

Nazwa zadania:

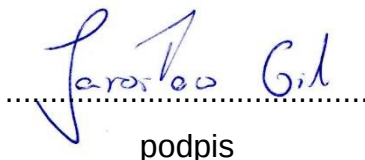
Przebudowa i rozbudowa Lubuskiego Teatru w Zielonej Górze w ramach zadania „
Modernizacja Lubuskiego Teatru
w Zielonej Górze”

Operat akustyczny

Projekt akustyczny nowej wielofunkcyjnej sali Lubuskiego Teatru

dokument nr PAN/104/01

Autor: dr Jarosław Gil



podpis

Wykonano dla:

GPVT Pracownia Architektoniczna s.c.

Zielona Góra grudzień 2019

SPIS TREŚCI

Strona

SPIS TREŚCI	2
1 CEL I ZAKRES	3
2 PODSTAWA.....	3
3 INFORMACJE WSTĘPNE	3
4 WYMAGANIA	4
5 ADAPTACJA AKUSTYCZNA.....	6
6 ZALECENIA	11

1 CEL I ZAKRES

Doradztwo w zakresie adaptacji akustycznej nowej Sali „experimentalnej” sceny letniej w rozbudowywanym budynku Lubuskiego Teatru. W ramach ekspertyzy wykonanie modeli akustycznych sali w dwóch wariantach.

2 PODSTAWA

- PN-B-02151-2:2018-01. Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- 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.
- 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.
- Podkłady architektoniczne GPVT Pracownia Architektoniczna S.C.
- DIN 18041: ACOUSTIC QUALITY IN ROOMS - SPECIFICATIONS AND INSTRUCTIONS FOR THE ROOM ACOUSTIC DESIGN
- Sadowski J. „Akustyka Architektoniczna”, Warszawa 1976.

3 INFORMACJE WSTĘPNE

Nowa sala teatru lalek będzie miała charakter wielofunkcyjny. Rozkładana widownia oraz przesuwana ściana pozwalają na użycie sali w tradycyjny sposób, ze sceną pośrodku widowni, oraz jako sceny i zaplecza dla zewnętrznej sceny letniej.

Symulacje wykonano dla dwóch wariantów sali:

1. Tradycyjny układ widowni i sceny
2. Scena pośrodku widowni (okno sceny tradycyjnej zakryte kotarą

Nie wykonywano symulacji dla wariantu sceny letniej.

Symulacje wykonano za pomocą programu Catt Acoustic. Modele nie zawierają wielu elementów takich jak poręcze, kanały wentylacyjne, systemy podwieszania światel, itp. Oznacza to, że obliczony czas pogłosu jest nieznacznie zawyżony.

4 WYMAGANIA

4.1 Ochrona przeciwhałasowa

Wymagane minimalne wartości izolacyjności akustycznej poszczególnych elementów budowlanych podane są w Tabeli 1.

Pomieszczenie	Przegroda	Wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej przegrody $R_{A,2}$, dB
Scena lalek	Ściany zewnętrzne	≥ 50 dB
	Ściany wewnętrzne (komunikacja)	≥ 58 dB
	Ściana mobilna	≥ 45 dB
	Drzwi	≥ 40 dB
Sala teatralna	Ściany zewnętrzne	≥ 50 dB
	Ściany wewnętrzne (komunikacja)	≥ 58 dB
	Ściana mobilna (wrota)	≥ 55 dB
	Drzwi	≥ 40 dB

Poziom hałasu od instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej, oświetleniowej i innych urządzeń nie może przekroczyć wartości poziomu ciśnienia akustycznego w pasmach oktaowych odpowiadających krzywej hałasu **NR25**, zaznaczonych pogrubioną kursywą w Tabeli 2.

Tabela 2. Poziomy ciśnienia akustycznego odpowiadające krzywom hałasu NR.

	Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego w danym paśmie oktaowym. L_p , dB							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
NR10	43	31	21	15	10	7	4	2
NR20	51	39	31	24	20	17	14	13
NR25	55	43	35	29	25	22	19	18
NR30	59	48	40	34	30	27	25	23

4.2 Czas pogłosu

Ustalono optymalny czasu pogłosu dla nie wypełnionej sali jako 1,3-1,5 sekundy dla częstotliwości 500 Hz ($\leq 1,0$ sekundy dla wypełnionej sali).

Wskaźnik transmisji mowy STI to bezwymiarowy parametr w zakresie od 0 do 1 określający w sposób obiektywny zrozumiałość mowy. Na podstawie wskaźnika STI możliwa jest ocena zrozumiałości mowy:

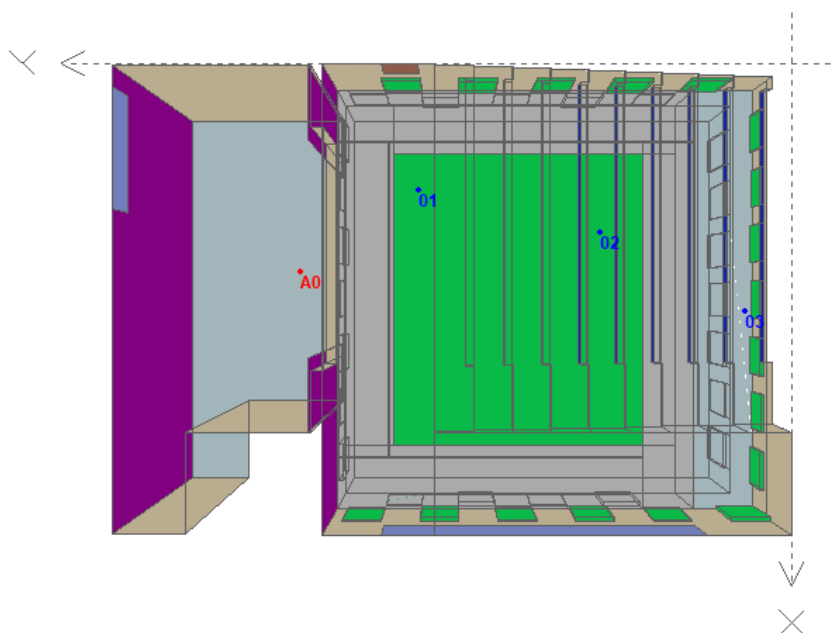
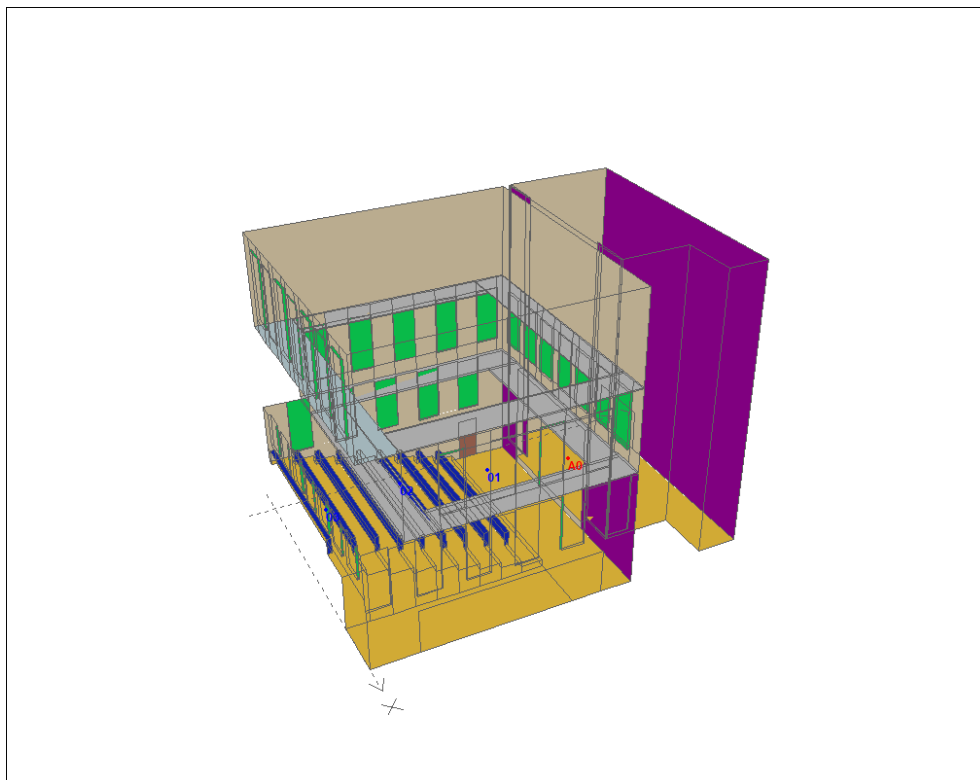
<u>Wartość STI</u>	<u>Ocena</u>
0,75 - 1,00	Znakomita
0,60 - 0,75	Dobra
0,45 - 0,60	Zadowalająca
0,30 - 0,45	Słaba
0 - 0,30	Zła

Wskaźnik transmisji mowy (STI) powinien przekraczać wartość 0,60.

5 ADAPTACJA AKUSTYCZNA

5.1 Wariant 1: Tradycyjny układ Sali

Widok modelu sali w tradycyjnym układzie pokazano poniżej:



Poniższa tabela przedstawia materiały użyte w symulacjach:

Tabela 3. Powierzchnie sali użyte w modelu Catt dla wariantu 1.

