

ANALIZA AKUSTYCZNA

SALI WIELOFUNKCYJNEJ

TEMAT: REMONT I MODERNIZACJA SALI WIDOWISKOWEJ W
MŁODZIEŻOWYM DOMU KULTURY W KRAKOWIE PRZY
UL. BESKIDZKIEJ 30 KRAKOWE

ADRES: Kraków, ul. Beskidzka 30
działka nr. 506/45 obr. 0048 Podgórze

BRANŻA: Akustyka wnętrz

FIRMA: **AVprojekt**
biuro: ul. Piotrkowska 76
54-060 Wrocław
tel./fax (71) 71 79 000 43
avprojekt@avprojekt.com

PROJEKTANT: mgr inż. Roman Marczak

Marczak

SPRAWDZAJĄCY: mgr inż. Paweł Barczyński

P. Barczyński

październik 2021 r.

SPIS TREŚCI

1	WYKAZ NORM, LITERATURY	3
2	PODSTAWA OPRACOWANIA	4
3	ZAKRES OPRACOWANIA	5
4	OCHRONA PRZECIWDŹWIĘKOWA	6
	4.1 Wytyczne dla dopuszczalnego poziomu dźwięku A w pomieszczeniu	6
	4.2 Przegrody budowlane	6
	4.2.1 Stolarka drzwiowa	6
	4.3 Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej, sanitarnej	7
	4.4 Wytyczne dla instalacji elektrycznej, av	7
5	ADAPTACJA AKUSTYCZNA	8
	5.1 Sala wielofunkcyjna 1.01	8
	5.1.1 Założenia	8
	5.1.2 Model akustyczny	8
	5.1.3 Adaptacja akustyczna	9
	5.1.4 Czas pogłosu	11
	5.1.5 Czas pogłosu T30	11
6	SPIS RYSUNKÓW	12

1 WYKAZ NORM, LITERATURY

- [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
- [11] EBU. (1998). EBU Tech. 3276 - 2nd edition, Listening conditions for the assessment of sound

2 PODSTAWA OPRACOWANIA

1. Podkłady architektoniczne
2. Wytyczne inwestora, uzgodnienia

3 ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie dotyczy sali wielofunkcyjnej należącej do budynku Domu Kultury przy ulicy Beskidzkiej w Krakowie i zawiera:

- Wytyczne związane z adaptacją akustyczną – dobór i rozmieszczenie materiałów dźwiękochłonnych, oparty na podstawie symulacji komputerowej w programie EASE 4.4 z modułem Aura.

4 OCHRONA PRZECIWDŹWIĘKOWA

4.1 Wytyczne dla dopuszczalnego poziomu dźwięku A w pomieszczeniu

Sala wielofunkcyjna jest pomieszczeniem o akustyce kwalifikowanej. W związku z tym dopuszczalny poziom tła akustycznego pochodzącego jednocześnie od:

- a) hałasu od instalacji wewnętrznych i zewnętrznych budynku
- b) hałasu wewnętrznego pochodzącego z sąsiednich pomieszczeń

nie powinien przekraczać wartości określonych za pomocą krzywych hałasu NR oraz poziomów dBA określonych w tabeli 1.

Nazwa pomieszczenia	Nr pomieszczenia	Dopuszczalny poziom tła akustycznego (krzywa NR)	Dopuszczalny poziom tła akustycznego (dBA)
Sala wielofunkcyjna	1.01	NR25	30dBA

Tabela 1: Dopuszczalne poziomy hałasu w sali wielofunkcyjnej.

Poniżej w tabeli przedstawiono dopuszczalne wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla wymienionych krzywych hałasowych:

f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NR25[dB]	55.2	43.7	35.2	29.2	25.0	21.9	19.5	17.7

Tabela 2: Wartości poziomu ciśnienia akustycznego dla krzywej NR25.

4.2 Przegrody budowlane

4.2.1 Stolarka drzwiowa

Wymagania dotyczące drzwi do pomieszczeń:

Nazwa pomieszczenia	Wymagany projektowy wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej RA1R
Sala wielofunkcyjna 1.01 – hole wejściowe	40dB

Tabela 3: Wymagania akustyczne dla stolarki drzwiowej.

4.3 Wytyczne dla instalacji wentylacyjnej, sanitarnej

Dopuszczalny poziom hałasu od urządzeń wentylacyjnych w pomieszczeniu nie powinien przekraczać wartości dopuszczalnych (opisanych w rozdziale 4.1).

