

Główny projektant	dr inż. Piotr Z. Kozłowski
Projektant prowadzący	mgr inż. Mikołaj Pawelec
Zespół projektowy	inż. Michał Szczepański
Sprawdzenie	mgr inż. Bartosz Zawieja
Zadanie	Projekt remontu / modernizacji / przebudowy budynku Państwowej Szkoły Muzycznej I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach – ETAP II, V, VI
Temat	Etap II, V, VI – projekt modernizacji sal dydaktycznych w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wnętrza
Nazwa obiektu	Budynek Państwowej Szkoły Muzycznej I i II st. im. Mieczysława Karłowicza w Katowicach
Adres obiektu	ul. Teatralna 16, 40-003 Katowice
Inwestor	Państwowa Szkoła Muzyczna I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach, ul. Teatralna 16, 40-003 Katowice
Stadium	ETAP II, V, VI –Projekt wykonawczy.
Tom	1. OPIS TECHNICZNY
Edycja	v.01
Branża	Ochrona przeciwdźwiękowa, akustyka wnętrz

Niniejsze opracowanie stanowi własność intelektualną Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. i objęte jest prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 04.02.1994 "O prawie autorskim i prawach pokrewnych". Żadna z jego części nie może być kopiowana, powielana, udostępniana w żadnej formie, również elektronicznej, bez wyraźnej pisemnej zgody autorów. Opracowanie to może być wykorzystane jedynie zgodnie z przeznaczeniem, dla którego zostało wykonane, chyba że właściciele praw autorskich podpisali na to zgodę wydaną w następstwie odpowiedniej umowy handlowej. Do czasu uregulowania pełnego wynagrodzenia Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. jest ona jedynym właścicielem wszelkich praw autorskich oraz praw do wykorzystania niniejszej dokumentacji.

© Copyright by Pracownia Akustyczna, Wrocław, 2020

Adres jednostki projektowania:

PRACOWNIA AKUSTYCZNA Kozłowski sp. j.

ul. Opolska 140

52-014 Wrocław

NIP: 899-261-33-93

REGON: 020574694

KRS: 0000286159

tel. +48 71 794 93 31

web: www.akustyczna.pl

email: pracownia@akustyczna.pl

Spis zawartości projektu

1. Część opisowa (Zawartość wedle spisu treści na str. 7)
2. Część rysunkowa:
 - 1) Etap_II_V_VI_AW01 – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach – typ I
 - 2) Etap_II_V_VI_AW02 – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach – typ II
 - 3) Etap_II_V_VI_AW03 – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w sali organowej

Spis treści

Adres jednostki projektowania:.....	3
Spis zawartości projektu	5
Spis treści	7
Spis tabel w części opisowej	9
Spis rysunków w części opisowej.....	11
Podział pomieszczeń ze względu na etapy	12
1. Podstawa opracowania	13
1.1. Podstawa formalna	13
1.2. Podstawa merytoryczna.....	13
2. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu	15
2.1. Sale do zajęć indywidualnych	15
2.2. Sala organowa.....	15
2.3. Biblioteka	15
2.4. Przestrzeń biurowe	15
2.5. Przestrzeń komunikacyjna	16
2.6. Zagadnienia ogólne	16
3. Wytyczne dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej.....	17
3.1. Dopuszczalny poziom tła akustycznego.....	17
3.2. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych	18
3.3. Wymagana izolacyjność akustyczna stolarki drzwiowej	19
3.4. Struktury przegród budowlanych.....	20
3.5. Ogólne wytyczne dla instalacji elektrycznych i oświetleniowych dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej.....	21
3.6. Ogólne wytyczne dla instalacji wentylacyjnej dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej	21
3.7. Ogólne wytyczne dla pozostałych instalacji technicznych	22
3.8. Otwory na instalacje w przegrodach budowlanych.....	22
4. Akustyka wnętrz.....	23
4.1. Sale do zajęć indywidualnych	23
4.1.1. Sale do zajęć indywidualnych – typ I.....	24
4.1.2. Sale do zajęć indywidualnych – typ II.....	24
4.2. Sala organowa.....	25
4.3. Biblioteka	27
4.4. Przestrzeń biurowe	28

4.5. Przestrzenie komunikacyjne	28
5. Specyfikacja techniczna adaptacji akustycznej	29
5.1. Ustroje perforowane.....	29
5.2. Ustroje pochłaniające dźwięk.....	29
5.3. Ustroje rozpraszające binarne.....	30
6. Podsumowanie	31

Spis tabel w części opisowej

Tab. 0.1. Podział pomieszczeń ze względu na etapy	12
Tab. 3.1. Dopuszczalny poziom tła akustycznego wyrażony za pomocą krzywych oceny hałasu NR oraz równoważnego poziomu dźwięku A – dotyczy pomieszczeń z etapu II, V, VI.....	18
Tab. 3.2. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla krzywych oceny hałasu NR	18
Tab. 3.3 Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych pomiędzy pomieszczeniami	18
Tab. 3.4. Zalecana minimalna izolacyjność akustyczna stolarki drzwiowej.....	19
Tab. 3.5. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w salach do zajęć indywidualnych.....	20
Tab. 3.6. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w bibliotece	20
Tab. 3.7. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w przestrzeniach komunikacji	20
Tab. 3.8. Specyfikacja techniczna nowoprojektowanych pionowych przegród budowlanych.....	20
Tab. 4.1. Zastosowane materiały – sale do zajęć indywidualnych na przykładzie sali nr 404 – typ I.	24
Tab. 4.2. Zastosowane materiały – sale do zajęć indywidualnych na przykładzie sali nr 207 – typ II	25
Tab. 4.3. Zastosowane materiały – sala organowa	26
Tab. 4.4. Zastosowane materiały – biblioteka	27
Tab. 5.1. Specyfikacja wymagań dla ustrojów perforowanych UPRF03	29
Tab. 5.2. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP01	29
Tab. 5.3. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP02	30
Tab. 5.4. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP03	30
Tab. 5.5. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP04	30
Tab. 5.6. Specyfikacja wymagań dla ustroju rozpraszającego binarnego URB01	30

Spis rysunków w części opisowej

Rys. 4.1. Wykres tolerancji czasu pogłosu dla sal do zajęć indywidualnych	23
Rys. 4.2. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu I	24
Rys. 4.3. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu II	25
Rys. 4.4. Wykres tolerancji czasu pogłosu dla sali organowej	26
Rys. 4.5. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w sali organowej	27
Rys. 4.6. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w bibliotece.....	28

Podział pomieszczeń ze względu na etapy

W poniższej tabeli przedstawiono podział wszystkich pomieszczeń, objętych pracami budowlanymi, ze względu na etapy prac budowlanych. Dla każdego pomieszczenia przedstawiono rysunek, który przedstawia w sposób schematyczny rozmieszczenie adaptacji akustycznej w danym pomieszczeniu.