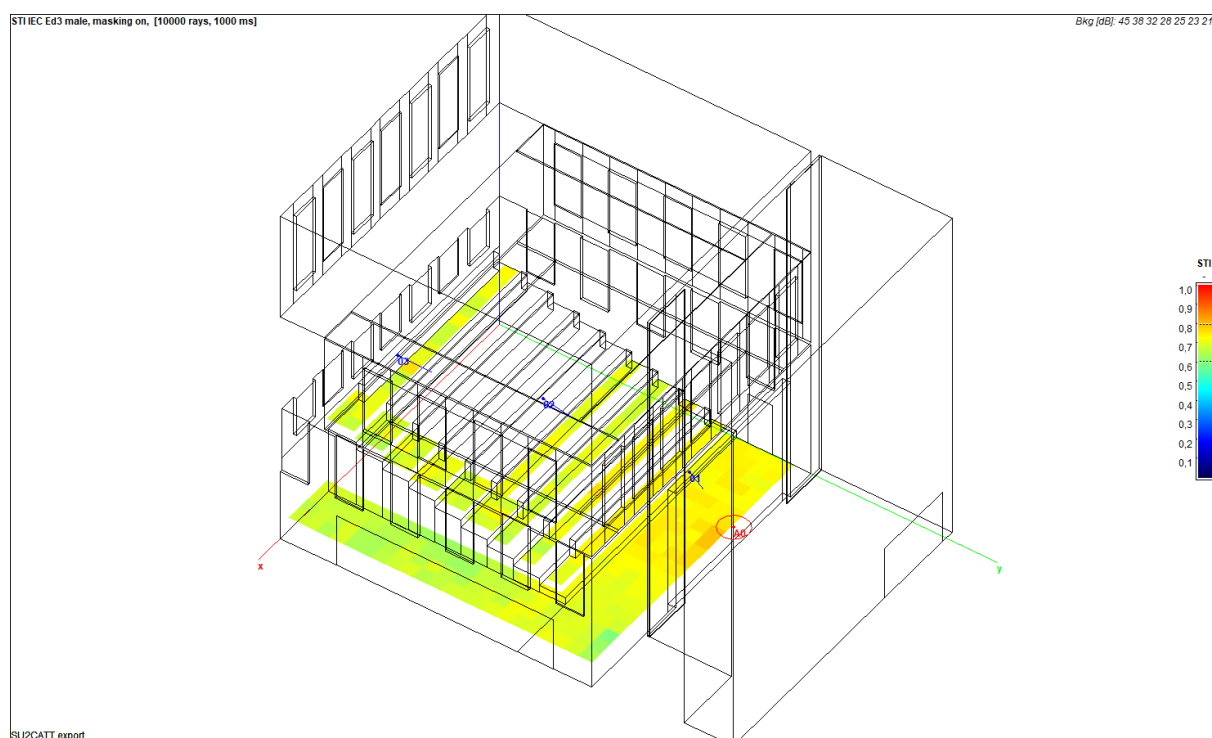
Oznaczenie	Materiał / ustrój	Kolor	Powierzchnia, m ²	Współczynnik pochłaniania dźwięku α w oktawowym paśmie częstotliwości					
				125 H z	250 H z	500 H z	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	Ściany murowane (silka) + tynk		573,90	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
2	Sufit nad sceną (beton)		47,35	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
3	Sufit nad widownią – wełna mineralna pokryta flizeliną		126,33	0,40	0,60	0,99	0,99	0,99	0,99
4	Panele dźwiękochłonne na ścianach z wełny mineralnej przykrytej flizeliną		99,00	0,65	0,90	0,90	0,99	0,99	0,99
5a	Kotara po bokach światła sceny		29,34	0,05	0,25	0,40	0,50	0,60	0,50
5b	Kotary na scenie		185,00	0,05	0,25	0,40	0,50	0,60	0,50
6	Podłoga - parkiet		126,33	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
7	Siedzenia składane z miękkim obiciem		12,60	0,07	0,12	0,26	0,42	0,50	0,55
8	Ściana przesuwna sceny letniej - drewniane		12,72	0,14	0,10	0,06	0,08	0,01	0,01

Dla powyższych założeń, wyniki symulacji czasu pogłosu przedstawione są poniżej:

Tabela 4. Przewidywane wartości czasu pogłosu dla wariantu 1.

