

ANALIZA AKUSTYCZNA **sali kinowej**

OBIEKT: Kino Sokolnia
ul. Walki Młodych 5
63-600 Kępno

BRANŻA: Akustyka wnętrz

STADIUM: Projekt wykonawczy

FIRMA: **AVprojekt**
biuro: ul. Rogowska 127
54-440 Wrocław
GSM 600 91 57 61, 605 252 139
tel./fax (71) 71 79 000 43
avprojekt@avprojekt.com

PROJEKTANT: mgr inż. Roman Marczak

Marczak

SPRAWDZAJĄCY: mgr inż. Paweł Barczyński

P. Barczyński

SPIS TREŚCI

1	PRZEDMIOT OPRACOWANIA	3
2	PODSTAWA OPRACOWANIA	4
3	WYKAZ NORM, LITERATURY	5
4	AKUSTYKA WNĘTRZ	6
	4.1 Podstawa prawna	6
	4.2 Podstawy teoretyczne	6
	4.3 Optymalny czas pogłosu	7
	4.4 Materiały wykończeniowe przed adaptacją akustyczną.	7
	4.5 Adaptacja akustyczna	7
	4.6 Czas pogłosu sali widowiskowej po adaptacji akustycznej.	9
	4.7 Współczynnik transmisji mowy (STI).	10
	4.8 Wskaźnik przejrzystości mowy C50	11
	4.9 Wskaźnik przejrzystości muzyki C80	12
5	OPIS USTROJÓW AKUSTYCZNYCH	14
	5.1 Ustrój akustyczny R1	14
	5.2 Ustrój akustyczny R2	15
6	WYKAZ RYSUNKÓW	16

1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest analiza akustyki sali kinowej kina Sokolnia w Kępnie. Opracowanie zawiera wytyczne związane z adaptacją akustyczną – dobór i rozmieszczenie materiałów dźwiękochłonnych, oparty na podstawie symulacji komputerowej w programie EASE (Enhanced Acoustic Simulator for Engineers) firmy Renkus-Heinz.

2 PODSTAWA OPRACOWANIA

- Założenia projektowe Kina Sokolnia w Kępnie
- Wytyczne funkcjonalno - technologiczne ustalone z przedstawicielami Inwestora
- Podkłady architektoniczne

3 WYKAZ NORM, LITERATURY

- [1]. Jerzy Sadowski „Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie” Wyd. Arkady, Wydanie 1, Warszawa 1971
- [2]. Jerzy Sadowski „Akustyka architektoniczna” PWN, Wydanie 1, Poznań 1976
- [3]. Cox, D’Antonio, Acoustic Absorbers and Diffusers, Taylor & Francis 2009
- [4]. Glen Ballou, Editor „Handbook for Sound Engineers – the New Audio Cyclopedia” Howard W. Sams & Co, Second edition, Carmel Indiana USA 1991.
- [5]. A. Kulowski, Akustyka Sal, Gdańsk 2007
- [6]. Dolby Laboratories, Technical Guidelines for Dolby Stereo Theatres, (1994)
- [7]. Cinema Sound System Manual, JBL 2003

4 AKUSTYKA WNĘTRZ

4.1 Podstawa prawna

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r wraz z poprawką z dnia 12.03.2009r w sprawie warunków technicznych, jakie powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (§ 323):

„2. Pomieszczenia w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy chronić przed hałasem:

- 1) zewnętrznym przenikającym do pomieszczenia spoza budynku,
- 2) pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku,
- 3) powietrznym i uderzeniowym, wytwarzanym przez użytkowników innych mieszkań, lokali użytkowych lub pomieszczeń o różnych wymaganiach użytkowych,
- 4) **pogłosowym, powstającym w wyniku odbić fal dźwiękowych od przegród ograniczających dane pomieszczenie.**”

Na podstawie literatury [5], [6], [7] obliczono optymalny czas pogłosu dla analizowanego pomieszczenia.

4.2 Podstawy teoretyczne

Kształtowanie optymalnych warunków akustycznych w pomieszczeniu polega na:

- dążeniu do zapewnienia optymalnego czasu pogłosu przez zastosowanie materiałów dźwiękochłonnych,
- zapobieganiu powstawania niekorzystnych zjawisk akustycznych takich jak echo trzepoczące, źle ukierunkowane odbicia, rezonanse - dzięki odpowiedniemu kształtowaniu układu powierzchni w pomieszczeniu, rozłożeniu materiałów dźwiękochłonnych,

Do obliczeń czasu pogłosu w pomieszczeniu przyjęto formułę Eyringa [1, 4].:

$$RT = \frac{0,163 \times V}{4mV - S \times \ln(1 - \alpha)}$$

$$m = \frac{170}{\psi\%} \left(\frac{f}{kHz} \right)^2 \times 10^{-4}$$

gdzie:

RT – czas pogłosu w sekundach

ψ – wilgotność powietrza %

f – częstotliwość [Hz]

V – objętość pomieszczenia [m^3]

S, α – powierzchnia [m^2] i współczynnik chłonności danego materiału

4.3 Optymalny czas pogłosu

Głównym przeznaczeniem pomieszczenia będzie projekcja kinowa z wykorzystaniem wielokanałowego nagłośnienia. W sali będą odbywały się także niewielkie imprezy kameralne. Objętość pomieszczenia wynosi 1320 m^3 . Sala posiada ok. 170 miejsc siedzących.

