



PRACOWNIA AKUSTYCZNA

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 IV
Temat	Etap IV - 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 IV – 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_IV_AW01a – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach – typ I
 - 2) Etap_IV_AW01b – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w sali nr 407 (sala specjalna) – typ I
 - 3) Etap_IV_AW02 – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach – typ II
 - 4) Etap_IV_AW03 – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach – typ IV
 - 5) Etap_IV_AW04 – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach komputerowych
 - 6) Etap_IV_AW05 – Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach teoretycznych

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	13
1. Podstawa opracowania	15
1.1. Podstawa formalna	15
1.2. Podstawa merytoryczna.....	15
2. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu	17
2.1. Sale do zajęć indywidualnych	17
2.2. Sale komputerowe	17
2.3. Sale do zajęć teoretycznych	17
2.4. Przestrzenie komunikacyjne	17
2.5. Zagadnienia ogólne	18
3. Wytyczne dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej.....	19
3.1. Dopuszczalny poziom tła akustycznego.....	19
3.2. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych	20
3.3. Wymagana izolacyjność akustyczna stolarki drzwiowej	21
3.4. Struktury przegród budowlanych.....	22
3.5. Ogólne wytyczne dla instalacji elektrycznych i oświetleniowych dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej.....	23
3.6. Ogólne wytyczne dla instalacji wentylacyjnej dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej	23
3.7. Ogólne wytyczne dla pozostałych instalacji technicznych	24
3.8. Otwory na instalacje w przegrodach budowlanych.....	24
4. Akustyka wewnątrz.....	25
4.1. Sale do zajęć indywidualnych	25
4.1.1. Sale do zajęć indywidualnych – typ I.....	26
4.1.2. Sale do zajęć indywidualnych – typ II.....	27
4.1.3. Sale do testowania instrumentów – typ IV.....	28
4.2. Sale komputerowe	29
4.3. Sale do zajęć teoretycznych	30
4.4. Przestrzenie komunikacyjne	31

5.	Specyfikacja techniczna adaptacji akustycznej	33
5.1.	Ustroje perforowane.....	33
5.2.	Ustroje pochłaniające dźwięk.....	33
5.3.	Ustroje rozpraszające binarne.....	34
6.	Podsumowanie	35

Spis tabel w części opisowej

Tab. 0.1. Podział pomieszczeń ze względu na etapy	13
Tab. 3.1. Dopuszczalny poziom tła akustycznego wyrażony za pomocą krzywych oceny hałasu NR oraz równoważnego poziomu dźwięku A – dotyczy pomieszczeń z etapu IV	20
Tab. 3.2. Wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla krzywych oceny hałasu NR	20
Tab. 3.3 Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych pomiędzy pomieszczeniami	20
Tab. 3.4. Zalecana minimalna izolacyjność akustyczna stolarki drzwiowej.....	21
Tab. 3.5. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w salach do zajęć indywidualnych.....	22
Tab. 3.6. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w salach komputerowych	22
Tab. 3.7. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w salach do zajęć teoretycznych.....	22
Tab. 3.8. Specyfikacja techniczna podłogi pływającej w przestrzeniach komunikacji	22
Tab. 3.9. Specyfikacja techniczna nowoprojektowanych pionowych przegród budowlanych.....	23
Tab. 4.1. Zastosowane materiały – sale do zajęć indywidualnych na przykładzie sali nr 404 – typ I	26
Tab. 4.2. Zastosowane materiały – sale do zajęć indywidualnych na przykładzie sali nr 207– typ II	27
Tab. 4.3. Zastosowane materiały – sale do testowania instrumentów na przykładzie sali nr 422 – typ IV	28
Tab. 4.4. Zastosowane materiały – sale komputerowe.....	29
Tab. 4.5. Zastosowane materiały – sale teoretyczne.....	30
Tab. 5.1, Specyfikacja wymagań dla ustrojów perforowanych UPRF03	33
Tab. 5.2. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP01	33
Tab. 5.3. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP02	34
Tab. 5.4. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP03	34
Tab. 5.5. Specyfikacja wymagań dla ustroju pochłaniającego UP04	34
Tab. 5.6. Specyfikacja wymagań dla ustroju rozpraszającego binarnego URB01	34

Spis rysunków w części opisowej

Rys. 4.1. Wykres tolerancji czasu pogłosu dla sal do zajęć indywidualnych	25
Rys. 4.2. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu I	27
Rys. 4.3. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu II	28
Rys. 4.4. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu IV	29
Rys. 4.5. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach komputerowych.....	30
Rys. 4.6. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach teoretycznych.....	31

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 – 423	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 IV i obejmuje przebudowę północnej części 3 piętra (część dydaktyczna) oraz 4 piętra (część dydaktyczna) z wyłączeniem klatek schodowych oraz południowej części 4 piętra.

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. Sale komputerowe

Sale komputerowe przeznaczone są do prowadzenia zajęć w grupach z wykorzystaniem stanowisk komputerowych.

2.3. Sale do zajęć teoretycznych

Sale do zajęć teoretycznych przeznaczone są do prowadzenia lekcji w grupach. Sale mają zróżnicowaną kubaturę i kształt.

2.4. Przestrzenie komunikacyjne

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

2.5. 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,
 - sale komputerowe,
 - sale do zajęć teoretycznych.
- 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 bezpośrednie 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 IV

Pomieszczenie	Dopuszczalne całkowite tło akustyczne	Dopuszczalny łączny hałas od klimatyzacji, wentylacji i wyposażenia technicznego
Sale do zajęć indywidualnych	NR 25 (35 dB A)	NR 20 (30 dB A)
Sale komputerowe	NR 30 (40 dB A)	NR 25 (35 dB A)
Sale do zajęć teoretycznych	NR 30 (40 dB A)	NR 25 (35 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
NR30 [dB]	59,2	48,1	39,9	34,0	30,0	26,9	24,7	22,9

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 jednolicebowy 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	–	–
	Komunikacja	≥ 50	–	–

Sale do zajęć indywidualnych	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 salach komputerowych

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 salach do zajęć teoretycznych

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 podłogi pływającej w przestrzeniach komunikacji

Specyfikacja techniczna podłogi pływającej	≥ 155 mm
Wykończenie podłogi – wykładzina PCV	-
Pyta gipsowo-włóknowa	10 mm

3. Wytyczne dotyczące ochrony przeciwdźwiękowej

Pyta gipsowo-włóknowa	2 × 12,5 mm
Podłogowa wełna mineralna	40 mm
Płyta stropowa	≥ 80 mm
Uwagi: <ul style="list-style-type: none">– Wykończenie podłogi oraz warstwy płyt gipsowo-włóknowych dylatowane po obwodzie pomieszczenia.– Dylatacja wypełniona wełną mineralną o wysokiej gęstości i grubości ok 1 cm.	

Tab. 3.9. 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">– Oplątowanie 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

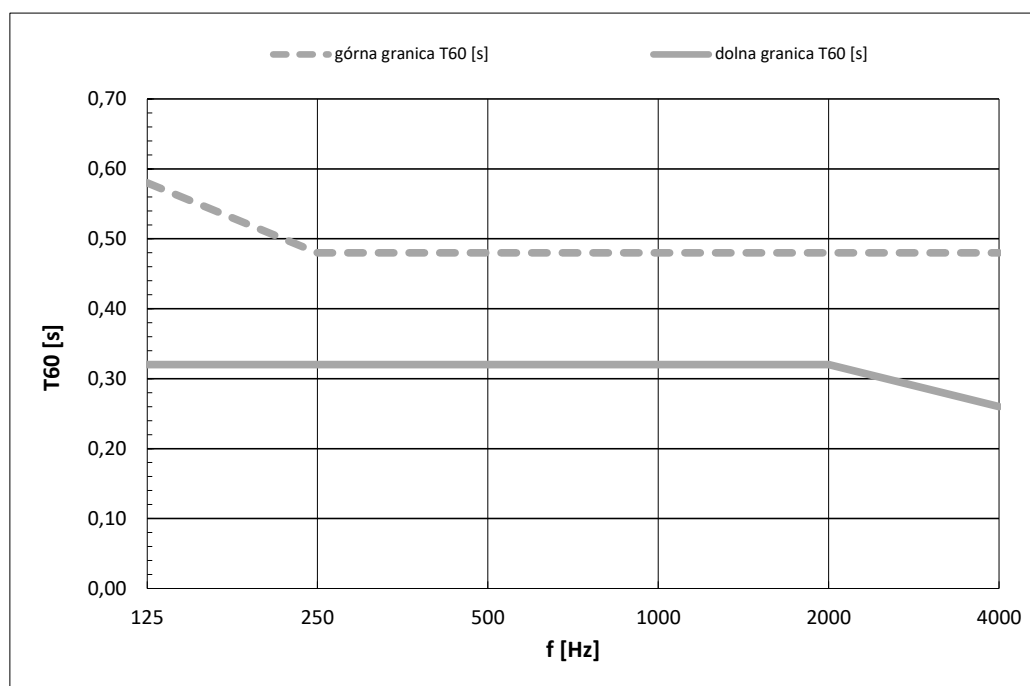
Salę zajęć indywidualnych przeznaczoną są przede wszystkim do prowadzenia lekcji lub samodzielnych ćwiczeń na różnych instrumentach. Sale mają zróżnicowaną kubaturę.

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 305,
 - b. sale 308, 308A,
 - c. sale 404 – 406,
 - d. sala 407 (zastosowano oddzielny wariant adaptacji akustycznej),
 - e. sale 408 – 417,

- typ II – sale o powierzchni od 20 do 40 m²:
 - a. sala 309,
 - b. sala 418,
- typ IV – sale do testowania instrumentów o powierzchni < 10 m²:
 - a. sale 420 – 423.

4.1.1. Sale do zajęć indywidualnych – typ I

Zastosowanie nierównoległych ścian w salach zapobiega powstawaniu modów akustycznych pomieszczenia. 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 305,
 - b. sale 308, 308A,
 - c. sale 404 – 406,
 - d. sala 407 (zastosowano oddzielny wariant adaptacji akustycznej),
 - e. sale 408 – 417.

