

Zawartość

1. CZĘŚĆ OGÓLNA	2
1.1. Merytoryczna podstawa opracowania	2
1.2. Zakres opracowania	2
1.3. Sala widowiskowa – założenia projektowe	2
2. AKUSTYKA	4
2.1. Akustyka wnętrz – definicje	4
2.2. Proponowane rozwiązania akustyki wnętrz w Sali	7
2.2.1. Wymagania	7
2.2.2. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny	7
2.2.3. Dobór ustrojów akustycznych	8
2.2.4. Specyfikacja ustrojów akustycznych	12
2.2.5. Symulacje	14

1. CZĘŚĆ OGÓLNA

1.1. Merytoryczna podstawa opracowania

- [1] Podkłady architektoniczne Sali Widowiskowej w Dobrodzieńskim ośrodku Kultury i Sportu.
- [2] Everest F. Alton, Podręcznik akustyki, Sonia Draga 2013
- [3] Maekawa Z., Lord P., Environmental and architectural acoustics, E&FN SPON London 1993,
- [4] W. Fasold, E. Sonntag, H. Winkler, Bau-und Raumakustik, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1987,
- [5] Knudsen V., Harris C., Acoustical designing in architecture John Wiley & sons, INC Londyn 1950.

1.2. Zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt adaptacji akustycznej na potrzeby Przebudowy Sali Widowiskowej w Dobrodzieńskim Ośrodku Kultury i Sztuki.

1.3. Sala widowiskowa – założenia projektowe

W zamierzeniach Inwestora Sala Widowiskowa ma być wnętrzem wielofunkcyjnym. Sala musi umożliwić realizację przedstawień teatralnych, koncertów, małych i średnich form muzycznych, prezentacji multimedialnych, konferencji itd.

Realizacja zaprojektowanych elementów musi się odbywać pod ścisłym nadzorem autorskim projektantów. Inwestor i/lub Wykonawca są odpowiedzialni za zapewnienie takiego nadzoru. Dopuszcza się zmianę zaprojektowanych materiałów pod warunkiem utrzymania parametrów użytkowych proponowanych rozwiązań. Wszelkie ewentualne modyfikacje

rozwiązań zamieszczonych w niniejszej dokumentacji mogą być wprowadzone jedynie po uzyskaniu pisemnej akceptacji autorów projektu.

2. AKUSTYKA

2.1. Akustyka wnętrz – definicje

- **Współczynnik pochłaniania**

Współczynnik pochłaniania jest miarą zdolności powierzchni do pochłaniania fal dźwiękowych. Definiowany jest jako stosunek energii fali pochłoniętej do energii fali padającej na przegrodę.

$$\alpha = \frac{E_1}{E_2}$$

gdzie:

E1 to energia fali pochłoniętej,

E2 to energia fali padającej.

- **Czas pogłosu Tp**

Czas pogłosu Tp (ang.Reverberation Time) jest jednym z podstawowych kryteriów oceny jakości sal przeznaczonych zarówno dla przedstawień słownych jak i występów muzycznych. Jest to czas, w którym energia dźwiękowa zawarta w stanie ustalonym w pomieszczeniu od kulistego źródła dźwięku zmaleje po wyłączeniu tego źródła o 60 dB. Dla każdego pomieszczenia, w zależności od rodzaju przedstawienia, jak też od jego objętości, zalecane są optymalne przedziały wartości czasu pogłosu i jego optymalna charakterystyka częstotliwościowa. Charakterystyki podawane przez różnych autorów różnią się między sobą.

$$Tp(f) = \frac{0,161 \cdot V}{S \cdot \ln(1 - \alpha(f))}$$

gdzie:

V – objętość pomieszczenia w [m3],

S – powierzchnia ścian pomieszczenia,

PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU

$\alpha(f)$ - średni współczynnik pochłaniania w danym paśmie częstotliwości.

- **STI, RaSTI**

Wskaźnikami oceny parametrów przydatności wnętrza dla celów słownych są współczynniki STI. Odzwierciedlają one w bezpośredni sposób zrozumiałość mowy

w pomieszczeniu. Wyznacza się je najczęściej poprzez bezpośredni pomiar lub symulację funkcji przeniesienia wzorcowej modulacji przez pomieszczenie (MTF – Modulation Transfer Function).

