

PROJEKT WYKONAWCZY DLA POWIATOWEJ INSTYTUCJI KULTURY W LEGIONOWIE - AKUSTYKA

JEDNOSTKA PROJEKTOWA

Manufaktura Technologiczna Sp. z o.o.
ul. Puławska 38, 05-500 Piaseczno

OBIEKT:

Powiatowa Instytucja Kultury
ul. Piotra Wysockiego, Legionowo

ZLECENIODAWCA:

Jędrak-Kościesza pracownia projektowa
ul. Sarmacka 16/1, 02-972 Warszawa

Autor opracowania:

mgr inż. Jakub Szot
mgr inż. Aleksandra Pietrek
mgr inż. Małgorzata Srebrzyńska
mgr Wojciech Kostrzewa
mgr inż. Marek Fornalski
mgr inż. arch. Aleksander Bobynko
mgr inż. arch. Katarzyna Telepko
mgr inż. arch. Monika Frydryszak
inż. arch. Hubert Domienik
mgr inż. Agnieszka Wójtowicz

Sprawdzający:

CZERWIEC 2024

Opracowanie stanowi własność intelektualną Manufaktury Technologicznej sp. z o.o. i objęte jest ochroną zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych [Dz. U. 1994 Nr 24 poz. 83]. Opracowanie nie może być przedmiotem redystrybucji w części lub w całości bez zgody właściciela i powinno być wykorzystywane zgodnie z przeznaczeniem. Do czasu uregulowania wszelkich należności finansowych, właścicielem wszelkich praw (autorskich i majątkowych) do opracowania pozostaje Manufaktura Technologiczna sp. z o.o.

Spis treści

1. Podstawa opracowania	4
2. Wykaz norm i aktów prawnych	4
3. Przedmiot opracowania	5
4. Charakterystyka obiektu	5
5. Pomiary akustyczne	5
5.1. Sprzęt pomiarowy	5
5.2. Warunki pomiarów	6
5.3. Metodyka pomiarowa	6
5.4. Punkty pomiarowe	6
5.5. Wyniki pomiarów	6
6. Prognoza hałasu w obecności budynku	6
6.1. Wyniki obliczeń	7
6.2. Emisja hałasu do środowiska	9
7. Ochrona przeciwhałasowa budynku	12
7.1. Przegrody zewnętrzne	12
7.2. Przegrody wewnętrzne	13
7.2.1. Sala wielofunkcyjna (duża)	16
7.2.2. Studio nagrań, operator	16
7.3. Dopuszczalne poziomy hałasu	16
7.4. Wytyczne dla branż	18
8. Akustyka wewnątrz	19
8.1. Sala wielofunkcyjna (duża)	20
8.2. Sala wielofunkcyjna (mała)	22
8.3. Studio nagrań	23

8.4. Operator	25
8.5. Garderoby	28
8.6. Stanowisko realizatora dźwięku/oświetlenia	28
8.7. Sale konferencyjne, sale spotkań, pomieszczenie spotkań mieszkańców 29	
8.8. Pomieszczenia biurowe	30
8.9. Przestrzeń coworkingowa	30
8.10. Przestrzeń wystawiennicza	32
8.11. Pracownie artystyczne	32
8.12. Biblioteki	33
8.13. Kawiarnia	34
9. Specyfikacje materiałowe	35
Załącznik A.....	42

1. Podstawa opracowania

- I. Zlecenie pomiędzy firmą Jędrak-Kościesza pracownia projektowa, ul. Sarmacka 16/1, 02-972 Warszawa a Manufakturą Technologiczną Sp. z o.o., ul. Puławska 38, 05-505 Piaseczno;
- II. Projekt Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowie.

2. Wykaz norm i aktów prawnych

- [1] Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 15 października 2013 r. w sprawie ogłoszenie jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku
- [2] PN-EN 12354-1:2002. Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów -- Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych między pomieszczeniami
- [3] PN-EN 12354-2:2002. Akustyka budowlana. Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 2: Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych między pomieszczeniami
- [4] PN-EN 12354-4:2003. Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 4: Przenikanie hałasu z budynku do środowiska
- [5] PN-B-02151-4:2015-06 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Wymagania dotyczące czasu pogłosu.
- [6] PN-B-02151-3:2015-10 - Akustyka budowlana -- Ochrona przed hałasem w budynkach -- Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych;
- [7] PN-B-02151-02:1987 oraz PN-B-02151-02:1987/Ap1:2015-05 – Akustyka budowlana - Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach -- Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach;
- [8] M. Barron, Auditorium Acoustics and Architectural Design, Second Edition, Spon Press 2010
- [9] J. Sadowski, Akustyka architektoniczna, PWN, 1976
- [10] A. Kulowski, Akustyka Sal, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej 2011

[11] F. Alton Everest, Ken C. Pohlmann, Master Handbook of Acoustics Fifth edition The McGraw-Hill Companies 2009

3. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy akustyki wewnątrz i ochrony przeciwhałasowej Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowie. Przedstawione zostaną rozwiązania projektowe, opracowane na podstawie założeń projektowych i obliczeń parametrów akustycznych.

4. Charakterystyka obiektu

Projektowany budynek Powiatowej Instytucji Kultury będzie składał się z dwóch kondygnacji nadziemnych i jednej podziemnej – całkowita wysokość budynku sięgać będzie 8,40 m n.p.t., natomiast ekrany osłaniające urządzenia na dachu będą sięgać 9,95 m n.p.t. Wewnątrz budynku przewidziano sale wielofunkcyjne, studio nagrań, przestrzenie wystawiennicze, bibliotekę, pomieszczenia biurowe i administracyjne, pracownie artystyczne, pomieszczenie spotkań mieszkańców oraz pomieszczenia techniczne i gospodarcze. Większości pomieszczeń stawia się wymagania w zakresie ochrony przeciwdźwiękowej i akustyki wewnątrz.

5. Pomiary akustyczne

Aby określić wymaganą izolacyjność przegród zewnętrznych i okien, dnia 23 czerwca 2023 w okolicy projektowanej inwestycji przeprowadzono pomiary akustyczne.

5.1. Sprzęt pomiarowy

- miernik poziomu dźwięku I klasy dokładności NTi XL2, nr A2A-03018-D2 z aktualnym świadectwem wzorcowania,
- mikrofon pomiarowy I klasy dokładności NTi Audio M2210, nr 1355 z aktualnym świadectwem wzorcowania,
- kalibrator akustyczny NTi Larson Davis CAL200 S/N 16104 I klasy dokładności z aktualnym świadectwem wzorcowania,
- laserowy miernik odległości,

- stacja pogody, statywy i okablowanie.

5.2. Warunki pomiarów

Pomiary wykonano w dniu 23 czerwca 2023 roku przy temperaturze 28,4 °C oraz wilgotności 48,9%.

5.3. Metodyka pomiarowa

Punkty pomiarowe usytuowano na wysokości 4 m n.p.t. Pomiary wykonano w konfiguracji krzywej korekcji A i stałej czasowej Fast. Zmierzono równoważne poziomy dźwięku L_{Aeq} . W celu uzyskania miarodajnych wyników pomiarów hałasu zewnętrznego wykorzystano bezpośrednie pomiary metodą próbkowania dla pory dziennej oraz nocnej.

5.4. Punkty pomiarowe

Lokalizację punktów pomiarowych zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Lokalizacja punktów pomiarowych

Pkt.	Wysokość n.p.t	Współrzędne punktów pomiarowych	
1.	4 m	52.388716	20.929605
2.	4 m	52.388455	20.928565

5.5. Wyniki pomiarów

Wartości poziomów dźwięku A hałasu zewnętrznego L_{Aeq} w środowisku, zmierzone podczas pomiarów, przedstawiono w tabeli 2. Jako że budynek nie będzie funkcjonował w nocy, zmierzone zostały jedynie poziomy w ciągu dnia.

Tabela 2. Wyniki pomiarów L_{Aeq}

Pkt.	Poziom dźwięku $L_{Aeq D}$ [dB]
1.	69,2
2.	63,5

6. Prognoza hałasu w obecności budynku

Aby określić poziomy hałasu na fasadach projektowanego budynku, przeprowadzono obliczenia akustyczne z wykorzystaniem programu

SoundPLAN 9. Zmierzone poziomy dźwięku posłużyły do kalibracji lokalnej mapy akustycznej, uwzględniającej najbliższe otoczenie budynku.

Głównym źródłem hałasu w otoczeniu jest ruch samochodowy oraz autobusowy przy ul. Sobieskiego i Warszawskiej. W opracowanym modelu otoczenia uwzględniono liczbę samochodów lekkich, ciężkich oraz autobusów przejeżdżających w tej okolicy, którą zarejestrowano podczas pomiarów akustycznych.

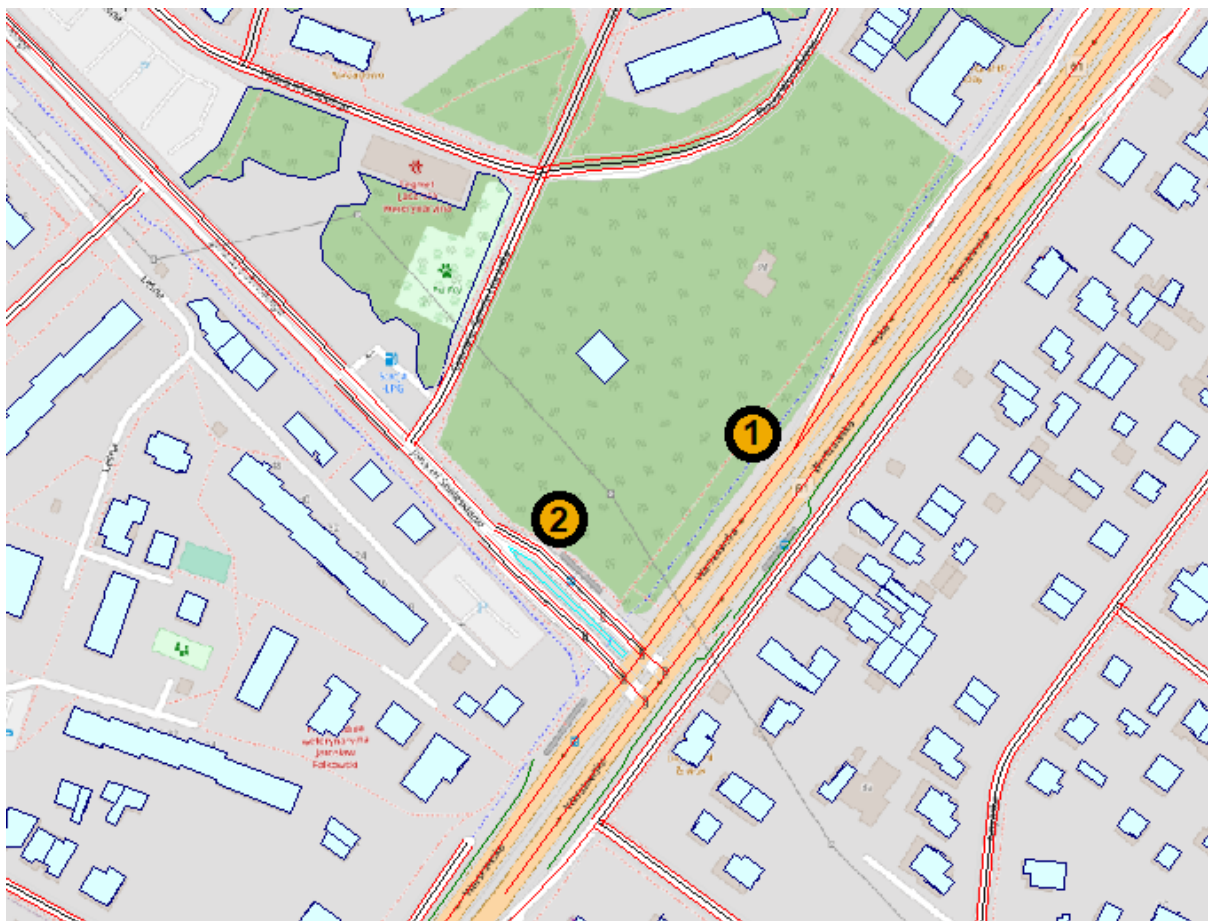
6.1. Wyniki obliczeń

W kolejnym kroku opracowano lokalną mapę akustyczną. Wczytano numeryczną mapę terenu wraz z jej topografią oraz zamodelowano budynki znajdujące się w analizowanym otoczeniu.

