SENSE OF MUSIC
ACOUSTIC SOLUTIONS

Warszawa, 30.10.2026

Analiza parametrów akustycznych studia nagrań wideo

Rewizja 01

INWESTOR: **Miejski Ośrodek Kultury w Zambrowie**
ul. Prymasa Stefana Wyszyńskiego 2a 18-300 Zambrów

ADRES INWESTYCJI: **ul. Prymasa Stefana Wyszyńskiego 2a 18-300 Zambrów**

Opracowanie i rysunki: mgr inż. Szymon Sieńko

Niniejsze opracowanie objęte jest prawem autorskim.

Spis treści:

Wstęp 4
1 Podstawa i zakres opracowania 4
1.1 Podstawa formalna 4
1.2 Podstawa merytoryczna 4
2 Zakres opracowania 4
3 Lokalizacja i opis budynku 5
3.1 Lokalizacja budynku 5
4 Sposób wykorzystania przestrzeni 5
5 Najważniejsze parametry akustyczne pomieszczeń 7
5.1 Czas pogłosu 7
5.2 Wartość współczynnika transmisji mowy STI 8
6 Ochrona przed hałasem 8
6.1 Dopuszczalny poziom tła akustycznego 8
6.2 Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych 8
6.3 Wymagania izolacyjności akustycznej stolarki okiennej i drzwiowej 9
6.4 Ogólne wytyczne dotyczące ochrony przed hałasem 9
7 Akustyka wnętrz 10
7.1 Studio nagrań wideo 0/6 10
7.2 Model numeryczny Studio nagrań wideo 0/6 10
7.3 Dodatkowe wytyczne dotyczące akustyki wnętrz 14
8 Ustroje akustyczne i ich rozmieszczenie 14

Spis rysunków w opracowaniu:

Rysunek 1: Planowane pomieszczenie 6
Rysunek 2: Odczytanie z krzywej zaniku wartości do określenia parametrów RT20 i RT30 7
Rysunek 3: Dopuszczalne odchyłki od wartości czasu pogłosu 10
Rysunek 4: Rzut aksonometryczny modelu Studia - 1 11
Rysunek 5: Rzut aksonometryczny modelu Studia – 2 11
Rysunek 6: Obliczeniowy czas pogłosu według Eyringa 12
Rysunek 7: Obliczeniowy czas pogłosu według Eyringa 12
Rysunek 8: Rozkład wartości parametru STI (krzywa hałasu NR25dB) 13

Spis tabel:
Tabela 1:Wartości współczynnika STI i odpowiadający im stopień zrozumiałości mowy. 8
Tabela 2: Wymagana izolacyjność akustyczna planowanych przegród budowlanych 8
Tabela 3: Wymagana izolacyjność akustyczna planowanej stolarki okiennej i drzwiowej..... 9
Tabela 4: Współczynniki pochłaniania ustrojów akustycznych 14

Spis systemów ścian izolacyjnych:

1. Przedścianka S2 – np. system Knauf W626: wełna mineralna, dwie płyty GK - wełna mineralna skalna o grubości 100mm i gęstości 50 kg/m^3, płyty GK o masie powierzchniowej większej niż 12 kg/m^2
2. **Sufit izolacyjny C2** – np. system Knauf D113/CD60/2 × plyta GK
Sufit podwieszany na jednopoziomowej konstrukcji krzyżowej CD 60/27, z dwoma warstwam i płyt Knauf 12,5 mm.

Spis rysunków dołączonych do opracowania:

Rys.0.1_RZUT STUDIA I WIODKI ŚCIAN_INWENTARYZACJA
Rys.0.2_RZUT STUDIA_PROJEKT
Rys.0.3_ROZWINIĘCIA ŚCIAN_PROJEKT
Rys.0.4_RZUT SUFITU_PROJEKT
Rys.0.5_RZUT STUDIA_SCHEMAT INST.AV
Rys.AK_1.1_DETAL S2_ŚCIANKA IZOLACYJNA
Rys.AK_2.1_DETAL E1_USTRÓJ AKUSTYCZNY 104x204
Rys.AK_2.2_DETAL E1_USTRÓJ AKUSTYCZNY 104x154
Rys.AK_3.1_DETAL C2 SUFIT
Rys.AK_3.2_DETAL ŚCIANA - C2 SUFIT- SUFIT MODUŁOWY

Wstęp

Opracowanie powstało w związku z planowaną modernizacją pomieszczenia 0/6 w budynku Miejskiego Ośrodka Kultury w Zambrowie w celu utworzenia studia nagrań wideo.

Projektowane rozwiązania mają zapewnić odpowiednie warunki akustyczne do rejestracji materiałów audiowizualnych, w szczególności nagrań wypowiedzi, wywiadów, podcastów oraz materiałów o charakterze edukacyjnym i kulturalnym.