W celu ograniczenia hałasu przenoszonego przez elementy nośne budynku (drgania przenoszone przez konstrukcje – tzw. hałas materiałowy) należy zastosować dla central wentylacyjnych zabezpieczenia wibroizolacyjne. W przypadku urządzeń wolnostojących zaleca się stosowanie wibroizolatorów punktowych podpierających konstrukcję urządzeń. Wibroizolatory należy dobrać indywidualnie pod każde urządzenie biorąc pod uwagę jego masę oraz częstotliwość pobudzającą do drgań itp. Należy pamiętać także o kompensatorach elastycznych na rurociągach.

Przepusty przez ściany kanałów wentylacyjnych należy wykonać stosując elementy elastyczne, wibroizolacyjne (wyeliminowanie sztywnych połączeń z przegrodą). Należy stosować wyłącznie systemowe, elastyczne mocowania przewodów i kanałów (podwieszenia, podparcia). Przepusty przez ściany muszą być wypełnione szczelnie za pomocą wełny mineralnej i następnie obustronnie uszczelnione masą trwale elastyczną o dużej gęstości, zapewniając zachowanie izolacyjności akustycznej przegrody.

Dla zapewnienia odpowiedniego poziomu hałasu przepływającego powietrza zaleca się stosowanie kanałów wentylacyjnych o odpowiednio dużych przekrojach wyłożonych od wewnątrz materiałem dźwiękochłonnym.

Kanały instalacji wodnokanalizacyjnych należy obudować podwójną płytą gk z wypełnieniem wełną mineralną o gęstości co najmniej 50kg/m³.

4.4 Wytyczne dla instalacji elektrycznej, av

Przepusty kablowe należy wypełnić szczelnie za pomocą masy o dużej gęstości trwale elastycznej.

5 ADAPTACJA AKUSTYCZNA

5.1 Sala wielofunkcyjna 1.01

Objętość analizowanej sali wielofunkcyjnej wynosi około 680m³. Widownię tworzy ok. 140 miejsc siedzących. W sali będą organizowane występy dzieci, lokalne koncerty oraz prezentacje multimedialne.

5.1.1 Założenia

- Optymalny czas pogłosu dla sali nie powinien być wyższy od $RT = 0.8s$ (przy pustej widowni oraz scenie). Czas pogłosu powinien mieć liniową charakterystykę w funkcji częstotliwości w zakresie 250Hz – 4kHz, z dopuszczalną odchyłką wynoszącą +/- 20%. Dla oktawy 125Hz dopuszczalny jest wzrost czasu pogłosu +50%. Dla oktawy 4kHz dopuszczalny jest spadek czasu pogłosu -20%.

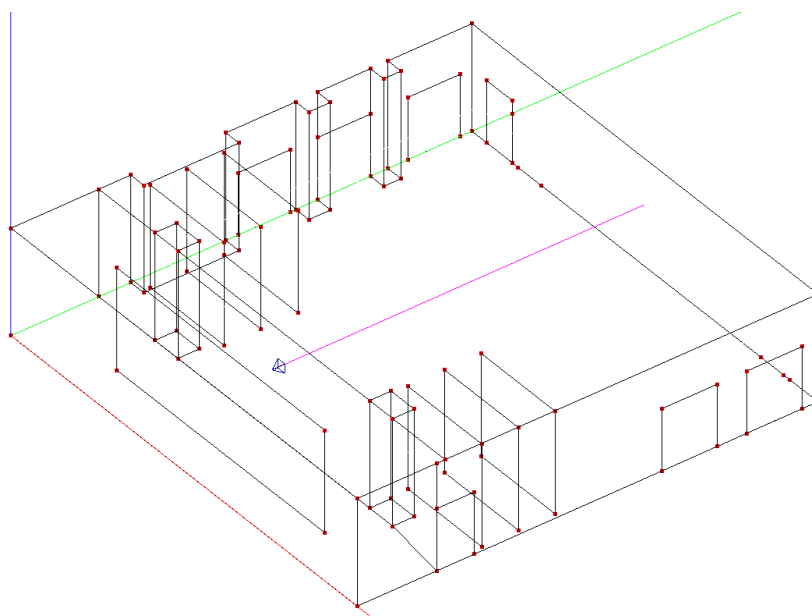
5.1.2 Model akustyczny

Na potrzeby adaptacji akustycznej został wykonany model analizowanej sali wielofunkcyjnej w programie Ease. Program pozwala na analizę parametrów akustycznych z wykorzystaniem metody statystycznej oraz geometrycznej.