Tab. 0.1. Podział pomieszczeń ze względu na etapy

Pomieszczenie	Etap	Rozmieszczenie adaptacji akustycznej zgodnie z:
Przestrzenie komunikacyjne	III	Opis w rozdziale: 4 Akustyka wnętrza
103	III	Adaptacja akustyczna do odtworzenia Opis w rozdziale: 4 Akustyka wnętrza
104	III	Opis w rozdziale: 4 Akustyka wnętrza
104A	III	Etap_III_AW04
105	III	Opis w rozdziale: 4 Akustyka wnętrza
106, 207	III	Etap_III_AW02a
107	III	Etap_III_AW03
202 – 204, 206, 206A	III	Etap_III_AW01
205	III	Etap_III_AW02b
208	III	Etap_III_AW05
Przestrzenie komunikacyjne	IV	Opis w rozdziale: 4 Akustyka wnętrza
305, 308, 308A, 404 – 406, 408 – 417	IV	Etap_IV_AW01a
306, 307	IV	Etap_IV_AW05
309, 418	IV	Etap_IV_AW02
310, 419	IV	Etap_IV_AW04
407	IV	Etap_IV_AW01b
420 – 424	IV	Etap_IV_AW03
Przestrzenie komunikacyjne, klatki schodowe	II, V, VI	Opis w rozdziale: 4 Akustyka wnętrza
201 (Biblioteka)	II, V, VI	Opis w rozdziale: 4 Akustyka wnętrza
301	II, V, VI	Etap_II_V_VI_AW03
401	II, V, VI	Etap_II_V_VI_AW02
403	II, V, VI	Etap_II_V_VI_AW01

1. Podstawa opracowania

1.1. Podstawa formalna

- [1] Umowa nr PSM-A.073.12.2019 zawarta w dniu 2019-07-24 w Katowicach pomiędzy Państwową Szkołą Muzyczną I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach a Pracownią Akustyczną Kozłowski sp. j. na opracowanie dokumentacji projektowej w zakresie akustyki na potrzeby remontu / modernizacji / przebudowy budynku Państwowej Szkoły Muzycznej I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach, przy ul. Teatralnej 16.
- [2] Aneks z dnia 2020-01-08 do umowy nr PSM-A.073.12.2019 zawartej w dniu 2019-07-24 w Katowicach pomiędzy Państwową Szkołą Muzyczną I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach a Pracownią Akustyczną Kozłowski sp. j.
- [3] Aneks z dnia 2020-04-14 do umowy nr PSM-A.073.12.2019 zawartej w dniu 2019-07-24 w Katowicach pomiędzy Państwową Szkołą Muzyczną I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach a Pracownią Akustyczną Kozłowski sp. j.
- [4] Aneks z dnia 2020-05-15 do umowy nr PSM-A.073.12.2019 zawartej w dniu 2019-07-24 w Katowicach pomiędzy Państwową Szkołą Muzyczną I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach a Pracownią Akustyczną Kozłowski sp. j.

1.2. Podstawa merytoryczna

- [5] PN-B-02153:2002 Akustyka budowlana. Terminologia, symbole literowe i jednostki.
- [6] PN-B-02151-03:2015-10 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
- [7] PN-B-02151-2:2018-01 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- [8] PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 4: Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach oraz wytyczne prowadzenia badań.
- [9] PN-B-02156:1987 Akustyka budowlana. Metody pomiaru poziomu dźwięku A w budynkach.
- [10] PN-EN ISO 12354-1:2017-10 Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami.
- [11] PN-EN ISO 12354-3:2017-10 Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 3: Izolacyjność od dźwięków powietrznych przenikających z zewnątrz.
- [12] PN-EN ISO 12354-4:2017-10 Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 4: Przenikanie hałasu z budynku do środowiska.
- [13] PN-EN 12354-5:2009 Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 5: Poziomy hałasu pochodzące od wyposażenia technicznego.

- [14] PN-EN 12354-6:2005 Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 6: Pochłanianie dźwięku w pomieszczeniach.
- [15] PN-EN ISO 11654:1999 Akustyka. Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie. Wskaźniki pochłaniania dźwięku.
- [16] 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). Tekst ujednolicony po nowelizacji z komentarzem, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2009.
- [17] Kulowski A., Akustyka sal, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2007.
- [18] Sadowski J., Akustyka Architektoniczna, PWN, Warszawa, 1976.
- [19] Everest A., Podręcznik akustyki, Sonia Draga, Katowice, 2010.
- [20] Long M., Architectural Acoustics, Elsevier Inc., 2006.
- [21] Mehta M., Johnson J., Rocafort J., Architectural Acoustics Principles and Design, Prentice Hall 1998.
- [22] Sheaffer J., Prediction and Evaluation of RT Design Criteria, 2007.
- [23] Beranek L., Concert Halls and Opera Houses, Springer Science+Business Media, 2004.
- [24] Fasold W., Sonntag E., Winkler H., Bau-und Raumakustik, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1987.
- [25] Makrinienko, L.I., Acoustics of Auditoriums in Public Buildings, Am. Inst. Physic 1994.
- [26] McCue E., Talaske R. H., Acoustical Design of Music Education Facilities, Acoustical Society of America, 1990.

2. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu

Modernizacji zostaną poddane sale dydaktyczne, sala kameralna oraz przestrzenie komunikacyjne i biurowe szkoły muzycznej I i II st. im. Mieczysława Karłowicza w Katowicach. W sąsiedztwie szkoły znajdują się inne budynki oraz ulica.

Na podstawie funkcji akustycznej oraz kubatury pomieszczeń zostały dobrane parametry akustyczne, zapewniające wierny przekaz dźwięku lub/i słowa w modernizowanych oraz nowoprojektowanych pomieszczeniach.

Ze względu na konieczność zapewnienia ciągłości pracy szkoły oraz możliwości realizacji etapów przebudowy w okresach wakacyjnych prace podzielono na 5 etapów:

- Etap I – około 555 m² – przebudowa małej sali koncertowej wraz z istniejącym studio nagrań oraz piwnic z wyłączeniem klatek schodowych.
- Etap II – około 218 m² – przebudowa części biurowej na parterze z wyłączeniem klatek schodowych.
- Etap III – około 481 m² – przebudowa północnej części 1 i 2 piętra (część dydaktyczna) z wyłączeniem klatki schodowej.
- Etap IV – około 725 m² – przebudowa północnej części 3 piętra (część dydaktyczna) oraz 4 piętra (część dydaktyczna) z wyłączeniem klatek schodowych oraz południowej części 4 piętra.
- Etap V – około 654 m² – przebudowa południowej części budynku oraz komunikacyjnej i sanitarnej części parteru.
- Etap VI – około 182 m² – przebudowa / remont / modernizacja klatek schodowych i przestrzeni komunikacji.

Niniejsza dokumentacja dotyczy Etapu II, V i VI i obejmuje przebudowę południowej części budynku, klatki schodowej w północnej części budynku oraz przestrzeni biurowych, komunikacyjnych i sanitarnych na parterze.

2.1. Sale do zajęć indywidualnych

Sale zajęć indywidualnych przeznaczone są przede wszystkim do prowadzenia lekcji na różnych instrumentach. Sale mają zróżnicowaną kubaturę i kształt.

2.2. Sala organowa

Sala do zajęć indywidualnych, przeznaczona i dostosowana do prowadzenia zajęć z wykorzystaniem organów.

2.3. Biblioteka

Biblioteka jest miejscem przeznaczonym do nauki, odrabiania lekcji, wypożyczania i czytania książek oraz korzystania ze stanowisk komputerowych.

2.4. Przestrzenie biurowe

Pokoje przeznaczone do prowadzenia prac biurowych związanych z organizacją pracy szkoły.

2.5. Przestrzenie komunikacyjne

Przestrzenie komunikacyjne łączące wszystkie grupy pomieszczeń pełnią rolę nie tylko łączników, ale także często miejsc spotkań i wypoczynku.

2.6. Zagadnienia ogólne

Pojęcia występujące w opracowaniu są zgodne z kanonami terminologicznymi wykorzystywanymi w publikacjach dotyczących akustyki wnętrza i ochrony przeciwdźwiękowej.