1 Podstawa i zakres opracowania

1.1 Podstawa formalna

Podstawę opracowania stanowi zamówienie dotyczące wykonania dokumentacji projektowej przekształcenia pomieszczenia 0/6 na studio nagrań wideo w Miejskim Ośrodku Kultury w Zambrowie, zgodnie z zapytaniem ofertowym z dnia 17 lipca 2026 r. oraz załącznikiem nr 2 – Opis przedmiotu zamówienia „Budowa studia wideo”.

1.2 Podstawa merytoryczna

[1] PN-B-02153:2002 Akustyka budowlana. Terminologia, symbole literowe i jednostki.
[2] PN-EN ISO 3382-2:2009 Akustyka - Pomiar parametrów akustycznych pomieszczeń, Część 2: Czas pogłosu w zwyczajnych pomieszczeniach.
[3] 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.
[4]PN-B-02151-3 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych.
[5] Jerzy Sadowski, Akustyka w urbanistyce architekturze i budownictwie, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1971.
[6] Andrzej Kulowski, Akustyka sal, zalecenia projektowe dla architektów. Wydawnictwa Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2011.
[7] EBU Tech. 3276, Listening conditions for the assessment of sound programme material; monophonic and two stereophonic. European Broadcasting Union, Geneva, 2004
[8] T.J. Cox, P. D’Antonio Acoustic absorber and diffusers, Theory, design and application. Spon Press, London 2004
[9] Marshall Long: „Architectural Acoustics”, Second Edition, Academic Press/Elsevier INC.,

2 Zakres opracowania

Opracowanie obejmuje analizę i dobór rozwiązań w zakresie izolacyjności akustycznej przegród budowlanych oraz adaptacji akustycznej wnętrza jednego studia nagrań wideo.

Zakres obejmuje ściany izolacyjne, sufit, podłogę, stolarkę drzwiową, zabudowę istniejących okien, ustroje akustyczne, ograniczenie hałasu instalacyjnego oraz ocenę parametrów akustycznych pomieszczenia.

Projekt zakłada zastosowanie rozwiązań umożliwiających osiągnięcie parametrów wymaganych w OPZ, w szczególności RT60 poniżej 0,5 s, STI nie mniejszego niż 0,76, poziomu hałasu tła nieprzekraczającego NR25 oraz wymaganego przyrostu izolacyjności akustycznej.

3 Lokalizacja i opis budynku

3.1 Lokalizacja budynku

Projektowane studio nagrań wideo zlokalizowane jest w istniejącym budynku Miejskiego Ośrodka Kultury w Zambrowie przy ul. Prymasa Stefana Wyszyńskiego 2a, 18-300 Zambrów.