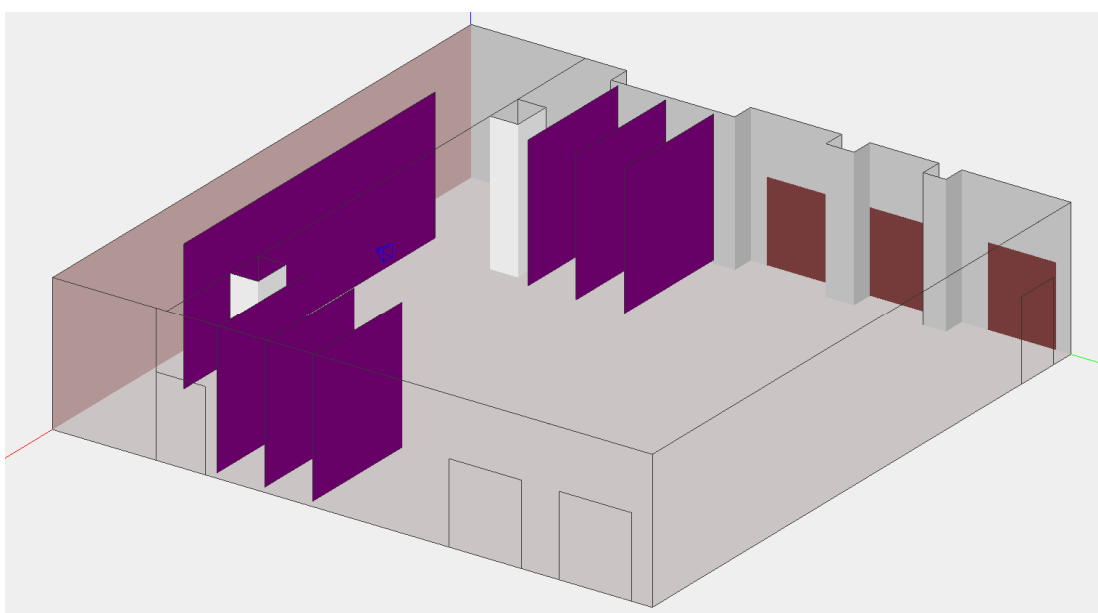
Przy tworzeniu modelu pomieszczenia uwzględniono parametry akustyczne materiałów:

<i>f [Hz]</i>	<i>125 Hz</i>	<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1 000 Hz</i>	<i>2 000 Hz</i>	<i>4 000 Hz</i>
Podłoga – parkiet na betonie						
α	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Ściany: tynk wapienny						
α	0,013	0,015	0,02	0,025	0,035	0,04
Drzwi						
α	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Kurtyna, plusz 420g/m²						
α	0,14	0,35	0,55	0,70	0,70	0,65

Tabela 4: Współczynniki pochłaniania użytych materiałów.



Rys. 2: Model akustyczny sali wielofunkcyjnej.



Rys. 3: Model akustyczny sali wielofunkcyjnej – wizualizacja.

5.1.3 Adaptacja akustyczna

Adaptacja akustyczna pomieszczenia będzie polegała na:

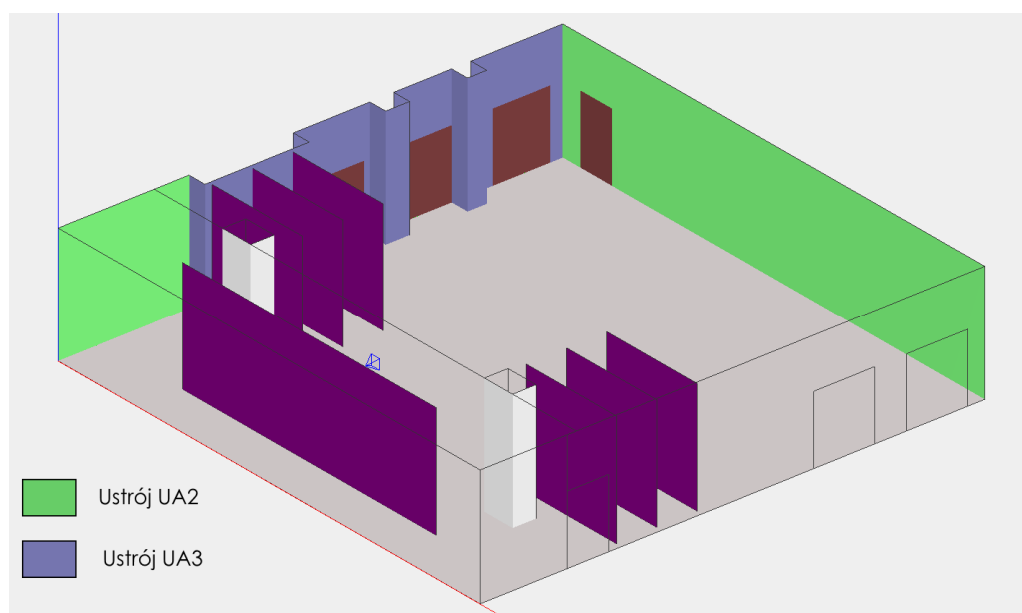
- wprowadzeniu dodatkowej chłonności akustycznej i doprowadzenia do wymaganego czasu pogłosu
- eliminacji szkodliwych zjawisk akustycznych

