
PROJEKT WYKONAWCZY

BRANŻA:

OPERAT AKUSTYCZNY

INWESTOR:
GMINA PIASECZNO
UL. Kościuszki 5
05-500 Piaseczno

JEDNOSTKA PROJEKTOWA (ARCHITEKTURA):
Archimed Sp. z o.o.
ul. Lipska 3
03-904 Warszawa

JEDNOSTKA PROJEKTOWA (PRACOWNIA AKUSTYCZNA):
AnkomAkustik - Pracownia Akustyki Spółka z o.o.
ul. Piątkowska 163
60-650 Poznań

AUTORZY OPRACOWANIA:
Andrzej Stojek
Marcin Przybył

ARCHIMED⁺

Operat akustyczny

Obiekt badań i temat

Szkoła podstawowa w Głoskowie

Wykonawca

AnkomAkustik – Pracownia Akustyki Spółka z o.o.
ul. Piątkowska 163,
60-650 Poznań
NIP 7831692398
tel. 509346991
www.ankomakustik.pl biuro@ankomakustik.pl

Zamawiający

ARCHIMED Sp. z o.o.
ul. Lipska 3
03-904 Warszawa
NIP 527-258-82-34

Opracował

Andrzej Stojek
Marcin Przybył

Zatwierdził

Marcin Przybył

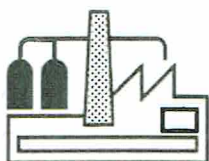
Data badań:

Nie dotyczy

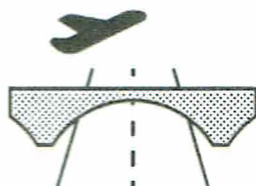
Data sprawozdania:

24.09.2018

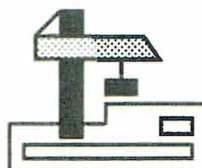
 **AnkomAkustik**
PRACOWNIA AKUSTYKI
AnkomAkustik - Pracownia Akustyki Sp. z o.o.
ul. Piątkowska 163/60-650 Poznań
NIP 7831692398 REGON 302236312
KRS 0000435213



HAŁAS PRZEMYSŁOWY



HAŁAS KOMUNIKACYJNY



AKUSTYKA
W ARCHITEKTURZE



POMIARY AKUSTYCZNE

Operat akustyczny

Obiekt badań i temat	Szkoła podstawowa w Głoskowie		
Wykonawca	AnkomAkustik – Pracownia Akustyki Spółka z o.o. ul. Piątkowska 163, 60-650 Poznań NIP 7831692398 tel. 509346991 www.ankomakustik.pl biuro@ankomakustik.pl		
Zamawiający	ARCHIMED Sp. z o.o. ul. Lipska 3 03-904 Warszawa NIP 527-258-82-34		
Opracował	Andrzej Stojek Marcin Przybył		
Zatwierdził	Marcin Przybył		
Data badań:	Nie dotyczy	Data sprawozdania:	24.09.2018

Spis treści

1. Podstawa opracowania	3
2. Cel opracowania	3
3. Podstawa prawna opracowania.....	3
3.1. Materiały źródłowe	4
4. Kryteria oceny	4
5. Określenie warunków akustycznych budynku	9
5.1. Analiza obliczeniowa dla docelowego układu komunikacyjnego	9
5.1.1. Ocena obecnego stanu klimatu akustycznego hałasu drogowego	10
5.2. Wartości miarodajnego poziomu dźwięku A hałasu zewnętrznego przy elewacjach budynków.	11
6. Ocena zastosowanych rozwiązań	11
6.1. Przegrody wewnętrzne	11
6.2. Stropy	16
6.3. Przegrody zewnętrzne.....	17
6.3.1. Izolacyjność akustyczna części masywnych przegród zewnętrznych	17
6.3.2. Minimalne wymagane wartości wskaźnika oceny izolacyjności właściwej stolarki / ślusarki okiennej	18
7. Wymagania akustyczne	19
7.1. Sale szkolne do nauki przedmiotów ogólnych i muzycznych.....	19
7.2. Sale w żłobkach, świetlice szkolne, korytarze.....	20
7.2.1. Adaptacja akustyczna	20
8. Wnioski.....	22
9. Wytyczne ochrony przed hałasem dla innych branż	23
9.1. Zalecenia ogólne	23
9.4. Otwory na instalacje w przegrodach budowlanych.....	23
9.5. Instalacje elektryczne i oświetleniowe	24
10.Katalog przegród	26

1. Podstawa opracowania

Podstawą wykonania opracowania jest zlecenie z dnia 22.08.2018r. Wystawione przez ARCHIMED Sp. z o.o. ul. Lipska 3, 03-904 Warszawa

2. Cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest weryfikacja projektu budynku przeznaczonego pod cele edukacyjne tj. szkołę podstawową oraz przedszkole. Obiekt zlokalizowany jest w m. Głuskowo woj. mazowieckie. Analizę akustyczną przeprowadzono w celu weryfikacji spełnienia wartości normowych w zakresie izolacyjności akustycznej. Analizom poddano przegrody wewnętrzne: stropy, ściany między pomieszczeniami i ściany zewnętrzne, w szczególności określenie wymaganych parametrów akustycznych okien. W opracowaniu opisano stosowane kryteria oceny, wskazano wymagane wartości izolacyjności akustycznej przegród wewnętrznych i zewnętrznych. Otrzymane wyniki zestawiono z wartościami obliczonymi, a następnie wyznaczono minimalne parametry wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej dla okien i elementów przeszklonych w celu doboru konkretnych rozwiązań materiałowych, tak, aby zapewniały odpowiedniej wartości wypadkową izolacyjność akustyczną przegród, a w rezultacie komfortu akustycznego użytkownikom budynków.

3. Podstawa prawna opracowania

Z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. [1] wynika, że materiały budowlane i konstrukcje powinny posiadać określone parametry, w tym zapewniające komfort akustyczny użytkownikom budynku. Metody wyznaczania tych parametrów oraz dopuszczalne wartości zostały opisane w normach [2] i [3]. Ściany, stropy oraz okna powinny mieć określone wartości izolacyjności akustycznej, by do pomieszczeń nie dostawały się niepożądane dźwięki z innych pomieszczeń czy też z zewnątrz budynku.

3.1. Materiały źródłowe

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690, z późniejszymi zmianami)
2. PN-B-02151-2:2018-01 Akustyka budowlana -- Ochrona przed hałasem w budynkach -- Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach
3. Norma PN-B-02151-3:2015-10 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
4. Norma PN-EN-ISO-717-1 Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych.
5. Norma PN-EN-ISO-717-2 Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych - Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych.
6. Norma PN-EN 12354-1 Akustyka Budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. - Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami.
7. Norma PN-EN 12354-2 Akustyka Budowlana. - Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów -- Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami
8. Rysunki budynku przekazane przez Zleceniodawcę.
9. Karty katalogowe produktów służących do wykonania przegród w budynku.
10. Zbiory danych dotyczących numerycznego Modelu Terenu (NMT).
11. Własne wyniki badań hałasu komunikacyjnego z dnia 25.07.2018r.

4. Kryteria oceny

– Izolacyjność akustyczna właściwa, R , jest logarytmiczną miarą stosunku energii fali padającej na przegrodę, E_i , do energii fali przenikającej na drugą jej stronę, E_t :

$$R = 10 \cdot \log\left(\frac{E_i}{E_t}\right) [dB]$$

- Wskaźnik przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej, R' , uwzględnia tzw. przenoszenie boczne fali akustycznej przez stropy i kanały instalacyjne, E_b :

$$R' = 10 \cdot \log \left(\frac{E_i}{E_t + E_b} \right) [dB]$$

- Jednoliczbowy wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej, R_w - wg normy [3] jest to wartość, w decybelach, dla 500 Hz na krzywej odniesienia po przesunięciu jej zgodnie z metodą wyznaczoną w powyższej normie.

- Widmowy wskaźnik adaptacyjny, C lub C_{tr} - wg normy [4] wartość, w decybelach, którą należy dodać do jednoliczbowego wskaźnika ważonego izolacyjności akustycznej właściwej, R_w , aby uwzględnić charakterystykę widmową hałasu bytowego (wskaźnik C) lub komunikacyjnego (wskaźnik C_{tr}).

- Wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej, $R_{A,1}$ - jednoliczbowy wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej, R_w , uwzględniający widmowy wskaźnik adaptacyjny, C :

$$R_{A,1} = R_w + C [dB]$$

- Wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej, $R_{A,2}$ - jednoliczbowy wskaźnik ważony izolacyjności akustycznej właściwej, R_w , uwzględniający widmowy wskaźnik adaptacyjny, C_{tr} :

$$R_{A,2} = R_w + C_{tr} [dB]$$

- Poziom uderzeniowy znormalizowany, L_n - wartość wyznaczana w warunkach laboratoryjnych w pasmach częstotliwości równa poziomowi ciśnienia akustycznego, wytworzonego pod stropem przez znormalizowane źródło dźwięku w postaci stukacza młotkowego, powiększonemu o człon korekcyjny związany z pochłanianiem dźwięku w pomieszczeniu odbiorczym.

