

## **SPIS TREŚCI**

<b>1. Wstęp</b>	<b>2</b>
<b>2. Materiały wyjściowe</b>	<b>2</b>
<b>3. Zalecenia adaptacji akustycznej</b>	<b>3</b>

## 1. Wstęp

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane na zlecenie „Autorskiej Pracowni Projektowej” z siedzibą przy ul. Śmiełowskiej 63 w Poznaniu.

Celem opracowania jest dobór materiałów adaptacji akustycznej Sali audytoryjnej w remontowanym budynku WETII Politechniki Gdańskiej. Kryterium doboru materiałów adaptacji akustycznej jest uzyskanie wymaganej zrozumiałości mowy oraz równomiernego nadźwiękowania sal.

Wszystkie symulacje akustyczne dla potrzeb opracowania na zlecenie AkustiX wykonała firma Audio-Com za pomocą oprogramowania CATT-Acoustic.

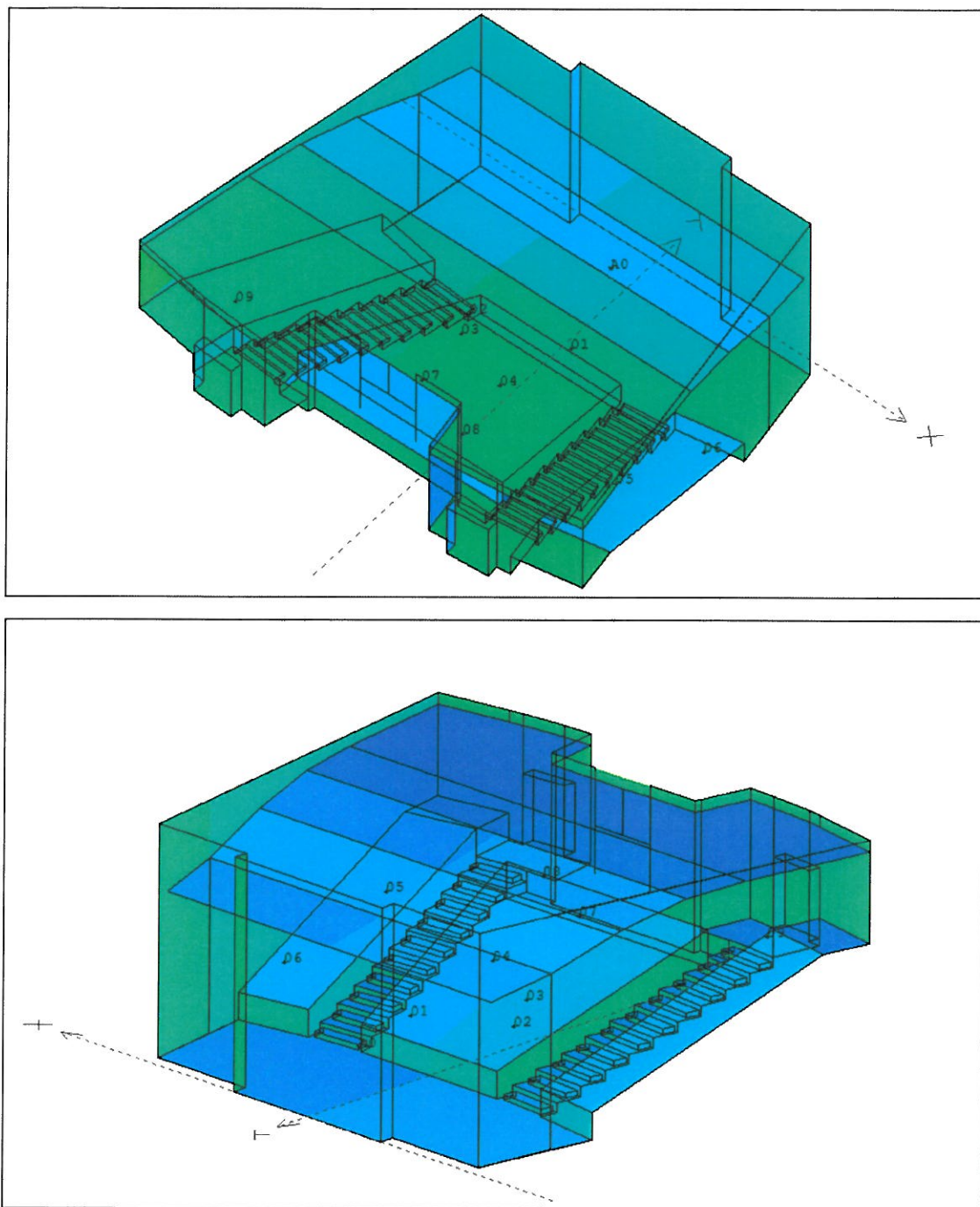
## 2. Materiały wyjściowe

W opracowaniu wykorzystano m.in. następujące materiały i źródła:

- Podkłady architektoniczne,
- Konsultacje z projektantami
- katalogi, aprobaty techniczne i biblioteki elektroniczne rozwiązań technicznych producentów składników przegród budowlanych i materiałów wykończenia wnętrz.
- polska norma PN-87/B-02151/02: Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach., PKNMiJ, Wydawnictwa Normalizacyjne „Alfa”, Warszawa, 1988,
- polska norma PN-EN 12354-6:2005: Akustyka budowlana. Określanie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów. Część 6: Pochłanianie dźwięku w pomieszczeniach. Wydawnictwo PKN, Warszawa, 2005,
- polska norma PN-EN ISO 11654: Akustyka. Wyroby dźwiękochłonne używane w budownictwie. Wskaźnik pochłaniania dźwięku. Wydawnictwo PKN, Warszawa, 1999,
- K.B. Ginn, *Architectural Acoustics*, Brüel & Kjær, 1978
- F.A. Everest, *Podręcznik Akustyki*, Wydawnictwo SONIA DRAGA, Katowice 2004
- L.L. Beranek, Concert hall acoustics-1992, J. Acoust. Soc.Am.92(1). July 1992,
- A. Kulowski, *Akustyka Sal*. Wydawnictwo PG, Gdańsk, 2007.

### 3. Zalecenia adaptacji akustycznej

Wnętrze sali przedstawiono na Rys. 1 poniżej. Sala ma objętość  $V_{AK} \approx 980 \text{ m}^3$ , zaś pole powierzchni ścian wynosi  $S \approx 1200 \text{ m}^2$ .



Rys.1 Widok wnętrza Audytorium w modelu komputerowym

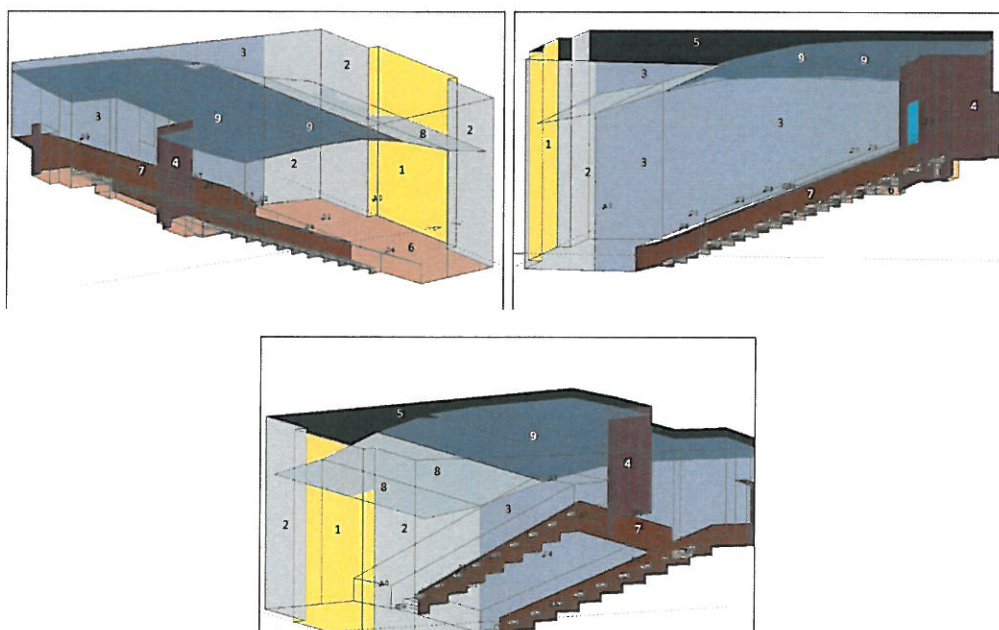
W celu uzyskania zakładanej zrozumiałości mowy oraz równomiernego rozkładu nadźwiękowania przyjęto stosowanie materiałów przedstawionych w Tabeli 1 oraz na Rys.2 (na Rys. 2 oraz w Tabeli 1 poszczególne materiały oznaczono za pomocą kolorów oraz cyfr 1÷9):

Tabela 1 Rozmieszczenie i charakterystyki pogłosowego współczynnika pochłaniania dźwięku zastosowanych materiałów wykończenia wnętrza w Audytorium