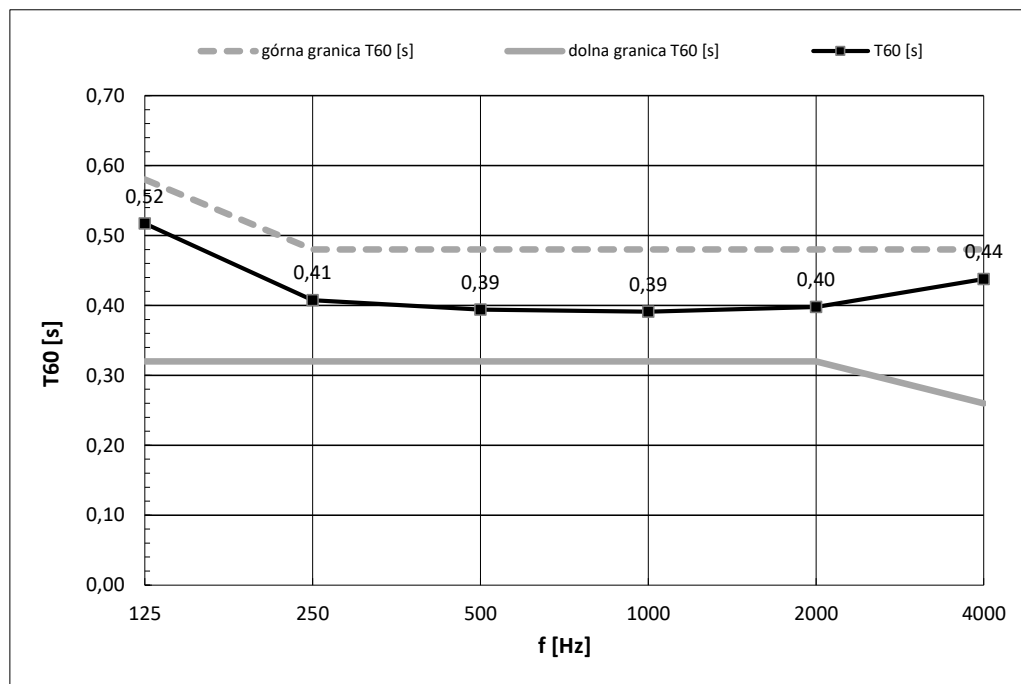
Sposób rozmieszczenia adaptacji akustycznej pokazano na rysunku Etap_IV_AW01a.

Sala nr 407 należy do sal do zajęć indywidualnych typu I, jednak wymaga innego rozmieszczenia adaptacji akustycznej, ze względu na obecność specjalnego wyposażenia. Sposób rozmieszczenia adaptacji w tej sali pokazano na rysunku Etap_IV_AW01b.

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
Linoleum	15,21		0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	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 modów akustycznych pomieszczenia. Projekt adaptacji akustycznej został wykonany na przykładzie sali 207. Pozostałe sale tego typu należy wykonać analogicznie.

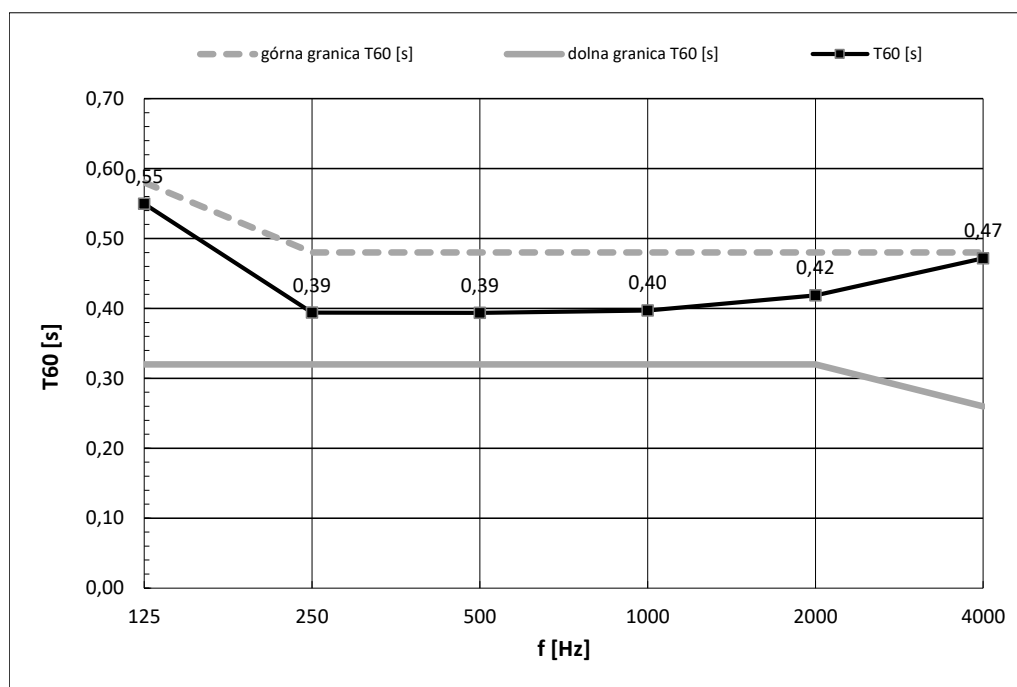
- typ II – sale o powierzchni od 20 do 40 m²:
 - a. sala 309,
 - b. sala 418.

Sposób rozmieszczenia adaptacji akustycznej pokazano na rysunku Etap_IV_AW02.

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
Linoleum	26,81		0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	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

4.1.3. Sale do testowania instrumentów – typ IV

Zastosowanie nierównoległych ścian w salach zapobiega powstawaniu modów akustycznych pomieszczenia. Projekt adaptacji akustycznej został wykonany na przykładzie sali 422. Pozostałe sale tego typu należy wykonać analogicznie.

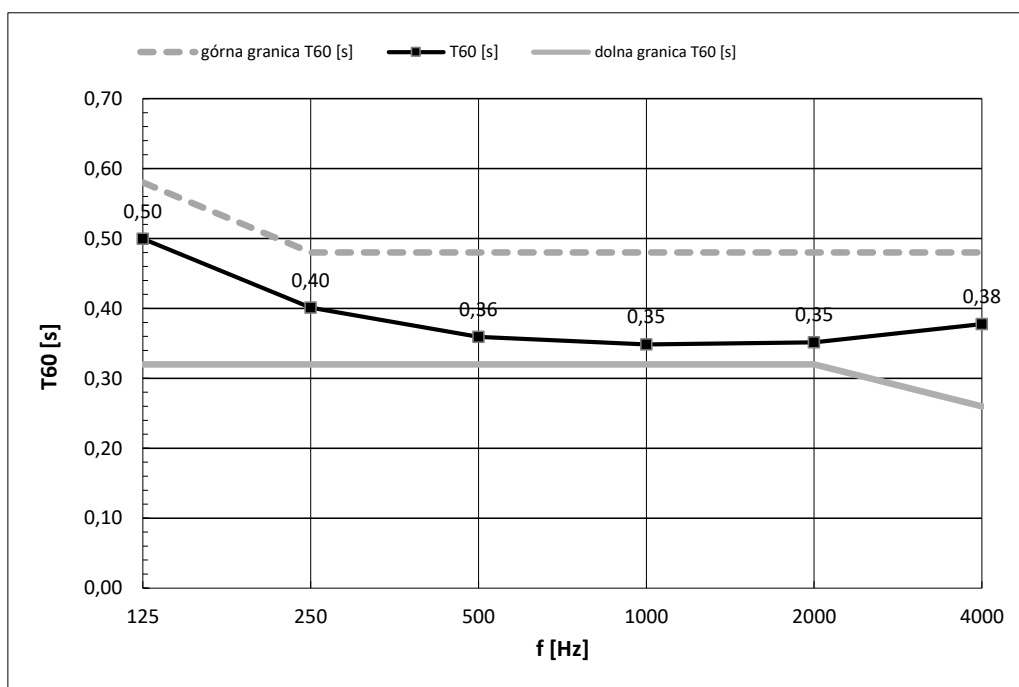
- typ IV – sale do testowania instrumentów o powierzchni < 10 m²:
 - a. sale 420 – 423.

Sposób rozmieszczenia adaptacji akustycznej pokazano na rysunku Etap_IV_AW03.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie adaptacji akustycznej w salach typu IV.

Tab. 4.3. Zastosowane materiały – sale do testowania instrumentów na przykładzie sali nr 422 – typ IV

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
Tynk na murze	10,81		0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Płyta gipsowo-włóknowa	26,52		0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Linoleum	9,84		0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	0,05
UPRF03	7,20		0,61	0,73	0,58	0,58	0,44	0,31
UP01	2,88		0,20	0,70	0,99	0,99	0,99	0,99
URB01	2,88		0,60	0,99	0,99	0,80	0,65	0,45



Rys. 4.4. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach typu IV

4.2. Sale komputerowe

Sal komputerowe przeznaczone są do prowadzenia zajęć w grupach z wykorzystaniem stanowisk komputerowych.

Wartość projektowa czasu pogłosu dla sal do zajęć przedmiotowych wynosi $T_m = 0,5$ s [8]. Podana wartość czasu pogłosu odnosi się do pomieszczenia wykończonego, umeblowanego zgodnie z jego przeznaczeniem lecz 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].

Odpowiednio dobrane i rozmieszczone materiały dźwiękochłonne pozwalają na poprawę warunków akustycznych w pomieszczeniach i umożliwiają uzyskanie co najmniej dobrej zrozumiałości mowy.

