



**Nazwa projektu:** Projekt wystawy dla Centrum Dialogu „Przełomy” w Szczecinie

**Nazwa przedsięwzięcia:** Budowa pawilonu wystawowego służącego celom Centrum Dialogu „Przełomy”, na pl. Solidarności w Szczecinie

**TOM:** **PROJEKT WYSTAWY – CZĘŚĆ BUDOWLANA**  
**OPIS TECHNICZNY – SYMULACJA AKUSTYCZNA**

**Teczka:** **T1 Branża: Architektoniczna**

**Faza:** Projekt wykonawczy

**Inwestor:** Muzeum Narodowe w Szczecinie  
ul. Staromłyńska 27  
70-561 Szczecin



**Projektant:** Biuro Projektowo-Inżynierskie  
**REDAN Sp. z o. o.**  
ul. Jagiellońska 69  
70-382 Szczecin



**Zespół projektowy:** arch. Michał Czasnojc  
Dawid Szewczyk  
arch. Oliwia Maciejewska  
arch. Tomasz Ryba

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE**  
SZCZECIN, GRUDZIEŃ 2013r.

## SPIS TREŚCI

1.	Wstęp.....	3
2.	Zakres.....	3
3.	Opis modelowania .....	3
4.	Analiza statystyczna .....	5
5.	Symulacja .....	6
6.	Podsumowanie .....	10
7.	Literatura .....	10

## 1. Wstęp

Przedmiotem opracowania jest analiza akustyczna dla obiektu: Centrum Dialogu PRZEŁOMY w Szczecinie. Opracowanie należy rozpatrywać razem z pozostałymi projektami branżowymi przedmiotowego obiektu, zwłaszcza z projektem architektury, aranżacji ekspozycji oraz z projektem wykonawczym multimediiów, na podstawie którego opracowano symulację systemu nagłośnienia.

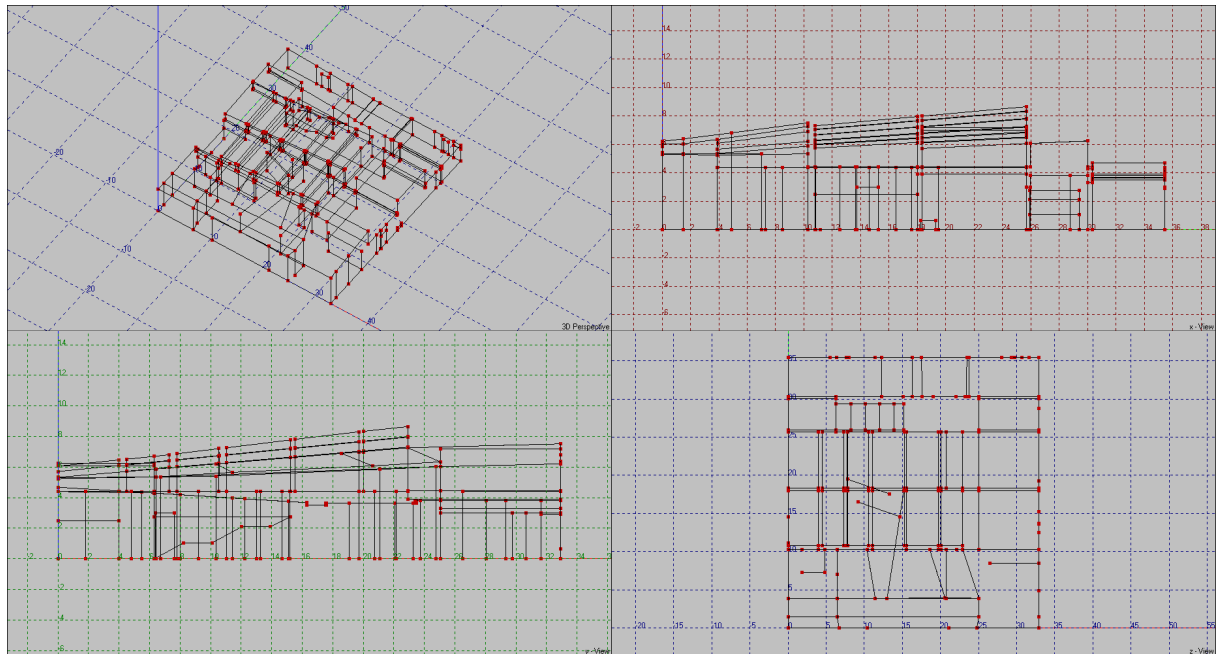
## 2. Zakres

Opracowanie obejmuje analizę statystyczną właściwości akustycznych projektowanej ekspozycji z zamodelowanym wpływem adaptacji przestrzeni sufitowej. Zasymulowano również system nagłośnienia dla reprezentacyjnego pomieszczenia, obrazując jego wpływ na sąsiadujące obszary.