Poniżej przedstawiono główne dane, niezbędne do wykonania obliczeń akustycznych emisji hałasu od rozważanego źródła hałasu:

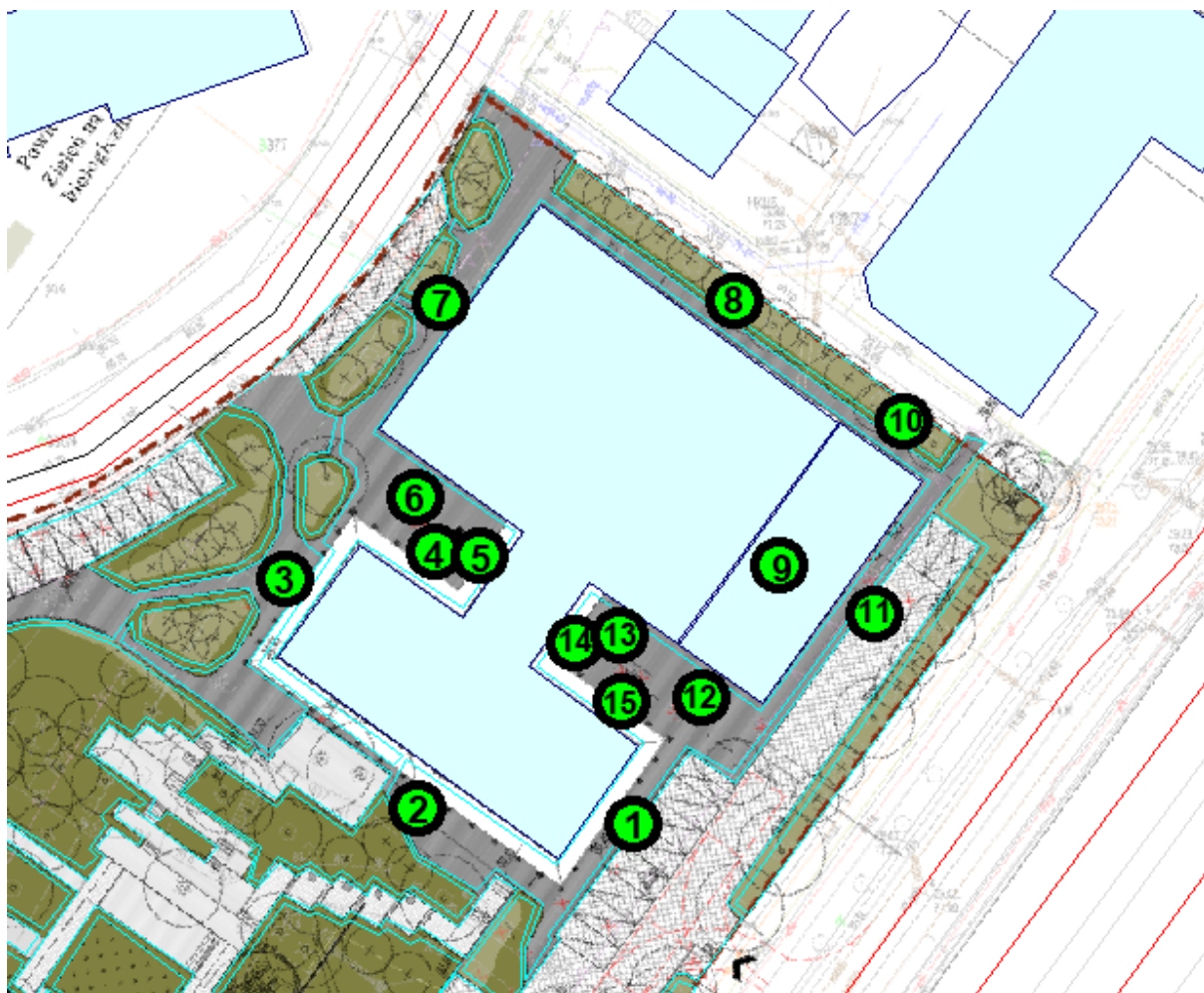
- topografia: w zakresie niezbędnym do wykonania projektu zgodna z ukształtowaniem powierzchni terenu i lokalizacją znajdujących się na niej obiektów,
- charakterystyka akustyczna terenu: twardy dla powierzchni utwardzonych, pochłaniający na terenach zielonych,
- wysokość zabudowy mieszkalnej: zgodna ze stanem istniejącym,
- wysokość punktów obserwacji: kondygnacje projektowanego budynku,
- źródło hałasu – hałas pochodzący z okolicznych dróg,
- warunki meteo: temperatura 28,4°C, wilgotność powietrza 48,9%.

Na Rysunku 1 zaznaczono punkty pomiarowe, przyjęte w symulacji.



Rysunek 6.1. Rozmieszczenie punktów obliczeniowych

Po kalibracji modelu i osiągnięciu poziomów hałasu równych poziomom zmierzonym w rzeczywistości, wprowadzono model projektowanego budynku i przyjęto punkty pomiarowe w odległości 2 m od jego fasad (Rysunek 2), po czym obliczono wartości poziomu dźwięku, na które narażona jest inwestycja. Wyniki przedstawiono w Załączniku A.



Rysunek 6.2. Rozmieszczenie punktów pomiarowych, przyjętych do symulacji

6.2. Emisja hałasu do środowiska

Wymagania dotyczące dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku określone są w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 14.06.2007 w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz.U.120. poz. 826. ze zmianami wprowadzonymi Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1.10.2012 r., zmieniającym rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z dnia 8 października 2012 r.), zawarte w tekście jednolitym.

Pod kątem ochrony przed hałasem, tereny sąsiadujące z projektowanym obiektem sklasyfikowano jako:

- Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej (od strony północno-wschodniej).

- Teren zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej (od strony północno-zachodniej).

Tabela 3. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowane przez poszczególne grupy hałasu

Lp.	Rodzaj terenu	Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		L_{AeqD} dB przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia* kolejno po sobie następującym	L_{AeqN} dB przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy*
1	Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej	50	40
2	Teren zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej	55	45
* pora dzienna: . 6 ÷ 22; pora nocna . 22 ÷ 6			

ZAŁOŻENIA DO PRZEPROWADZONEJ ANALIZY

1. Prognozę oddziaływania wykonano tylko dla pory dnia, ponieważ zakłada się brak funkcjonowania obiektu w godzinach 22-6. Zgodnie z informacjami od projektantów instalacji, urządzenia będą w nocy wyłączane lub będą pracować na minimalnym biegu.
2. W analizie założono pracę na maksymalnej wydajności urządzeń, jako sytuację najmniej korzystną.
3. Agregat prądotwórczy zlokalizowany przy granicy działki będzie działał jedynie w sytuacjach awaryjnych, w ich przypadku nie obowiązują dopuszczalne poziomy hałasu. Uwzględniono natomiast jego pracę trwającą 0,5 h podczas serwisu.

PROGNOZA HAŁASU EMITOWANEGO DO OTOCZENIA

W celu określenia miarodajnego poziomu hałasu w otoczeniu, opracowaną lokalną mapę akustyczną uzupełniono o źródła hałasu związane z funkcjonowaniem obiektu:

- centrale wentylacyjne, agregaty wody lodowej, wentylatory dachowe, agregat prądotwórczy – zgodnie z danymi podanymi przez projektantów instalacji,
- parkingi – zgodnie z CNOSSOS-EU 2021/2015, na podstawie ilości miejsc parkingowych oraz kategorii parkingu (goście i personel),
- droga dojazdowa parkingu – 60 lekkich pojazdów silnikowych, 8 średnich pojazdów ciężarowych,
- droga dojazdowa do miejsca rozładunku – po jednym pojeździe z kategorii lekkich, średnich i ciężkich,
- miejsce rozładunku dostaw – LWA = 82 dB, 3 godziny w porze dnia, (na podstawie pomiarów własnych),
- teren rekreacyjny (20 użytkowników).

Następnie przeprowadzono obliczenia emisji hałasu. Wyniki przedstawiono na rysunku 3. Obliczenia przeprowadzono na wysokości 4 m n.p.t.



Rysunek 6.3. Wyniki obliczeń emisji hałasu przez funkcjonujący budynek

Hałas emitowany przez funkcjonujący budynek nie przekracza dopuszczalnych poziomów hałasu na granicy z terenami chronionymi, a także nie stanowi zagrożenia dla użytkowników terenów rekreacyjnych na terenie inwestycji, pod warunkiem zastosowania następujących rozwiązań:

- Pełnego ekranu akustycznego na dachu otaczającego urządzenia, zgodnie z rzutem architektury. Od strony urządzeń ekran należy pokryć materiałem dźwiękochłonnym, np. 10 cm wełny mineralnej.
- Tłumik na kanale wyrzutowym centrali N2W2: skuteczność min. 7 dB
- Tłumik na kanale wyrzutowym centrali N4W4: skuteczność min. 7 dB
- Tłumik na kanale wyrzutowym centrali N3W3: skuteczność min. 11 dB
- Tłumik na kanale czepnym centrali N5W5: skuteczność min. 12 dB
- Tłumik na kanale czepnym centrali N6W6: skuteczność min. 12 dB
- Tłumik na kanale czepnym centrali N1W1: skuteczność min. 6 dB
- Dodatkowa zabudowa agregatu prądotwórczego: tłumienie min. 6,5 dB.

Skuteczność tłumików podano dla oktawy 500 Hz.

7. Ochrona przeciwhałasowa budynku

Ochronę przeciwdźwiękową dla omawianych pomieszczeń określa się pod kątem ich ochrony przed hałasami wewnętrznymi, powstającymi na skutek użytkowania budynku zgodnie z założoną funkcjonalnością, oraz przed hałasami od urządzeń instalacji technicznych.

