

ANALIZA AKUSTYCZNA

TEMAT: PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA ZESPOŁU BUDYNKÓW RKS LECHIA - HOTELU I HALI SPORTOWEJ I ROZBIÓRKĄ BUDYNKU GOSPODARCZEGO W TOMASZOWIE MAZOWIECKIM PRZY UL. NOWOWIEJSKIEJ 9/27, 97-200 TOMASZÓW MAZOWIECKI, WRAZ Z BUDOWĄ PARKINGÓW, DOJŚĆ, DOJAZDÓW, PODZIEMNĄ INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ, POCHYLNIĄ DLA NIEPEŁNOSPRAWNYCH I ZAGOSPODAROWANIEM TERENU NA DZIAŁKACH NR EWID. 259/2 i 259/1, OBRĘB 0012 TOMASZÓW MAZOWIECKI.

ADRES: UL. NOWOWIEJSKA 9/27, 97-200 TOMASZÓW MAZOWIECKI działki nr ewid. 259/2 i 259/1, obręb 0012 Tomaszów Mazowiecki.

Branża: Akustyka

Stadium: Projekt wykonawczy

FIRMA: **AVprojekt**
biuro: ul. Piotrkowska 76
54-060 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	INFORMACJE PORZĄDKOWE	3
2	PODSTAWA OPRACOWANIA	4
3	ADAPTACJA AKUSTYCZNA POMIESZCZEŃ	5
3.1	Podstawa prawna	5
3.2	Podstawy teoretyczne	5
3.3	Hala sportowa	5
3.3.1	Optymalny czas pogłosu dla sali sportowej	5
3.3.2	Przyjęte materiały wykończeniowe.	5
3.3.3	Obliczenia – symulacja komputerowa Ease 4.4	6
3.3.4	Czas pogłosu sali sportowej przed adaptacją akustyczną.	7
3.3.5	Przyjęte materiały dźwiękochłonne.	8
3.3.6	Obliczenia czasu pogłosu po adaptacji akustycznej.	10
4	SPIS RYSUNKÓW	11

1 INFORMACJE PORZĄDKOWE

Przedmiotem opracowania jest analiza akustyki hali sportowej w Tomaszowie Mazowieckim. W opracowaniu dokonano sprawdzenia i korekty czasu pogłosu pomieszczenia niezbędnego do prawidłowego ich użytkowania oraz zawarto wytyczne związane z adaptacją akustyczną – dobór i rozmieszczenie materiałów dźwiękochłonnych, oparte na podstawie symulacji komputerowej w programie EASE 4.4 (Enhanced Acoustic Simulator for Engineers) z modułem Aura.

2 PODSTAWA OPRACOWANIA

- [1]. PN-B-02151-4 Akustyka budowlana Ochrona przed hałasem w budynkach – Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach
- [2]. Polska Norma 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”.
- [3] Polska Norma PN-B-02151/02. Akustyka budowlana: Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- [4]. Jerzy Sadowski „Akustyka w urbanistyce, architekturze i budownictwie” Wyd. Arkady, Wydanie 1, Warszawa 1971
- [5]. Jerzy Sadowski „Akustyka architektoniczna” PWN, Wydanie 1, Poznań 1976
- [6]. Glen Ballou, Editor „Handbook for Sound Engineers – the New Audio Cyclopedia” Howard W. Sams & Co, Second edition, Carmel Indiana USA 1991.
- [7]. Marshall Long „Architectural Acoustics” 2006
- [8]. Michael Barron „Auditorium Acoustics and Architectural Design” Spoon Press 2009
- [9]. Cox, D’Antonio „Acoustic Absorbers and Diffusers” Taylor & Francis 2009
- [10]. A. Kulowski, Akustyka Sal, Gdańsk 2007

3 ADAPTACJA AKUSTYCZNA POMIESZCZEŃ

3.1 Podstawa prawna

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r wraz z poprawką z dnia 14.11.2017r 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 normy PN-02151-4 „Akustyka Budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Wymagania dotyczące warunków pogłosowych i zrozumiałości mowy w pomieszczeniach” wyznaczono optymalny czas pogłosu dla pomieszczenia.