- Wskaźnik ważony przybliżonego poziomu uderzeniowego znormalizowanego, $L'_{n,w}$ - jednoliczbowy wskaźnik wyznaczony zgodnie z metodyką przedstawioną w normie [5].

Zgodnie z tablicą 2 w normie [3] w opracowaniu przyjęto wskaźniki oceny izolacyjności przegród przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1 Przyjęte wskaźniki oceny izolacyjności przegród

Rodzaj przegrody	Przyjęte wskaźniki
Ściana wewnętrzna	$R'_{A,1}$
Ściana zewnętrzna	$R'_{A,2}$
Stropodach	$R'_{A,2}$
Strop między kondygnacyjny	$R'_{A,1}, L_{n,n}$
Okna lub drzwi balkonowe w przegrodzie zewnętrznej	$R_{A,2}$

Według zaleceń normy [2] otrzymaną na etapie projektowym wartość wskaźnika oceny izolacyjności należy zmniejszyć o poprawkę 2 dB przyjętą ze znakiem wskazującym na pogorszenie danego parametru akustycznego.

W tabeli 2 zamieszczono wartości wymagane wskaźników oceny izolacyjności akustycznej dla dźwięków powietrznych dla poszczególnych rodzajów przegród, natomiast w tabeli 3 - odpowiednie wartości dla dźwięków uderzeniowych.

Lp.	Rodzaj przegrody	Rodzaj wskaźnika	Wartość wskaźnika [dB]
IV	Żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego		
IV.1	Ściany i drzwi		
IV.1.1	Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	$R'_{A,1}$	≥48
IV.1.2	Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥35
IV.2	Ściany i drzwi między salą dla dzieci a obszarem komunikacji ogólnej (korytarz, hole, klatki schodowe)		
IV.2.1	Ściana pełna (bez drzwi) oraz ściana, w której będą zamontowane drzwi	$R'_{A,1}$	≥45
IV.2.2	Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥35
IV.3	Ściana między salą dla dzieci a pomieszczeniem sanitarnym i pomieszczeniem zaplecza kuchni	$R'_{A,1}$	≥50
IV.4	Ściana między salą dla dzieci a pomieszczeniem administracyjnym	$R'_{A,1}$	≥50
IV.5	Ściany i drzwi między pomieszczeniami w części administracyjnej.	$R'_{A,1}$	≥40
Stropy			

IV.7	Strop między pomieszczeniami wyszczególnionymi w IV.1 – IV.5 – w dowolnym układzie	$R_{A,1,R}$	≥ 50
V	Szkoły podstawowe i ponadpodstawowe		
V.1	Ściany i drzwi		
V.1.1	Ściana między salami lekcyjnymi oraz ściana między pokojami nauczycielskimi	$R'_{A,1}$	≥ 48
V.2	Ściany i drzwi między salą lekcyjną a obszarem komunikacji ogólnej (korytarz, hole, klatki schodowe)		
V.2.1	Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	$R'_{A,1}$	≥ 48
V.2.2	Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 35
V.3	Ściana między salą lekcyjną a pomieszczeniami o innym przeznaczeniu		
V.3.1	Ściana między salą lekcyjną a świetlicą	$R'_{A,1}$	≥ 50
V.3.2	Między salą lekcyjną a pokojem nauczycielskim lub pomieszczeniem administracyjnym	$R'_{A,1}$	≥ 48
V.3.3	Między salą lekcyjną a ogólnodostępnym pomieszczeniem sanitarnym, kuchnią, stołówką	$R'_{A,1}$	≥ 50
V.4	Ściana i drzwi między pokojem nauczycielskim a obszarem komunikacji ogólnej (korytarze, hole, klatki schodowe)		
V.4.1	Ściana bez drzwi oraz część pełna z drzwiami	$R'_{A,1}$	≥ 50
V.4.2	Drzwi	$R_{A,1,R}$	≥ 35
V.5	Ściana między salą lekcyjną lub pokojem nauczycielskim, lub pomieszczeniem administracyjnym a pomieszczeniem ze źródłami zakłóceń akustycznych		
V.5.1	Pomieszczeniem do zajęć edukacyjnych takich, jak: wychowanie fizyczne, zajęcia muzyczne, pracownie techniczne z hałaśliwymi urządzeniami	$R'_{A,1}$	≥ 58
V.5.2	Pomieszczeniem technicznym z urządzeniami instalacyjnymi wyposażenia budynku	$R'_{A,1}$	≥ 58
V.6	Drzwi między pomieszczeniem do zajęć edukacyjnych wg V.5.1 związanych z występowaniem zakłóceń akustycznych i korytarzem	$R_{A,1,R}$	≥ 35
V.7	Ściany i drzwi między pomieszczeniami w części administracyjnej	$R'_{A,1}$	≥ 40
	Stropy		
V.8	Strop między pomieszczeniami wyszczególnionymi w V.1 – V.5 – w dowolnym układzie	$R_{A,1,R}$	≥ 50

Tabela 2. Wymagane wartości izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych przegród wewnętrznych

Tabela 3. Dopuszczalny poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do

Lp.	Wymaganie	Rodzaj wskaźnika	Wartość wskaźnika [dB]
IV	Żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego		
IV.1	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających między salami dla dzieci	$L'_{n,w}$	≤ 55
IV.2	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających z obszarów komunikacji ogólnej (korytarze, hole, podesty) do sal dla dzieci	$L'_{n,w}$	≤ 55
IV.3	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających z sal dla dzieci do pomieszczeń komunikacji ogólnej	$L'_{n,w}$	≤ 48
IV.4	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń w części administracyjnej	$L'_{n,w}$	≤ 55
V	Żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego		
V.1	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających między salami lekcyjnymi, pokojami nauczycielskimi	$L'_{n,w}$	≤ 58
V.2	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do sal lekcyjnych i pokoi nauczycielskich z pomieszczeń o innym przeznaczeniu:		
V.2.1	Z obszarów komunikacji ogólnej	$L'_{n,w}$	≤ 55
V.2.2	Ze świetlicy	$L'_{n,w}$	≤ 55
V.3	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do sal lekcyjnych i pokoi nauczycielskich z pomieszczeń ze źródłami zakłóceń akustycznych		
V.3.1	Z pomieszczeń do zajęć edukacyjnych związanych z występowaniem znacznych poziomów zakłóceń akustycznych (pomieszczenia do zajęć fizycznych, muzycznych, pracownie techniczne)	$L'_{n,w}$	≤ 48
V.3.2	Pomieszczeń technicznych z urządzeniami instalacyjnego wyposażenia budynku	$L'_{n,w}$	≤ 48
V.4	Poziom dźwięków uderzeniowych przenikających do pomieszczeń w części administracyjnej	$L'_{n,w}$	≤ 55

Wymagania dotyczące dopuszczalnych poziomów dźwięku A w pomieszczeniach budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej, określone są w normie PN-B-02151-2:2018 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące

dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach. W nawiązaniu do powyższej normy wartości dopuszczalne w pomieszczeniach zestawione zostały w tabeli nr 4.

Tabela 4. Dopuszczalny poziom hałasu w pomieszczeniu

Lp. (zgodnie z normą)	Rodzaj budynku	Rodzaj pomieszczenia	Poziom odniesienia $L_{Aeq,wew}$ dB
5a	Żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego	Salę dla dzieci	30
6a	Szkoly podstawowe i ponadpodstawowe	Salę lekcyjne	35
6b		Pokoje nauczycielskie	35
6c		Pomieszczenia do zajęć edukacyjnych takich, jak: wychowanie fizyczne, zajęcia muzyczne, pracownie techniczne	40

5. Określenie warunków akustycznych budynku

5.1. Analiza obliczeniowa dla docelowego układu komunikacyjnego

Wg normy [3] przy ustalaniu miarodajnego poziomu hałasu zewnętrznego L_{Azew} uwzględnia się hałas pochodzący od źródeł zewnętrznych, charakterystycznych dla danego terenu. Nie uwzględnia się hałasu powstającego w sytuacjach zagrożeń, podczas imprez masowych na wolnym powietrzu, hałasu wynikającego z prac budowlanych. Miarodajny poziom hałasu zewnętrznego odnosi się odrębnie dla pory dnia (od godz. 06:00-22:00) i pory nocy (22:00-06:00 dnia następnego o ile obiekt będzie użytkowny w nocy).

W zależności od typu źródła hałasu zewnętrznego, przy wyznaczaniu miarodajnego poziomu hałasu L_{Azew} uwzględnia się, zależnie od potrzeb:

- długookresowy równoważny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego $L_{Aeq,zew,D}$ odnoszący się do pory dziennej
- długookresowy równoważny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego $L_{Aeq,zew,N}$ odnoszący się do pory nocnej

Ze względu na lokalizację inwestycji elewacje budynków narażone będą na oddziaływanie hałasu drogowego.

