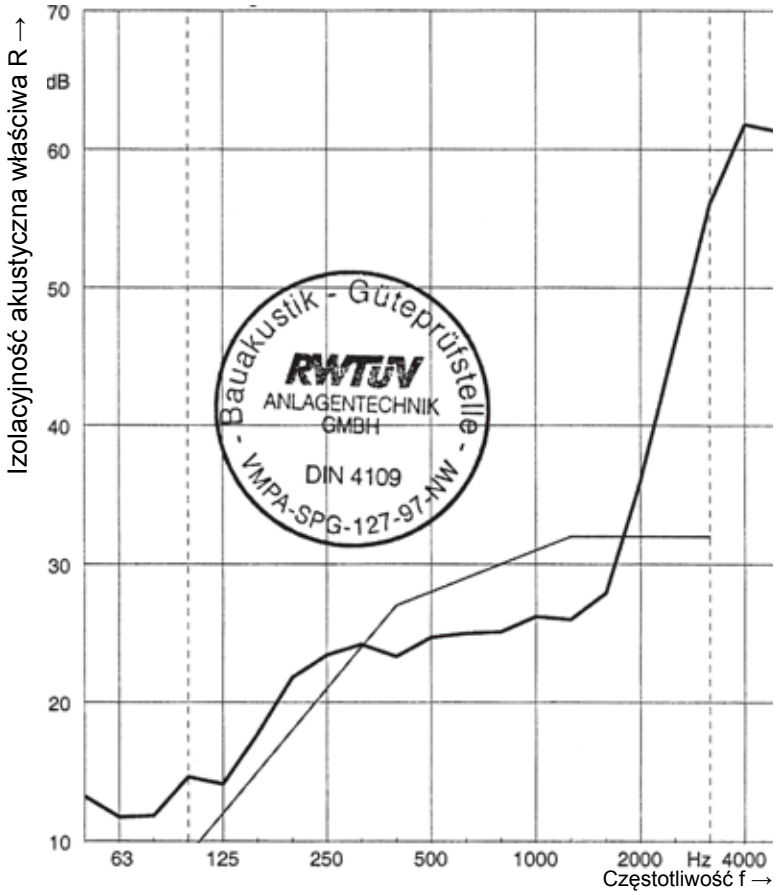
--Pomiar 4--

Konstrukcja elementu badanego:

- folia PVC 1,5 mm	:1,66
- styropian PS20SE grubości 120 mm	:3,60
- paroizolacja z folii polietylenowej PE	:0,15
- mata dźwiękochłonna, grubość 20 mm, szerokość 280 mm	:0,50
- akustyczna stalowa blacha trap. 135/0,75, stopień perf. ok.19%.	:7,10 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa 13,01 kg/m^2
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65,0 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	13,2
63	11,7
80	11,8
100	14,6
125	14,1
160	17,7
200	21,8
250	23,4
315	24,2
400	23,3
500	24,7
630	25,0
800	25,1
1000	26,2
1250	26,0
1600	27,9
2000	36,0
2500	46,0
3150	56,1
4000	61,8
5000	61,3



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 28 (-1 ; -3) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -1dB $C_{50\text{-}5000}$: 0dB $C_{100\text{-}5000}$: 0dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -4dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -4dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -3dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 5P

Zakładowe stanowisko badawcze stropów
Zleceniodawca: IFBS

Data badania: 29.01.02
Konstrukcja elementu badanego: Pomiar 2

1	folia PVC 1,5 mm	1,66
2	izolacja ze styropianu PS20SE, d=120 mm	3,60
3	folia polietylenowa PE	0,15
4	mata dźwiękochłonna grubości 20 mm, szerokości 280 mm, 20 kg/m^3	0,50
5	stalowa perforowana blacha trapezowa 130/0,75, stopień perforacji ok. 14%	7,10

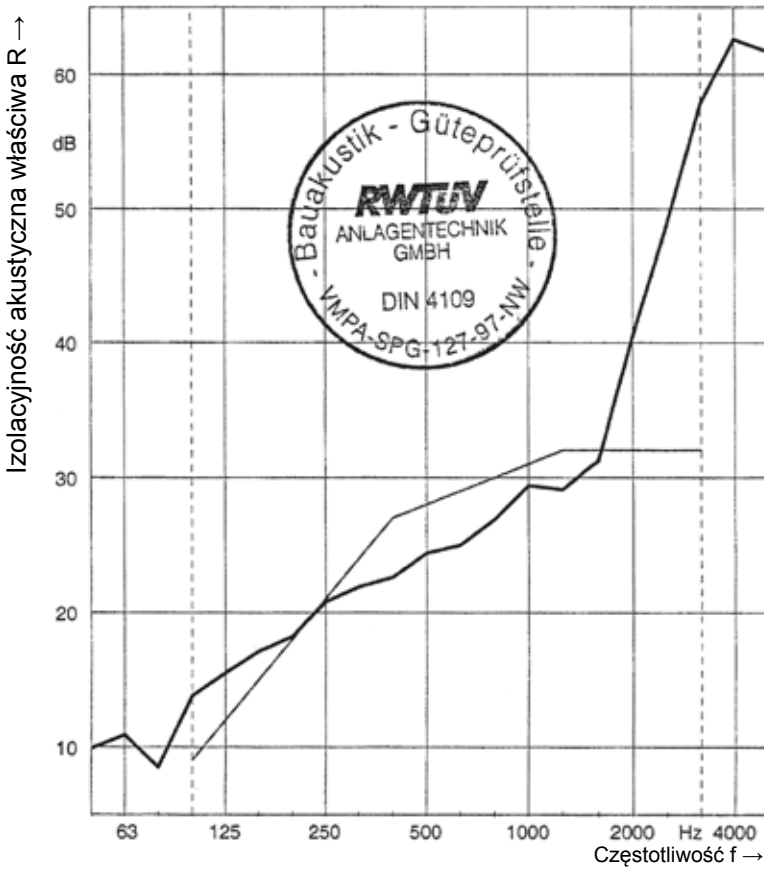
Suma: 13,01 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 13,01 kg/m^2
Temperatura [°C]: 14
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,2 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 64,1 m^3

——— :R

——— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	9,9
63	10,9
80	8,5
100	13,8
125	15,5
160	17,1
200	18,2
250	20,8
315	21,9
400	22,6
500	24,4
630	25,0
800	26,9
1000	29,4
1250	29,1
1600	31,2
2000	40,5
2500	48,9
3150	57,8
4000	62,6
5000	61,7



Badanie zgodnie z ISO 717-1

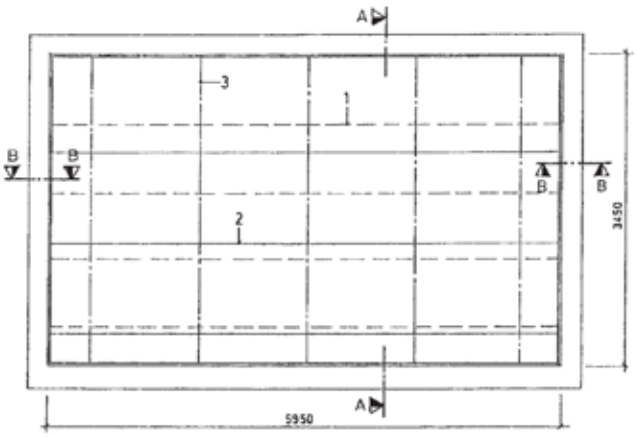
$R_W(C;C_{tr})$ = 28 (0 ; -3) dB

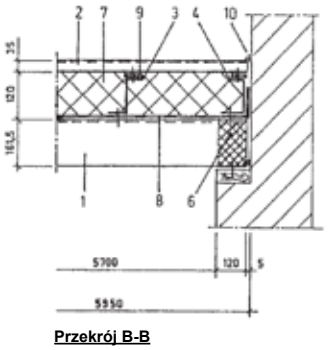
$C_{50\text{-}3150}$: 0dB $C_{50\text{-}5000}$: 1dB $C_{100\text{-}5000}$: 1dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -5dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -5dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -3dB

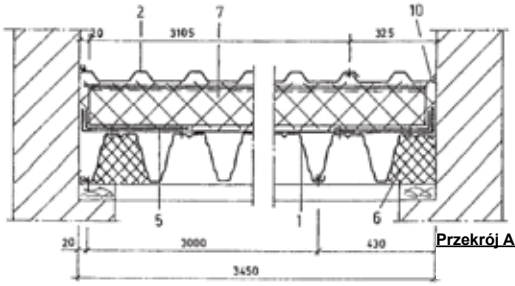
Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

C.4 Konstrukcja dachowa typu 8M, 9M





Przekrój B-B



Przekrój A-A

Typ dachu 8M: Poz. 1: stalowa blacha trapezowa160/250/0,75,
Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75
Poz. 3: profil dystansowy
Poz. 4: profil krawędziowy
Poz. 5: kątownik krawędziowy
Poz. 6: wkładka z wełny mineralnej wypełniająca profil, duże przetłoczenie
Poz. 7: izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm, ρ=30 kg/m^3
Poz. 8: paroizolacja z folii polietylenowej PE, d≥0,25 mm s_d≥100 m
Poz. 9: przekładka termoizolacyjna
Poz. 10: masa uszczelniająca

Typ dachu 9M jak typ dachu 8M,
ale Poz. 7: izolacja wełny mineralnej, d=120 mm, ρ=50 kg/m^3

Wynik badania konstrukcji typu 8M

Zleceniodawca: IFBS

Komory badawcze: stanowisko do badania stropów
Data badania: 22.09.00

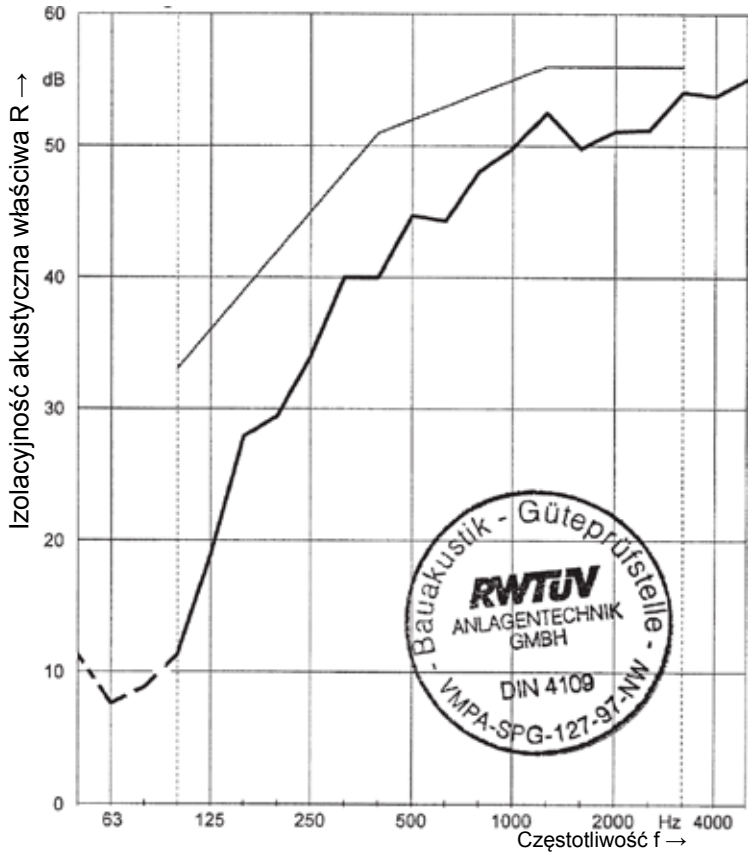
Konstrukcja elementu badanego:
- stalowa blacha trapezowa 160/250/0,75 z akustycznymi wypełnieniami fal trapezowych na obrzeżu (z dołu)
- paraizolacja, folia polietylenowa, ≥ 0,25 mm
- konstrukcja dystansowa z profilu typu Z, wysokość 120 mm, na górnej powierzchni z taśmą dystansową
- wypełnienie: płyty z wełny skalnej ρ =- 30 kg/m^3, (dwuwarstwowo: 40 i 80 mm)
- pokrycie dachowe – stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 – przytwierdzona kitem do ścian

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 26,7 kg/m^2
Temperatura [°C]: 22
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65 m^3

——— :R

——— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	11,3
63	7,6
80	8,8
100	11,3
125	18,9
160	27,9
200	29,4
250	33,9
315	40,0
400	40,0
500	44,7
630	44,3
800	48,0
1000	49,8
1250	52,5
1600	49,8
2000	51,1
2500	51,2
3150	54,1
4000	53,8
5000	55,1



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 43 (-5 ; -13) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -7dB $C_{50\text{-}5000}$: -7dB $C_{100\text{-}5000}$: -4dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -18dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -18dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -13dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu 9M

Zleceniodawca: IFBS

Komory badawcze: stanowisko do badania stropów
Data badania: 25.09.00

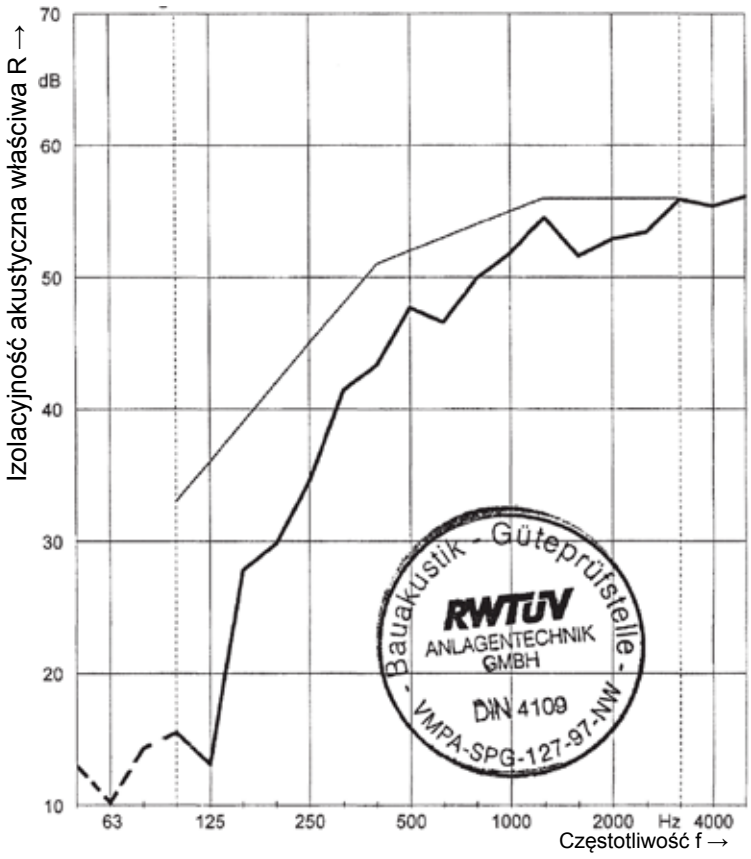
Konstrukcja elementu badanego:
- stalowa blacha trapezowa 160/250/0,75 z akustycznymi wypełnieniami fal trapezowych na obrzeżu (z dołu)
- paroizolacja, folia polietylenowa, ≥ 0,25 mm
- konstrukcja dystansowa z profilu typu Z, wysokość 120 mm, na górnej powierzchni z taśmą dystansową
- wypełnienie: płyty z wełny skalnej ρ= 50 kg/m³, (dwuwarstwowo: 40 i 80 mm)
- pokrycie dachowe – stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 – przytwierdzona kitem do ścian

Powierzchnia próbki: 18,4 m²
Masa powierzchniowa: 29,4 kg/m²
Temperatura [°C]: 22
Wilgotność [%]: 55
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m³
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65 m³

———:R

———: Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	13,0
63	10,2
80	14,3
100	15,5
125	13,1
160	27,3
200	29,8
250	34,5
315	41,4
400	43,3
500	47,7
630	46,6
800	49,9
1000	51,8
1250	54,5
1600	51,6
2000	52,9
2500	53,4
3150	55,9
4000	55,4
5000	56,1



Badanie zgodnie z ISO 717-1

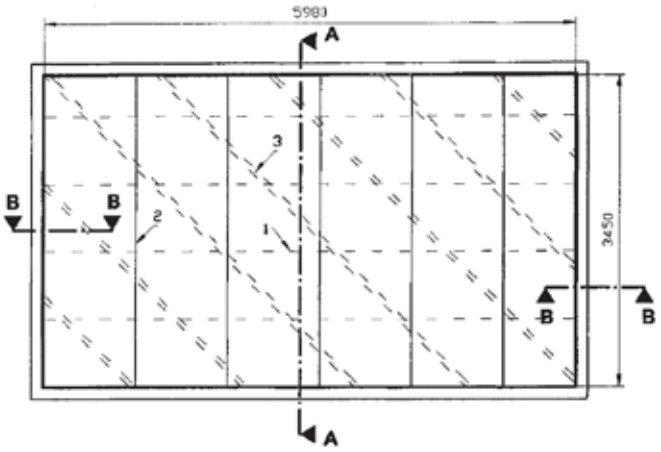
$R_W(C;C_{tr})$ = 43 (-6 ; -12) dB

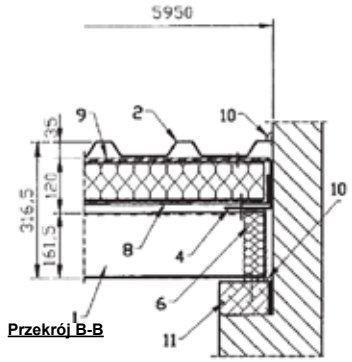
$C_{50\text{-}3150}$: -7dB $C_{50\text{-}5000}$: -6dB $C_{100\text{-}5000}$: -5dB

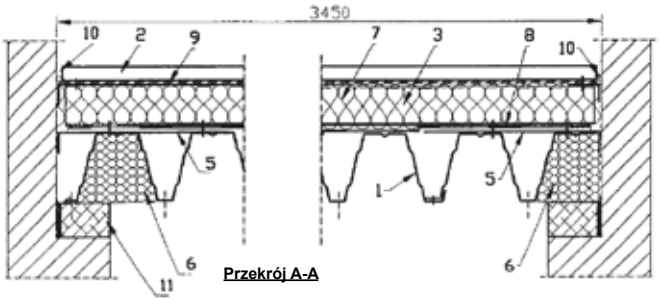
$C_{tr,50\text{-}3150}$: -16dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -16dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -12dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

C.6 Konstrukcja dachowa typu 10M







Typ dachu 10M:

Poz. 1: stalowa blacha trapezowa 160/250/0,75,

Poz. 2: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 obrócona o 90 °C względem poz. 1

Poz. 3: stalowy profil dystansowy

Poz. 4: profil krawędziowy

Poz. 5: profil krawędziowy usztywniający

Poz. 6: wkładka z wełny mineralnej wypełniająca profil, duże przetłoczenie

Poz. 7: izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm, ρ=50 kg/m^3

Poz. 8: paroizolacja z folii polietylenowej PE, d≥0,25 mm s_d≥100 m

Poz. 9: przekładka termoizolacyjna

Poz. 10: masa uszczelniająca

Poz. 11: belka z drewna klejonego (obwodowa)

Wynik badania konstrukcji typu 10M

Zleceniodawca: IFBS

Oznaczenie produktu: Konstrukcja dachowa ze stalowych blach trapezowych
Komory badawcze: stanowisko do badania dachów
Data badania: 16.10.01

--Pomiar 1--

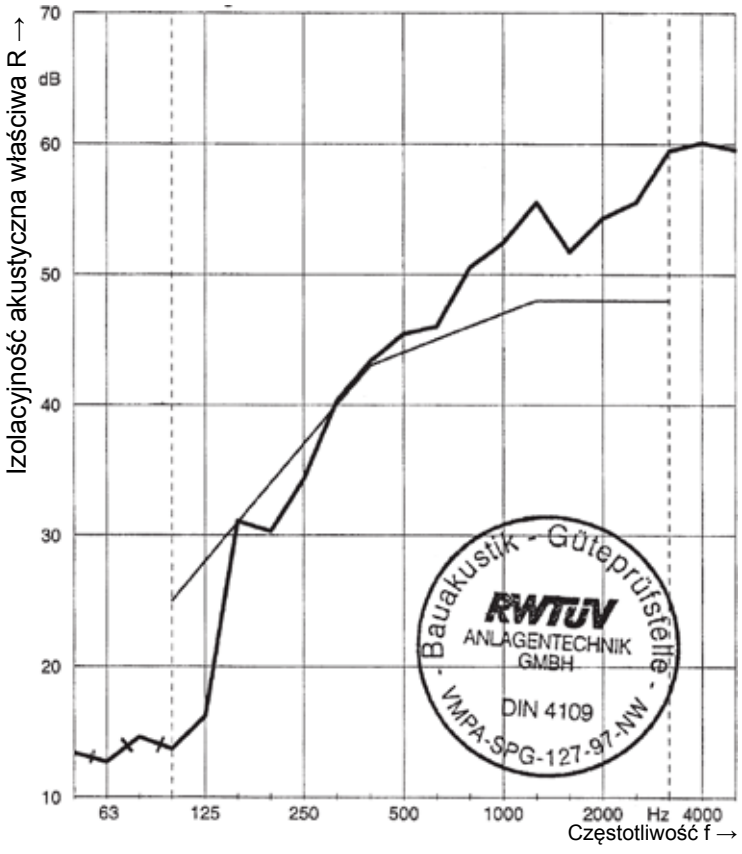
- Konstrukcja elementu badanego:
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 : 7,30
- profile typu Z: 60/130/60/1,5 mm : 6,50
- izolacja z wełny mineralnej grubości 120 mm, 50 kg/m^3,
- w dwóch warstwach : 6,60
- paroizolacja z folii polietylenowej PE : 0,15
- stalowa blacha trapezowa 160/250/0,75 : 12,00 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 18,4 m^2
Masa powierzchniowa: 32,55 kg/m^2
Temperatura [°C]: 20
Wilgotność [%]: 60
Objętość pomieszczenia nadawczego: 58,5 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 65 m^3

——— :R

——— : Krzywa odniesienia zgodnie z ISO 717

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	13,4
63	12,7
80	14,6
100	13,7
125	16,2
160	31,1
200	30,3
250	34,3
315	40,3
400	43,3
500	45,4
630	46,0
800	50,5
1000	52,4
1250	55,5
1600	51,7
2000	54,3
2500	55,5
3150	59,5
4000	60,1
5000	59,6



Badanie zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 44 (-5 ; -13) dB

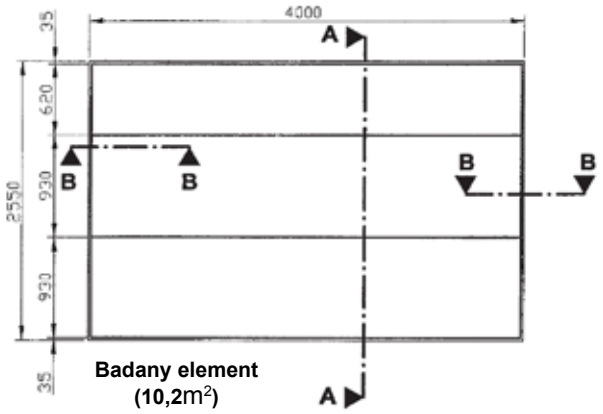
$C_{50\text{-}3150}$: -6dB $C_{50\text{-}5000}$: -5dB $C_{100\text{-}5000}$: -4dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -16dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -16dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -13dB

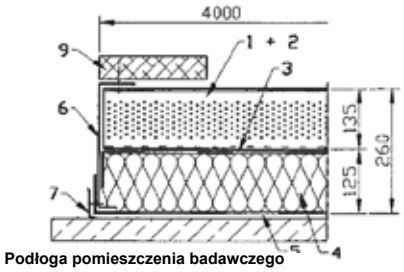
Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Załącznik D

Właściwości dźwiękochłonne konstrukcji dachowych

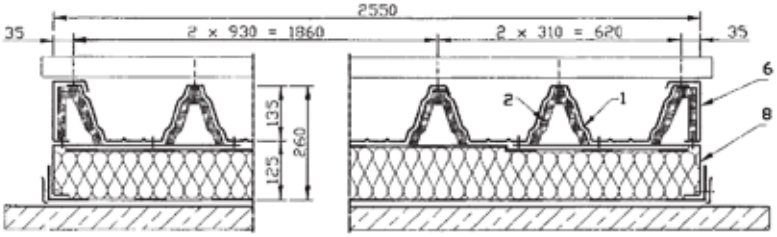


Badany element
(10,2m²)



Podłoga pomieszczenia badawczego

Przekrój B-B



Podłoga pomieszczenia badawczego **Przekrój A-A** Podłoga pomieszczenia badawczego

D.1 Konstrukcje dachowe typu 4M, 5M, 6M, 7M

Typ dachu 4M:

Poz. 1: akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 19%

Poz. 2: mata dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm

Poz. 3: paroizolacja z folii polietylenowej, d≥0,25 mm s_d≥100 m

Poz. 4: izolacja z wełny mineralnej d=120 mm ρ=140 kg/m³

Poz. 5: izolacja wodochronna z tworzywa sztucznego, grubości 1,5 mm

Poz. 6: stalowa kształtka krawędziowa jako boczny element wykończeniowy

Poz. 7: szyna mocująca

Poz. 8: profil krawędziowy usztywniający

Poz. 9: deska montażowa

Typ dachu 5M jak typ dachu 4M,
ale Poz. 1: akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 14%

Typ dachu 6M jak typ dachu 4M,
ale Poz. 3: paroizolacja ze zgrzewanej papy bitumicznej d≥4,0 mm s_d≥1500 m
(przy izolacji dźwięku powietrznego d≥4,0 mm, przy pochłanianiu dźwięku d=4,0 mm).