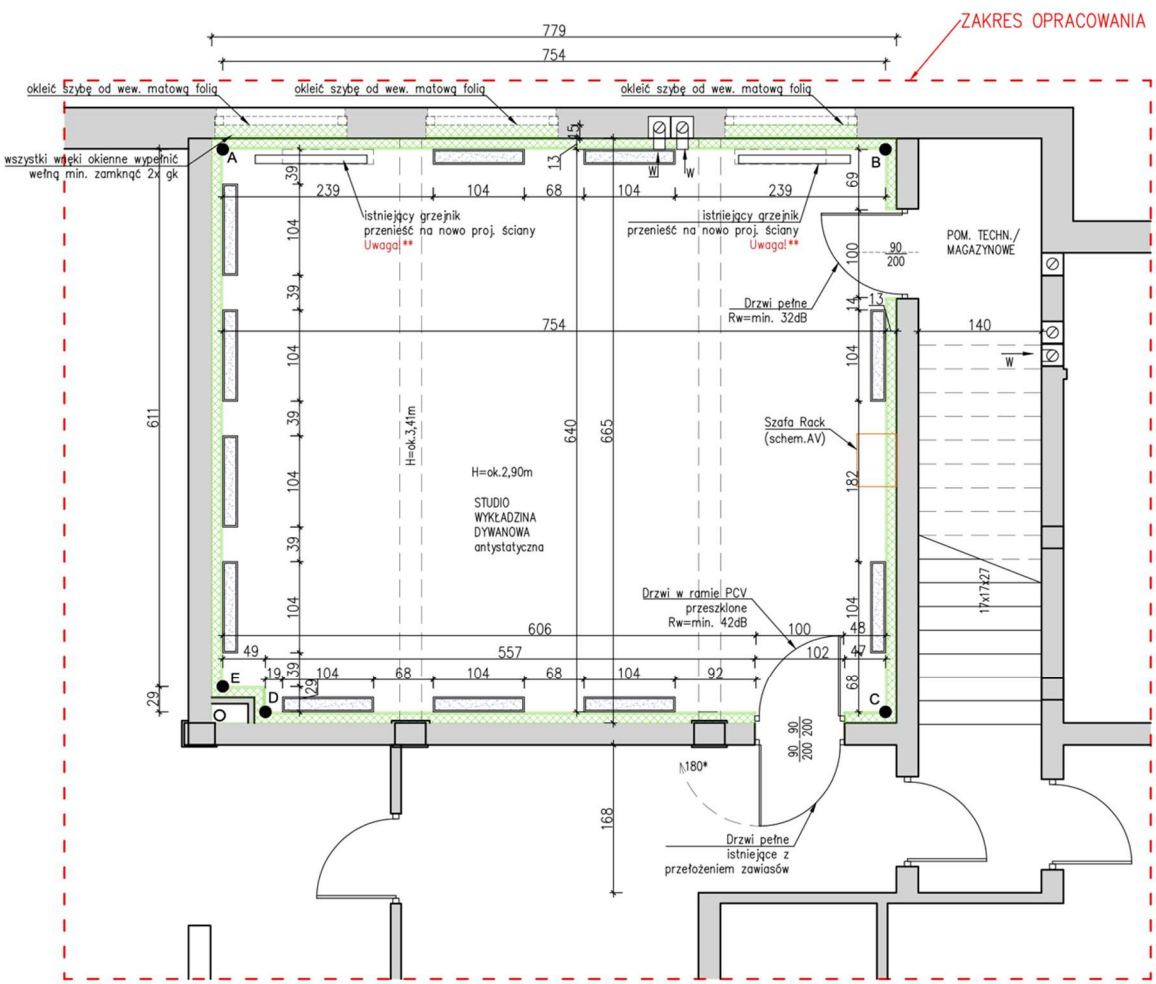
Adaptacją objęto pomieszczenie oznaczone numerem 0/6, położone na najniższej kondygnacji budynku. Powierzchnia pomieszczenia przed wykonaniem zabudów wynosi około 52 m², a wysokość około 3,8 m. Ostateczna powierzchnia użytkowa i kubatura studia wynikają z przyjętych rozwiązań izolacyjnych i aktualnych rysunków projektowych.

4 Sposób wykorzystania przestrzeni

Projektowane pomieszczenie przeznaczone będzie do profesjonalnej realizacji nagrań wideo, materiałów fotograficznych, wywiadów, podcastów oraz innych produkcji audiowizualnych realizowanych w ramach działalności Miejskiego Ośrodka Kultury w Zambrowie.

Studio będzie wykorzystywane również do działalności edukacyjnej i kulturalnej. Zakłada się możliwość jednoczesnego przebywania w pomieszczeniu 6–8 osób oraz stosowania oświetlenia studyjnego, kamer, mikrofonów i ruchomych elementów scenografii.

Studio zostanie połączone funkcjonalnie i sygnałowo z reżyserką studia nagrań muzycznych zlokalizowaną w pomieszczeniu 0/4.