7.1. Przegrody zewnętrzne

Wymaganą izolacyjność akustyczną ścian zewnętrznych projektowanego obiektu wyznacza się na podstawie Polskiej Normy PN-B-02151-3:2015-10 [6], według wzoru:

$$R'_{A2} = L_{A,zew} - L_{A,wew} + 10 \log(S/A) + 3 \quad (\text{wynik zaokrąglony do liczby całkowitej}), \text{ gdzie:}$$

R'_{A2} – wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej przegrody zewnętrznej,

$L_{A,zew}$ – miarodajny poziom hałasu zewnętrznego przy danej przegrodzie,

$L_{A,wew}$ – poziom odniesienia wg tablicy 7 z pkt 7.4 normy [A],

S – powierzchnia przegrody od strony pomieszczenia odbiorczego,

A – chłonność akustyczna pomieszczenia odbiorczego.

Wartość $10\log(S/A)$ należy przyjmować z danych zawartych w załączniku C normy [6].

W przypadku hałasu od komunikacji drogowej oraz szynowej jako miarodajny poziom hałasu przyjmuje się:

- dla pory dziennej – długookresowy równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla 16 godzin dnia (6 – 22) z uwzględnieniem wszystkich dni w roku,
- dla pory nocnej – długookresowy równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla 8 godzin nocy (22-6) z uwzględnieniem wszystkich nocy w roku.

Przegrody zewnętrzne budynku zostaną wykonane w technologii murowanej oraz żelbetowej o grubości 24 cm, co powinno zapewnić izolacyjność akustyczną przegrody pełnej $R_{A2} \geq 51$ dB. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że znaczna większość ścian będzie posiadała okna, wypadkowa izolacyjność akustyczna przegrody będzie mniejsza. W związku z tym wyznaczono wymaganą minimalną izolacyjność akustyczną okien, która pozwoli na spełnienie wymagań – powinna ona spełniać warunek $R_{A2R} \geq 27$ dB. Wyjątek stanowi A.P2.03 Gabinet dyrektora oraz A.P1.01 Sala wielofunkcyjna/taneczna, w których okna powinna osiągać $R_{A2R} \geq 35$ dB.

7.2. Przegrody wewnętrzne

Pomieszczenia będące przedmiotem opracowania muszą spełniać określone wymagania ze względu na izolacyjność akustyczną przegród wewnętrznych, aby zapobiec przedostawaniu się hałasów do wrażliwych akustycznie pomieszczeń oraz emisji dźwięków na zewnątrz. Wymagane parametry izolacyjności zestawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wymagania izolacyjności akustycznej dla ścian według normy PN-B-02151-3:2015-10 [6]

Pomieszczenie	Pomieszczenia sąsiadujące	Wymagany wskaźnik izolacyjności akustycznej przegrody	Wymagany wskaźnik izolacyjności akustycznej stolarki drzwiowej i okiennej	Wymagany wskaźnik izolacyjności stropu dolnego	
		R'_{A1} [dB]	R_{A1R} [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	R'_{A1} [dB]
Sala wielofunkcyjna (duża)	wszystkie	≥ 60	≥ 40 (drzwi), ≥ 50 (okna)	-	-
Stanowisko realizatora oświetlenia/dźwięku, projektoria	przestrzeń wystawiennicza	≥ 50	≥ 40	≤ 40	≥ 65
	przedsionki	≥ 40	-	-	-
Przedsionek	wszystkie	≥ 40	≥ 35	≤ 40	≥ 65
Studio nagrań, operator	wszystkie	≥ 60	≥ 40 (podwójne drzwi)	-	-
Przestrzeń wystawiennicza	studio nagrań, operator	-	-	≤ 40	≥ 65
Garderoba	wszystkie	≥ 50	≥ 40	-	-
Biblioteka	sanitariaty	≥ 50	-	-	-
	przestrzeń wystawiennicza	≥ 48	-	-	-
	zaplecze biblioteki, komunikacja	≥ 40	≥ 30	-	-
	biblioteka	-	-	≤ 58	≥ 50
Sala wielofunkcyjna (mała)	wszystkie	≥ 55	≥ 40	-	-
Sala konferencyjna, sale spotkań	wszystkie	≥ 48	≥ 35	≤ 60	≥ 50
Pomieszczenie spotkań mieszkańców	komunikacja, przestrzeń wystawiennicza	≥ 48	≥ 35	-	-
	sanitariaty	≥ 50	-	-	-

	sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65
Przestrzeń coworkingowa, pokoje biurowe	komunikacja, pomieszczenia biurowe	≥ 40	≥ 30	-	-
	sanitariaty, śmietnik	≥ 50	-	-	-
	rekwizytornia, zascenie, sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65
Gabinet dyrektora	pomieszczenia biurowe, komunikacja	≥ 50	≥ 40	-	-
	sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65
Pracownia artystyczna	pracownia artystyczna, przestrzeń wystawiennicza	≥ 48	≥ 35	≤ 58	≥ 50
	zaplecze pracowni	≥ 40	≥ 30	-	-
	sala wielofunkcyjna	-	-	≤ 40	≥ 65

Dla przegród sąsiadujących z pomieszczeniami o różnych wymaganiach należy zastosować rozwiązanie o wyższych parametrach izolacyjności.

Ściany należy stawiać strop-strop. Konieczne jest odpowiednie wykonanie instalacji technicznych w sposób nieobniżający parametrów izolacyjności akustycznej. Wszelkie przepusty i otworowania w ścianach należy uszczelnić masą trwale elastyczną.

We wszystkich pomieszczeniach (z wyjątkiem pomieszczeń sanitarnych) konieczne jest zastosowanie podłogi pływającej wykonanej na podjastrychowej wełnie mineralnej o sztywności dynamicznej $SD \leq 20 \text{ MN/m}^3$. Podłogi poszczególnych pomieszczeń (np. między korytarzem a salą

konferencyjną) nie mogą się ze sobą łączyć, należy wykonać dylatację w miejscu otworu drzwiowego.

7.2.1. Sala wielofunkcyjna (duża)

Ze względu na wysokie wymagania izolacyjności akustycznej dla sali wielofunkcyjnej, jej ściany zostały zaprojektowane jako podwójne, gdzie przegrody wewnętrzne zostaną wykonane w technologii żelbetowej, a zewnętrzne z bloczków silikatowych.

7.2.2. Studio nagrań, operator

Aby zapewnić odpowiednio wysoką ochronę przeciwdźwiękową w studiu nagrań oraz pomieszczeniu operatora, ściany tych pomieszczeń zostały zaprojektowane jako podwójne. Obie przegrody wykonane zostaną z bloczków silikatowych, a w odstępie między nimi umieszczona zostanie warstwa 2 cm wełny mineralnej. Od strony korytarza zaprojektowano przegrodę składającą się z pełnych bloczków silikatowych 12 i 18 cm, a pomiędzy tymi pomieszczeniami 18 i 15 cm.

7.3. Dopuszczalne poziomy hałasu

W budynku Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowie zaprojektowano pomieszczenia, w których warunki akustyczne pełnią szczególną rolę. Dla takich pomieszczeń wymagane poziomy hałasu określone są za pomocą krzywych oceny hałasu NR, które określają dopuszczalne poziomy ciśnienia akustycznego w poszczególnych pasmach oktaowych od wszystkich źródeł łącznie. Wymagania przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Dopuszczalne poziomy hałasu określone za pomocą krzywych NR

Rodzaj pomieszczenia	Dopuszczalne całkowite tło akustyczne
Sala wielofunkcyjna (duża)	NR20
Sala wielofunkcyjna (mała)	NR30
Studio nagrań	NR15
Operator	NR15
Garderoby	NR25

Stanowisko realizatora dźwięku/oświetlenia	NR20
Przedsionki	NR30
Przestrzeń wystawiennicza	NR35

W tabeli 6 zestawiono dopuszczalne wartości poziomów hałasu w pasmach oktafowych dla przywołanych krzywych hałasowych NR.

Tabela 6. Wartości poziomu hałasu w poszczególnych pasmach oktafowych dla wybranych krzywych NR

Krzywa NR	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
15	47,3	35	25,9	19,4	15	11,7	9,3	7,4
20	51,3	39,4	30,6	24,3	20	16,8	14,4	12,6
25	55,2	43,7	35,2	29,2	25	21,9	19,5	17,7
30	59,2	48,1	39,9	34	30	26,9	24,7	22,9
35	63,1	52,4	44,5	38,9	35	32	29,8	28

W pomieszczeniach podlegających ochronie przeciwdźwiękowej na podstawie przepisów ogólnych dopuszczalny poziom hałasu określany jest za pomocą wskaźnika równoważnego poziomu dźwięku A przenikającego do pomieszczenia od wyposażenia technicznego oraz innych urządzeń w budynku i poza nim, a także od wszystkich źródeł łącznie. Wymagane wartości określa norma [7], przedstawiono je w tabeli 7.

Tabela 7. Dopuszczalne poziomy hałasu, określonego za pomocą równoważnego poziomu dźwięku A

Rodzaj pomieszczenia	Dopuszczalne całkowite tło akustyczne	Dopuszczalny hałas od wyposażenia technicznego
Biblioteka/czytelnia	35 dB A	30 dB A
Sale konferencyjne, sale spotkań	40 dB A	35 dB A
Przestrzeń coworkingowa	45 dB A	40 dB A
Recepcja	40 dB A	35 dB A
Pomieszczenia biurowe, gabinet	40 dB A	35 dB A

Pomieszczenie spotkań mieszkańców	40 dB A	35 dB A
Pracownie artystyczne	40 dB A	35 dB A

7.4. Wytyczne dla branż

Ważnym aspektem projektowania ochrony przeciwdźwiękowej są również poziomy hałasu generowane przez urządzenia wyposażenia budynku, w tym urządzenia wentylacyjne. Poniżej zestawiono wytyczne dla branż, których instalacje muszą spełniać określone wymagania w zakresie poziomu hałasu. Wszelkie pomieszczenia techniczne, w których znajdują się urządzenia generujące hałas, powinny zostać wytłumione za pomocą wełny mineralnej o grubości 10 cm z welonem szklanym, zabezpieczającym przed pyleniem i montowanym do stropu.

Branża wentylacyjna:

- poziom hałasu generowany przez system wentylacji nie może przekraczać dopuszczalnych poziomów dźwięku określonych w punkcie 7.3 niniejszego opracowania,
- należy stosować kanały o wysokim współczynniku tłumienia dźwięku, a tam, gdzie to konieczne, należy zastosować tłumiki akustyczne,
- kanały powinny być montowane za pomocą łączników i zawiesi elastycznych,
- kanały wentylacyjne nie mogą mieć ostrych zmian kierunku, należy stosować łagodne kolanka,
- zaleca się ograniczenie prędkości pędu powietrza w kanałach do 3 m/s, a w nawiewnikach 1 m/s,
- nie należy prowadzić kanałów wentylacyjnych bezpośrednio pomiędzy studiem nagrań a pomieszczeniem operatora oraz salą wielofunkcyjną i stanowiskami realizatora dźwięku i oświetlenia,
- przejścia kanałów przez przegrody nie mogą pogarszać ich izolacyjności akustycznej,
- nie zaleca się stosowania kanałów transferowych pomiędzy pomieszczeniami, a jeżeli są konieczne, to muszą być one odpowiednio wytłumione,

- urządzenia generujące hałas i drgania muszą być posadowione na wibroizolatorach.