Typ dachu 7M jak typ dachu 4M,
ale Poz. 2: płyta dźwiękochłonna w folii.

Wynik badania konstrukcji typu 4M

Obiekt:
Konstrukcja dachowa ze stalowej blachy trapezowej z perforowaną spodnią stroną

Konstrukcja elementu badanego:

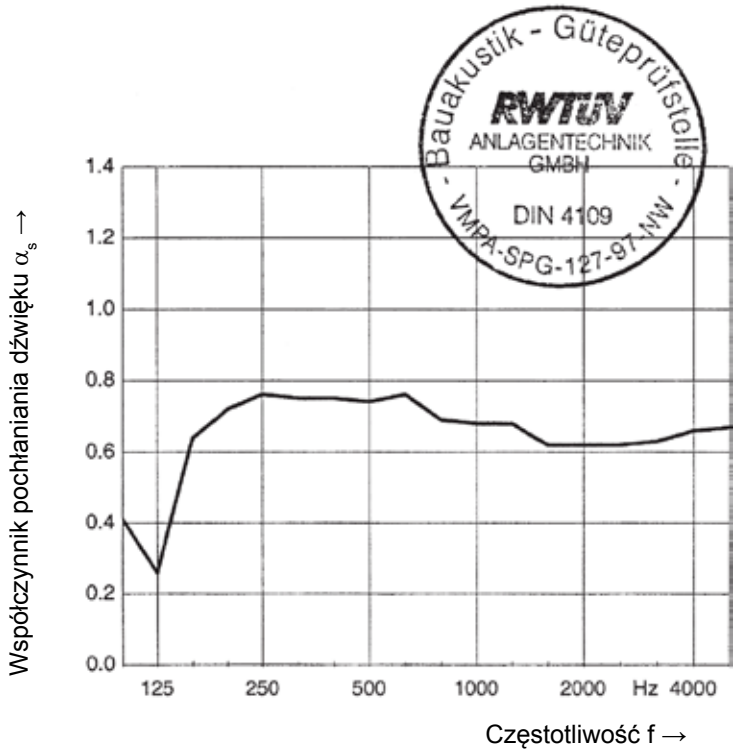
Pomiar 4

1	folia PVC, 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm ρ=140 kg/m^3	16,80
3	paroizolacja z folii polietylenowej PE	0,15
4	płyta dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm	0,50
5	akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/0,75, stopień perforacji ok. 19%	7,10

Suma: 26,21 kg/m^2

Data badania: 21.11.01
Powierzchnia próbki: 10,12 m^2
Objętość komory pogłosowej: 140,47 m^3
Temperatura [°C]: 7,5
Wilgotność [%]: 75

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,41
125	0,26
160	0,64
200	0,72
250	0,76
315	0,75
400	0,75
500	0,74
630	0,76
800	0,69
1000	0,68
1250	0,68
1600	0,62
2000	0,62
2500	0,62
3150	0,63
4000	0,66
5000	0,67



Wynik badania konstrukcji typu 5M

Obiekt:
Konstrukcja dachowa ze stalowej blachy trapezowej z perforowaną spodnią stroną

Konstrukcja elementu badanego:

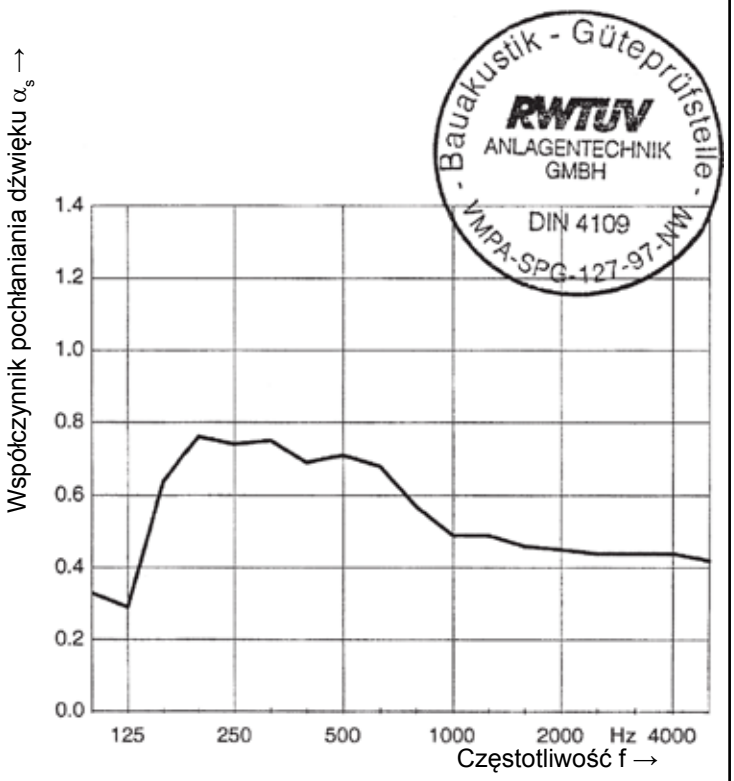
Pomiar 2

1	folia PVC, 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm ρ=140 kg/m^3	16,80
3	paroizolacja z folii polietylenowej	0,15
4	płyta dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm	0,50
5	akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/0,75, stopień perforacji ok. 14%	8,89

Suma: 28,00 kg/m^2

Data badania: 20.11.01
Powierzchnia próbki: 10,12 m^2
Objętość komory pogłosowej: 140,47 m^3
Temperatura [°C]: 8
Wilgotność [%]: 73

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,33
125	0,29
160	0,64
200	0,76
250	0,74
315	0,75
400	0,69
500	0,71
630	0,68
800	0,57
1000	0,49
1250	0,49
1600	0,46
2000	0,45
2500	0,44
3150	0,44
4000	0,44
5000	0,42



Wynik badania konstrukcji typu 6M

Obiekt:
Konstrukcja dachowa ze stalowej blachy trapezowej z perforowaną spodnią stroną

Konstrukcja elementu badanego:

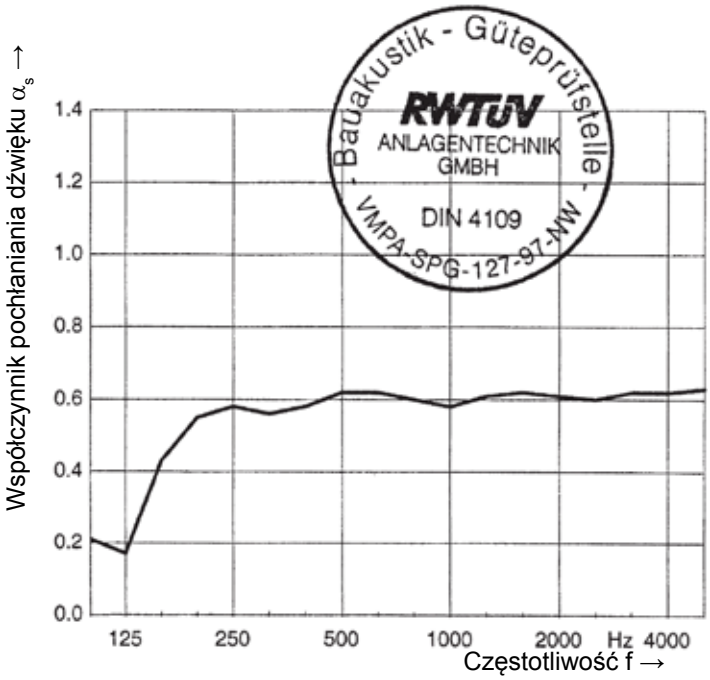
Pomiar 5

1	folia PVC, 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm ρ=140 kg/m^3	16,80
3	paroizolacja ze zgrzewanej papy bitumicznej 4,0 mm, s_d≥1500 m	5,00
4	płyta dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm	0,50
5	akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/0,75, stopień perforacji ok. 19%	7,10

Suma: 31,06 kg/m^2

Data badania: 21.11.01
Powierzchnia próbki: 10,12 m^2
Objętość komory pogłosowej: 140,47 m^3
Temperatura [°C]: 7,5
Wilgotność [%]: 75

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,21
125	0,17
160	0,43
200	0,55
250	0,58
315	0,56
400	0,58
500	0,62
630	0,62
800	0,60
1000	0,58
1250	0,61
1600	0,62
2000	0,61
2500	0,60
3150	0,62
4000	0,62
5000	0,63



Wynik badania konstrukcji typu 7M

Obiekt:
Konstrukcja dachowa ze stalowej blachy trapezowej z perforowaną spodnią stroną

Konstrukcja elementu badanego:

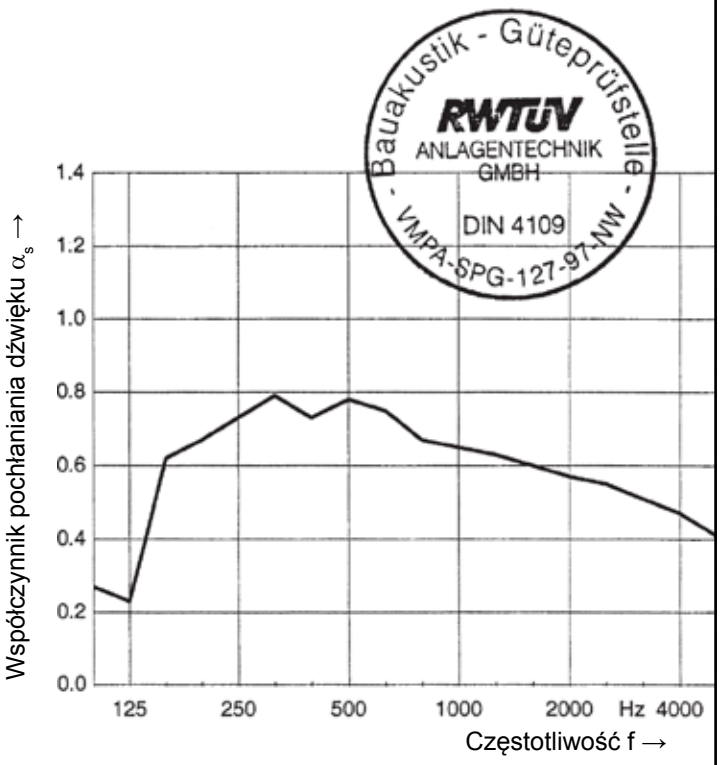
Pomiar 6

1	folia PVC, 1,5 mm	1,66
2	izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm ρ=140 kg/m^3	16,80
3	paroizolacja z folii polietylenowej PE	0,50
4	płyta dźwiękochłonna w folii grubości 20 mm, szerokości 280 mm	0,55
5	akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/0,75, stopień perforacji ok. 19%	7,10

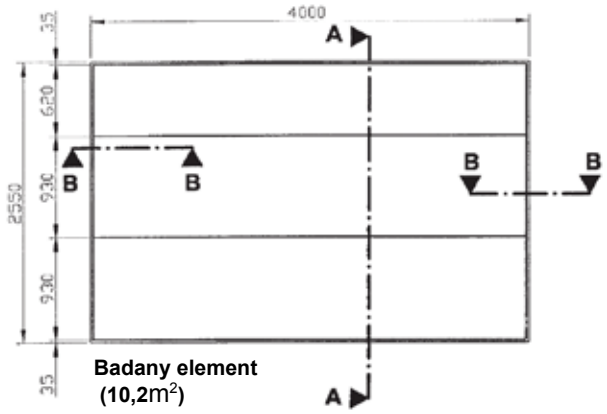
Suma: 19,51 kg/m^2

Data badania: 21.11.01
Powierzchnia próbki: 10,12 m^2
Objętość komory pogłosowej: 140,47 m^3
Temperatura [°C]: 7,4
Wilgotność [%]: 68

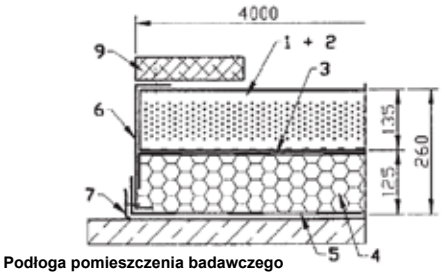
Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,27
125	0,23
160	0,62
200	0,67
250	0,73
315	0,79
400	0,73
500	0,78
630	0,75
800	0,67
1000	0,65
1250	0,63
1600	0,60
2000	0,57
2500	0,55
3150	0,51
4000	0,47
5000	0,41



D.2 Konstrukcje dachowe typu 4P, 5P

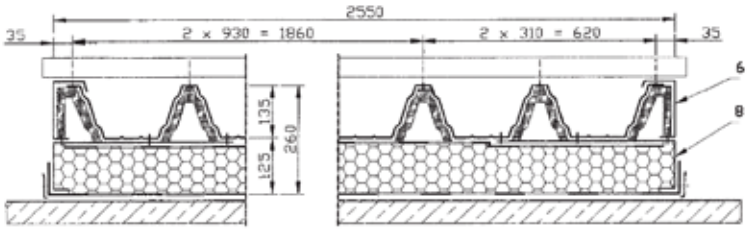


Badany element (10,2m²)



Podłoga pomieszczenia badawczego

Przekrój B-B



Podłoga pomieszczenia badawczego **Przekrój A-A** **Podłoga pomieszczenia badawczego**

Typ dachu 4P:

Poz. 1: akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 18%

Poz. 2: mata dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm

Poz. 3: paroizolacja z folii polietylenowej, d≥0,25 mm s_d≥100 m

Poz. 4: izolacja ze styropianu PS 20 SE, d=120 mm ρ=20 kg/m³, zamocowana mechanicznie

Poz. 5: izolacja wodochronna z tworzywa sztucznego grubości 1,5 mm

Poz. 6: stalowa kształtka krawędziowa jako boczny element wykończeniowy

Poz. 7: szyna mocująca

Poz. 8: profil krawędziowy usztywniający

Poz. 9: deska montażowa

Typ dachu 5P jak typ dachu 4P,

ale Poz. 1: akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/310/0,75, stopień perforacji ok. 14%

Wynik badania konstrukcji typu 4P

Obiekt:
Konstrukcja dachowa ze stalowej blachy trapezowej z perforowaną spodnią stroną

Konstrukcja elementu badanego:

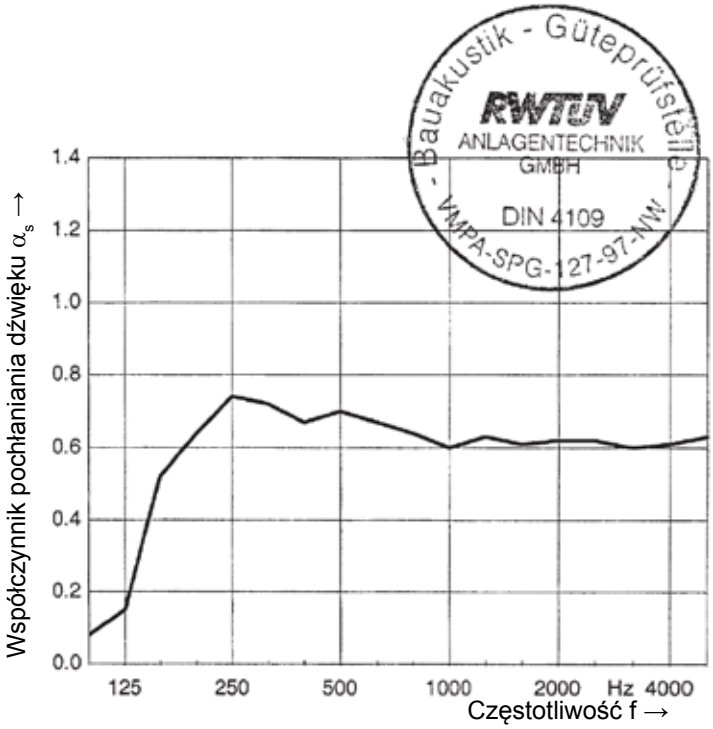
Pomiar 3

1	folia PVC, 1,5 mm	1,66
2	styropian PS20SE grubości 120 mm	3,60
3	paroizolacja z folii polietylenowej PE	0,15
4	płyta dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm	0,55
5	akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa 135/0,75, stopień perforacji ok. 19%	7,10

Suma: 13,01 kg/m^2

Data badania: 21.11.01
Powierzchnia próbki: 10,12 m^2
Objętość komory pogłosowej: 140,47 m^3
Temperatura [°C]: 7,5
Wilgotność [%]: 75

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,08
125	0,15
160	0,52
200	0,64
250	0,74
315	0,72
400	0,67
500	0,70
630	0,67
800	0,64
1000	0,60
1250	0,63
1600	0,61
2000	0,62
2500	0,62
3150	0,60
4000	0,61
5000	0,63



Wynik badania konstrukcji typu 5P

Obiekt:
Konstrukcja dachowa ze stalowej blachy trapezowej z perforowaną spodnią stroną

Konstrukcja elementu badanego:

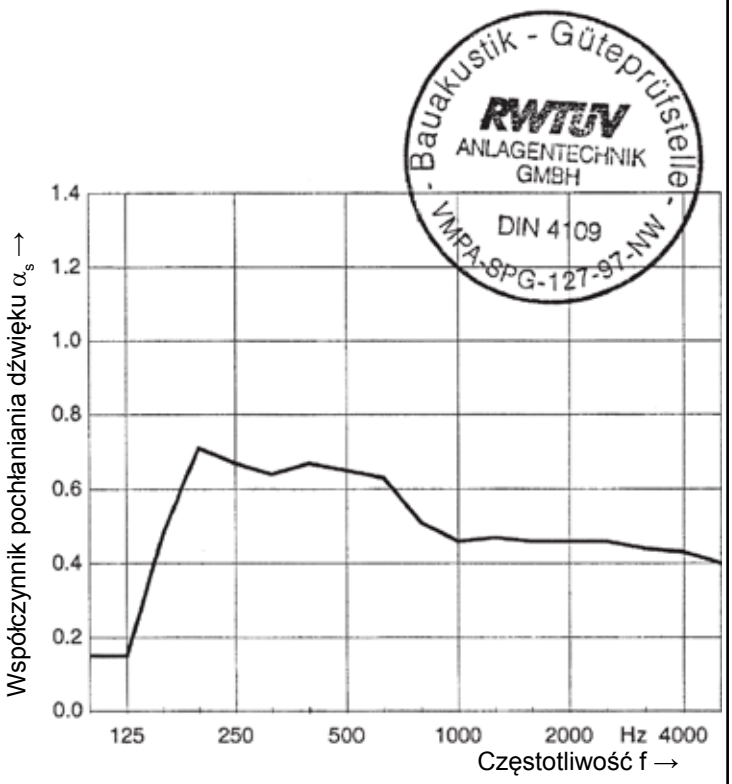
Pomiar 1

1	folia PVC, 1,5 mm	1,66
2	styropian PS20SE grubości 120 mm	3,60
3	paroizolacja z folii polietylenowej PEE	0,15
4	płyta dźwiękochłonna na włókninie grubości 20 mm, szerokości 280 mm	0,55
5	akustyczna (perforowana) stalowa blacha trapezowa135/0,75, stopień perforacji ok. 14%	8,89

Suma: 14,80 kg/m^2

Data badania: 20.11.01
Powierzchnia próbki: 10,12 m^2
Objętość komory pogłosowej: 140,47 m^3
Temperatura [°C]: 8
Wilgotność [%]: 73

Częstotliwość [Hz]	α_s
100	0,15
125	0,15
160	0,48
200	0,71
250	0,67
315	0,64
400	0,67
500	0,65
630	0,63
800	0,51
1000	0,46
1250	0,47
1600	0,46
2000	0,46
2500	0,46
3150	0,44
4000	0,43
5000	0,40