W celu odpowiedniego zaprojektowania przegród zewnętrznych przeanalizowano ilościowy wpływ źródeł hałasu opierając się o własne wyniki pomiarów hałasu komunikacyjnego przeprowadzone 27.08.2018r. Ze względu na niewykorzystywanie budynku zgodnie z przeznaczeniem w porze nocnej do analiz przyjęto oddziaływanie akustyczne tylko dla pory dziennej.

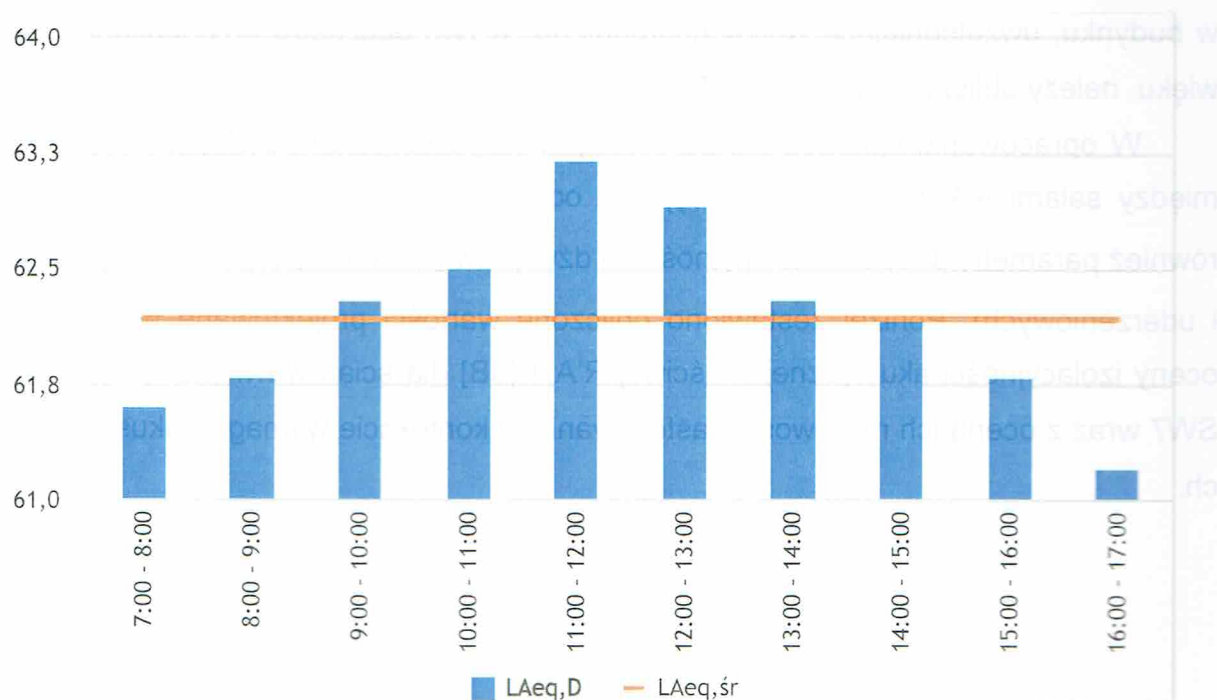
5.1.1. Ocena obecnego stanu klimatu akustycznego hałasu drogowego

Ruch komunikacyjny jest głównym źródłem hałasu, które będzie oddziaływać na zespół budynków. Przyszli użytkownicy narażeni będą na ciągły hałas od zlokalizowanej w pobliżu drogi ul. Millenium.



Rysunek 1. Plan sytuacyjny

W szczególności należy zwrócić uwagę na południową fasadę budynku. Na poniższym wykresie przedstawiono zarejestrowany równoważny poziom dźwięku w punkcie kalibracyjnym



Rysunek 1. Wykres przebiegu poziomu dźwięku w punkcie pomiarowym.

5.2. Wartości miarodajnego poziomu dźwięku A hałasu zewnętrznego przy elewacjach budynków.

Określono miarodajny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego przy poszczególnych elewacjach budynku. Do obliczeń posłużyły:

- wyniki pomiarów własnych hałasu drogowego oraz analiza obliczeniowa

Tabela 5. Wartość miarodajnego poziomu hałasu dla wszystkich kondygnacji budynku.

Wskaźnik	Wartość miarodajnego poziomu hałasu dla wszystkich kondygnacji budynku [dB]
L _{Aeq,zew,D}	62,2

6. Ocena zastosowanych rozwiązań

6.1. Przegrody wewnętrzne

Elementy budowlane przeznaczone do wykonania przegród wewnętrznych w budynku powinny mieć taką izolacyjność od dźwięków powietrznych i/lub uderzeniowych, aby po uwzględnieniu wpływu pośredniego, spełniały określone wymagania [punkt 4 niniejszego opracowania]. Przy projektowaniu budynku, izolacyjność akustyczną od dźwięków powietrznych i uderzeniowych przegrody

w budynku, uwzględniającą wpływ pośredniego, w tym bocznego przenoszenia dźwięku, należy obliczyć wg PN-EN 12354-1 i PN-EN 12354-2.

W opracowaniu sprawdzono parametry akustyczne ścian między salami oraz między salami a korytarzami (izolacyjność od dźwięków powietrznych). Obliczono również parametry stropów (izolacyjność od dźwięków powietrznych i uderzeniowych). Poniżej zestawiono obliczone wartości projektowane wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$ [dB] dla ścian wewnętrznych SW1-SW7 wraz z oceną ich możliwości zastosowania w kontekście wymagań akustycznych.

Tabela 6. Zastosowanie przegród w projekcie budowlanym.

Szkoly podstawowe i ponadpodstawowe		Ściany i drzwi	Ściany i drzwi między salą lekcyjną a obszarem komunikacji ogólnej (korytarz, hole, klatki schodowe)	Ściana między salą lekcyjną a pomieszczeniami o innym przeznaczeniu			Ściana i drzwi między pokojem nauczycielskim a obszarem komunikacji ogólnej (korytarz, hole, klatki schodowe)	
Oznaczenie ściany wewnętrznej w projekcie	Wartość projektowana wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$ [dB]	Ściana między salami lekcyjnymi oraz ściana między pokojami nauczycielskimi	Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	Ściana między salą lekcyjną a świetlicą	Między salą lekcyjną a pokojem nauczycielskim lub pomieszczeniem administracyjnym	Między salą lekcyjną a ogólnodostępnym pomieszczeniem sanitarnym, kuchnią, stołówką	Ściana bez drzwi oraz część pełna z drzwiami	Ściany i drzwi między pomieszczeniami w części administracyjnej
Wartość projektowana wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$ [dB]		$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$
		≥ 48	≥ 48	≥ 50	≥ 48	≥ 50	≥ 50	≥ 40
SW 1	45	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Spełnia
SW 2	49	Spełnia	Spełnia	Spełnia*	Spełnia	Spełnia*	Spełnia*	Spełnia
SW 4	53	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia
SW 5	53	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia
SW 6	52	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia
SW 7	45	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Spełnia

*Analiza przeprowadzona na podstawie standardowych danych bloczków silikatowych. Różnica między wymaganiem a wartością obliczoną wynosi -1dB i zawiera się w granicy błędu obliczeniowego. Na rynku dostępne są materiały silikatowe spełniające normatywny warunek przy danej grubości ścian. Przegrada może być stosowana przy zwróceniu szczególnej uwagi na właściwości akustyczne wyrobu.

Tabela 7 Zastosowanie przegród w projekcie budowlanym

Żłobki i budynki szkolnictwa przedszkolnego		Ściany i drzwi	Ściany i drzwi między salą dla dzieci a obszarem komunikacji ogólnej (korytarz, hole, klatki schodowe)				Ściana między salą lekcyjną lub pokojem nauczycielskim, lub pomieszczeniem administracyjnym a pomieszczeniem ze źródłami zakłóceń akustycznych
Oznaczenie ściany wewnętrznej w projekcie	Wartość projektowana wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$ [dB]	Ściana bez drzwi oraz część pełna ściany z drzwiami	Ściana pełna (bez drzwi) oraz ściana, w której będą zamontowane drzwi	Ściana między salą dla dzieci a pomieszczeniem sanitarnym i pomieszczeniem zaplecza kuchni	Ściana między salą dla dzieci a pomieszczeniem administracyjnym	Ściany i drzwi między pomieszczeniami w części administracyjnej.	Pomieszczeniem technicznym z urządzeniami instalacyjnymi wyposażenia budynku
Wartość projektowana wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,1}$ [dB]		$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	$R'_{A,1}$	**
		≥ 48	≥ 45	≥ 50	≥ 50	≥ 40	
SW 1	45	Nie stosuje się	Spełnia	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Spełnia	Nie stosuje się
SW 2	49*	Spełnia	Spełnia	Spełnia*	Spełnia*	Spełnia	Spełnia
SW 4	53	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Nie stosuje się
SW 5	53	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Nie stosuje się
SW 6	52	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Spełnia	Nie stosuje się
SW 7	45	Nie stosuje się	Spełnia	Nie stosuje się	Nie stosuje się	Spełnia	Nie stosuje się

*Analiza przeprowadzona na podstawie standardowych danych bloczków silikatowych. Różnica między wymaganiem a wartością obliczoną wynosi -1dB i zawiera się w granicy błędów obliczeniowych. Na rynku dostępne są materiały silikatowe spełniające normatywny warunek przy danej grubości ścian. Przegroda może być stosowana przy zwróceniu szczególnej uwagi na właściwości akustyczne wyrobu.