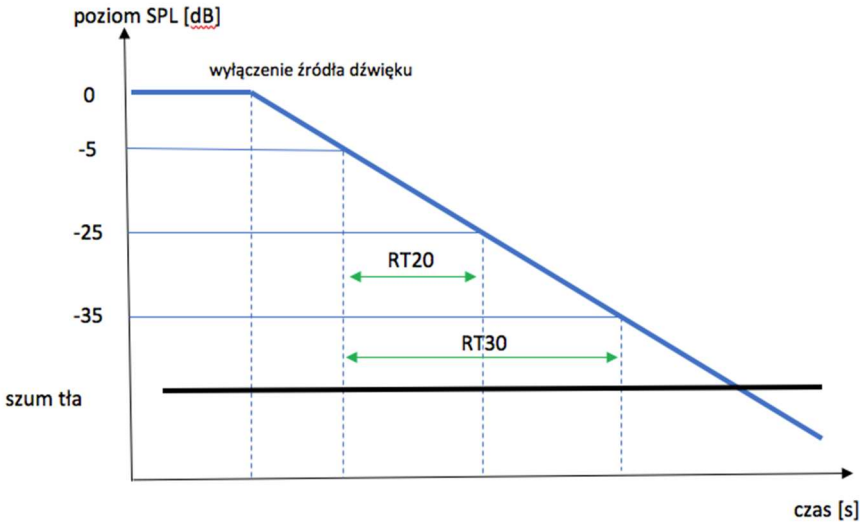


Rysunek 1: Planowane pomieszczenie

5 Najważniejsze parametry akustyczne pomieszczeń

5.1 Czas pogłosu

Czas pogłosu to jeden z najważniejszych parametrów akustyki pomieszczeń określający jakość akustyczną wnętrza, a zatem jakość odbieranej muzyki i zrozumiałość mowy. To czas jaki jest potrzebny do spadku uśrednionej w przestrzeni gęstości energii akustycznej o 60dB, po wyłączeniu źródła dźwięku [2]. Ponieważ w praktyce czasami trudno jest uzyskać tak wysoki poziom ciśnienia akustycznego, czas pogłosu „może być wyznaczony na podstawie zakresu dynamiki mniejszego niż 60 dB i ekstrapolowany do czasu zaniku 60dB. Jest to wtedy oznaczone odpowiednim symbolem. I tak, jeśli T jest określany do momentu, w którym krzywa zaniku osiągnie po raz pierwszy spadek 5 dB poniżej poziomu początkowego do momentu spadku o 25 dB, to taki czas pogłosu oznacza się symbolem T20. Jeśli używa się wartości spadku od 5 do 35 dB poniżej poziomu początkowego, to stosuje się oznaczenie T30” [2]. Ze względu na wysoką korelację wartości czasu pogłosu z innymi parametrami oceny jakości akustycznej wnętrz, często jest to jedyny parametr, który jest podawany w opracowaniach [5][6]. Nieodpowiedni czas pogłosu wpływa na niską zrozumiałość mowy oraz poprawność odbioru muzyki w pomieszczeniu. Wyrażenie wartości czasu pogłosu za pomocą jednej liczby zazwyczaj jest wystarczające, aby można było wyobrazić sobie warunki akustyczne panujące w danej przestrzeni. W odniesieniu do sal koncertowych i innych obiektów, w których warunki akustyczne w sposób znaczący wpływają na komfort akustyczny pomieszczenia, aby dokładniej opisać zanik energii akustycznej w pomieszczeniu, podaje się wartości czasu pogłosu wyznaczone dla pasm oktawowych lub jeszcze dokładniej, dla pasm tercjowych.



Rysunek 2: Odczytanie z krzywej zaniku wartości do określenia parametrów RT20 i RT30

5.2 Wartość współczynnika transmisji mowy STI

Współczynnik transmisji mowy STI (Speech Transmission Index) to obiektywny parametr określający stopień zrozumiałości mowy. Współczynnik przyjmuje wartości od 0 do 1 w następującej skali [4]:

Tabela 1:Wartości współczynnika STI i odpowiadający im stopień zrozumiałości mowy.

Wartość współczynnika STI	Stopień zrozumiałości mowy
0,75-1	Znakomita
0,6-0,75	Dobra
0,45-0,6	Zadowalająca
0,3-0,45	Słaba
0-0,3	Zła

6 Ochrona przed hałasem

Projektowane studio wymaga ochrony przed hałasem przenikającym z sąsiednich pomieszczeń, instalacji technicznych oraz środowiska zewnętrznego.

Przyjęta technologia izolacyjna typu box-in-box powinna zapewnić przyrost izolacyjności akustycznej R_{a1} większy niż 30 dB względem stanu istniejącego.

Maksymalny dopuszczalny poziom hałasu tła w studiu wynosi NR25. Wymaganie dotyczy łącznego oddziaływania instalacji wentylacyjnych, klimatyzacyjnych oraz pozostałych źródeł hałasu.

Drzwi wejściowe do studia powinny charakteryzować się izolacyjnością akustyczną Rw co najmniej 42 dB, zgodnie z wymaganiami OPZ.

6.1 Dopuszczalny poziom tła akustycznego

Dopuszczalny poziom tła akustycznego wyrażony za pomocą krzywych oceny hałasu NR oraz równoważnego poziomu dźwięku A nie powinien przekraczać krzywej NR25 w pomieszczeniu.

6.2 Wymagana izolacyjność akustyczna przegród budowlanych

Tabela numer 2 przedstawia wartości izolacyjności akustycznej dla przegród budowlanych planowanych w analizowanych pomieszczeniach. Wymaganą izolacyjność akustyczną wyznaczono na podstawie wytycznych z literatury [4][9] w odniesieniu do planowanej funkcji pomieszczenia i pomieszczeń z nim sąsiadujących. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród określona jest przez wskaźnik ważony izolacyjności właściwej przybliżonej R'_w oraz widmowe wskaźniki adaptacyjne C oraz C_{tr}.

Tabela 2: Wymagana izolacyjność akustyczna planowanych przegród budowlanych

Pomieszczenie chronione	Źródło Hałasu	R'_w (C, C_{tr})
Studio	Hol	66 (-1, -4)
Studio	Środowisko zewnętrzne	56 (-2, -6)
Studio	Magazyn	66 (-1, -4)

Powyższe wymagania spełniają wszystkie ściany wykonane jako W626 w połączeniu ze ścianą masywną, opisane w zeszycie technicznym W11.pl z 09/2021.