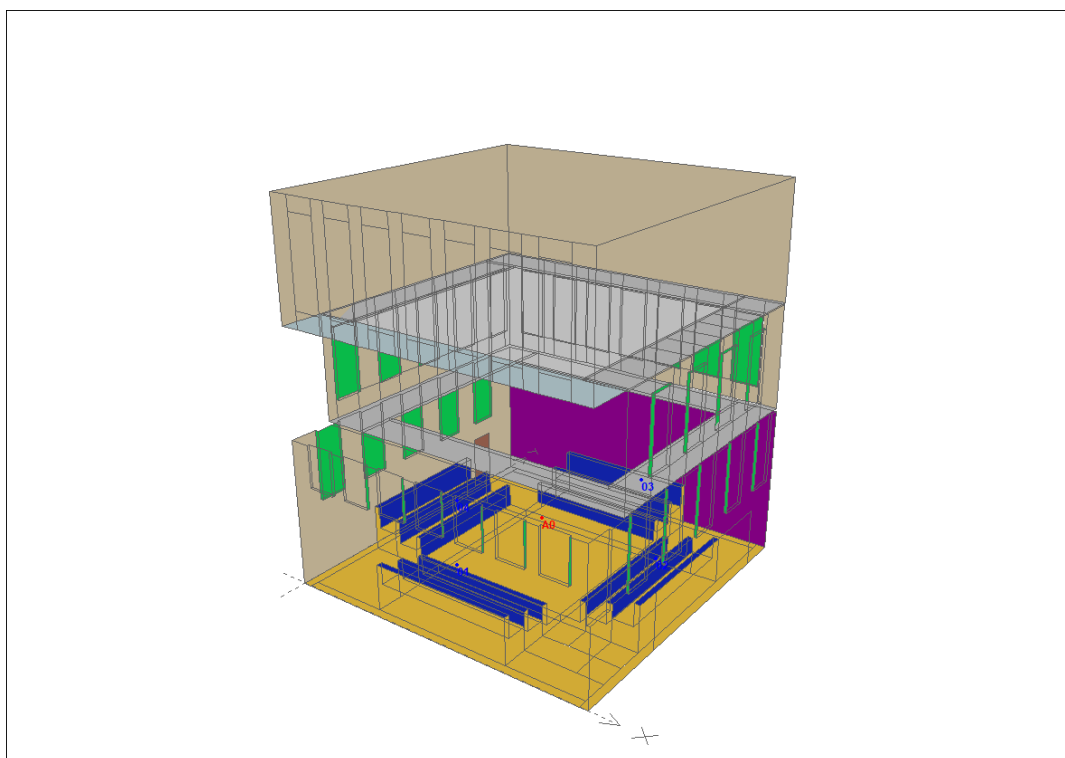
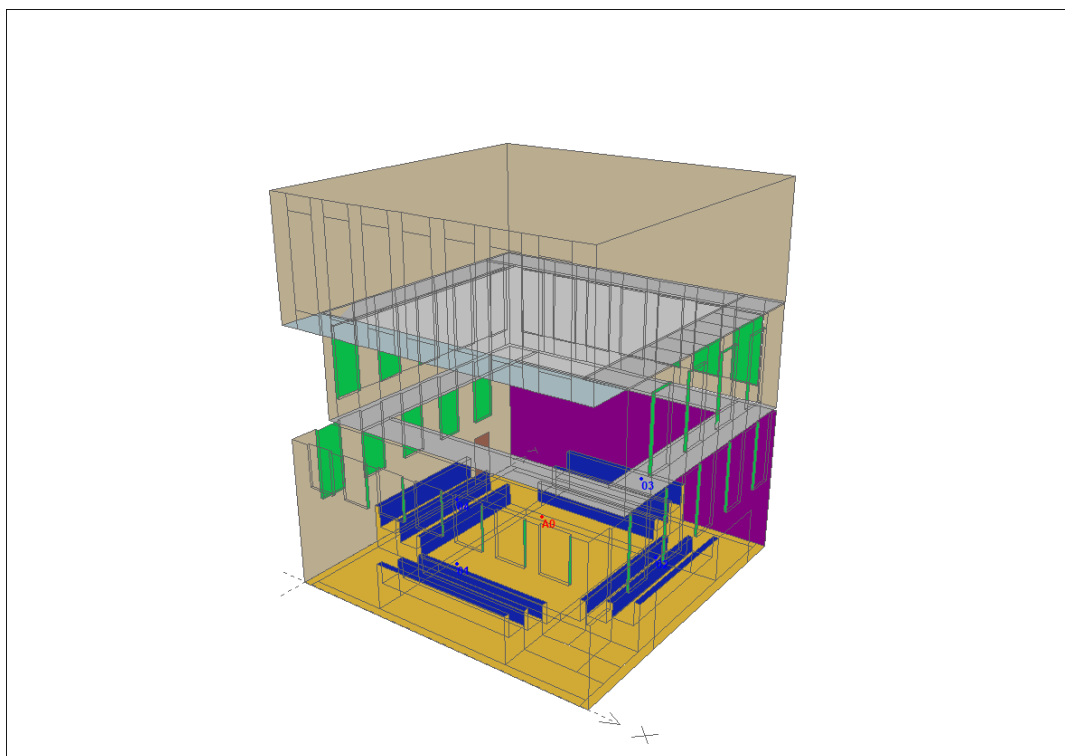
Czas pogłosu (T_{30}) w pasmach oktaowych, s.		
500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
1,56	1,40	0,98

Poniższy rysunek przedstawia rozkład wskaźnika transmisji mowy STI dla 1000 Hz od mówcy na scenie do wszystkich rzędów widowni przy zakłócającym hałasie o poziomie 35 dB(A). Wskaźnik STI zawiera się w przedziale 0,60-0,80, czy przekłada się na 'dobrą' do 'znakomitej' zrozumiałość mowy.



5.2 Wariant 2: Scena pośrodku widowni

Widok modelu sali w tym układzie przedstawiono poniżej. Założono wymiary sceny 5 x 5 m oraz po trzy rzędy siedzeń z czterech stron sceny. Światło sceny tradycyjnej jest zasłonięte kotarą.



Poniższa tabela przedstawia materiały użyte w symulacji:

Tabela 5. Powierzchnie sali użyte w modelu Catt dla wariantu 2.