Załącznik E

Firmowe świadectwa wyników badań

Konstrukcje ścienne - izolacyjność akustyczna

E.1 Konstrukcja ściany SR 2

Typ ściany SR 2:

Poz.1: Blacha kasetowa 600/130/1,0 mm

Poz. 2: Izolacja z wełny mineralnej d=170 mm, Steelrock-plus WLG 0401 ρ=32 kg/m³

Poz. 3:Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/2-6 mm

Poz. 4: Blacha trapezowa 35/207/1,0

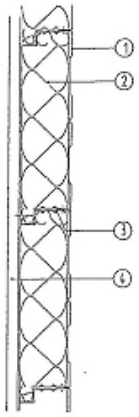
Sposób łączenia zgodny z rozwiązaniem systemowym

[1] materiał termoizolacyjny; λ =0,40 [W/(K·m)]

Wynik badania konstrukcji typu SR

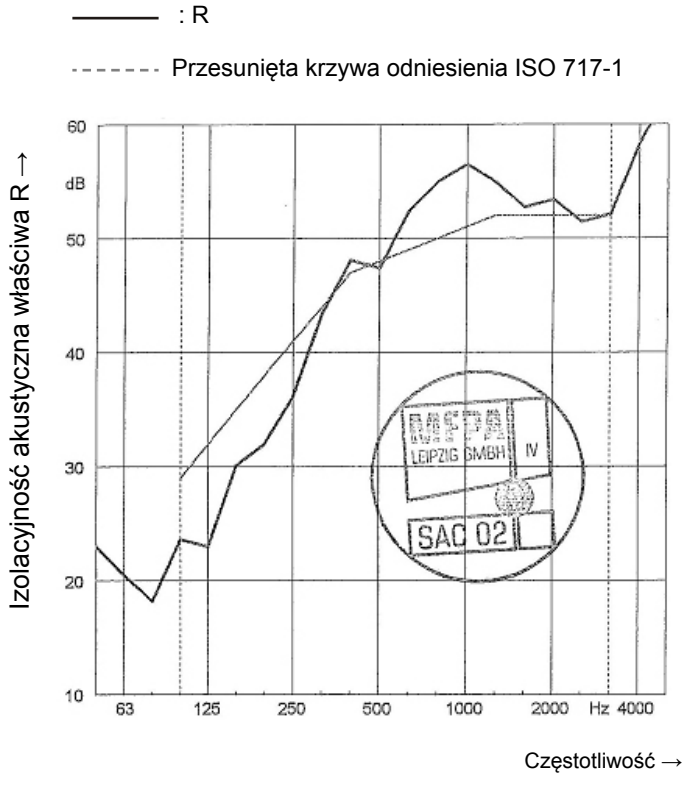
Producent: Deutsche Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG
Próbka zmontowana przez: Zleceniodawcę Nazwa wyrobu:Stalowa ściana kasetowa
Budowa próbki
1/ stalowa blacha kasetowa 130/600 SR, grubość blachy 1,0 mm
2/ wełna mineralna Steelrock-plus WLG 040 grubości 170 mm ułożona w stalowej kasecie
3/ taśma uszczelniająca 15/2-6 pomiędzy kasetami
4/ stalowa blacha trapezowa PS 35/207, grubość blachy 1,0 mm, z dystansowym łącznikiem z wełny mineralnej Steelrock Plus zamocowanym śrubami do kasety stalowej

Komory badawcze: Komora badawcza / komora badawcza
Data badania: 17.05.2006



Maksymalna izolacyjność akustyczna stanowiska badawczego $R_{w',max}$ = 88 dB
Powierzchnia próbki: 10,1 m^2
Masa powierzchniowa: 27 kg/m^2
Temperatura [°C]: 19
Wilgotność [%]: 45
Objętość pomieszczenia nadawczego: 61,1 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 57,6 m^3

Częstotliwość [Hz]	R w pasmach 1/3 oktawowych [dB]
50	23,0
63	20,5
80	18,2
100	23,6
125	23,0
160	30,1
200	32,0
250	36,1
315	43,4
400	48,1
500	47,4
630	52,4
800	55,0
1000	56,5
1250	54,9
1600	52,7
2000	53,40
2500	51,4
3150	52,1
4000	58,3
5000	62,8



Ocena według z ISO 717-1

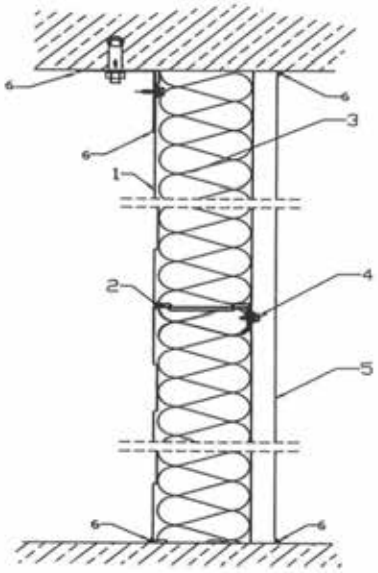
$R_W(C;C_{tr})$ = 48 (-4 ; -9) dB

$C_{50\text{-}3150}$: -5dB $C_{50\text{-}5000}$: -4dB $C_{100\text{-}5000}$: -3dB

$C_{tr,50\text{-}3150}$: -13dB $C_{tr,50\text{-}5000}$: -13dB $C_{tr,100\text{-}5000}$: -9dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

E.2 Konstrukcja ściany WF 204



Typ ściany WF 205:

Poz. 1: Stalowa blacha kasetowa 600/100/0,75 mm

Poz. 2: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/3-9 mm

Poz. 3: Izolacja z wełny mineralnej, d=100 mm, ISOVER ULTIMATE WF Silence

Poz. 4: Przekładka termoizolacyjna 60/3 mm

Poz. 5: Stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75

Poz. 6: Trwale elastyczna masa uszczelniająca

Sposób łączenia zgodny z rozwiązaniem systemowym

Wynik badania konstrukcji typu WF 204

Izolacja akustyczna właściwa wg DIN EN ISO 140-3:2005 P-BA 62/2010
Rys. 3

Zleceniodawca: SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
68526 Ladenburg

Przedmiot badania:

Konstrukcja fasady ze stalowej blachy kasetowej (obiekt badawczy S 102 16-04) o następującej konstrukcji - patrząc od strony wewnętrznej do zewnętrznej (patrz ilustracja 1):

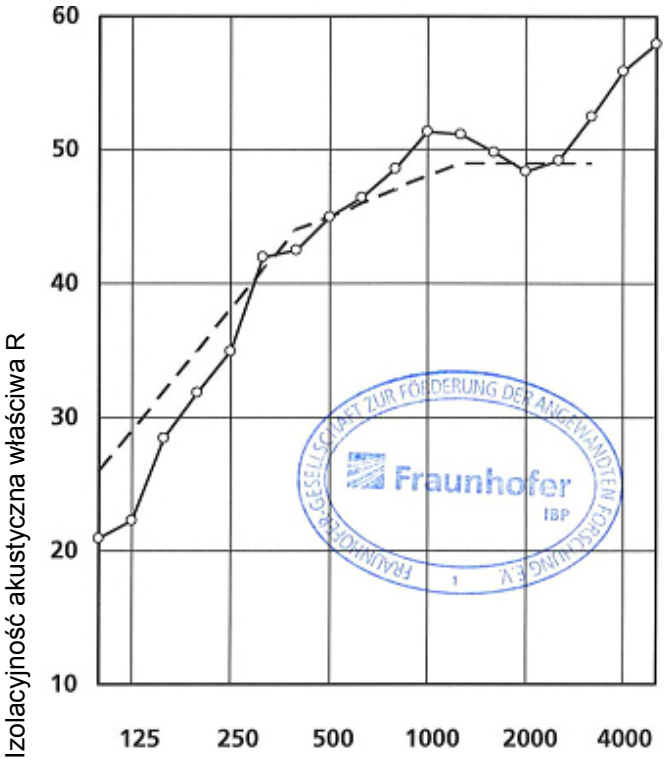
100 mm Stalowa blacha kasetowa (K 100/600,1); grubość blachy 0,75, długość: 3200 mm, szerokość: 600 mm; masa powierzchniowa: 8,5 kg/ m^2, ułożenie poziome. Wypełnienie kasety: 100 mm wełna mineralna, mata ISOVER ULTIMATE WF Silence Wand kasseten, oporność przepływu powietrza r ≥ 10 kPas/m^2 (dane producenta). Gęstość materiału izolacyjnego została skontrolowana na stanowisku badawczym, lecz na prośbę zleceniodawcy nie została podana w raporcie z badań. Wynik pomiarów oraz arkusz danych są zdeponowane w Instytucie, który przeprowadził badania.

32 mm Stalowa blacha trapezowa (T-35. 1/207) jako warstwa zewnętrzna; grubość blachy : 0,75 mm, długość 2900 mm, szerokość: 1035 mm; masa powierzchniowa: 6,9 kg/m^2, ułożenie pionowe

Grubość całej konstrukcji fasady: około 140 mm

Powierzchnia próbki: 9,4 m^2
Pomieszczenia badawcze: P 6
Objętość: V_s =52,2 m^3
V_E =62,6 m^3
Rodzaj: Stanowisko do badania ścian
Wilgotność względna: 32 %
Temperatura powietrza 18°C
Sygnał pomiarowy Szum różowy
Data badania: 17 grudzień 2009 r.

Częstotliwość środkowa pasma1/3 oktawowego f [Hz]	Izolacyjność akustyczna właściwa R [dB]
100	20,9
125	22,3
160	28,5
200	31,9
250	35,0
315	42,0
400	42,5
500	45,0
630	46,4
800	48,6
1000	51,3
1250	51,1
1600	49,8
2000	48,3
2500	49,2
3150	52,5
4000	55,9
5000	57,9

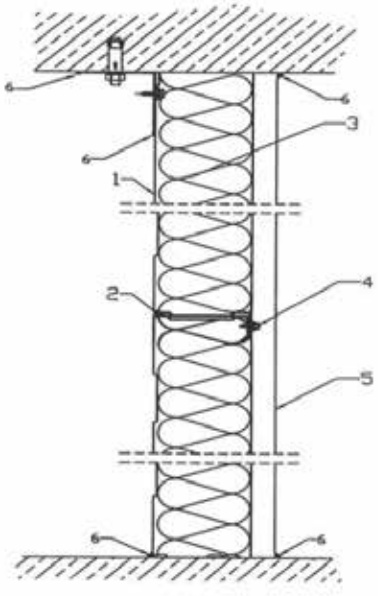


Częstotliwość środkowa pasma 1/3 oktawowego f [Hz]

Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej oraz wartości widmowych wskaźników adaptacyjnych zgodnie z DIN EN ISO 717-1:2006

$R_w(C;C_{tr};C_{100-5000};C_{tr,100-5000})$ = 45 dB (-2; -8; -1; -8)

E.3 Konstrukcja ściany WF 205



Typ ściany WF 205:

Poz. 1: Stalowa blacha kasetowa 600/160/0,88 mm

Poz. 2: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/3-9 mm

Poz. 3: Izolacja z wełny mineralnej , d=160 mm, ISOVER WF-032

Poz. 4: Przekładka termoizolacyjna 60/3 mm

Sposób łączenia zgodny z rozwiązaniem systemowym

Poz. 5: Stalowa blacha trapezowa 35/207/0,88

Poz. 6: Trwale elastyczna masa uszczelniająca

Wynik badania konstrukcji typu WF 205

P-BA 62/2010
rys. 3

Izolacja akustyczna właściwa wg DIN EN ISO 140-3:2005

Zleceniodawca: SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
68526 Ladenburg

Przedmiot badania:

Konstrukcja fasady ze stalowych blach kasetowych (obiekt badawczy S 102 16-01) o następującej konstrukcji - patrząc od strony wewnętrznej do zewnętrznej (patrz rys. 1):

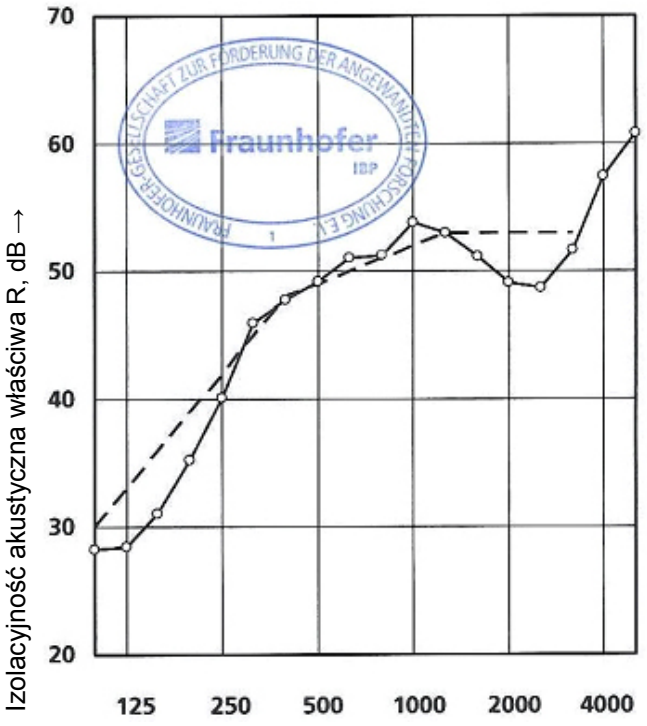
160 mm Stalowa blacha kasetowa (K 100/600,1); grubość blachy 0,88 mm, długość: 3200 mm, szerokość: 600 mm; masa powierzchniowa: 11,6 kg/ m^2, ułożenie poziome. Wypełnienie kasety: 160 mm wełna mineralna, mata ISOVER Matec WF-032 Wandkasseten, oporność przepływu powietrza r ≥ 5 kPas/m^2 (dane producenta). Gęstość materiału izolacyjnego została skontrolowana na stanowisku badawczym, lecz na prośbę zleceniodawcy nie została podana w raporcie z badań. Wynik pomiarów oraz arkusz danych są zdeponowane w Instytucie, który przeprowadził badania

32 mm Stalowa blacha trapezowa (T-35. 1/207) jako warstwa zewnętrzna; grubość blachy: 0,88 mm, długość: 2900 mm, szerokość: 1035 mm; masa powierzchniowa: 8,0 kg/m^2, ułożenie pionowe

Grubość całej konstrukcji fasady: około 200 mm

Powierzchnia próbki: 9,4 m^2
Pomieszczenia badawcze: P 6
Objętość: V_s =51,5 m^3
V_E =62,6 m^3
Rodzaj: Stanowisko do badania ścian
Względna wilgotność: 33 %
Temperatura powietrza: 18°C
Dźwięk pomiarowy: Szum różowy
Data badania: 15 grudzień 2009 r.

Częstotliwość środkowa pasma1/3 oktawowego [Hz]	Izolacyjność akustyczna właściwa R [dB]
100	28,2
125	28,5
160	31,0
200	35,3
250	40,1
315	46,0
400	47,4
500	49,2
630	51,0
800	51,2
1000	53,8
1250	53,0
1600	51,1
2000	49,1
2500	48,7
3150	51,7
4000	57,4
5000	60,8

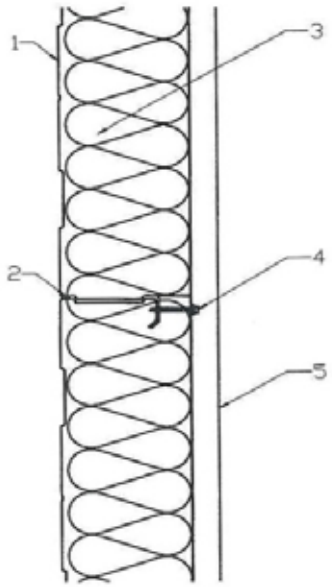


Częstotliwość środkowa pasma tercjowego f [Hz]

Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej oraz wartości widmowych wskaźników adaptacyjnych zgodnie z DIN EN ISO 717-1:2006

$R_w(C;C_{tr};C_{100-5000};C_{tr,100-5000})$ = 49 dB (-2; -8; -1; -7)

E. 4. Konstrukcja ściany WS 206



Typ ściany WS 206:

Poz. 1: Stalowa blacha kasetowa 600/100/0,88 mm
Poz. 2: Taśma uszczelniająca Typ 1, 15/2-6 mm
Poz. 3: Izolacja z wełny mineralnej, d=140 mm, Metac WS
Poz. 4: Sposób łączenia zgodny z rozwiązaniem systemowym
Poz. 5: Stalowa blacha trapezowa 35/207/1,0

Wynik badania konstrukcji typu WS 206

Izolacyjność akustyczna właściwa **wg DIN EN ISO 140-3:2005**

Pomiar izolacyjności akustycznej elementów budowlanych na stanowisku badawczym

Zleceniodawca: SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
Dr. –Albert-Reimann-Strasse 20, 68526 Ladenburg

Producent : SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
Przedmiot badania: 68526 Ladenburg

Nazwa produktu: Ściana ze stalowych blach kasetowych
Pomieszczenia badawcze: Laboratorium, stanowisko badawcze P-W1
Data badaniai: 09.05.2000

Próbka zmontowana przez: Zleceniodawcę

Opis miejsca badania, próbki i procedury badania:

Stanowisko do badania ścian zgodnie z DIN EN ISO 140-1, Typ A, R`max= 69 dB

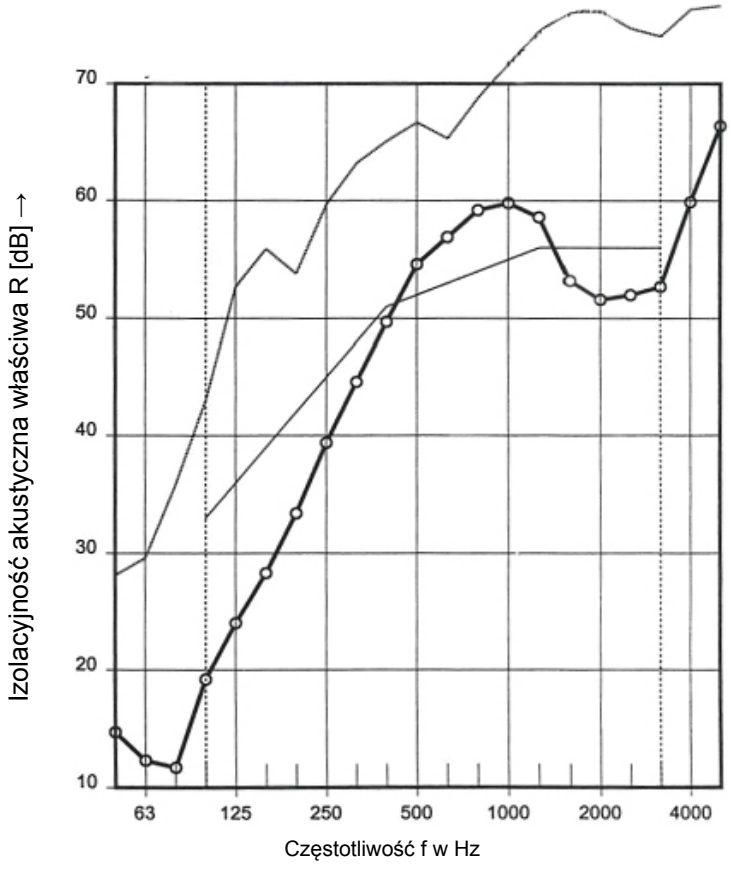
Budowa próbki (patrząc od wewnątrz na zewnątrz) :
- stalowa blacha kasetowa 100/600/0,88
- materiał izolacyjny, Typ Metac WS, grubość 140 mm
- stalowa blacha trapezowa 35/207/1,00

Powierzchnia próbki : 13,4 m^2
Masa powierzchniowa: około 22,1 kg/m^2
Temperatura powietrza w pomieszczeniach badawczych: 16 °C
Wilgotność powietrza w pomieszczeniach badawczych: 76%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 55,7 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 60,4 m^3

Maksymalna izolacyjność akustyczna stanowiska badawczego R_{max} odniesiona do powierzchni próbki

Zakres częstotliwości odpowiednio do krzywej odniesienia (ISO 717-1)

Częstotliwość Hz	R w pasmach 1/3 oktawowych, dB	R_{max} w pasmach 1/3 oktawowych, dB
50	>14.7	28.1
63	12.3	29.6
80	11.7	35.8
100	19.2	43.0
125	24.0	52.7
160	28.3	55.9
200	33.4	53.8
250	39.4	59.7
315	44.6	63.2
400	49.7	56.1
500	> 54.6	66.7
630	> 56.9	65.3
800	> 59.2	68.8
1000	> 59.8	71.7
1250	58.6	74.5
1600	53.2	76.0
2000	51.6	76.1
2500	52.0	74.7
3150	52.7	74.0
4000	59.9	76.3
5000	> 66.4	76.6

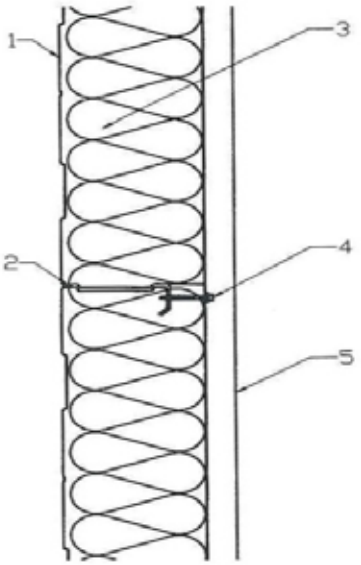


Ocena zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 48 (-4 ; -11) dB $C_{50\text{-}5000}$: -7dB $C_{tr,\ 50\text{-}5000}$: -19dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

E. 5 Konstrukcja ściany WS 211



Typ ściany WS 211:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/120/0,88 mm
Poz. 2: taśma uszczelniająca Typ 1, 15/2-6 mm
Poz. 3: izolacja z wełny mineralnej, d=160 mm, Metac WS
Poz. 4: sposób łączenia zgodny z rozwiązaniem systemowym
Poz. 5: stalowa blacha trapezowa 35/200/1,0

Wynik badania konstrukcji typu WS 211

Izolacyjność akustyczna właściwa **zgodnie z ISO 140-3**

Pomiar izolacyjności akustycznej elementów budowlanych na stanowisku badawczym

Zleceniodawca: SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
Dr. –Albert-Reimann-Strasse 20, 68526 Ladenburg

Producent : SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
Przedmiot badania: 68526 Ladenburg

Nazwa produktu: Ściana ze stalowych blach kasetowych
Komory badawcze: Laboratorium, stanowisko badawcze P-W1
Data badaniai: 15.05.2000