Materiał	S [m <sup>2</sup> ]	Opis	Wymagany pogłosowy współczynnik pochłaniania dźwięku. Dopuszczalne odchylenia $\pm 10\%$ <sup>*)</sup>					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
<b>1</b>	≈ 45	Część ściany za katedrą	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05
<b>2</b>	≈ 80	Część ściany za katedrą oraz początkowy fragment ścian bocznych	0.11	0.04	0.03	0.03	0.04	0.05
<b>3</b>	≈ 100	Ściany boczne od pierwszego rzędu widowni do końca Sali	0.37	0.80	0.98	0.82	0.58	0.44
<b>4</b>	≈ 70	Ściana tylna	0.32	0.78	0.99	0.94	0.77	0.66
<b>5</b>	≈ 200	Sufit Sali ponad ekranami akustycznymi oraz pierwsze dwa ekrany – część górna	0.15	0.30	0.70	0.80	0.85	0.85
<b>6</b>	≈ 120	Podłoga	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
<b>7</b>	≈ 150	Widownia	0.15	0.19	0.22	0.39	0.38	0.30
<b>8</b>	≈ 60	Pierwsze dwa ekrany – część dolna	0.18	0.15	0.10	0.08	0.07	0.06
<b>9</b>	≈ 250	Pozostałe ekrany – po obydwu stronach	0.65	0.70	0.70	0.65	0.42	0.50

<sup>\*)</sup> Dla większych odchyłek konieczne przedstawienie opracowania akustycznego potwierdzającego słuszność zastosowania przyjętych zamienników

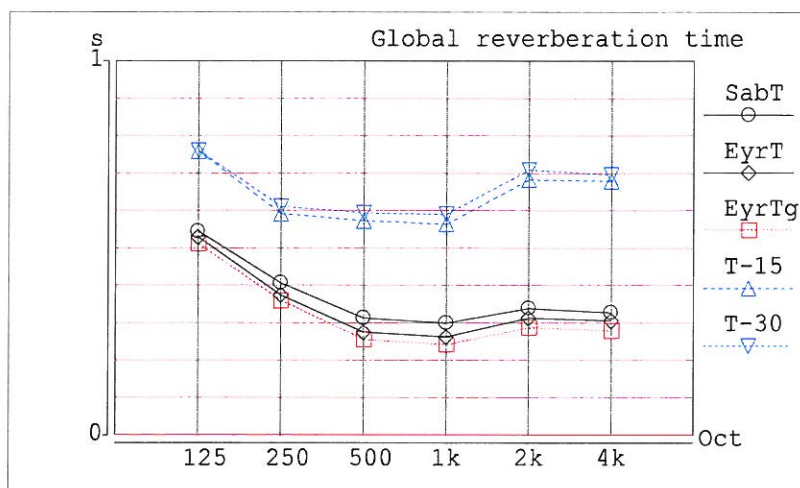
Na Rys. 2 przedstawiono zalecane rozmieszczenie materiałów adaptacji akustycznej w Audytorium.



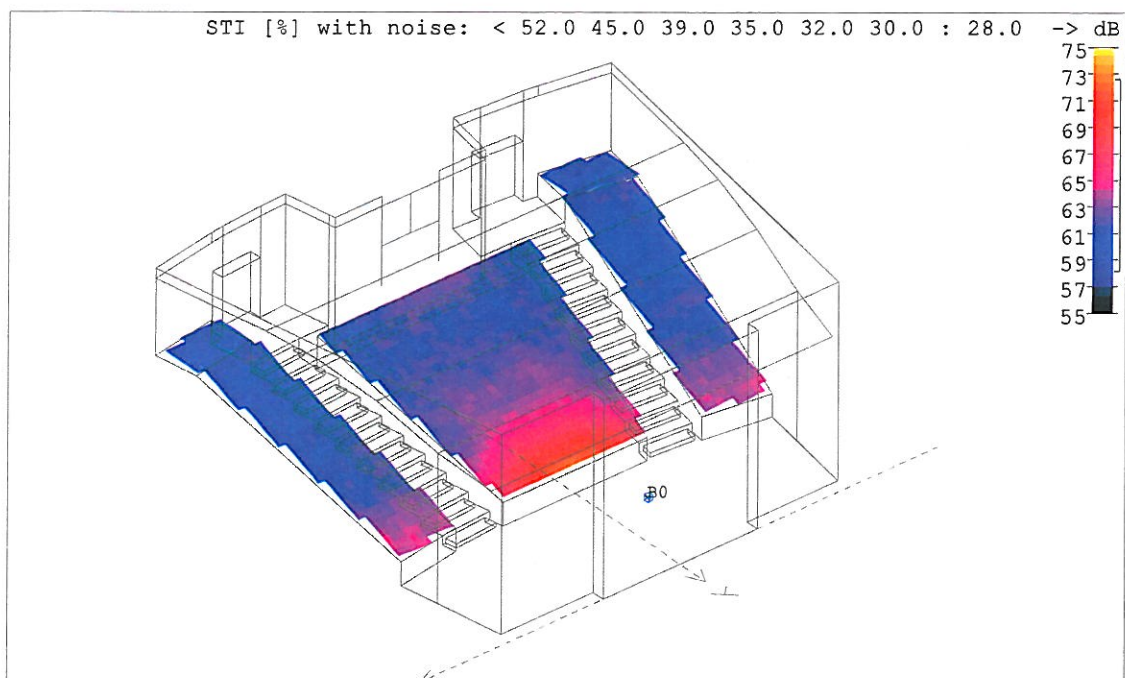
Rys.2 Zalecane rozmieszczenie materiałów adaptacji akustycznej w Audytorium