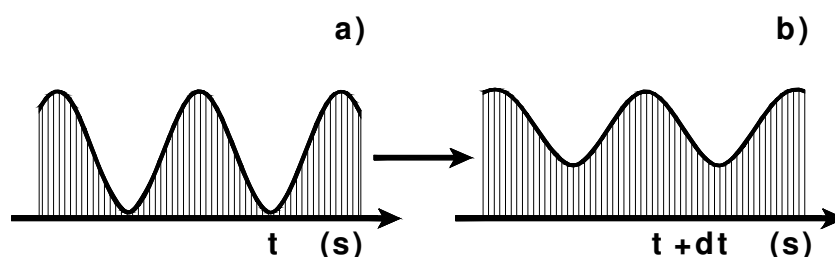
Analiza taka polega na wygenerowaniu szumu pasmowego zmodulowanego amplitudowo małą częstotliwością ze współczynnikiem modulacji 100%, a następnie na pomiarze głębokości modulacji sygnału odebranego.

Funkcje przeniesienia modulacji wyznacza się z odpowiedzi impulsowej pomieszczenia ze wzoru:

$$MTF(F_{\text{mod}}) = \left| \frac{\sum_{i=kd}^{kg} H(i) \cdot H(L_F - i)}{\sum_{i=kd}^{kg} |H(i)|^2} \right|$$

gdzie:

L_F – numer prążka odpowiadający częstotliwości modulującej F_{mod} .



Oprócz wartości współczynników STI w oktawach oblicza się wartość średnią STI_{sr}. Współczynnik STI_{sr} określa zrozumiałość mowy w pomieszczeniu i w zależności od jego wartości następuje ocena globalna pomieszczenia:

PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU

Tab. 1. Klasy jakości sal ze względu na współczynnik zrozumiałości mowy

STI <small>śr</small>	< 0,30	0,30□0,45	0,45□0,60	0,60□0,75	>0,75
ocena	BAD	POOR	FAIR	GOOD	EXCELLENT

2.2. Proponowane rozwiązania akustyki wewnątrz w Sali

2.2.1. Wymagania

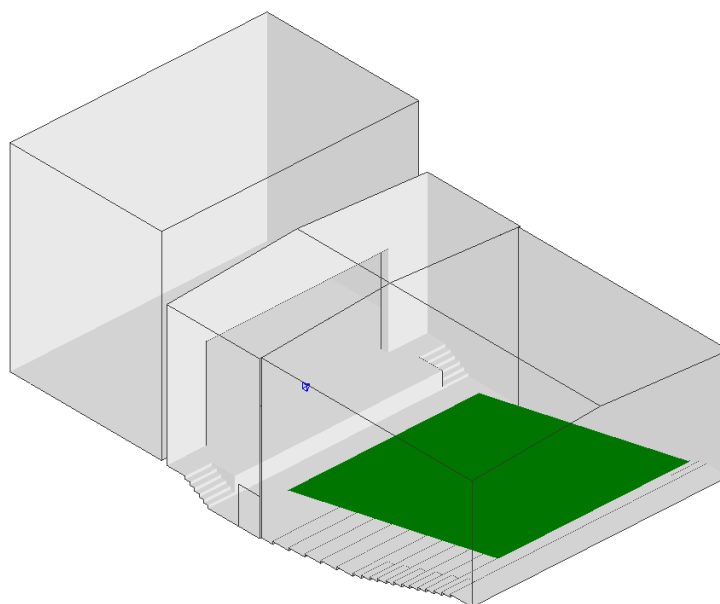
Z uwagi na kinowe oraz koncertowe funkcje sali opracowywane pomieszczenie powinno mieć warunki akustyczne przystosowane do dobrego odbioru muzyki oraz mowy. W poniższej tabeli przedstawione są wymagane parametry:

Tab. 2. Zalecane wartości parametrów akustycznych

Nazwa parametru [jednostka]	Zalecana wartość
STI	>0,5
Średni czas pogłosu [s]	1,0

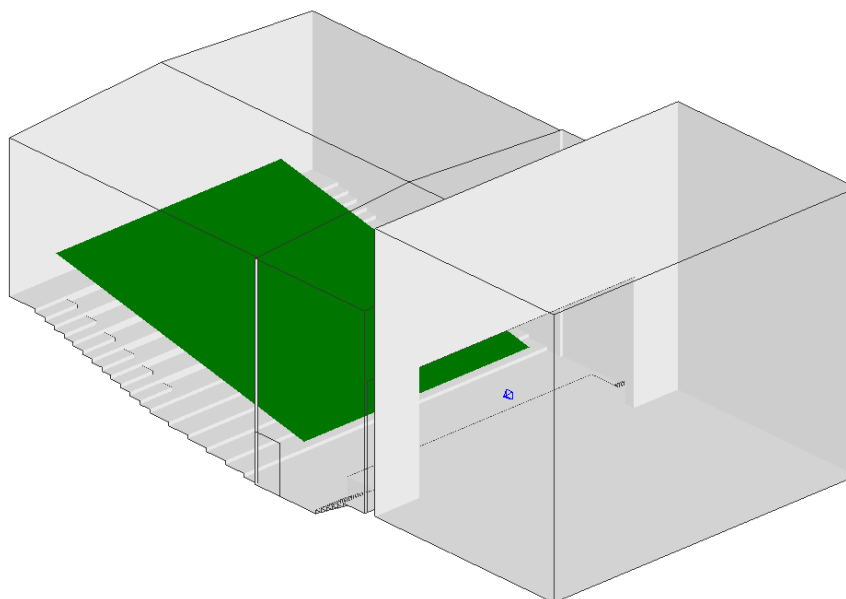
2.2.2. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny

W celu analizy proponowanych rozwiązań adaptacji akustycznej sali audytoryjnej opracowano numeryczny model jej wnętrza. Model odzwierciedla bryłę pomieszczenia.



PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU



rys. 1. Trójwymiarowy model Sali widowiskowej wykonany w programie EASE 4.1

Analiza warunków akustycznych projektu została dokonana dla pasma 100 Hz do 10000 Hz. Pogłosowe współczynniki pochłaniania dźwięku dobrano na podstawie katalogów producenta urządzeń akustycznych, danych literaturowych lub skorzystano z biblioteki programu EASE 4.1. Symulacja akustyczna została przeprowadzona w Sali pustej dla źródła wszechkierunkowego umieszczonego na podwyższeniu.

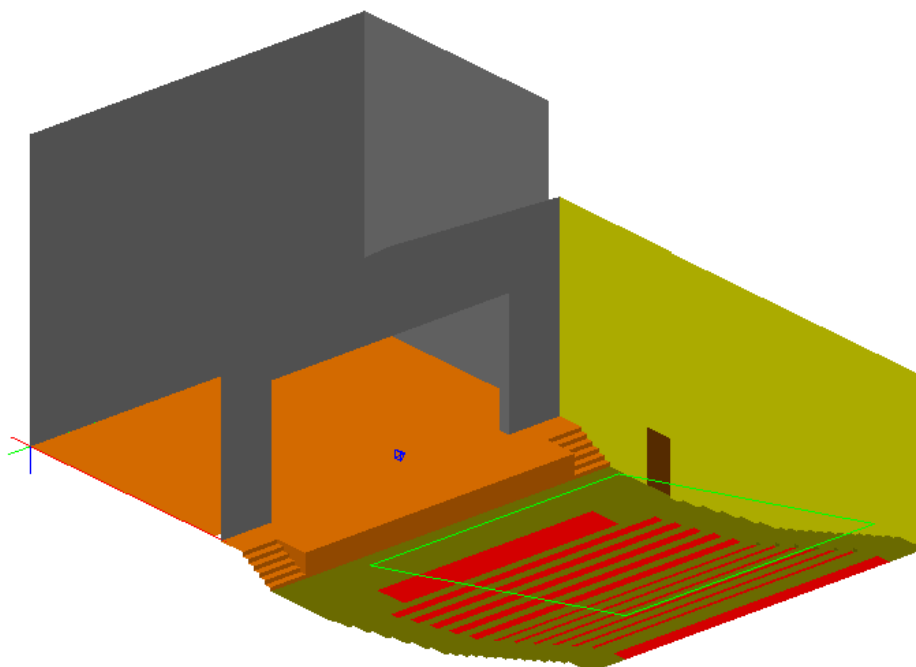
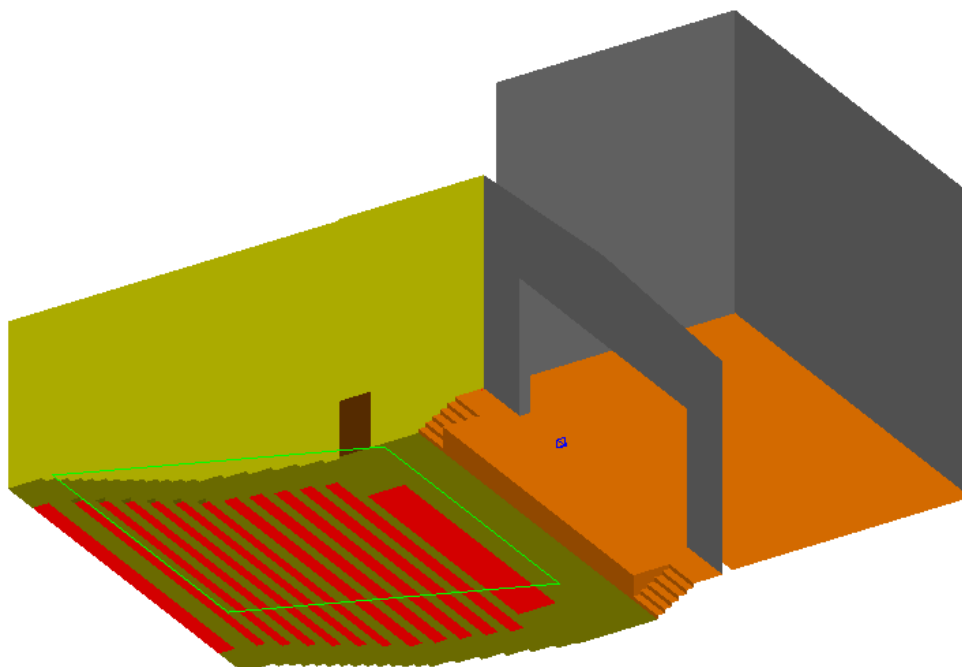
2.2.3. Dobór urządzeń akustycznych