3. Wytyczne dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej

W niniejszym rozdziale podano wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu tła akustycznego w poszczególnych pomieszczeniach oraz wymagania dotyczące minimalnej izolacyjności akustycznej, jaką powinny spełniać przegrody oraz stolarka drzwiowa.

Niniejsze opracowanie nie zawiera projektu ochrony przeciwdźwiękowej przed hałasem pochodzącym od systemu wentylacji. W opracowaniu zamieszczono tylko wytyczne dotyczące systemu wentylacji, istotne ze względu na ochronę przeciwdźwiękową.

Za zachowanie podanych w poniższej części opracowania wymaganych wartości i zaleceń odpowiedzialny jest osobiście dany projektant (architektury, konstrukcji, wentylacji, ogrzewania, instalacji sanitarnych, itp.).

Z uwagi na zagadnienie ochrony przeciwdźwiękowej wyróżnia się następujące typy pomieszczeń:

- Pomieszczenia podlegające ochronie na podstawie przepisów ogólnych (dopuszczalne wartości poziomu dźwięku zawarte są w normie PN-B-02151-2:2018-01 [7]):
 - sale do zajęć indywidualnych,
 - biblioteka.
- Pomieszczenia niepodlegające ochronie przeciwdźwiękowej.

Wszystkie wyżej wymienione pomieszczenia powinny być chronione ze względu na hałas powstający:

- na zewnątrz budynku,
- wewnątrz budynku w wyniku użytkowania pomieszczeń zgodnie z ich przeznaczeniem,
- w wyniku działania urządzeń wyposażenia technicznego budynku,
- w wyniku działania technicznych instalacji wewnętrznych budynku, takich jak wentylacja, oświetlenie, klimatyzacja, instalacje wodne, kanalizacyjne itp.

3.1. Dopuszczalny poziom tła akustycznego

Dopuszczalny poziom hałasu przenikającego do pomieszczeń od wszystkich źródeł hałasu łącznie oraz dopuszczalny poziom hałasu przenikającego do pomieszczenia od wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem, nie powinien przekraczać wartości wyrażonych za pomocą krzywych oceny hałasu NR wyspecyfikowanych w Tab. 3.1.

Jako kryterium uzupełniające podano w nawiasach wartości dopuszczalne wyrażone poprzez równoważny poziom dźwięku A. Kryterium uzupełniające należy stosować w przypadku, w którym dostępne są jedynie jednoliczbowe wartości hałasu generowanego przez elementy wyposażenia technicznego i nie jest możliwe ich bezpośrednio porównanie z wartościami określonymi przez krzywe oceny hałasu NR. W przypadku, w którym określone są oba kryteria, krzywe oceny hałasu NR oraz wartości jednoliczbowe, jako kryterium priorytetowe należy traktować to określone przez krzywe oceny hałasu NR.

Wartości zastosowanych krzywych oceny hałasu przedstawiono w Tab. 3.2. Wymagane wartości dopuszczalnego poziomu tła akustycznego odnoszą się do typowych źródeł hałasu, których widmo ma charakter szerokopasmowy. W pomieszczeniach nie może być słyszalny hałas tonalny.

Tab. 3.1. Dopuszczalny poziom tła akustycznego wyrażony za pomocą krzywych oceny hałasu NR oraz równoważnego poziomu dźwięku A – dotyczy pomieszczeń z etapu II, V, VI

Pomieszczenie	Dopuszczalne całkowite tło akustyczne	Dopuszczalny łączny hałas od klimatyzacji, wentylacji i wyposażenia technicznego
Sala organowa	NR 25 (35 dB A)	NR 20 (30 dB A)
Sale do zajęć indywidualnych	NR 25 (35 dB A)	NR 20 (30 dB A)
Biblioteka	NR 25 (35 dB A)	NR 20 (30 dB A)

Tab. 3.2. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla krzywych oceny hałasu NR

f [Hz] →	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
NR20 [dB]	51,3	39,4	30,6	24,3	20,0	16,8	14,4	12,6
NR25 [dB]	55,2	43,7	35,2	29,2	25,0	21,9	19,5	17,7

3.2. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych

W Tab. 3.3 podano wymagane wartości izolacyjności akustycznej przegród budowlanych dla opisywanych pomieszczeń. Wymaganą izolacyjność akustyczną wyznaczono w zależności od funkcji pomieszczeń chronionych oraz rodzaju zakłóceń w pomieszczeniach sąsiadujących.

Wymagana izolacyjność akustyczna, wyrażona jest poprzez jednoliczbowy wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A1} oraz poprzez wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego $L'_{n,w}$.

Tab. 3.3 Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych pomiędzy pomieszczeniami

Pomieszczenie	Pomieszczenie sąsiednie	Wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej dla przegród budowlanych	Wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego	Uwagi:
		R'_{A1} [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	
Sala kameralna	Sale do zajęć indywidualnych	≥ 68	≤ 35	–
Sala do zajęć rytmicznych	Komunikacja	≥ 48	–	–
	Przebieralnia	≥ 40	–	–
	Pomieszczenia administracji	≥ 58	–	–
	Sale do zajęć indywidualnych	≥ 60	≤ 40	–
Sala organowa	Komunikacja	≥ 50	–	–
	Sale do zajęć indywidualnych	≥ 60	≤ 40	–
	Sale do zajęć teoretycznych	≥ 60	≤ 40	–
	Pomieszczenia administracji	≥ 55	–	–
Sale do zajęć indywidualnych	Komunikacja	≥ 50	–	–
	Sale do zajęć indywidualnych	≥ 60	≤ 40	–

	Sale do zajęć teoretycznych	≥ 60	≤ 40	–
	Sale komputerowe	≥ 60	≤ 40	–
Sale do zajęć teoretycznych	Komunikacja	≥ 48	–	–
	Sale do zajęć indywidualnych	≥ 60	≤ 40	–
	Sale do zajęć teoretycznych	≥ 55	–	–
Sale komputerowe	Komunikacja	≥ 48	–	–
	Sale do zajęć indywidualnych	≥ 60	≤ 40	–
	Sale do zajęć teoretycznych	≥ 55	–	–
Biblioteka	Komunikacja	≥ 50	–	–
	Sale do zajęć indywidualnych	≥ 60	–	–

3.3. Wymagana izolacyjność akustyczna stolarki drzwiowej

W poniższej tabeli przedstawiono wymagania indywidualne, dotyczące zalecanych minimalnych wartości izolacyjności akustycznej dla stolarki drzwiowej.

Wymagana izolacyjność akustyczna stolarki drzwiowej wyrażona jest poprzez wskaźnik $R_{A,1,R}$ – projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej $R_{A,1}$ [6], [10].

Tab. 3.4. Zalecana minimalna izolacyjność akustyczna stolarki drzwiowej

Pomieszczenie chronione	Pomieszczenie sąsiednie	Izolacyjność stolarki drzwiowej $R_{A,1,R}$ [dB]	Uwagi:
Sale do zajęć indywidualnych	Komunikacja	≥ 36	należy zastosować dwie pary drzwi w formie śluzy akustycznej
Sale do zajęć teoretycznych	Komunikacja	≥ 35	–
Sale komputerowe	Komunikacja	≥ 35	–
Sala do zajęć rytmicznych	Garderoba	≥ 30	–
Sala organowa	Komunikacja	≥ 38	należy zastosować dwie pary drzwi w formie śluzy akustycznej
Biblioteka	Komunikacja	≥ 35	–

Montaż stolarki należy powierzyć instalatorowi certyfikowanemu przez producenta wybranych drzwi, co zapewni uzyskanie deklarowanych w dokumentacji produktu parametrów izolacyjności akustycznej.