6.3 Wymagania izolacyjności akustycznej stolarki okiennej i drzwiowej

Tabela numer 3 przedstawia wymagania dotyczące zalecanych minimalnych wartości izolacyjności akustycznej dla stolarki okiennej i drzwiowej planowanej dla analizowanych pomieszczeń. Wymagana izolacyjność akustyczna przegród określona jest przez wskaźnik ważony izolacyjności właściwej przybliżonej R'_w oraz widmowe wskaźniki adaptacyjne C oraz C_{tr}. Zalecane jest stosowanie drzwi z uszczelkami i z progiem najezdnym.

Tabela 3: Wymagana izolacyjność akustyczna planowanej stolarki okiennej i drzwiowej

Pomieszczenie chronione	Pomieszczenie sąsiadujące	R'_w (C, C_{tr})
Studio	Hol – Drzwi wejsciowe	Drzwi pełne - 42 (-2,-6)
Studio	Hol – Drzwi wejściowe	Drzwi szklane - 42 (-2,-6)
Studio	Magazyn	Drzwi pełne - 32 (-2,-6)

6.4 Ogólne wytyczne dotyczące ochrony przed hałasem

Ze względu na szczególne wymagania przeciwhałasowe dotyczące analizowanego pomieszczenia, należy zwrócić szczególną uwagę na montaż zaproponowanych rozwiązań przeciwhałasowych.
Nie wolno dziurawić żadnej przegrody przeciwhałasowej, nie wolno przeprowadzań żadnych przewodów za pomocą sztywnych połączeń, wszystkie przejścia przez ściany musza być realizowane za pomocą elastycznych połączeń gwarantujących zachowanie właściwej wartości izolacyjności akustycznej.
Wszelkie gniazdka i włączniku powinny zostać zamontowane w puszkach natynkowych lub przy wykorzystaniu puszek podtynkowych gwarantujących zachowanie właściwej izolacyjności przegród.
W celu zminimalizowania hałasu od wentylacji/ klimatyzacji należy przewidzieć stosowanie tłumików akustycznych oraz kanałów typu flex w otulinie z wełny mineralnej.
Wewnątrz chronionych pomieszczeń niedopuszczalne jest umieszczanie urządzeń, które mogą stanowić niepotrzebne źródło hałasu, szczególnie dotyczy to urządzeń wibrujących, posiadających wentylatory, hałaśliwe zasilacze czy regulatory. Wszystkie urządzenia tego typu, niezbędne do poprawnego funkcjonowania pomieszczeń odsłuchowych należy umieścić w przewidzianym w tym celu pomieszczeniu technicznym – magazynku na sprzęt muzyczny.

7 Akustyka wnętrz

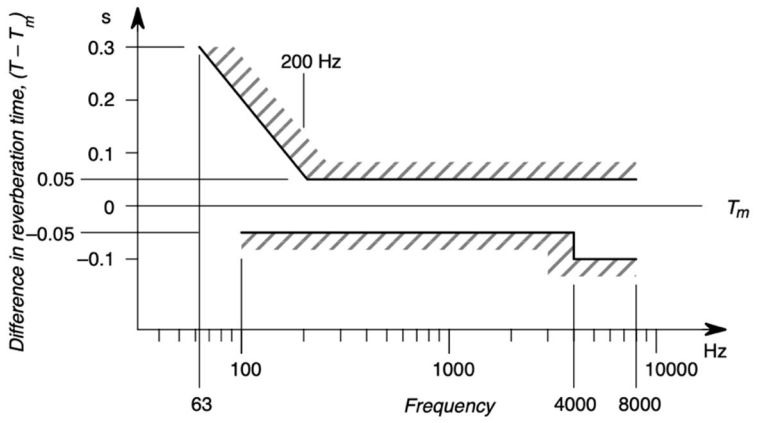
Niniejszy rozdział opracowania poświęcony jest dostosowaniu pomieszczenia w taki sposób, aby uzyskać optymalne warunki pogłosowe zgodne z literaturą. W czasie obliczeń optymalnych wartości parametrów stosowano elementy statystycznej, geometrycznej i falowej teorii pola akustycznego. Do stworzenia modelu numerycznego pomieszczenia wykorzystano program EASE 4.4.

7.1 Studio nagrań wideo 0/6

Celem adaptacji akustycznej jest zapewnienie warunków umożliwiających rejestrację mowy i materiałów audiowizualnych z odpowiednią zrozumiałością, bez uciążliwego echa trzepoczącego i innych wad akustycznych.

