
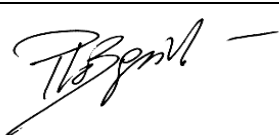


Ul. Lipowa 14, 44-100 Gliwice  
Email: [profil@profil-gliwice.com](mailto:profil@profil-gliwice.com)  
Fax 032 720 6570  
NIP: 756-172-95-06 REGON: 240283012

## AKUSTYKA POMIESZCZEŃ

TEMAT OPRACOWANIA:	„PRZEBUDOWA I NADBUDOWA BUDYNKU MIEJSKIEGO DOMU KULTURY W PRZASNYSZU”.
INWESTOR:	MIEJSKI DOM KULTURY W PRZASNYSZU, UL. 3 MAJA 16, 06-300 PRZASNYSZ
ADRES INWESTYCJI	06-300 PRZASNYSZ, UL. 3-GO Maja 16
NR DZIAŁKI	858 jednostka ewid. 142201_1 PRZASNYSZ; obręb ewidencyjny: 0002, PRZASNYSZ
OPRACOWAŁ:	mgr inż. Roman Marczak 
SPRAWDZIŁ:	mgr inż. Paweł Barczyński 
BRANŻA	<i>Akustyka</i>
STADIUM	<i>PROJEKT WYKONAWCZY</i>

## **SPIS TREŚCI**

1	WYKAZ NORM, LITERATURY	3
2	PODSTAWA OPRACOWANIA	4
3	ZAKRES OPRACOWANIA	5
4	PODSTAWOWE POJĘCIA AKUSTYCZNE	6
5	OCHRONA PRZECIWDŹWIĘKOWA	9
	5.1 Wytyczne dla dopuszczalnego poziomu dźwięku A w pomieszczeniach	9
	5.2 Przegrody budowlane	9
	5.2.1 Stolarka drzwiowa i okienna	9
	5.3 Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej	10
	5.4 Wytyczne dla instalacji elektrycznej, av	11
6	ADAPTACJA AKUSTYCZNA	12
	6.1 Sala kinowo/teatralna 1/13	12
	6.1.1 Założenia	12
	6.1.2 Model akustyczny	12
	6.1.3 Adaptacja akustyczna	14
	6.1.4 Czas pogłosu	16
	6.1.5 Czas pogłosu T30	16
	6.1.6 Obliczenia wskaźnika transmisji mowy STI	17
	6.2 Sala prób instrumentalnych 1/20	18
	6.2.1 Założenia	18
	6.2.2 Model akustyczny	19
	6.2.3 Adaptacja akustyczna	19
	6.2.4 Czas pogłosu	21
	6.2.5 Czas pogłosu T30	21
	6.3 Wytyczne dla adaptacji akustycznej w pozostałych pomieszczeniach.	21
7	SPIS RYSUNKÓW	23

## 1 WYKAZ NORM, LITERATURY

- [1]. PN-B-02151-4 Akustyka budowlana Ochrona przed hałasem w budynkach – Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach
- [2]. Polska Norma PN-B-02151-3:2015-10 „Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 3: Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej przegród w budynkach i elementów budowlanych”.
- [3] Polska Norma PN-B-02151/02. Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- [4]. Jerzy Sadowski „Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie” Wyd. Arkady, Wydanie 1, Warszawa 1971
- [5]. Jerzy Sadowski „Akustyka architektoniczna” PWN, Wydanie 1, Poznań 1976
- [6]. Glen Ballou, Editor „Handbook for Sound Engineers – the New Audio Cyclopedia” Howard W. Sams & Co, Second edition, Carmel Indiana USA 1991.
- [7]. Marshall Long „Architectural Acoustics” 2006
- [8]. Michael Barron „Auditorium Acoustics and Architectural Design” Spoon Press 2009
- [9]. Cox, D’Antonio „Acoustic Absorbers and Diffusers” Taylor & Francis 2009
- [10].A. Kulowski, Akustyka Sal, Gdańsk 2007
- [11] EBU. (1998). EBU Tech. 3276 - 2nd edition, Listening conditions for the assessment of sound

## **2 PODSTAWA OPRACOWANIA**

1. Podkłady architektoniczne
2. Wytyczne inwestora, uzgodnienia

### 3 ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie dotyczy wybranych pomieszczeń należących do budynku Domu Kultury w Przasnyszu i zawiera:

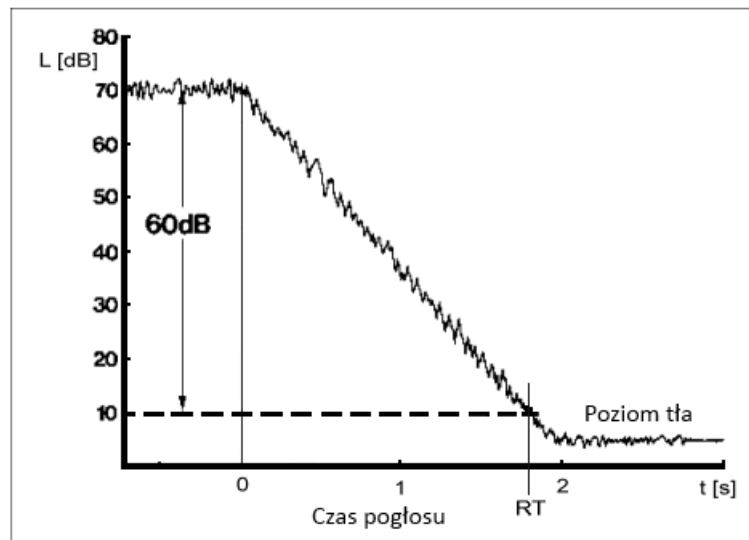
- Wytyczne odnośnie izolacyjności przegród budowlanych oraz wymagania normatywne dotyczące dopuszczalnych poziomów dźwięku od źródeł hałasu.
- Wytyczne związane z adaptacją akustyczną – dobór i rozmieszczenie materiałów dźwiękochłonnych, oparty na podstawie symulacji komputerowej w programie EASE 4.4 z modułem Aura.

Uwaga:

Obiekt jest objęty ochroną konserwatorską co wpływa na ograniczone możliwości rozwiązań akustycznych.

## 4 PODSTAWOWE POJĘCIA AKUSTYCZNE

**Czas pogłosu T** – Jest to podstawowy parametr określający właściwości akustyczne pomieszczenia. Jest to czas wyrażony w sekundach, który byłby potrzebny do zmniejszenia poziomu ciśnienia akustycznego o 60 dB, po wyłączeniu źródła dźwięku. Definicja T dla spadku poziomu ciśnienia akustycznego może być spełniona dla liniowej ekstrapolacji krótszych zakresów oceny takich jak  $T_{30}$  (jest to czas określany od momentu, w którym krzywa zaniku osiągnie po raz pierwszy spadek 5dB poniżej poziomu początkowego do momentu spadku o 35dB) albo  $T_{20}$  (czas spadku od 5dB do 25dB).



Rys. 1: Wykres ilustrujący sposób wyznaczania czasu pogłosu pomieszczenia.

