

MODERNIZACJA WĄBRZESKIEGO DOMU KULTURY

TOM II C OPIS TECHNICZNY

JEDNOSTKA PROJEKTOWA

Manufaktura Technologiczna
ul. Puławska 38, 05-500 Piaseczno

OBIEKT:

Wąbrzeski Dom Kultury
Ul. Wolności 47, 87-200 Wąbrzeźno

ZLECENIODAWCA:

Gmina Miasto Wąbrzeźno
ul. Wolności 18, 87-200 Wąbrzeźno

BRANŻA:

AKUSTYKA

AUTOR OPRACOWANIA:

mgr inż. Małgorzata Srebrzyńska
mgr inż. Monika Góral
mgr inż. Aleksandra Pietrek
mgr inż. Błażej Stachowicz
mgr. inż. Marek Fornalski
mgr inż. Jakub Szot
mgr inż. arch. Aleksander Bobynko
mgr inż. arch. Katarzyna Telepko
mgr inż. arch. Monika Frydryszak
inż. arch. Hubert Domienik
Helena Józefczak

SPRAWDZAJĄCY:

mgr inż. Agnieszka Wójtowicz

Marzec 2023

Spis treści

1. Podstawa opracowania	3
2. Wykaz norm i aktów prawnych	3
3. Przedmiot opracowania	3
4. Charakterystyka obiektu	4
5. Adaptacja akustyczna	4
5.1. Założenia projektowe	4
5.2. Obliczenia	5
5.3. Zastosowane rozwiązania	6
5.4. POMIARY AKUSTYCZNE CZĘŚCIOWE ORAZ KOŃCOWE	10

1. Podstawa opracowania

- I. Zlecenie pomiędzy Pracownią Projektową FS Projekt, ul. Podhalańska 41, 87-300 Bronica a Manufakturą Technologiczną Sp. z o.o., ul. Puławska 38, 05-505 Piaseczno;
- II. Inwentaryzacja budowlana Wąbrzeskiego Domu Kultury.

2. Wykaz norm i aktów prawnych

- A. 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 - lub równoważne.
- B. J. Sadowski, Akustyka architektoniczna, PWN, 1976;
- C. A. Kulowski, Akustyka Sal, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej 2011;
- D. Cox, D'Antonio, Acoustic Absorbers and Diffusers, Taylor & Francis, 2009
- E. Alton Everest, Ken C. Pohlmann, Master Handbook of Acoustics Fifth edition The McGraw-Hill Companies 2009.

Wszelkie materiały montażowe i urządzenia przewidziane w niniejszej dokumentacji, jeśli zawierają typ, nr katalogowy lub producenta należy traktować, jako wyznacznik standardu i jakości danego materiału lub urządzenia. Przy realizacji projektu można stosować materiały i urządzenia dopuszczone do stosowania w krajach UE, o standardach i parametrach równoważnych lub wyższych w stosunku do urządzeń, które przewidziano w dokumentacji projektowej.

3. Przedmiot opracowania

Niniejsze opracowanie dotyczy projektu akustyki wewnątrz sali widowiskowej w modernizowanym Domu Kultury w Wąbrzeźnie. Przedstawione zostaną rozwiązania regulujące warunki pogłosowe do funkcji i kubatury sali w sposób, który zapewni komfort jej użytkowania zarówno widzom, jak i wykonawcom.

4. Charakterystyka obiektu

Sala widowiskowa, będąca przedmiotem opracowania, jest pomieszczeniem o kubaturze ok. 4420 m³ i maksymalnej wysokości 8,3 m. Widownia podzielona jest na 17 rzędów, ustawionych na przewyższeniach i zapewniających miejsce dla 334 gości. Sala charakteryzuje się nieregularnym kształtem - jej tylne narożniki są zaokrąglone, a ściany boczne rozrzeźbione na kształt wachlarza. W pomieszczeniu znajduje się scena o wys. 1,3 m.

5. Adaptacja akustyczna

5.1. Założenia projektowe

Adaptacja akustyczna sali widowiskowej zakłada zapewnienie odpowiednich warunków pogłosowych dla przewidywanej funkcji i kubatury pomieszczenia, osiągnięcie zadowalającej zrozumiałości mowy oraz eliminację wad akustycznych.