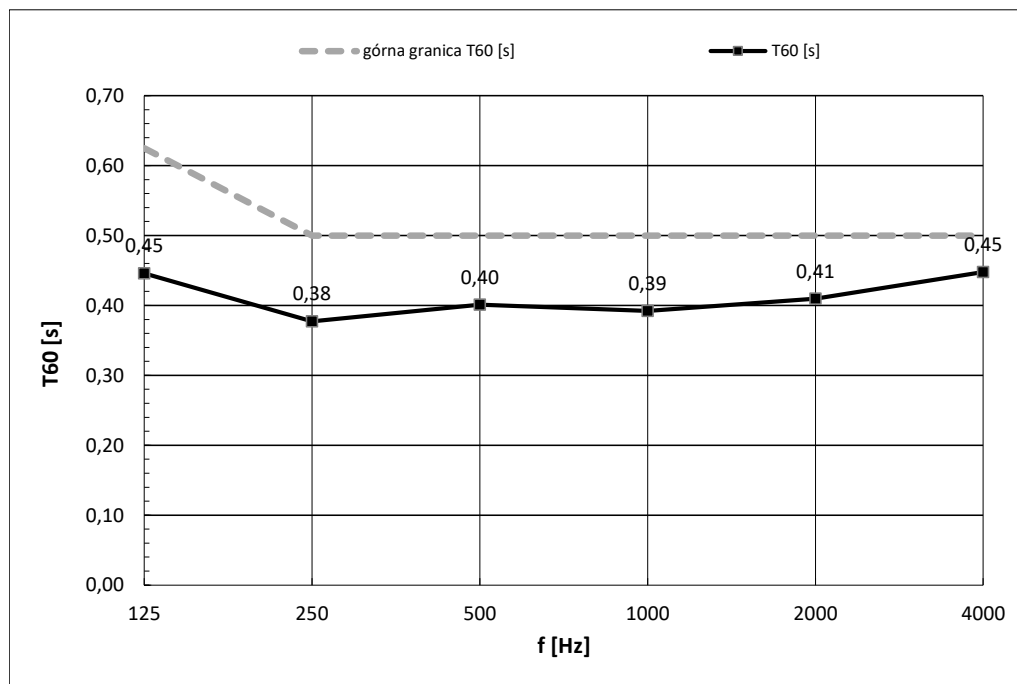
Zakres etapu IV prac budowlanych, dotyczy sal komputerowych nr 310 i 419.

Przewidziane jest wykonanie sufitu pochłaniającego zgodnie ze specyfikacją UPRF03 oraz pasa ustroju pochłaniającego UP02. Rozmieszczenie adaptacji akustycznej zostało przedstawione na rysunku Etap_IV_AW04.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie adaptacji akustycznej w salach komputerowych.

Tab. 4.4. Zastosowane materiały – sale komputerowe

Wartości współczynników pochłaniania								
Materiał	S [m²]		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
Tynk na murze	42,27		0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Płyta gipsowo-włóknowa	17,18		0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Linoleum	38,51		0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	0,05
UPRF03	28,80		0,61	0,73	0,58	0,58	0,44	0,31
UP02	15,37		0,20	0,70	0,99	0,99	0,99	0,99



Rys. 4.5. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach komputerowych

4.3. Sale do zajęć teoretycznych

Sal do zajęć teoretycznych przeznaczone są do prowadzenia lekcji w grupach. Sale mają zróżnicowaną kubaturę.

Wartość projektowa czasu pogłosu dla sal do zajęć przedmiotowych wynosi $T_m = 0,5$ s [8]. Podana wartość czasu pogłosu odnosi się do pomieszczenia wykończonego, umeblowanego zgodnie z jego przeznaczeniem lecz 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].

Odpowiednio dobrane i rozmieszczone materiały dźwiękochłonne pozwalają na poprawę warunków akustycznych w pomieszczeniach i umożliwiają uzyskanie co najmniej dobrej zrozumiałości mowy.

Zakres etapu IV prac budowlanych, dotyczy sal zajęć teoretycznych nr 306 i 307.

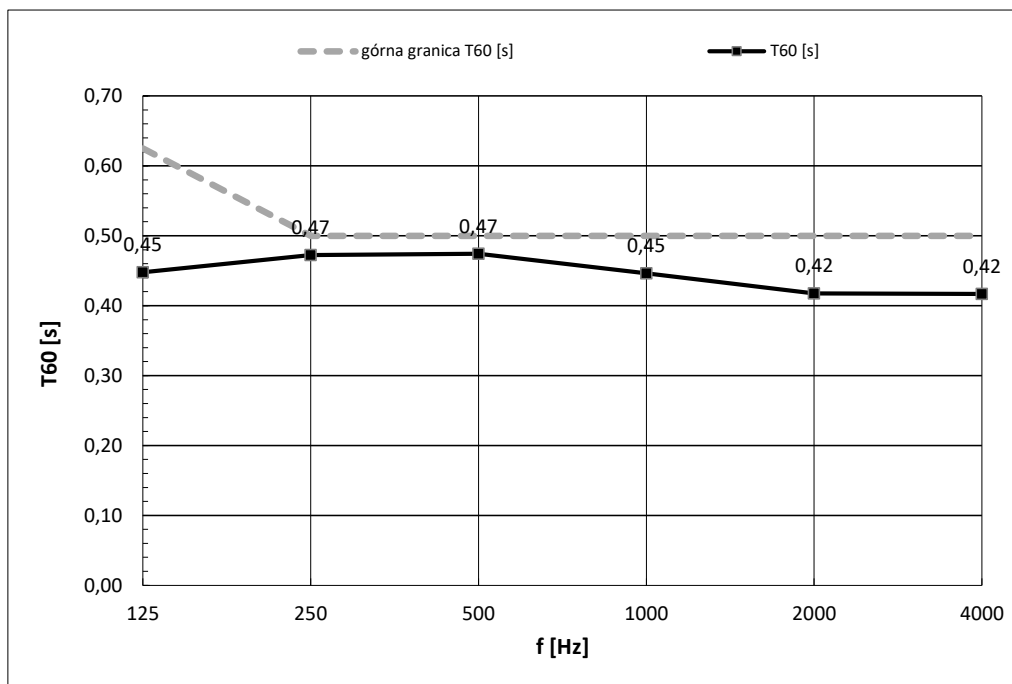
Przewidziane jest wykonanie sufitu pochłaniającego zgodnie ze specyfikacją UPRF03 oraz pasa ustroju pochłaniającego UP02. Rozmieszczenie adaptacji akustycznej zostało przedstawione na rysunku Etap_IV_AW05.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie adaptacji akustycznej w salach teoretycznych.

Tab. 4.5. Zastosowane materiały – sale teoretyczne

Wartości współczynników pochłaniania								
Materiał	S [m ²]		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Drzwi drewniane	2,38	α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Tynk na murze	21,33		0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Płyta gipsowo-włóknowa	41,16		0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Linoleum	30,52		0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	0,05

UPRF03	19,20		0,61	0,73	0,58	0,58	0,44	0,31
UP02	6,76		0,20	0,70	0,99	0,99	0,99	0,99



Rys. 4.6. Wyznaczona obliczeniowo charakterystyka częstotliwościowa czasu pogłosu w salach teoretycznych

4.4. 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].

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 wykonać 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%)	0,05	0,90	0,90	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 IV”

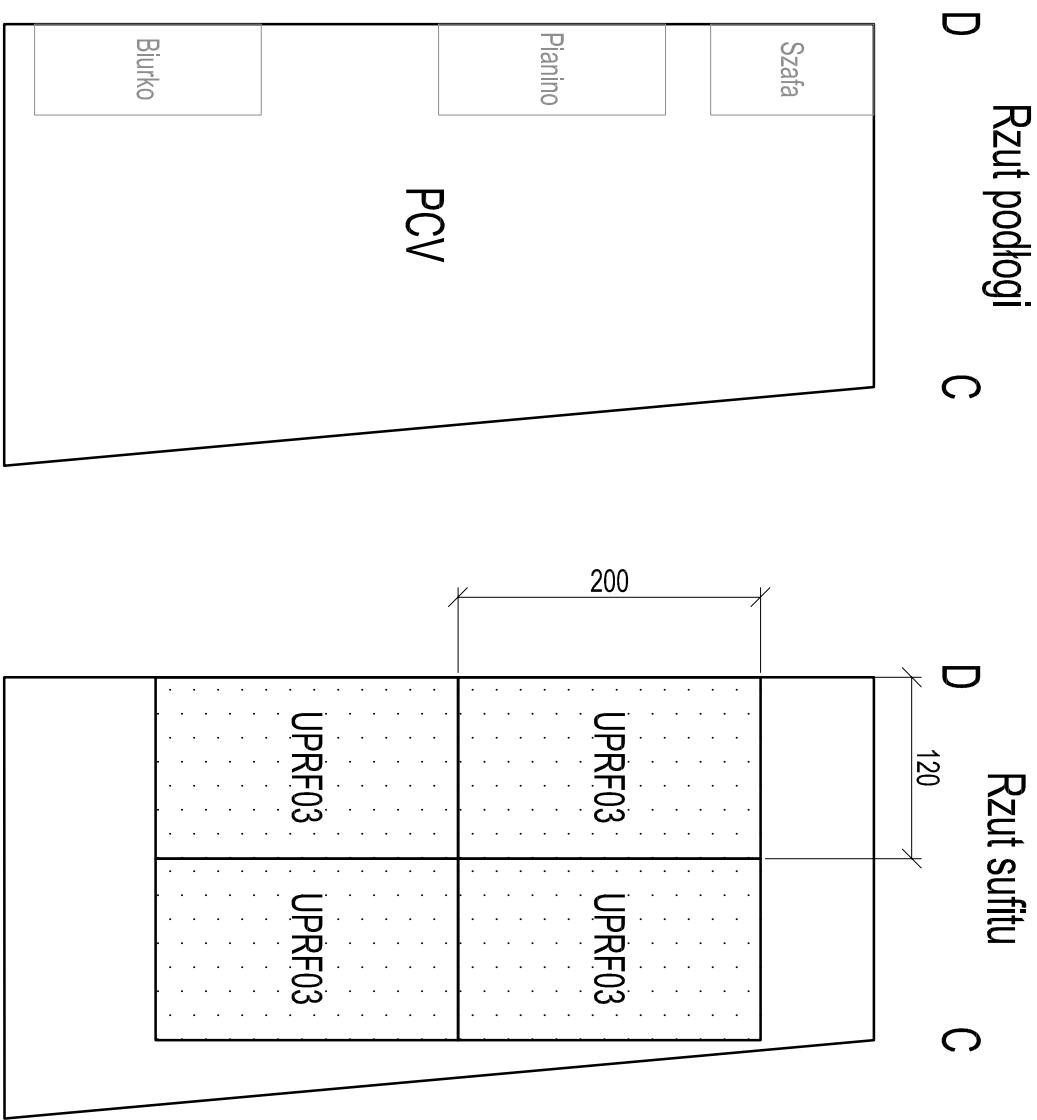
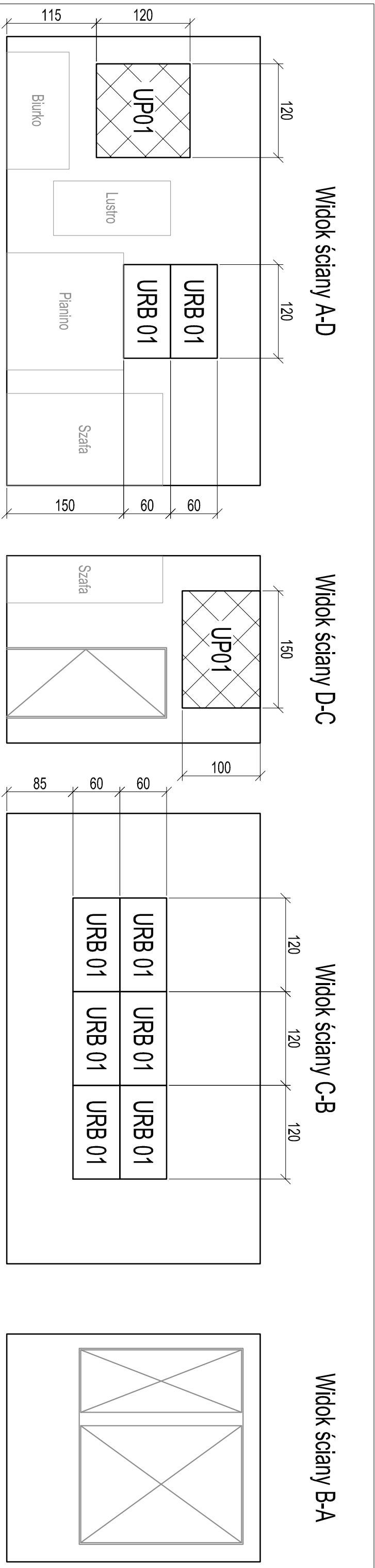
Dokumentacja zamieszczona w teczce składa się z:

- 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.

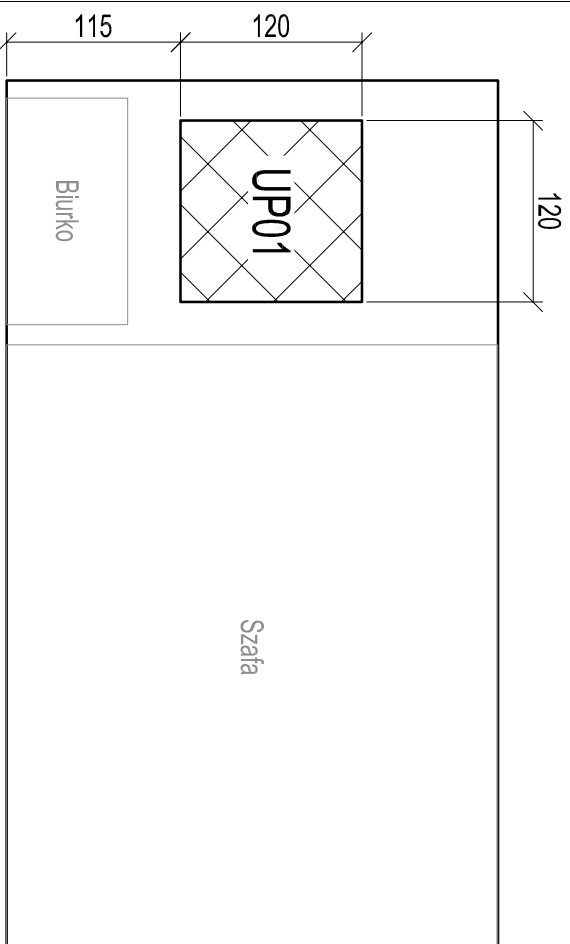


Typ I
Sala 305
Sale 308, 308A
Sale 404 - 406
Sale 408 - 417

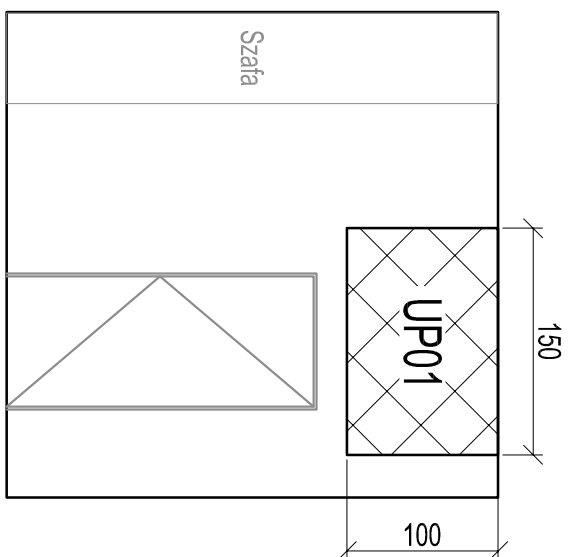
PRAACOWNIA		AKUSTYCZNA		inwestor Państwowa Szkoła Muzyczna I i II st. im. Mieczysława Karłowicza w Katowicach		
pracownia@akustyczna.pl www.akustyczna.pl		projekt ETAP IV - projekt modernizacji sali kameralnej i sal dydaktycznych w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wnętrza				
główny projektant	dr inż. Piotr Z. KOZŁOWSKI	<i>PK</i>			ETAP IV AW01a	
projektant prowadzący	mgr inż. Mikołaj PAWELEC	<i>Mawlec</i>	tytuł Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach - typ I.			
zespół projektowy	inż. Michał SZCZEPAŃSKI	<i>MŚ</i>	zlecenie ZL 303		format ISO A3	
			branża Akustyka wnętrz		data 2020 - 05 - 29	
sprawdzenie	mgr inż. Bartosz ZAWIELA	<i>Zawiel</i>	jedycja v.01	skala 1:50		
koncepcja	<input type="checkbox"/>	budowlany	<input type="checkbox"/>	przetargowy	<input type="checkbox"/>	wykonawczy <input checked="" type="checkbox"/>

Przejdnięć niniejszy rysunek firma wykonawcza akceptuje przedstawione na nim rozwiązania. Zapisy namieszone ręcznie mają pierwszeństwo nad drukowanymi. Wykonawca zobowiązuje się do sprawdzenia na własną odpowiedzialność wszystkich wymiarów i wyliczeń dotyczących swojego zlecenia przed przystąpieniem do robót. O rozbieżnościach z narzysowanymi lub pisemnie uzgodnionymi wyliczeniami należy niezwłocznie powiadomić projektanta lub kierownika budowy. Przed przystąpieniem do robót należy przedłożyć projektantowi do zatwierdzenia aktualne rysunki warsztatowe. Niniejszy rysunek oraz jego zawartość stanowi własność intelektualną Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. Pojekt jest chroniony prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 04.02.1994 "O prawie autorstwie i prawach pokrewnych". Każdorazowe użycie, upublicznienie, powołanie lub przekazywanie stronom trzecim wymaga pisemnej zgody Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. Do czasu uregulowania pełnego wynagrodzenia Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. jest ona jedynym właścicielem wszelkich praw autorskich oraz praw do wykorzystania niniejszej dokumentacji.

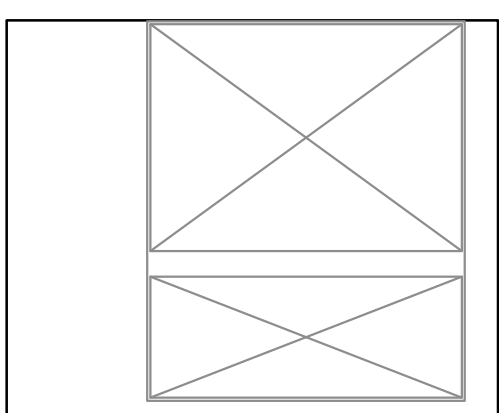
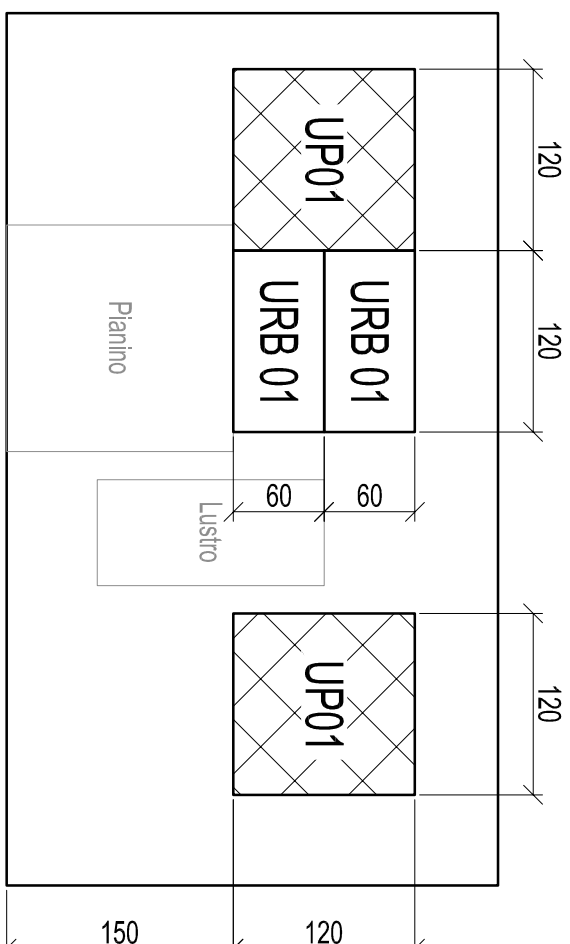
Widok ściany A-D