**W danym projekcie pomieszczenie Sali przedszkolnej sąsiaduje przegrodą wewnętrzną SW 2 z pomieszczeniem technicznym – kotłownią. Ze względu na specyfikę źródeł hałasu zlokalizowanych wewnątrz kotłowni wykonano indywidualną ocenę dla danej przegrody akustycznej. Dopuszczalny poziom hałasu wewnątrz pomieszczeń żłobków i budynków szkolnictwa przedszkolnego wynosi $L_{Aeqw}=30$ dB. Izolacyjność przegrody SW_2 $R'_{A,1}=50$ dB (przyjęto wymagany poziom przy zastosowaniu odpowiednich wyrobów sylikatowych). Stosując przeliczenie zgodnie z PN-B-02151-3:2015-10

$L_{Azw}=R'_{A,1}+L_{Awew}-10\log S/A-3$ stąd $L_{Azw}=77$ dB. Zatem ściana będzie spełniać warunki określone w normie PN-B-02151-2:2018 i PN-B-02151-3:2015-10 gdy poziom hałasu w kotłowni L_{Azw} (w odl. 1,0 m od ściany) będzie niższy lub równy 77 dB. Z danych projektowych wynika, że nie planuje się sytuowania źródeł o wysokiej mocy akustycznej. W pomieszczeniu planowany jest montaż cichych kotłów gazowych. Moc akustyczna kotła wynosi szacunkowo 65 dB. Zatem uwzględniając spadek poziomu z odległością wraz ze spadkiem poziomu z przekształcenia mocy akustycznej na poziom ciśnienia akustycznego hałas w przestrzeni pomieszczenia nie przekroczy poziomu 77 dB nawet przy stosowaniu kilku kotłów jednocześnie. Zatem ściana SW2 spełni wymagania w obszarze stosowania. Zaleca się wykonanie kontrolnych pomiarów hałasu w pomieszczeniu nadawczym (kotłowni) na etapie eksploatacji (1 m od przegrody) i w pomieszczeniu odbior-

czym (Sali przedszkolnej) w celu weryfikacji założeń. W przypadku nadmiernego hałasu należy wykonać dodatkową adaptację akustyczną przegrody SW 2 w tym miejscu.

Tabela 8. Zestawienie wymaganych wartości wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej elementów stolarki okiennej

Oznaczenie drzwi	Minimalna wartość wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej drzwi $R_{A,1,R}$ [dB]	Klasyfikacja akustyczna drzwi wejściowych wewnętrznych wg. wskaźnika R_{A1}
		Symbol klasy akustycznej Minimalna klasa / zalecana klasa
Drzwi wejściowe do pomieszczenia wewnątrz budynku	35	$D_1 - 30 / D_1 - 35$

6.2. Stropy

Projektowane konstrukcje stropów między kondygnacyjnych przeanalizowano pod kątem izolacyjności akustycznej od dźwięków powietrznych i uderzeniowych. W tabeli, zestawiono wartości wymagane wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej dla dźwięków powietrznych z wartościami obliczonymi.

Tabela 9. Zestawienie wartości obliczonych: wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej dla dźwięków powietrznych oraz wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej dla dźwięków uderzeniowych, z wartościami wymaganymi.

Oznaczenie ściany zewnętrznej w projekcie	Wartość wymagana wskaźnika oceny izolacyjności od dźwięków uderzeniowych $L'_{n,w}$ [dB]	Wartość projektowana wskaźnika $L'_{n,w}$ [dB]	Ocena zgodności z wymaganiami
Strop ST 2	$\geq 48-55$	39	Spełnia wymagania bez względu na lokalizację w budynku.

Zaprojektowane stropy między kondygnacyjne **spełniają wymagania** normy [2] odnośnie wartości wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej dla dźwięków powietrznych.

6.3. Przegrody zewnętrzne

Wymaganą wartość wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej przegród zewnętrznych obliczono zgodnie z metodyką zawartą w normie [3]. Zależy ona między innymi od poziomu hałasu zewnętrznego występującego w porze dnia i nocy, funkcji pomieszczenia oraz jego wymiarów. Wartość wymagana nie powinna być jednak niższa niż 30 dB.

Przeprowadzono obliczenia izolacyjności akustycznej części masywnych ścian zewnętrznych, stropodachu oraz wyznaczono minimalne wartości wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej stolarki okiennej w celu spełnienia wymagań normowych w zakresie wypadkowej izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych.

6.3.1. Izolacyjność akustyczna części masywnych przegród zewnętrznych

Na podstawie materiałów udostępnionych przez Zamawiającego opisujących konstrukcję poszczególnych przegród, obliczono wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej i przedstawiono je w tabeli 10. Pominęto ściany zewnętrzne na poziomie znajdującym się pod ziemią

Odpowiedni wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej $R_{A,2}$ przegród zewnętrznych masywnych z warstwami ocieplającymi należy określić na podstawie wyniku pomiarów laboratoryjnych kompletnego rozwiązania lub na podstawie obliczeń wg PN-EN 12354-1.

Tabela 10. Obliczone wskaźniki oceny izolacyjności akustycznej właściwej dla projektowanych części masywnych przegród zewnętrznych budynku

Oznaczenie ściany zewnętrznej w projekcie	Wartość wymagana wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R'_{A,2}$ [dB]	Wartość projektowana wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,2}$ [dB]	Ocena zgodności z wymaganiami
SZ1	≥ 30 , dla Sali przedszkolnej ≥ 35	50	Spełnia wymagania

Powyższe wartości wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej części masywnych przegród zewnętrznych **spełniają wymagania** normy [3]. Wykorzystano je do obliczenia wymaganej izolacyjności akustycznej stolarki okiennej.

6.3.2. Minimalne wymagane wartości wskaźnika oceny izolacyjności właściwej stolarki / ślusarki okiennej

Parametry okien i części przeszklonych są kluczowe dla wypadkowej wartości izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych. Wykorzystując parametry części pełnych przegród (rozdział 6.3.1), obliczono minimalne wymagane wartości wskaźnika oceny izolacyjności właściwej stolarki okiennej $R_{A,2}$, które należy uwzględnić przy wyborze konkretnych rozwiązań materiałowych. Wymagana izolacyjność części przeszklonej zależy od kilku podstawowych zmiennych:

- poziomu hałasu na elewacji budynku,
- powierzchni przegrody,
- powierzchni przeszklenia,
- izolacyjności akustycznej przegrody pełnej.
- objętości pomieszczenia.

Wykonano szacowania wymaganej minimalnej izolacyjności okien bez wietrzników. Wyniki szacowania przedstawiono w tabeli poniżej. Zestawienie izolacyjności akustycznej okien w pomieszczeniach przedstawiono w tabeli 12.

Tabela 11. Zestawienie wymaganej minimalnej izolacyjności akustycznej okien wraz z parametrami izolacyjności akustycznej okien

Pom.	Nazwa pomieszczenia	Powierzchnia pomieszczenia	suma powierzchni przeszklonej	% powierzchni przeszklonej w przegrodzie	Wymagany poziom wewnątrz pomieszczenia	Wymagana izolacyjność przegrody R'_{A2}	Wymagana izolacyjność okna R_{A2} bez nawiewników
0/17	kuchnia główna	31,87	5,61	32	Brak standardu	30	27
0/16	ekspedycja	13,03	13,86	40	Brak standardu	30	27
0/07	sala przedszkolna	54,95	11,76	64	30	35	29
0/37	szatnia	75,46	7,35	25	Brak standardu	30	24
0/36	dyrektor i wice	23,95	5,88	32	40	30	27
			4,41	15			27
0/35	sekretariat	22,19	2,94	20	40	30	24
0/15	sala konsumencka	134,76	13,86	40	Brak standardu	30	27
0/21	pom. Biurowe	4,92	3,15	43	Brak standardu	30	27
1/09	pracownia fizyczna	62,84	4,41	22	35	30	24
			8,4	18	35	30	24
1/06	pracownia biologiczna	61,07	5,88	17	35	30	27
			7,35	28	35	30	27
1/05	pracownia chemiczna	60,56	10,29	44	35	30	27
1/19	sala zajęć	60,36	10,29	39	35	30	27
1/18	pracownia geograficzna	60,17	7,35	28	35	30	27
			7,35	22			24
1/10	pok. Nauczycielski	30,9	2,475	11	40	30	24

7. Wymagania akustyczne

7.1. Sale szkolne do nauki przedmiotów ogólnych i muzycznych

Główna funkcja tych pomieszczeń związana jest z komunikacją słowną bezpośrednią (bez wykorzystania nagłośnienia). Kluczowe jest zapewnienie dobrej zrozumiałości mowy. W tym celu należy zadbać o ograniczenie czasu pogłosu oraz poziomu tła akustycznego w pustym pomieszczeniu (< 35- 40 dBA). Czas pogłosu powinien być w miarę możliwości zbliżony we wszystkich oktaowych pasmach częstotliwości 125 Hz - 8 kHz. W tym celu zaleca się rozmieszczenie

w pomieszczeniu materiałów dźwiękochłonnych o działaniu szerokopasmowym. W przypadku większych pomieszczeń (odległość mówca-słuchacz > 8 m) należy zapewnić właściwą propagację dźwięku (poprzez odpowiednie rozmieszczenie powierzchni odbijających dźwięk), która powinna zapewnić dostateczny dla zrozumiałości mowy poziom głosu mówcy w tylnej części sali. Należy pamiętać, że w pomieszczeniu, w którym zapewniono dobre warunki akustyczne do komunikacji słownej bezpośredniej będą także odpowiednie warunki do komunikacji słownej pośredniej (wzmocnionej elektroakustycznie), natomiast nie zawsze zachodzi odwrotna zależność.