Ze względu na wielofunkcyjność pomieszczenia i sprzeczność wymagań akustycznych w związku z jego funkcjami niezbędny jest kompromis w doborze parametrów akustycznych. Założono więc, że zalecany czas pogłosu wyniesie 0.65s.

4.4 Materiały wykończeniowe przed adaptacją akustyczną.

Do obliczeń czasu pogłosu dla sali widowiskowej przyjęto materiały o następujących parametrach akustycznych:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Podłoga – wykładzina dywanowa						
α	0,04	0,03	0,07	0,15	0,29	0,32
Ściany, sufit – tynk wapienny						
α	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
Okna – szkło						
α	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Fotele kinowe, składane						
α	0,22	0,34	0,40	0,47	0,50	0,54
Kurtyna aksamitna 430g/m^2						
α	0,14	0,35	0,55	0,72	0,70	0,65
Parkiet na legarach - scena						
α	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07

Założono, że ludzie przebywający w pomieszczeniu wprowadzą dodatkową chłonność akustyczną:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Osoba siedząca na fotelu audytoryjnym						
α	0,50	0,60	0,70	0,70	0,65	0,60

4.5 Adaptacja akustyczna

Adaptacja akustyczna sali będzie polegała na:

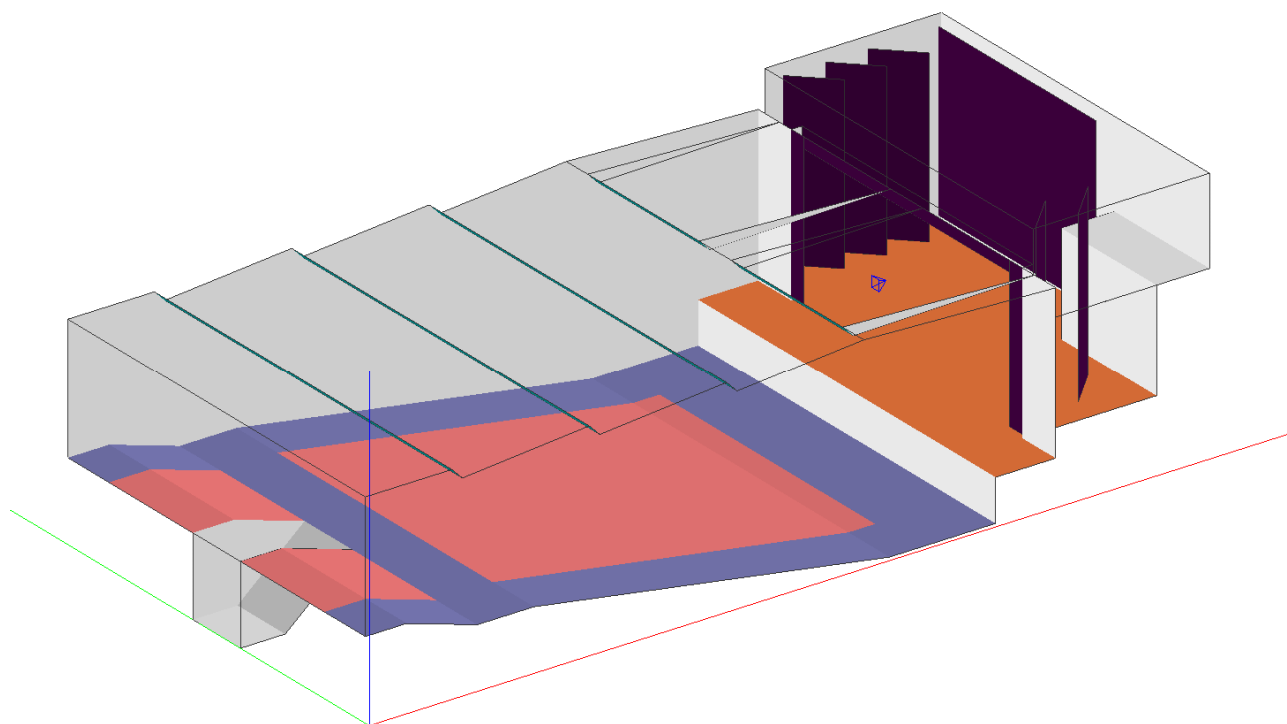
- wytlumieniu pomieszczenia i doprowadzenia do wymaganego czasu pogłosu,

- eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych – np. echo trzepoczące, zbyt długie opóźnienie fali odbitej w stosunku do fali bezpośredniej
- odpowiednim ukierunkowaniu promieni akustycznych
- poprawie rozproszenia dźwięku