Widok ściany D-C

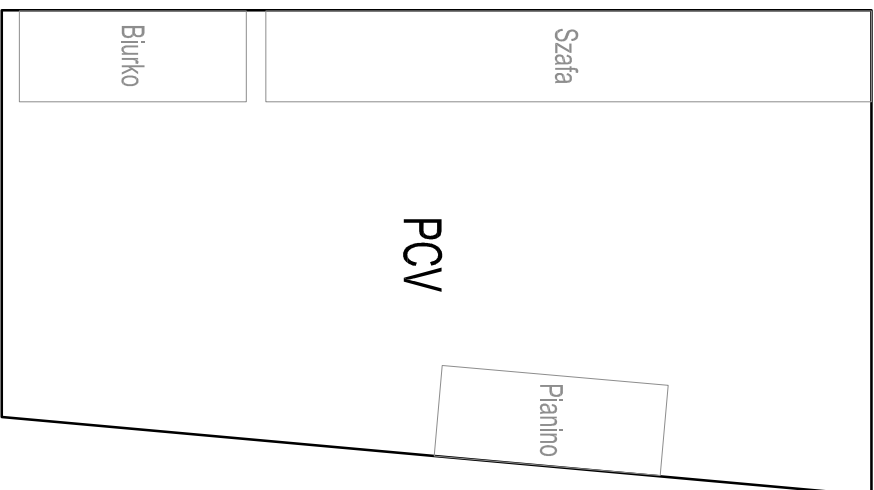


Widok ściany C-B

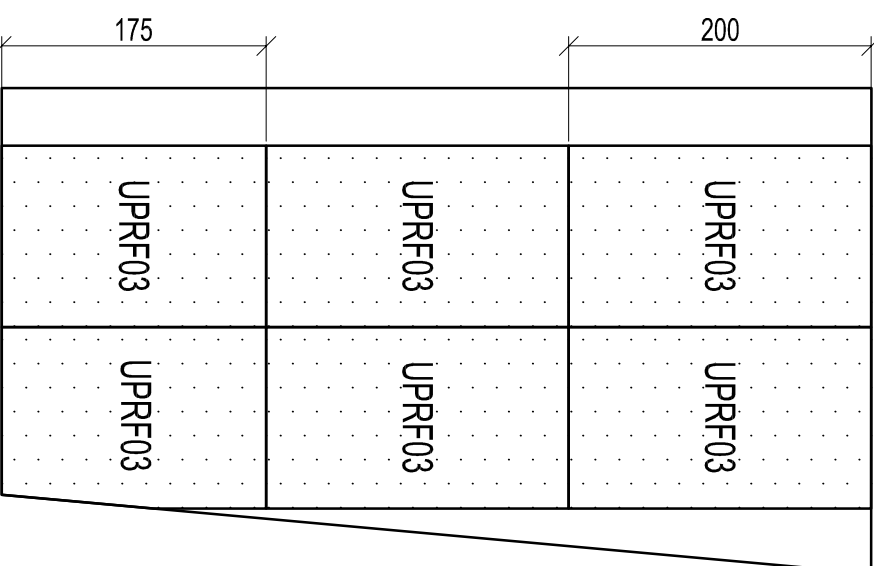


Widok ściany B-A



Rzut podłogi



Rzut sufitu

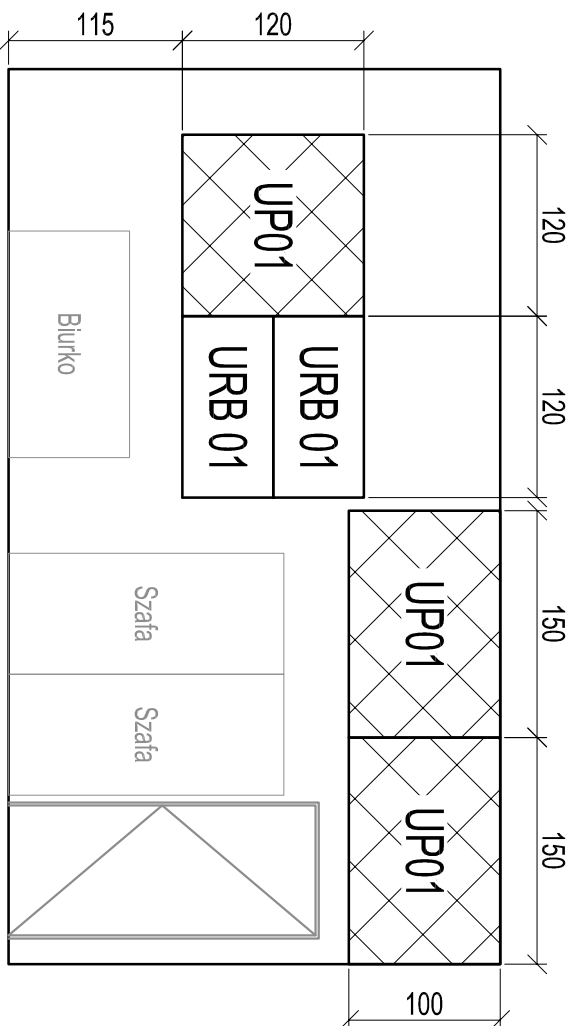


Typ I
Sala 407

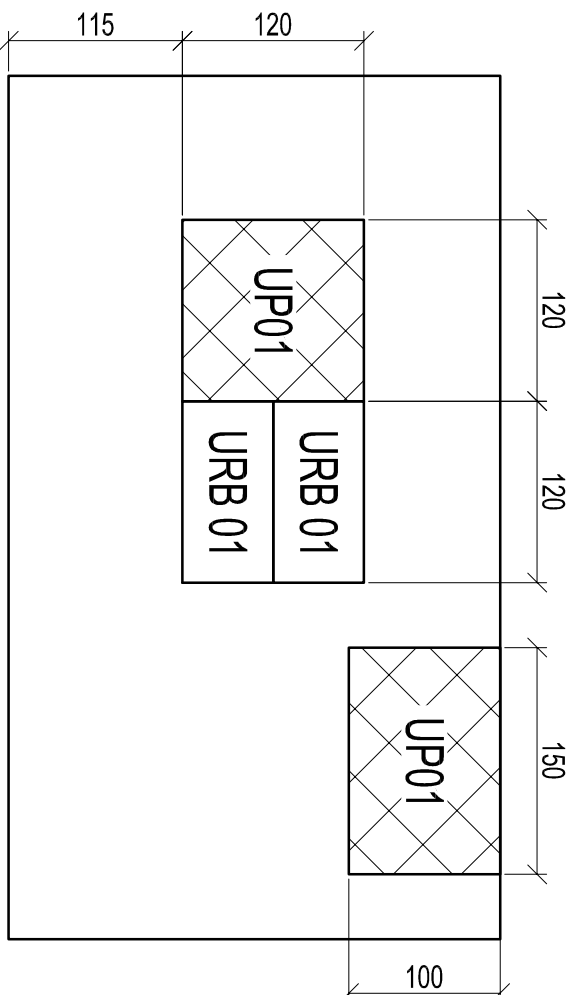
 PA PRACOWNIA AKUSTYCZNA		Pracownia@akustyczna.pl www.akustyczna.pl	
główny projektant projektant przewodzący	dr inż. Piotr Z. KOZŁOWSKI		projekt
	mgr inż. Mikołaj PAWELEC		
	inż. Michał SZCZEPANSKI		
	zespół projektowy		
zlecenie	ZL_303	branża	Akustyka wnętrz
edycja	v.01	skala	1:50
sprawozdanie		mgr inż. Bartosz ZAWIŁA	
konceptcja <input type="checkbox"/>		budowlany <input type="checkbox"/>	przetargowy <input type="checkbox"/>
		wykonawczy <input checked="" type="checkbox"/>	

Przejmując niniejszy akt wykonawcza akceptuje przedstawione na nim rozliczanie. Zapisy manuskrypcyjne miały pierwszeństwo nad drukowanymi. Wykonawcza zobowiązuje się do sprawdzenia na własną odpowiedzialność wszystkich wyliczeń swojego zlecenia przed przyspieszeniem do robot. O rozliczeniach z rarysowaniem lub pisemnie uzgodnionych wyliczeniach należy niezwłocznie poinformować projektanta lub kierownika budowy. Przed przyspieszeniem do robot należy przedłożyć projektantowi do zażwierdzenia aktualne rysunki warsztatowe. Niniejszy rysunek oraz jego zawartość stanowi własność intelektualną Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. z o.o. Projekt jest chroniony prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 04.02.1994. "O prawie autorskim i prawach pokrewnych". Każdorazowe użycie, upublicznienie, powołanie lub przekazywanie stronom trzecim wymaga pisemnej zgody Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. z o.o. Do czasu uregulowania pełnego wynagrodzenia Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. z o.o. jest ona jedynym właścicielem wszelkich praw autorskich oraz praw do wykorzystania niniejszej dokumentacji.