W przypadku kiedy należy stosować dwie pary drzwi w formie śluzy akustycznej, podany wskaźnik izolacyjności akustycznej dotyczy każdej z dwóch par drzwi.

3.4. Struktury przegród budowlanych

Poniżej przedstawiono specyfikacje techniczne przegród budowlanych dobranych pod kątem wymaganej i optymalnej izolacyjności akustycznej. Dobór odpowiednich przegród uwzględnia przeznaczenie pomieszczeń sąsiadujących.

Tab. 3.5. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w salach do zajęć indywidualnych

Specyfikacja techniczna podłogi pływającej	≥ 155 mm
Wykończenie podłogi – wykładzina PCV	-
Pyta gipsowo-włóknowa	10 mm
Pyta gipsowo-włóknowa	2 × 12,5 mm
Podłogowa wełna mineralna	40 mm
Płyta stropowa	≥ 80 mm
Uwagi: – Wykończenie podłogi oraz warstwy płyt gipsowo-włóknowych dylatowane po obwodzie pomieszczenia. – Dylatacja wypełniona wełną mineralną o wysokiej gęstości i grubości ok 1 cm.	

Tab. 3.6. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w bibliotece

Specyfikacja techniczna podłogi pływającej	≥ 155 mm
Wykończenie podłogi – wykładzina PCV	-
Pyta gipsowo-włóknowa	10 mm
Pyta gipsowo-włóknowa	2 × 12,5 mm
Podłogowa wełna mineralna	40 mm
Płyta stropowa	≥ 80 mm
Uwagi: – Wykończenie podłogi oraz warstwy płyt gipsowo-włóknowych dylatowane po obwodzie pomieszczenia. – Dylatacja wypełniona wełną mineralną o wysokiej gęstości i grubości ok 1 cm.	

Tab. 3.7. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w przestrzeniach komunikacji

Specyfikacja techniczna podłogi pływającej	≥ 155 mm
Wykończenie podłogi – wykładzina PCV	-
Pyta gipsowo-włóknowa	10 mm
Pyta gipsowo-włóknowa	2 × 12,5 mm
Podłogowa wełna mineralna	40 mm
Płyta stropowa	≥ 80 mm
Uwagi: – Wykończenie podłogi oraz warstwy płyt gipsowo-włóknowych dylatowane po obwodzie pomieszczenia. – Dylatacja wypełniona wełną mineralną o wysokiej gęstości i grubości ok 1 cm.	

Tab. 3.8. Specyfikacja techniczna nowoprojektowanych pionowych przegród budowlanych

Specyfikacja przegrody budowlanej	> 200 mm
2 × płyta gipsowo - włóknowa o gęstości > 1100 kg/m ³	12,5 + 10 mm
Niezależna konstrukcja nośna z profili	75 mm

Pustka powietrzna	> 5 mm
Niezależna konstrukcja nośna z profili z wypełnieniem z wełny mineralnej o gęstości 40 – 60 kg/m ³ i grubości minimum 50 mm.	75 mm
2 × płyta gipsowo - włóknowa o gęstości > 1100 kg/m ³	12,5 + 10 mm
Uwagi: <ul style="list-style-type: none">– Opłytywanie przegrody lekkiej mocować do dwóch niezależnych konstrukcji samonośnych.– Na konstrukcji obwodowej należy stosować taśmę uszczelniającą piankową lub taśmę izolacyjną z wełny mineralnej.– Połączenia między płytami należy uszczelnić masą trwale elastyczną, najlepiej materiałem zalecanym przez producenta.– Druga warstwa płyt układana z przesunięciem łączów względem pierwszej warstwy.– W przypadku montowania gniazdek i wyłączników, należy stosować gniazda natynkowe lub inne rozwiązania nie obniżające izolacyjności akustycznej przegrody.– Wyznaczona obliczeniowo wartość izolacyjności akustycznej: $R_w (C, C_{tr}) = 64 (-3, -7) \text{ dB}$	

3.5. Ogólne wytyczne dla instalacji elektrycznych i oświetleniowych dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej

Przewody elektryczne i osprzęt instalacyjny nie może obniżać izolacyjności akustycznej przegród w pomieszczeniach chronionych przed hałasem.

Zaleca się prowadzić przewody instalacji elektrycznej natynkowo. W przypadku prowadzenia instalacji pod tynkiem w przegrodach ciężkich bruzda pod instalację nie może być głębsza od 1/10 grubości przegrody.

Nie należy umieszczać styczników, przekaźników, transformatorów oświetleniowych ani sygnalizacyjnych w pomieszczeniach do wykonywania i odsłuchu muzyki.

W przypadku montowania gniazdek i wyłączników w lekkich ścianach warstwowych pomiędzy pomieszczeniami, należy stosować gniazda natynkowe. Ewentualnie można stosować osprzęt podtynkowy, przy zagwarantowaniu ciągłości ochrony przeciwdźwiękowej otworowanych warstw przegród.

Zamontowane oświetlenie musi spełniać podstawowe wymagania dotyczące emisji hałasu określone dla poszczególnych pomieszczeń.

3.6. Ogólne wytyczne dla instalacji wentylacyjnej dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej

Hałas z instalacji wentylacyjnej nie może przekraczać wartości dopuszczalnych określonych dla poszczególnych pomieszczeń.

Przejścia przewodów i kanałów przez ściany i stropy należy uszczelnić akustycznie, zapewniając zachowanie izolacyjności akustycznej przegrody i eliminując sztywne połączenia przewodu z przegrodą.

W miejscu podłączenia przewodów i kanałów do urządzeń, stanowiących źródło drgań, należy stosować łączniki (kompensatory elastyczne) przeciwdziałające przenoszeniu się drgań z urządzeń na strukturę przewodów i kanałów.

Należy stosować wyłącznie elastyczne podparcia i podwieszenia przewodów i kanałów instalacyjnych, najlepiej rozwiązania systemowe.

Niedopuszczalne jest prowadzenie kanałów wentylacyjnych tranzytem przez przegrody o podwyższonej izolacyjności akustycznej. Przez przegrodę dźwiękoizolacyjną dopuszczalne jest tylko przejście kanału wlotowego/wylotowego obsługującego bezpośrednio dane pomieszczenie. Przejście należy zaprojektować z zachowaniem wymaganej izolacyjności przegrody.

W przypadku projektowania wspólnej instalacji wentylacyjnej / klimatyzacyjnej dla różnych pomieszczeń należy zastosować odpowiednio zaprojektowane tłumiki akustyczne w instalacji pomiędzy pomieszczeniami, eliminujące przesłuchy poprzez kanały pomiędzy pomieszczeniami.

Urządzenia generujące drgania należy umieszczać na odpowiednio dobranych wibroizolatorach.

W celu unikania generacji hałasu aerodynamicznego w kanałach, należy stosować łagodne zmiany kierunku i przekroju kanałów, unikać przepustnic, kryz oraz innych przewężeń wewnątrz kanałów.

Zaleca się stosowanie kanałów wentylacyjnych wyłożonych od wewnątrz materiałem dźwiękochłonnym, zwłaszcza na końcowych odcinkach.

W przypadku wentylacyjnych kanałów blaszanych, w miarę możliwości należy stosować kanały o przekroju zbliżonym do kwadratu lub okrągłe.