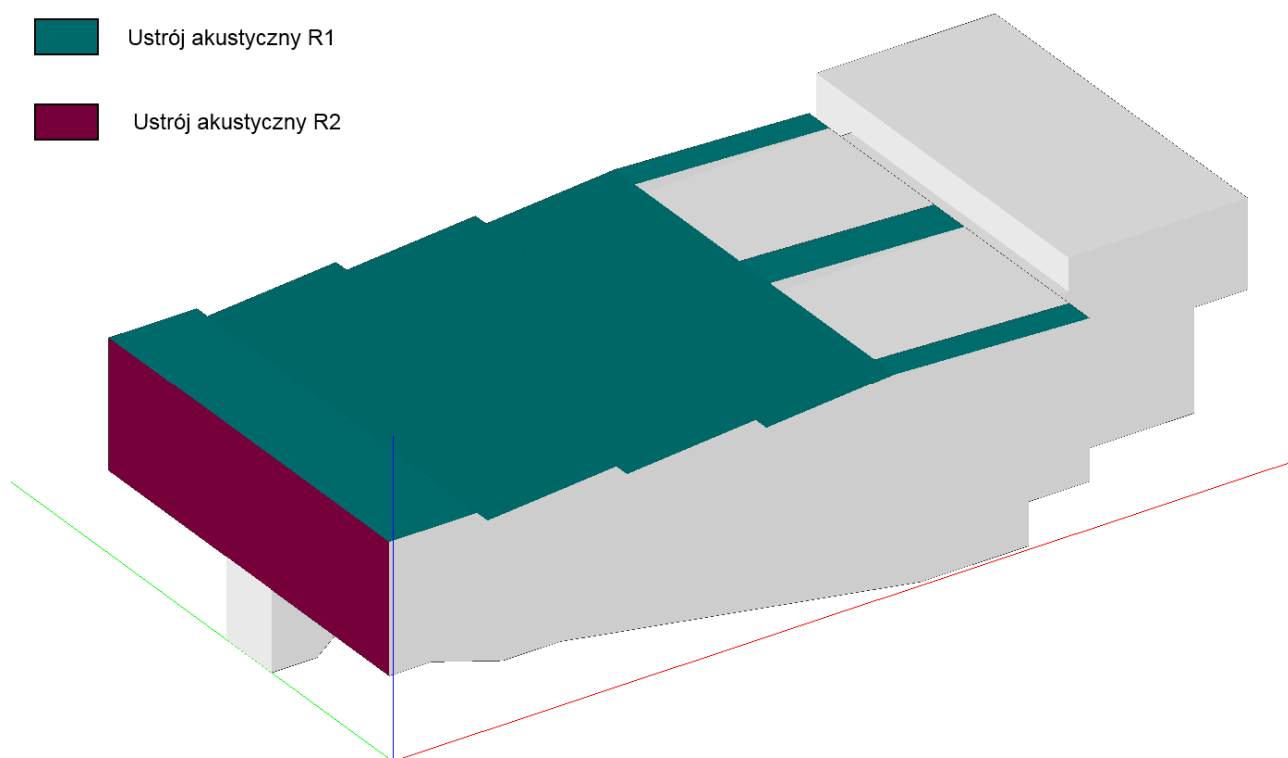
Adaptacja będzie polegać na:

- Pokryciu części sufitu **ok. 188 m²** ustrojami R1*
- Pokryciu części ściany tylnej - **ok. 48m²** ustrojami R2*
- Wyprofilowanie ścian bocznych na widowni – dla eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych, poprawienia rozproszenia dźwięku. Szczegóły rozwiązań znajdują się na rysunkach 2, 3 w załączniku.
- Wyprofilowaniu sufitu podwieszanego nad widownią – dla zmniejszenia opóźnienia pomiędzy fali odbitą a falą bezpośrednią. Szczegóły pokazujące linię sufitu znajdują się na rysunku 1 w załączniku.

* Opis ustrojów akustycznych znajduje się w rozdziale 6 opracowania.

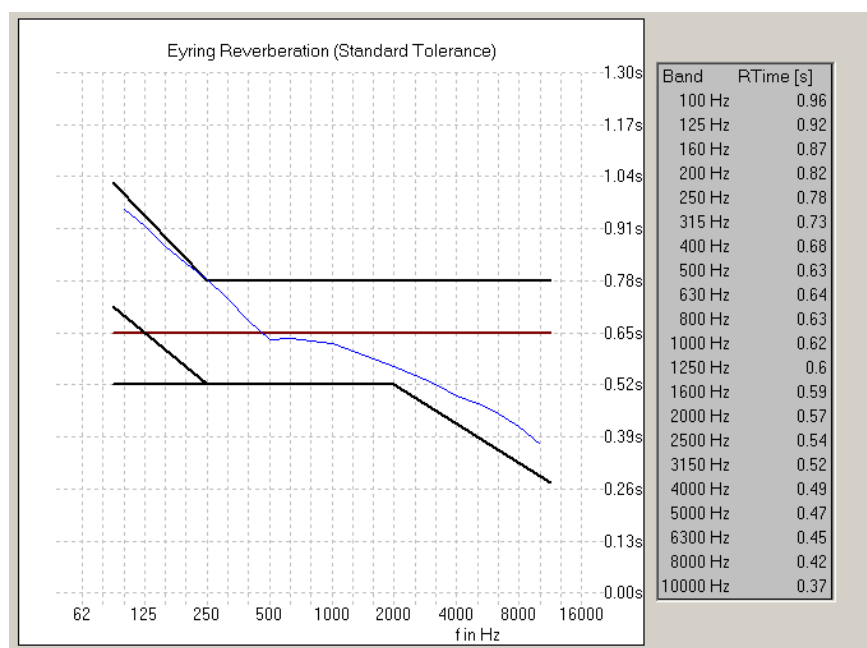


Rys. 3: Model komputerowy sali widowiskowej po adaptacji akustycznej.