Branża wodociągowo-kanalizacyjna:

- nie zaleca się prowadzenia rur na ścianach sal wielofunkcyjnych, pomieszczenia operatora oraz studia nagrań,
- należy stosować rury niskoszumowe z izolacją akustyczną, ograniczającą hałas materiałowy i powietrzny,
- instalacje powinny być montowane za pomocą łączników i zawiesi elastycznych,
- przejścia kanałów w przegrodach nie mogą pogarszać ich izolacyjności akustycznej,
- bruzdowanie w przegrodach ciężkich nie powinno być głębsze niż 1/10 grubości przegrody, zaleca się montaż natynkowy,
- urządzenia generujące hałas i drgania muszą być posadowione na wibroizolatorach.

Branża elektryczna:

- nie zaleca się montażu gniazd elektrycznych na ścianach między studiem nagrań a operatorem, a tam, gdzie to możliwe, należy stosować gniazda natynkowe,
- bruzdowanie w przegrodach ciężkich nie powinno być głębsze niż 1/10 grubości przegrody,
- należy unikać prowadzenia kabli i drążeni w ścianach między salami o akustyce kwalifikowanej, wszelkie transfery należy starannie izolować.

Windy:

- napęd oraz prowadnice windy należy zamocować do konstrukcji za pomocą wibroizolatorów.

8. Akustyka wewnątrz

Wymagania projektowe, dotyczące warunków pogłosowych, określa się na podstawie normy PN-B-02151-4:2015-06 [5] oraz specjalistycznych publikacji

z zakresu akustyki wewnątrz. Specyfikacje zaprojektowanych materiałów akustycznych przedstawiono w punkcie 9.

8.1. Sala wielofunkcyjna (duża)

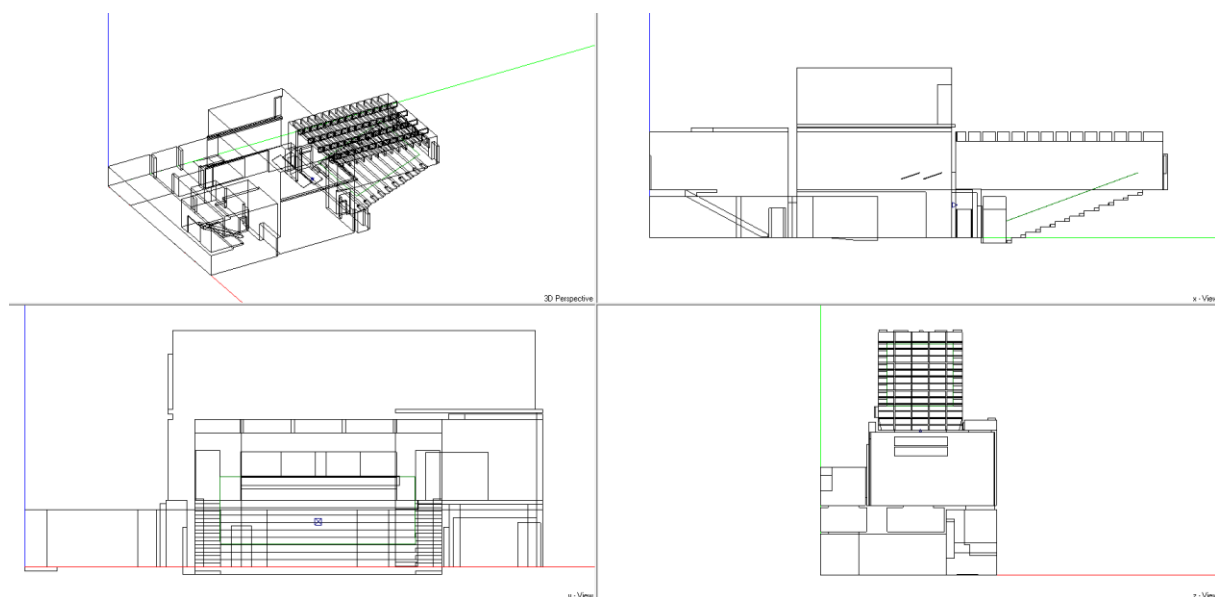
Pod względem akustycznym, najważniejszym pomieszczeniem w budynku Powiatowej Instytucji Kultury w Legionowie będzie sala wielofunkcyjna z miejscami dla ok. 176 osób na widowni, scenę, zasceniam oraz kieszeniami bocznymi. Kubatura pomieszczenia to ok. 3 187 m³. Ze względu na kubaturę i funkcję pomieszczenia czas pogłosu powinien oscylować wokół wartości 1,0 s. Dopuszczalna odchyłka charakterystyki T względem wartości zalecanej to:

- +40/-20 % dla częstotliwości 125 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

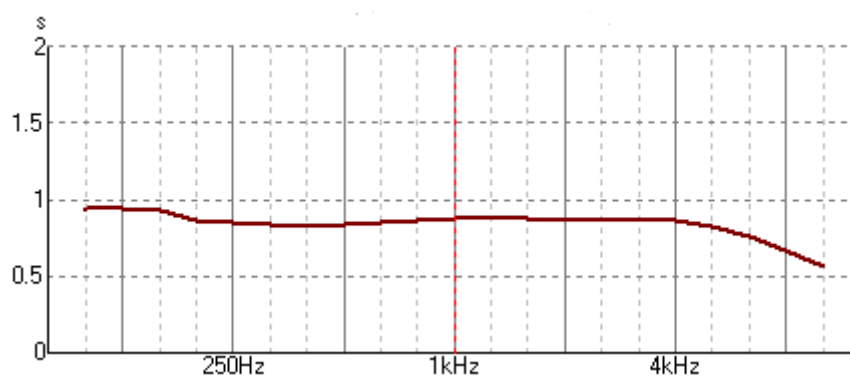
Współczynnik zrozumiałości mowy STI powinien być wyższy niż 0,65 bez wykorzystania systemu nagłośnienia.

Aby zapewnić odpowiednie warunki akustyczne, przeprowadzono symulacje w programie predykcyjnym. W celu przeprowadzenia symulacji w modelu w miejscu sceny na wysokości 1,5 metra umieszczono wszechkierunkowe źródło emitujące 228 000 promieni dźwięku o czasie trwania 1,38 sekundy. Obliczenia przeprowadzono w miejscu widowni na wysokości 1,2 m.

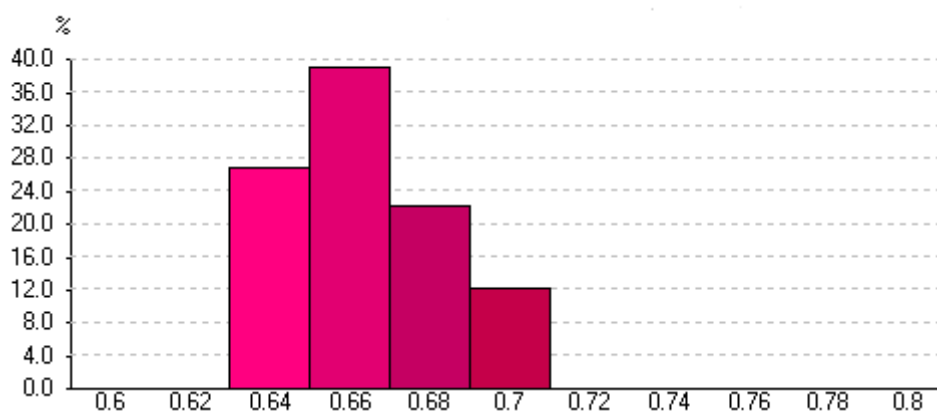
Na rysunkach 8.1 – 8.3 przedstawiono komputerowy model sali oraz uzyskane drogą symulacji wyniki wyżej opisanych parametrów dla zastosowanych rozwiązań.



Rysunek 8.1 Model sali wielofunkcyjnej dużej, wykonany w programie predykcyjnym



Rysunek 8.2. Czas pogłosu w sali wielofunkcyjnej dużej, uzyskany na drodze symulacji



Rysunek 8.3. Rozkład parametru zrozumiałości mowy STI w sali wielofunkcyjnej dużej

Aby osiągnąć założone wartości, w pomieszczeniu przewiduje się zastosowanie następujących materiałów:

a. sufit:

- strop komina scenicznego pokryty warstwą wełny mineralnej o gr. 100 mm i gęstości 90-110 kg/m³, montaż w dostępnych miejscach,
- sufit nad widownią w formie kasetonów rozpraszających dźwięk, zgodnie z dokumentacją architektury,
- w przestrzeni komina scenicznego demontowalne reflektory akustyczne podwieszane do sztankietów, zbudowane ze sklejki o grubości 30 mm, wymiary 1,2 x 6,5 m, zawieszone w sposób umożliwiający regulację kąta nachylenia, wstępnie zakłada się nachylenie 19°, lokalizacja w dokumentacji architektury,

b. ściany:

- ściana tylna z perforowanych paneli drewnopochodnych UPR-1 o średnicy otworu 2 i 10 mm w rozstępie 16 mm na warstwie wełny mineralnej o gr. 30 mm,
- ściany boczne wzdłuż widowni do wys. 3,3 m nad poziomem podłogi z drewnopochodnych paneli UPR-2 z mikroperforacją o średnicy otworu 0,5 mm i rozstawie otworów 3 mm na warstwie wełny mineralnej o gr. 25 mm,
- na ścianach bocznych nad panelami perforowanymi panele pełne drewnopochodne UP-1, UP-2, UP-3, UP-4 o różnych grubościach paneli i głębokościach montażu,
- ściana sceny pokryta ustrojami UP-5,

c. podłoga: parkiet,

d. fotele: o średnim stopniu tapicerowania.

8.2. Sala wielofunkcyjna (mała)

Czas pogłosu w mniejszej sali wielofunkcyjnej powinien wynosić ok. 0,5-0,7 s, w zależności od potrzebnej funkcji pomieszczenia. Dopuszcza się odchyłki charakterystyki T względem wartości zalecanej w granicach:

- +40/-20 % dla częstotliwości 125 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +20/-20 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Współczynnik zrozumiałości mowy STI powinien być wyższy niż 0,65.

Aby osiągnąć założone wartości, w pomieszczeniu przewiduje się zastosowanie następujących materiałów pochłaniających:

- sufit podwieszany listwowy z warstwą wełny mineralnej 20 mm – SP.01,
- fornirowane panele naścienne z warstwą wełny mineralnej o gr. 40 mm – WS.01,
- zastony akustyczne, dzięki którym możliwa będzie regulacja czasu pogłosu w zależności od wykorzystywanej funkcji pomieszczenia – WSK.02.