Próbka zmontowana przez: Zleceniodawca

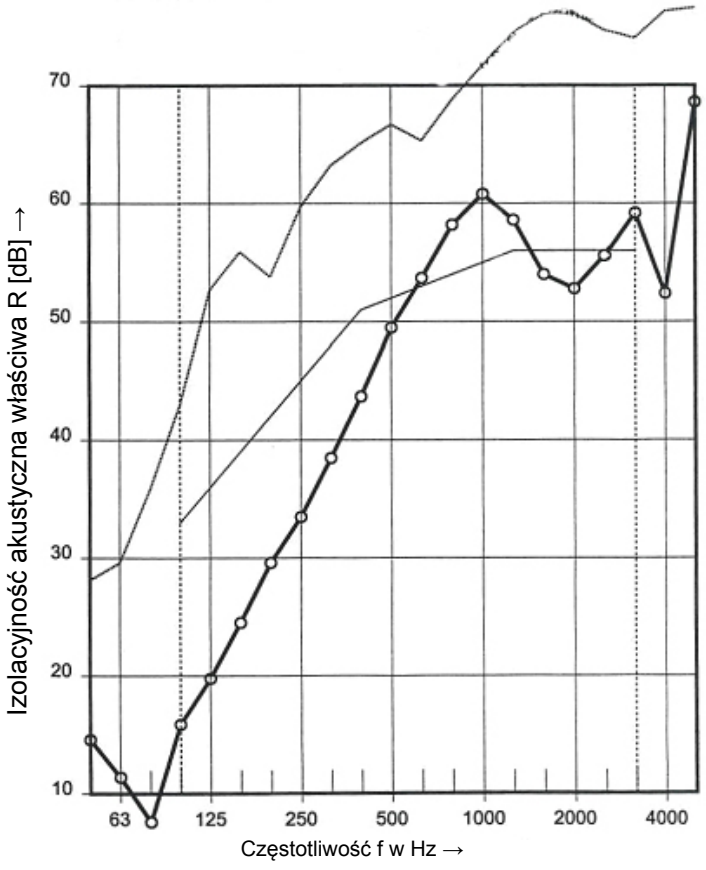
Opis miejsca badania, próbki i procedury badania:
Stanowisko do badania ścian zgodnie z DIN EN ISO 140-1, Typ A, R`max= 69 dB
Budowa próbki (patrząc od wewnątrz na zewnątrz):
- stalowa blacha kasetowa 120/600/0,88
- materiał izolacyjny, Typ Metac WS, grubość 160 mm
- stalowa blacha trapezowa 35/200/1,00

Powierzchnia próbki: 13,4 m^2
Masa powierzchniowa: około 16,1 kg/m^2
Temperatura powietrza w pomieszczeniach badawczych: 18 °C
Wilgotność powietrza w pomieszczeniach badawczych: 70%
Objętość pomieszczenia nadawczego: 55,4 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego: 60,5 m^3

Maksymalna izolacyjność akustyczna stanowiska badawczego R_{max} odniesiona do powierzchni próbki

Zakres częstotliwości odpowiednio do krzywej odniesienia (ISO 717-1)

Częstotliwość Hz	R w pasmach 1/3 oktawowych, dB	R_{max} w pasmach 1/3 oktawowych, dB
50	>14.6	28.1
63	11.4	29.6
80	7.6	35.8
100	15.9	43.0
125	19.8	52.7
160	24.5	55.9
200	29.6	53.8
250	33.5	59.7
315	38.5	63.2
400	43.7	65.1
500	> 49.5	66.7
630	> 53.7	65.3
800	> 58.2	68.8
1000	> 60.8	71.7
1250	58.6	74.5
1600	54.0	76.0
2000	52.8	76.1
2500	55.6	74.7
3150	59.2	74.0
4000	52.4	76.3
5000	> 68.6	76.6

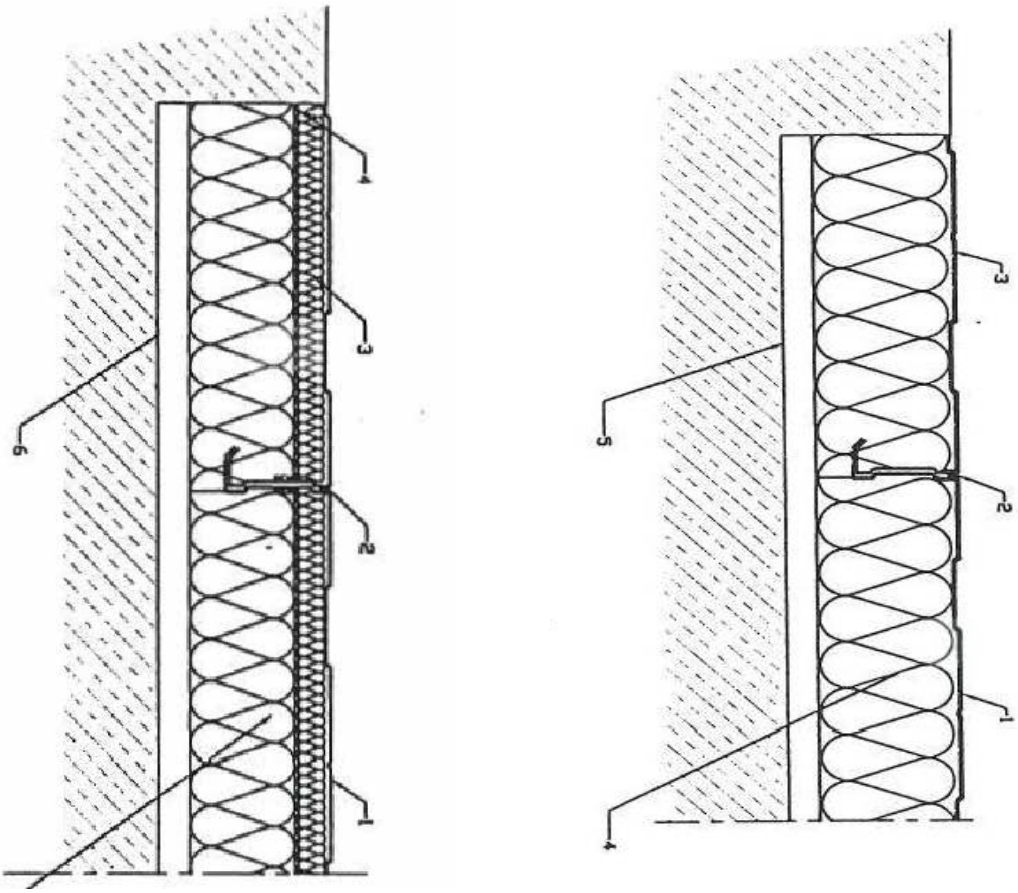


Ocena zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 43 (-3 ; -10) dB $C_{50\text{-}5000}$: -5dB $C_{tr,\ 50\text{-}5000}$: -17dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

E.6 Konstrukcja ściany WS 213, WS 214



Typ ściany WS 213:

Poz. 1: stalowa blacha kasetowa 600/120/0,88 mm, perforowana, stopień perforacji około 27,8%

Poz. 2: płyta dźwiękochłonna SSP 2 wełny szklanej na włókninie, d=40 mm

Poz. 3: membrana *Klimamembran* jako zapora przed przenikaniem powietrza

Poz. 4: izolacja z wełny mineralnej, d=120 mm, Metac WS

Poz. 5: taśma uszczelniająca Typ 1, 15/2-6 mm

Poz. 6: stalowa blacha trapezowa 35/207/0,88

Poz. 7: sposób łączenia zgodny z rozwiązaniem systemowym

Typ ściany WS 214: jak Typ ściany WS 213,

lecz bez Poz. 2: płyta dźwiękochłonna SSP 2 z wełny szklanej na włókninie, d=40 mm

z Poz. 4: izolacja z wełny mineralnej, d=160 mm, Metac WS

Wynik badania konstrukcji typu WS 213

Izolacyjność akustyczna właściwa **zgodnie z ISO 140-3**

Pomiar izolacyjności akustycznej elementów budowlanych na stanowisku badawczym

Zleceniodawca: SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
Dr. –Albert-Reimann-Strasse 20, 68526 Ladenburg

Producent : SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
68526 Ladenburg

Nazwa wyrobu: Ściana ze stalowych blach kasetowych

Komory badawcze: Laboratorium, stanowisko badawcze P-W1
Data badania: 17.05.2000

Próbka zmontowana przez: Zleceniodawcę

Opis miejsca badania, budowy próbki i procedury badania

Stanowisko do badania ścian zgodnie z DIN EN ISO 140-1, Typ A, R`max= 69 dB

Budowa próbki (patrząc od wewnątrz na zewnątrz):

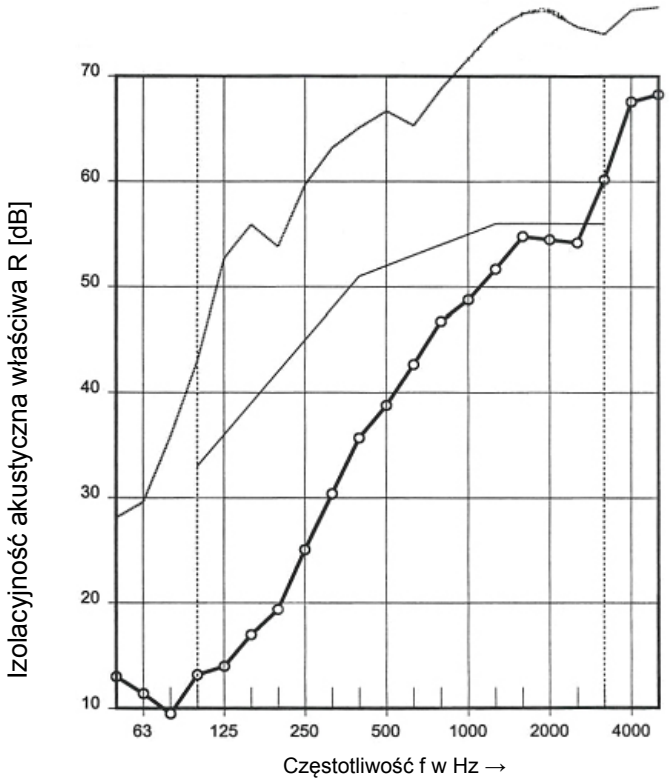
- stalowa akustyczna (perforowana) blacha kasetowa 120/600/0,88, stopień perforacji 27,8% na m^2, średnica otworów 4,8 mm
- płyta dźwiękochłonna SSP 2, d=40 mm, membrana Vario KM-Klimamembran, izolacja z wełny mineralnej, Typ Metac WS, d = 120 mm
- stalowa blacha trapezowa 35/207/0,88

Powierzchnia próbki:	13,4 m^2
Masa powierzchniowa: około	20,6 kg/m^2
Temperatura powietrza w pomieszczeniach badawczych:	18 °C
Wilgotność powietrza w pomieszczeniach badawczych:	70%
Objętość pomieszczenia nadawczego:	55,4 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego:	60,5 m^3

Maksymalna izolacyjność akustyczna stanowiska badawczego R_{max} odniesiona do powierzchni próbki

Zakres częstotliwości odpowiednio do krzywej odniesienia (ISO 717-1)

Częstotliwość Hz	R w pasmach 1/3 oktawowych, dB	R_{max} w pasmach 1/3 oktawowych, dB
50	13.0	28.1
63	11.4	29.6
80	9.5	35.8
100	13.2	43.0
125	14.0	52.7
160	17.0	55.9
200	19.4	53.8
250	25.1	59.7
315	30.4	63.2
400	35.7	65.1
500	38.8	66.7
630	42.7	65.3
800	46.8	68.8
1000	48.8	71.7
1250	51.7	74.5
1600	54.8	76.0
2000	54.5	76.1
2500	54.2	74.7
3150	> 60.2	74.0
4000	> 67.6	76.3
5000	> 68.3	76.6



Ocena zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 36 (-2 ; -8) dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{tr,\ 50\text{-}5000}$: -11dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu WS 214

Izolacyjność akustyczna właściwa **zgodnie z ISO 140-3**

Pomiar izolacyjności akustycznej elementów budowlanych na stanowisku badawczym

Zleceniodawca: SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
Dr. –Albert-Reimann-Strasse 20, 68526 Ladenburg

Producent : SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG
68526 Ladenburg

Nazwa wyrobu: Ściana ze stalowych blach kasetowych

Komory badawcze: Laboratorium, stanowisko kontrolne P-W1

Data badania: 17.05.2000

Próbka zmontowana przez: Zleceniodawca

Opis miejsca badania, budowy próbki i procedury badania:

Stanowisko do badania ścian zgodnie z DIN EN ISO 140-1, Typ A, R`max= 69 dB

Budowa próbki (patrząc od wewnątrz na zewnątrz:

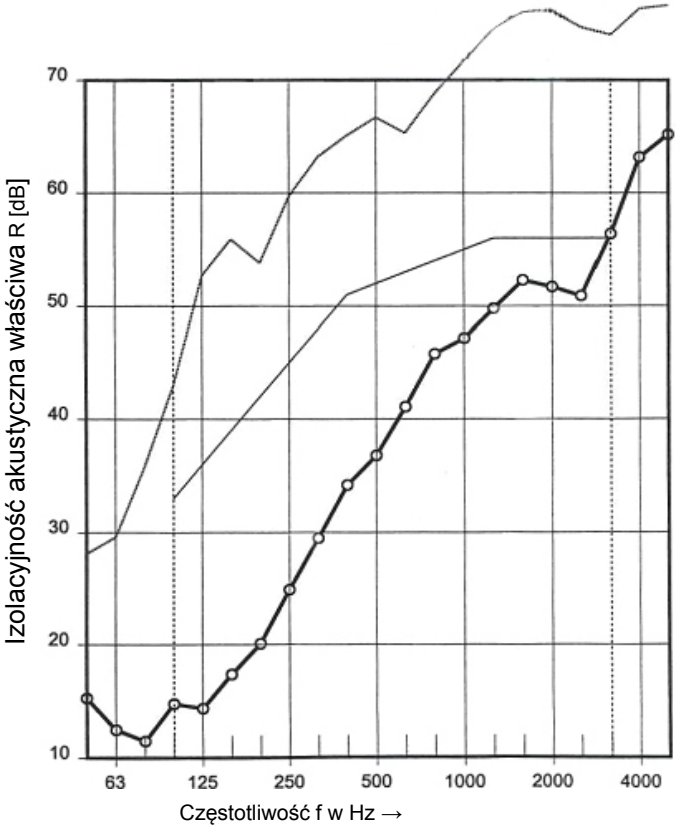
- stalowa akustyczna (perforowana) blacha kasetowa 120/600/0,88, stopień perforacji 27,8% na m^2, średnica otworów 4,8 mm
- membrana Vario KM-Klimamembran, izolacja z wełny mineralnej typ Metac WS, grubości 160 mm
- **stalowa blacha trapezowa 35/207/0,88**

Powierzchnia próbki:	13,4 m^2
Masa powierzchniowa: około	20,0 kg/m^2
Temperatura powietrza w pomieszczeniach badawczych:	18 °C
Wilgotność powietrza w pomieszczeniach badawczych:	70%
Objętość pomieszczenia nadawczego:	55,4 m^3
Objętość pomieszczenia odbiorczego:	60,5 m^3

Maksymalna izolacyjność akustyczna stanowiska badawczego R_{max} odniesiona do powierzchni próbki

Zakres częstotliwości odpowiednio do krzywej odniesienia (ISO 717-1)

Częstotliwość Hz	R w pasmach 1/3 oktawowych, dB	R_{max} w pasmach 1/3 oktawowych, dB
50	>15.3	28.1
63	12.5	29.6
80	11.5	35.8
100	14.8	43.0
125	14.4	52.7
160	17.4	55.9
200	20.1	53.8
250	24.9	59.7
315	29.5	63.2
400	34.2	65.1
500	36.8	66.7
630	41.1	65.3
800	45.8	68.8
1000	47.2	71.7
1250	49.8	74.5
1600	52,3	76.0
2000	51,7	76.1
2500	50,9	74.7
3150	56.4	74.0
4000	> 63.2	76.3
5000	> 65.2	76.6

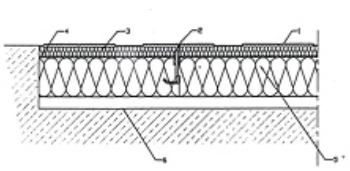


Ocena zgodnie z ISO 717-1

$R_W(C;C_{tr})$ = 36 (-2 ; -8) dB $C_{50\text{-}5000}$: -2dB $C_{tr,\ 50\text{-}5000}$: -10dB

Wartości wskaźników wyznaczone na podstawie wyników pomiarów w pasmach 1/3 oktawowych.

Wynik badania konstrukcji typu WS 213, pochłanianie dźwięku:



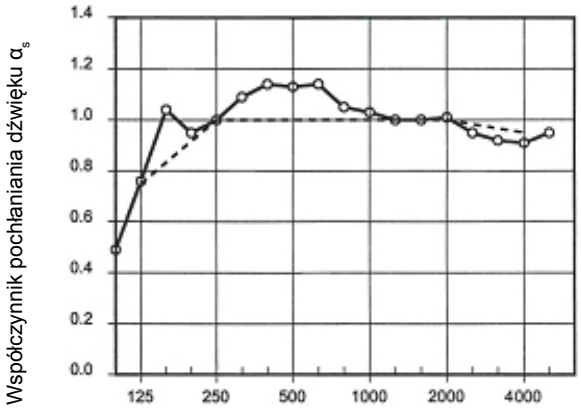
Powierzchnia próbki: 10,0 m^2
Objętość: 218,7 m^2
z 17 egzemplarzami wygiętych dyfuzorów o łącznej powierzchni F = 51,7 m^2

125	250	500	1000	2000	4000	f w Hz
0.76	1.00	1.13	1.03	1.01	0.91	α_s

Uwagi
Pusta komora pogłosowa
Łączna powierzchnia przegród komory: 289 m^2
Temperatura: 19 °C
Względna wilgotność powietrza: 65%

Komora pogłosowa z badaną próbką:
Temperatura: 19 °C
Względna wilgotność powietrza: 66%

Ocena według DIN EN ISO 11654
Wydanie 1997



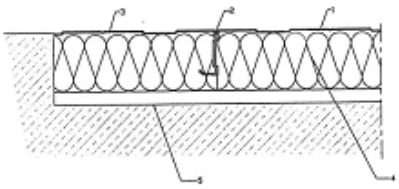
- - - - - - - Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku

Częstotliwość f w Hz

Wskaźnik pochłaniania dźwięku α_w = 1,00

Sygnał pomiarowy: Szum różowy
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

Wynik badania konstrukcji typu WS 214, pochłanianie dźwięku:



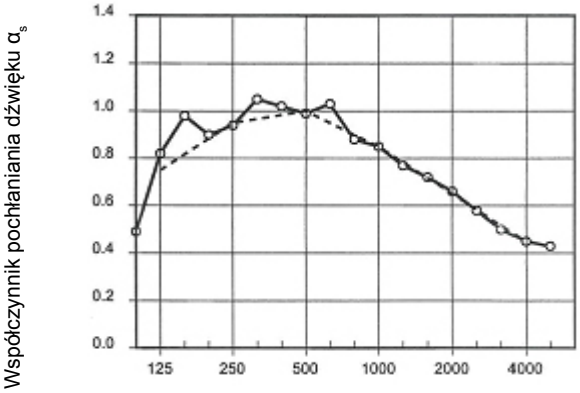
Powierzchnia próbki: 10,0 m^2
Objętość: 218,7 m^2
z 17 sztukami wygiętych dyfuzorów o łącznej powierzchni F = 51,7 m^2

125	250	500	1000	2000	4000	f w Hz
0.82	0.94	0.99	0.85	0.66	0.45	α_s

Uwagi
Pusta komora pogłosowa:
Łączna powierzchnia przegród komory: 289 m^2
Temperatura: 19 °C
Względna wilgotność powietrza: 65 %

Komora pogłosowa z badaną próbką:
Temperatura: 19 °C
Względna wilgotność powietrza: 67 %

Ocena według DIN EN ISO 11654
Wydanie 1997

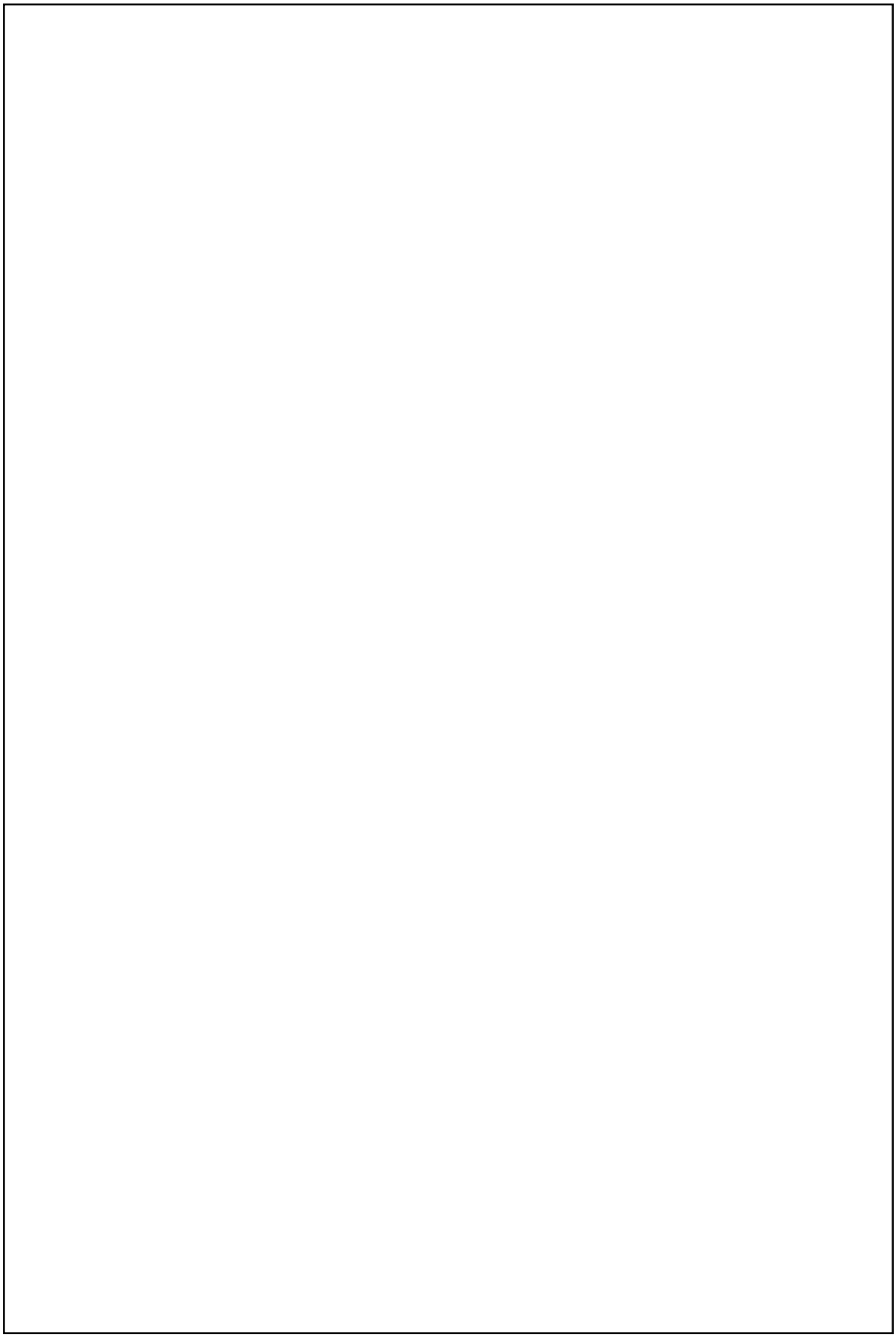


- - - - - - - Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku

Częstotliwość f w Hz

Wskaźnik pochłaniania dźwięku α_w = 0,65 (LM)
α_w = 0,65 (LM)