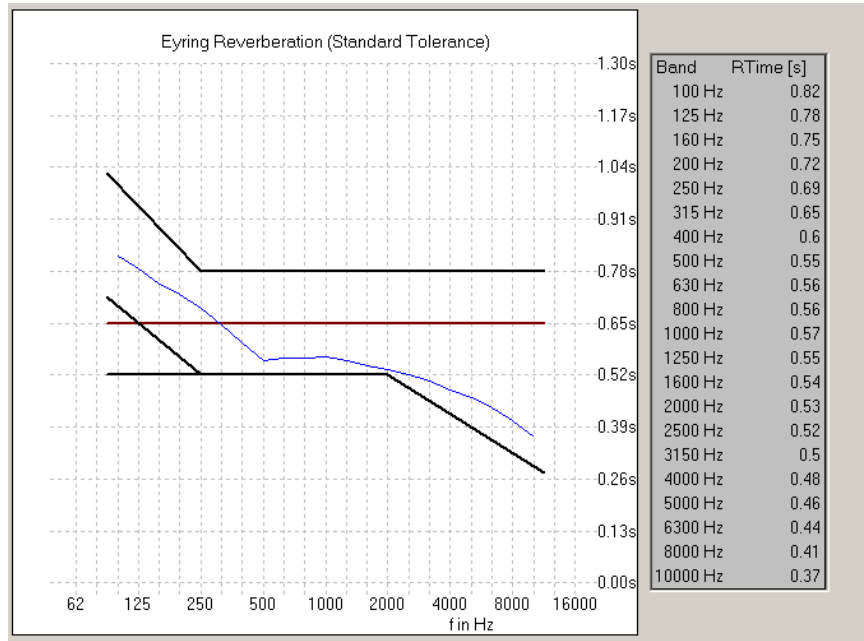


Rys. 4: Model komputerowy sali widowiskowej po adaptacji akustycznej. Rozmieszczenie ustrojów akustycznych.

4.6 Czas pogłosu sali widowiskowej po adaptacji akustycznej.



Rys. 5. Charakterystyka czasu pogłosu sali widowiskowej po adaptacji akustycznej – pusta widownia.



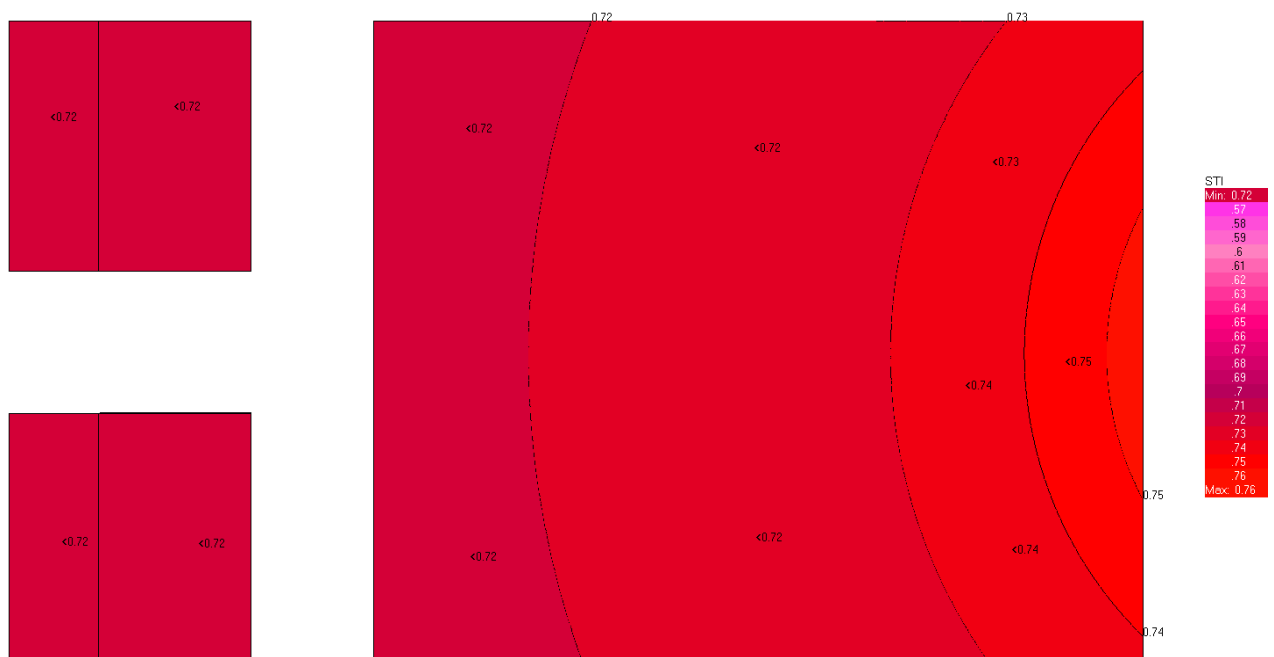
Rys. 6. Charakterystyka czasu pogłosu sali widowiskowej po adaptacji akustycznej – pełna widownia.