**Izolacyjność akustyczna** - izolacyjność przegrody budowlanej od dźwięków powietrznych lub/i od dźwięków uderzeniowych

Izolacyjność akustyczna od **dźwięków powietrznych** określa się za pomocą następujących wskaźników:

1. **Wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA1** - suma ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej  $R_w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C$ :

$$RA1 = R_w + C, \text{ dB}$$

Wielkość uzyskiwana na podstawie badań laboratoryjnych.

2. **Wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA2** - suma ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej  $R_w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C_{tr}$ :

$$RA2 = R_w + C_{tr}, \text{ dB}$$

Wielkość uzyskiwana na podstawie badań laboratoryjnych.

3. **Wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'A1** - suma ważonego wskaźnika izolacyjności akustycznej właściwej  $R_w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C$ :

$$R'A1 = R'w + C, \text{ dB}$$

$$R'A1 = R_w + C - 2 - K_a, \text{ dB}$$

gdzie:

$K_a$  - poprawka określająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku obniżającego izolacyjność akustyczną osiąganą w budynku w stosunku do izolacyjności akustycznej oznaczonej w laboratorium.

Wielkość określana w budynkach.

4. **Wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'A2** - suma ważonego wskaźnika przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej  $R'w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C_{tr}$ :

$$R'A2 = R'w + C_{tr}, \text{ dB}$$

$$R'A2 = R'w + C_{tr} - 2 - K_a, \text{ dB}$$

Wielkość określana w budynkach.

5. **Projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA1R** - suma ważonego wskaźnika przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej  $R'w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C_{tr}$ :

$$RA1R = RA1 - 2, \text{ dB}$$

6. **Projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA2R** - suma ważonego wskaźnika przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej  $R'w$  i widmowego wskaźnika adaptacyjnego  $C_{tr}$ :

$$RA2R = RA2 - 2, \text{ dB}$$

Izolacyjność akustyczna od **dźwięków uderzeniowych** określana jest za pomocą następujących wskaźników:

1. **Wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego  $L_{nw}$**

Wielkość laboratoryjna.

2. **Wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego  $L'_{nw}$**

$$L'_{nw} = L_{nw} - \Delta L_w + K_i$$

gdzie:

Ki - poprawka określająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku, w zależności od masy powierzchniowej stropu oraz od średniej masy powierzchniowej ścian bocznych, dB,

$\Delta L_w$  - wskaźnik ważony zmniejszenia poziomu uderzeniowego przez układ podłogowy (np. przez podłogę pływającą)



## 5 OCHRONA PRZECIWDŹWIĘKOWA

### 5.1 Wytyczne dla dopuszczalnego poziomu dźwięku A w pomieszczeniach

Pomieszczenia należące do Domu Kultury w Przasnyszu należą do pomieszczeń o akustyce kwalifikowanej. W związku z tym dopuszczalny poziom tła akustycznego pochodzącego jednocześnie od:

- a) hałasu od instalacji wewnętrznych i zewnętrznych budynku
- b) hałasu wewnętrznego pochodzącego z sąsiednich pomieszczeń

nie powinien przekraczać wartości określonych za pomocą krzywych hałasu NR oraz poziomów dBA określonych w tabeli 1.

Nazwa pomieszczenia	Nr pomieszczenia	Dopuszczalny poziom tła akustycznego (krzywa NR)	Dopuszczalny poziom tła akustycznego (dBA)
Sala kinowo/teatralna	1/13	<b>NR25</b>	<b>30dBA</b>
Obsługa kina	2/02	<b>NR25</b>	<b>30dBA</b>
Garderoba	1/03, 1/11	<b>NR30</b>	<b>35dBA</b>

Tabela 1: Dopuszczalne poziomy hałasu w pomieszczeniach chronionych

Poniżej w tabeli przedstawiono dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla wymienionych krzywych hałasowych:

f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NR25[dB]	<b>55.2</b>	<b>43.7</b>	<b>35.2</b>	<b>29.2</b>	<b>25.0</b>	<b>21.9</b>	<b>19.5</b>	<b>17.7</b>
NR30[dB]	<b>59.2</b>	<b>48.1</b>	<b>39.9</b>	<b>34.0</b>	<b>30.0</b>	<b>26.9</b>	<b>24.7</b>	<b>22.9</b>

Tabela 2: Wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla krzywej NR25, NR30.

### 5.2 Przegrody budowlane

#### 5.2.1 Stolarka drzwiowa i okienna

Wymagania dotyczące drzwi do pomieszczeń:

Nazwa pomieszczenia	Wymagany projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej <b>RA1R</b>
Sala kinowo/teatralna 1/13 – foyer 1/01	<b>40dB</b>
Sala kinowo/teatralna 1/13 – magazyn scenografii 1/14	<b>40dB</b>
Garderoba 1/03 – Scena + proscenium 1/11	<b>35dB</b>
Garderoba 1/11 – Scena + proscenium 1/11	<b>35dB</b>
Obsługa kina 2/02 – klatka schodowa 2/01	<b>35dB</b>

Tabela 3: Wymagania akustyczne dla stolarki drzwiowej.

Dla okna pomieszczenia Obsługa kina2/02 należy zastosować

Nazwa pomieszczenia	Wymagany projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej <b>RA2R</b>
Obsługa kina 2/02	<b>40dB</b>

Tabela 4: Wymagania akustyczne dla okna w pomieszczeniu Obsługa kina 2/02

### 5.3 Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej

Dopuszczalny poziom hałasu od urządzeń wentylacyjnych w pomieszczeniach nie powinien przekraczać wartości dopuszczalnych (opisanych w rozdziale 5.1).

W celu ograniczenia hałasu przenoszonego przez elementy nośne budynku (drgania przenoszone przez konstrukcje – tzw. hałas materiałowy) należy zastosować dla central wentylacyjnych zabezpieczenia wibroizolacyjne. W przypadku urządzeń wolnostojących zaleca się stosowanie wibroizolatorów punktowych podpierających konstrukcję urządzeń. Wibroizolatory należy dobrać indywidualnie pod każde urządzenie biorąc pod uwagę jego masę oraz częstotliwość pobudzającą do drgań itp. Należy pamiętać także o kompensatorach elastycznych na rurociągach.

Przepusty przez ściany kanałów wentylacyjnych należy wykonać stosując elementy elastyczne, wibroizolacyjne (wyeliminowanie sztywnych połączeń z przegrodą). Należy stosować wyłącznie systemowe, elastyczne mocowania przewodów i kanałów (podwieszenia, podparcia). Przepusty przez ściany muszą być wypełnione szczelnie za pomocą wełny mineralnej i następnie obustronnie uszczelnione masą trwale elastyczną o dużej gęstości, zapewniając zachowanie izolacyjności akustycznej przegrody.

Dla zapewnienia odpowiedniego poziomu hałasu przepływającego powietrza zaleca się stosowanie kanałów wentylacyjnych o odpowiednio dużych przekrojach wyłożonych od wewnątrz materiałem dźwiękochłonnym.

Kanały instalacji wodnokanalizacyjnych należy obudować podwójną płytą gk z wypełnieniem wełną mineralną o gęstości co najmniej 50kg/m<sup>3</sup>.

#### **5.4 Wytyczne dla instalacji elektrycznej, av**

Przepusty kablowe należy wypełnić szczelnie za pomocą masy o dużej gęstości trwale elastycznej.