Sygnał pomiarowy: Szum różowy
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy



Załącznik F

Firmowe świadectwa wyników badań

Konstrukcje dachowe - izolacyjność akustyczna

F.1 Wynik badania dachu typu F1

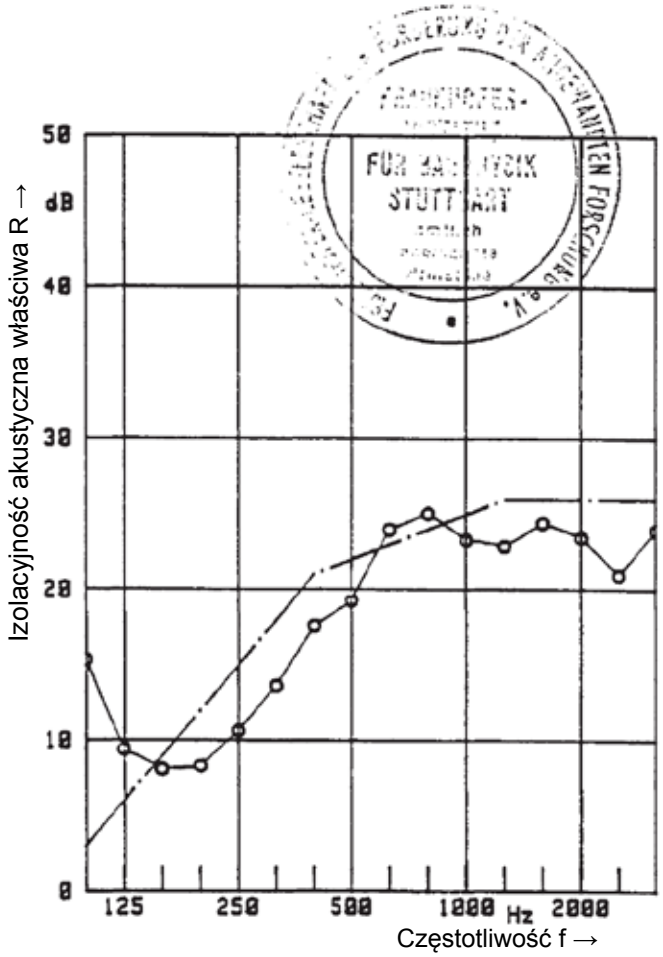
Konstrukcja badanego obiektu: Załącznik do GS 7/90

Stalowa blacha trapezowa TRP E 135-0,88
oparta na ramie betonowego stanowiska badawczego, przymocowana kotwami jedynie na powierzchniach stykowych równoległych do wygięć trapezowych (odstęp: 500 mm). Lekko zachodzące na siebie styki blach zostały zanitowane (odstęp 330 mm). Szczelina między próbką a ramą otworu stanowiska badawczego była uszczelniona na całym obwodzie w sposób trwale plastyczny.

Procedura badawcza:
wg DIN 52 210 -03-M-T-P-D

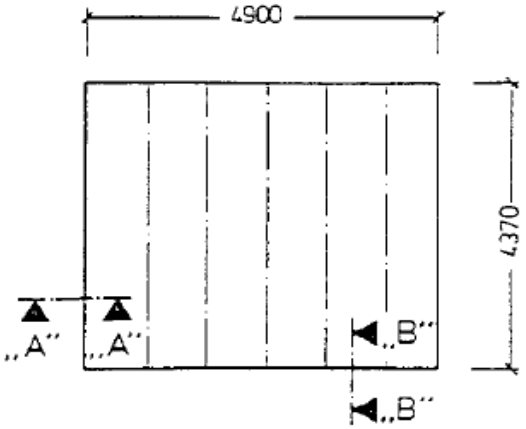
Masa powierzchniowa: 11,1 kg/m^2
Pomieszczenia badawcze
Objętość V_s = 75 m^3, V_e = 51 m^3
Powierzchnia próbki: 17,0 m^2
Stan: umeblowane
Rodzaj: laboratorium

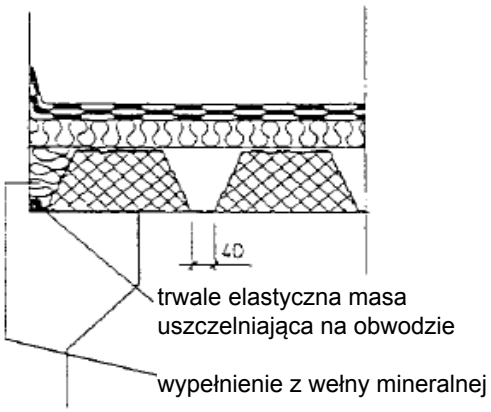
Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej R_w = 21 dB



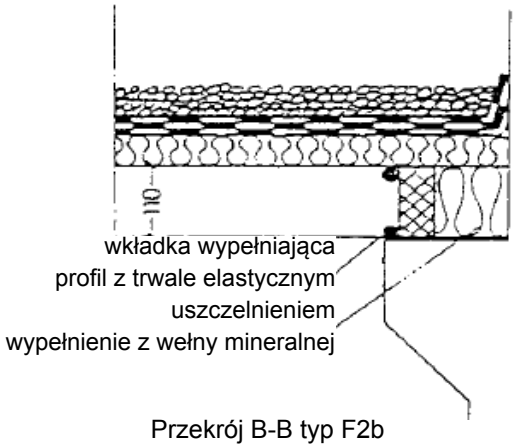
Sygnał pomiarowy : szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

F.2 Konstrukcja dachu typu F2a, F2b





Przekrój A-A, Typ F2a



Przekrój B-B typ F2b

Typ dachu F2a: stalowa blacha trapezowa 110/275/0,88 mm
bitumiczna powłoka gruntująca, na całej powierzchni
izolacja z wełny mineralnej, d=50 mm, gęstość = 145 kg/m^3
papa bitumiczna, 3-warstwowa, składające się z:
1 warstwy V13, przyklejonej punktowo,
1 warstwy G 200 DD przyklejonej na całej powierzchni,
1 warstwy V60 S4 pokrytej łupkiem i zgrzanej
Ta konstrukcja odpowiada budowie próbki 1 zgodnie poniższym świadectwem badania.

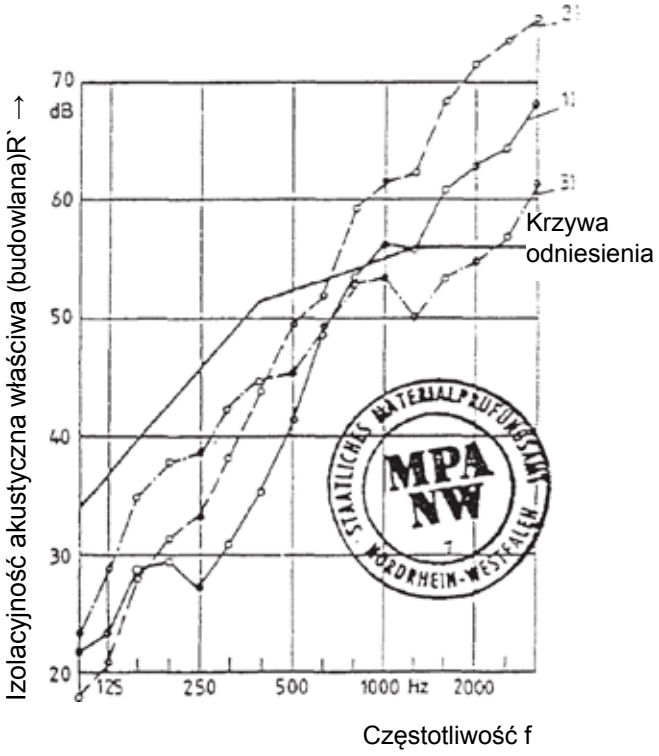
Typ dachu F2b: jak typ dachu F2a,
ale dodatkowo pokrycie warstwą żwiru 16/32, d=50 mm
Ta konstrukcja odpowiada budowie próbki 1 zgodnie poniższym świadectwem badania.

Adnotacja: Próbka 1a poniższego świadectwem badania nie jest brana pod uwagę.

Wynik badania dachu typu F2a oraz F2b

Budowa konstrukcji dachowej przedstawiona jest na rysunku producenta załączonym do niniejszego formularza. Rysunek podpisany jest „Deutsche Rockwool Mineralwoll-GmbH, Gladbeck, Trapez-Profil-Dachkonstruktion mit Rockwool-Dachdämmplatten RP-XV und RPD, Prüfaufbau 1-1b, Zeichnung Nr. 001-09-82, Datum 16.09.82”
Stwierdzone wymiary i ciężary:
Płyty z wełny mineralnej: płyty izolacyjne Rockwool RP-XV, 50 mm, grubość pod obciążeniem 0,1 kN/m^2 51,0 mm, masa powierzchniowa 7,4 kg/m^2, gęstość objętościowa w stanie powietrzno-suchym (przy 0,1 kN/m^2) 145 kg/m^3; płyty izolacyjne z wełny Rockwool RPD, 100 mm, grubość przy 0,1 kN/m^2 100,1 mm, masa powierzchniowa 17,0 kg/m^2, gęstość objętościowa w stanie powietrzno-suchym (przy 0,1 kN/m^2) 17,0 kg/m^3, izolacja wodochronna: V60 S4, grubość 4,6 mm, masa powierzchniowa 5,3 kg/m^2; G 200 DD, grubość 2,9 mm, masa powierzchniowa 3,3 kg/m^2; V13, grubość 2,7 mm masa powierzchniowa 3,0 kg/m^2; stalowa blacha trapezowa: profil 110 mm x 275 mm, grubość 0,88 mm, masa powierzchniowa 10,0 kg/m^2, warstwa żwiru: grubość 50 mm, masa powierzchniowa 90 kg/m^2.

Powierzchnia próbki S = 17,9 m^2
Pomieszczenia badawcze
Objętość V_S = 58 m^3, V_E = 67 m^3
Stan - puste
Rodzaj - stanowisko badawcze z przenoszeniem bocznym
<u>Badanie nr 1:</u>
Konstrukcja badana 1
LSM = -10 dB, R'_w [PP7)] = 42 dB
<u>Badanie nr 2:</u>
Konstrukcja badana 1a
LSM = -7 dB, R'_w = 45 dB
<u>Badanie nr 3:</u>
Konstrukcja badana 1b
LSM = -3 dB, R'_w = 49 dB

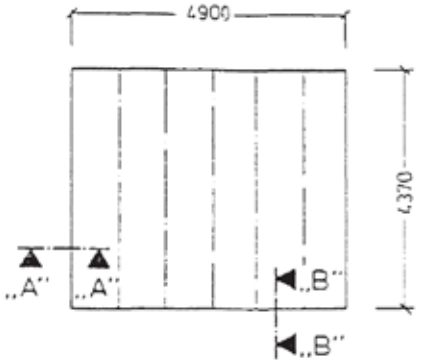


Zgodnie z normą DIN 52 210 część 3, rozdział 4.3.1. maksymalna wartość ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R'_w stanowiska badawczego odniesiona do powierzchni próbki dachu wynosi dla lekkiej konstrukcji 55 dB.

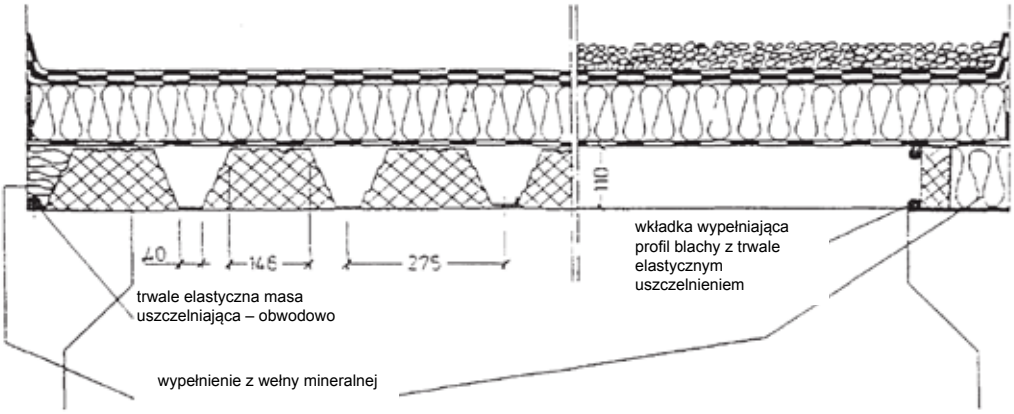
Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

[PP7)] wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

F.3 Konstrukcja dachowa typu F3



Przekrój A-A typ F3a Przekrój B-B typ F3b

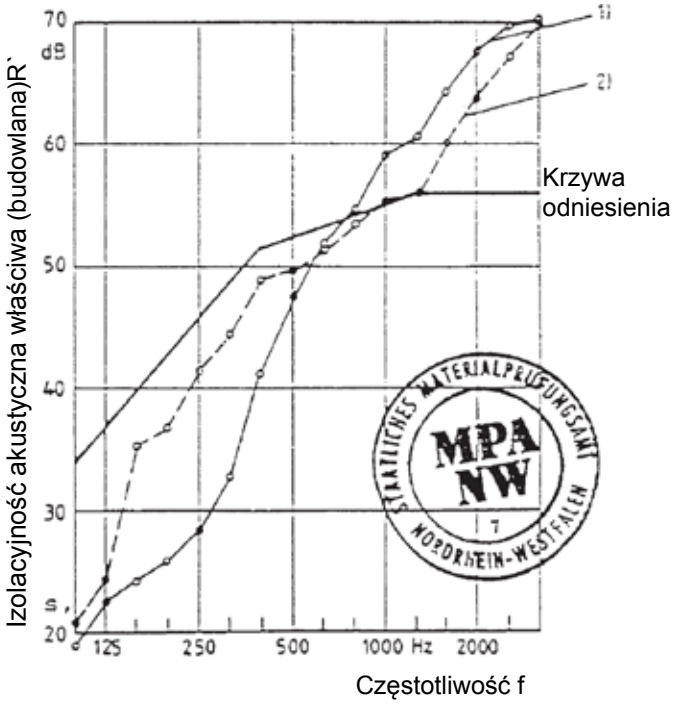


Typ dachu F3a: stalowa blacha trapezowa 110/275/0,88 mm
bitumiczna powłoka gruntująca, na całej powierzchni
polimero-bitumiczne papa zgrzewana z hydrofobową włókniną szklaną
płyta z wełny mineralnej, naklejona punktowo, d=100 mm, gęstość = 154 kg/m^3
papa bitumiczna, 3-warstwowa, składające się z:
2 warstw Kebu GV 4 mm (V60 S4) zgrzewanych
1 warstwy Kebu GWS pokrytej łupkiem i naklejonej na całej powierzchni
Ta konstrukcja odpowiada budowie próbki 2 zgodnie poniższym świadectwem badania.

Typ dachu F3b:
ale dodatkowo
jak typ dachu F3a,
pokrycie warstwą żwiru 16/32, d=50 mm
Ta konstrukcja odpowiada budowie próbki 2 zgodnie poniższym świadectwem badania

Wynik badania dachu typu F3:
Budowa konstrukcji dachowej przedstawiona jest na rysunku producenta załączonym do niniejszego formularza. Rysunek podpisany jest „Deutsche Rockwool Mineralwoll-GmbH, Gladbeck, Trapez-Profil-Dachkonstruktion mit Rockwool-Dachdämmplatten RP-XV und RPD, Prüfaufbau 2-2a, Zeichnung Nr. 002-09-32, Datum 16.09.82”
Stwierdzone wymiary i ciężary:
Płyty z wełny mineralnej: płyty izolacyjne z wełny Rockwool RP-XV, 100 mm, grubość przy 0,1 kN/m^2 101,3 mm, masa powierzchniowa 15,6 kg/m^2, gęstość w stanie powietrzno suchym (przy 0,1 kN/m^2) 154 kg/m^3; izolacja wodochronna dachu: 1 warstwa Kebu GWS, grubość 5,3 mm, masa powierzchniowa 6,4 kg/m^2; 2 warstwy Kebu GV 4 mm (V60 S4), grubość jednej warstwy 4,3 mm, masa powierzchniowa jednej warstwy 5,5 kg/m^2, paroizolacja z Kebu GW 4 mm (G200 S4), grubość 4,3 mm, masa powierzchniowa 5,3 kg/m^2; stalowa blacha trapezowa: profil 110 mm x 275 mm, grubość 0,88 mm, masa powierzchniowa 10,0 kg/m^2, warstwa żwiru: grubość 50 mm, masa powierzchniowy 90 kg/m^2.

Powierzchnia próbki S = 17,9 m^2
Pomieszczenia badawcze
Objętość V_S = 58 m^3, V_E = 67 m^3
Stan: puste
Rodzaj: stanowisko badawcze z przenoszeniem bocznym
<u>Badanie nr 1:</u>
Konstrukcja badana 2
LSM = -10 dB, R'_{w} [PP28)] = 42 dB
<u>Badanie nr 2:</u>
Konstrukcja badana 2a
LSM= -2 dB, R'_{w} = 50 dB

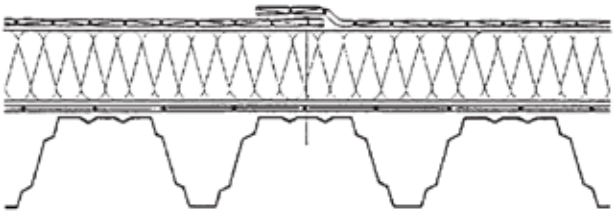


Zgodnie z normą DIN 52 210 część 3, rozdział 4.3.1. maksymalna wartość ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R'_{w} stanowiska badawczego odniesiona do powierzchni próbki dachu wynosi dla lekkiej konstrukcji 55 dB.

Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

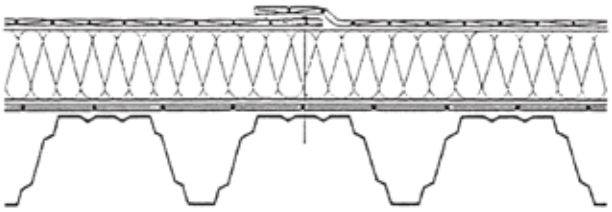
[PP28)] wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

F.4 Konstrukcja dachowa typu F4



Typ dachu F4: stalowa blacha trapezowa 137/310/0,88 mm
folia polietylenowa, d=0,25 mm
płyta z wełny mineralnej, d=100 mm, gęstość = 170 kg/m^3
folia zgrzewana z PVC-P, d=1,2 mm, 1,5 kg/m^2, styki sklejone, mechanicznie umocowane za pomocą śrub i podkładek

Wynik badania dachu typu F4



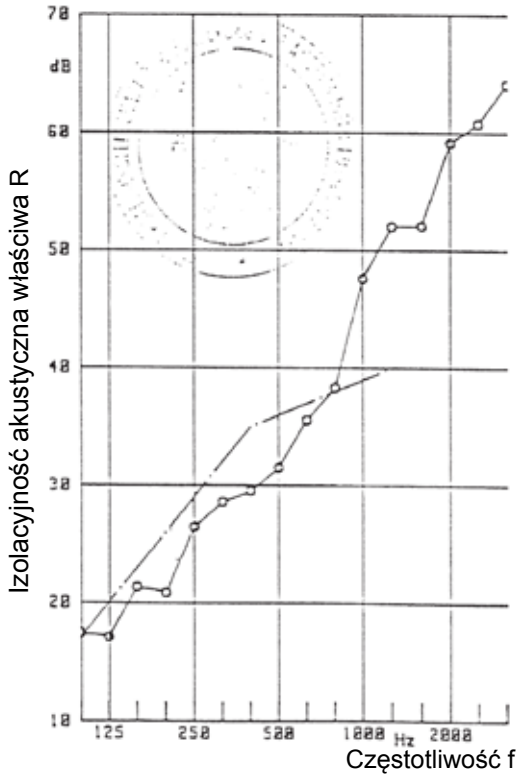
— Rhenofol CV 1,2 mm zamocowany mechanicznie za pomocą Isolast IFT
— 2
— 100 mm RP – DUR
— Paroizolacja polietylenowa 0, 25 mm TRP E 135-0,88

Stalowa blacha trapezowa została oparta na betonowej ramie stanowiska badawczego oraz przymocowana kotwami (zgodnie z DIN 18 807). Lekko zachodzące na siebie styki blach zostały zanitowane. Szczelina między próbką a ramą otworu stanowiska badawczego była uszczelniona na całym obwodzie w sposób trwale plastyczny.