4.7 Współczynnik transmisji mowy (STI).

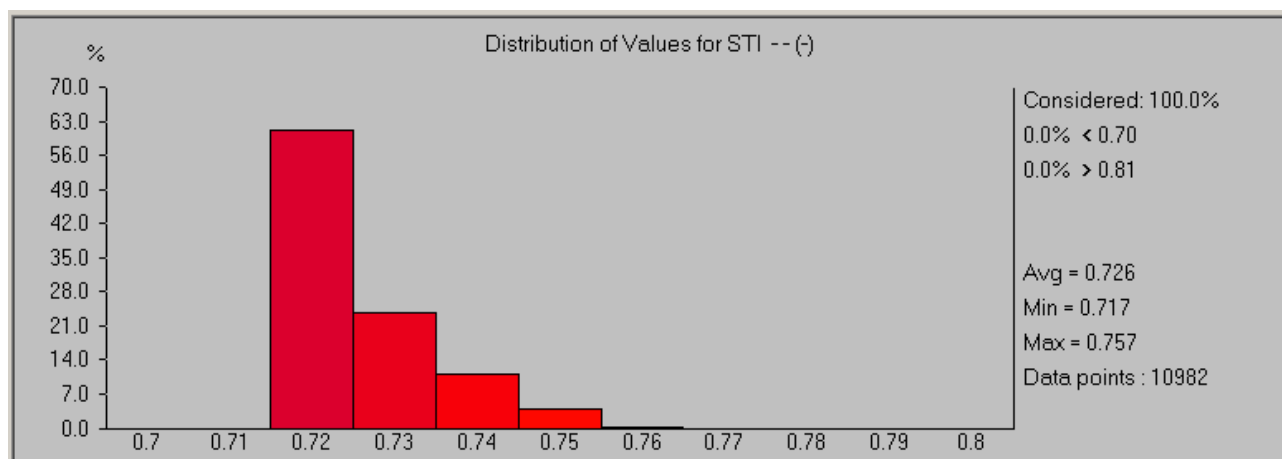
Analizę współczynnika transmisji mowy (STI) przeprowadzono wykorzystując źródło dookólne umieszczone na proscenium.

Warunki symulacji:

- Poziom dźwięku w odległości 1m: 97dB (w zakresie od 100Hz – 10kHz)
- Rozdzielczość analizy: 0.1m
- Zapełnienie publicznością – 100%
- Opóźnienie dźwięku traktowanego jako użyteczny: 15ms



Rys. 7. Rozkład wskaźnika transmisji mowy (STI).

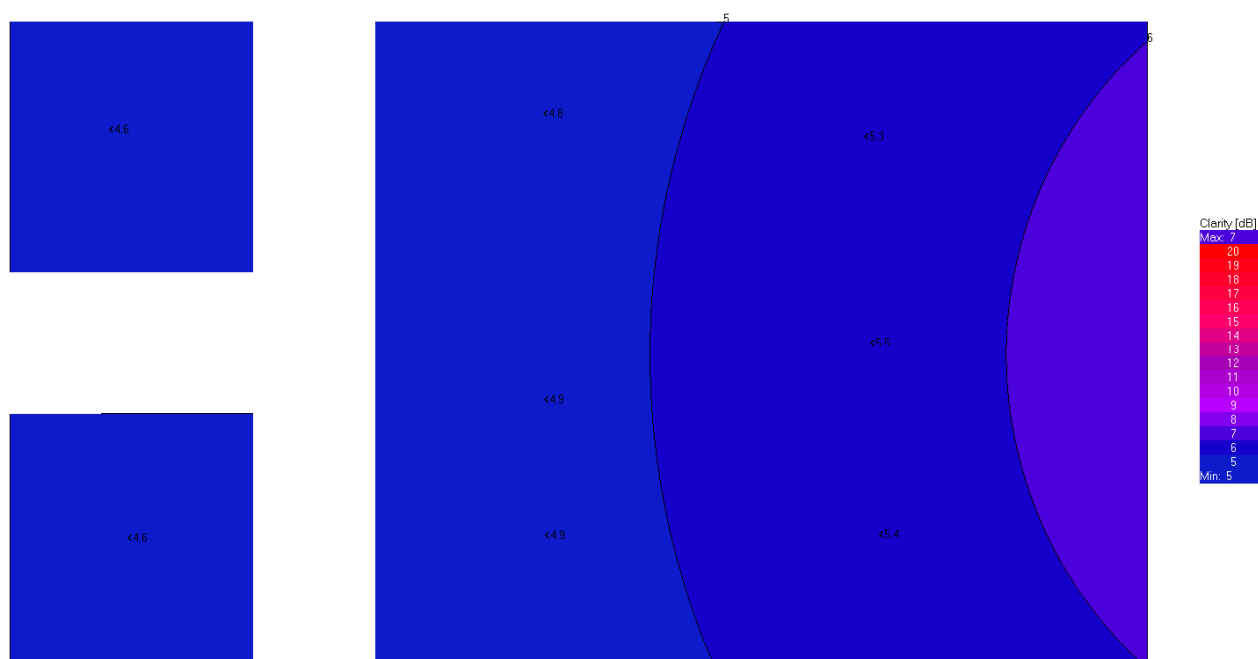


Rys. 8. Wskaźnik transmisji mowy (STI) – wartości statystyczne.