Tabela 8. Lista materiałów i obliczenia dla sali wielofunkcyjnej małej w przypadku rozsuniętych zasłon

Rodzaj materiału	Powierzchnia S [m ²]	Chłonność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln
Podłoga	65,6																		
Parkiet na podkładzie akustycznym	65,6	0,2	13	-15	0,2	9,8	-11	0,1	6,6	-7	0,1	6,6	-7	0,1	3,3	-3	0,1	6,6	-7
Sufit	65,6																		
Sufit listwowy	65,6	0,3	20	-23	0,7	47	-84	1	64	##	1	64	##	0,9	62	##	0,9	59	##
Ściany	122,5																		
Ściana1																			
Oktadzina z płyt fornirowanych	8,4	0,4	3,6	-5	0,7	5,5	-9	0,8	6,5	-12	0,7	6,1	-11	0,6	5	-8	0,5	4,4	-6
Zastona	3,2	0,1	0,2	-0	0,3	0,8	-1	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,6	1,8	-3
Szkło	6,9	0,2	1	-1	0,1	0,3	-0	0	0,2	-0	0,1	0,4	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0
Ściana2																			
Oktadzina z płyt fornirowanych	4,9	0,4	2,1	-3	0,7	3,2	-5	0,8	3,7	-7	0,7	3,5	-6	0,6	2,9	-4	0,5	2,5	-4
Szkło	24,0	0,2	3,6	-4	0,1	1,2	-1	0	0,7	-1	0,1	1,4	-1	0	0,5	-0	0	0,5	-0
Zastona	3,2	0,1	0,2	-0	0,3	0,8	-1	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,6	1,8	-3
Drzwi	4,2	0,1	0,6	-1	0,1	0,4	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0
Ściana3																			
Oktadzina z płyt fornirowanych	7,7	0,4	3,3	-4	0,7	5	-8	0,8	5,9	-11	0,7	5,5	-10	0,6	4,6	-7	0,5	4	-6
Szkło	7,6	0,2	1,1	-1	0,1	0,4	-0	0	0,2	-0	0,1	0,5	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0
Zastona	3,2	0,1	0,2	-0	0,3	0,8	-1	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,6	1,8	-3
Ściana4																			
Oktadzina z płyt fornirowanych	9,8	0,4	4,2	-6	0,7	6,4	-10	0,8	7,6	-14	0,7	7,1	-13	0,6	5,9	-9	0,5	5,1	-7
Zastona	3,2	0,1	0,2	-0	0,3	0,8	-1	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,5	1,6	-2	0,6	1,8	-3
Szkło	23,2	0,2	3,5	-4	0,1	1,2	-1	0	0,7	-1	0,1	1,4	-1	0	0,5	-0	0	0,5	-0
Wyposażenie - krzesła	13,0	0	0,5	-1	0,1	0,7	-1	0,1	0,8	-1	0,1	0,9	-1	0,1	0,8	-1	0,1	0,7	-1
RAZEM:	253,7		57			84			104			104			92			91	
Czas pogłosu T			0,52			0,33			0,25			0,25			0,30			0,30	

8.3. Studio nagrań

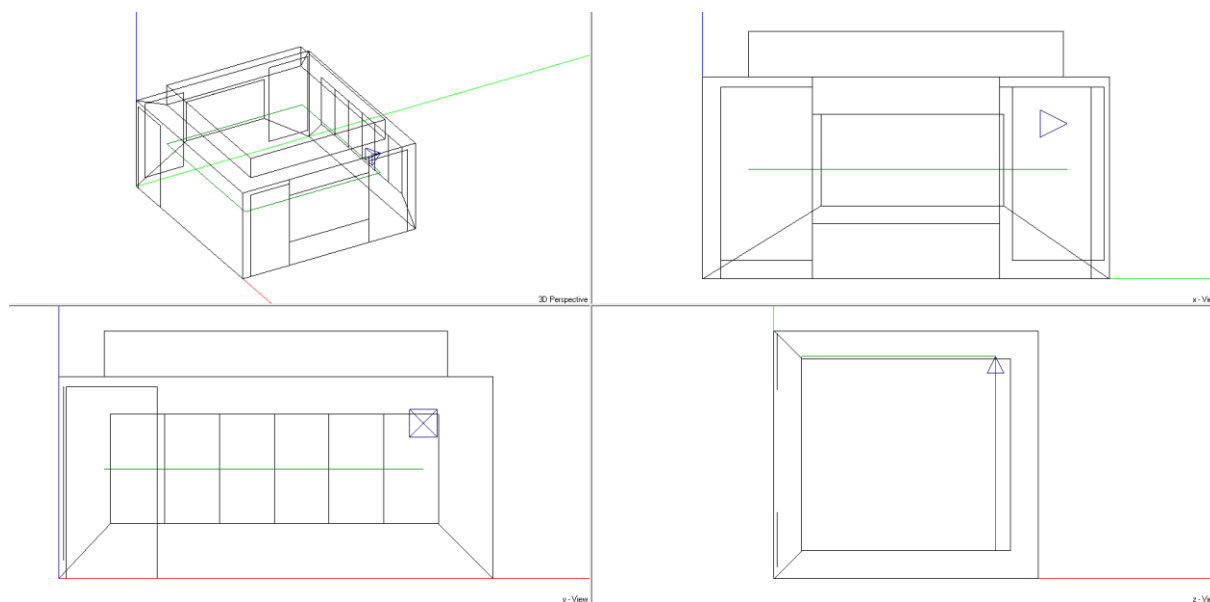
Czas pogłosu w studiu nagrań o kubaturze ok. 100 m³ powinien wynosić ok. 0,5 s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T60 względem wartości zalecanej nie będzie większa niż:

- +25/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ±15 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +15/-25 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

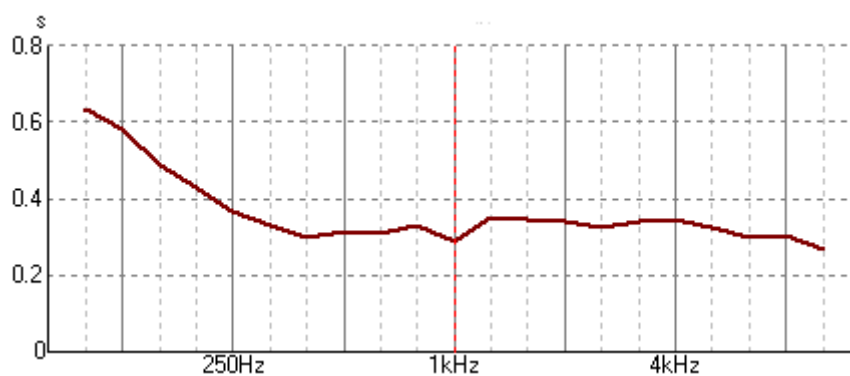
Aby zapewnić odpowiednie warunki akustyczne, przeprowadzono symulacje w programie predykcyjnym. W celu przeprowadzenia symulacji w modelu na

wysokości 1,5 metra umieszczono wszechkierunkowe źródło emitujące 5000 promieni dźwięku o czasie trwania 1 sekundy. Obliczenia przeprowadzono w wybranych punktach na wysokości 1,2 m.

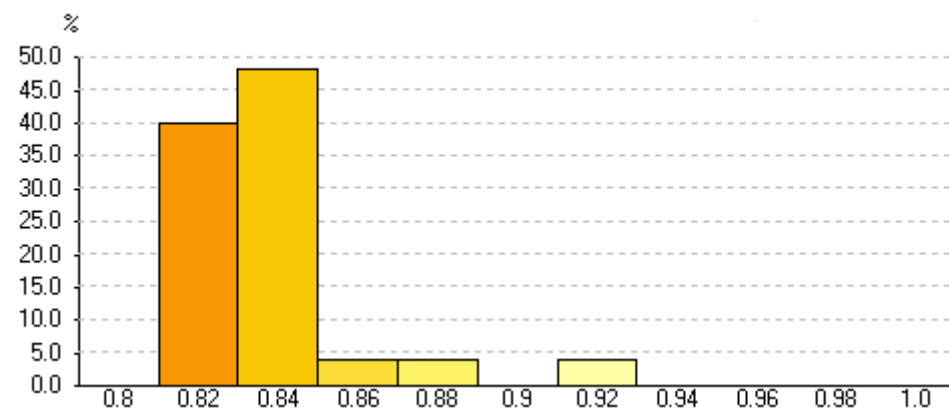
Na rysunkach 8.4 – 8.6 przedstawiono komputerowy model sali oraz uzyskane drogą symulacji wyniki wyżej opisanych parametrów dla zastosowanych rozwiązań.



Rysunek 8.4 Model studia nagrań, wykonany w programie predykcyjnym



Rysunek 8.5 Czas pogłosu w studiu nagrań, uzyskany na drodze symulacji



Rysunek 8.6. Rozkład parametru zrozumiałości mowy STI w studiu nagrań

Aby osiągnąć założone wartości, w pomieszczeniu przewiduje się zastosowanie następujących materiałów:

- na środkowej części sufitu panele na bazie wełny szklanej o gr. 40 mm, mocowane bezpośrednio do stropu – SP.09.2,
- na ścianie między drzwiami ustroje rozpraszające UR-1/WS.09 tworzące pole o wymiarach 2 x 1,2 m,
- na ścianie będącej ścianą zewnętrzną naprzemiennie ustroje rozpraszające UR-1/WS.09 w polach o wymiarach 0,6 x 1,2 m oraz panele pochłaniające UP-6/WS.10 ze wzmocnionym pochłanianiem w niskich częstotliwościach na bazie wełny szklanej o wymiarach 0,6 x 1,2 m,
- na ścianie z oknem zasłony – WSK.02,
- na podłodze parkiet.

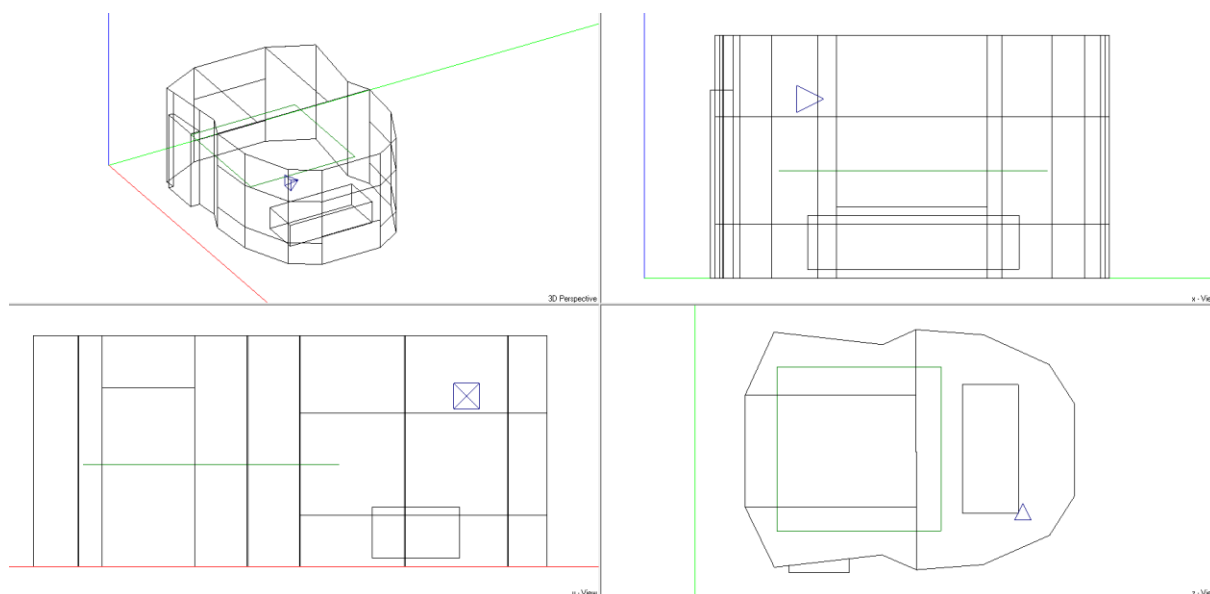
8.4. Operator

Czas pogłosu w pomieszczeniu operatora powinien wynosić ok. 0,25 s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T60 względem wartości zalecanej nie będzie większa niż:

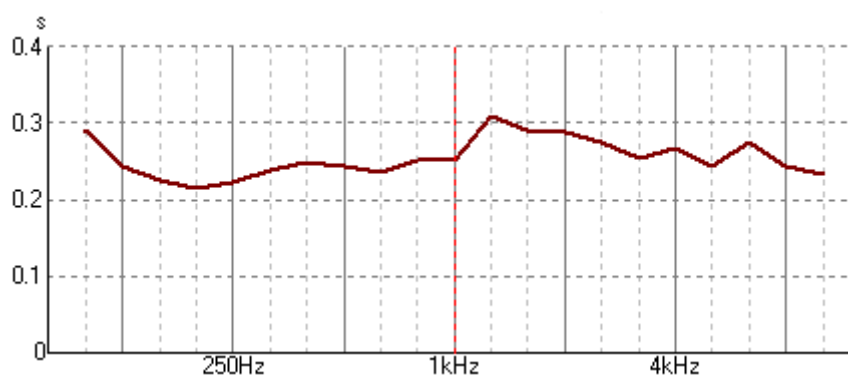
- +25/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ±15 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +15/-25 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Aby zapewnić odpowiednie warunki akustyczne, przeprowadzono symulacje w programie predykcyjnym. W celu przeprowadzenia symulacji w modelu na wysokości 1,5 metra umieszczono wszechkierunkowe źródło emitujące 5000 promieni dźwięku o czasie trwania 1 sekundy. Obliczenia przeprowadzono w wybranych punktach na wysokości 1,2 m.

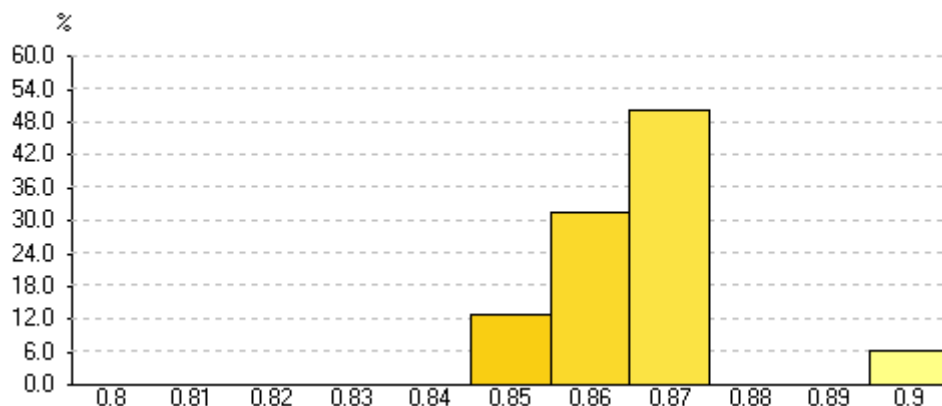
Na rysunkach 8.7 – 8.9 przedstawiono komputerowy model sali oraz uzyskane drogą symulacji wyniki wyżej opisanych parametrów dla zastosowanych rozwiązań.



Rysunek 8.7 Model pomieszczenia operatora, wykonany w programie predykcyjnym



Rysunek 8.8 Czas pogłosu w pomieszczeniu operatora, uzyskany na drodze symulacji



Rysunek 8.9 Rozkład parametru zrozumiałości mowy STI w pomieszczeniu operatora

Aby osiągnąć założone wartości, w pomieszczeniu przewiduje się zastosowanie następujących materiałów:

a. sufit:

- panele z wełny drzewnej – SP.09.1,
- ustroje rozpraszające UR-1/WS.09 tworzące pole o wymiarach 2 x 3,1 m,

b. ściany:

- na ścianie naprzeciwko okna ustroje rozpraszające UR-1/WS.09 tworzące pole o wymiarach 2 x 1,2 m, na pozostałej powierzchni panele drewniane klejone bezpośrednio do przegrody,
- nad oknem oraz na przylegającym fragmencie ścian bocznych (wzdłuż stołu realizatora) od wys. 0,6 m do sufitu perforowane panele drewnopochodne UPR-3/WS.08 o średnicy otworu 10 mm w rozstępie 16 mm na warstwie wełny mineralnej o gr. 25 mm, głębokość zgodnie z rysunkami architektury,
- pod panelami perforowanymi oraz na pozostałej części ścian bocznych panele WS.07 ze sklejki z warstwą wełny mineralnej o gr. 50 mm, głębokość zgodnie z rysunkami architektury,

c. podłoga: parkiet.

8.5. Garderoby

Wartość projektowa czasu pogłosu w garderobach powinna wynieść około $T_m = 0,5$ s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T_{60} względem wartości zalecanej nie powinna być większa niż:

- +45/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ± 20 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +20/-35 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Osiągnięcie powyższych założeń będzie możliwe dzięki zastosowaniu tynku akustycznego o grubości 45 mm.

Lista materiałów wraz z obliczeniami dla garderoby B.P05.05 znajduje się w tabeli 9.

Tabela 9. Lista materiałów i obliczenia dla garderoby B.P05.05

Rodzaj materiału	Powierzchni α $S [m^2]$	Chłoność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In
Podłoga	7,3																		
Panele winylowe	7,3	0	0,1	-0	0,03	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,1	-0
Sufit	7,3																		
Tynk akustyczny 45 mm	7,3	0,3	2,2	-3	0,75	5,5	-10	0,9	6,6	-17	0,9	6,2	-14	0,9	6,2	-14	0,9	6,2	-14
Ściany	33,8																		
Ściana1																			
Wieszaki z ubraniami	4,4	0,1	0,4	-0	0,08	0,4	-0	0,1	0,2	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0
Ściana2																			
Tynk cementowo-wapienny	6,2	0	0,1	-0	0,02	0,1	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0
Wypośażenie - krzesło	0,3	0	0	-0	0,05	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0
Ściana3																			
Tynk cementowo-wapienny	10,6	0	0,2	-0	0,02	0,2	-0	0	0,3	-0	0	0,4	-0	0,1	0,5	-1	0,1	0,5	-1
Ściana4																			
Tynk cementowo-wapienny	8,5	0	0,2	-0	0,02	0,2	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0,1	0,4	-0	0,1	0,4	-0
Drzwi	3,9	0,1	0,5	-1	0,1	0,4	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0
RAZEM:	48,4		3,8			7			8,1			7,9			8,1			8,1	
Czas pogłosu T			0,83			0,46			0,39			0,40			0,39			0,39	

8.6. Stanowisko realizatora dźwięku/oświetlenia

Czas pogłosu w pomieszczeniach realizatorów dźwięku i oświetlenia powinien wynosić ok. 0,15 s. Nierównomierność częstotliwościowej charakterystyki T_{60} względem wartości zalecanej nie będzie większa niż:

- +25/0 % dla częstotliwości 125 Hz,
- ± 15 % dla częstotliwości 250 - 2 000 Hz,
- +15/-25 % dla częstotliwości 4 000 Hz.

Aby osiągnąć powyższe wartości, w pomieszczeniu realizatorów przewiduje się zastosowanie sufitu w formie paneli z wełny drzewnej o gr. 25 mm z warstwą

wełny mineralnej o gr. 25 mm oraz paneli z wełny mineralnej na dwóch ścianach.

Lista materiałów wraz z obliczeniami dla stanowiska realizatora oświetlenia B.P1.12A znajduje się w tabeli 10.

Tabela 10. Lista materiałów i obliczenia dla Stanowiska realizatora oświetlenia B.P1.12A

Rodzaj materiału	Powierzchnia $S [m^2]$	Chłoność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In
Podłoga	6,0																		
Parkiet na podkładzie akustycznym	6,0	0,2	1,2	-1	0,15	0,9	-1	0,1	0,6	-1	0,1	0,6	-1	0,1	0,3	-0	0,1	0,6	-1
Sufit	6,0																		
Panele z wełny drzewnej	6,0	0,5	2,7	-4	0,95	5,7	-18	1	6	-27	1	6	-27	1	5,7	-18	1	6	-27
Ściany	31,4																		
Ściana1																			
Tynk na murze	7,5	0	0,1	-0	0,03	0,2	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,2	-0
Ściana2																			
Panele z wełny mineralnej	6,3	0,7	4,1	-7	1	6,3	-29	1	6	-19	1	6,3	-29	1	6,3	-29	1	6,3	-29
Drzwi	1,9	0,1	0,3	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0
Ściana3																			
Panele z wełny mineralnej	7,5	0,7	4,9	-8	1	7,5	-34	1	7,1	-22	1	7,5	-34	1	7,5	-34	1	7,5	-34
Ściana4																			
Tynk na murze	6,6	0	0,1	-0	0,03	0,2	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,2	-0
Szkoło	1,6	0,2	0,2	-0	0,05	0,1	-0	0	0	-0	0,1	0,1	-0	0	0	-0	0	0	-0
RAZEM:	43,3		11			16			18			17			15			14	
Czas pogłosu T		0,25			0,15			0,13			0,14			0,17			0,18		

8.7. Sale konferencyjne, sale spotkań, pomieszczenie spotkań mieszkańców

Czas pogłosu w salach konferencyjnych jest określony w normie [5] i dla pomieszczeń tego typu o kubaturze mniejszej niż 500 m³ nie powinien przekraczać 0,8 s. Wymaganie zostanie spełnione poprzez zastosowanie sufitu w formie paneli z wełny drzewnej o gr. 25 mm z warstwą wełny mineralnej o gr. 50 mm lub sufitu mineralnego i miejscowo fornirowanych paneli naściennych z warstwą wełny mineralnej o gr. 40 mm lub paneli z wełny mineralnej. W pomieszczeniach B.P1.26 oraz B.P2.16 ściany pokryte są fornirowanymi panelami z perforacją, natomiast sufit wykonano z płyt gk.

Lista materiałów wraz z obliczeniami dla sali spotkań B.P1.26 znajduje się w tabeli 11.

Tabela 11. Lista materiałów i obliczenia dla Sali spotkań B.P1.26

Rodzaj materiału	Powierzchnia $S [m^2]$	Chłonność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In
Podłoga	5,9																		
Panele winylowe	5,9	0	0,1	-0	0,03	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,1	-0
Sufit	5,9																		
Otwarty sufit	5,9	0	0,1	-0	0,01	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0,1	0,3	-0
Ściany	34,5																		
Ściana1																			
Szkoło	6,2	0,2	0,9	-1	0,05	0,3	-0	0	0,2	-0	0,1	0,4	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0
Wypożyczenie Sali - krzesło	0,3	0	0	-0	0,05	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0
Ściana2																			
Okładzina z płyt fornirowanych	10,9	0,4	4,7	-6	0,65	7,1	-11	0,8	8,4	-16	0,7	7,8	-14	0,6	6,5	-10	0,5	5,7	-8
Ściana3																			
Okładzina z płyt fornirowanych	6,2	0,4	2,7	-3	0,65	4	-7	0,8	4,8	-9	0,7	4,5	-8	0,6	3,7	-6	0,5	3,2	-5
Ściana4																			
Okładzina z płyt fornirowanych	10,9	0,4	4,7	-6	0,65	7,1	-11	0,8	8,4	-16	0,7	7,8	-14	0,6	6,5	-10	0,5	5,7	-8
RAZEM:	46,4		13			19			22			21			17			15	
Czas pogłosu T		0,21			0,13			0,11			0,12			0,15			0,18		

8.8. Pomieszczenia biurowe

Czas pogłosu w zamkniętych pomieszczeniach biurowych jest określony w normie [5] i nie powinien przekraczać 0,6 s. Wymaganie zostanie spełnione poprzez zastosowanie dźwiękochłonnego sufitu mineralnego.