W sali widowiskowej Wąbrzeskiego Domu Kultury odbywać się będą koncerty, spektakle, projekcje kinowe oraz inne tego typu wydarzenia kulturalne z wykorzystaniem nagłośnienia. Ze względu na te funkcje czas pogłosu w sali powinien oscylować w granicach 1 s, z charakterystyką wyrównaną w zakresie średnich i wysokich częstotliwości. Dopuszczalne odchylenia od założonej wartości w poszczególnych oktawach zestawiono w Tabeli 5.1.

Tab. 5.1 Zalecany czas pogłosu wraz z granicami tolerancji

Parametr	Zalecana wartość
Czas pogłosu RT60, dla częstotliwości 500 Hz, przy pustej widowni	1 s
Nierównomierność charakterystyki czasu pogłosu	
63 Hz ÷ 125 Hz	+50 %/0 %
250 Hz ÷ 500 Hz	+20 %/-10 %
1 kHz ÷ 2 kHz	+10 %/-10 %

4 kHz ÷ 8 kHz	+10 %/-30 %
---------------	-------------

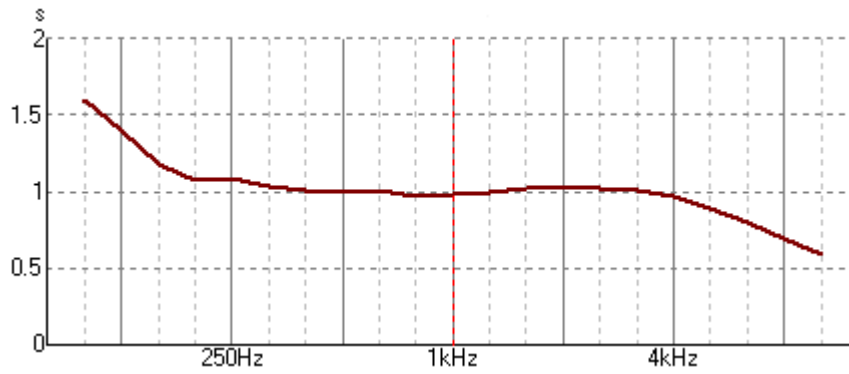
Parametr zrozumiałości mowy powinien spełniać założenie $STI \geq 0,6$.

5.2. Obliczenia

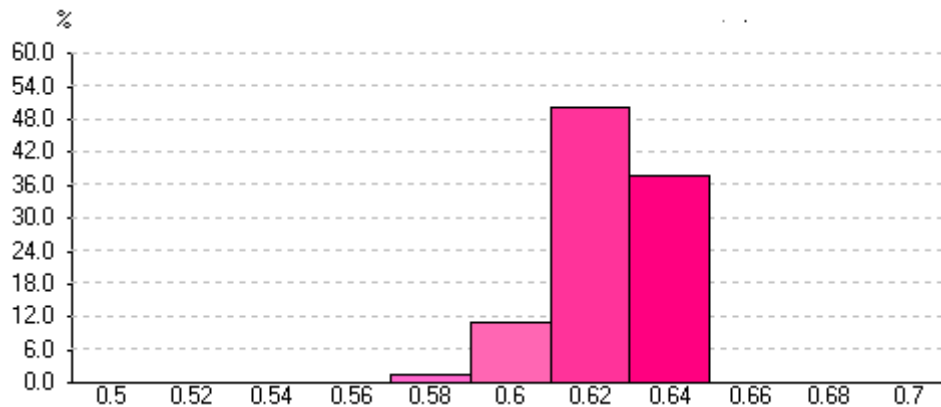
Obliczenia czasu pogłosu wykonano wykorzystując metodę statystyczną i geometryczną. Salę zamodelowano w programie predykcyjnym, który automatycznie wylicza bilans chłonności dla wnętrza. W celu przeprowadzenia symulacji na środku sceny na wysokości 1,5 m umieszczono wszechkierunkowe źródło, emitujące 1 267 000 promieni dźwięku o czasie trwania 1170 milisekund. Obliczenia przeprowadzono na powierzchni widowni w odległości 1,2 m od podłoża, odpowiadającej planowanemu ustawieniu foteli. Na rys. 5.1 pokazano model sali w programie predykcyjnym, natomiast rysunek 5.2 przedstawia uzyskany czas pogłosu RT60. Rozkład wskaźnika transmisji mowy znajduje się na rysunku 5.3.



Rysunek 5.1 Model sali widowiskowej, wykonany w programie predykcyjnym



Rysunek 5.2 Wykres czasu pogłosu T_{20} , uzyskany na drodze symulacji



Rysunek 5.3 Przewidywany rozkład wskaźnika zrozumiałości STI w sali widowiskowej

Przedstawione wyniki potwierdzają spełnienie założeń projektowych.