3.2 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,

3.3 Hala sportowa

Objętość hali sportowej wynosi około 20 750m³.

3.3.1 Optymalny czas pogłosu dla sali sportowej

Dla sal sportowych o objętości powyżej 5000m³ optymalny czas pogłosu nie powinien przekroczyć **$RT = 1.8s$** (dla oktaf od 250Hz do 4kHz). Dla oktawy 125Hz zaleca się aby czas pogłosu był możliwie zbliżony do czasu pogłosu w pozostałych pasmach.

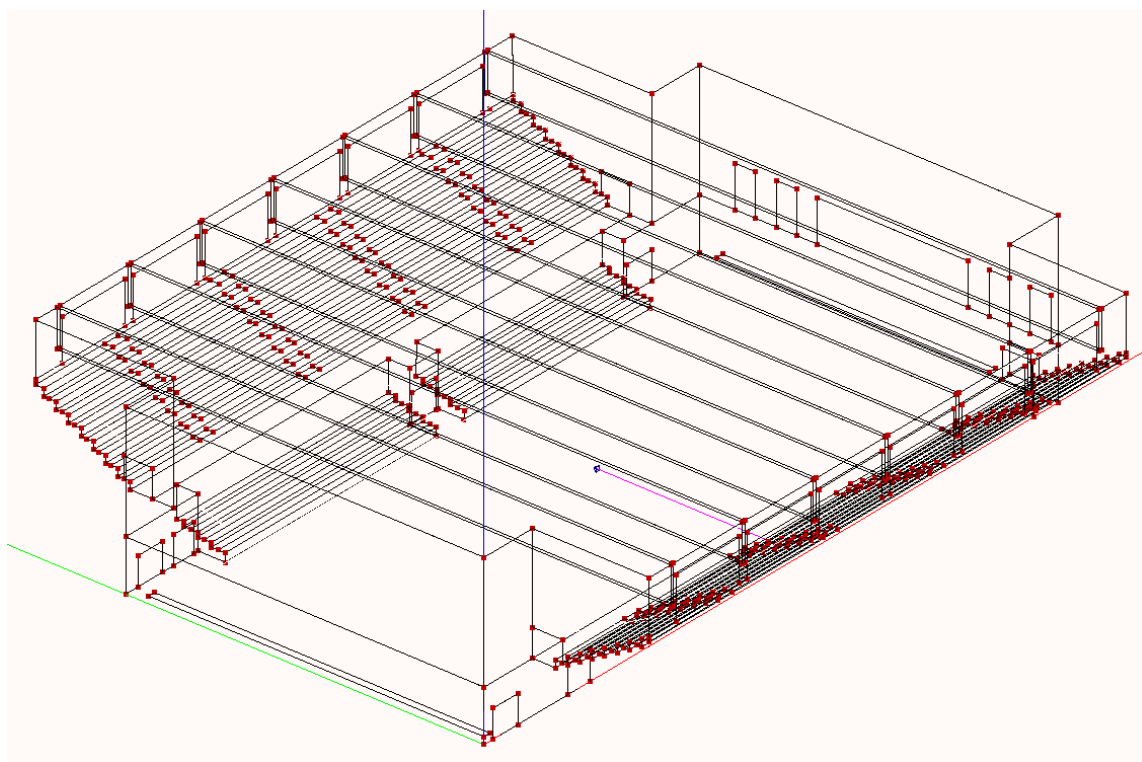
3.3.2 Przyjęte materiały wykończeniowe.

Do obliczeń czasu pogłosu dla pomieszczenia przyjęto materiały o parametrach akustycznych:

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Podłoga sportowa na legarach						
α	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Ściany - tynk gipsowy						
α	0,013	0,015	0,02	0,025	0,035	0,04
Okna						
α	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Drzwi						
α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,08
Sufit – blacha trapezowa						
α	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Trybuny sportowe						
α	0,25	0,25	0,20	0,10	0,10	0,05
Dźwigary drewniane						
α	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04

Tabela 1: Współczynniki pochłaniania materiałów użytych w analizie akustycznej.