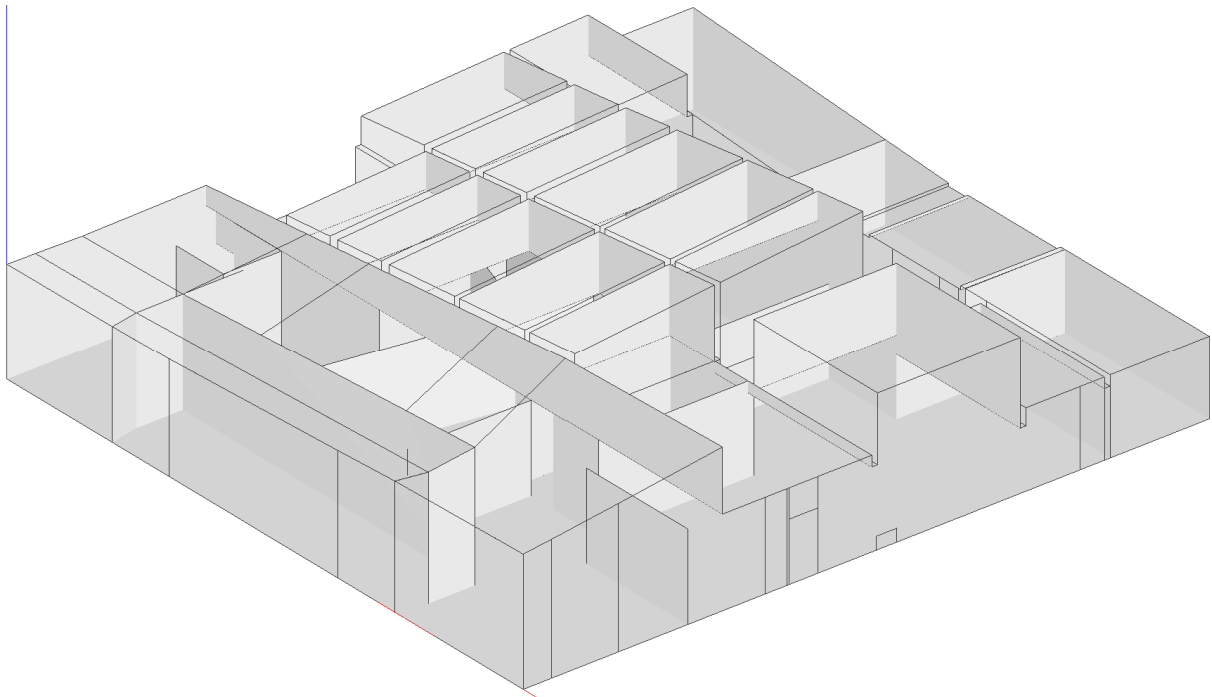
## 3. Opis modelowania

Na podstawie planów architektonicznych obiektu i projektu ekspozycji, w programie do modelowania akustycznego Ease, wykonano model geometrii obszaru ekspozycji, opisano jej parametry akustyczne oraz dokonano ich optymalizacji przy pomocy określonych materiałów budowlanych.

Poniższe rysunki przedstawiają poszczególne rzuty oraz widok perspektywiczny stworzonego modelu przestrzeni ekspozycyjnej wraz z siatką i wymiarami.



Rys. 1. Widok typu omniview geometrii modelu w programie Ease



#### 4. Analiza statystyczna

Czas pogłosu jest podstawowym parametrem opisującym właściwości akustyczne pomieszczenia. Parametr ten jest uzależniony od chłonności akustycznej powierzchni ograniczających pomieszczenie. Bazując na danych projektowych dotyczących aranżacji ekspozycji i jej materiałów wykończeniowych, zamodelowano właściwości akustyczne i opisano współczynniki pochłaniania dźwięku dla poszczególnych materiałów.