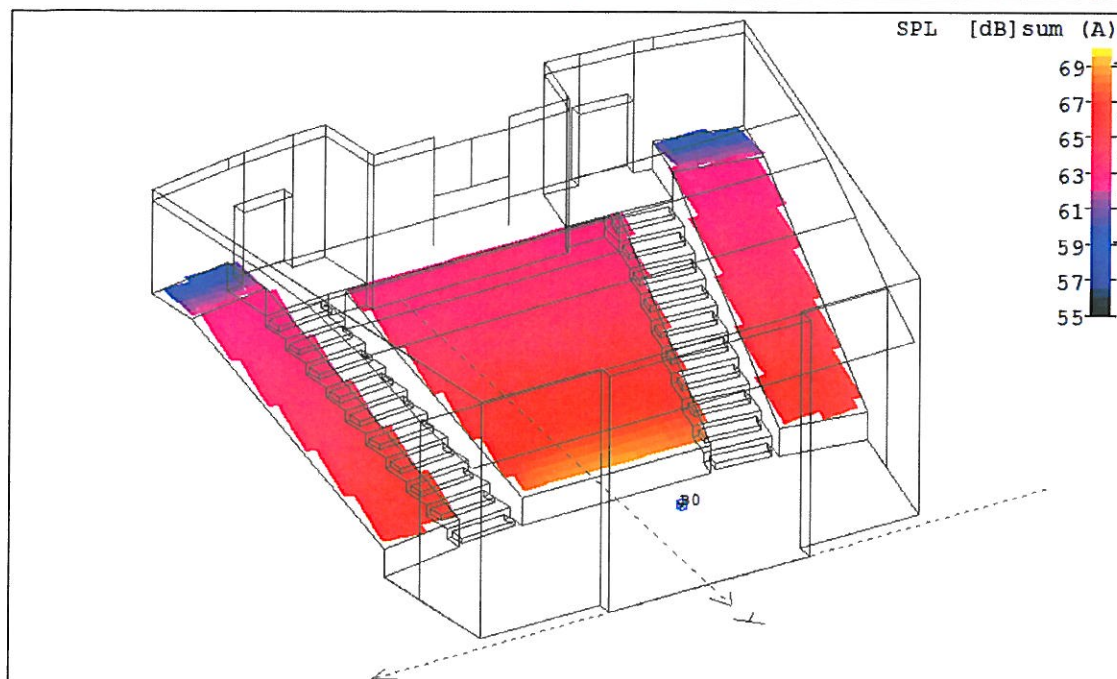
Na rysunkach 3÷5 przedstawiono ocenę skuteczności proponowanych rozwiązań ze względu na uzyskanie zalecanej zrozumiałości mowy (zalecane  $STI \geq 0.65$ ) oraz równomierności nadźwiękowania (SPL-A).



Rys.3 Symulowana charakterystyka pogłosowa Audytorium po adaptacji akustycznej (T-30)



Rys.4 Przestrzenny rozkład zrozumiałości mowy w Audytorium po adaptacji akustycznej (STI, źródło naturalne)



Rys.5 Przestrzenny rozkład Poziomu dźwięku w Audytorium po adaptacji akustycznej (SPL-A, źródło naturalne)

Przedstawione wyniki wskazują na zadowalającą zrozumiałość mowy w Audytorium dla źródła naturalnego (mówca, bez nagłośnienia). Po zastosowaniu nagłośnienia należy się spodziewać znacznego wzrostu zrozumiałości mowy w Sali.

Nierównomierność nagłaśniania nie przekracza  $\pm 4$  dB przy braku nagłośnienia.

W celu poprawy rozproszenia dźwięku w pomieszczeniu reżyserii zaleca się zastosowanie na całej szerokości (i wysokość 50÷290 cm nad podłogą) ściany tylnej ustroju rozpraszającego dźwięk o możliwie niskiej częstotliwości granicznej i niskim współczynniku pochłaniania dźwięku ( $\alpha_w \leq 0.4$ ). Optymalnie – należy zastosować ustrój typu QRD o modulowanej sekwencji studzienek, liczbie studzienek 7 lub 11 i maksymalnej głębokości studzienek  $h_{mx} \geq 20$  cm.