Na podstawie symulacji akustycznych dobrano i ustalono rozmieszczenie urządzeń akustycznych zapewniających spełnienie warunków określonych w punkcie 2.3.1. Specyfikacje proponowanych urządzeń akustycznych zostały przedstawione w dalszej części projektu. W celu uzyskania zamierzonych parametrów akustycznych w sali widowiskowej projektuje się:

- Na ścianie tylniej: 97m² AKU1,
- Na ścianach bocznych Sali: 300 (2x150) m² AKU1

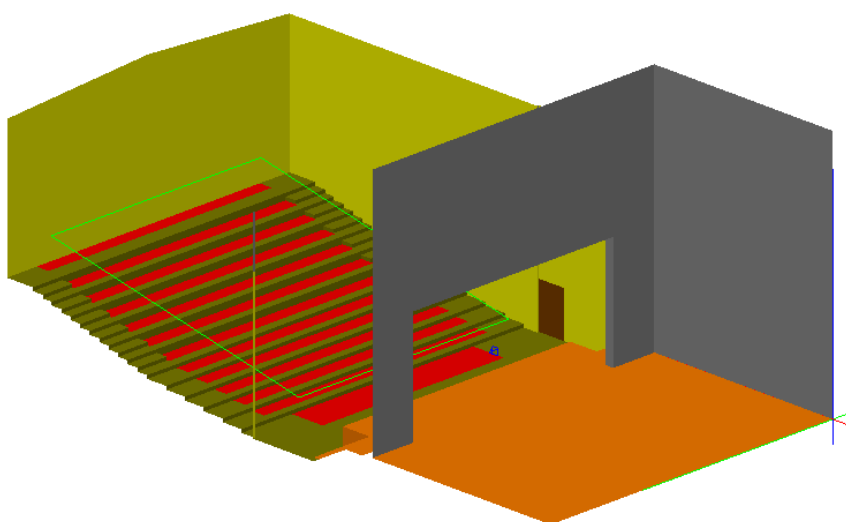
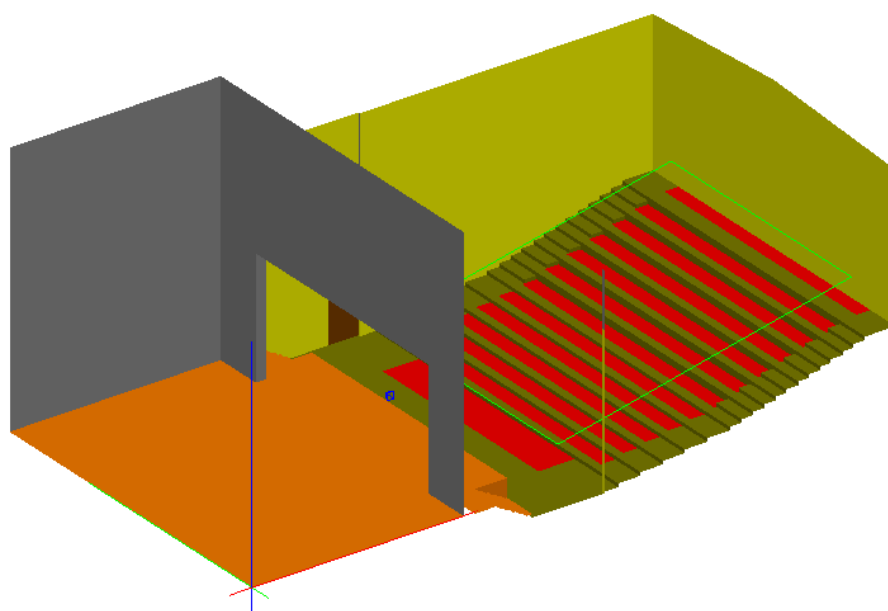
- Na ścianach przednich (obok sceny): materiał silnie odbijający dźwięk, np. tynk