Dla uzyskania wymaganych parametrów akustycznych w pomieszczeniu zaprojektowano ustroje pochłaniające.

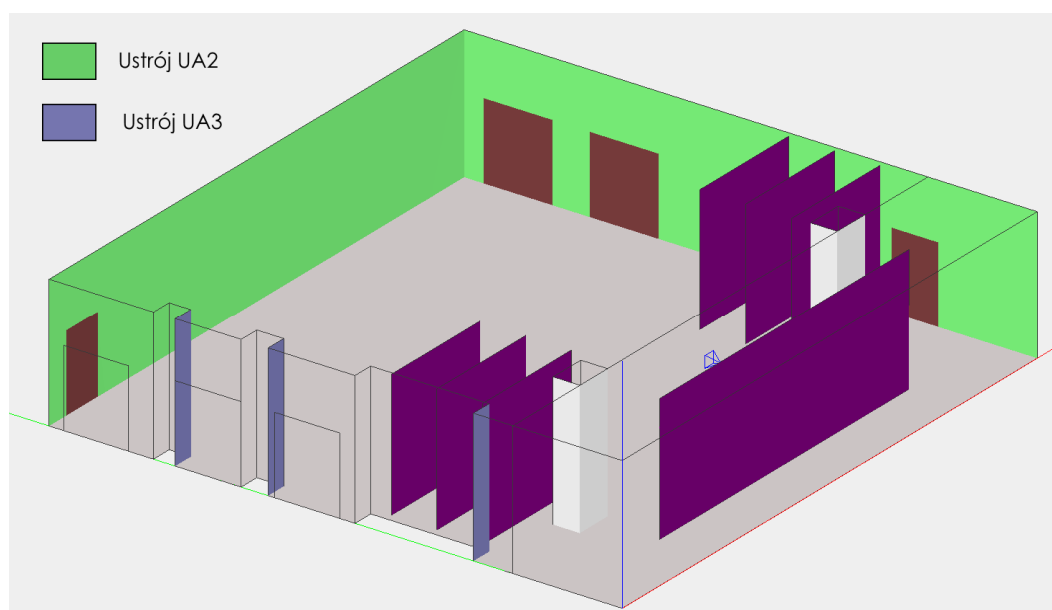
Poniżej znajduje się tabela zawierająca współczynniki pochłaniania zastosowanych ustrojów akustycznych.

f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Ustrój akustyczny UA1 - sufit						
α	0,70	0,80	0,90	0,90	0,85	1,00
Ustrój akustyczny UA2 – ściany boczne, ściana tylna						
α	0,20	0,44	0,85	1,00	0,80	0,75
Ustrój akustyczny UA3 – ściany boczne						
α	0,34	0,63	0,68	0,54	0,47	0,41

Tabela 5: Współczynniki pochłaniania ustrojów akustycznych



Rys. 4: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w sali wielofunkcyjnej.



Rys. 5: Rozmieszczenie ustrojów akustycznych w sali wielofunkcyjnej.