7.2. Sale w żłobkach, świetlice szkolne, korytarze

Wysoki, często przekraczający 80 dBA, poziom hałasu wytwarzanego przez dzieci w czasie zajęć i zabawy. Zwiększenie chłonności akustycznej tych pomieszczeń poprzez zastosowanie odpowiedniego wykończenia, wyposażenia i umeblowania przyczyni się do mniejszego wzmocnienia dźwięku przez pomieszczenie a tym samym obniżenia jego poziomu nawet o 10 dB. Równoczesne ograniczenie czasu pogłosu pozwoli na zwiększenie zrozumiałości mowy.

Pomieszczenia spełniające głównie funkcje komunikacyjne, ale także będące miejscem odpoczynku pomiędzy lekcjami. Największą uciążliwością jest wysoki poziom hałasu, który w czasie przerw osiąga zwykle 80-90 dBA (szkoły podstawowe). Powoduje on rozdrażnienie, zmęczenie i utrudnia koncentrację. Problemem jest też zwykle duży zasięg przestrzenny dźwięku, który sprawia, że "niesie się" on po całym budynku. W celu ograniczenia wzmocnienia dźwięku oraz jego zasięgu przestrzennego w tych pomieszczeniach należy zapewnić odpowiednią chłonność akustyczną.

7.2.1. Adaptacja akustyczna

Parametry adaptacji akustycznej wykonano zgodnie z normą PN-B-02151-4:2015 powołaną w 2018r w ramach aktualizacji warunków technicznych. W pomieszczeniach tj. szkoły zaleca się stosowanie akustycznie czynnych sufitów podwieszanych, dla których współczynnik pochłaniania w określonych oktaowych pasmach o środkowych częstotliwościach f wynoszą przynajmniej

Tabela 12. Zalecane parametry akustyczne materiałów dźwiękochłonnych

Wymagane minimalne współczynniki pochłaniania dźwięku dla sufitów podwieszanych w pasmach o środkowych częstotliwościach f		
500 Hz	1000 Hz	2000Hz
0,8 – 1,0	0,9 – 1,0	0,9 – 1,0

Sufity zaleca się stosować przede wszystkim w salach lekcyjnych, pomieszczeniach biurowych, korytarzach szkolnych.

. W tabeli 13 zestawiono powierzchnie dźwiękochłonne które należy zastosować w celu spełnienia wymagań normy.

	nazwa pomieszczenia	Powierzchnia rzutu powierzchni	Wymagana Powierzchnia dźwiękochłonna A [m ²]	Wymagana krotność powierzchni	Zalecenie
0/19	Przyp. Wstępne wrzwy i owoców	8,99	3,596	0,4	*
0/18	pom. Porz.	1,99	0,796	0,4	*
0/17	kuchnia główna	31,87	12,748	0,4	**
0/07	sala przedszkolna	54,95	60,445	1,1	**
0/11	szatnia	33,42	20,052	0,6	**
0/01	klatka schodowa	20,39	8,156	0,4	**
0/37	szatnia	75,46	45,276	0,6	**
0/36	dyrektor i wice	23,95	26,345	1,1	**
0/35	sekretariat	22,19	24,409	1,1	**
0/34	przebieralnia	13,48	8,088	0,6	**
0/32	przebieralnia	12,9	7,74	0,6	**
0/31	przebieralnia	12,87	7,722	0,6	**
0/29	przebieralnia	13,6	8,16	0,6	**

0/1 5	sala konsumencka	134,76	80,856	0,6	**
0/2 6	zmywalnia	10,14	4,056	0,4	*
0/2 3	pom. Socjalne	7,52	4,512	0,6	**
0/2 7	komunik.	8,61	3,444	0,4	*
0/2 1	pom. Biurowe	4,92	5,412	1,1	***
0/1 2	sala przedszkolna	50,23	55,253	1,1	***
1/0 9	pracownia fizyczna	62,84	69,124	1,1	***
1/0 6	pracownia biologiczna	61,07	67,177	1,1	***
1/0 5	pracownia chemiczna	60,56	66,616	1,1	***
1/0 1	klatka schodowa	37,2	14,88	0,4	**
1/1 9	sala zajęć.	60,36	66,396	1,1	***
1/1 8	pracownia geograficzna	60,17	24,068	0,4	***
1/2 0	komunikacja	70,56	70,56	1,0	***
1/1 2	pom. Socjalne	10,79	11,869	1,1	***
1/1 0	pok. Nauczycielski	30,9	33,99	1,1	***

Tabela 13. Zestawienie powierzchni dźwiękochłonnych w pomieszczeniach wymagających zapewnienia odpowiednich warunków pogłosowych oraz zrozumiałości mowy.

*** - konieczne stosowanie sufitu dźwiękochłonnego

** - zalecane zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego

*stosowanie sufitu nie jest konieczne (dźwiękochłonność pozostałych elementów pomieszczenia powinna być wystarczająca).

Zaleca się zastosowanie materiałów o wysokiej klasie dźwiękochłonności w korytarzach i klatkach schodowych ze względu na zasady przeciwpożarowe.

8. Wnioski

Na podstawie powyższych rozważań można stwierdzić, że materiały stosowane do konstrukcji ścian (wewnątrz i na zewnątrz) i stropów spełniają wymagania stawiane przez normatywy, pod kątem izolacyjności akustycznej pod warunkiem stosowa-

nia przegród wewnętrznych zgodnie z zaleceniami rozdziału 6.1 tabela 7 i tabela 8 . Budynek narażony będzie głównie na hałas komunikacyjny. Aby spełnić wszystkie warunki zapewniające właściwy komfort użytkownikom należy zastosować okna i drzwi o odpowiednich właściwościach izolujących dźwięk określonych w niniejszym opracowaniu oraz zapewnić właściwą adaptację akustyczną w celu spełnienia komfortu akustycznego w szczególności w kontekście rozumienia mowy. Zaleca się zastosowanie materiałów dźwiękochłonnych w szczególności podwieszanych sufitów (duża powierzchnia chłonna) dla sal wykładowych i lekcyjnych, sal przedszkolnych a także korytarzy i klatek schodowych.

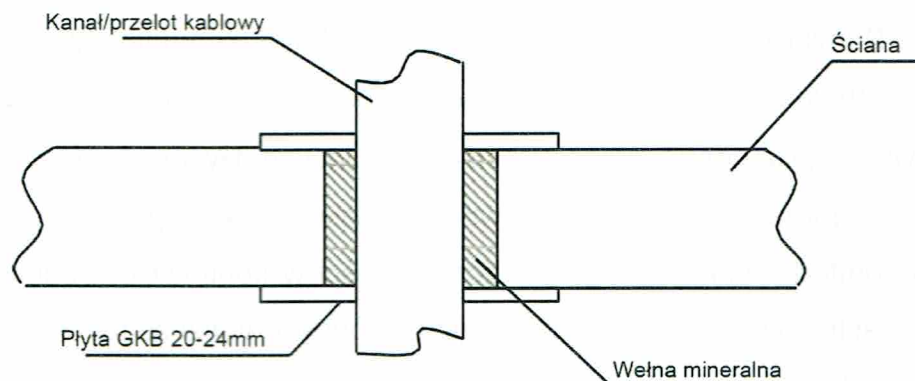
9. Wytyczne ochrony przed hałasem dla innych branż

9.1. Zalecenia ogólne

- Przejścia przewodów i kanałów przez ściany i stropy należy zaopatrzyć w uszczelnione akustycznie przepusty, zapewniające zachowanie izolacyjności akustycznej przegrody i eliminujące sztywne połączenia przewodu z przegrodą.
- W miejscu podłączenia przewodów i kanałów do urządzeń, stanowiących źródło dźwięku materiałowego, należy stosować łączniki przeciwdziałające roznoszeniu się drgań w strukturze przewodów i kanałów.
- Należy stosować wyłącznie elastyczne podparcia i podwieszenia przewodów i kanałów, najlepiej rozwiązania systemowe.
- Urządzenia generujące drgania należy umieszczać na odpowiednio dobranych wibroizolatorach.