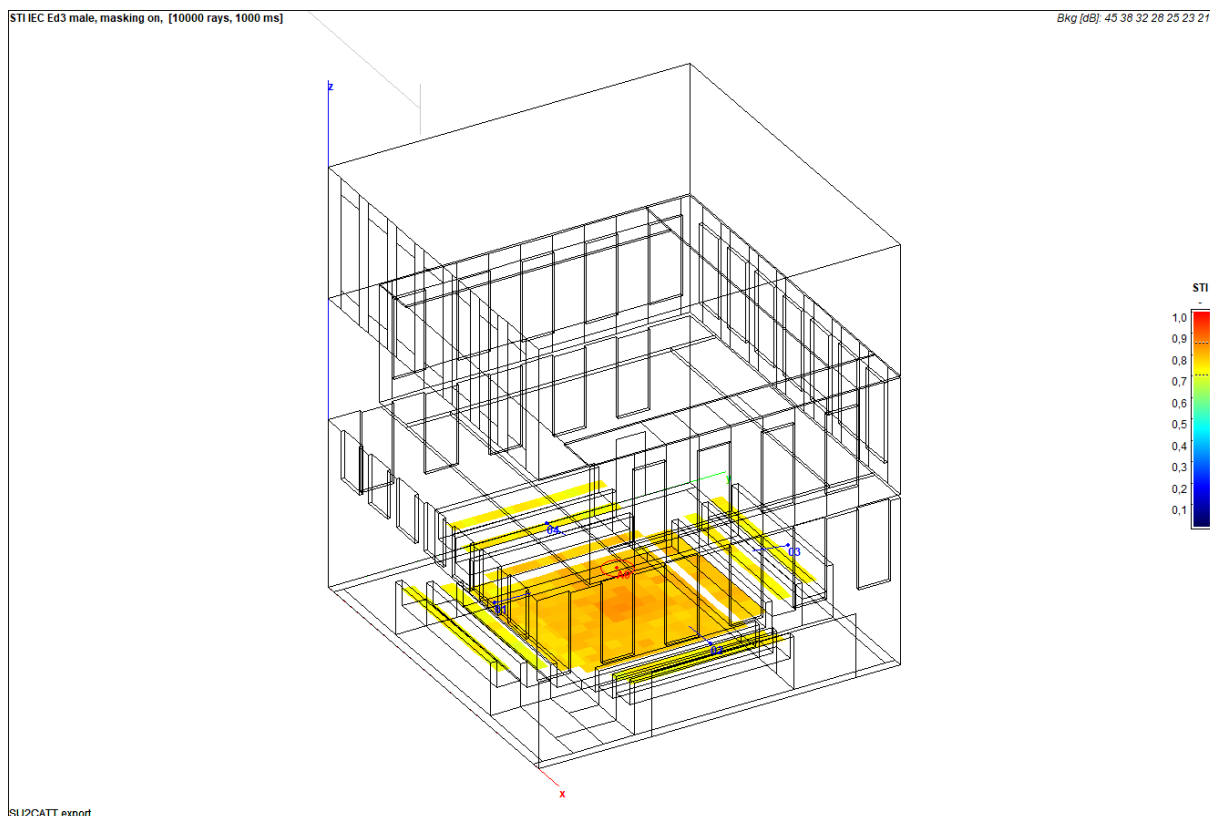
Oznaczenie	Materiał / ustrój	Kolor	Powierzchnia, m ²	Współczynnik pochłaniania dźwięku α w oktawowym paśmie częstotliwości					
				125 H z	250 H z	500 H z	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	Ściany murowane (silka) + tynk		372,83	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
2	Sufit nad sceną (beton)		47,35	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05
3	Sufit nad widownią – wełna mineralna pokryta flizeliną		126,33	0,40	0,60	0,99	0,99	0,99	0,99
4	Panele dźwiękochłonne na ścianach z wełny mineralnej przykrytej flizeliną		99,00	0,65	0,90	0,90	0,99	0,99	0,99
5	Kotara zakrywająca otwór sceny tradycyjnej		58,89	0,05	0,25	0,40	0,50	0,60	0,50
6	Podłoga - parkiet		126,33	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
7	Siedzenia składane z miękkim obiciem		12,60	0,07	0,12	0,26	0,42	0,50	0,55
8	Ściana przesuwna sceny letniej - drewniane		12,72	0,14	0,10	0,06	0,08	0,01	0,01

Dla powyższych założeń, wyniki symulacji czasu pogłosu przedstawione są poniżej:

Tabela 6. Przewidywane wartości czasu pogłosu dla wariantu 2.

Czas pogłosu (T_{30}) w pasmach oktaowych, s		
500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
0,84	0,82	0,65

Poniższy rysunek przedstawia rozkład wskaźnika transmisji mowy STI dla 1000 Hz od mówcy na scenie do wszystkich rzędów widowni przy zakłócającym hałasie o poziomie 35 dB(A). Przewidywany wskaźnik STI jest powyżej 0,75, czyli przewidywana zrozumiałość mowy jest 'znakomita'.