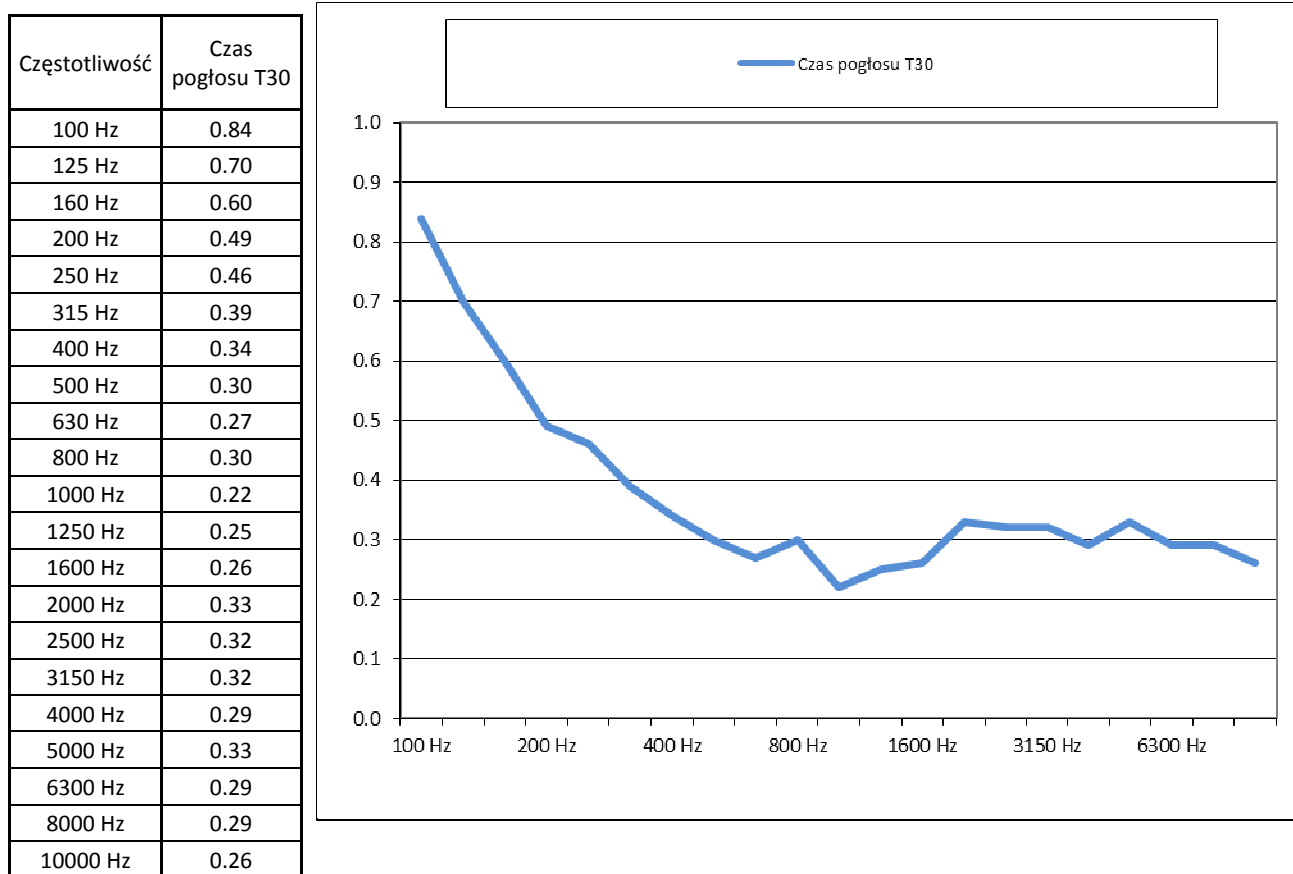
5.1.4 Czas pogłosu

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

5.1.5 Czas pogłosu T30

Parametry analizy:

- Źródło dźwięku: źródło wszechkierunkowe ustawione pośrodku pomieszczenia
- Rozdzielczość, ilość promieni: 55 000
- Długość analizy: standardowa, 530 ms
- Domyślne rozpraszanie: 20%
- Metoda rozpraszania: standardowa
- Powierzchnia pomiarowa: widownia na wysokości 1.60m powyżej podłogi, rozdzielczość 1m, ilość punktów pomiarowych: 156



Rys. 6: Charakterystyka czasu pogłosu sali wielofunkcyjnej 1.01 po adaptacji akustycznej – źródło wszechkierunkowe pośrodku pomieszczenia.

Charakterystyka czasu pogłosu sali wielofunkcyjnej po adaptacji akustycznej mieści się w optymalnym zakresie.

6 SPIS RYSUNKÓW

Nr rys.	Nazwa rysunku
AK01	Ustrój akustyczny UA1
AK02	Ustrój akustyczny UA2
AK03	Ustrój akustyczny UA3