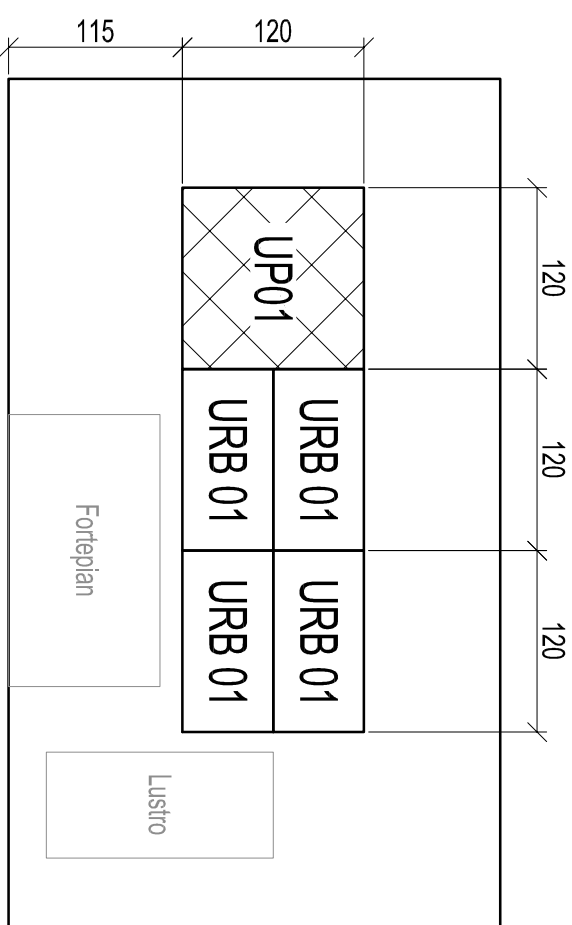
Widok ściany A-D



Widok ściany D-C

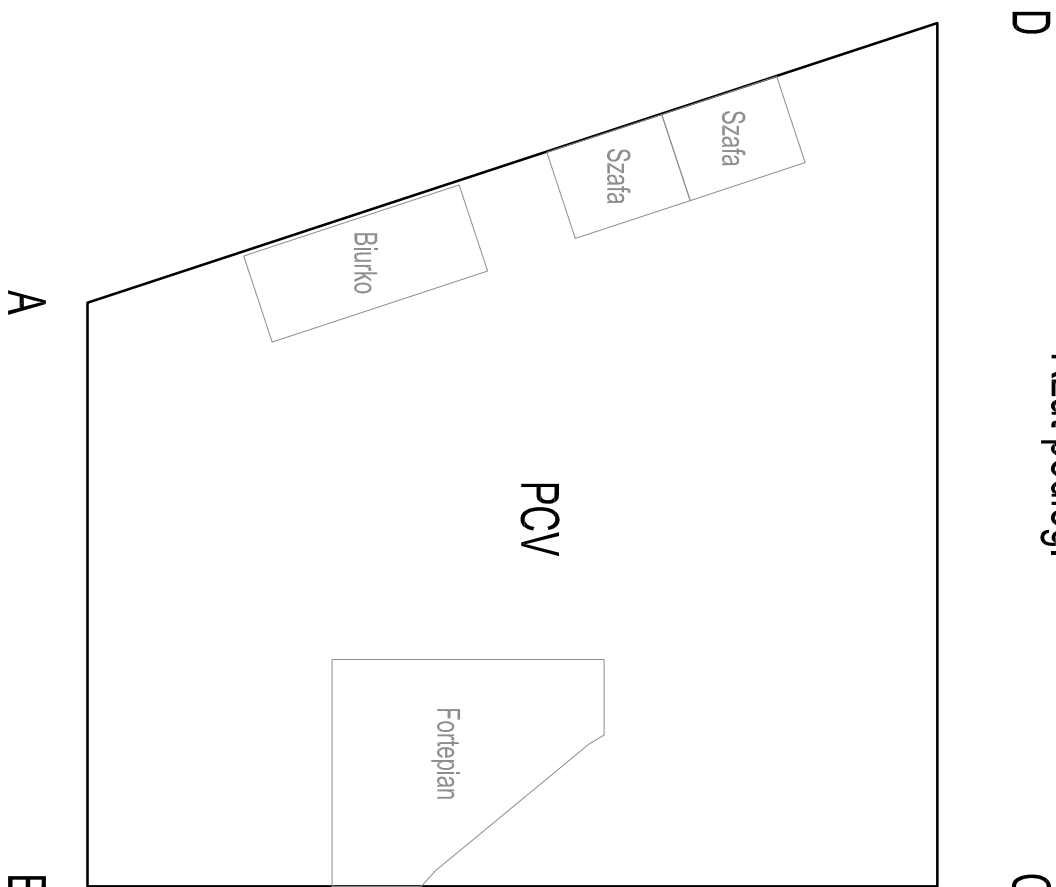


Widok ściany C-B

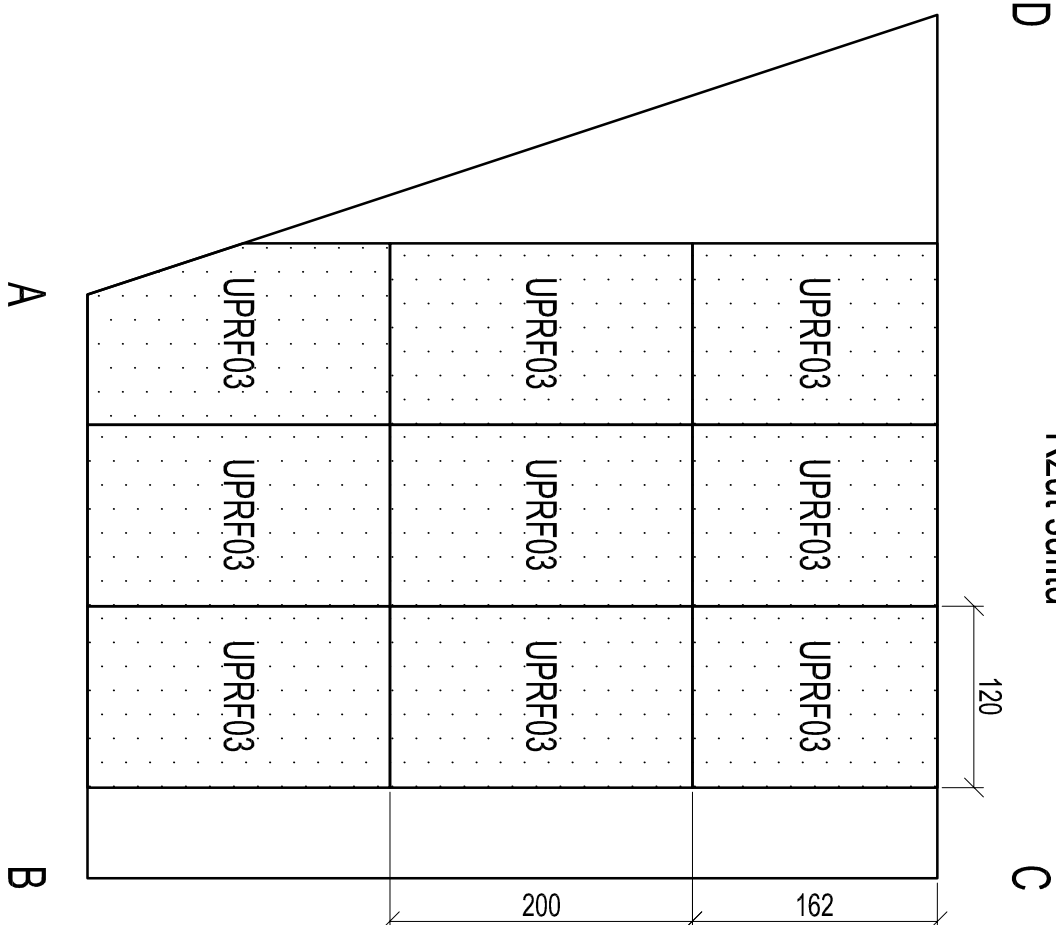


Widok ściany B-A


Rzut podłogi



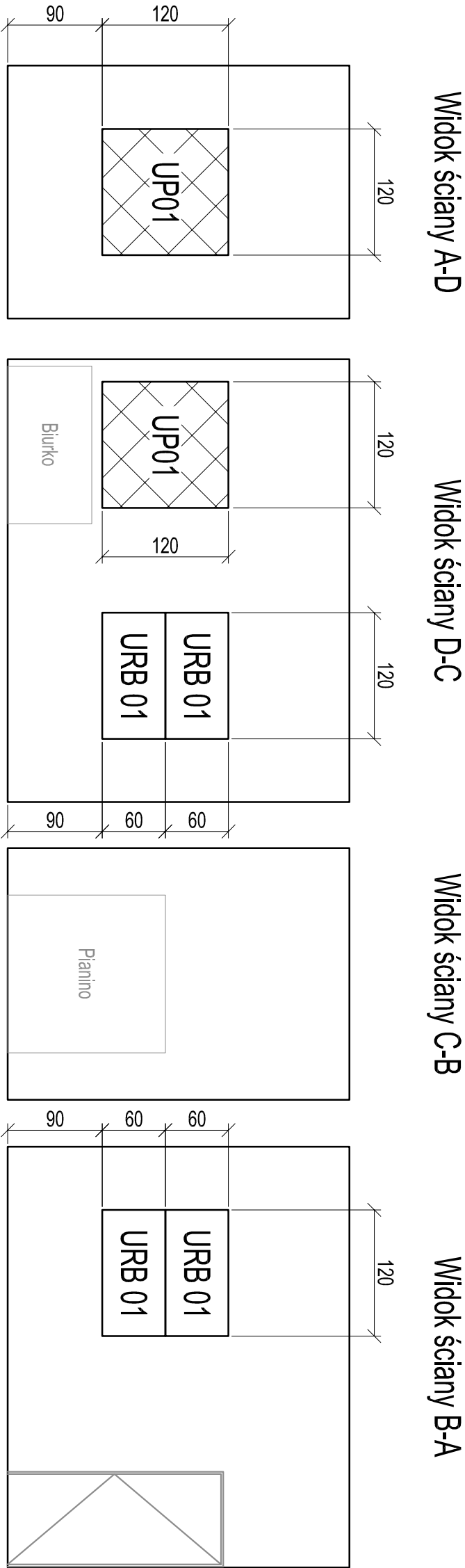
Rzut sufitu



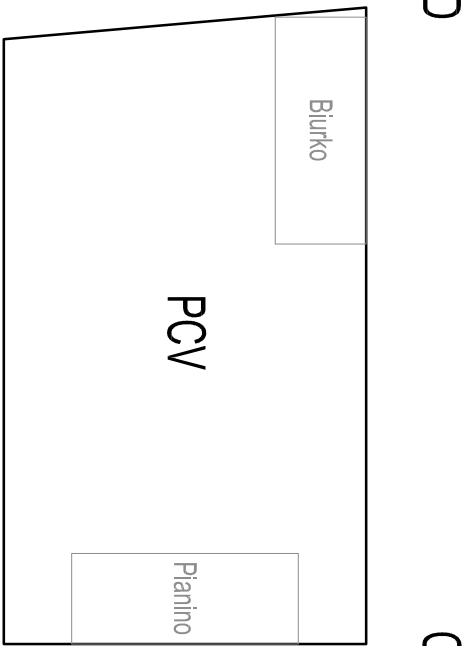
Typ II
Sala 309
Sala 418

<div> PRAĆOWNIA AKUSTYCZNA</div> <div>pracownia@akustyczna.pl www.akustyczna.pl</div>				inwestor Państwowa Szkoła Muzyczna i II st. im. Mieczysława Karłowicza w Katowicach	
główny projektant projektant pomocnicy		dr inż. Piotr Z. KOZŁOWSKI mgr inż. Mikołaj PAVELEĆ inż. Michał SZCZEPAŃSKI	sk Paweł Mika	tytuł Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach - typ II.	ETAP IV - projekt modernizacji sal kameralnej i sal dydaktycznych w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wnętrza
zespół projektowy				zlecenie ZL 303	
sprawdzenie		mgr inż. Bartosz ZAWIEJA	Zawieja	branża Akustyka wnętrz edycja v.01	
konceptcja <input type="checkbox"/>		budowlany <input type="checkbox"/>		przetargowy <input type="checkbox"/>	wykonawczy <input checked="" type="checkbox"/>

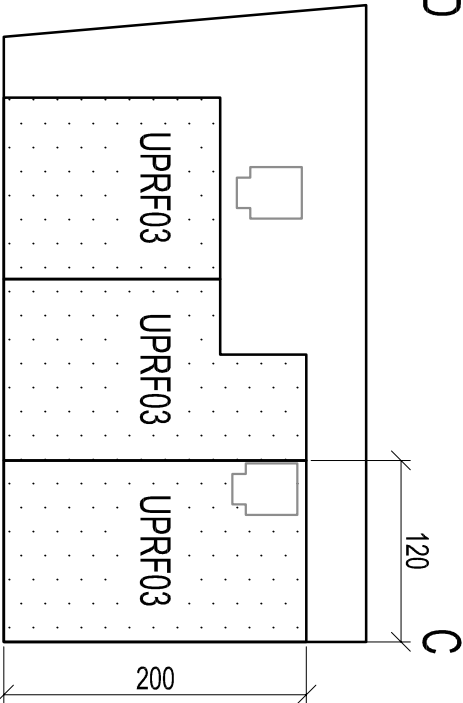
Przysięgnie, niniejszy dokument firmy wykonawcza akceptuje przedstawiane na nim rozwiązania. Zapisy niniejsze i części nie mają pierwszeństwa nad drukowanymi. Wykonawca zobowiązuje się do sprawowania na własną odpowiedzialność wszystkich wytrień i wyzwoń dotyczących swojego zlecenia przed przysięgnięciem na roboty. O rozbieżnościach z rąznowaniami lub pisemnie uzgodnionymi wyzwońmi należy niezwłocznie poinformować projektanta lub kierownika budowy. Przed przysięgnięciem na roboty należy przedłożyć projektantowi do zaopiniowania aktualne rysunki warsztatowe. Niniejszy rysunek oraz jego zawartość, stanowią własność intelektualną Pracowni Akustycznej kizowski sp. z o.o. i jest chroniony prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 04.02.1994 "O prawie autorskim i prawach pokrewnych". Każdorazowe użycie, publikowanie, powołanie lub przekazywanie stronom trzecim wymaga pisemnej zgody Pracowni Akustycznej kizowski sp. z o.o. Do czasu uregulowania pełnego wynagrodzenia Pracowni Akustycznej kizowski sp. z o.o. jest ona jedynym właścicielem wszelkich praw autorskich oraz praw do wykorzystania niniejszej dokumentacji.