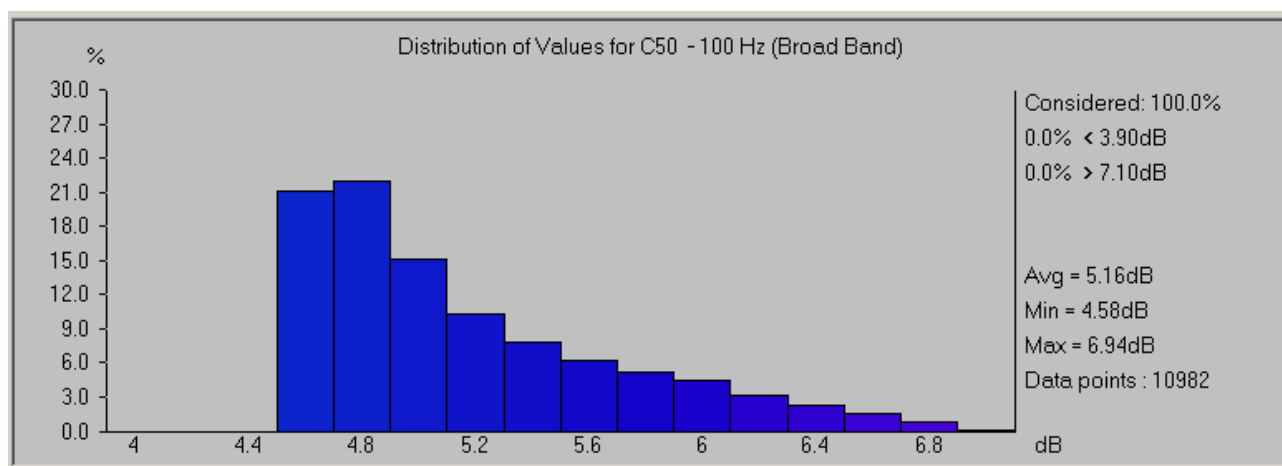
4.8 Wskaźnik przejrzystości mowy C50

Warunki analizy:

- Pasmo: 100Hz - 10kHz



Rys. 9. Rozkład wskaźnika przejrzystości mowy C50.

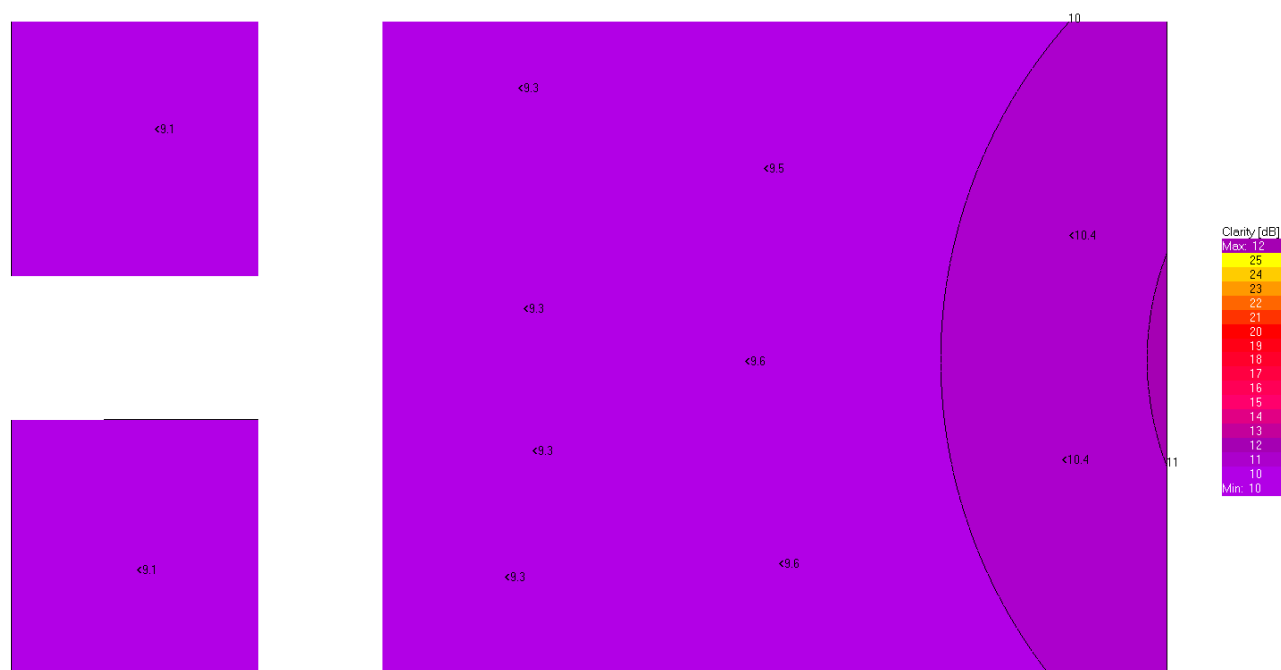


Rys. 10. Wskaźnik przejrzystości mowy C50.– wartości statystyczne.