9.4. Otwory na instalacje w przegrodach budowlanych

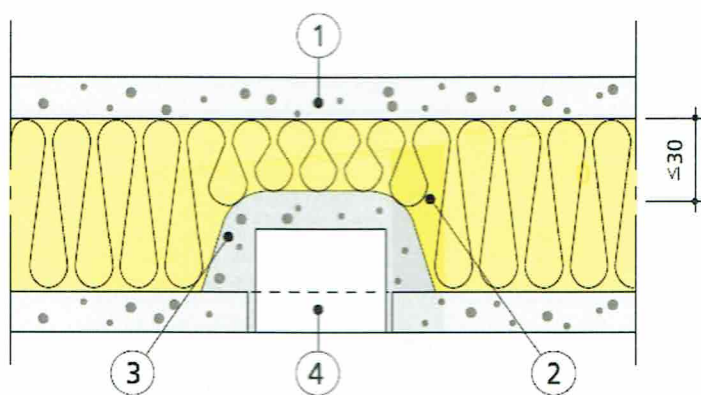
Przejścia kanałów wentylacyjnych oraz wszelkich przelotów kablowych przez ściany (zarówno wykonane w technice lekkiej jak i ciężkiej) muszą być dokładnie uszczelnione – kanał należy owinać twardą wełną mineralną w taki sposób, aby wełna wypełniła szczelnie całą przestrzeń pomiędzy kanałem/przelotem a otworem w ścianie. Po obydwu stronach ściany przejście uszczelnić opaskami z płyty GKB o grubości 20 – 24 mm (szczegóły na poniższym rysunku), lub uszczelnić masą o dużej gęstości i trwale elastyczną, np. HILTI CFS-S. (lub równoważny)



Rysunek 2 Sposób izolacji przejścia instalacji przez przegrodę

9.5. Instalacje elektryczne i oświetleniowe

- W przypadku ścian w technologii lekkiej instalacje należy rozprowadzić w przestrzeni dylatacyjnej pomiędzy profilami stalowymi.
- Przewody elektryczne i osprzęt instalacyjny nie mogą obniżać izolacyjności przegród w pomieszczeniach chronionych przed hałasem, dlatego też w ścianach typu lekkiego np. z płyt G-K zaleca się stosowanie osprzętu natynkowego.
- Należy unikać montowania gniazd i przyłączy elektrycznych w ścianie rozdzielającej pomieszczenia chronione.
- W przypadku montowania gniazdek i wyłączników w ścianach warstwowych z płyt kartonowo- gipsowych pomiędzy pomieszczeniami, należy stosować gniazdzka natynkowe. Ewentualnie można stosować osprzęt podtynkowy, przy zagwarantowaniu ciągłości ochrony przeciwdźwiękowej otworowanych warstw przegród np. w sposób pokazany na Rysunek 2



- (1) Płyta gipsowo-kartonowa
- (2) Materiał izolacyjny
- (3) Gips szpachlowy
- (4) Puszka elektryczna

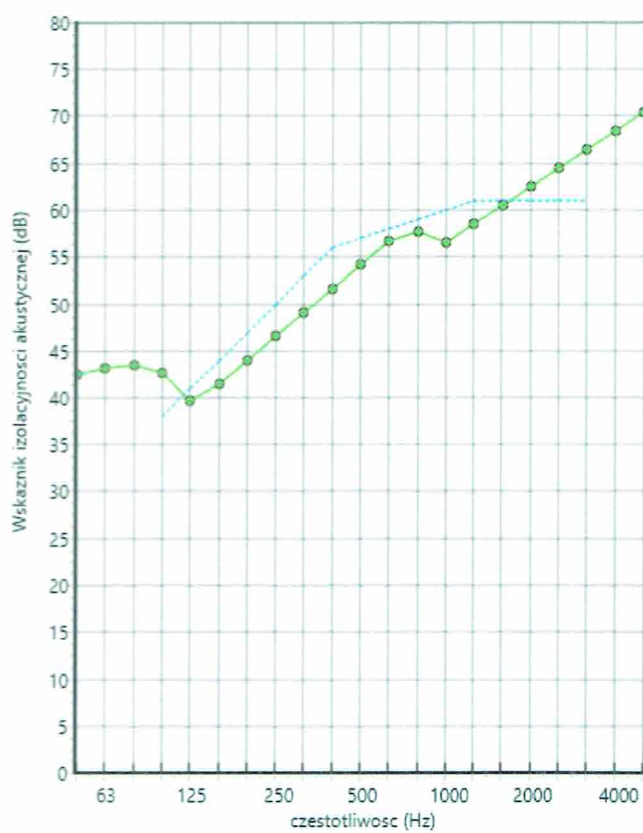
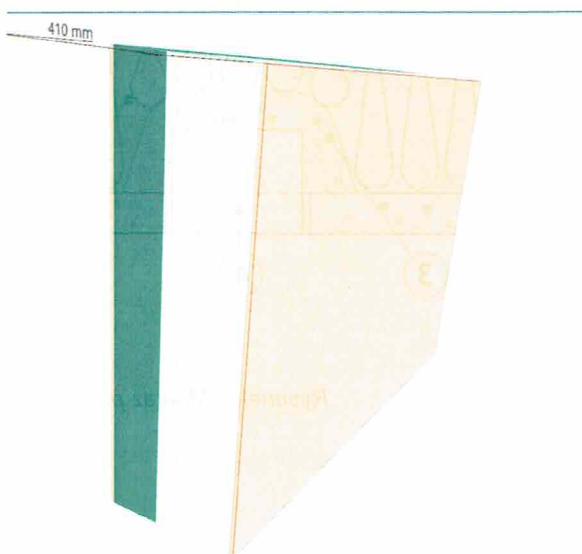
Rysunek 1 Montaż puszki elektrycznej w przegrodzie budowlanej

10. Katalog przegród

Rw=57 (C-2, Ctr-5)

R A ' 2 = 5 0

63	125	250	500	1k	2k	4k
43	41	46	54	57	62	68



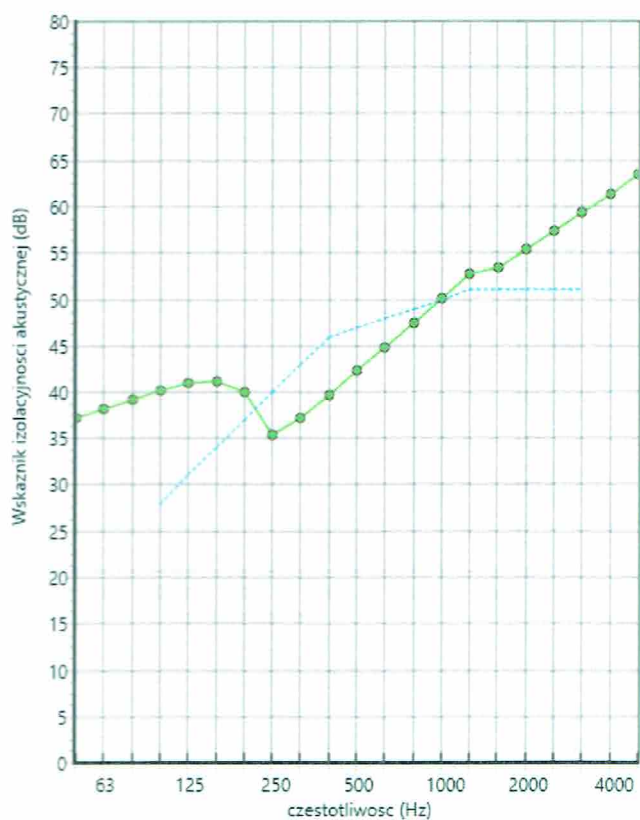
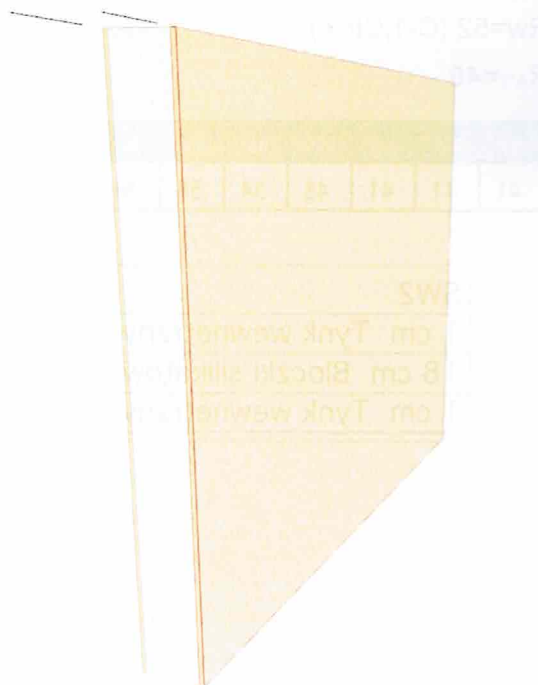
11.