Lista materiałów wraz z obliczeniami dla gabinetu dyrektora A.P2.03 znajduje się w tabeli 12.

Tabela 12. Lista materiałów i obliczenia dla Gabinetu dyrektora A.P2.03

Rodzaj materiału	Powierzchnia $S [m^2]$	Chłonność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In	α	A	In
Podłoga	15,5																		
Panele winylowe	15,5	0	0,3	-0	0	0,5	-0	0	0,5	-0	0	0,5	-0	0	0,5	-0	0	0,3	-0
Sufit	15,5																		
Sufit mineralny	15,5	0,6	8,5	-12	0,8	12	-25	1	16	-71	1	15	-46	1	16	-71	1	16	-71
Ściany	52,8																		
Ściana1																			
Szkoło	6,2	0,2	0,9	-1	0,1	0,3	-0	0	0,2	-0	0,1	0,4	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0
Tynk cementowo-wapienny	5,5	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0
Ściana2																			
Tynk cementowo-wapienny	11,5	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,3	-0	0	0,5	-0	0,1	0,6	-1	0,1	0,6	-1
Drzwi	2,1	0,1	0,3	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0
Ściana3																			
Tynk cementowo-wapienny	5,9	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0
Wypożyczenie - szafa	5,8	0,1	0,6	-1	0,1	0,5	-0	0,1	0,3	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0
Ściana4																			
Tynk cementowo-wapienny	1,0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0
Wypożyczenie - krzesło	0,8	0	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0	-0	0,1	0	-0
Wypożyczenie - stół	1,4	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0
Szkoło	12,6	0,2	1,9	-2	0,1	0,6	-1	0	0,4	-0	0,1	0,8	-1	0	0,3	-0	0	0,3	-0
RAZEM:	83,8		13			15			18			18			18			18	
Czas pogłosu T		0,61			0,53			0,40			0,40			0,39			0,40		

8.9. Przestrzeń coworkingowa

Zgodnie z normą [5] biura typu open space powinny osiągać minimalną chłonność akustyczną zgodnie ze wzorem: $A \geq 1,1 \times S$, gdzie S – powierzchnia rzutu pomieszczenia. Aby spełnić to wymaganie, w przestrzeni coworkingowej

przewiduje się zastosowanie sufitu w formie wysp z paneli z wełny drzewnej o gr. 25 mm oraz tynku akustycznego o gr. 25 mm.

Lista materiałów wraz z obliczeniami dla przestrzeni coworkingowej B.P1.25 znajduje się w tabeli 13.

Tabela 13. Lista materiałów i obliczenia dla przestrzeni coworkingowej B.P1.25

Parametry pomieszczenia	Obliczenia dla środkowych pasm częstotliwości oktaowych f		
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Wymagana chłonność [m ²]	61,4	61,4	61,4
	Powietrze		
Mocowy współczynnik pochł.	0,0006	0,0010	0,0017
Chłonność powietrza	0,43	0,71	1,21
	Sufit		
	Tynk akustyczny 25 mm		
Powierzchnia [m ²]		36,3	
Współczynnik pochłaniania alfa	0,8	0,9	0,8
Chłonność [m ²]	29,024	32,652	29,024
	Sufit		
	Panele z wełny drzewnej		
Powierzchnia [m ²]		24,5	
Współczynnik pochłaniania alfa	1	1	0,9
Chłonność [m ²]	24,5	24,5	22,05
	Ściany		
	Tynk na murze		
Powierzchnia [m ²]		54,2	
Współczynnik pochłaniania alfa	0,04	0,04	0,04
Chłonność [m ²]	2,16752	2,16752	2,16752
	Ściany		
	Szkło		
Powierzchnia [m ²]		40,9	
Współczynnik pochłaniania alfa	0,03	0,06	0,02
Chłonność [m ²]	1,2279	2,4558	0,8186
	Ściany		
	Drzwi		
Powierzchnia [m ²]		3,8	
Współczynnik pochłaniania alfa	0,08	0,08	0,08
Chłonność [m ²]	0,3	0,3	0,3
	Podłoga		
	Lastryko		
Powierzchnia [m ²]		55,8	
Współczynnik pochłaniania alfa	0,03	0,04	0,04
Chłonność [m ²]	1,67	2,23	2,23
CHŁONNOŚĆ uzyskana	59,32	65,02	57,8
RÓŻNICA (osiągnięta - wymagana)	-2,0	3,7	-3,6

32

Tabela 15. Lista materiałów i obliczenia dla pracowni artystycznej B.P2.19

Rodzaj materiału	Powierzchnia S [m ²]	Chłoność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln
Podłoga	29,6																		
Lastryko	29,6	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,6	-1	0	0,6	-1
Sufit	29,6																		
Panele z wełny drzewnej	10,7	0,6	6,4	-10	1	11	-49	1	11	-49	1	11	-49	0,9	9,6	-25	1	11	-49
Otwarty sufit	18,9	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,4	-0	0	0,4	-0	0	0,4	-0	0,1	0,9	-1
Ściany	92,9																		
Ściana1																			
Tynk na murze	12,5	0	0,3	-0	0	0,4	-0	0	0,5	-1	0	0,5	-1	0	0,5	-1	0	0,4	-0
Cokoł	1,4	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0
Szkło	9,0	0,2	1,4	-1	0,1	0,5	-0	0	0,3	-0	0,1	0,5	-1	0	0,2	-0	0	0,2	-0
Ściana2																			
Tynk na murze	12,8	0	0,3	-0	0	0,4	-0	0	0,5	-1	0	0,5	-1	0	0,5	-1	0	0,4	-0
Cokoł	1,0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0
Drzwi	4,7	0,1	0,7	-1	0,1	0,5	-0	0,1	0,4	-0	0,1	0,4	-0	0,1	0,4	-0	0,1	0,4	-0
Ściana3																			
Okładzina z płyt fornirowanych	8,9	0,4	3,8	-5	0,7	5,8	-9	0,8	6,8	-13	0,7	6,4	-11	0,6	5,3	-8	0,5	4,6	-7
Wyposażenie - szafa	7,3	0,1	0,7	-1	0,1	0,6	-1	0,1	0,4	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0
Drzwi	2,3	0,1	0,3	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0
Ściana4																			
Okładzina z płyt fornirowanych	18,5	0,4	8	-10	0,7	12	-19	0,8	14	-27	0,7	13	-24	0,6	11	-17	0,5	9,6	-14
Wyposażenie - szafa	10,8	0,1	1,1	-1	0,1	0,9	-1	0,1	0,5	-1	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0
Wyposażenie - krzesła	1,3	0	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0
Wyposażenie - stoły	2,5	0,1	0,1	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,3	-0
RAZEM:	152,1		24			33			36			34			30			29	
Czas pogłosu T			0,69			0,44			0,40			0,42			0,55			0,57	

8.12. Biblioteki

Biblioteki o wysokości mniejszej niż 4 m powinny cechować się czasem pogłosu nie dłuższym niż 0,6 s. Aby nie przekroczyć tej wartości, w tego typu pomieszczeniach przewiduje się zastosowanie sufitu dźwiękochłonnego oraz fornirowanych paneli naściennych z warstwą wełny mineralnej o gr. 40 mm.

Lista materiałów wraz z obliczeniami dla biblioteki A.P1.08 znajduje się w tabeli 16.

Tabela 16. Lista materiałów i obliczenia dla Biblioteki A.P1.08.

Rodzaj materiału	Powierzchnia S [m ²]	Chłoność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln	a	A	ln
Podłoga	105,5																		
Łastyko	105,5	0	1,1	-1	0	1,1	-1	0	1,1	-1	0	1,1	-1	0	2,1	-2	0	2,1	-2
Sufit	105,5																		
Sufit podwieszany akustyczny	105,5	0,5	15	-20	0,8	27	-55	0,9	31	-78	1	32	##	1	34	##	1	34	##
Ściany	358,5																		
Ściana1																			
Tynk na murze	9,2	0	0,2	-0	0	0,3	-0	0	0,4	-0	0	0,4	-0	0	0,4	-0	0	0,3	-0
Marmur	0,4	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0
Tynk na murze	7,7	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,3	-0	0	0,2	-0
Okładzina z płyt fornirowanych	31,1	0,4	13	-17	0,7	20	-33	0,8	24	-46	0,7	22	-40	0,6	19	-28	0,5	16	-23
Drzwi	2,1	0,1	0,3	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0
Ściana2																			
Okładzina z płyt fornirowanych	24,1	0,4	10	-14	0,7	16	-25	0,8	19	-35	0,7	17	-31	0,6	14	-22	0,5	13	-18
Szkoło	7,2	0,2	1,1	-1	0,1	0,4	-0	0	0,2	-0	0,1	0,4	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0
Ściana przesuwna	20,2	0,3	6	-7	0,2	3,4	-4	0,1	2,4	-3	0,1	1,2	-1	0,1	1,2	-1	0,1	1,2	-1
Farba	2,7	0,2	0,4	-0	0,1	0,3	-0	0,1	0,2	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0,1	0,1	-0
Wypożenie - półki	33,2	0,7	24	-41	0,9	30	-73	0,9	31	-88	0,7	25	-45	0,7	24	-42	0,7	25	-45
Drzwi	1,9	0,1	0,3	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0
Ściana3																			
Okładzina z płyt fornirowanych	36,3	0,4	16	-20	0,7	24	-38	0,8	28	-53	0,7	26	-46	0,6	22	-33	0,5	19	-27
Wypożenie - fotele	1,8	0,5	0,9	-1	0,7	1,2	-2	0,8	1,4	-3	0,9	1,5	-4	0,8	1,4	-3	0,7	1,2	-2
Szkoło	98,3	0,2	15	-16	0,1	4,9	-5	0	2,9	-3	0,1	5,9	-6	0	2	-2	0	2	-2
Szklana ścianka	37,7	0,2	5,7	-6	0,1	1,9	-2	0	1,1	-1	0,1	2,3	-2	0	0,8	-1	0	0,8	-1
Ściana4																			
Okładzina z płyt fornirowanych	7,2	0,4	3,1	-4	0,7	4,6	-8	0,8	5,5	-11	0,7	5,1	-9	0,6	4,3	-7	0,5	3,7	-5
Szkoło	18,27	0,2	2,7	-3	0,1	0,9	-1	0	0,5	-1	0,1	1,1	-1	0	0,4	-0	0	0,4	-0
Ściana przesuwna	19,3	0,3	5,8	-7	0,2	3,3	-4	0,1	2,3	-2	0,1	1,2	-1	0,1	1,2	-1	0,1	1,2	-1
RAZEM:	569,6		153			196			215			212			199			191	
Czas pogłosu T			0,44			0,32			0,29			0,29			0,32			0,33	

8.13. Kawiarnia

Czas pogłosu w pomieszczeniach konsumpcyjnych dobierany jest indywidualnie przez projektanta. Dla kawiarni B.P1.10A nie powinien on przekraczać 1,2 s. Aby spełnić to założenie, w pomieszczeniu przewidziano sufit listwowy z warstwą wełny mineralnej oraz fornirowane panele naścienne z warstwą wełny mineralnej o gr. 40 mm.