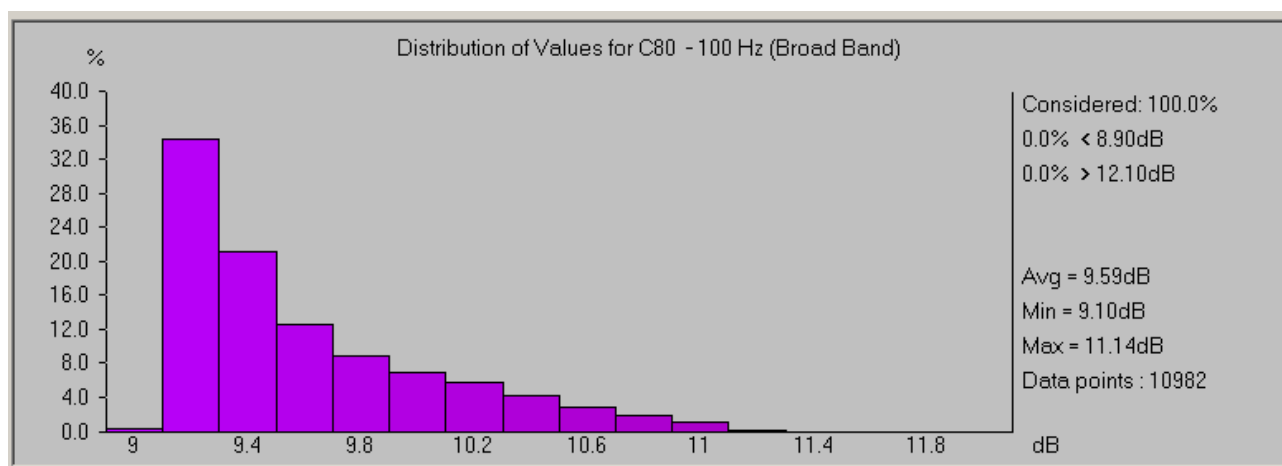
4.9 Wskaźnik przejrzystości muzyki C80

Warunki analizy:

- Pasma: 100Hz - 10kHz



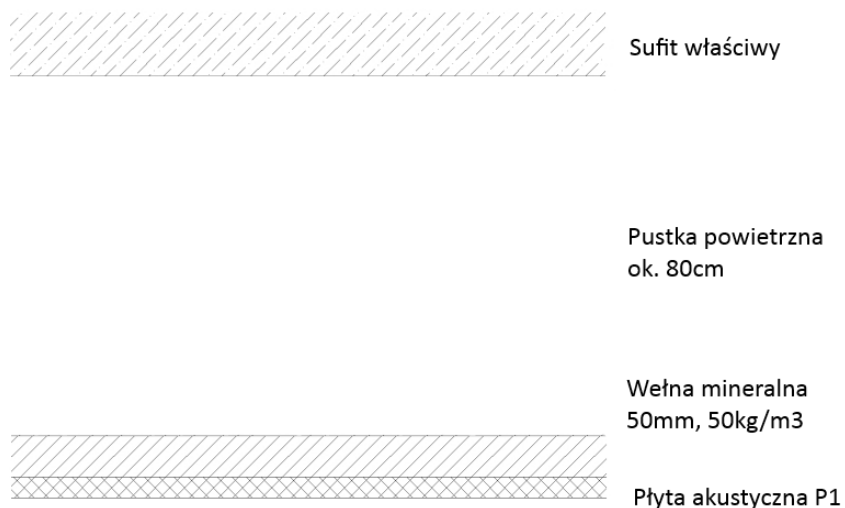
Rys. 11. Rozkład wskaźnika przejrzystości muzyki C80.



Rys. 12. Wskaźnik przejrzystości muzyki C80 – wartości statystyczne.