$R_w=47$ (C 0,Ctr-3)

$R_{A12'}=45$

63	125	250	500	1k	2k	4k
38	41	37	42	49	55	61

SW1
1 cm Tynk wewnętrzny
12 cm Bloczki silikatowe
1 cm Tynk wewnętrzny

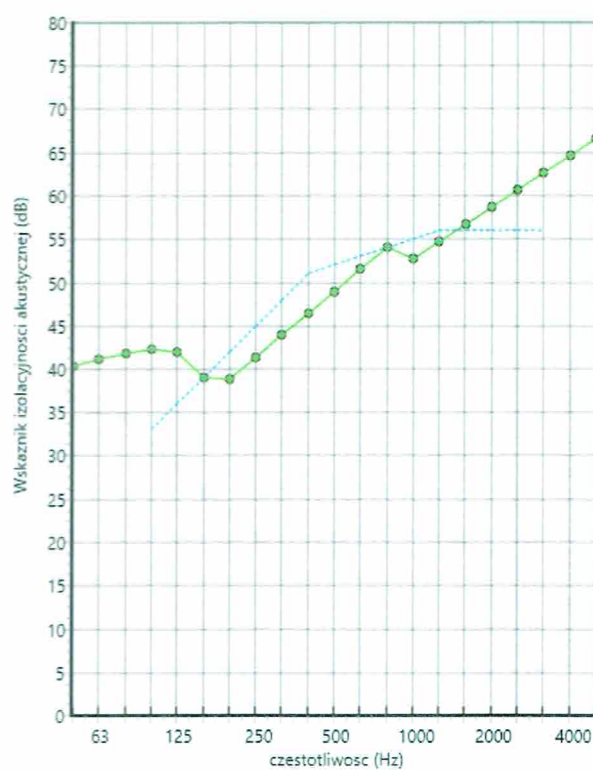


Rw=52 (C-1,Ctr-4)

$R_{A1}=49$

63	125	250	500	1k	2k	4k
41	41	41	48	54	58	64

SW2
1 cm Tynk wewnętrzny
18 cm Bloczki silikatowe
1 cm Tynk wewnętrzny

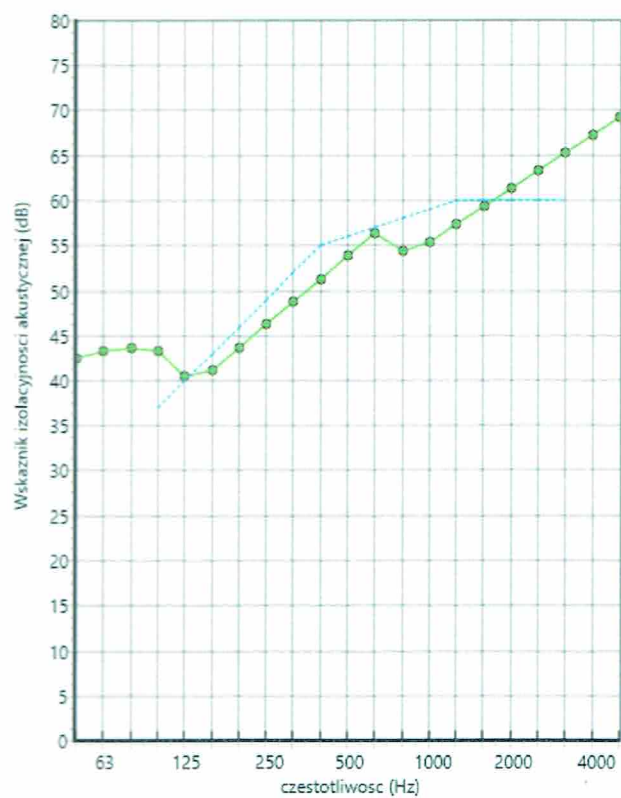


$R_w=56$ (C-1,Ctr-5)

$R_{A'1}=53$

63	125	250	500	1k	2k	4k
43	41	46	53	56	61	67

SW4
1 cm Tynk wewnętrzny
24 cm Bloczki silikatowe
3 cm Płyty styropianowe miękkie
1 cm Tynk wewnętrzny

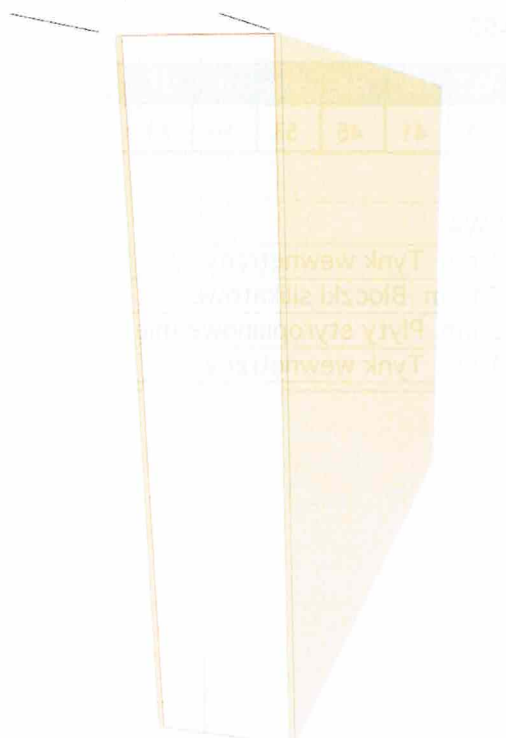


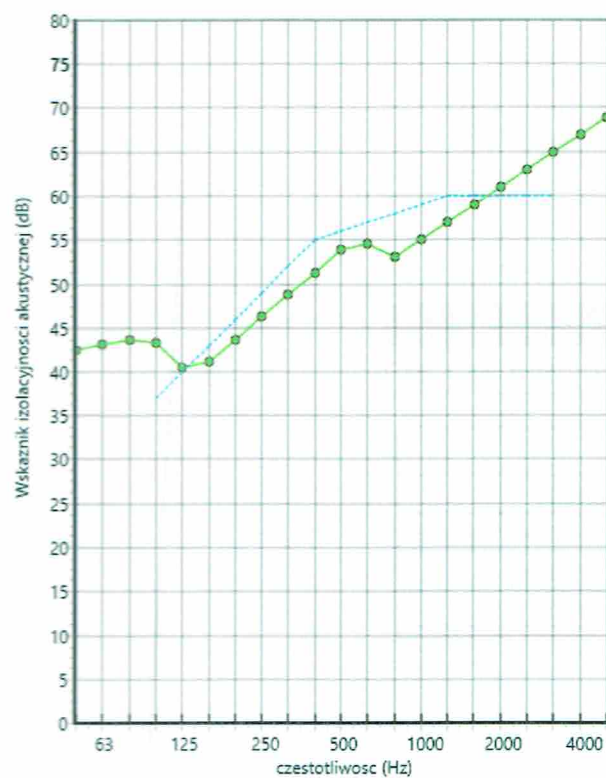
Rw=56 (C-1,Ctr-5)

R'_{A1}=53

63	125	250	500	1k	2k	4k
43	41	46	53	55	61	67

SW5
1 cm Tynk wewnętrzny
24 cm Bloczki silikatowe
1 cm Tynk wewnętrzny





$R_w=55$ (C-1,Ctr-4)

$R_{A12}=52$

63	125	250	500	1k	2k	4k
43	44	43	51	57	60	66

SW6
1 cm Tynk wewnętrzny
3 cm Płyty styropianowe miękkie
16 cm Żelbet monolityczny