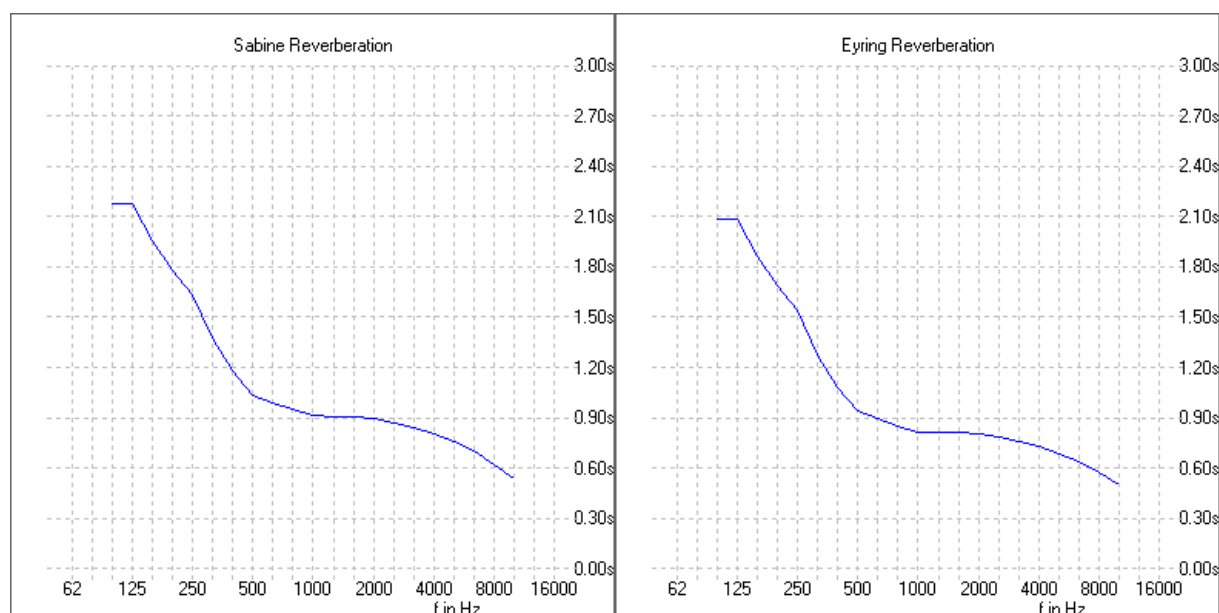
W celu zobrazowania wpływu przewidywanej adaptacji akustycznej przestrzeni sufitowej zamodelowano również, na całej dostępnej przestrzeni sufitowej ekspozycji, wpływ przewidywanej tam warstwy wełny mineralnej.

Wynik analizy obrazuje Tab.1. Wysoki współczynnik pochłaniania dźwięku zastosowanego w przestrzeni sufitowej materiału ma wyraźny wpływ na czas pogłosu, zwłaszcza dla częstotliwości od 500 Hz. Oczekiwane wartości czasu pogłosu powinny zapewnić możliwie duży komfort akustyczny dla projektowanej przestrzeni, niezbędny w przypadku planowanego wykorzystania instalacji różnych rozproszonych źródeł dźwięku.

Tab.1. Wartość czasu pogłosu zamodelowanego obszaru ekspozycji

Częstotliwość [Hz]	Statystyczny czas pogłosu RT [s]			
	Bez adaptacji przestrzeni sufitowej		Z uwzględnieniem adaptacji przestrzeni sufitowej	
	Eyring	Sabine	Eyring	Sabine
125	3,04	3,14	2,08	2,18
250	3,87	3,96	1,54	1,63
500	3,76	3,85	0,94	1,04
1000	4,01	4,10	0,82	0,91
2000	4,63	4,70	0,80	0,90

4000	2,71	2,75	0,73	0,81
------	------	------	------	------



Rys. 3. Przebieg wartości parametru czasu pogłosu w funkcji częstotliwości (adaptacja uwzględniona)