3.7. Ogólne wytyczne dla pozostałych instalacji technicznych

Niedopuszczalne jest prowadzenie instalacji wodno-kanalizacyjnej oraz montowanie urządzeń i armatury na/w ścianach oraz stropach pomieszczeń chronionych przeciwdźwiękowo.

Rury i elementy instalacji najlepiej mocować do wydzielonych ścianek instalacyjnych z płyt GK lub GW przy użyciu uchwytów z przekładkami wibroizolującymi/gumowymi.

W całym budynku zaleca się stosowanie kanalizacji niskoszumowej.

Należy stosować systemowe uchwyty do kanalizacji niskoszumowej, zawierające elementy elastyczne, przeciwdziałające przenoszeniu drgań i hałasu na ścianę. W przypadku pozostałych instalacji również konieczne jest, aby pomiędzy przewodem a wewnętrzną powierzchnią uchwytu znajdowała się przekładka elastyczna, najlepiej systemowa.

Ograniczenia dotyczące prowadzenia rur dotyczą także rur spustowych.

Rury przechodzące przez pomieszczenia chronione należy szczelnie obudować. Szczegóły dotyczące konstrukcji obudowy należy ustalić z projektantem akustyki na etapie projektowym.

3.8. Otwory na instalacje w przegrodach budowlanych

Przejścia kanałów wentylacyjnych oraz wszelkich przelotów kablowych przez ściany muszą być dokładnie uszczelnione.

Technologie montażu elementów, które naruszają konstrukcję przegród, należy konsultować z projektantami akustyki architektonicznej.

4. Akustyka wnętrz

4.1. Sale do zajęć indywidualnych

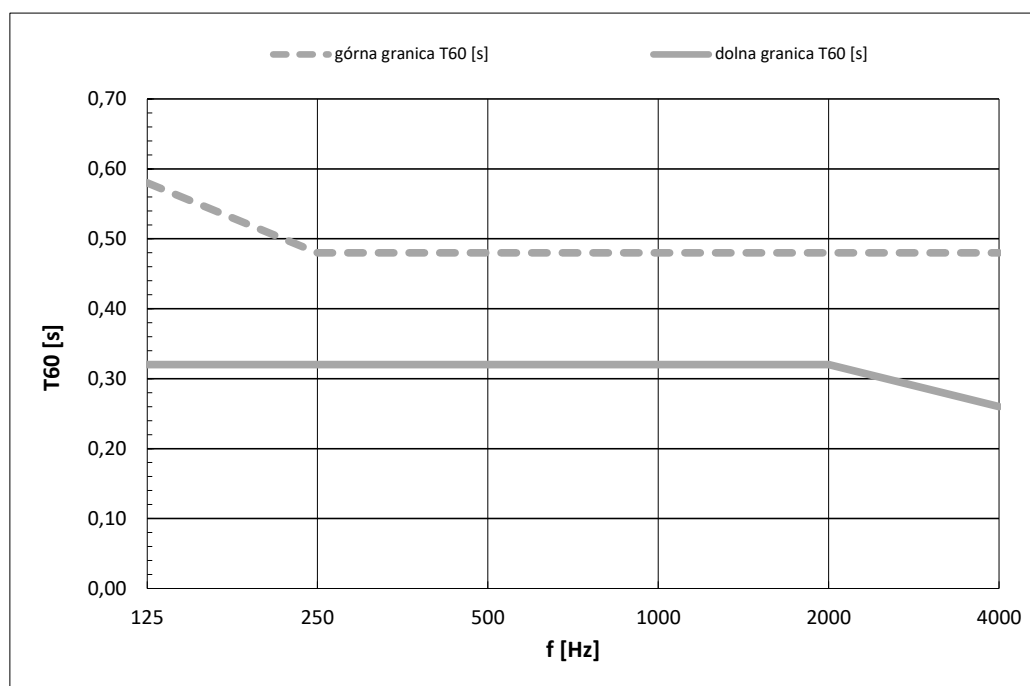
Salę zajęć indywidualnych przeznaczoną są przede wszystkim do prowadzenia lekcji lub samodzielnych ćwiczeń na różnych instrumentach. Sale mają zróżnicowaną kubaturę.

Powierzchnia użytkowa sali do ćwiczeń powinna wynosić co najmniej 5 m^2 w przypadku sal do gry indywidualnej na instrumencie. W przypadku sal do ćwiczeń na fortepianie lub sal przeznaczonych do ćwiczeń dla większej liczby osób, powierzchnia użytkowa powinna wynosić co najmniej 10 m^2 [21]. W obecnym układzie warunek wymaganej minimalnej powierzchni jest spełniony we wszystkich salach.

Wartość projektowa czasu pogłosu dla sal do zajęć indywidualnych wynosi $T_m = 0,4 \text{ s}$.

Wymagana wartość czasu pogłosu została osiągnięta poprzez odpowiedni dobór i rozmieszczenie materiałów oraz ustrojów dźwiękochłonnych. Żywość i naturalność brzmienia została uzyskana poprzez zastosowanie ustrojów rozpraszających dźwięk. Zaprojektowana adaptacja akustyczna zapewnia wyeliminowanie niekorzystnych zjawisk akustycznych, np. takich jak trzepoczące echo czy efekt filtru grzebieniowego.

Na poniższym rysunku przedstawiono wykres tolerancji czasu pogłosu dla wartości $T_m = 0,4 \text{ s}$.



Rys. 4.1. Wykres tolerancji czasu pogłosu dla sal do zajęć indywidualnych

Salę do zajęć indywidualnych zostały podzielone na trzy typy, w zależności od rodzaju i ilości zastosowanej adaptacji akustycznej. Pomieszczenia w każdym z typów należy wykończyć zgodnie ze schematem rozmieszczenia adaptacji akustycznej, przedstawionym na odpowiednich rysunkach, zgodnie z Tab. 0.1:

- typ I – sale o powierzchni od 10 do 20 m^2 :
 - a. sala 403,
- typ II – sale o powierzchni od 20 do 40 m^2 :
 - a. sala 401.

4.1.1. Sale do zajęć indywidualnych – typ I

Zastosowanie nierównoległych ścian w salach zapobiega powstawaniu niekorzystnego rozkładu modów akustycznych w pomieszczeniu. Projekt adaptacji akustycznej został wykonany na przykładzie sali 404. Pozostałe sale tego typu należy wykonać analogicznie.

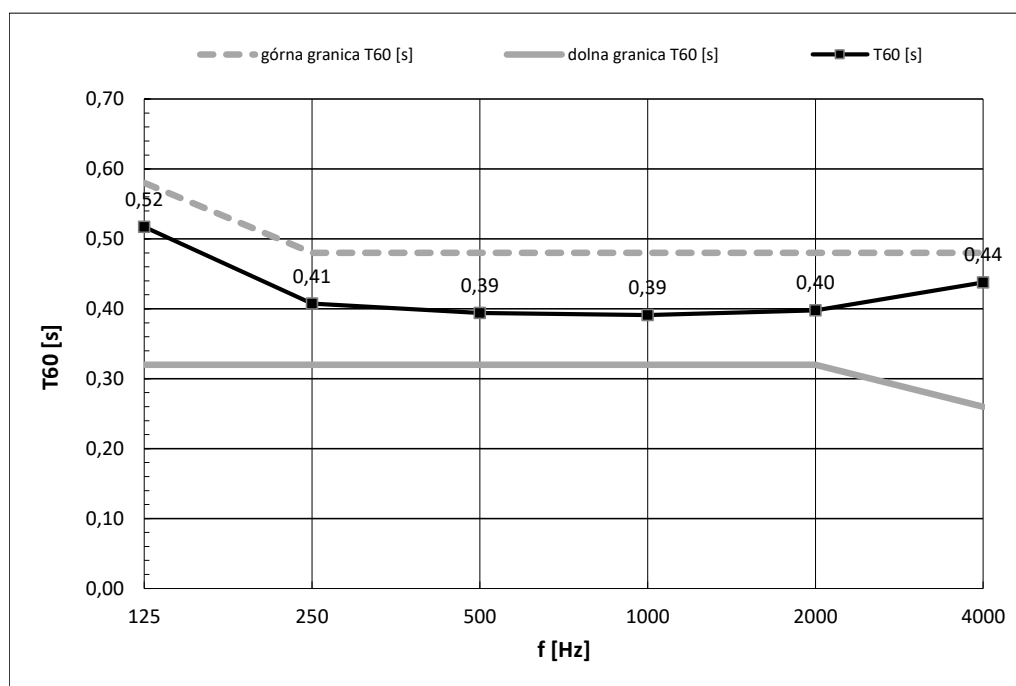
- typ I – sale o powierzchni od 10 do 20 m²:
 - a. sala 403.