## 6 ADAPTACJA AKUSTYCZNA

### 6.1 Sala kinowo/teatralna 1/13

Objętość analizowanej sali widowiskowej wynosi około 1360m<sup>3</sup>. Widownię tworzy 230 miejsc siedzących. Sala będzie wielofunkcyjna: będzie pełniła funkcję sali kinowej (profesjonalne kino 2D, 3D) koncerty muzyczne (akustyczne, elektroakustyczne), prezentacje multimedialne oraz amatorskie występy teatralne.

#### 6.1.1 Założenia

- Optymalny czas pogłosu dla powinien wynieść  $RT = 0.8s$  (przy pustej widowni). Czas pogłosu powinien mieć liniową charakterystykę w funkcji częstotliwości w zakresie 250Hz – 4kHz, z dopuszczalną odchyłką wynoszącą +/- 20%. Dla oktawy 125Hz dopuszczalny jest wzrost czasu pogłosu +45%. Dla oktawy 4kHz dopuszczalny jest spadek czasu pogłosu -20%.

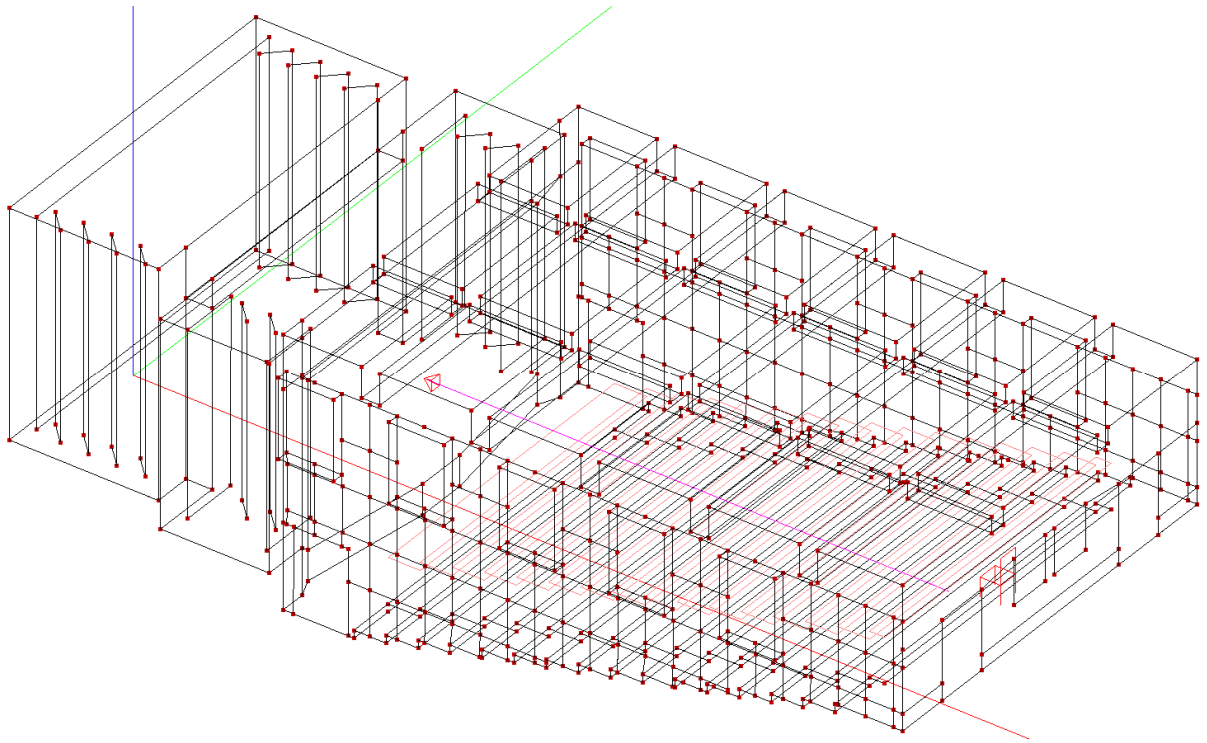
#### 6.1.2 Model akustyczny

Na potrzeby adaptacji akustycznej został wykonany model analizowanej sali widowiskowej w programie Ease. Program pozwala na analizę parametrów akustycznych z wykorzystaniem metody statystycznej oraz geometrycznej.

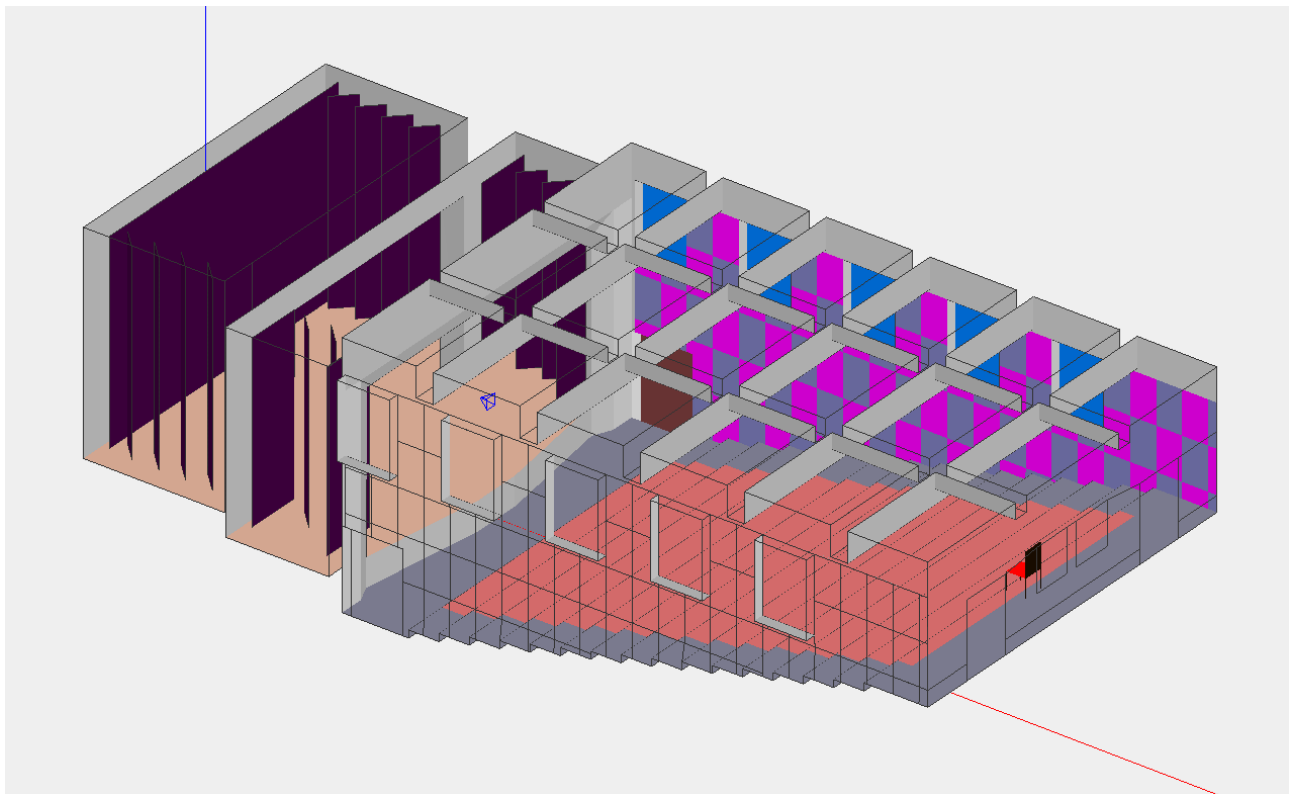
Przy tworzeniu modelu pomieszczenia uwzględniono parametry akustyczne materiałów:

$f$ [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
<b>Podłoga, widownia – wykładzina dywanowa</b>						
$\alpha$	0,00	0,01	0,06	0,15	0,30	0,30
<b>Podłoga, scena</b>						
$\alpha$	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
<b>Sufit: tynk wapienny</b>						
$\alpha$	0,14	0,12	0,08	0,06	0,06	0,05
<b>Fotel bez publiczności</b>						
$\alpha$	0,25	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Drzwi</b>						
$\alpha$	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
<b>Okna</b>						
$\alpha$	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
<b>Kurtyna o masie ok. 400g/m<sup>2</sup></b>						
$\alpha$	0,10	0,40	0,70	0,90	0,95	1,00

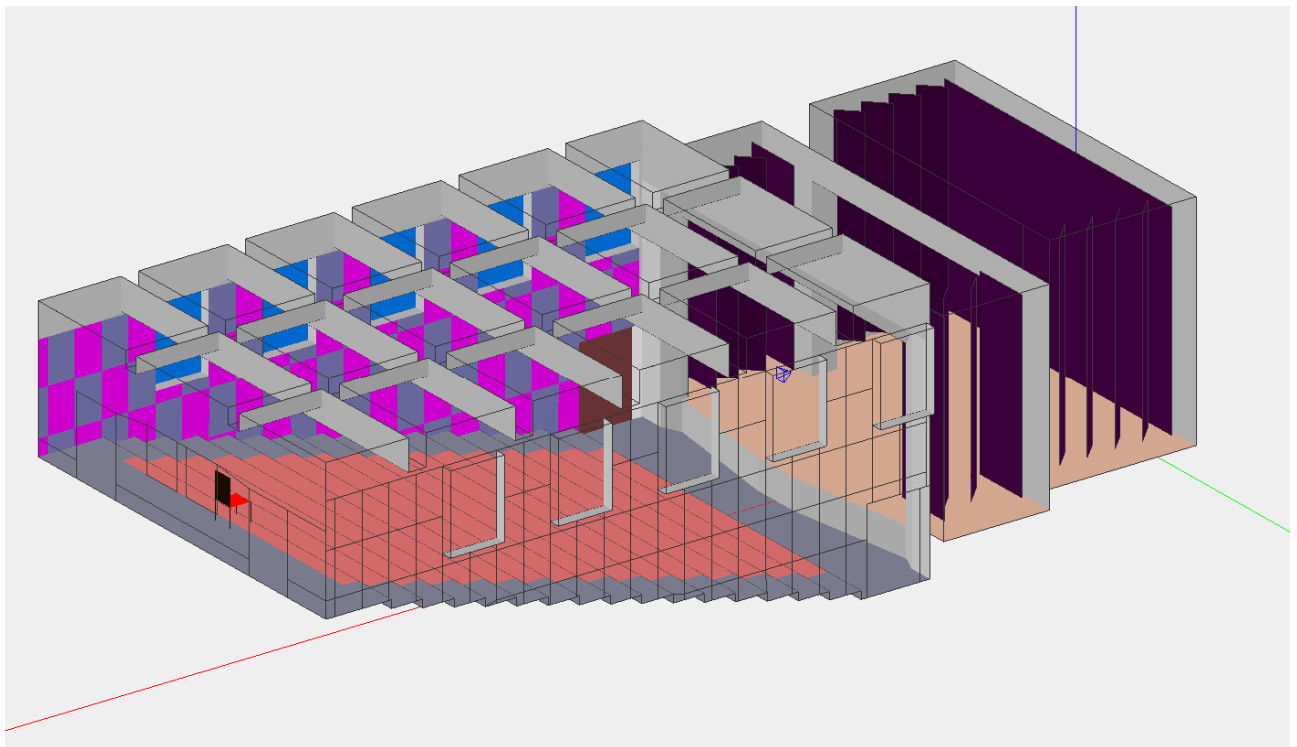
Tabela 5: Współczynniki pochłaniania użytych materiałów.



Rys. 2: Model akustyczny sali widowiskowej.



Rys. 3: Model akustyczny sali widowiskowej – wizualizacja.



Rys. 4: Model akustyczny sali widowiskowej – wizualizacja.

### 6.1.3 Adaptacja akustyczna

Adaptacja akustyczna pomieszczenia będzie polegała na:

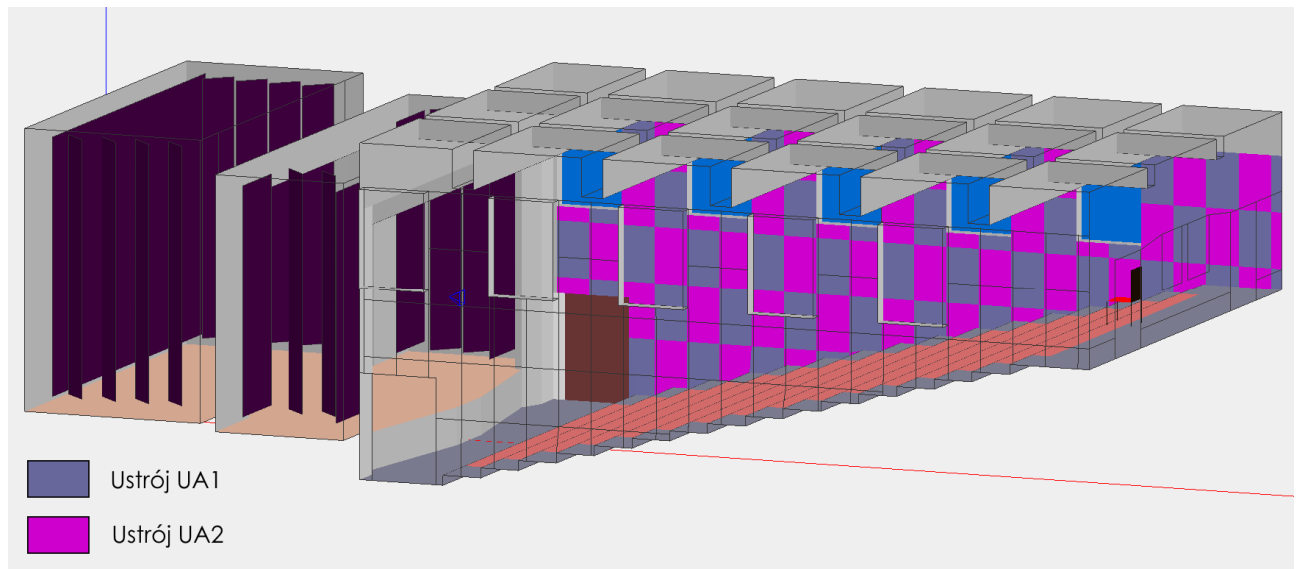
- wprowadzeniu dodatkowej chłonności akustycznej i doprowadzenia do wymaganego czasu pogłosu
- eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych

Dla uzyskania wymaganych parametrów akustycznych w pomieszczeniu zaprojektowano ustroje pochłaniające.