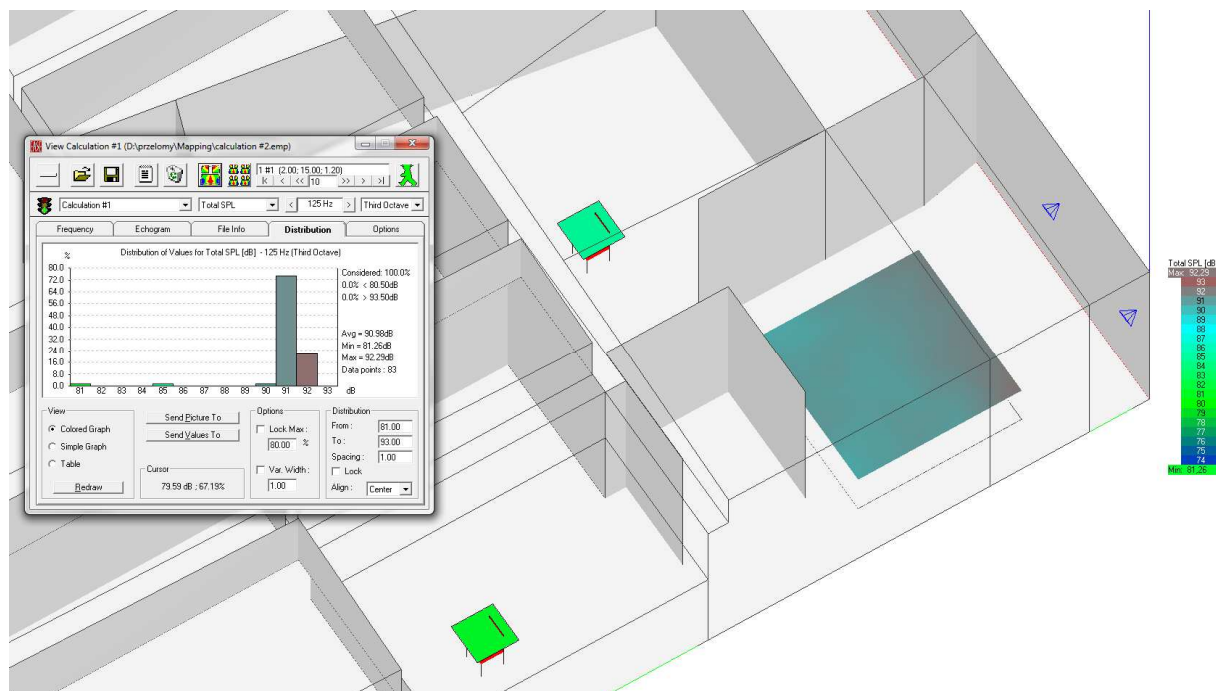
## 5. Symulacja

W celu zbadania zjawiska przenikania pomiędzy pomieszczeniami (instalacjami multimedialnymi) energii akustycznej, wybrano do analizy pomieszczenie z typową instalacją nagłośnieniową towarzyszącą projekcji multimedialnej. Wybrana instalacja, w odróżnieniu od większości pozostałych nagłaśnianych przez lokalne zestawy kierunkowe, wykorzystuje standardowe urządzenia głośnikowe i należy oczekiwać, że ich praca może w największym stopniu zakłócać pozostałe stanowiska.