Zgodnie z OPZ wymagany czas pogłosu RT60 wynosi poniżej 0,5 s, a współczynnik transmisji mowy STI powinien być nie mniejszy niż 0,76.

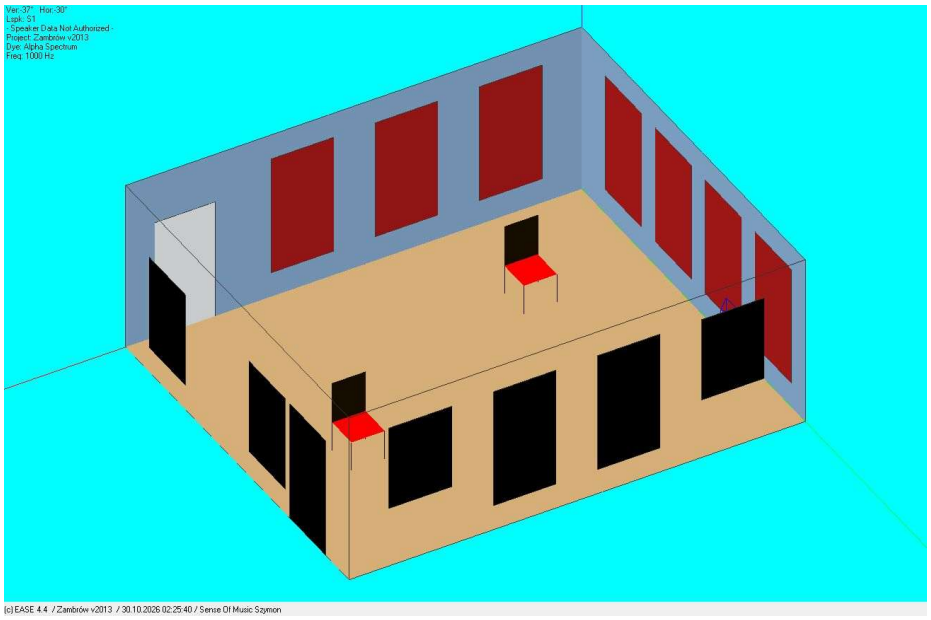
Zaprojektowana sala spełnia wymagania stawiane przez literaturę i normy [2][7][9]. Optymalna wartość czasu pogłosu dla projektowanej przestrzeni to 0,2 sekundy wraz z dopuszczalnymi odchyłkami. Rysunek numer 3 przedstawia dopuszczalne przez literaturę [7] odchyłki od wartości czasu pogłosu.



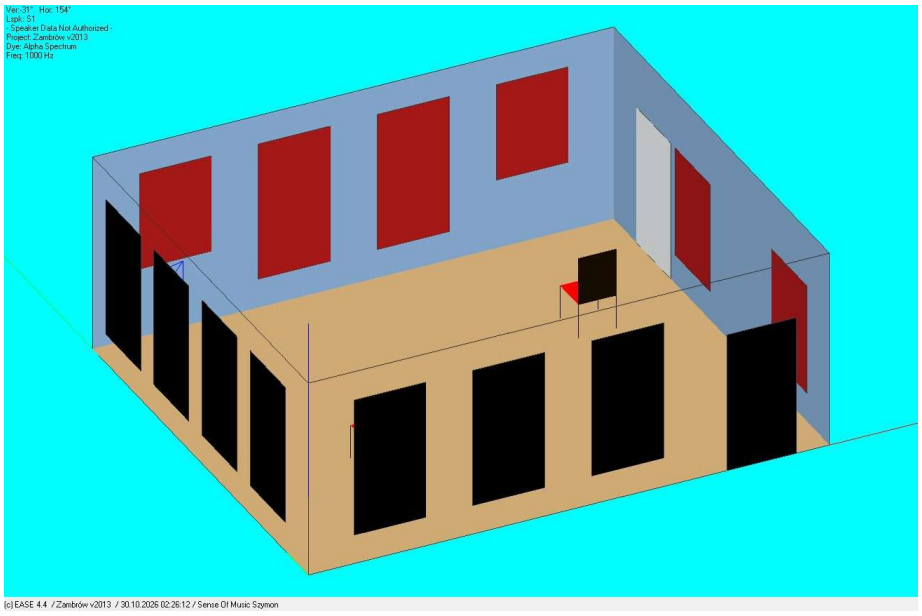
Rysunek 3: Dopuszczalne odchyłki od wartości czasu pogłosu

7.2 Model numeryczny Studio nagrań wideo 0/6

Na potrzeby symulacji wykonano w oprogramowaniu EASE 4.4 model numeryczny pomieszczenia i dostrojono parametry modelu zgodnie z danymi literaturowymi i katalogowymi danymi producentów materiałów. Rysunki numer 4 i 5 przedstawiają rzuty aksonometryczne wykonanego modelu.