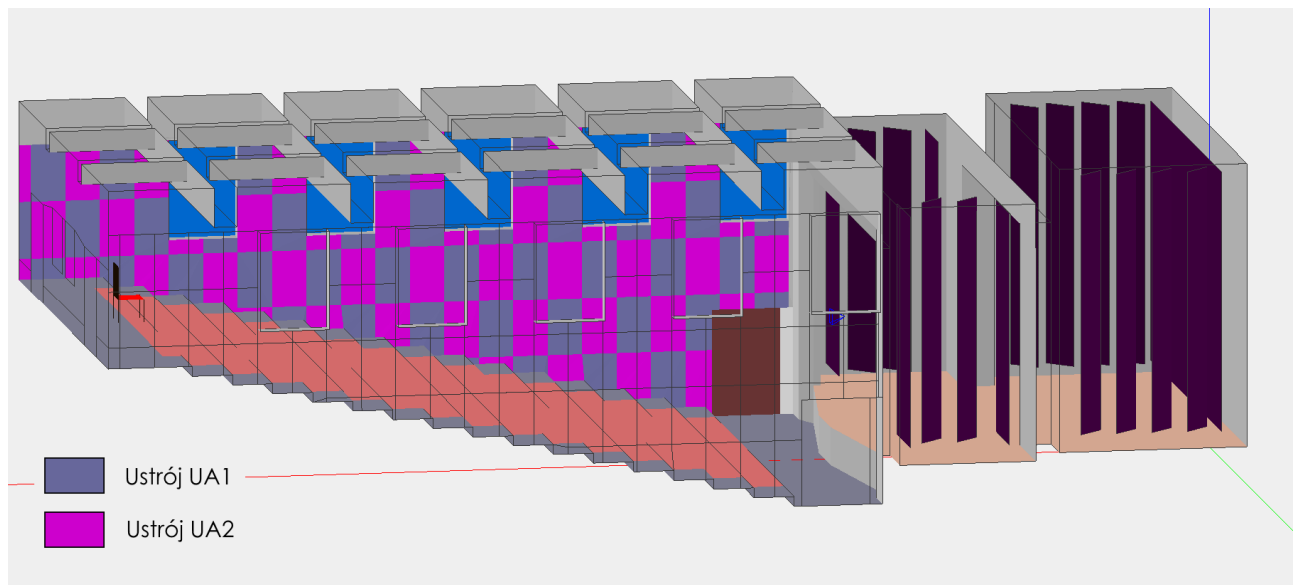
Poniżej znajduje się tabela zawierająca współczynniki pochłaniania zastosowanych ustrojów akustycznych.

$f$ [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
<b>Ustrój akustyczny UA1</b>						
$\alpha$	0,50	0,75	0,90	0,95	0,85	0,60
<b>Ustrój akustyczny UA2</b>						
$\alpha$	0,90	0,30	0,10	0,08	0,06	0,06

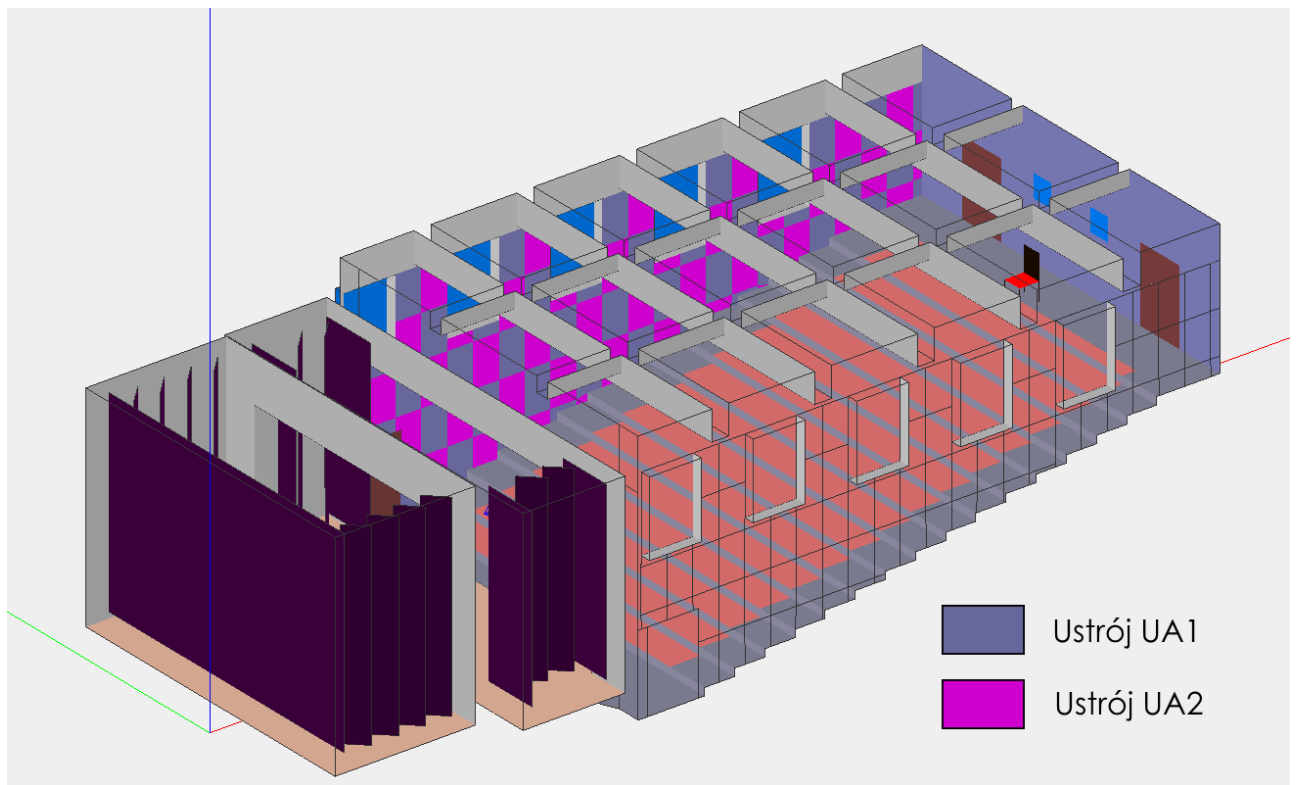
Tabela 6: Współczynniki pochłaniania ustrojów akustycznych



Rys. 5: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w sali widowiskowej.



Rys. 6: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w sali widowiskowej.



Rys. 7: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w sali widowiskowej.