Rozmieszczenie ustrojów akustycznych



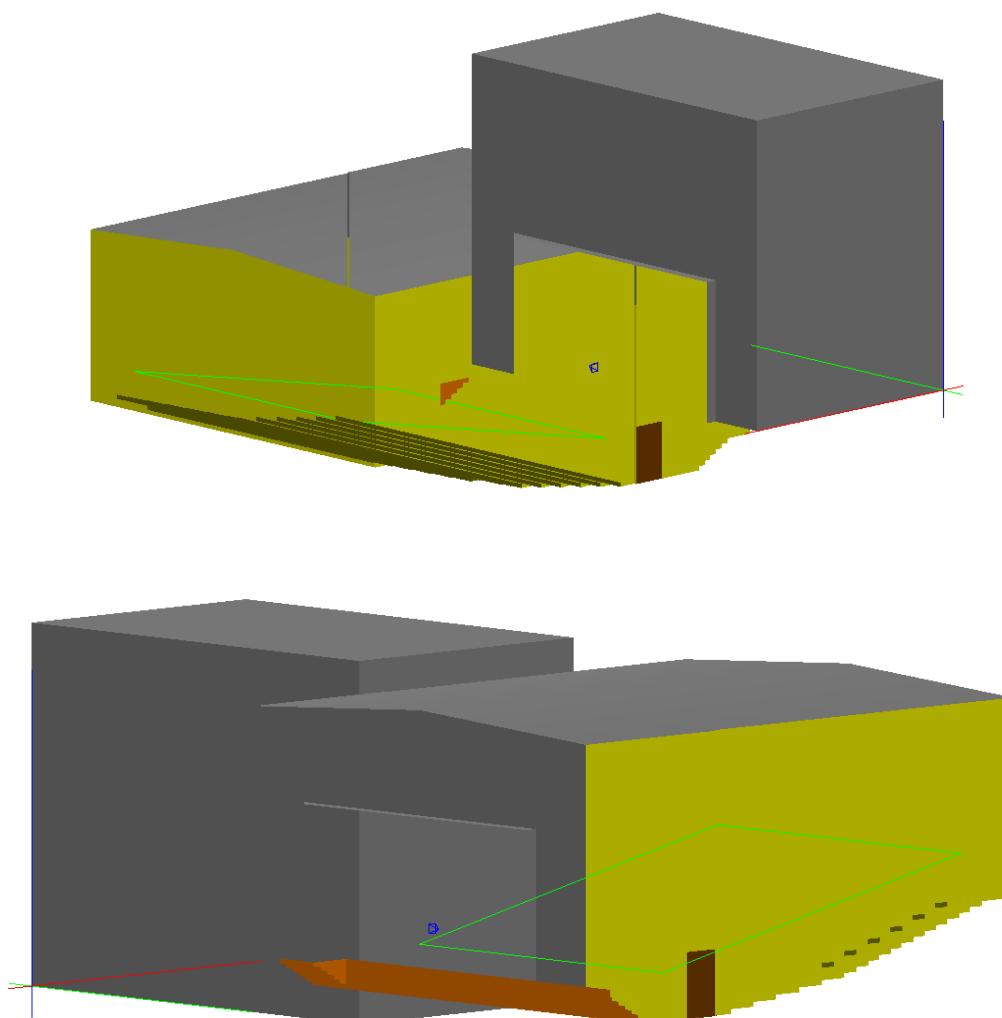
PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU









PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU



rys. 2. Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w Sali widowiskowej

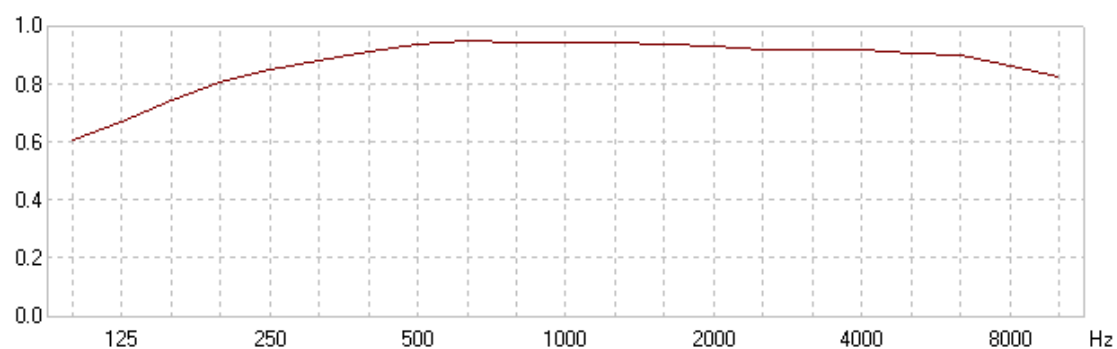
Tab. 3. Legenda do rys. 2

Kolor materiału	Materiał
	AKU1
	Tynk
	Drzwi
	Fotele
	Drewniany podest
	Wykładzina