3.3.3 Obliczenia – symulacja komputerowa Ease 4.4



Rys. 1: Model komputerowy hali sportowej.

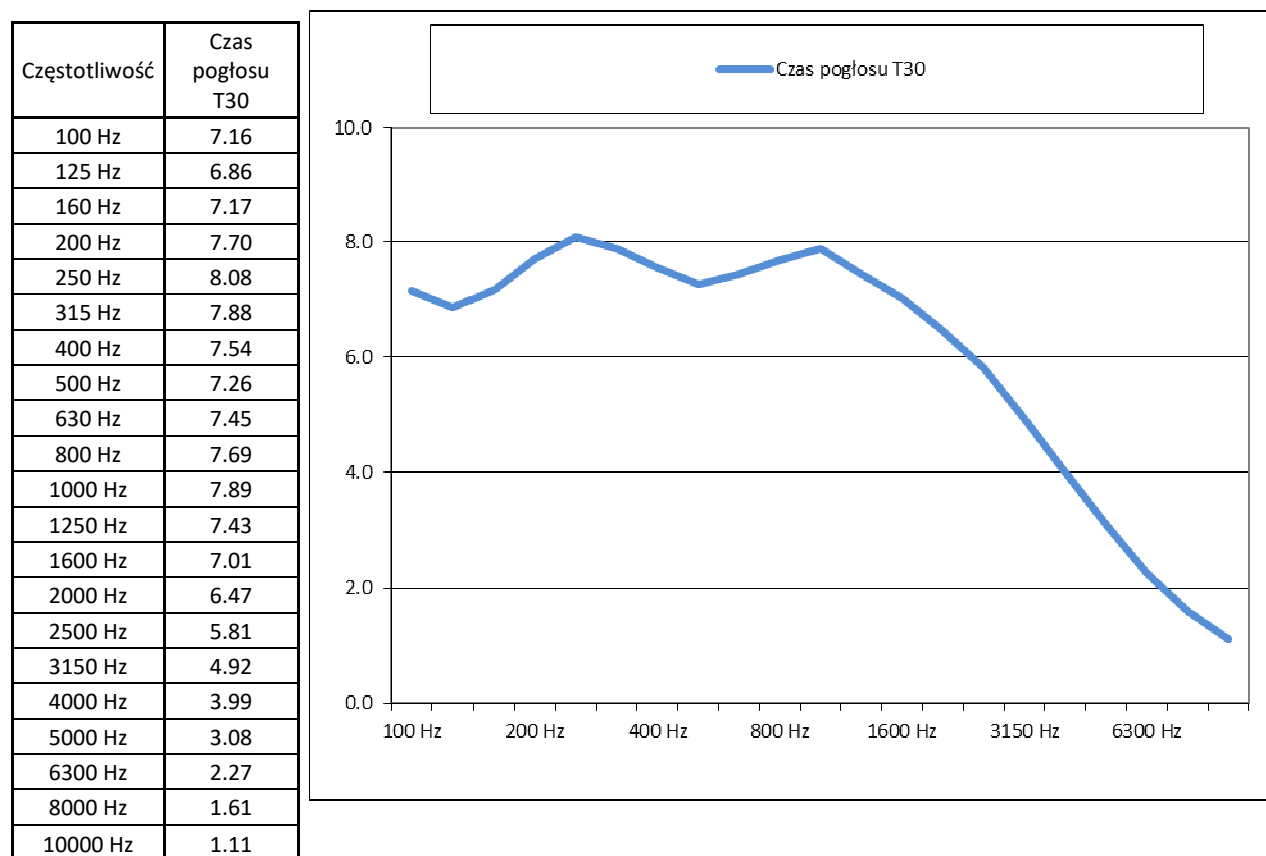
3.3.4 Czas pogłosu sali sportowej przed adaptacją akustyczną.