#### 6.1.4 Czas pogłosu

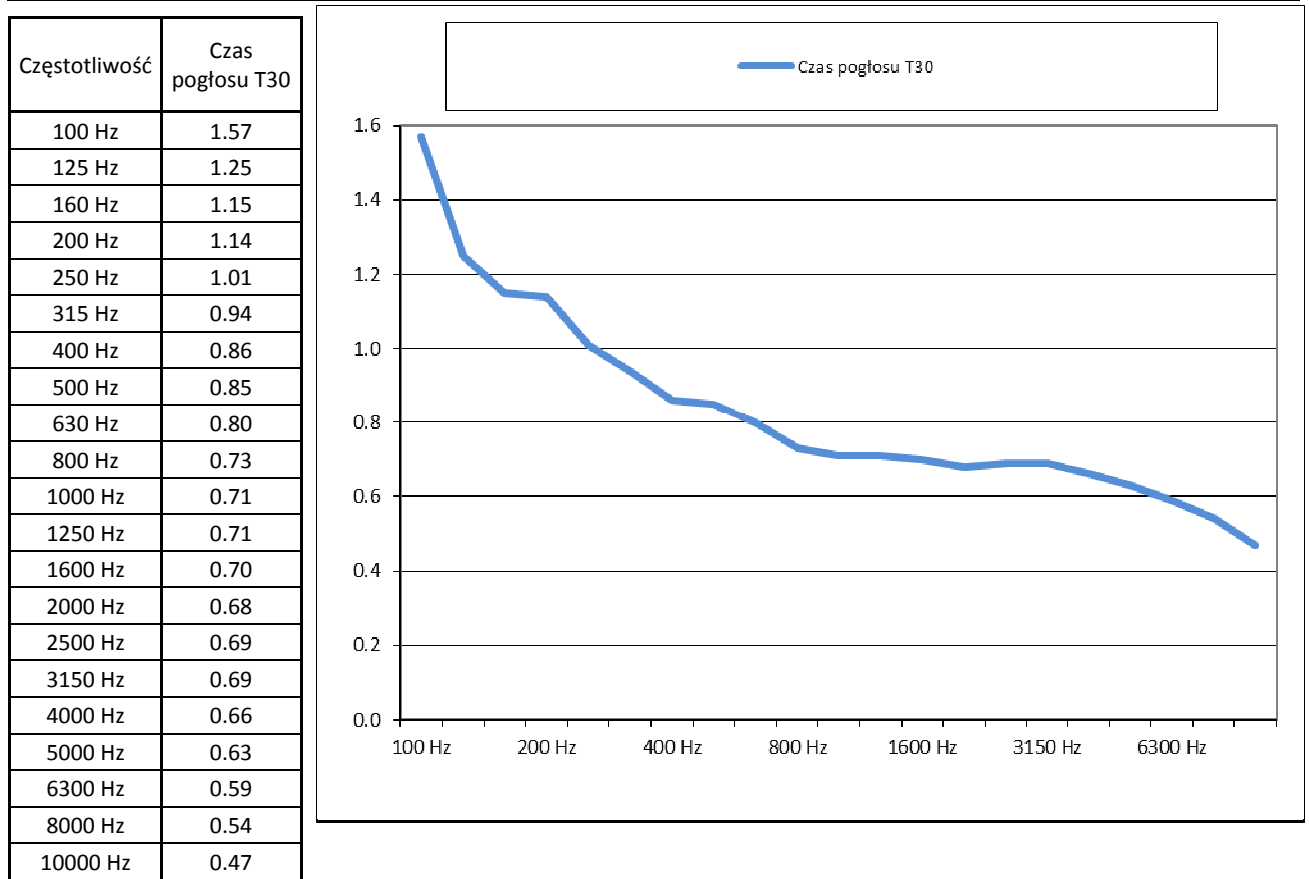
Analiza akustyczna w programie EASE wykonana była metodą geometryczną z wykorzystaniem modułu AURA.

#### 6.1.5 Czas pogłosu T30

##### Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione na proscenium
- Rozdzielczość, ilość promieni: 98 000
- Długość analizy: standardowa, 1150 ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: widownia, na wysokości 1.2m, rozdzielczość 1m, ilość punktów pomiarowych: 288





Rys. 8: Charakterystyka czasu pogłosu sali widowiskowej po adaptacji akustycznej – źródło wszechkierunkowe ustawione na proscenium.

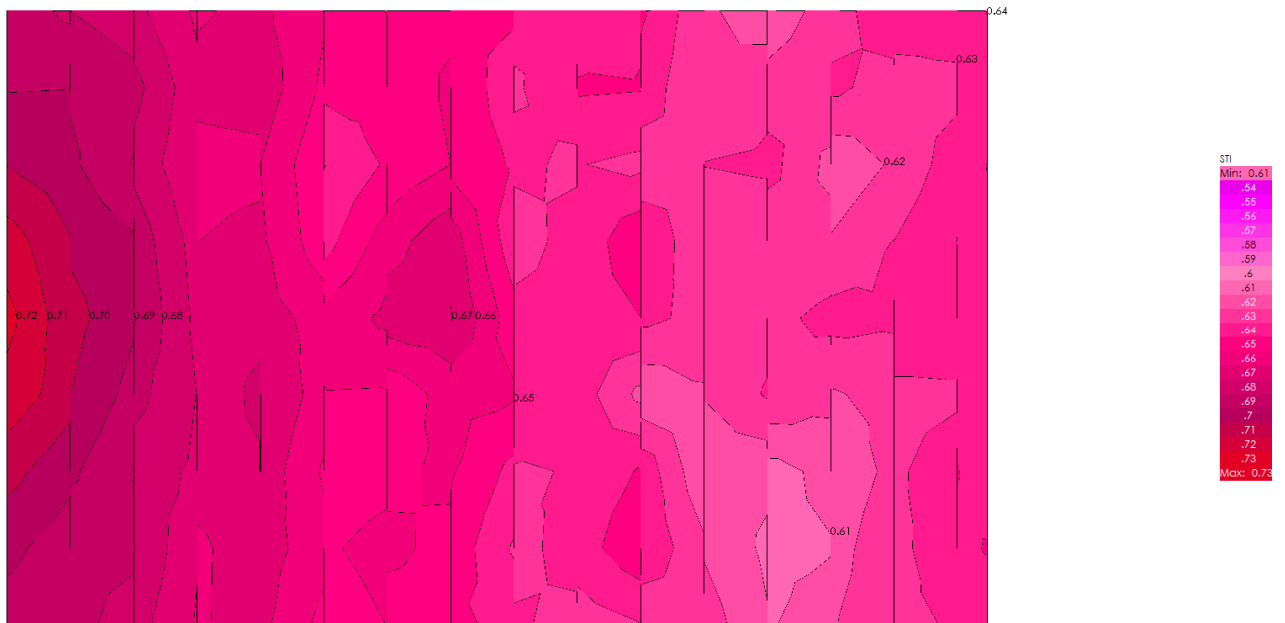
Charakterystyka czasu pogłosu sali widowiskowej po adaptacji akustycznej mieści się w optymalnym zakresie.