Sposób rozmieszczenia adaptacji akustycznej pokazano na rysunku Etap_II_V_VI_AW01.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie adaptacji akustycznej w salach typu I.

Tab. 4.1. Zastosowane materiały – sale do zajęć indywidualnych na przykładzie sali nr 404 – typ I.

Wartości współczynników pochłaniania								
Materiał	S [m ²]		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Drzwi drewniane	1,85	α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Okno	4,83		0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Tynk na murze	24,91		0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Płyta gipsowo-włóknowa	20,04		0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Wykładzina PCV	15,21		0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
UPRF03	9,60		0,61	0,73	0,58	0,58	0,44	0,31
UP01	2,94		0,20	0,70	0,99	0,99	0,99	0,99
URB1	5,76		0,60	0,99	0,99	0,80	0,65	0,45



Rys. 4.2. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu I

4.1.2. Sale do zajęć indywidualnych – typ II

Zastosowanie nierównoległych ścian w salach zapobiega powstawaniu niekorzystnego rozkładu modów akustycznych w pomieszczeniu. Projekt adaptacji akustycznej został wykonany dla sali 207. Pozostałe sale tego typu należy wykonać analogicznie.

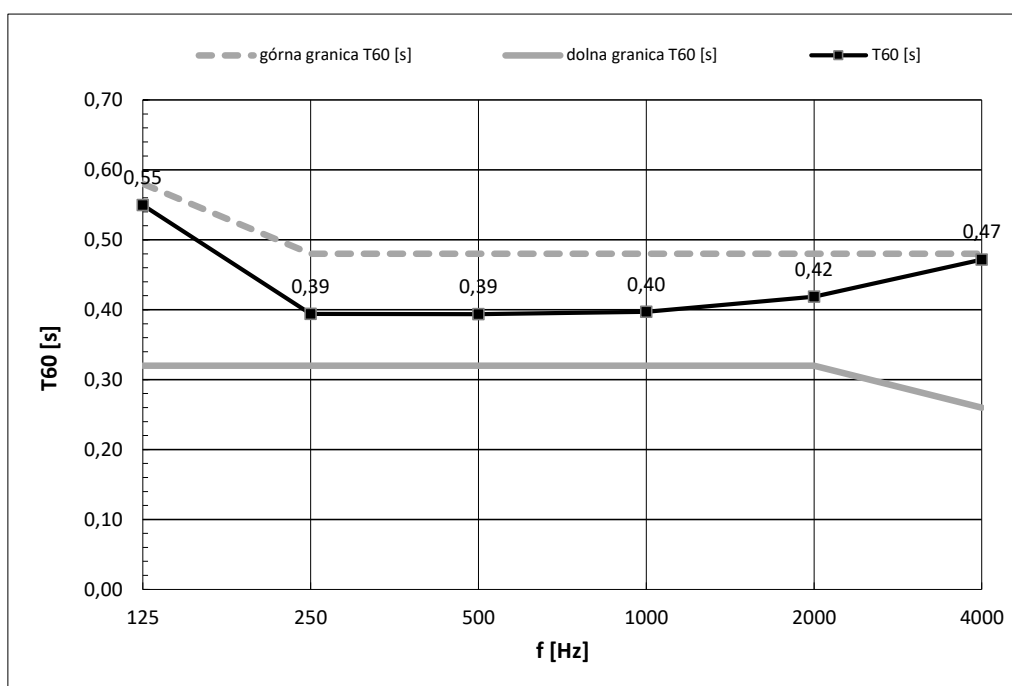
- typ II – sale o powierzchni od 20 do 40 m²:
 - a. sala 401.

Sposób rozmieszczenia adaptacji akustycznej pokazano na rysunku AW02E5.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie adaptacji akustycznej w salach typu II.

Tab. 4.2. Zastosowane materiały – sale do zajęć indywidualnych na przykładzie sali nr 207 – typ II

Wartości współczynników pochłaniania								
Materiał	S [m ²]		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Drzwi drewniane	1,84	α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Okno	7,98		0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Tynk na murze	32,70		0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Płyta gipsowo-włóknowa	18,11		0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Wykładzina PCV	26,81		0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
UPRF03	20,22		0,61	0,73	0,58	0,58	0,44	0,31
UP01	8,82		0,20	0,70	0,99	0,99	0,99	0,99
URB01	5,76		0,60	0,99	0,99	0,80	0,65	0,45

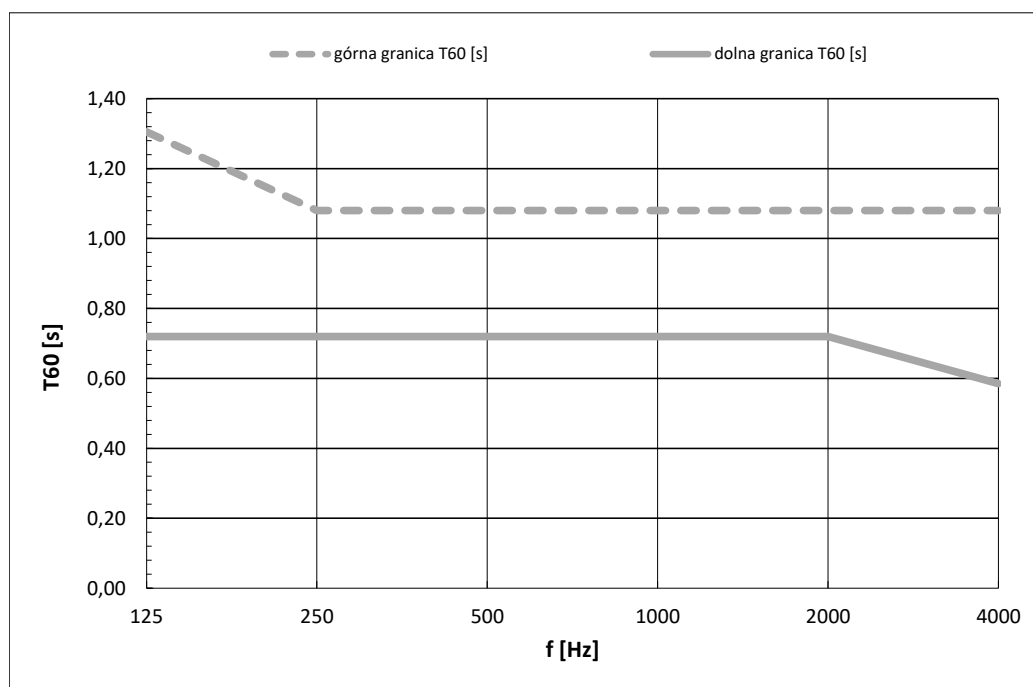


Rys. 4.3. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu II

4.2. Sala organowa

Ze względu na ograniczoną kubaturę, nie ma możliwości osiągnięcia w pomieszczeniu zalecanego wysokiego czasu pogłosu takiego jak dla muzyki organowej. Została więc przyjęta wartość czasu pogłosu jak dla typowej sali prób o zbliżonej kubaturze, czyli $T_m = 0,9$ s.

Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki czasu pogłosu względem wartości zalecanej przedstawiono na poniższym rysunku.



Rys. 4.4. Wykres tolerancji czasu pogłosu dla sali organowej

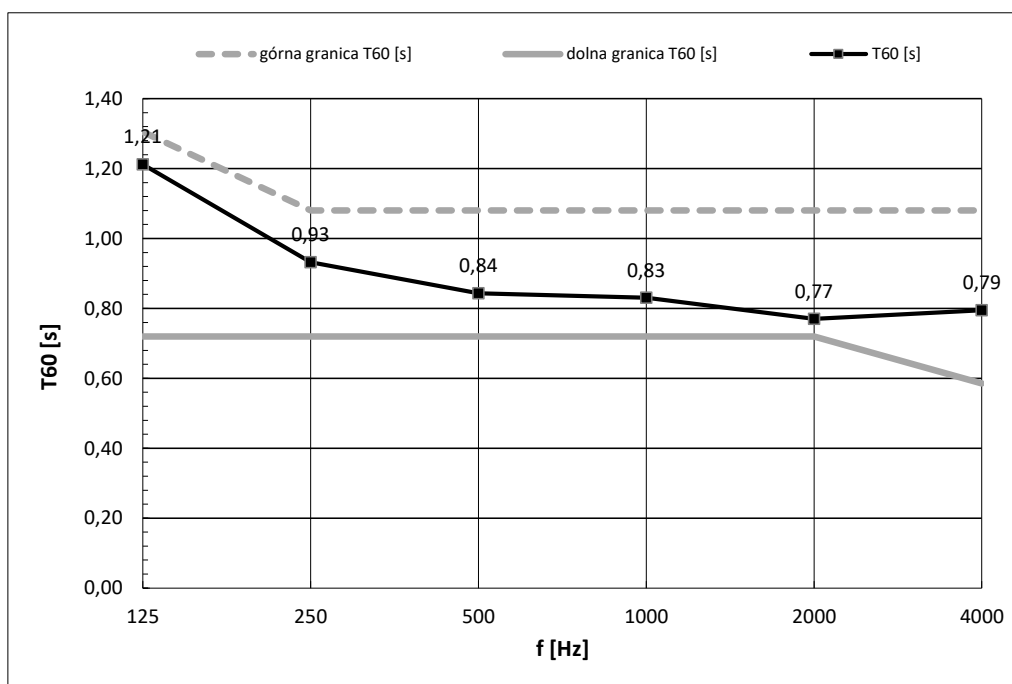
Zastosowanie nierównoległych ścian w sali zapobiega powstawaniu niekorzystnego rozkładu modów akustycznych w pomieszczeniu.

Sposób rozmieszczenia adaptacji akustycznej pokazano na rysunku Etap_II_V_VI_AW03.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie adaptacji akustycznej w sali organowej.

Tab. 4.3. Zastosowane materiały – sala organowa

Wartości współczynników pochłaniania								
Materiał	S [m ²]		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Drzwi drewniane	2,66	α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Okno	17,39		0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Tynk na murze	64,27		0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Płyta gipsowo-włóknowa	41,84		0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Wykładzina PCV	49,04		0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
UP03	7,20		0,25	0,80	0,95	0,95	0,99	0,99
URB01	8,64		0,60	0,99	0,99	0,80	0,65	0,45



Rys. 4.5. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w sali organowej

4.3. Biblioteka

W pomieszczeniach czytelnicy oraz pomieszczeń księgozbiorów z wolnym dostępem w bibliotekach, czas pogłosu powinien być mniejszy niż $T_{\max} = 0,6$ s [8]. Podana wartość dotyczy pomieszczenia wykończonego, umeblowanego i wyposażonego w sposób typowy dla przeznaczenia, łącznie z ruchomymi meblami i wyposażeniem, bez obecności ludzi.

Podana wartość czasu pogłosu dotyczy pasm oktaowych w przedziale 250 – 4 000 Hz. W paśmie częstotliwości 125 Hz wartość maksymalnego czasu pogłosu może być o 20% większa [8].

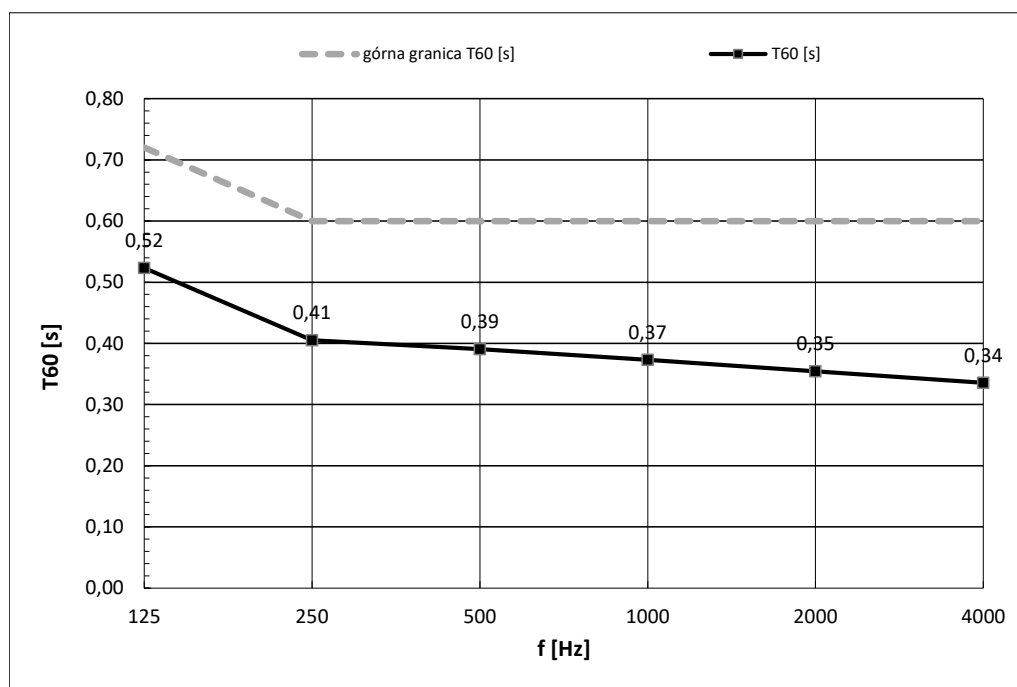
W tego typu przestrzeniach należy stosować materiały dźwiękochłonne o klasie A pochłaniania dźwięku. Materiałami dźwiękochłonnymi planuje się pokryć cały sufit i część ścian bocznych.

Przewidziane jest stosowanie sufitu podwieszanego UP04 na całej powierzchni sufitu. Dodatkowo na ścianach przewiduje się stosowanie pasa ustroju UP02 od wysokości 2,25 m do sufitu.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie adaptacji akustycznej w bibliotece.