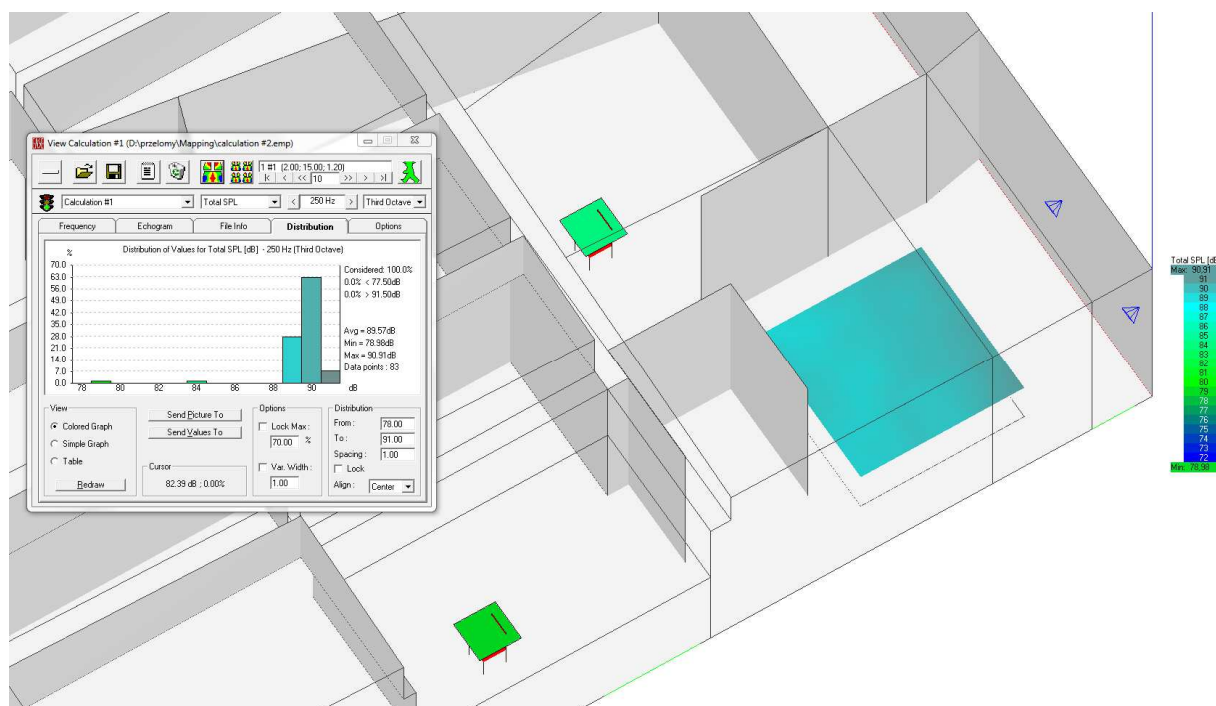
Zasymulowano maksymalne występowanie przewidywanych zestawów głośnikowych ściennych, badając rozkład wartości parametru TotalSPL, jako sumę wartości poziomu dźwięku bezpośredniego i rozproszonego. Na potrzeby analizy określono płaszczyznę odsłuchową w głównym pomieszczeniu oraz dwa punkty pomiarowe, zlokalizowane w sąsiadujących pomieszczeniach (oddzielnych instalacjach).

Widoczny na poniższych rysunkach odstęp wartości parametru TotalSPL pomiędzy pomieszczeniami na poziomie 8 – 10 dB powinien zapewnić wystarczający komfort akustyczny dla zwiedzających. Należy również nadmienić, że zasymulowano maksymalne występowanie zestawów