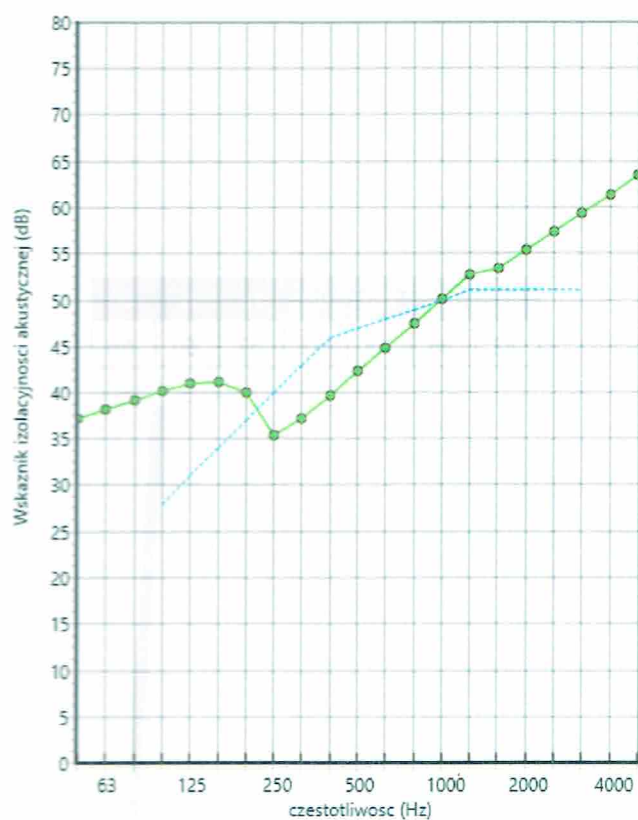
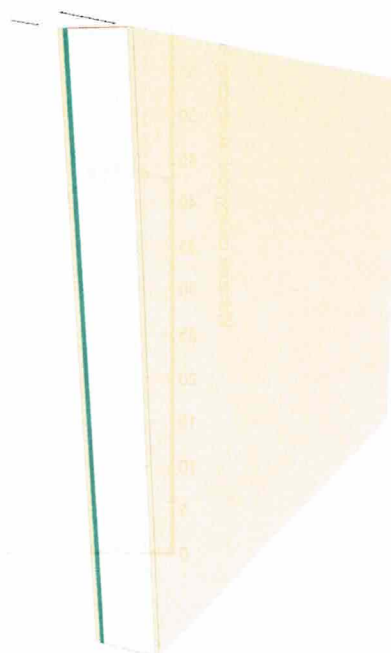


$R_w=47(C0,Ctr-3)$

$R_{A1'}=45$

63	125	250	500	1k	2k	4k
38	41	37	42	50	55	61

SW7
1 cm Tynk wewnętrzny
2 cm Płyty styropianowe miękkie
12 cm Bloczki silikatowe
1 cm Tynk wewnętrzny

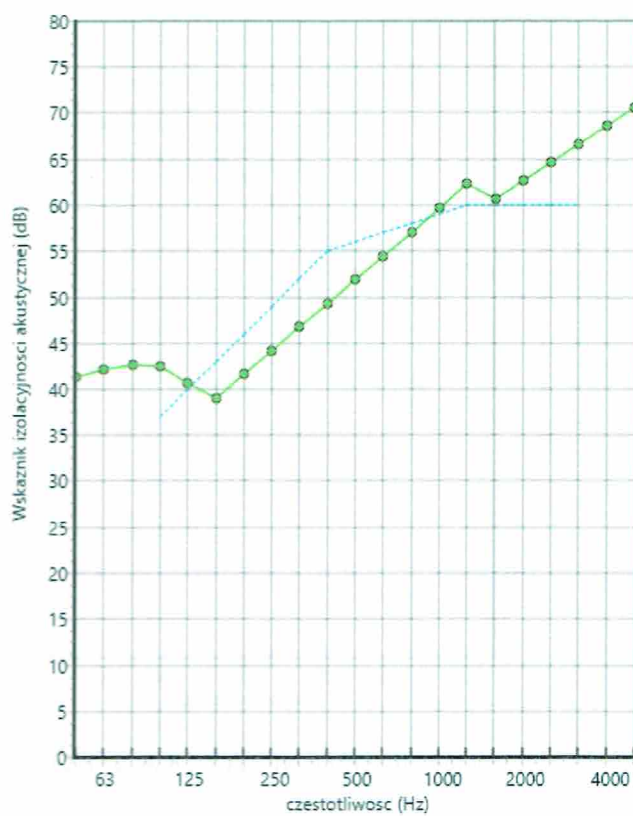
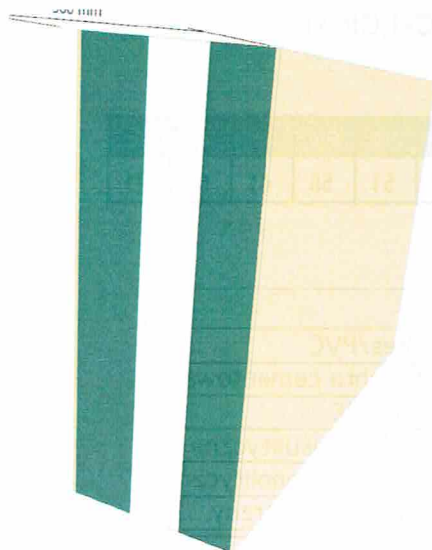


Rw=56 (C-2,Ctr-6)

R_{A'}2=48

63	125	250	500	1k	2k	4k
42	41	44	51	59	62	68

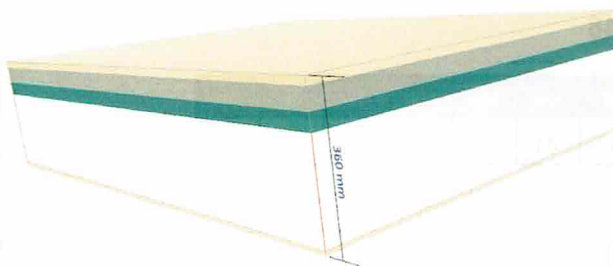
SA1
1 cm Hydroizolacja bitumiczna
18 cm Płyty styropianowe miękkie
15 cm Żelbet monolityczny
15 cm Płyty styropianowe miękkie
1 cm Tynk zewnętrzny



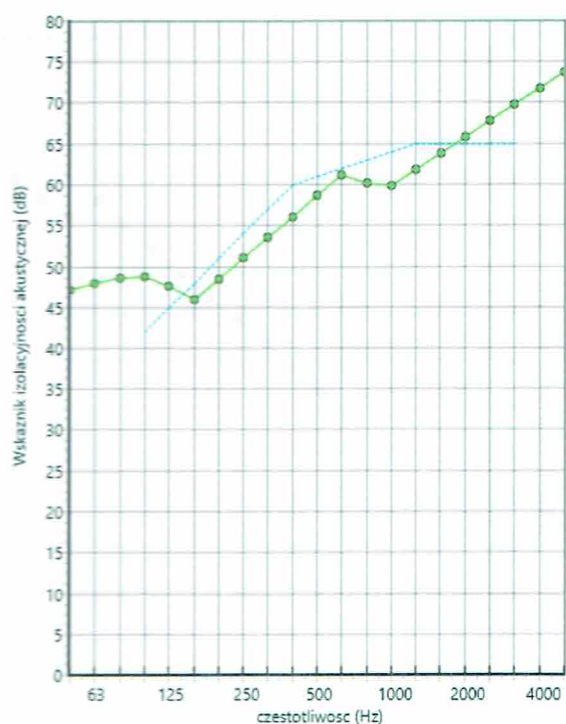
$R_w=61$ (C-1,Ctr-4)

$R_{A11}=58$

63	125	250	500	1k	2k	4k
48	47	51	58	61	65	71



ST2
2 cm Gres/PVC
5 cm Szlichta cementowa
0 cm Folia PE
4 cm Izolacja akustyczna
24 cm Żelbet monolityczny
1 cm Tynk wewnętrzny



POZIOM UDERZENIOWY DLA STROPU:

$L_{n,eq} = 68$

$\Delta L_w = 31$

$L_{n,w,d}=37$

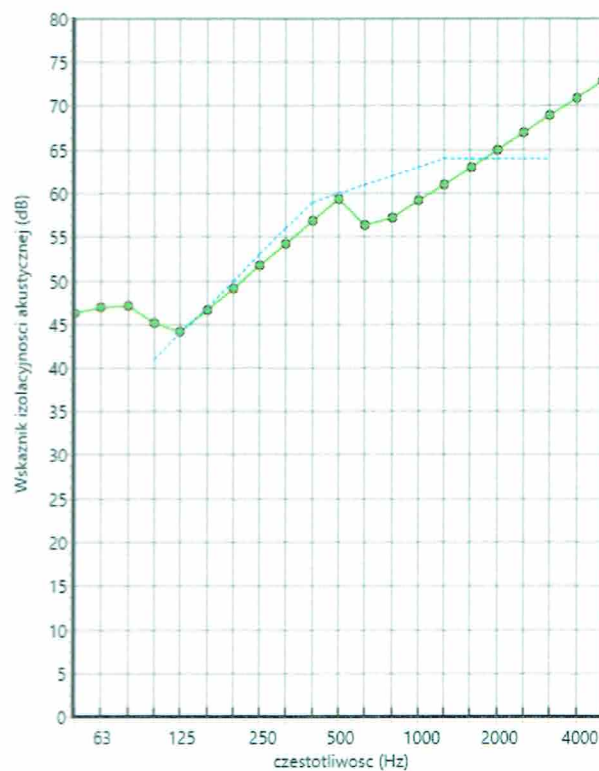
$L'_{w,d}=39$

Rw=60 (C-1,Ctr-4)

$R_{A12}=54$

63	125	250	500	1k	2k	4k
47	45	51	57	59	65	71

D1
1 cm Hydroizolacja bitumiczna
1 cm Hydroizolacja bitumiczna
20 cm Wełna mineralna twarda
25 cm Wełna mineralna twarda
0 cm Membrana paroszczelna 2x
25 cm Żelbet monolityczny
1 cm Tynk wewnętrzny



-----Koniec opracowania -----