Lista materiałów wraz z obliczeniami dla Kawiarni A.P1.10A znajduje się w tabeli 17.

Tabela 17. Lista materiałów i obliczenia dla Kawiarni A.P1.10A

Rodzaj materiału	Powierzchnia S [m ²]	Chłoność akustyczna A dla pasm częstotliwości																	
		125 [Hz]			250 [Hz]			500 [Hz]			1000 [Hz]			2000 [Hz]			4000 [Hz]		
		a	A	In	a	A	In	a	A	In	a	A	In	a	A	In	a	A	In
Podłoga	72,0																		
Lastryko	72,0	0	0,7	-1	0	0,7	-1	0	0,7	-1	0	0,7	-1	0	1,4	-1	0	1,4	-1
Sufit	72,0																		
Sufit listwowy	72,0	0,3	22	-26	0,7	52	-92	1	71	##	1	70	##	0,9	68	##	0,9	65	##
Ściany	143,1																		
Ściana1																			
Przeszkłone drzwi	4,0	0,2	0,6	-1	0,1	0,2	-0	0	0,1	-0	0,1	0,2	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0
Szkło	11,8	0,2	1,8	-2	0,1	0,6	-1	0	0,4	-0	0,1	0,7	-1	0	0,2	-0	0	0,2	-0
Ściana2																			
Tynk na murze	17,9	0	0,4	-0	0	0,5	-1	0	0,7	-1	0	0,7	-1	0	0,7	-1	0	0,5	-1
Cokoł	0,9	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0
Szkło	34,7	0,2	5,2	-6	0,1	1,7	-2	0	1	-1	0,1	2,1	-2	0	0,7	-1	0	0,7	-1
Ściana3																			
Tynk na murze	4,4	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,2	-0	0	0,1	-0
Cokoł	0,2	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0	0	0	-0
Szkło	10,0	0,2	1,5	-2	0,1	0,5	-1	0	0,3	-0	0,1	0,6	-1	0	0,2	-0	0	0,2	-0
Wypożyczenie - bar	2,5	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0	0	0,1	-0
Wypożyczenie - krzesła	1,6	0	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0	0,1	0,1	-0
Wypożyczenie - stoły	1,5	0,1	0,1	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0	0,1	0,2	-0
Ściana4																			
Oktadzina z płyt fornirowanych	40,8	0,4	18	-23	0,7	26	-43	0,8	31	-60	0,7	29	-52	0,6	24	-37	0,5	21	-30
Drzwi	12,9	0,1	1,8	-2	0,1	1,3	-1	0,1	1	-1	0,1	1	-1	0,1	1	-1	0,1	1	-1
RAZEM:	287,0		52			84			107			106			97			91	
Czas pogłosu T			0,74			0,38			0,29			0,29			0,32			0,35	

9. Specyfikacje materiałowe

W tabelach 18-32 znajdują się specyfikacje materiałowe zaprojektowanych ustrojów.

Tabela 18. Specyfikacja ustroju UPR-1

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna duża - ściana tylna		
Materiał	Panele drewnopochodne z perforacją okrągłą o średnicy 2 mm oraz 10 mm i rozstawie otworów 16 mm		
Konstrukcja	Panele mocowane w odstępie od ściany na warstwie wełny mineralnej o gr. 30 mm i gęstości 40 – 80 kg/m ³ ;		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p dla montażu z wełną mineralną 30 mm i całkowitą wysokością konstrukcji 76 mm		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,20	
	250	0,85	
	500	0,72	
	1000	0,30	
	2000	0,15	
	4000	0,13	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 19. Specyfikacja ustroju UPR-2

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna duża - ściany boczne do wys. 3,3 m		
Materiał	Panele drewnopochodne z mikroperforacją okrągłą o średnicy 0,5 mm i rozstawie otworów 3 mm		
Konstrukcja	Panele mocowane w odstępie od ściany na warstwie wełny mineralnej o gr. 25 mm i gęstości 40 – 80 kg/m ³		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p dla montażu z wełną 25 mm i całkowitą wysokością konstrukcji 66 mm		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,40	
	250	0,80	
	500	0,95	
	1000	0,90	
	2000	0,60	
	4000	0,40	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 20. Specyfikacja ustroju UPR-3/WS.09

Lokalizacja	Operator - fragment ścian bocznych i frontowej		
Materiał	Panele drewnopochodne z perforacją okrągłą o średnicy 10 mm i rozstawie otworów 16 mm		
Konstrukcja	Panele mocowane w odstępie od ściany na warstwie wełny mineralnej o gr. 30 mm i gęstości 40 – 80 kg/m³;		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p dla montażu z wełną mineralną 30 mm i całkowitą wysokością konstrukcji 216 mm		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,75	
	250	0,90	
	500	0,90	
	1000	0,95	
	2000	1,00	
	4000	1,00	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 21. Specyfikacja ustroju UP-1

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna – ściany boczne
Materiał	Panele pełne drewnopochodne o gr. 15 mm, za panelami wełna mineralna 50 mm o gęstości 40 – 80 kg/m ³ , zgodnie z rysunkiem AK01
Konstrukcja	Panele mocowane na podkonstrukcji, całkowita wysokość 100 mm
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tabela 22. Specyfikacja ustroju UP-2

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna – ściany boczne
Materiał	Panele pełne drewnopochodne o gr. 15 mm, za panelami wełna mineralna 50 mm o gęstości 40 – 80 kg/m ³ , zgodnie z rysunkiem AK01
Konstrukcja	Panele mocowane na podkonstrukcji, całkowita wysokość 80 mm
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tabela 23. Specyfikacja ustroju UP-3

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna – ściany boczne
Materiał	Panele pełne drewnopochodne o gr. 15 mm, za panelami wełna mineralna 50 mm o gęstości 40 – 80 kg/m ³ , zgodnie z rysunkiem AK01
Konstrukcja	Panele mocowane na podkonstrukcji, całkowita wysokość 90 mm
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tabela 24. Specyfikacja ustroju UP-4

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna – ściany boczne
Materiał	Panele pełne drewnopochodne o gr. 20 mm, za panelami wełna mineralna 50 mm o gęstości 40 – 80 kg/m ³ , zgodnie z rysunkiem AK01
Konstrukcja	Panele mocowane na podkonstrukcji, całkowita wysokość 75 mm

Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabela 25. Specyfikacja ustroju UP-5

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna – ściana sceny
Materiał	Panele pełne drewnopochodne o gr. 20 mm, za panelami wełna mineralna 50 mm o gęstości 40 – 80 kg/m ³ , zgodnie z rysunkiem AK02
Konstrukcja	Panele mocowane na podkonstrukcji, całkowita wysokość 100 mm
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tabela 26. Specyfikacja ustroju UP-6/WS.10

Lokalizacja	Studio nagrań – ściany boczne		
Materiał	Panele na bazie wełny mineralnej o grubości 80 mm		
Konstrukcja	Panele mocowane bezpośrednio do ściany		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,65	
	250	1,00	
	500	0,95	
	1000	1,00	
	2000	1,00	
	4000	1,00	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 27. Specyfikacja zasłon akustycznych

Lokalizacja	Mała sala wielofunkcyjna, studio nagrań		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p w odległości 10 cm od ściany		
	f [Hz]	α_p	Przedstawiono minimalne wartości pochłaniania dźwięku
	125	0,10	
	250	0,30	

	500	0,50	
	1000	0,50	
	2000	0,50	
	4000	0,60	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 28. Specyfikacja foteli

Lokalizacja	Sala wielofunkcyjna			
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku a_p			
	f [Hz]	a_p pusty	a_p z widzem	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,25	0,35	
	250	0,45	0,85	
	500	0,60	0,85	
	1000	0,75	0,80	
	2000	0,75	0,80	
	4000	0,65	0,75	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.			

Tabela 29. Specyfikacja ustroju WS.01

Lokalizacja	Stosowany na ścianach bocznych pomieszczeń		
Materiał	Panele drewnopochodne z perforacją		
Konstrukcja	Panele mocowane na podkonstrukcji z wełną mineralną 4 cm i gęstości 40 – 80 kg/m³		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,45	
	250	0,80	
	500	1,00	
	1000	0,90	
	2000	0,60	
	4000	0,35	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 30. Specyfikacja ustroju SP.01

Lokalizacja	Mała sala wielofunkcyjna		
Materiał	Sufit liniowy		
Konstrukcja	Listwy montowane na podkonstrukcji, na listwach ułożona wełną mineralna 20 mm z czarnym welonem, o gęstości 40 – 80 kg/m ³		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,30	
	250	0,70	
	500	1,00	
	1000	0,95	
	2000	0,95	
	4000	0,90	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 31. Specyfikacja ustroju SP.09.01

Lokalizacja	Operatornia		
Materiał	Sufit podwieszany z panelami z wełny drzewnej		
Konstrukcja	Panele montowane na systemowej konstrukcji		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,60	
	250	0,95	
	500	1,00	
	1000	0,95	
	2000	0,90	
	4000	0,95	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 32. Specyfikacja ustroju SP.09.02

Lokalizacja	Studio nagrań		
Materiał	Panele dźwiękochłonne na bazie wełny mineralnej		
Konstrukcja	Panele montowane bezpośrednio do stropu		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,20	
	250	0,75	
	500	0,95	
	1000	1,00	
	2000	1,00	
	4000	1,00	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Tabela 33. Specyfikacja tynku akustycznego

Lokalizacja	Garderoby, przestrzeń coworkingowa		
Materiał	Tynk akustyczny na wełnie mineralnej		
Konstrukcja	Panele montowane bezpośrednio do stropu		
Parametry	Praktyczny współczynnik pochłaniania dźwięku α_p dla 40 mm		
	f [Hz]	α_p	Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych
	125	0,30	
	250	0,75	
	500	0,90	
	1000	0,85	
	2000	0,85	
	4000	0,85	
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.		

Załącznik A

W tabeli A.1 zamieszczono wyniki obliczeń poziomu dźwięku A na fasadzie projektowanego budynku.

Tabela A.1. Wartości poziomów dźwięku na fasadzie projektowanego budynku

Nr receptora	Kondygn.	L _{Aeq,D} [dB]
1	GF	67,9
1	F 1	68,4
2	GF	61,7
2	F 1	62,8
3	GF	47,2
3	F 1	48,1
4	GF	47,1
4	F 1	47,6
5	GF	46,9
5	F 1	47,2
6	GF	47
6	F 1	47,7
7	GF	46,7
7	F 1	46,8
8	GF	59,7
8	F 1	61,2
9	GF	67,8
10	GF	65,3
11	GF	68,7
12	GF	66,5
13	GF	65,8
13	F 1	66,9
14	GF	63,8

14	F 1	64,6
15	GF	66,1
15	F 1	67,1