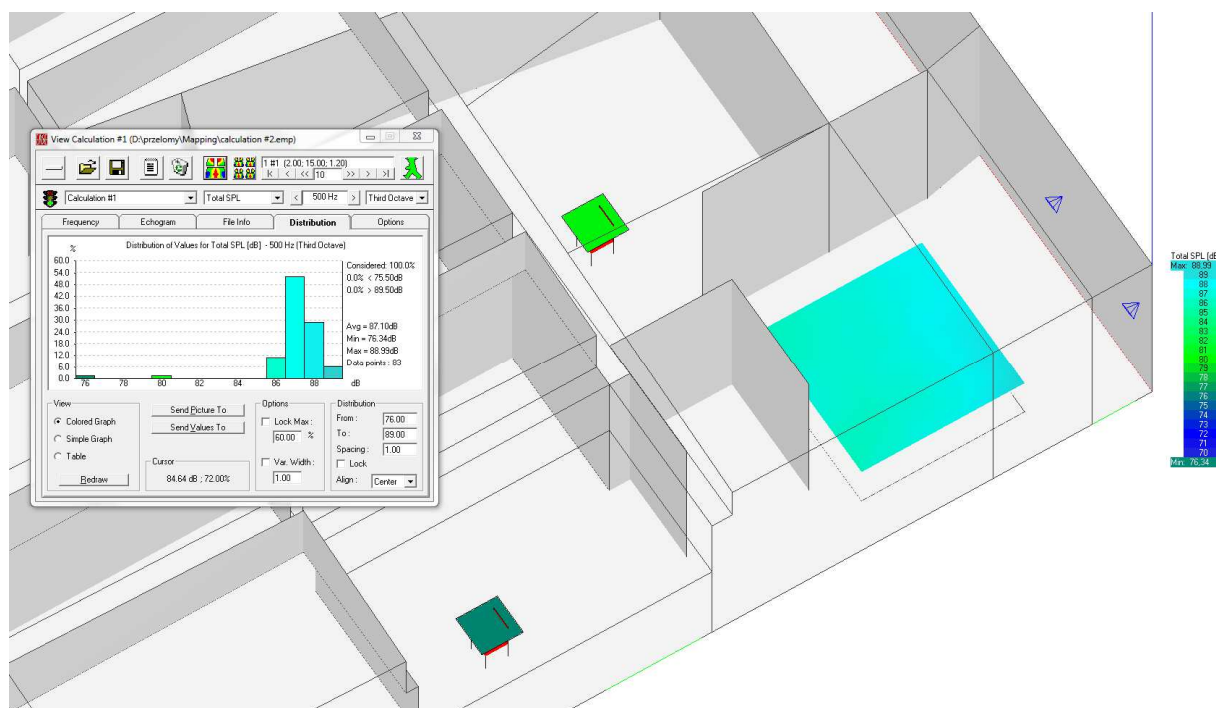
głośnikowych wyłącznie w celach poglądowych, ponieważ w praktyce poziomy będą zdecydowanie niższe i dopasowywane do wymagań instalacji na etapie uruchomienia systemu.



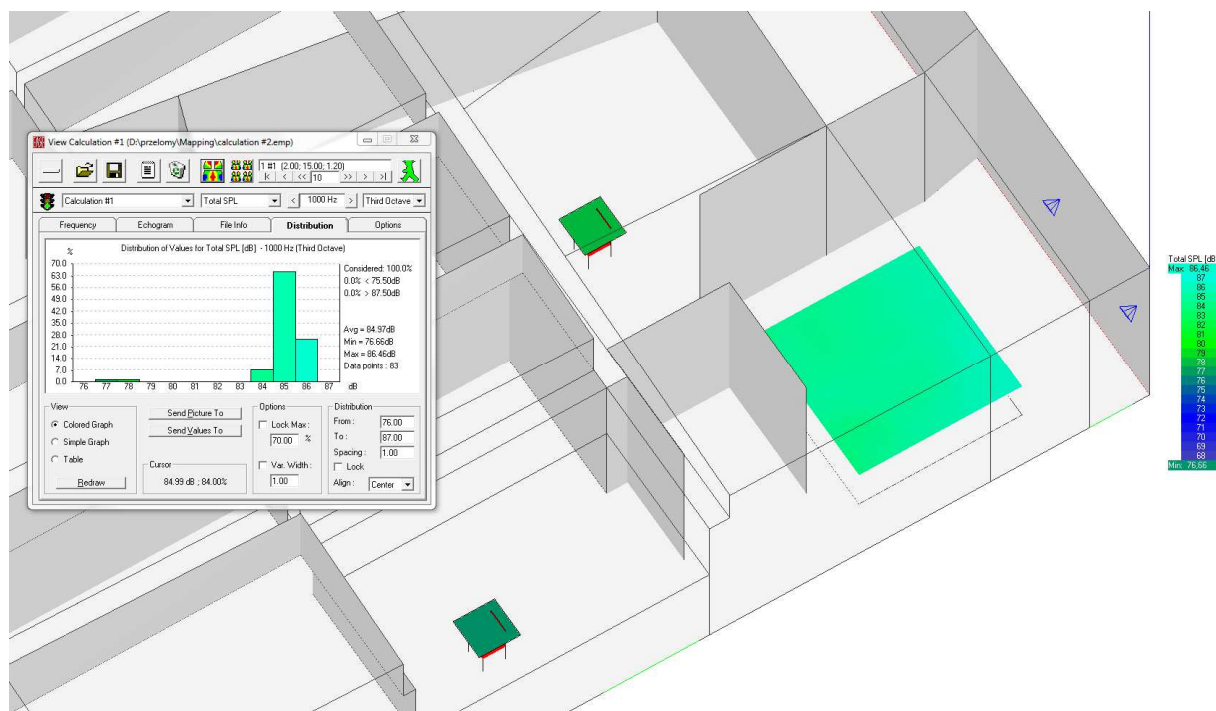
Rys. 4. Rozkład i dystrybucja wartości parametru Total SPL - oktawa 125 Hz