Analiza akustyczna w programie EASE wykonana była metodą geometryczną z wykorzystaniem modułu AURA.

Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia, na wysokości 2m
- Rozdzielczość, ilość promieni: 372 000
- Długość analizy: standardowa, 7080 ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: na płycie boiska na wysokości 1.6m, na trybunach, rozdzielczość 5m, ilość punktów pomiarowych: 102

W wyniku symulacji, dla sali sportowej bez adaptacji akustycznej, otrzymano następującą charakterystykę czasu pogłosu:



Rys. 2: Charakterystyka czasu pogłosu hali sportowej przed adaptacją akustyczną.

Czas pogłosu jest za wysoki w całym paśmie częstotliwości – znacznie przekracza wartości optymalne. Wynika to z zastosowania w pomieszczeniu twardych, płaskich, niepochlaniających powierzchni. Sala wymaga adaptacji akustycznej.

3.3.5 Przyjęte materiały dźwiękochłonne.

Aby zmniejszyć czas pogłosu w pomieszczeniu należy wprowadzić materiały dźwiękochłonne.

Adaptacja akustyczna pomieszczenia będzie polegać na:

- Pokryciu dostępnej przestrzeni sufitowej pomiędzy dźwigarami (**ok. 2000 m²**) ustrojami akustycznymi UA1.

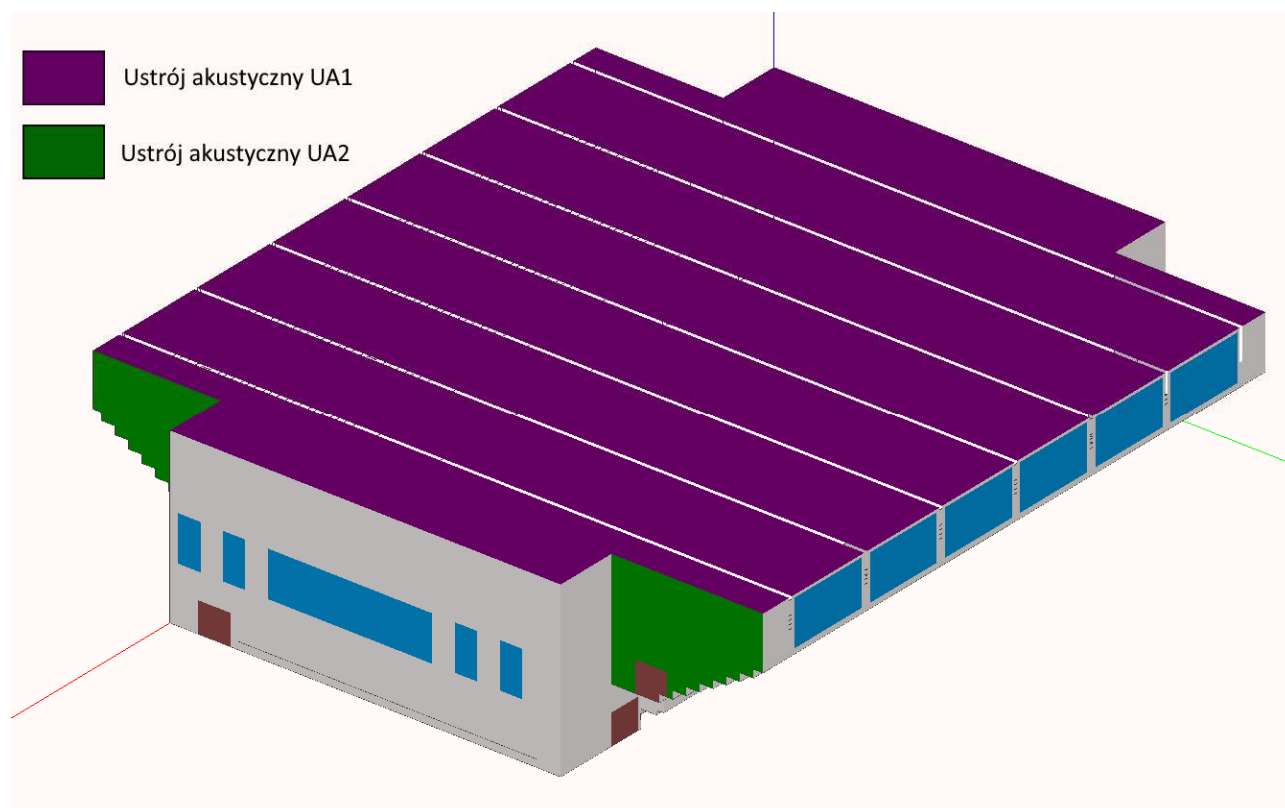
f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Ustrój akustyczny UA1						
α	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,95