### 6.1.6 Obliczenia wskaźnika transmisji mowy STI

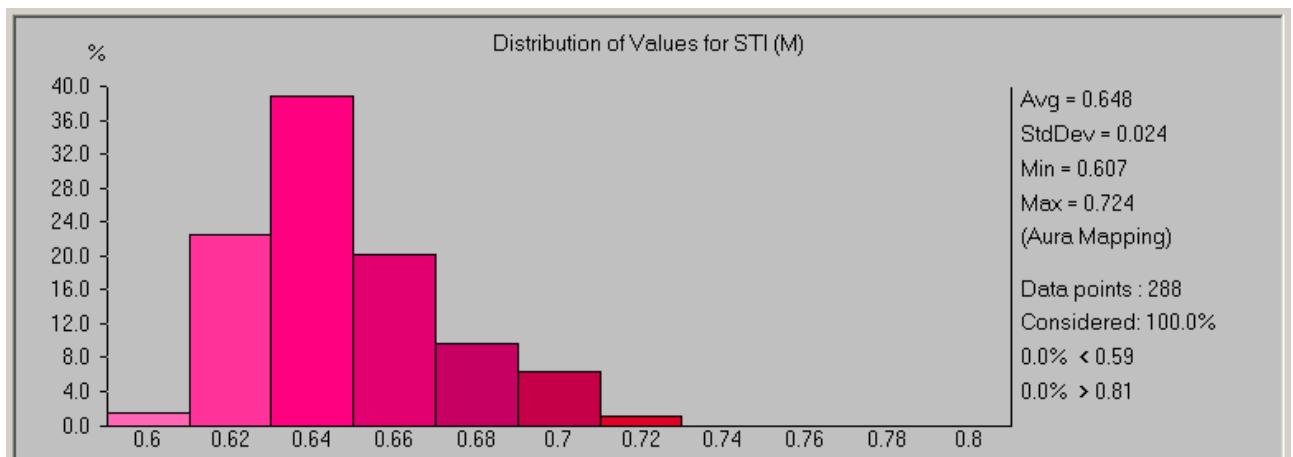
#### Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione na proscenium
- Rozdzielczość, ilość promieni: 99 000
- Długość analizy: standardowa, 980 ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: widownia na parterze i balkonie, na wysokości 1.2m, rozdzielczość 0.5m, ilość punktów pomiarowych: 550

W wyniku adaptacji akustycznej otrzymano następujące wartości wskaźnika transmisji mowy STI:



Rys. 9: Rozkład wskaźnika transmisji mowy STI w sali widowiskowej po adaptacji akustycznej – źródło wszechkierunkowe ustawione na proscenium.



Rys. 10: Rozkład wskaźnika transmisji mowy STI w sali widowiskowej po adaptacji akustycznej – źródło wszechkierunkowe ustawione na proscenium, wartości statystyczne.

Uzyskana wartość STI = 0.64 oznacza bardzo dobrą zrozumiałość mowy.

## 6.2 Sala prób instrumentalnych 1/20

Objętość pomieszczenia wynosi ok. 77m<sup>3</sup>. W sali będą odbywały się próby z wykorzystaniem sprzętu elektroakustycznego.

### 6.2.1 Założenia

- Optymalny czas pogłosu dla pomieszczenia nie powinien przekroczyć wynieść RT = 0.3s. Czas pogłosu powinien mieć liniową charakterystykę w funkcji częstotliwości w zakresie 250Hz –

4kHz, z dopuszczalną odchyłką wynoszącą +/- 20%. Dla oktawy 125Hz dopuszczalny jest wzrost czasu pogłosu +45%. Dla oktawy 4kHz dopuszczalny jest spadek czasu pogłosu -20%.

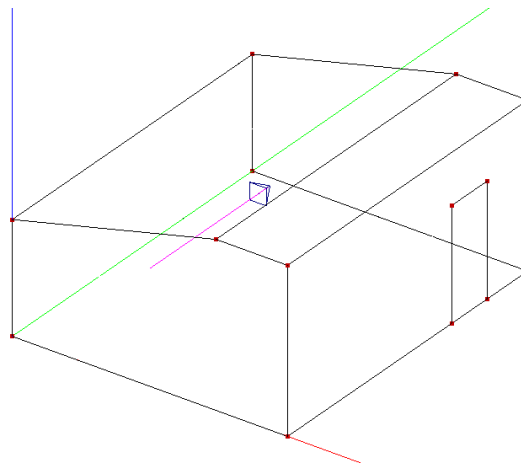
### 6.2.2 Model akustyczny

Na potrzeby adaptacji akustycznej został wykonany model analizowanego pomieszczenia w programie Ease.

Przy tworzeniu modelu pomieszczenia uwzględniono parametry akustyczne materiałów:

$f$ [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
<b>Podłoga, widownia – wykładzina dywanowa</b>						
$\alpha$	0,00	0,01	0,06	0,15	0,30	0,30
<b>Podłoga - parkiet</b>						
$\alpha$	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07
<b>Sufit, ściany: podwójna płyta gk na stelażu, wypełnienie wełna mineralna</b>						
$\alpha$	0,16	0,12	0,08	0,06	0,06	0,05
<b>Drzwi</b>						
$\alpha$	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10

Tabela 7: Współczynniki pochłaniania użytych materiałów.



Rys. 11: Model akustyczny sali prób.

### 6.2.3 Adaptacja akustyczna

Adaptacja akustyczna pomieszczenia będzie polegała na:

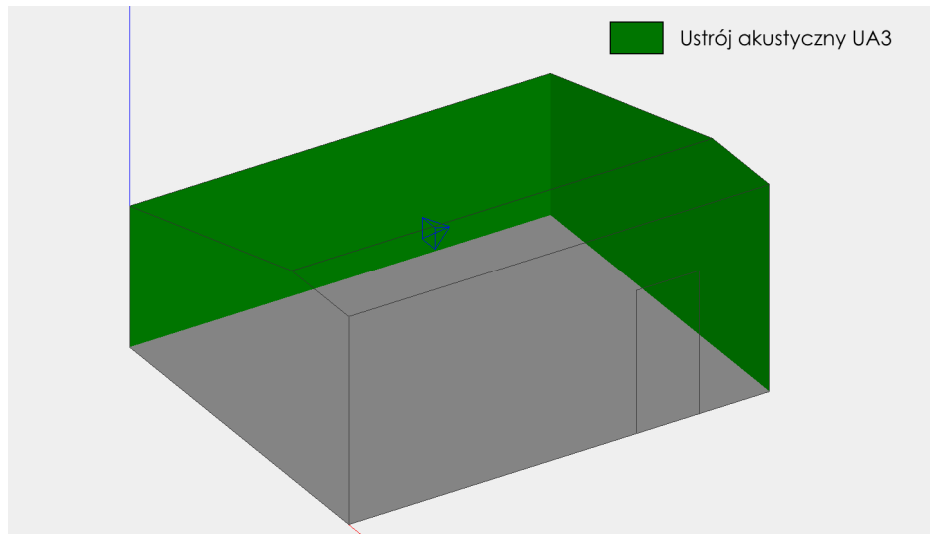
- wprowadzeniu dodatkowej chłonności akustycznej i doprowadzenia do wymaganego czasu pogłosu
- eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych

Dla uzyskania wymaganych parametrów akustycznych w pomieszczeniu zaprojektowano ustrój pochłaniający UA3. Ustrój należy umieścić na dwóch prostopadłych ścianach oraz na suficie.