Procedura badania:
Wg DIN 52 210 -03-M-L-P-D
Masa powierzchniowa: 28,0 kg/m^2

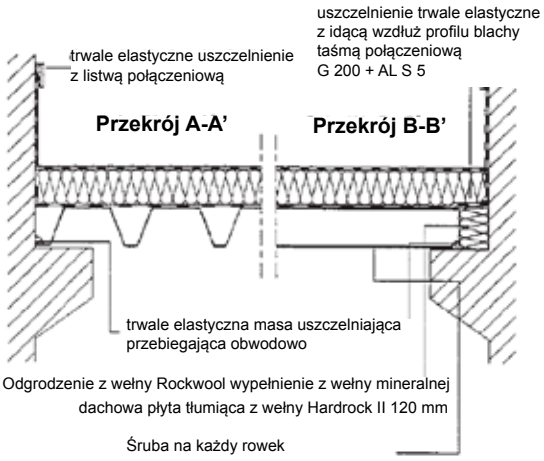
Pomieszczenia badawcze
Objętość V_s = 78 m^3, V_e = 51 m^3
Powierzchnia próbki: 17,8 m^2
Stan: puste
Rodzaj: laboratorium

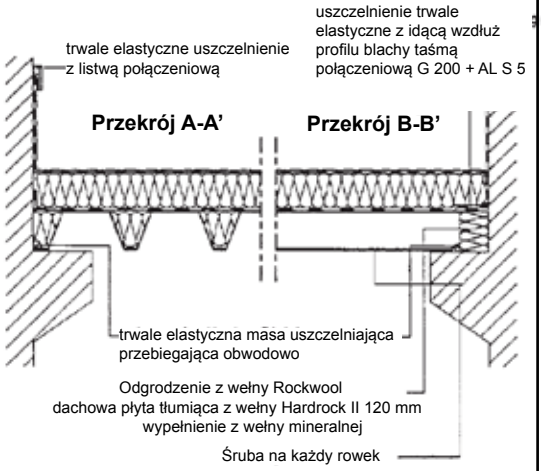
Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej: R_w = 36 dB



Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

F.5 Konstrukcja dachowa typu F5a i F5b:





Typ dachu F5a: stalowa blacha trapezowa 137/310/0,88 mm
bitumiczna paroizolacja MOGAT G 200 + AL S5 zgrzewana
płyta z wełny mineralnej, d=120 mm, gęstość = 159 kg/m^3
papa zgrzewana z PIB z mineralnymi dodatkami, d=2,5 mm, 2,3 kg/m^2, mechanicznie umocowana za pomocą kombinacji śrub HARDO, styki spawane na zimno

Typ dachu F5b: jak typ dachu F5a,
ale dodatkowo
akustyczne wypełnienia fal trapezowych, wełną mineralną Rockwool o gęstości = 174 kg/m^3

Wynik badania dachu typu F5a:

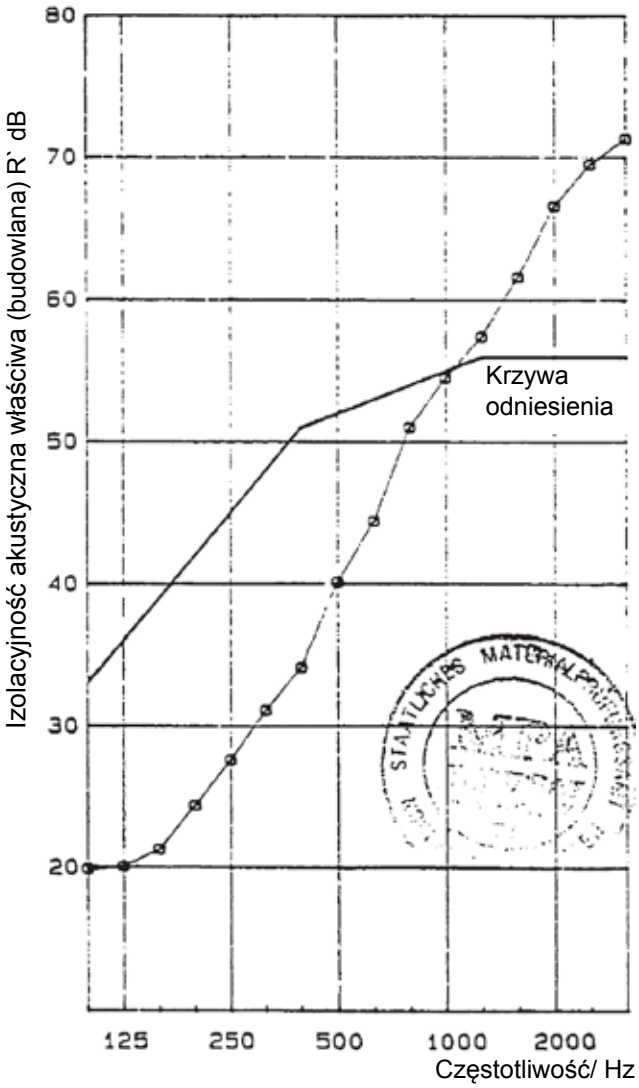
Budowa lekkiej konstrukcji dachowej przedstawiona jest na rysunku producenta załączonym do niniejszej karty badania. Rysunek podpisany jest „PRUEFAUFBAU 6 bzw. Pruefraum"[4].
Wymiary oraz ciężary materiałów zamieszczone zostały w załączniku do niniejszego formularza „Festgestellte Abmessungen und Massen"[5]
Połączenia między konstrukcjami dachu a stanowiskiem badawczym zostały obustronnie uszczelnione na całym obwodzie w sposób trwale elastyczny ew. trwale plastyczny (patrz rysunek).

Procedura badania:
wg DIN 52 210 -03-M-L-PFL-D

Powierzchnia próbki: 17,8 m^2
Pomieszczenia badawcze
Objętość V_S = 58,5 m^3,
V_E = 65,3 m^3
Stan: puste
Rodzaj: stanowisko badawcze z przenoszeniem bocznym

Wynik badania – wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej (budowlanej) R'_w [PP31)] = 40dB

Wskaźnik izolacyjności od dźwięków powietrznych
LSM = R'_w - 52 dB



Zgodnie z normą DIN 52 210 część 3, rozdział 4.3.1. maksymalna wartość ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R'_w stanowiska badawczego odniesiona do powierzchni próbki dachu wynosi dla lekkiej konstrukcji 55 dB.

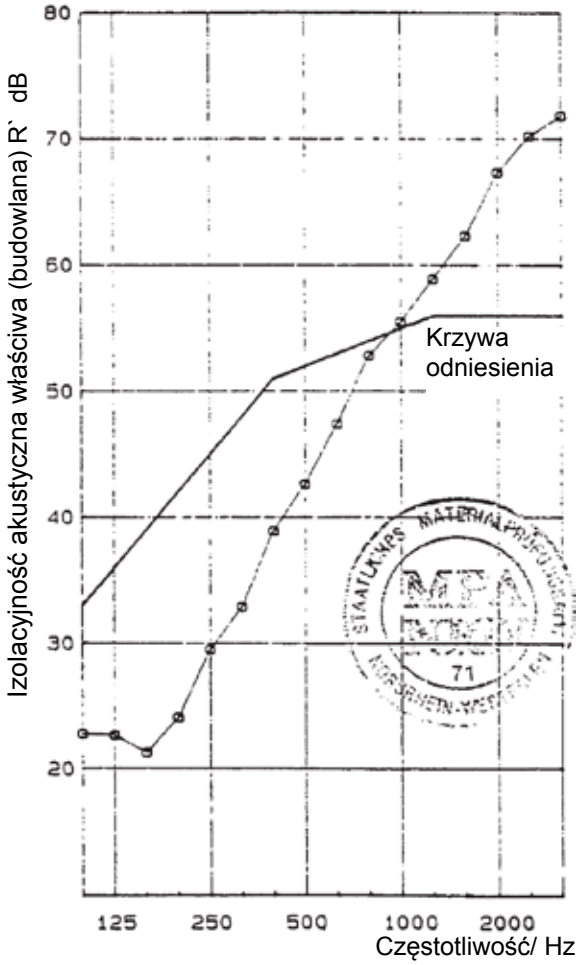
Sygnał pomiarowy: szum różowy

Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

[4] Przyp. tłum.: KONSTRUKCJA BADANA 6 ew. pomieszczenie badawcze.
[5] Przyp. tłum.: Stwierdzone wymiary i masy.
[PP29)] Wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

Wynik badania dachu typu F5b:

Budowa lekkiej konstrukcji dachowej przedstawiona jest na rysunku producenta załączonym do niniejszego formularza. Rysunek podpisany jest „PRUEFAUFBAU 5 bzw. Pruefraum"[PP30].
Wymiary oraz ciężary materiałów zamieszczone zostały w załączniku do niniejszego formularza „Festgestellte Abmessungen und Massen"[PP31]
Połączenia między konstrukcją dachu a stanowiskiem badawczym zostały obustronnie uszczelnione na całym obwodzie w sposób trwale elastyczny ew. trwale plastyczny (patrz rysunek).



Procedura badania:
wg DIN 52 210 -03-M-L-PFL-D

Powierzchnia próbki: 17,8 m²
Pomieszczenia badawcze
Objętość V_S = 58,5 m³,
V_E = 65,3 m³
Stan: puste
Rodzaj: stanowisko badawcze
z przenoszeniem bocznym

Wynik badania:
wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej (budowlanej) R'_w [PP32] = 42dB

Wskaźnik izolacyjności od dźwięków powietrznych
LSM = R'_w - 52 dB

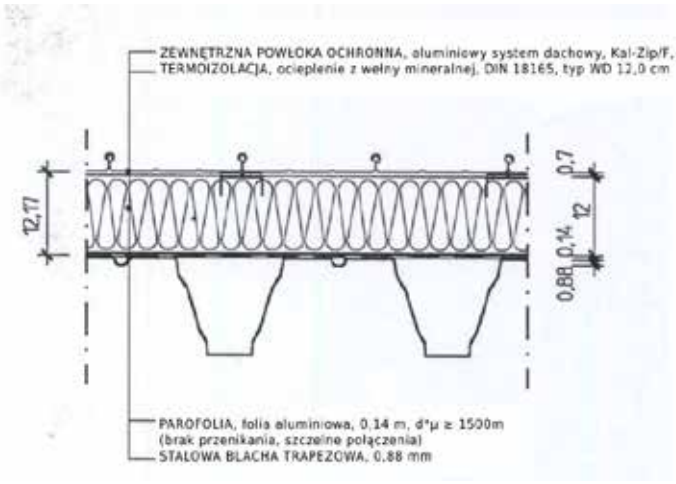
Zgodnie z normą DIN 52 210 część 3, rozdział 4.3.1. maksymalna wartość ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej R'_w stanowiska badawczego odniesiona do powierzchni próbki dachu wynosi dla lekkiej konstrukcji 55 dB.

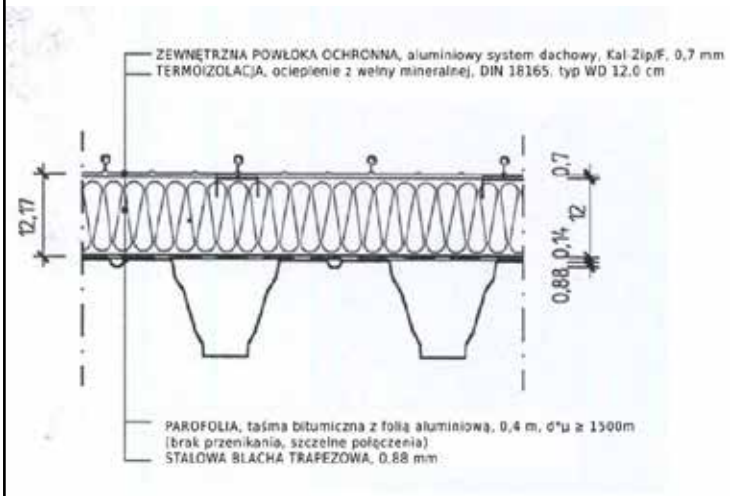
Sygnał pomiarowy: szum różowy

Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

[PP30] KONSTRUKCJA BADANA 5 ew. pomieszczenie badawcze.
[PP31] Stwierdzone wymiary i masy.
[PP32] Wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

F.6 Konstrukcja dachu typ PD1 i PD1a:





Typ dachu PD1:

blacha trapezowa137/310/0,88 mm

folia polietylenowa PE d=0,20 mm, 0,2 kg/m²

płyta z wełny skalnej, d=120 mm, gęstość =136 kg/m³

izolacja wodochronna Aluminium-Dachsystem Kal-Zip/F, d=0,7 mm, 2,0 kg/m²

Typ dachu PD1a: tak jak typ dachu PD1,
jednak zamiast folii PE papa bitumiczna termozgrzewalna z folią aluminiową, d=4,1 mm

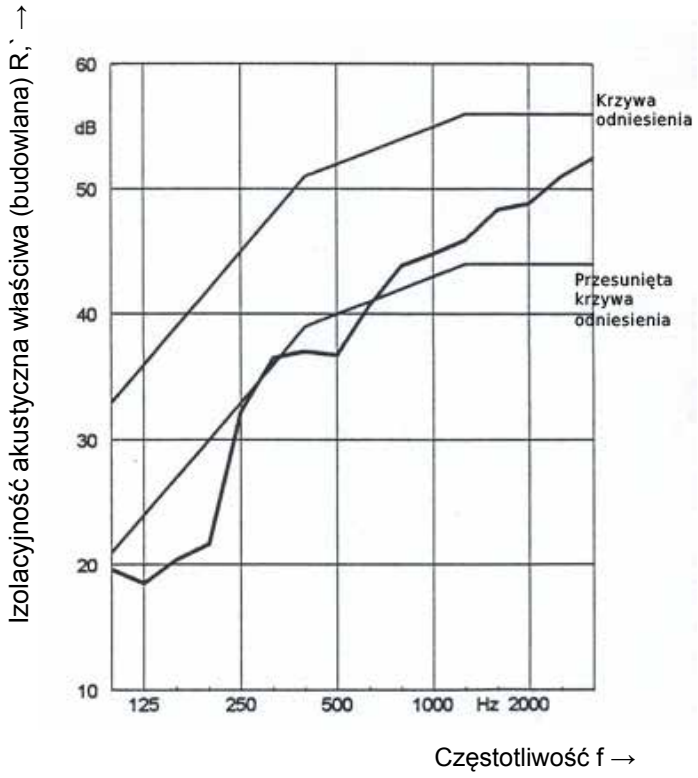
Wynik badania dachu typu PD1:

Izolacyjność akustyczna właściwa **zgodnie z DIN 52 210 Część 3**
Zleceniodawca: Hoogovens Aluminium Bausysteme, Deutsche Rockwool

Załącznik 1
Badanie prototypu

Obiekt:

Konstrukcja przedmiotu badania:
Blacha trapezowa E135 nieperforowana, grubość 0,88 mm, 11,4 k/m²
Paroizolacja Wakofol, grubość 0,2 mm, 0,2 kg/m²
ProDach z szynami, grubość 120 mm, 17,2 kg/m²
izolacja wodochronna Kal-Zip/F, grubość 0,7 mm, 2 kg/m²



Procedura badania:
Wg DIN 52 210-03-M-L-PFL-W

Data badania : 09.12.97

Masa powierzchniowa: 30,8 kg/m²
Powierzchnia próbki: 14,2 m²

Pomieszczenie nadawcze
Objętość V = 54 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:

Pomieszczenie odbiorcze
Objętość V = 59 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:

Ważony wskaźnik izoalcyjności akustycznej właściwej (budowlanej) $R`_{w}^{PP33)}$ = 40 dB

Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

PP33) wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

Wynik badania dachu typu PD1a:

Izolacyjność akustyczna właściwa **zgodnie z DIN 52 210 Część 3** **Załącznik 1**
Zleceniodawca: Hoogovens Aluminium Bausysteme, Deutsche Rockwool **Badanie prototypu**

Objekt:

Konstrukcja przedmiotu badania:
Blacha trapezowa E135 nieperforowana, grubość 0,88 mm, 11,4 k/m²
Paroizolacja GG S4, grubość 4,1 mm, 5,0 kg/m²
ProDach z szynami, grubość 120 mm, 17,2 kg/m²
izolacja wodochronna Kal-Zip/F, grubość 0,7 mm, 2 kg/m²

Procedura badania:
Wg DIN 52 210-03-M-L-PFL-W

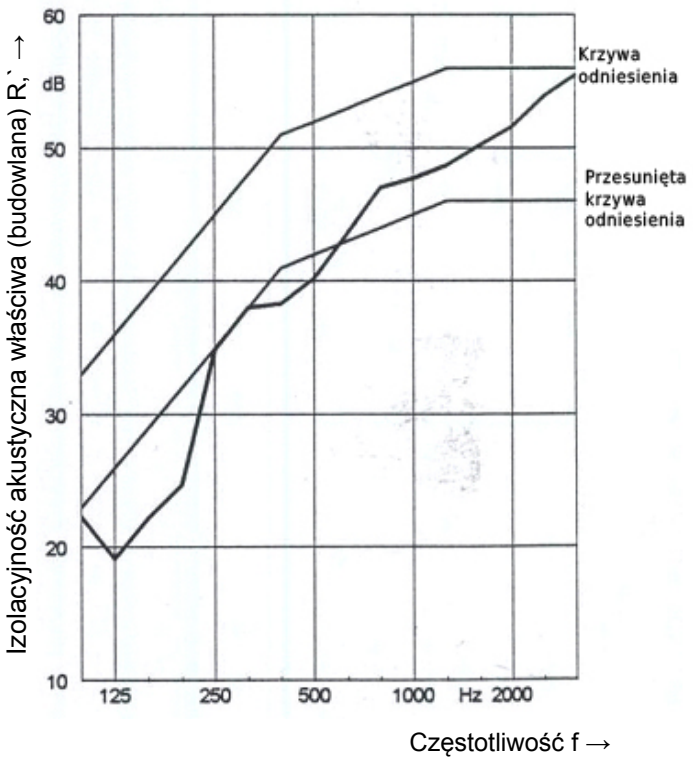
Data badania: 09.12.97

Masa powierzchniowa: 35,6 kg/m²

Powierzchnia próbki: 14,2 m²

Pomieszczenie nadawcze:
Objętość V = 54 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:

Pomieszczenie odbiorcze:
Objętość V = 59 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:

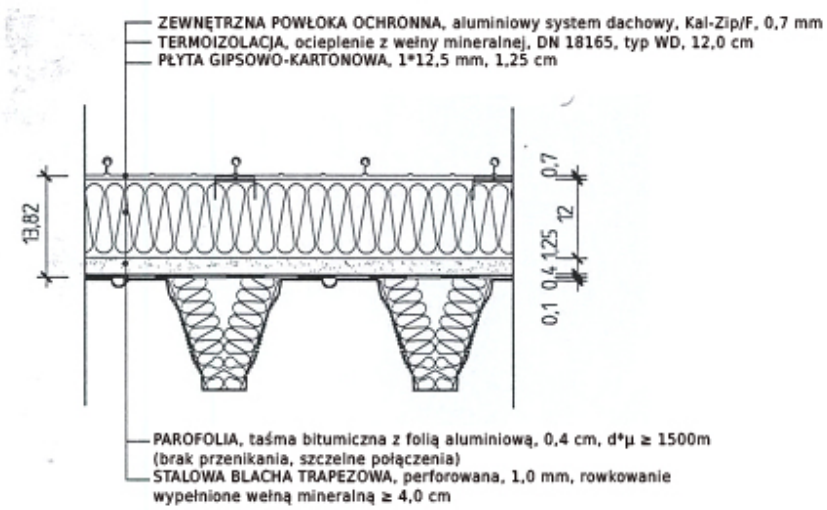


Ważony wskaźnik izoalcyjności akustycznej właściwej (budowlanej) $R`_{W}$ [PP34)] = 42 dB

Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

[PP34)] wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

F.7 Konstrukcja dachu PD2 oraz PD2a:



Typ dachu PD2:	blacha trapezowa perforowana 158/250/1,0 mm, stopień perforacji 14%
	wypełnienie fałdy trapezowej z wełny mineralnej
	papa bitumiczna termozgrzewalna z folią aluminiową, d=4,1 mm
	płyta gipsowo – kartonowa (jedna warstwa) grubości 1x12,5 mm
	płyta z wełny skalnej, d=120 mm, gęstość =136 kg/m³
	izolacja wodochronna Aluminium-Dachsystem Kal-Zip/F, d=0,8 mm, 2,6kg/m²
Typ dachu PD2a: lecz	tak jak typ dachu PD2, dwie warstwy płyty gipsowo – kartonowej o łącznej grubości 2 x 12,5 mm

Wynik badania dachu typu PD2:

Izolacyjność akustyczna właściwa **zgodnie z DIN 52 210 Część 3**
Zleceniodawca: Hoogovens Aluminium Bausysteme, Deutsche Rockwool

Załącznik

Badanie prototypu

Objekt:

Konstrukcja przedmiotu badania:
Blacha trapezowa E160 perforowana, grubość 1 mm, 14,5 k/m²
Wypełnienie fałdy trapezowej RAF-SE, 1,0 kg/m²
Paroizolacja GG S4 + AL, grubość 4,1 mm, 5,0 kg/m²
Płyta gipsowo-kartonowa GKB 1 x 12,5 mm, 10,3 kg/m²
ProDach z szynami, grubość 120 mm, 17,2 kg/m²
Izolacja wodochronna Kal-Zip/F, grubość 0,8 mm, 2,6 kg/m²

Procedura badania :
wg DIN 52 210-03-M-L-PFL-W

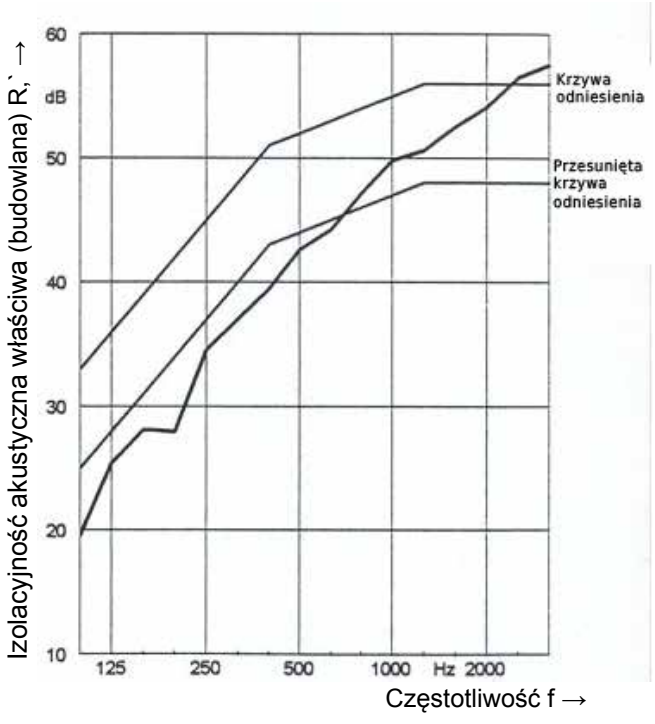
Data badania: 18.02.98

Masa powierzchniowa: 50,6 kg/m²

Powierzchnia próbki: 14,2 m²

Pomieszczenie nadawcze
Objętość V = 54 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:

Pomieszczenie odbiorcze
Objętość V = 59 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:



Ważony wskaźnik izoalcyjności akustycznej właściwej (budowlanej) $R`_{W}^{PP35)}$ = 44 dB

Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

[PP35)] wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

Wynik badania dachu typu PD2a:

Izolacyjność akustytczna zgodnie z DIN 52 210 Część 3
Zleceniodawca: Hoogovens Aluminium Bausysteme, Deutsche Rockwool

Załącznik
Badanie prototypu

Objekt:

Konstrukcja przedmiotu badania:
Blacha trapezowa E160 perforowana, grubość 1 mm, 14,5 kg/m²
Wypełnienie fałdy trapezowej RAF-SE, 1,0 kg/m²
Paroizolacja GG S4 + AL, grubość 4,1 mm, 5,0 kg/m²
Płyta gipsowo-kartonowa GKB 2 x 12,5, 20,6 kg/m²
ProDach z szynami, grubość 120 mm, 17,2 kg/m²
Izolacja wodochronna Kal-Zip/F, grubość 0,8 mm, 2,6 kg/m²

Procedura badawcza:
wg DIN 52 210-03-M-L-PFL-W

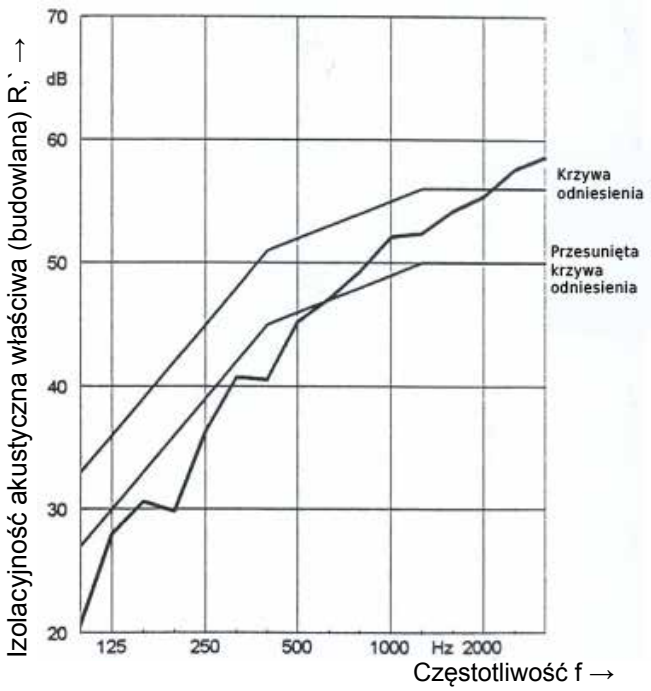
Data badania: 18.02.98

Masa powierzchniowa:
61 kg/m²

Powierzchnia próbki: 14,2 m²

Pomieszczenie nadawcze
Objętość V = 54 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:

Pomieszczenie odbiorcze
Objętość V = 59 m³
Stan: puste
Rodzaj: pomieszczenie laboratoryjne
Położenie:



Ważony wskaźnik izoalcyjności akustycznej właściwej (budowlanej) $R`_{W}^{PP36)}$ = 46 dB

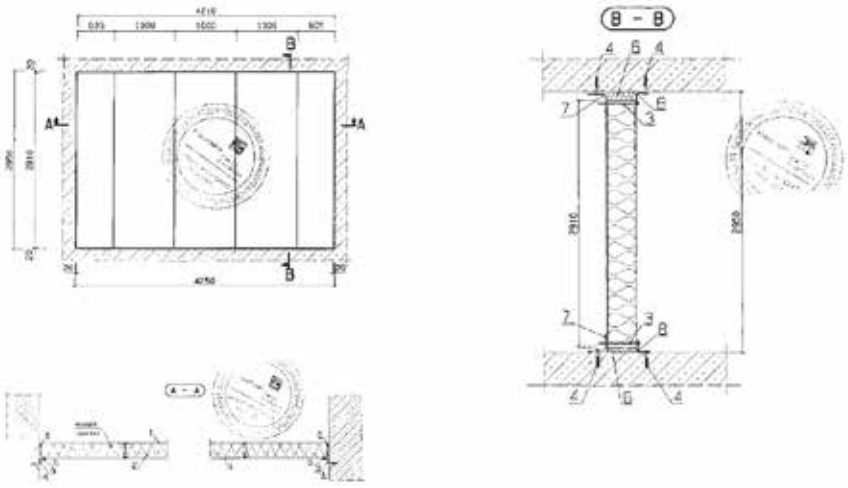
Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

PP36) wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

Załącznik G

Izolacyjność akustyczna ściennych płyt warstwowych

G.1 Konstrukcja ścienna typu SW 1: Hoesch isorock NB-120



Typ ściany SW 1:

Poz. 1: blacha stalowa, grubość 0,75 mm, ocynkowana i powleczona
Poz. 2: wełna mineralna, gęstość = 100 kg/m^3
Poz. 3: łącznik (SFS spedec SXC 12-S19-5,5 x 165)
Poz. 4: kołek ze śrubami, S10 H80 RSS
Poz. 5: śruba (EJOT), JT 2-3-4,8 x 16
Poz. 6: rdzeń z wełny mineralnej
Poz. 7: kątownik stalowy L 80 x 8
Poz. 8: kątownik (50 x 50 x 0,55 – 4210)
Poz. 9: kątownik (50 x 50 x 0,55 – 2910)

Wynik badania ściany typu SW 1:

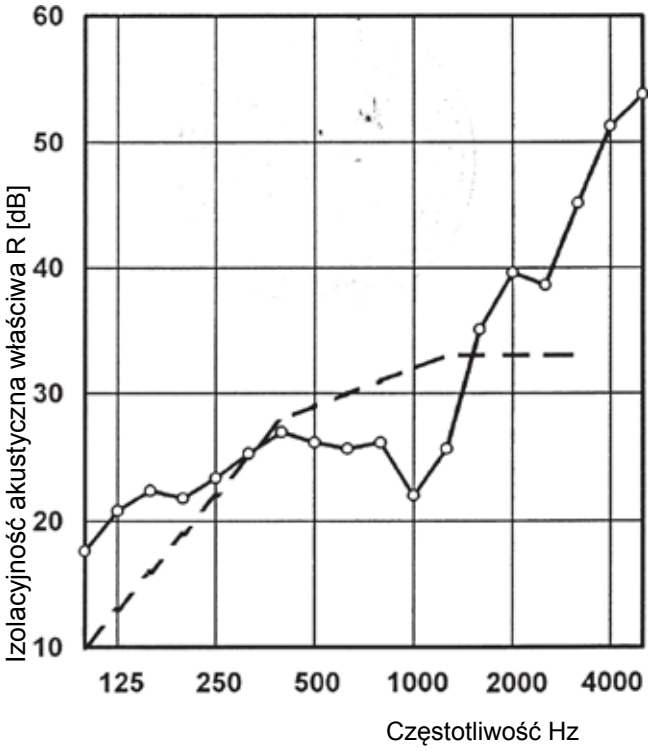
Badany obiekt:
Konstrukcja ścienna składająca się z pięciu płyt (3 płyty całe i 2 połówkowe) z połączeniem językowo-wypustowym, nazwa producenta: Hoesch Isorock NB-120 (badany obiekt S 8779-01) o następującej konstrukcji (patrz rys. 1 do 3):

0,75 mm	powleczona ocynkowana blacha stalowa (liniowana trapezowo, 45 mm x0,5 mm), sklejona na całej powierzchni za pomocą kleju poliuretanowego (250 g/m²) z
117,5 mm	wełną mineralną (nazwa producenta: Conrock 10), o kierunku ułożenia włókien prostopadłym do blachy stalowej, o gęstości 100 kg/m³, sklejona na całej powierzchni za pomocą kleju poliuretanowego (250 g/m²) z
0,75 mm	powleczoną ocynkowaną blachą stalową (liniowana trapezowo, 45 mm x 0,5 mm)

Wymiary ściany:	4200 mm x 2917 mm x 119 mm (S x W x G)
Wymiary elementów:	1000 mm x 2917 mm x 119 mm (S x W x G) oraz 600 mm x 2917 mm, 119 mm (S x W x G)
Masa powierzchniowa:	26,1 kg/m²

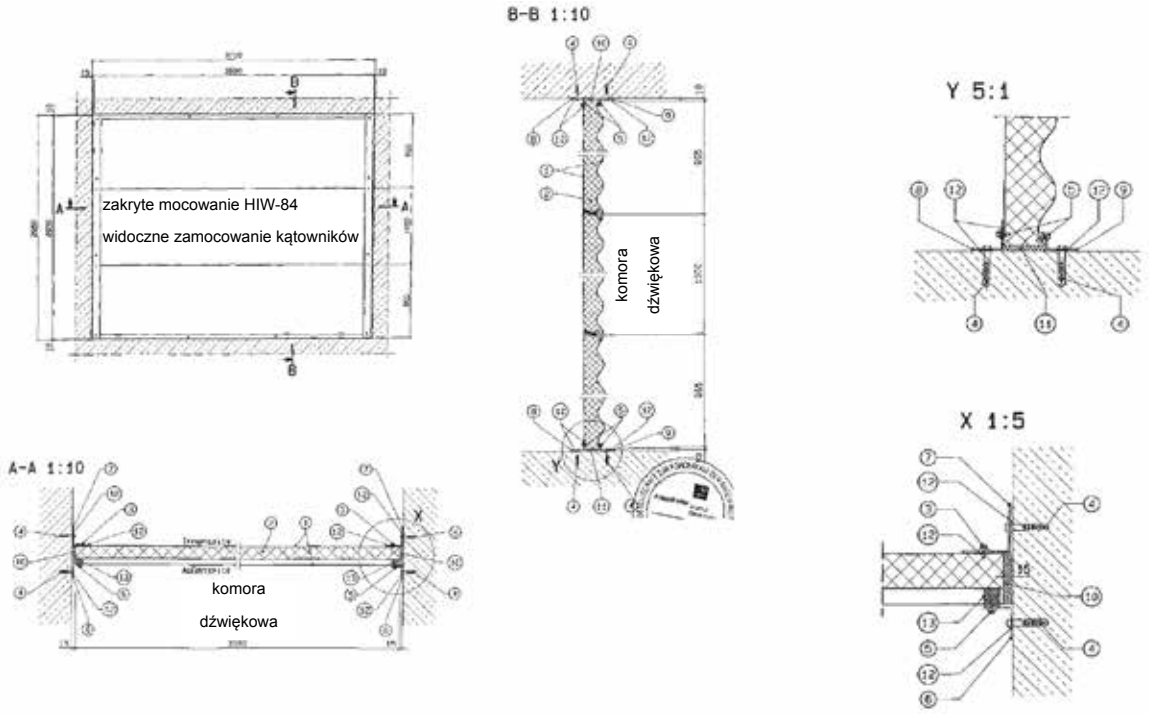
Powierzchnia próbki: 12,5 m²
Pomieszczenia badawcze:
Objętość: V_S = 68,1 m³, V_E = 76,4 m³
Rodzaj: stanowisko badawcze
Stan: pusty
Maksymalne tłumienie stanowiska badawczego: $R_{max,w}$ = 86 dB

Dźwięk badany: szum różowy
Postępowanie badawcze:
DIN 52 210-03-M-L-P-W
Data badania: 15 marca 1999



Wskaźnik ważony izolacyjności akustyczne właściwej oraz widmowe wskaźniki adaptacyjne zgodnie z DIN EN ISO 717, część 1
R_w (C; C_{tr}; $C_{100\text{-}5000}$; $C_{tr,100\text{-}5000}$) = 29 (-2; -4; -1; -4) dB

G.2 Konstrukcja ścienna typu SW 2: Hoesch isowelle (HIW-84)



Typ ściany SW 2:

Poz. 1: blacha stalowa, grubość 0,75 mm, ocynkowana i powleczona

Poz. 2: pianka sztywna PUR , ciężar objętościowy = 42 kg/m^3

Poz. 3: łącznik (EJOT Super-SAPHIR), JT 3-6-5,5 x 30-E16

Poz. 4: kołek ze śrubami, S10 H80 RSS

Poz. 5: śruba, JT 3-2H-4,8 x 19-E14

Poz. 6: kątownik (50 x 50 x 0,75– 2930)

Poz. 7: kątownik (50 x 50 x 3 – 2930)

Poz. 8: kątownik (50 x 50 x 0,55 – 3680)

Poz. 9: kątownik (0,55 x 3680)

Poz. 10: pianka PUR

Poz. 11: pasek z wełny mineralnej, (g x s = 10 x 80 mm)

Poz. 12: taśma uszczelniająca, o porach zamkniętych (3 x 20)

Poz. 13: wkładka wypełniająca profil blachy– ze szlifowanej pianki polietylenowej

Wynik badania ściany typu SW 2:

Badany obiekt:
Konstrukcja ścienna składająca się z trzech poziomo zamontowanych płyt warstwowych z zakrytym połączeniem językowo-wypustowym oraz rdzeniem z pianki sztywnej poliuretanowej PUR, (badany obiekt S 9048), nazwa producenta: Hoesch isowelle® (HIW-84)

Konstrukcja – licząc z zewnątrz do wewnątrz (patrz rys. 1 oraz tabela 1):

0,75 mm	powleczona ocynkowana stalowa blacha falista
84/57 mm	pianka sztywna poliuretanowa PUR, gęstość 42 kg/m^3, (zgodnie z zaleceniem producenta)
0,75 mm	lekko liniowana powleczona blacha stalowa

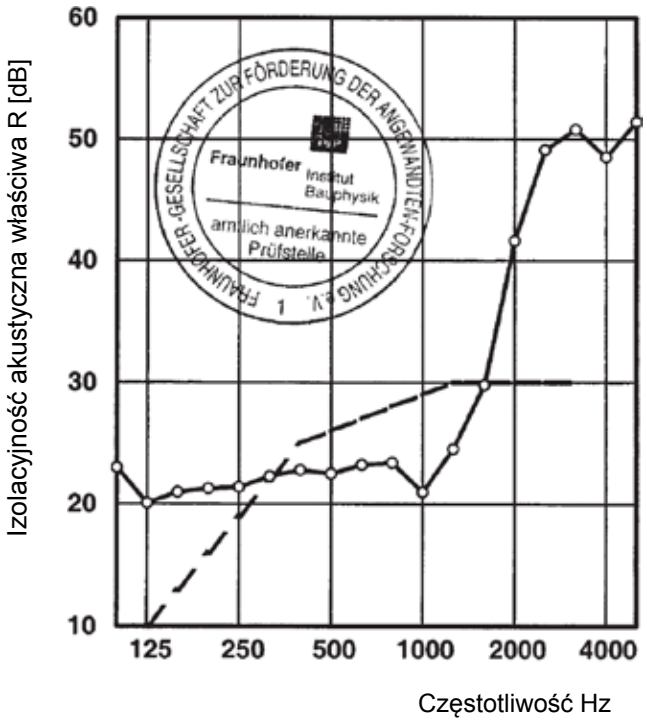
Wymiary elementów: 1 x 1000 mm x 3680 mm x 84/57 mm (S x W x G) oraz dwa elementy uzupełniające: 965 mm x 3680 mm, 84/57 mm (S x W x G)
Masa powierzchniowa: 15,1 kg/m^2 (ciężar ustalony na podstawie zważenia jednego elementu)
Wymiary badanej ściany: 3680 mm x 2950 mm (S x W).

Powierzchnia próbki: 10,5 m^2
Pomieszczenia badawcze:
Objętość: V_S = 51,8 m^3, V_E = 63,5 m^3
Rodzaj: stanowisko badawcze
Stan: pusty
Maksymalna izolacyjność akustyczna stanowiska badawczego:
$R_{max,w}$ = 77 dB

Warunki pomiaru:
Temperatura powietrza: 20,5°C
względna wilgotność powietrza: 41,8%

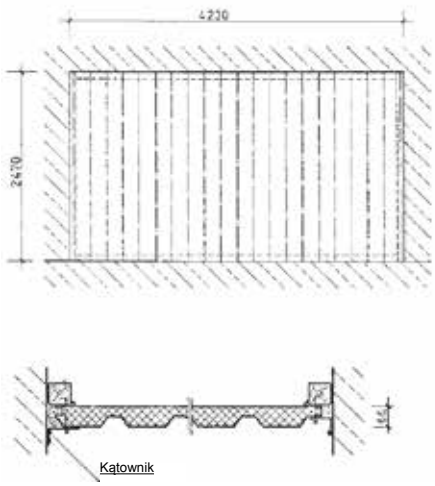
Sygnał pomiarowy: szum różowy

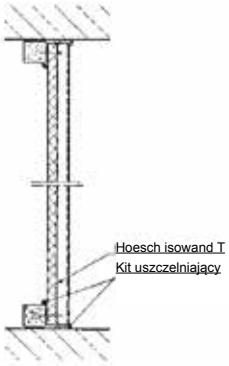
Data badania : 12 czerwca 2001



Wskaźnik ważony izolacyjności akustyczne właściwej oraz widmowe wskaźniki adaptacyjne zgodnie z DIN EN ISO 717, część 1
R_w (C; C_{tr}; $C_{100\text{-}5000}$; $C_{tr,100\text{-}5000}$) = 26 (0; -2; -1; -2) dB

G.3 Konstrukcja ścienna typu SW 3: Hoesch isowand T





Typ ściany SW 3:

stalowa blacha trapezowa 35/207/0,75 mm
izolacja
blacha płaska, 0,55 mm

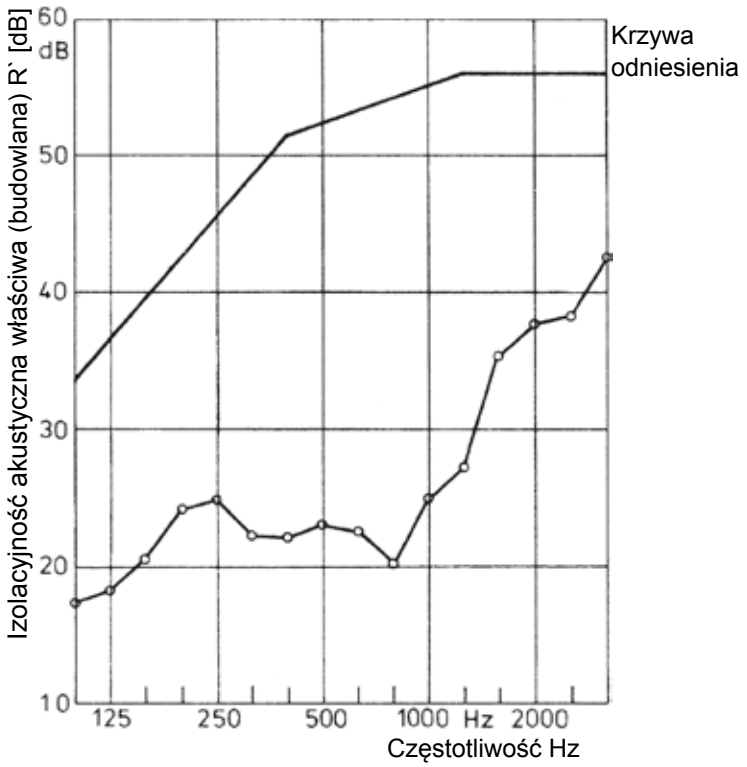
Wynik badania ściany typu SW 3:

Konstrukcja ściany przedstawiona jest na rysunku producenta załączonym do niniejszego formularza. Rysunek podpisany jest ”Hoesch isowand T”.
Stwierdzone wymiary oraz ciężary materiałów:
Elementy ściany: wysokość 2460 mm, szerokość 1045 mm, grubość 66,5 mm, masa powierzchniowa 14,2 kg/m^2
Stalowa blacha trapezowa: profil: 35 mm x 207 mm, grubość blachy 0,75 mm,
Blacha płaska: grubość blachy 0,55 mm

Powierzchnia próbki: 10,4 m^2
Pomieszczenia badawcze
Objętość: V_S = 56 m^3,
V_E = 52 m^3
Stan: pusty

Rodzaj: stanowisko badawcze
z przenoszeniem bocznym

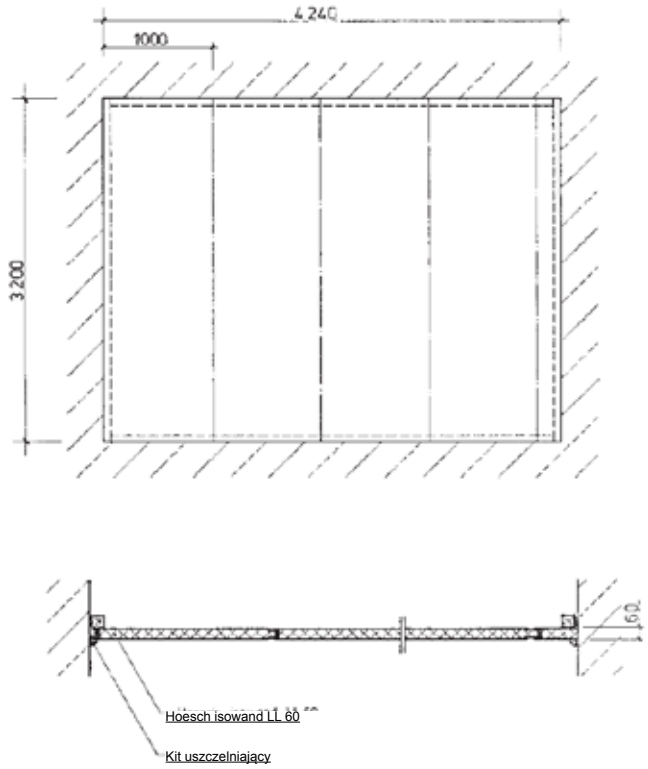
Wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej LSM = -26 dB
Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej (budowlanej)
R'_{w} [PP37)]= 26 dB



Sygnał pomiarowy : szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

[PP37)] wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

G.4 Konstrukcja ścienna typu SW 4: Hoesch isowand LL 60



Typ ściany SW 4: ściana warstwowa

Wynik badania ściany typu SW 4:

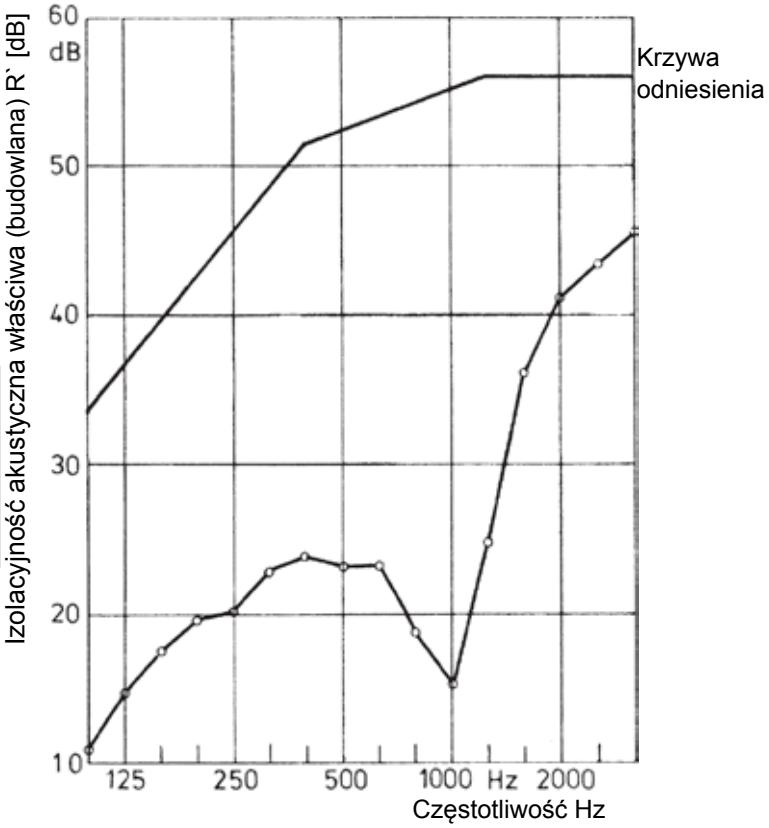
Konstrukcja ściany przedstawiona jest na rysunku producenta załączonym do niniejszego formularza. Rysunek podpisany jest ”Hoesch isowand LL 60”, nr strony: 3.3.
Stwierdzone następujące wymiary oraz ciężary:

Elementy ściennne:	
wysokość	1014 mm,
szerokość	3178 mm,
grubość	60,8 mm,
masa powierzchniowa	12,0 kg/m^2

Powierzchnia próbki: 12,4 m^2
Pomieszczenia badawcze
Objętość: V_S = 72 m^3,
V_E = 68 m^3
Stan: pusty

Rodzaj: stanowisko badawcze z przenoszeniem bocznym

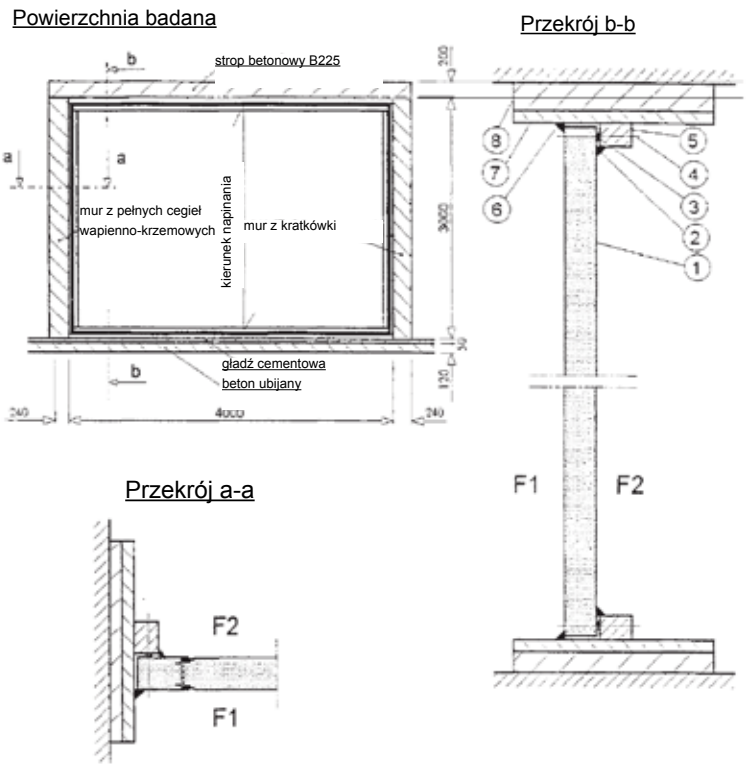
Wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej LSM = -27 dB
Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej (budowlanej) R'_{w} [PP38)] = 25 dB



Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

[PP38)] wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

G.5 Konstrukcja ścienna typu SW 5: Thyssen-Thermowand typ V 80



Typ ściany SW 5:

Poz. 1: Thyssen-Thermowand V80

Poz. 2: uszczelnienie z silikonu

Poz. 3: trwale elastyczna taśma uszczelniająca 20 x 10 mm

Poz. 4: śruba mocująca 6,5 x 150 mm

Poz. 5: drewniana rama 80 x 60 mm

Poz. 6: trwale elastyczna masa plastyczna

Poz. 7: płyta dociskająca 500 x 30 mm

Poz. 8: mata z wełny mineralnej 500 x 70, 50, 30

Wynik badania ściany typu SW 5:

Konstrukcja badanego obiektu:

THYSSEN-Thermowand: **Typ V80**

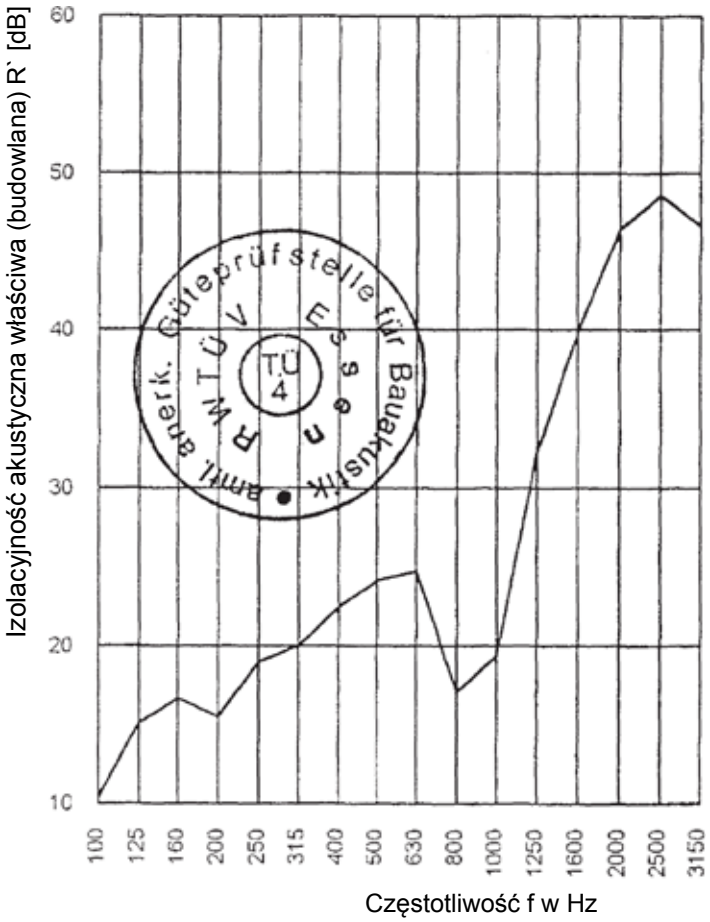
Grubość blachy stalowej,	strona F1:	0,56 mm
	strona F2:	0,56 mm
Gęstość rdzenia z pianki poliuretanowej:		45 kg/m^3

Procedura badawcza:
Wg DIN 52 210-03-M-L-PFL-W

Masa powierzchniowa: 0,130 kN/m^2
Powierzchnia próbki: 10,49 m^2

Pomieszczenia badawcze
Objętość: V_E = 36,1 m^3,
V_S = ok. 38 m^3
Stan: pusty
Rodzaj: stanowisko do badania ścian

Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej (budowlanej)
R'_{w} [PP39)] = 26 dB



Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

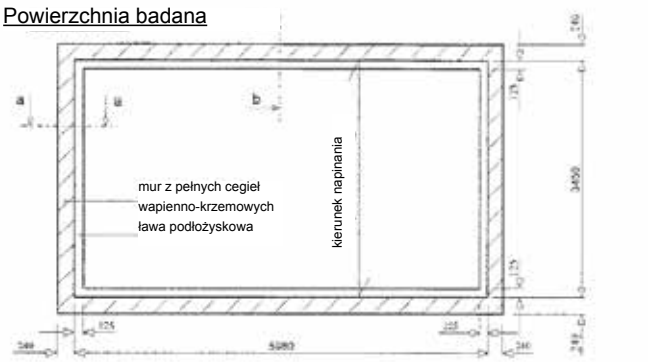
[PP39)] wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

Załącznik H

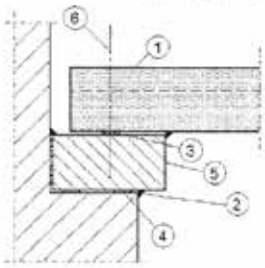
Izolacyjność akustyczna dachowych płyt warstwowych

H.1 Konstrukcja dachowa typu SD 1: Thyssen-Thermodach typu VS 93

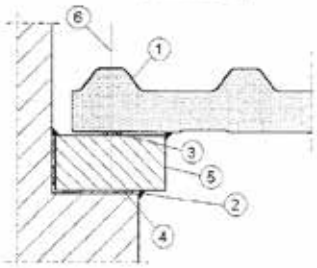
Powierzchnia badana



Przekrój b-b



Przekrój a-a



Typ dachu SD 1:

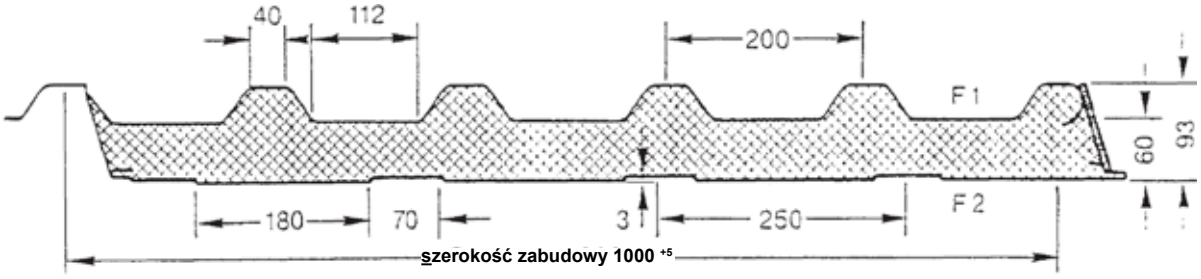
Poz. 1: Thyssen-Thermodach VS93
Poz. 2: uszczelnienie silikonem
Poz. 3: trwale elastyczna taśma uszczelniająca 20 x 10 mm
Poz. 4: taśma uszczelniająca szczeliny Illmod 25 x 5 mm
Poz. 5: wiązar z drewna klejonego 160 x 80 mm
Poz. 6: śruba mocująca 6,5 x 150 mm

Wynik badania dachu typu SD 1:

Konstrukcja badanego obiektu: **THYSSEN-Thermodach:** **Typ VS93**

Grubość blachy stalowej, strona F1: 0,63 mm
strona F2: 0,56 mm

Gęstość rdzenia z pianki poliuretanowej: 45 kg/m³

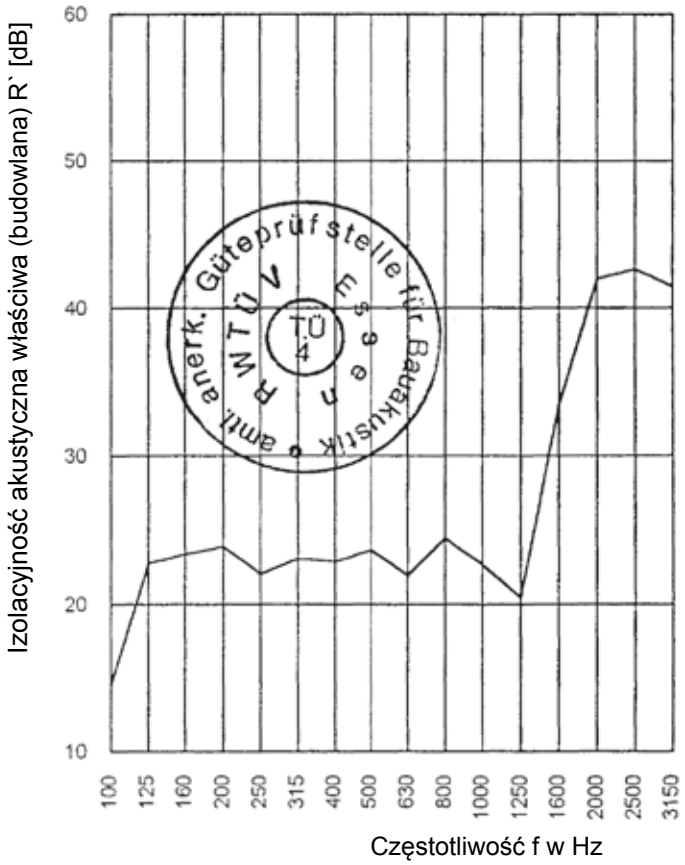


Procedura badania:
wg DIN 52 210-03-M-L-PFL-D

Masa powierzchniowa: 0,143 kN/m²
Powierzchnia próbki: 19,46 m²

Pomieszczenia badawcze
Objętość: V_E = 68,9 m³,
V_S = ok. 57 m³
Stan: pusty
Rodzaj: stanowisko do badania dachów

Wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej (budowlanej)
R'_{w} PP40) = 26 dB



Sygnał pomiarowy: szum w pasmach 1/3 oktawowych
Filtr odbiorczy: 1/3 oktawowy

PP40) wyjaśnienie pojęcia patrz pkt. 6 Komentarza do polskiego opracowania

SUKCES DZISIAJ, BEZPIECZEŃSTWO JUTRA

O NAS

W 2006 roku wiodące firmy sektora budowlanego w zakresie wykonawstwa dachów płaskich i fasad wystąpiły z inicjatywą powołania Stowarzyszenia Wykonawców Dachów Płaskich i Fasad - DAFA. Stowarzyszenie zrzesza firmy wykonawcze oraz producentów i dostawców materiałów oraz urządzeń techniki budowlanej. Do Stowarzyszenia należy blisko 70 firm, cechujących się wiarygodnością i rzetelnością biznesową oraz spełniających określone normy i standardy wykonawcze, wynikające z zasad sztuki budowlanej, wiedzy technicznej, przepisów BHP oraz Kodeksu Pracy.

MISJA

Główną misją DAFA jest nieustanne tworzenie przejrzystych i efektywnych reguł, zabezpieczających i optymalizujących interesy wszystkich uczestników procesu realizacyjnego, w tym szczególnie wykonawców. Misja Stowarzyszenia realizowana jest poprzez następujące cele:

1.UJEDNOLICENIE I POPRAWA JAKOŚCI STANDARDÓW WYKONAWCZYCH, TZN. WYKORZYSTYWANIA PRODUKTÓW I MATERIAŁÓW ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI REGUŁAMI I NORMAMI TECHNIKI BUDOWLANEJ, PRZEPISAMI BHP ORAZ KSZTAŁTOWANIE I INICJOWANIE DZIAŁAŃ WPŁYWAJĄCYCH NA ROZWÓJ BRANŻY.

Realizacja tego celu pozwoli wyrównać poziom składanych ofert, zmniejszając obecne dysproporcje wynikające z różnicy w stosowanych standardach wykonawczych i materiałowych konkurujących firm. Wierzymy, że propagując pozytywne wzory, staną się one z czasem standardem na rynku. Dlatego DAFA koncentruje swoje działania na opracowywaniu wytycznych do projektowania, wykonania, montażu i eksploatacji dachów płaskich i fasad, których dotychczasowy brak na rynku miał negatywnie przełożenie na funkcjonowanie firm wykonawczych. W ramach realizacji tego celu dążymy do precyzyjnego określenia minimalnego standardu funkcjonowania wykonawstwa oraz stosowania materiałów, które powinny być wykorzystane w procesie budowlanym. Bardzo dobrze obszary te są opisane w wytycznych światowej organizacji IFD (Międzynarodowe Stowarzyszenie Dekarzy -International Federation for the Roofing Trade) oraz niemieckim stowarzyszeniu IFBS (Zrzeszenie dla Wspierania Systemów Lekkich Obudów ze Stali -Industrieverband für Bausysteme im Metallleieichtbau), których członkiem jest DAFA. Opracowując własne wytyczne oraz posiłkując się dorobkiem międzynarodowych organizacji, Stowarzyszenie wydaje publikacje techniczne kompleksowo opisujące obszary działań do tej pory nieuregulowane.
W Stowarzyszeniu pracują już rzeczoznawcy DAFA, oferujący profesjonalne doradztwo dla członków Stowarzyszenia oraz wszystkich podmiotów zewnętrznych potrzebujących opinii z zakresu dachów płaskich i fasad wykonanych w lekkiej konstrukcji stalowej. Prace w omawianym zakresie realizowane są przez powołane grupy robocze (GR): GR Dach Płaski; GR Lekka Obudowa; GR w zakresie Łączników; GR w zakresie BHP; GR ds. PPOŻ; GR Płyty Warstwowe; GR Dachy Zielone.

2. UJEDNOLICENIE WARUNKÓW HANDLOWYCH, POZWALAJĄCYCH NA STWORZENIE PARTNERSKICH RELACJI POMIĘDZY UCZESTNIKAMI PROCESÓW REALIZACYJNYCH.

Dążąc do zmniejszenia ryzyka działalności i zabezpieczenia podwykonawcy przed możliwością utraty kaucji gwarancyjnej od generalnego wykonawcy, przygotowaliśmy szereg postulatów, takich jak:

- skrócenie okresu zatrzymania kaucji gwarancyjnych i zmniejszenia ich współczynnika;
- zoptymalizowanie umów w odniesieniu do takich kategorii, jak: ryczałt, maksymalne kary umowne, realność terminów realizacyjnych;
- określenie maksymalnej gwarancji na niektóre materiały i usługi, jak również uzależnienie wysokości udzielanych gwarancji od gwarancji otrzymanych od dostawców i producentów;
- opracowanie wspólnej formuły prawnej, gwarantującej bezpieczne zatrzymywanie lub zwrot kaucji gwarancyjnej.

Realizacja powyższych celów pozwoli na umacnianie relacji partnerskich poprzez zwiększenie płynności finansowej, zarówno w odniesieniu do firm wykonawczych, jak również pozostających w ścisłej z nimi zależności dostawców i producentów.

3. INTEGRACJA ŚRODOWISKA DZIAŁAJĄCEGO W TEMACIE DACHÓW PŁASKICH I FASAD.

Nigdy wcześniej podmioty do tej pory konkurencyjne nie pracowały w tak przyjaznym dialogu jak obecnie. Okazuje się, że choć różni nas wiele szczegółów, to platforma działania, cele i problemy są całkowicie zbieżne. Pracując razem osiągniemy więcej dla wszystkich. Jesteśmy gwarantem jakości pracy, jakości stosowanych materiałów, przestrzegania wymogów PPOŻ oraz norm BHP w miejscu pracy.

ZAPROSZENIE DO WSPÓŁPRACY

Zachęcamy firmy wykonawcze oraz produkcyjno-dostawcze, działające w obszarze dachów płaskich i fasad, które utożsamiają się z naszymi postulatami, do przyłączenia się do nas.

Informacje o korzyściach wynikających z członkostwa oraz warunkach rekrutacji znajdziecie Państwo na: www.dafa.com.pl

PARTNERZY WYDANIA

ArcelorMittal Construction Polska Sp. z o.o.	www.arcelormittal.com/poland/
Balex Metal Sp. z o.o.	www.balex.com.pl
Pruszyński Sp. z o.o.	www.pruszynski.com.pl
Rockwool Polska Sp. z o.o.	www.rockwool.pl

DAFA
STOWARZYSZENIE WYKONAWCÓW DACHÓW PŁASKICH I FASAD
www.dafa.com.pl

NASZE OPRACOWANIA:

Dach płaski:

- ■ DAFA DP 2.01. Wytyczne do projektowania i wykonywania dachów z izolacją wodochronną – wytyczne dachów płaskich.
- ■ DAFA DP 1.01. Wytyczne do projektowania i wykonania dachów z izolacją przeciwwodną – wytyczne dachów płaskich.

Lekka obudowa:

- ■ DAFA ID 1.01. Stalowe blachy trapezowe jako konstrukcja nośna dachów płaskich.
- ■ DAFA ID 1.02. Wytyczne z zakresu planowania i wykonania jednowarstwowych, nieocieplanych dachów ze stalowych blach fałdowych.
- ■ DAFA ID 1.05. Podręcznik oceny jakości wykonania lekkich metalowych obudów.
- ■ DAFA ID 1.06. Wzorcowe materiały przetargowe dotyczące wykazów usług związanych z wykonaniem dwupowłokowego dachu metalowego niewentylowanego.
- ■ DAFA ID 1.11 Wzorcowe materiały przetargowe dotyczące wykazów usług związanych z wykonaniem ściany ze stalowych blach kasetowych.
- ■ DAFA ID 4.01. Jednopowłokowy dach wykonany ze stalowych blach fałdowych z wierzchnią izolacją cieplną i uszczelnieniem – kiedy potrzebna jest bariera pary wodnej.
- ■ DAFA ID 4.02. Szczelność połączeń w lekkiej obudowie konstrukcji stalowych.
- ■ DAFA ID 4.02. Suplement do: Szczelność połączeń w lekkiej obudowie konstrukcji stalowych.
- ■ DAFA ID 4.03. Atlas mostków cieplnych w budownictwie z płyt warstwowych.
- ■ DAFA ID 4.06. Izolacja akustyczna w lekkim budownictwie stalowym.
- ■ DAFA ID 5.04. Otwory w dachach wykonanych ze stalowych profili trapezowych.

Technika mocowań:

- ■ DAFA M 1.01. Wytyczne doboru łączników do montażu stalowych blach profilowych dachów i ścian.
- ■ DAFA M 2.01. Wytyczne doboru łączników do montażu na dachach płaskich.
- ■ DAFA M 3.01. Wytyczne doboru łączników do montażu płyt warstwowych.

- □ DAFA ID 5.02. Wymiarowanie stalowych blach trapezowych pod kątem naprężeń tarcz usztywniających.
- □ DAFA ID 8.01. Wytyczne do projektowania i wykonywania konstrukcji dachowych, ściennych i podłogowych wykonanych z blach profilowanych.
- □ DAFA BHP 1.01. Wytyczne dla bezpiecznego prowadzenia robót dachowych i elewacyjnych.
- □ DAFA PP 1.01. Bezpieczeństwo pożarowe dachów - dla wykonawców.
- □ DAFA DZ 1.01. Wytyczne do projektowania i wykonania dachów zielonych.

■ Publikacje wydane
□ Publikacje w trakcie opracowania

DAFA
STOWARZYSZENIE WYKONAWCÓW DACHÓW PŁASKICH I FASAD
www.dafa.com.pl

ul. J. Cygana 4, 45-131 Opole, tel.: +48 77 44 28 600, e-mail: biuro@dafa.com.pl
ISBN 978-83-62691-16-6