Tabela 2: Współczynniki pochłaniania ustroju akustycznego UA1

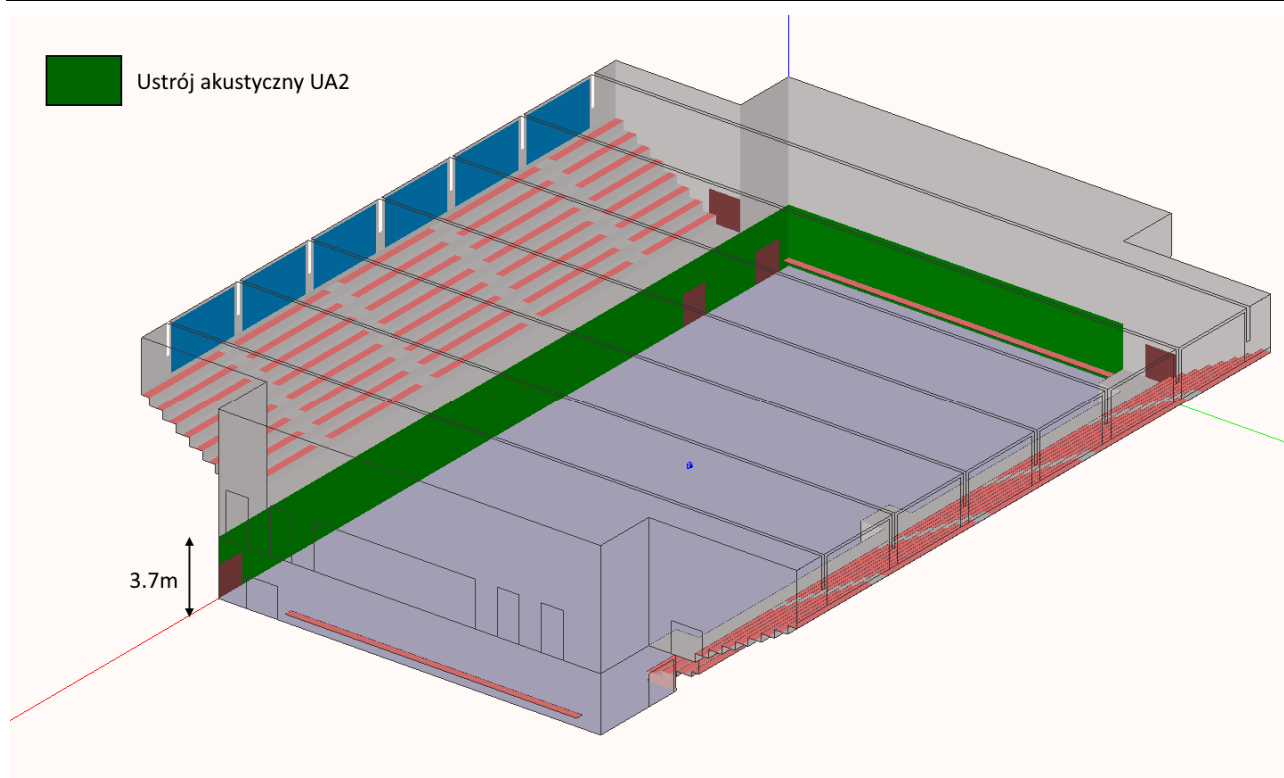
- Pokryciu części ścian bocznej (sumarycznie **ok. 373 m²**) ustrojami akustycznymi UA2.