5.3. Zastosowane rozwiązania

W celu osiągnięcia założonych parametrów zaprojektowano następujące rozwiązania:

- nad centralną częścią widowni panele UP-1 z wełny skalnej o grubości 100 mm zabezpieczonej tkaniną z włókna szklanego, montowane bezpośrednio do sufitu; wokoło sufit podwieszany z płyt gipsowo – kartonowych;
- strop w kominie scenicznym pokryty panelami UP-1 z wełny skalnej o grubości 100 mm z zabezpieczonej tkaniną z włókna szklanego, montowanymi bezpośrednio do stropu;
- nad widownią podwieszane panele wykonane ze sklejki o grubości 3 cm, odbijające dźwięk i kierujące go równomiernie na widownię, pokryte od wierzchu płytami UP-2 z wełny skalnej o gr. 50 mm zabezpieczonej

tkaniną z włókniny szklanej, zawieszone w sposób umożliwiający niewielką regulację na etapie strojenia sali, lokalizacja zgodnie z dokumentacją architektury;

- na ścianie tylnej powyżej drzwi panele perforowane UN-1a z warstwą wełny mineralnej, mocowane w odstępie 170 mm od ściany; poniżej panele perforowane UN-1b, mocowane bezpośrednio do ściany;
- na ścianach bocznych do wys. 3 m panele perforowane UN-2 z warstwą wełny mineralnej, o całkowitej wysokości konstrukcji 100 mm;
- na balustradzie za widownią panele perforowane UN-1b;
- dookoła sceny zasłony o gramaturze 500 - 600 g/m²;
- na podłodze parkiet;
- fotele o wysokim stopniu tapicerowania.

W tabelach 5.2 – 5.7 znajdują się specyfikacje materiałów i ustrojów akustycznych, przewidzianych w projekcie.

Tab. 5.2 Specyfikacja ustroju UP-1

Lokalizacja	Sufit nad kominem scenicznym, centralna część sufitu nad widownią
Materiał	Płyty z wełny skalnej o grubości 100 mm zabezpieczonej tkaniną z włókniny szklanej o gęstości 90-120 kg/m ³
Konstrukcja	Montaż bezpośrednio do stropu, grubość ustroju 100 mm
Parametry	α_p dla pojedynczego panelu: <ul style="list-style-type: none"> • 125 Hz – 0,70 • 250 Hz – 1,0 • 500 Hz – 1,0 • 1000 Hz – 0,95 • 2000 Hz – 0,90 • 4000 Hz – 0,90 Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych.
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tab. 5.3 Specyfikacja ustroju UP-2

Lokalizacja	Wierzchnia część podwieszanych paneli odbijających
Materiał	Płyty z wełny skalnej o grubości 50 mm zabezpieczonej tkaniną z włókniny szklanej o gęstości 90-120 kg/m ³

Konstrukcja	Montaż bezpośrednio do stropu, grubość ustroju 50 mm
Parametry	a_p dla pojedynczego panelu: <ul style="list-style-type: none"> • 125 Hz – 0,20 • 250 Hz – 0,65 • 500 Hz – 1,0 • 1000 Hz – 1,0 • 2000 Hz – 1,0 • 4000 Hz – 1,0 Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych.
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tab. 5.4 Specyfikacja ustroju UN-1a

Lokalizacja	Ściana tylna ponad poziomem drzwi
Materiał	Perforowana płyta drewnopochodna (MDF z fornirem od strony licowej lub sklejka) o gr. 16 mm. Perforacja okrągła o średnicy otworu 6 mm w rozstawie 20 mm (stopień perforacji 7%)
Konstrukcja	Rezonansowy ustrój akustyczny z płyty o wymiarach 1200x600x16 mm; montaż na warstwie wełny mineralnej o gr. 25 mm i gęstości 30-60 kg/m ³ z pustką powietrzną o gr. 170 mm
Parametry	a_p dla pojedynczego panelu: <ul style="list-style-type: none"> • 125 Hz – 0,40 • 250 Hz – 0,60 • 500 Hz – 0,60 • 1000 Hz – 0,55 • 2000 Hz – 0,40 • 4000 Hz – 0,30 Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych.
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tab. 5.5 Specyfikacja ustroju UN-1b