Tab. 4.4. Zastosowane materiały – biblioteka

Wartości współczynników pochłaniania								
Materiał	S [m²]		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Drzwi drewniane	2,66	α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Okno	17,93		0,15	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Tynk na murze	64,25		0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Płyta gipsowo-włóknowa	30,39		0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Wykładzina PCV	61,55		0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
UP04	61,55		0,50	0,85	0,90	0,99	0,99	0,99
UP02	19,21		0,70	0,99	0,99	0,95	0,90	0,90



Rys. 4.6. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w bibliotece

4.4. Przestrzeń biurowe

Zgodnie z normą [6] w przestrzeniach biurowych wymagane jest uzyskanie chłonności akustycznej wynoszącej $1,1 \times$ powierzchnia podłogi.

W tego typu przestrzeniach należy stosować materiały dźwiękochłonne o klasie A pochłaniania dźwięku.

Materiałami dźwiękochłonnymi zostanie pokryty cały sufit w pomieszczeniu. Przewidziane jest stosowanie sufitu podwieszanego UP04 na całej jego powierzchni.

4.5. Przestrzeń komunikacyjne

Przestrzeń komunikacyjne łączące wszystkie grupy pomieszczeń pełnią rolę nie tylko łączników, ale także często miejsc spotkań i wypoczynku.

W tego typu przestrzeniach należy stosować materiały dźwiękochłonne o klasie A pochłaniania dźwięku. Materiałami dźwiękochłonnymi należy pokryć cały sufit.

Skrócenie czasu pogłosu w przestrzeniach komunikacyjnych ograniczy hałas pogłosowy. Ograniczenie hałasu pogłosowego w pomieszczeniach zmniejsza ogólny poziom hałasu w pomieszczeniu, w tym wywołany przez jego użytkowników [8].

Na klatkach schodowych wymagane jest stosowanie materiałów pochłaniających dźwięk w ilości $0,4 \times$ powierzchnia rzutu na każdej kondygnacji.

Przewidziane jest stosowanie na całej powierzchni sufitu podwieszanego UP04.

5. Specyfikacja techniczna adaptacji akustycznej

W niniejszym rozdziale przedstawiono rozwiązania projektowe dotyczące akustyki wnętrz. Zamawiający nie oczekuje dostarczenia badań współczynników pochłaniania oraz rozpraszania dźwięku dla poszczególnych elementów adaptacji akustycznej. Wartości przedstawione w poniższych tabelach są wartościami obliczeniowymi.

5.1. Ustroje perforowane

Konstrukcja ustrojów perforowanych to rozwiązanie systemowe. Płyty perforowane należy z materiałów określonych w specyfikacji i wykończyć wg uzgodnień z Inwestorem.

Połączenia ramy z płytami oraz połączenia konstrukcji samej ramy powinny być szczelne.

Należy zachować wymaganą dokładność wykonania poszczególnych wymiarów ustrojów perforowanych:

- szerokość i wysokość pojedynczego panelu $\pm 1,0$ mm,
- średnica pojedynczego otworu dla perforacji $\pm 0,1$ mm,
- grubość płyty licowej $\pm 0,2$ mm

Tab. 5.1. Specyfikacja wymagań dla ustrojów perforowanych UPRF03

Przykładowy materiał:	Płyta gipsowo – kartonowa perforowana.					
Konstrukcja:	Płyta gipsowa perforowana o grubości 12,5 mm. Masa płyty: 9,6 kg/m². Średnica otworów: 8 mm i 12 mm. Otwory ułożone równomiernie, naprzemiennie w odstępach 25 mm pomiędzy środkami. Stopień perforacji 13,1%. Pustka powietrzna ok 400 mm.					
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku:						
f [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,60	0,75	0,60	0,60	0,45	0,30

5.2. Ustroje pochłaniające dźwięk

Ustroje pochłaniające dźwięk zostaną wykonane na bazie wełny mineralnej w postaci modułów o wymiarach określonych na rysunkach. Zaleca się użycie rozwiązań systemowych spełniających parametry określone w specyfikacji.

Tab. 5.2. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP01

Przykładowy materiał:	Płyty z wełny mineralnej.					
Konstrukcja:	Płyty z wełny mineralnej pokryte materiałem o niskiej gramaturze, zabezpieczającym przed pyleniem. Grubość wełny mineralnej: 40 mm. Gęstość wełny mineralnej > 70 kg/m³.					
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku:						
f [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,20	0,70	0,99	0,99	0,99	0,99

Tab. 5.3. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP02

Przykładowy materiał:	Płyty z wełny mineralnej.					
Konstrukcja:	Płyty z wełny mineralnej pokryte materiałem zabezpieczającym przed pyleniem o niskiej gramaturze, mocowane na podkonstrukcji drewnianej. Grubość wełny mineralnej: 100 mm. Gęstość wełny mineralnej > 70 kg/m³.					
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku:						
f [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,70	0,99	0,99	0,95	0,90	0,90

Tab. 5.4. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP03

Przykładowy materiał:	Płyty z wełny mineralnej.					
Konstrukcja:	Płyty z wełny mineralnej pokryte materiałem zabezpieczającym przed pyleniem klejone do sufitu. Grubość wełny mineralnej: 40 mm. Gęstość wełny mineralnej > 70 kg/m³.					
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku:						
f [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,25	0,80	0,95	0,95	0,99	0,99

Tab. 5.5. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP04

Przykładowy materiał:	Dźwiękochłonny systemowy sufit akustyczny.					
Konstrukcja:	Płyty z wełny mineralnej, front pokryty materiałem zabezpieczającym przed pyleniem. Grubość wełny mineralnej: 40 mm. Gęstość wełny mineralnej: ok 100 kg/m³. Pustka powietrzna, płyty zamocowane na podkonstrukcji systemowej. Przegroda.					
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku:						
f [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,40	0,85	0,85	0,90	0,99	0,99

5.3. Ustroje rozpraszające binarne

Tab. 5.6. Specyfikacja wymagań dla ustroju rozpraszającego binarnego URB01

Przykładowy materiał:	Płyta licowa wykonana z drewnopochodnej płyty impregnowanej przeciwogniowo.					
Konstrukcja:	Płyta licowa typu binary. Wełna mineralna 100 mm, gęstość 60 – 90 kg/m³.					
Wymagane wartości współczynników pochłaniania dźwięku:						
f [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
α (±10%)	0,60	0,99	0,99	0,80	0,65	0,45

6. Podsumowanie

W niniejszym opracowaniu przedstawiono projekt wykonawczy dotyczący ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wewnątrz dla zadania „Projekt remont / modernizacja / przebudowa budynku Państwowej Szkoły Muzycznej I i II st. im. M. Karłowicza w Katowicach – ETAP II, V, VI”

Dokumentacja zamieszczona w teczce składa się z:

- niniejszego opisu technicznego,
- rysunków wielkoformatowych,
- płyty CD z elektroniczną wersją dokumentacji projektowej.

Wszystkie rozwiązania przyjęte w projekcie są zgodne z wytycznymi przekazanymi zespołowi projektowemu. Wszystkie rozwiązania należy rozpatrywać z uwzględnieniem pozostałej dokumentacji branżowej, w szczególności projektu architektonicznego.

Opracowanie jest zgodne z postanowieniami umowy [1] oraz dokumentów związanych. W opracowaniu wykorzystano uzgodnienia poczynione z Inwestorem w trakcie procesu projektowego.

Opracowanie jest kompletne z uwagi na cel, jakiemu służy.