Rzut podłogi



Rzut sufitu



Typ IV

Sale 420 - 423

PA PRACOWNIA

AKUSTYCZNA

główny projektant

mgr inż. Piotr Z. KOZŁOWSKI

projektant

mgr inż. Michał PAMELEC

projektant

mgr inż. Michał SZCZEPAŃSKI

zespół projektowy

sprawdzanie

mgr inż. Bartosz ZAWIELA

konceptcja

budowlany

przetargowy

wykonawczy

☐

☐

☐

☒

projekt

inwestor

ETAP IV - projekt modernizacji sali kameralnej i sal dydaktycznych w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wnętrza

Państwowa Szkoła Muzyczna I i II st. im. Mieczysława Karłowicza w Katowicach

Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach - typ IV.

zlecenie

branża

edycja

ETAP IV

AW03

ZL 303

Akustyka wnętrz

format

data

skala

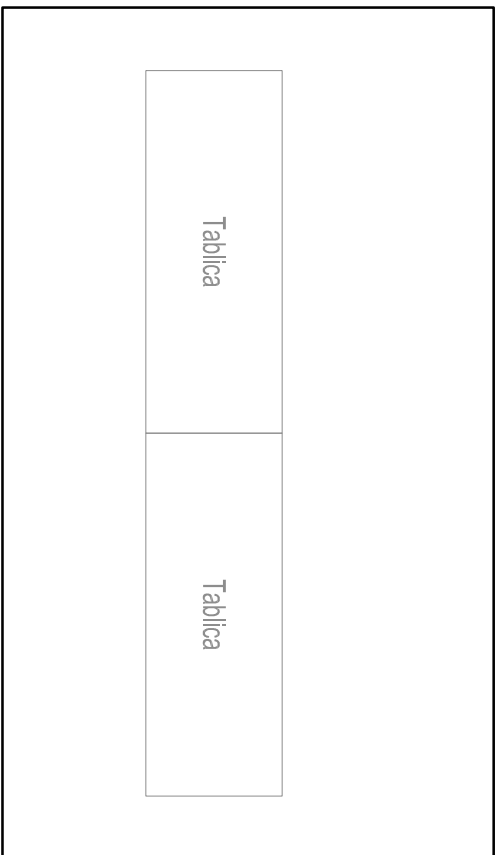
ISO A3

2020 - 05 - 29

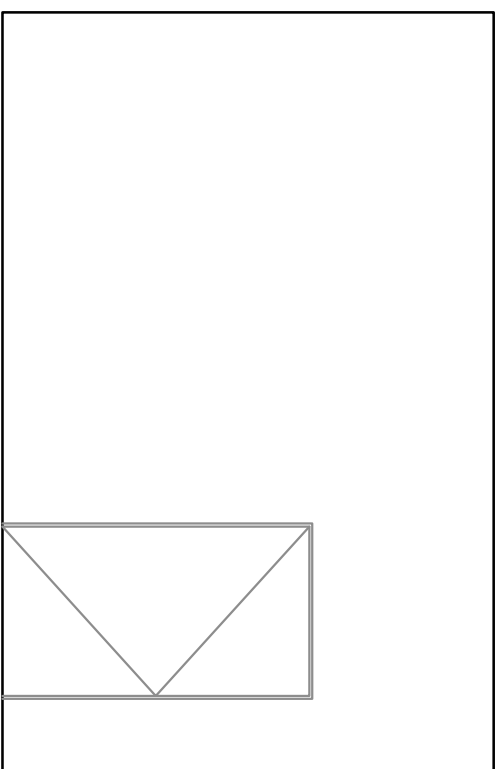
1:50

Przejmując niniejszy rysunek firma wykonawcza akceptuje przedstawione na nim rozwiązania. Zapasy naniesione ręcznie mają pierwszeństwo nad drukowanymi. Wykonawca zobowiązuje się do sprawdzenia na własną odpowiedzialność wszystkich wymiarów i wyliczeń dotyczących swojego zlecenia przed przystąpieniem do robót. O rozbieżnościach z narysowanymi lub piśmiennie uzgodnionymi wyliczeniami należy niezwłocznie powiadomić projektanta lub kierownika budowy. Przed przystąpieniem do robót należy przedłożyć projektantowi do zatwierdzenia aktualne rysunki warsztatowe. Niniejszy rysunek oraz jego zawartość stanowią własność intelektualną Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. Projekt jest chroniony prawem autorskim zgodnie z ustawą z dnia 04.02.1994 "O prawie autorskim i prawach pokrewnych". Każdorazowe użycie, upublicznienie, powielanie lub przekazywanie stronom trzecim wymaga pisemnej zgody Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. Do czasu uregulowania pełnego wynagrodzenia Pracowni Akustycznej Kozłowski sp. j. jest ona jedynym właścicielem wszelkich praw autorskich oraz praw do wykorzystania niniejszej dokumentacji.