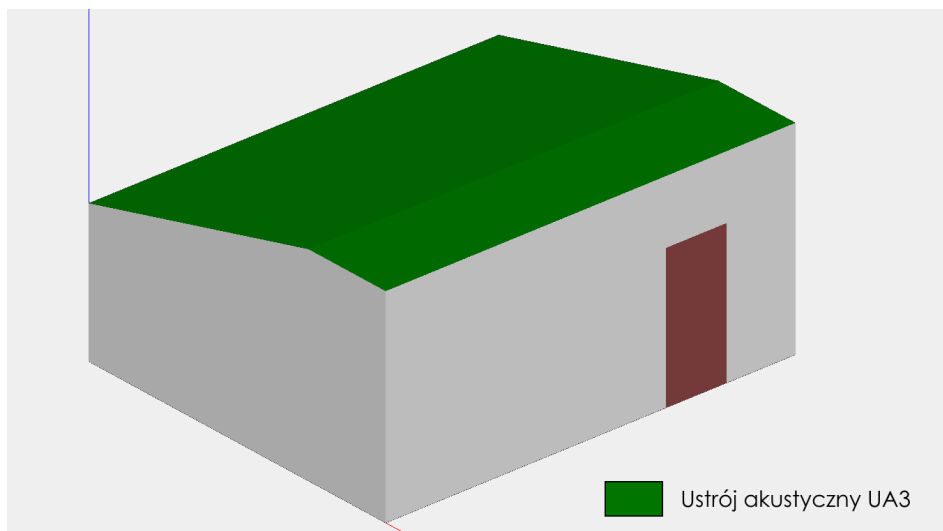
Poniżej znajduje się tabela zawierająca współczynniki pochłaniania zastosowanych ustrojów akustycznych.

$f$ [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
<b>Ustrój akustyczny UA3</b>						
$\alpha$	0,70	1,0	1,00	0,95	0,90	0,95

Tabela 8: Współczynniki pochłaniania ustroju akustycznego UA3



Rys. 12: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w sali prób.



Rys. 13: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w sali prób.

#### 6.2.4 Czas pogłosu

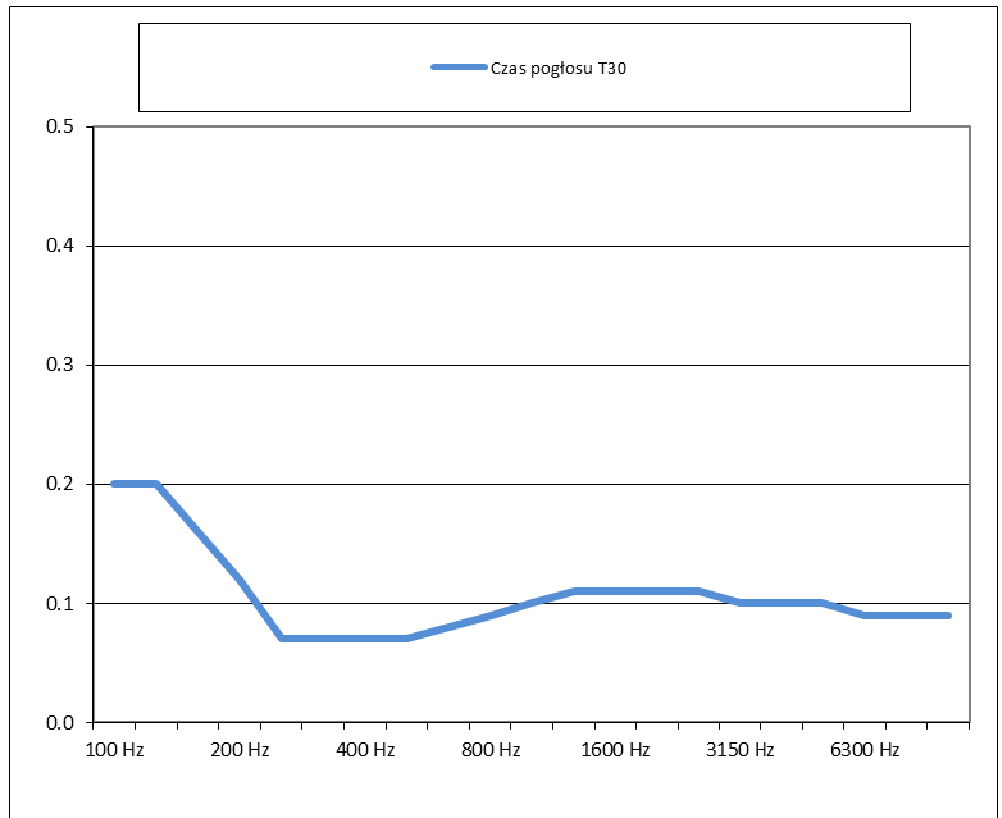
Analiza akustyczna w programie EASE wykonana była metodą geometryczną z wykorzystaniem modułu AURA.

#### 6.2.5 Czas pogłosu T30

##### Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia
- Rozdzielczość, ilość promieni: 6 000
- Długość analizy: standardowa, 320 ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: podłoga pomieszczenia na wysokości 1.2m, rozdzielczość 1m, ilość punktów pomiarowych: 30

Częstotliwość	Czas pogłosu T30
100 Hz	0.20
125 Hz	0.20
160 Hz	0.16
200 Hz	0.12
250 Hz	0.07
315 Hz	0.07
400 Hz	0.07
500 Hz	0.07
630 Hz	0.08
800 Hz	0.09
1000 Hz	0.10
1250 Hz	0.11
1600 Hz	0.11
2000 Hz	0.11
2500 Hz	0.11
3150 Hz	0.10
4000 Hz	0.10
5000 Hz	0.10
6300 Hz	0.09
8000 Hz	0.09
10000 Hz	0.09



Rys. 14: Charakterystyka czasu pogłosu sali prób po adaptacji akustycznej – źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia.

Charakterystyka czasu pogłosu sali prób po adaptacji akustycznej mieści się w optymalnym zakresie.

#### 6.3 Wytyczne dla adaptacji akustycznej w pozostałych pomieszczeniach.

1. **W foyer 1/01** na całej powierzchni sufitu należy zastosować ustrój akustyczny UA4.

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
<b>Ustrój akustyczny UA4</b>						
$\alpha$	0,30	0,70	0,90	0,90	0,90	0,95

Tabela 9: Współczynniki pochłaniania ustroju akustycznego UA4

2. **W sali spotkań 0/23** należy pokryć całą ścianę wzdłuż osi 8 (od podłogi do sufitu) ustrojem akustycznym UA5.

<i>f</i> [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
<b>Ustrój akustyczny UA5</b>						
$\alpha$	0,25	0,65	0,90	0,95	0,90	0,90

Tabela 10: Współczynniki pochłaniania ustroju akustycznego UA4

## 7 SPIS RYSUNKÓW

Nr rys.	Nazwa rysunku
AK01	Ustrój akustyczny UA1
AK02	Ustrój akustyczny UA2
AK03	Ustrój akustyczny UA3
AK04	Ustrój akustyczny UA4
AK05	Ustrój akustyczny UA5
AK06	Sala 1/13 - Rozmieszczenie ustrojów akustycznych, ściana boczna
AK07	Sala 1/13 - Rozmieszczenie ustrojów akustycznych, ściana tylna