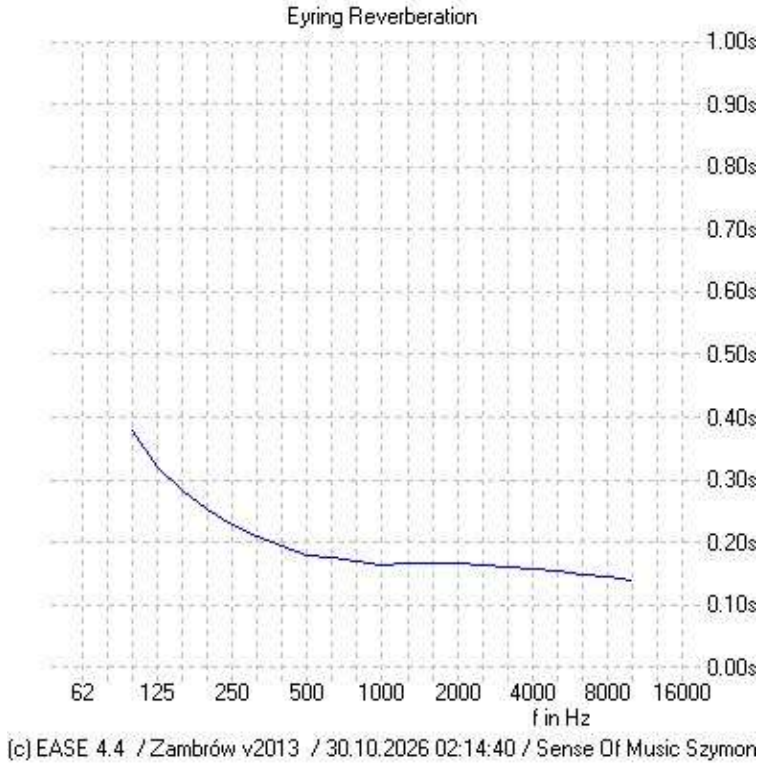


Rysunek 4: Rzut aksonometryczny modelu Studia - 1

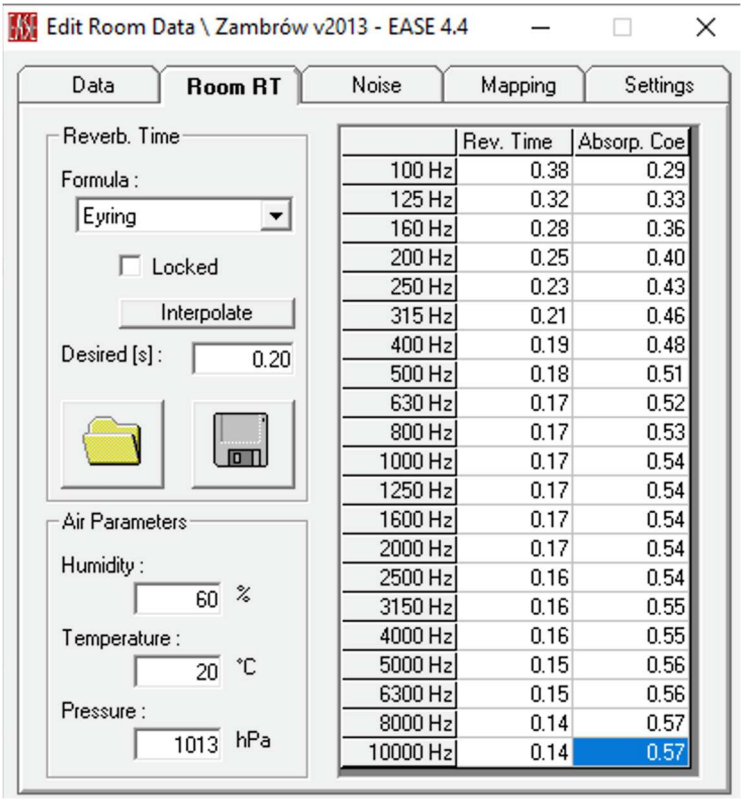


Rysunek 5: Rzut aksonometryczny modelu Studia - 2

W związku z koniecznością dostosowania warunków akustycznych wybrano powierzchnie i ustroje akustyczne, optymalizując je pod kątem uzyskania w pomieszczeniu odpowiednich warunków pogłosowych. W efekcie uzyskano wartość czasu pogłosu zgodnego z normami [3][4] i literaturą [5][6]. Rysunek numer 6 przedstawia wartość czasu pogłosu RT60 w funkcji częstotliwości dla modelu pomieszczenia. Obliczeniowy czas pogłosu według modelu Eyringa pozostaje poniżej 0,50 s w analizowanych pasmach. W zakresie średnich i wysokich częstotliwości wynosi około 0,15–0,20 s, a w najniższych pasmach jest wyższy.