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Ustrój akustyczny UA2						
α	0,35	0,90	0,95	0,85	0,90	0,90

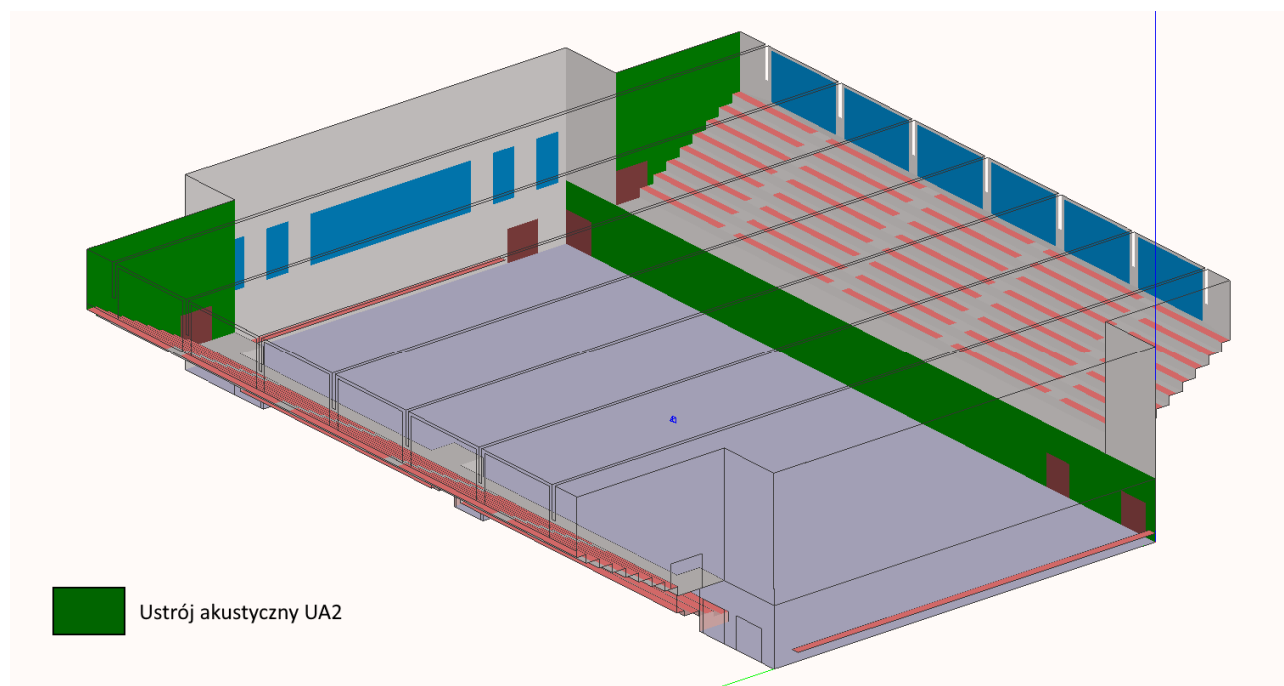
Tabela 3: Współczynniki pochłaniania ustroju akustycznego UA2