2.2.4. Specyfikacja ustrojów akustycznych

AKU1

Ustrój akustyczny ścienny rezonansowo-porowaty np. Wallton o wysokim współczynniku pochłaniania dźwięku w szerokim zakresie częstotliwości wykonany z płyt z wełny mineralnej o gęstości co najmniej 120 kg/m³, grubości 5 cm na systemowej podkonstrukcji i tkaniny napinanej o gramaturze minimum 350 g/m². Między płytami z wełny mineralnej a przegrodą masywną zachować pustkę powietrzną minimum 5 cm.



rys. 3. Przybliżona charakterystyka pogłosowego współczynnika pochłaniania dźwięku AKU1

PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU

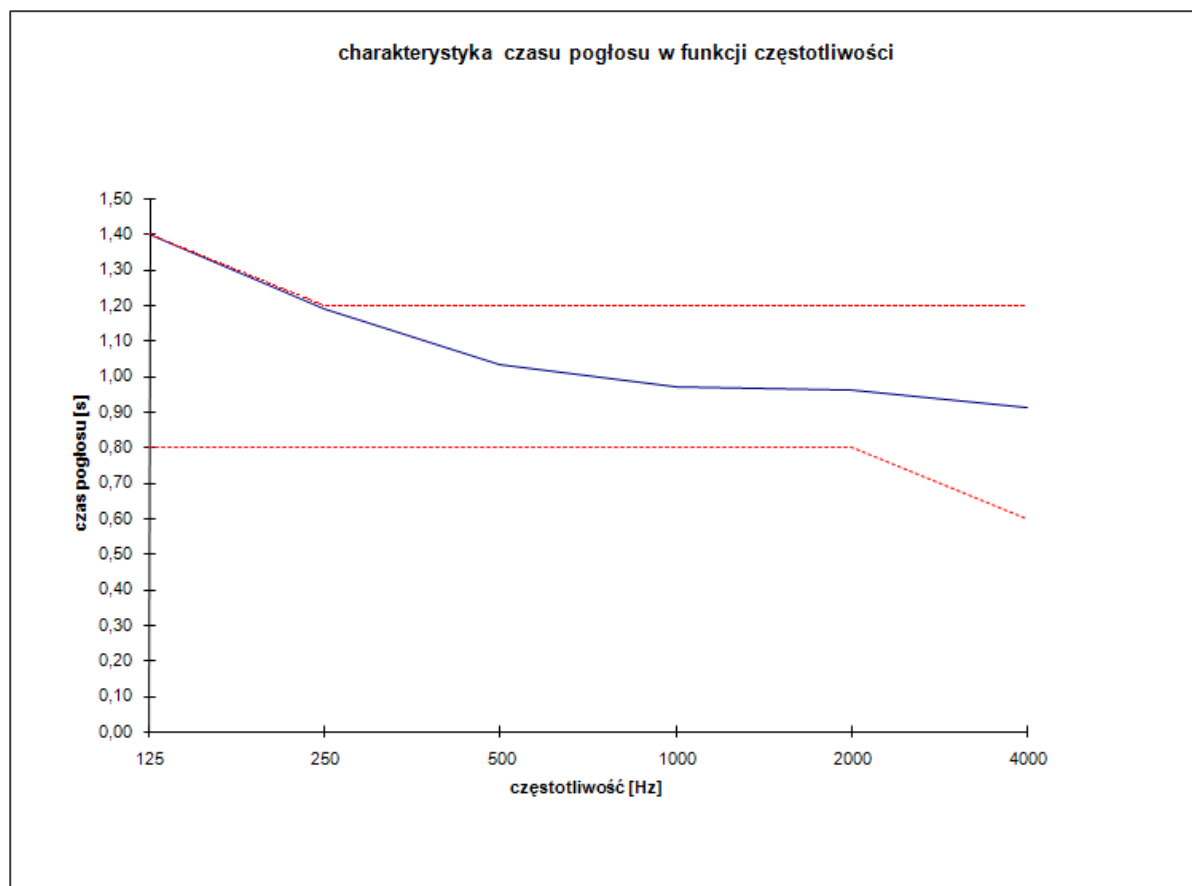
PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU

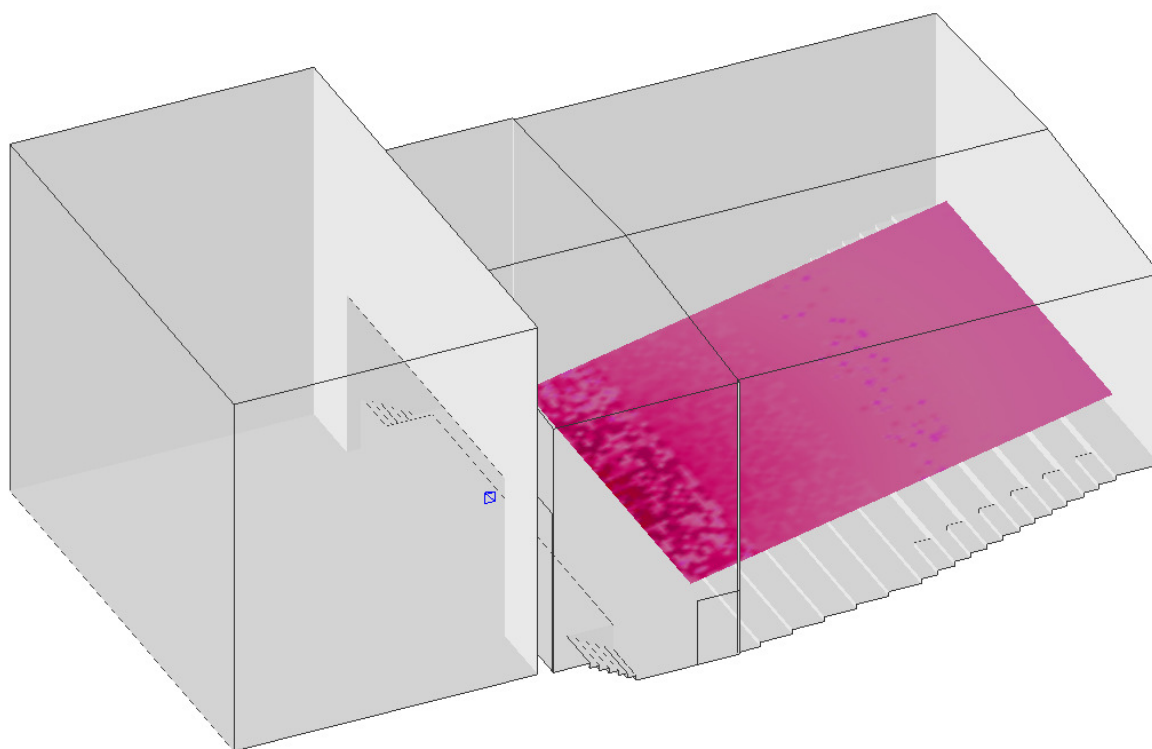
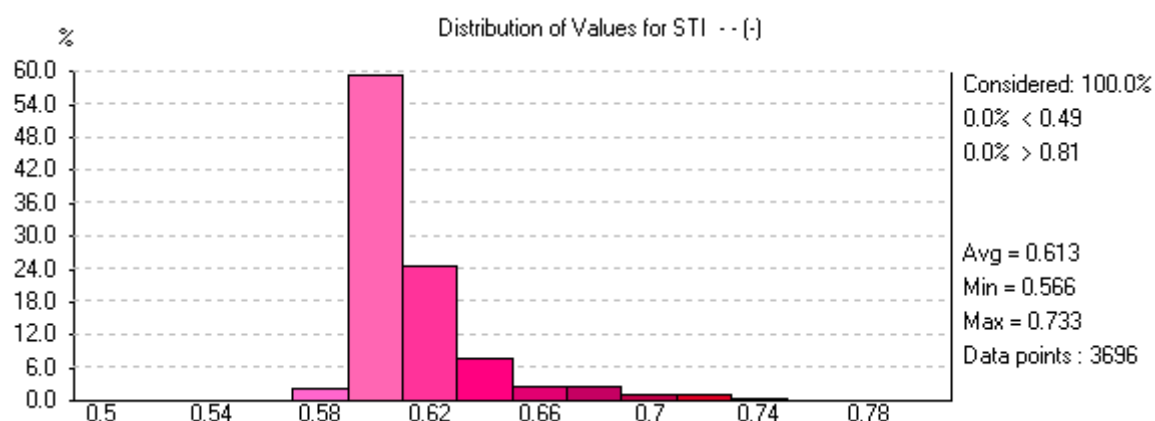
**SOUND
AND
SPACE**