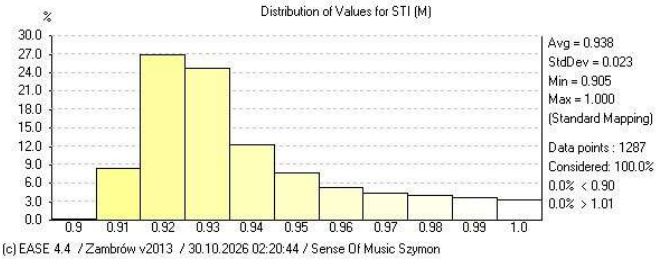
Rysunek 6: Obliczeniowy czas pogłosu według Eyringa



	Rev. Time	Absorp. Coe
100 Hz	0.38	0.29
125 Hz	0.32	0.33
160 Hz	0.28	0.36
200 Hz	0.25	0.40
250 Hz	0.23	0.43
315 Hz	0.21	0.46
400 Hz	0.19	0.48
500 Hz	0.18	0.51
630 Hz	0.17	0.52
800 Hz	0.17	0.53
1000 Hz	0.17	0.54
1250 Hz	0.17	0.54
1600 Hz	0.17	0.54
2000 Hz	0.17	0.54
2500 Hz	0.16	0.54
3150 Hz	0.16	0.55
4000 Hz	0.16	0.55
5000 Hz	0.15	0.56
6300 Hz	0.15	0.56
8000 Hz	0.14	0.57
10000 Hz	0.14	0.57

Rysunek 7: Obliczeniowy czas pogłosu według Eyringa

Rysunek numer 8 przedstawia rozkład wartości parametru STI dla źródła dźwięku reprezentującego widmo mowy męskiej. W symulacji przyjęto krzywą hałasu NR=25. Wartość parametru STI przyjmuje wartość średnią 0,93 (Min=0,9; Max=1) co oznacza doskonałą zrozumiałość mowy.



Rysunek 8: Rozkład wartości parametru STI (krzywa hałasu NR25dB)

Przedstawione wykresy rozkładu i histogramy zarówno wartości czasu pogłosu jak i wartości współczynnika transmisji mowy dla modelu, który uwzględnia zaproponowane zmiany mające na celu uzyskanie wartości parametrów akustycznych zgodnych z obowiązującymi normami [3][4], cechują się niewielkim rozrzutem wartości, co prognozuje wysoki komfort akustyczny w przestrzeni całego pomieszczenia z pogłosem o jednorodnej barwie.

7.3 Dodatkowe wytyczne dotyczące akustyki wnętrz

Ze względu na ograniczenia metodologiczne i obliczeniowe dotyczące akustyki małych pomieszczeń w czasie prac nad nowym kształtem pomieszczeń oraz w czasie montażu ustrojów akustycznych należy przeprowadzić pomiary wartości parametrów akustycznych na następujących etapach:
- po zbudowaniu kształtu pomieszczenia zgodnego z rysunkami dołączonymi do opracowania,
- po zabudowaniu przedniej ściany pomieszczenia ustrojem akustycznym oraz po zawieszeniu ustrojów bocznych

Wyniki uzyskanych pomiarów należy uwzględnić w procesie rozmieszczenia i ilości zaplanowanych ustrojów akustycznych W związku z tym autorzy niniejszego opracowania zastrzegają sobie prawo do zmiany zaproponowanych rozwiązań dotyczących akustyki projektowanych pomieszczeń każdorazowo po pomiarach przeglądowych. Pomiary należy przeprowadzić zgodnie z metodą precyzyjną opisaną w normie [2].

8 Ustroje akustyczne i ich rozmieszczenie

Sposób montażu i szczegóły ustrojów zaprojektowanych dla studia przedstawiają rysunki dołączone do opracowania. W Tabeli 4 pokazano tabelę współczynników pochłaniania w funkcji częstotliwości dla poszczególnych ustrojów akustycznych.

	Wsp. Pochłaniania dźwięku **αp**								
	f [Hz]	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k
Rodzaj materiału									
Wykładzina		0,02	0,04	0,08	0,20	0,35	0,40	0,40	0,40
Sufit modułowy Rockfon Arctic - c.w.k. – 200mm		0,30	0,70	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Ustrój E1		0,30	0,85	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

Tabela 4: Współczynniki pochłaniania ustrojów akustycznych