Rys. 3: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w hali sportowej



Rys.4: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w hali sportowej



Rys 5.: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w hali sportowej

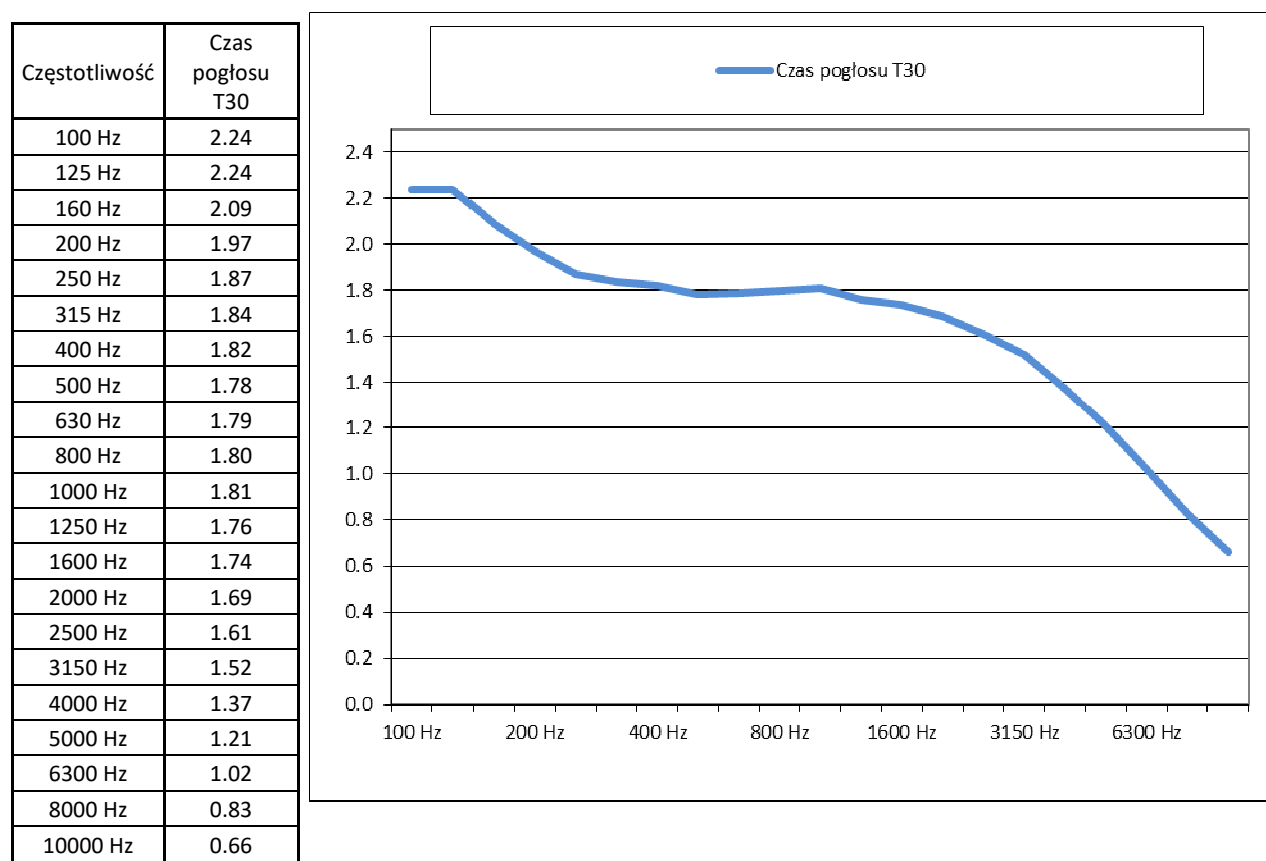
3.3.6 Obliczenia czasu pogłosu po adaptacji akustycznej.

Analiza akustyczna w programie EASE wykonana była metodą geometryczną z wykorzystaniem modułu AURA.

Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia, na wysokości 2m
- Rozdzielczość, ilość promieni: 5 577 000
- Długość analizy: standardowa, 1050 ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: na płycie boiska na wysokości 1.6m, na trybunach, rozdzielczość 2m, ilość punktów pomiarowych: 540

W wyniku symulacji, dla hali sportowej po adaptacji akustycznej, otrzymano następującą charakterystykę czasu pogłosu:



Rys. 6: Charakterystyka czasu pogłosu hali sportowej po adaptacji akustycznej.

Otrzymana charakterystyka mieści się w zakresie optymalnym.

4 SPIS RYSUNKÓW

Nr rys.	Nazwa rysunku
AK01	Ustrój akustyczny UA1
AK02	Ustrój akustyczny UA2