5 OPIS USTROJÓW AKUSTYCZNYCH

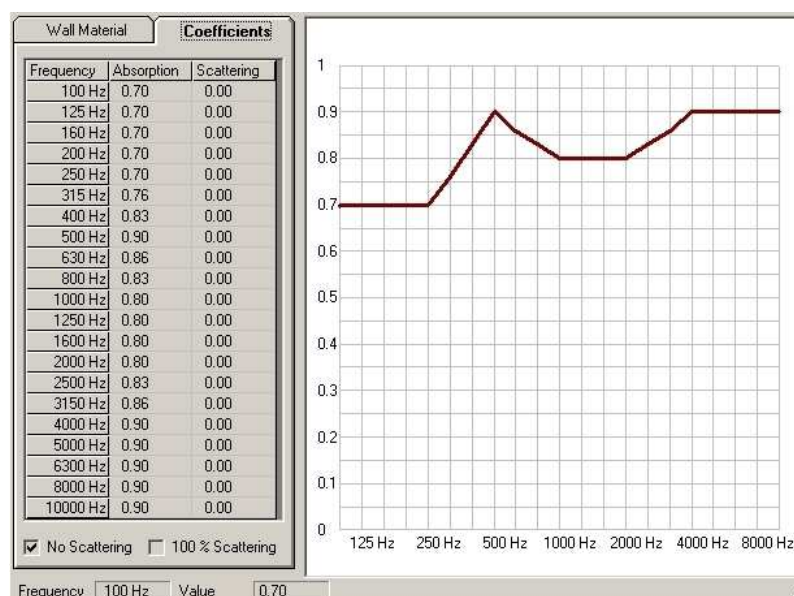
5.1 Ustrój akustyczny R1



Rys. 13: Konstrukcja ustroju akustycznego R1.

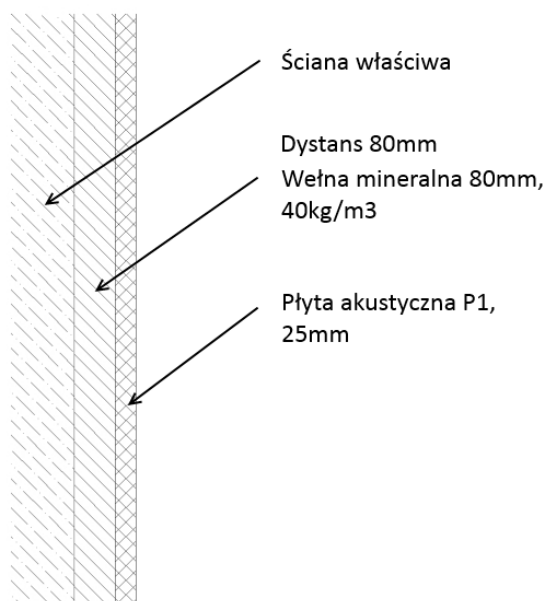
Płyta akustyczna P1:

- jednowarstwowa płyta akustyczna z wełny drzewnej wiązanej magnezylem o strukturze drobnowłóknistej (wielkość włókna 1 mm)
- grubość: 25mm
- ciężar: 11.3kg/m²
- płyta zgodnie z normą ÖNORM EN 13168
- charakterystyka ogniowa zgodnie z normą ÖNORM EN 13501-1: B - s1, d0



Rys. 14: Charakterystyka współczynnika pochłaniania ustroju akustycznego R1.

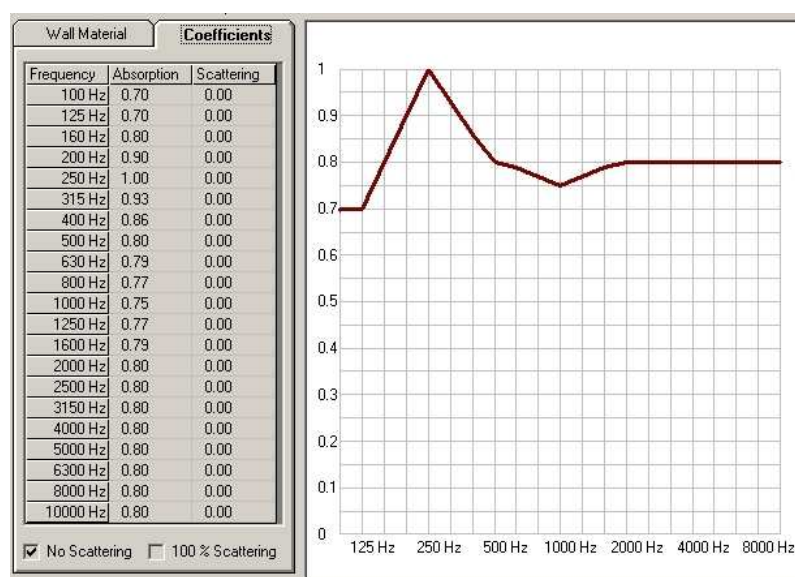
5.2 Ustrój akustyczny R2



Rys. 15: Konstrukcja ustroju akustycznego R1.

Płyta akustyczna P1:

- jednowarstwowa płyta akustyczna z wełny drzewnej wiązanej magnezytem o strukturze drobnowłóknistej (wielkość włókna 1 mm)
- grubość: 25mm
- ciężar: 11.3kg/m²
- płyta zgodnie z normą ÖNORM EN 13168
- charakterystyka ogniowa zgodnie z normą ÖNORM EN 13501-1: B - s1, d0



Rys. 16: Charakterystyka współczynnika pochłaniania ustroju akustycznego R1.

6 WYKAZ RYSUNKÓW

Nr rys.	Nazwa rysunku
1	Rozmieszczenie ustrojów akustycznych – przekrój
2	Rozmieszczenie ustrojów akustycznych – rzut