6 ZALECENIA

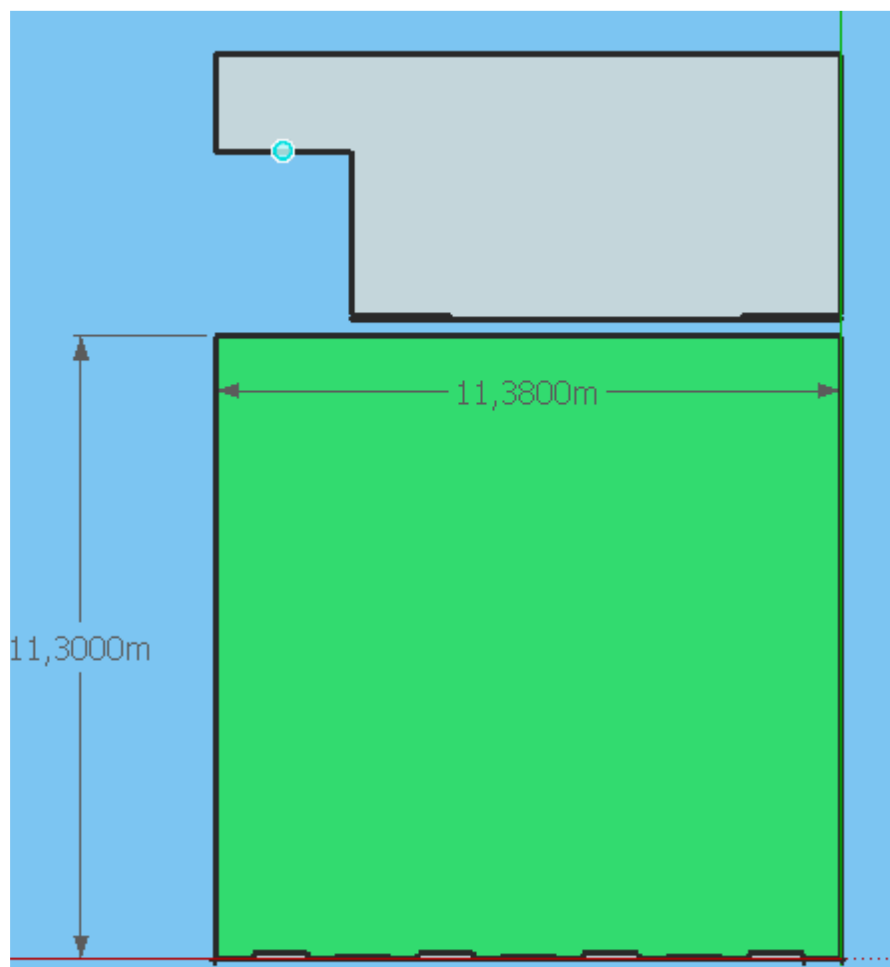
- 6.1 Sufit nad widownią powinien być całkowicie pokryty warstwą wełny mineralnej o grubości 10 cm i gęstości $\geq 30 \text{ kg/m}^3$, zakrytej flizeliną.
- 6.2 Na 90 m^2 ścian sali widowni należy zamontować ustroje dźwiękochłonne z wełny mineralnej o grubości 10 cm i gęstości $\geq 30 \text{ kg/m}^3$ zamkniętej w ramę i zakrytej flizeliną. Rozmiar i lokalizacja ustrojów przedstawiona jest na poniższych rysunkach na zielono.
- 6.3 W układzie sceny pośrodku widowni, należy zastosować kotarę, aby zasłonić otwór sceny tradycyjnej. Gramatura kotary $\geq 200 \text{ g/m}^2$.

Legenda do poniższych rzutów:

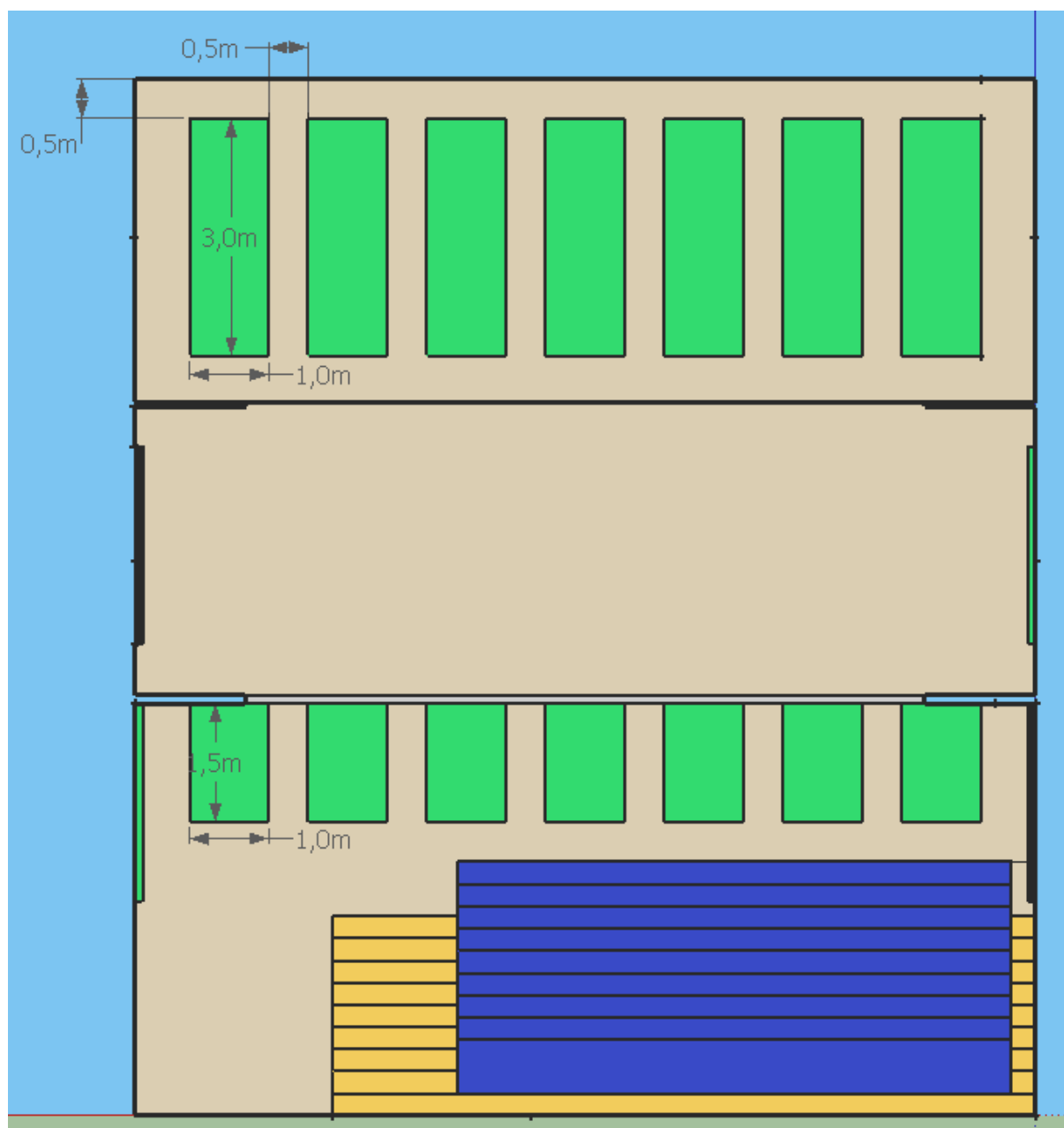
Kolor **zielony** – ustroje z wełny mineralnej na ścianach i na suficie

Kolor **fioletowy** – kotara

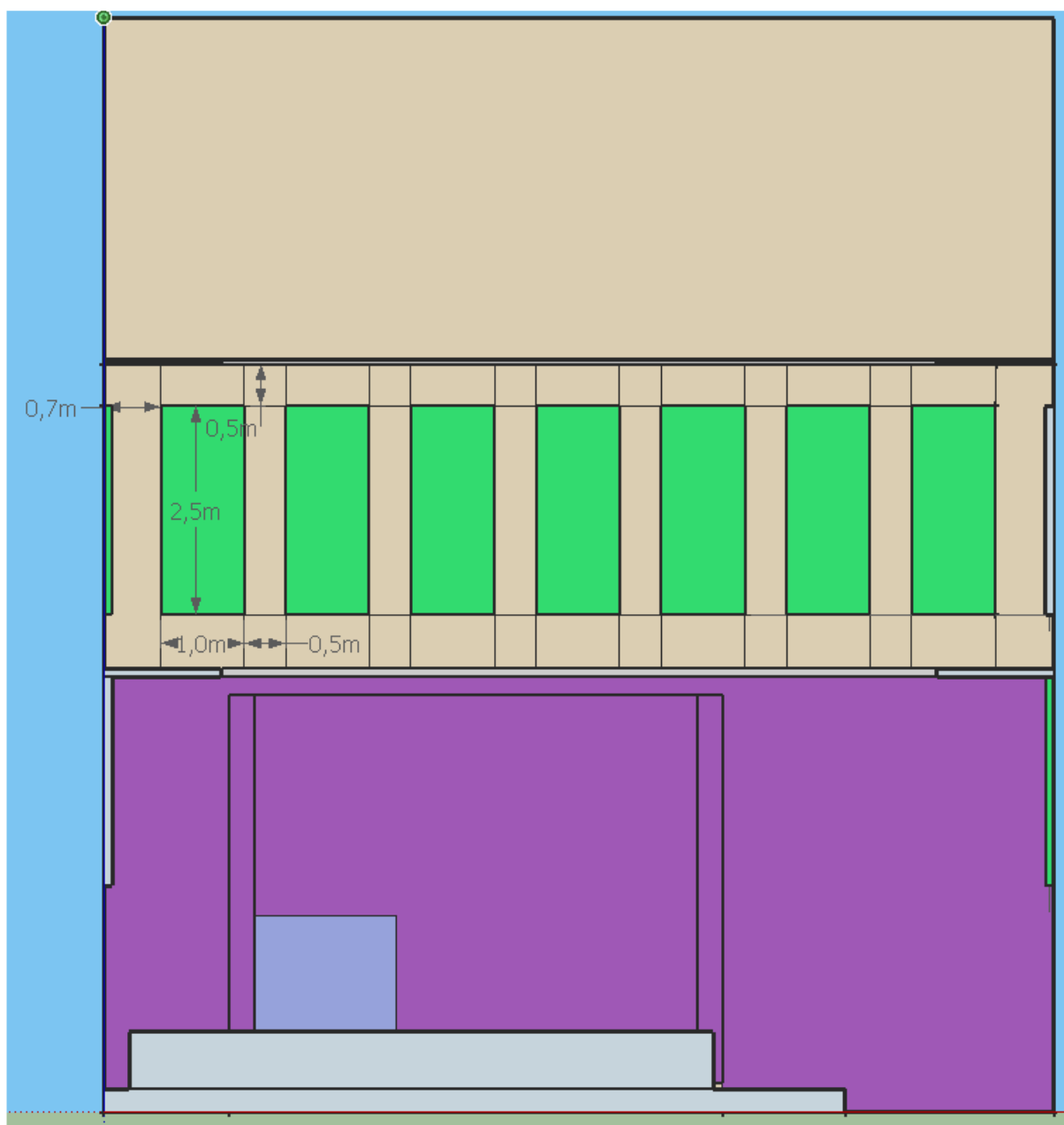
Rzut sufitu:



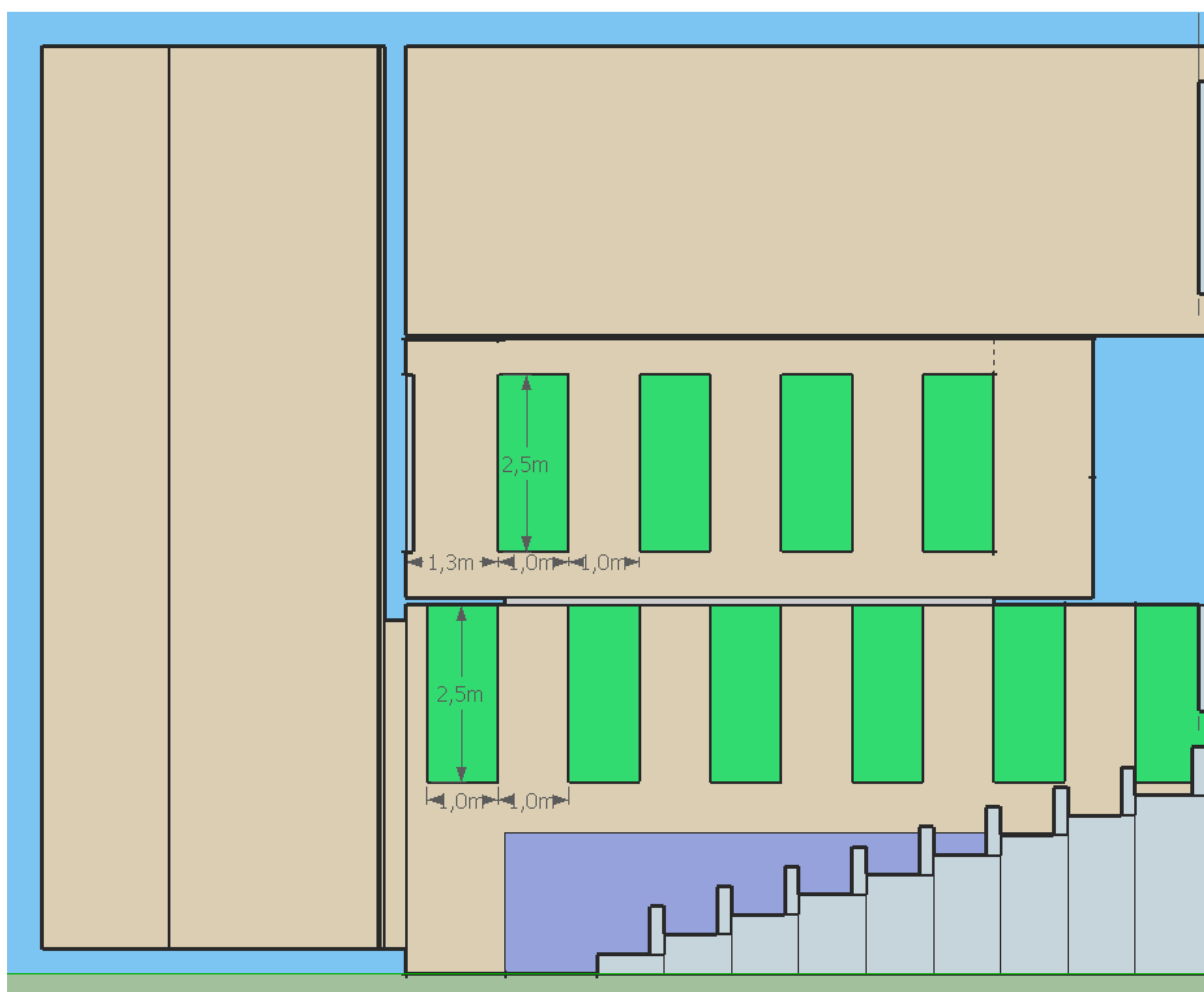
Rzut ściany za widownią



Rzut ściany nad sceną



Rzut ściany bocznej (1)



Rzut ściany bocznej (2)