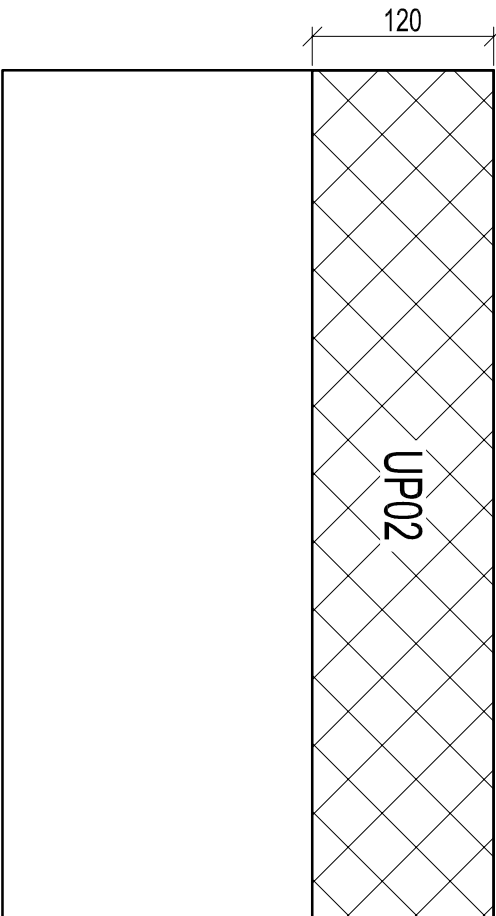
Widok ściany A-D



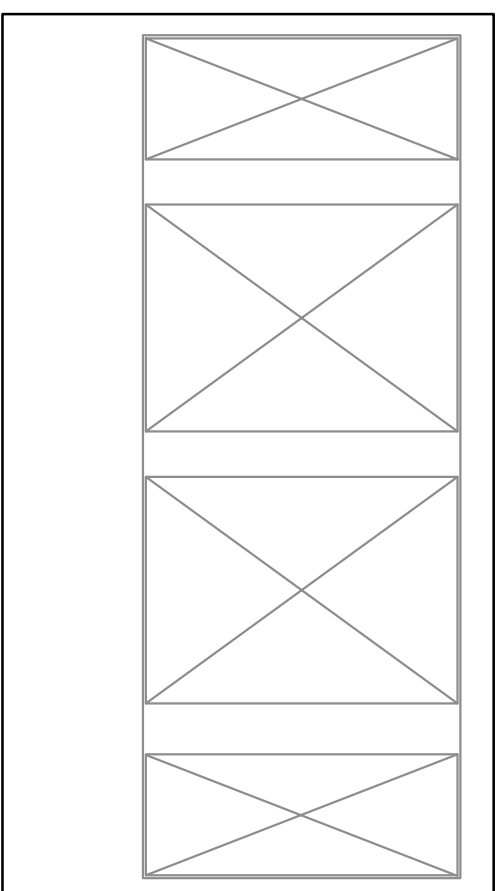
Widok ściany D-C



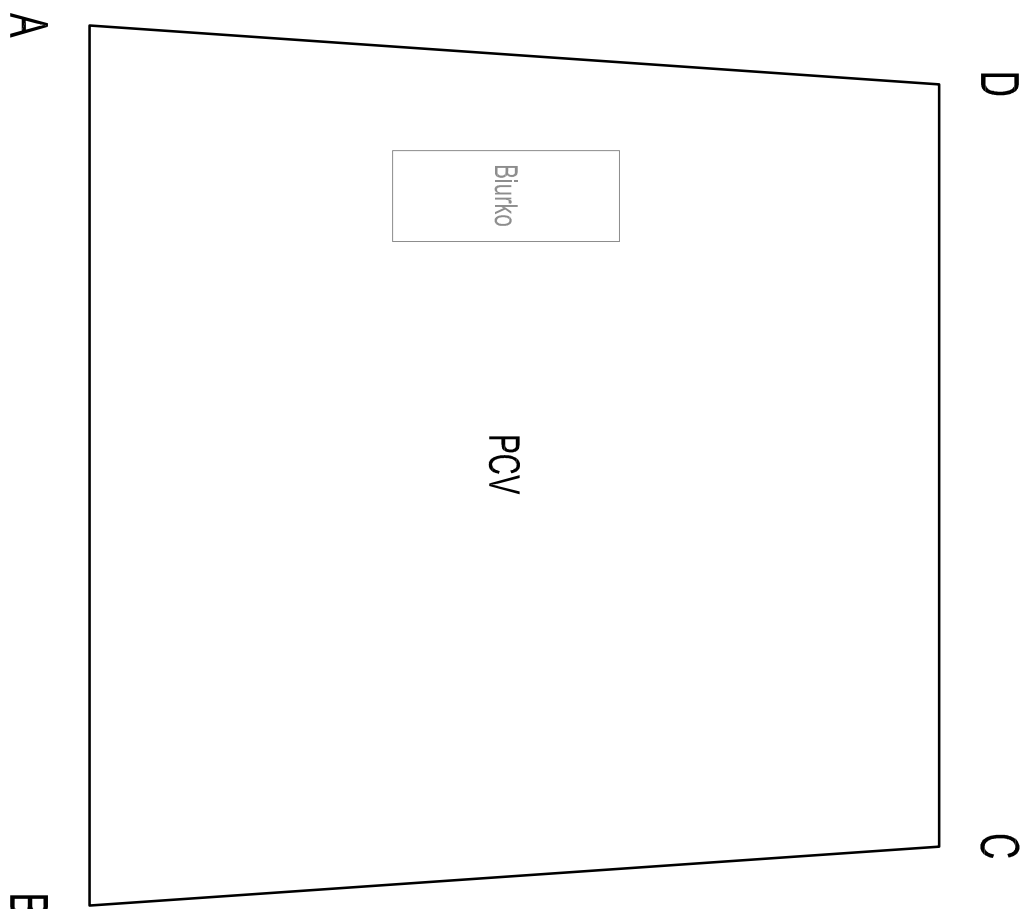
Widok ściany C-B



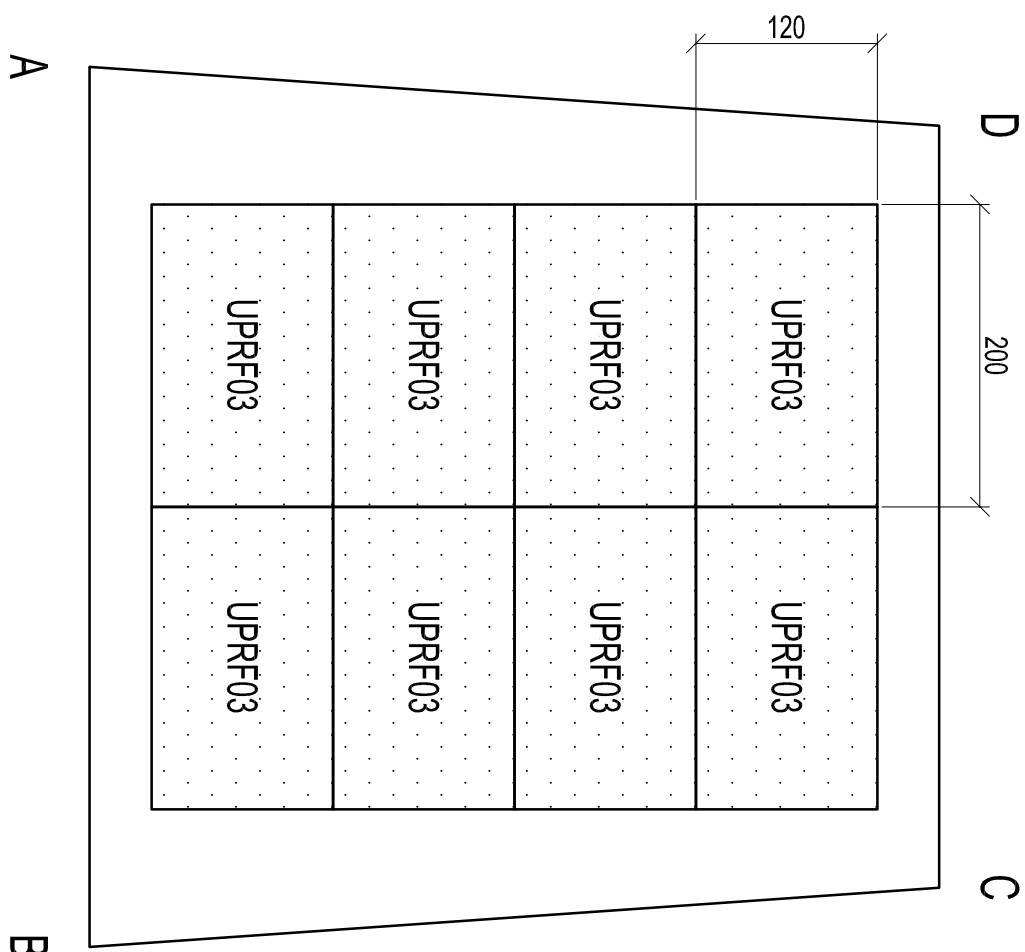
Widok ściany B-A



Rzut podłogi



Rzut sufitu



Sale do zajęć teoretycznych

Sala 306

Sala 307

<div><div><div><div></div><div>PA</div></div><div><div>PRAACOWNIA</div><div>AKUSTYCZNA</div></div></div><div>pracownia@akustyczna.pl www.akustyczna.pl</div></div>				inwestor Państwowa Szkoła Muzyczna II i III st. im. Mieczysława Karłowicza w Katowicach	
projektant mgr inż. Zdzisław Kozłowski				Etap IV - projekt modernizacji sali kameralnej i sal dydaktycznych w zakresie odnory przedwziewkowej i akustyki wnętrza	
projektant mgr inż. Michał Pawełek		<i>MP</i>	Rozmieszczenie adaptacji akustycznej w salach teatralnych.		ETAP IV AW05
inż. Michał SZCZEPANIŚKI		<i>MS</i>	zlecenie ZL 303		
zespol projektowy			branża Akustyka wnętrz		
sprawdzenie		<i>Zw</i>	wydanie v.01		skala 1:50
konceptja <input type="checkbox"/>		budowlany <input type="checkbox"/>		przetargowy <input type="checkbox"/>	
				wykonawczy <input checked="" type="checkbox"/>	

Przyjmując, że najlepszy sposób na wywołanie akceptacji przedstawionej na nim oceny, jest zamieszczenie całego materiału dowodowego, Wykrota odpowiednio sięgł do sprawozdania na stronie odpowiedzialności wszystkich wytworów i wyznaczył odpowiednie zlecenie przed przysięganymi do robot. O zobowiązaniu do tego należy pamiętać, że pierwsze zgłoszenie miało być skierowane do wydziału, który ma nadzór nad funkcjonowaniem biurowym, przed przysięganymi do robot. O zobowiązaniu do tego należy pamiętać, że pierwsze zgłoszenie miało być skierowane do wydziału, który ma nadzór nad funkcjonowaniem biurowym, przed przysięganymi do robot. O zobowiązaniu do tego należy pamiętać, że pierwsze zgłoszenie miało być skierowane do wydziału, który ma nadzór nad funkcjonowaniem biurowym, przed przysięganymi do robot.