SOUND & SPACE SP. Z O.O.
60-682 POZNAŃ UL. BIEGAŃSKIEGO 61A
Tel.: (061) 8220-558, Fax. (061) 8256-527 NIP 614-126-64-30

2.2.5. Symulacje



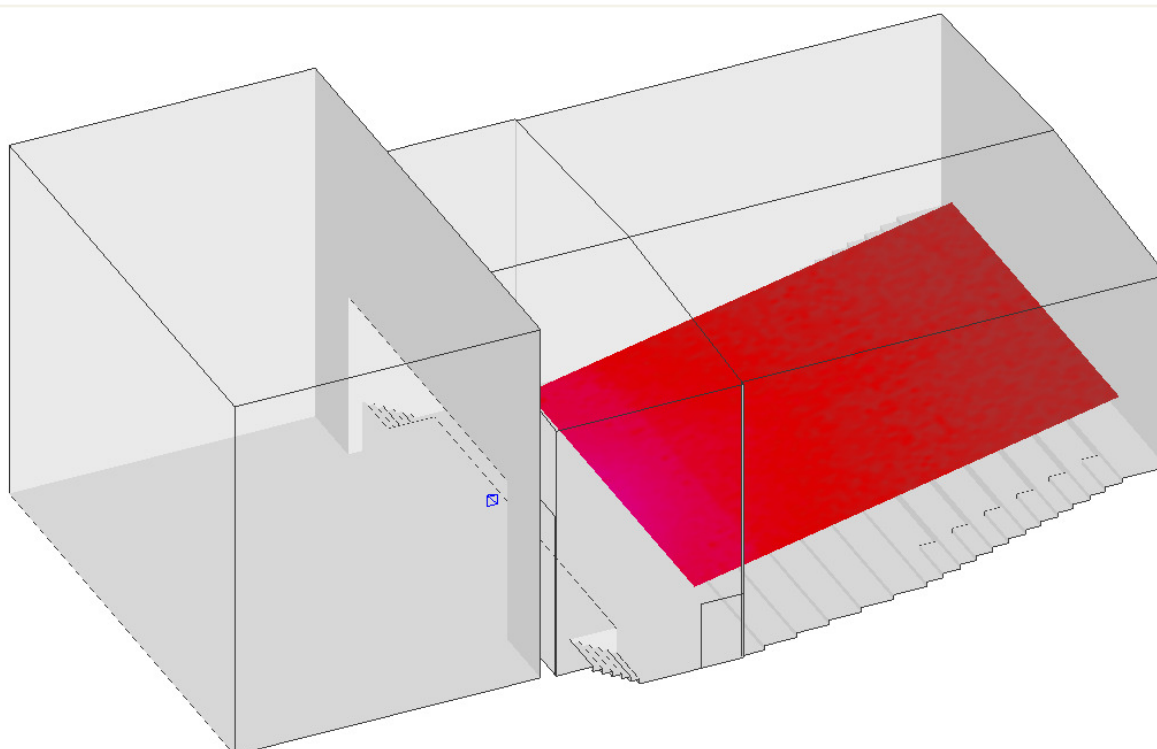
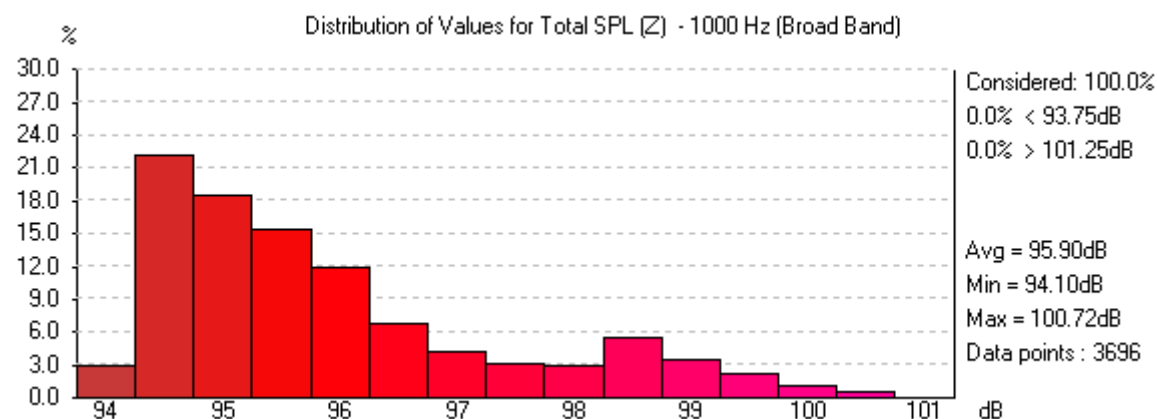
rys. 4. Projektowana charakterystyka czasu pogłosu.



rys. 5. Dystrybucja wraz z rozkładem przestrzennym parametru zrozumiałości mowy STI dla źródła wszechkierunkowego.

PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU



rys. 6. Dystrybucja wraz z rozkładem przestrzennym parametru całkowitego poziomu dźwięku dla źródła wszechkierunkowego.

PROJEKT WYKONAWCZY - AKUSTYKA WNĘTRZ

BUDOWA SALI WIDOWISKOWEJ W DOBRODZIEŃSKIM OŚRODKU KULTURY I SPORTU