Rys. 5. Rozkład i dystrybucja wartości parametru Total SPL - oktawa 250 Hz

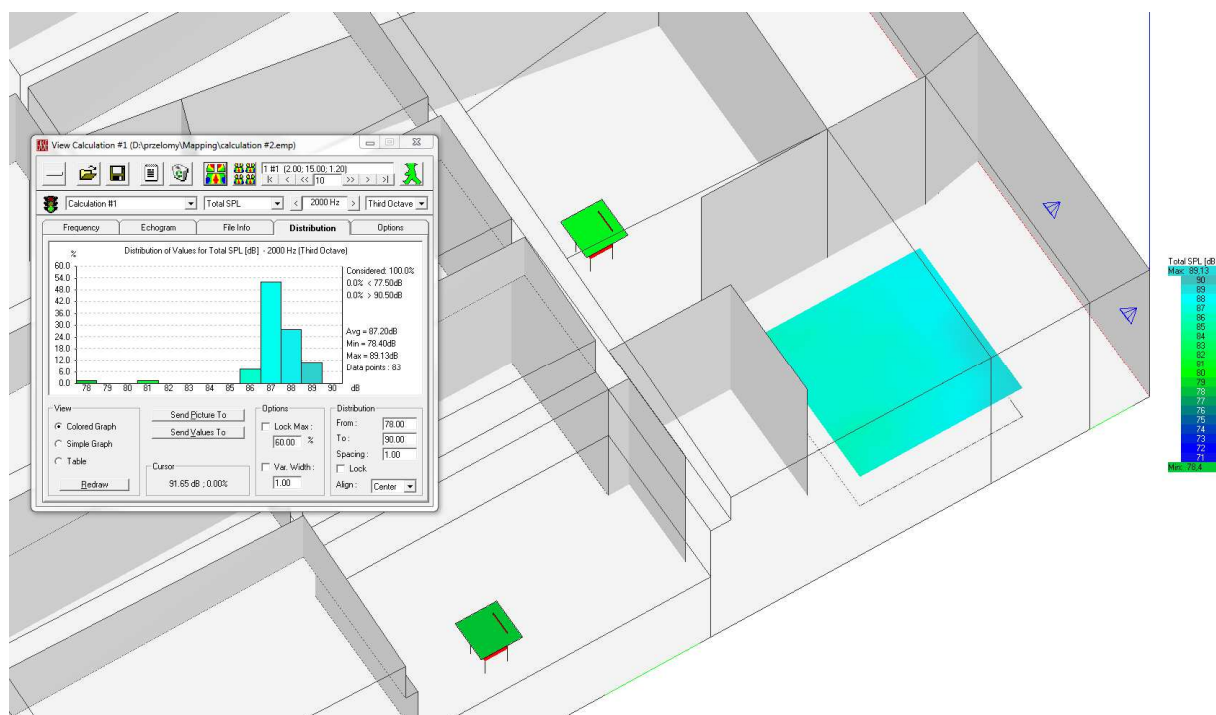


Rys. 6. Rozkład i dystrybucja wartości parametru Total SPL - oktawa 500 Hz

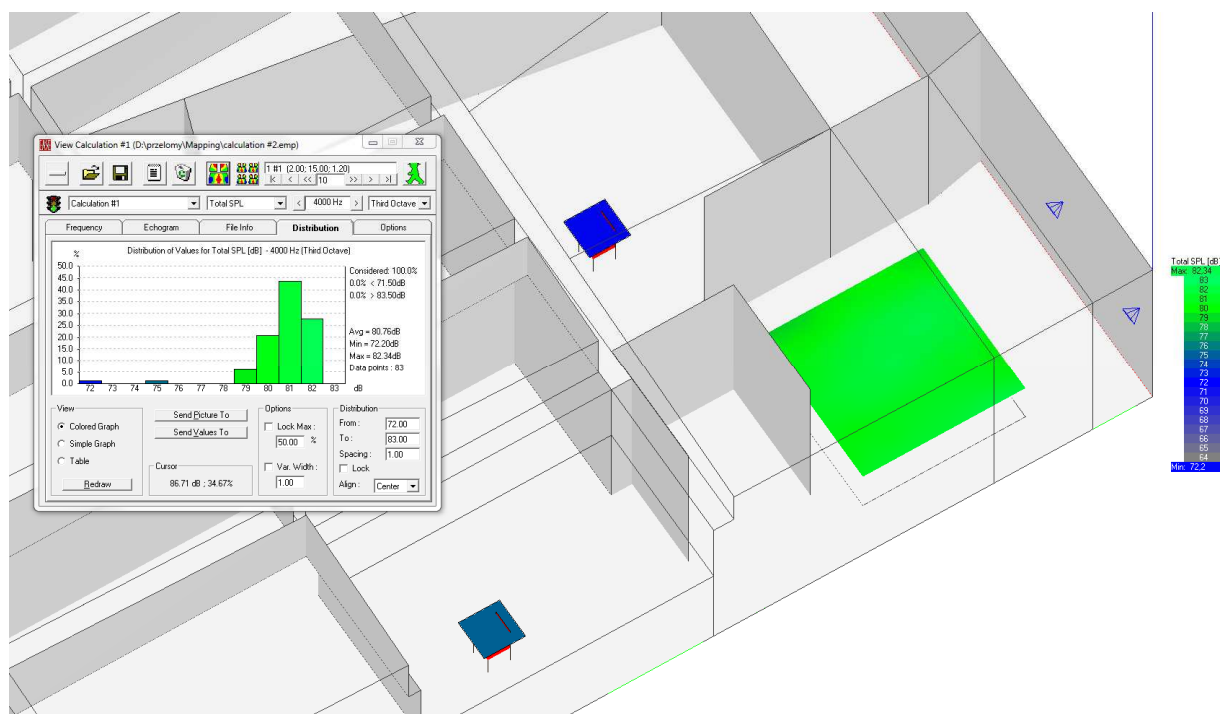


Rys. 7. Rozkład i dystrybucja wartości parametru Total SPL - oktawa 1000 Hz





Rys. 8. Rozkład i dystrybucja wartości parametru Total SPL - oktawa 2000 Hz



Rys. 9. Rozkład i dystrybucja wartości parametru Total SPL - oktawa 4000 Hz

## 6. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza potwierdziła zasadność planowanej adaptacji akustycznej przestrzeni sufitowej, pokazując jej pozytywny wpływ na komfort akustyczny przestrzeni ekspozycji, zwłaszcza w paśmie częstotliwości, w którym znajduje się największa energia w widmie sygnału mowy. Jest to szczególnie istotne ze względu na fakt, iż znaczna część instalacji będzie odpowiedzialna za nagłośnienie narracji lektora. Mniejsze pochłanianie i bardziej swobodna propagacja dźwięków o najniższych częstotliwościach nie będą miały negatywnego wpływu na zrozumiałość mowy.

Należy również nadmienić, że ze względu na specyfikę komputerowej symulacji akustycznej zamodelowano i rozpatrywano jedynie fizyczne właściwości pola akustycznego. Ze zrozumiałych względów niemożliwe jest zasymulowanie subiektywnych wrażeń słuchowych. Spodziewanych przesłuchów pomiędzy pomieszczeniami nie należy zawsze rozpatrywać w kategoriach negatywnych. Dobiegające z dalszych przestrzeni ekspozycyjnych, słabiej słyszalne odgłosy, podwyższają często atrakcyjność instalacji, tworzą ciekawy klimat i zachęcają uczestników do dalszego zwiedzania.

## 7. Literatura

1. Ahnert W., Feistel S., Schmidt W.: Fundamentals to perform acoustical measurements.

Appendix to EASERA.

2. Ease 4.1 Tutorial. Acoustic Design Ahnert, Berlin.
3. Ease 4.1 Users Manual. Acoustic Design Ahnert, Berlin.
4. Ease 4.3 User's Guide & Tutorial. Acoustic Design Ahnert, Berlin