Lokalizacja	Ściana tylna poniżej poziomu drzwi, balustrada za widownią
Materiał	Perforowana płyta drewnopochodna (MDF z fornirem od strony licowej lub sklejka) o gr. 16 mm. Perforacja okrągła o średnicy otworu 6 mm w rozstawie 20 mm (stopień perforacji 7%)
Konstrukcja	Rezonansowy ustrój akustyczny z płyty o wymiarach 1200x600x16 mm; montaż bezpośrednio do ściany na warstwie wełny mineralnej o gr. 25 mm i gęstości 30-60 kg/m ³

Parametry	a_p dla pojedynczego panelu: <ul style="list-style-type: none"> • 125 Hz – 0,20 • 250 Hz – 0,60 • 500 Hz – 0,70 • 1000 Hz – 0,55 • 2000 Hz – 0,40 • 4000 Hz – 0,35 Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktafowych.
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tab. 5.6 Specyfikacja ustroju UN-2

Lokalizacja	Ściany boczne do wysokości 3 m
Materiał	Perforowana płyta drewnopochodna (MDF z fornirem od strony licowej lub sklejka) o grubości 15 mm; perforacja okrągła o średnicy otworu 6 mm w rozstawie 16 mm (stopień perforacji 11%)
Konstrukcja	Rezonansowy ustrój akustyczny z płyty o wymiarach 1200x600x15 mm z perforacją okrągłą, wypełniony 50 mm wełny mineralnej o gęstości 30-60 kg/m ³ ; wysokość konstrukcji 100 mm
Parametry	a_p dla pojedynczego panelu: <ul style="list-style-type: none"> • 125 Hz – 0,60 • 250 Hz – 0,60 • 500 Hz – 0,55 • 1000 Hz – 0,60 • 2000 Hz – 0,50 • 4000 Hz – 0,45 Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktafowych.
Uwagi	Kolor wykończenia do ustalenia z architektem. Wymagane atesty: higieniczny, klasy palności, certyfikat stałości właściwości użytkowych.

Tab. 5.7 Specyfikacja foteli

Lokalizacja	Widownia
Materiał	Fotel o wysokim stopniu tapicerowania

Współczynniki pochłaniania dźwięku	α_p dla pustego fotela: <ul style="list-style-type: none"> • 125 Hz – 0,35 • 250 Hz – 0,65 • 500 Hz – 0,70 • 1000 Hz – 0,70 • 2000 Hz – 0,70 • 4000 Hz – 0,65 α_p dla zajętego fotela: <ul style="list-style-type: none"> • 125 Hz – 0,55 • 250 Hz – 0,70 • 500 Hz – 0,75 • 1000 Hz – 0,75 • 2000 Hz – 0,70 • 4000 Hz – 0,70 Dopuszcza się tolerancję $\pm 0,05$ w poszczególnych pasmach oktaowych.
------------------------------------	--

5.4. POMIARY AKUSTYCZNE CZĘŚCIOWE ORAZ KOŃCOWE

W celu zagwarantowania zakładanych parametrów technicznych, funkcjonalnych i użytkowych, wymagane są:

- minimum dwukrotna wizja lokalna projektanta akustyki na budowie w ramach nadzoru autorskiego,
- minimum jeden pomiar kontrolny,
- jeden pomiar końcowy.

Niespełnienie tych wymagań przez Wykonawcę zwalnia z odpowiedzialności projektanta akustyki z uzyskania zakładanych parametrów technicznych, funkcjonalnych i użytkowych.

W ramach kontroli parametrów akustycznych i strojenia sali projektant akustyki będzie przeprowadzał wizje lokalne w trakcie realizacji projektu. Harmonogram wizyt powinien zostać z nim ustalony przez Generalnego Wykonawcę. Każdorazowo wizja lokalna będzie potwierdzona notatką ze wskazaniem wytycznych w zakresie strojenia akustycznego.

Pomiar kontrolny powinien zostać poparty raportem z pomiarów, na podstawie którego sporządzona zostanie notatka z wytycznymi w zakresie strojenia akustycznego. Aby pomiary były miarodajne, powinny zostać przeprowadzone w posprzątanym wnętrzu. Nie mogą się w nich znajdować

materiały budowlane i wszelkie elementy niezwiązane z funkcją pomieszczenia. Na podstawie zmierzonych parametrów akustycznych podczas pomiaru kontrolnego możliwa będzie weryfikacja założeń projektowych oraz wczesne wykrycie ewentualnych różnic.

Każdorazowo po wizji lokalnej i pomiarach kontrolnych wydane zostaną wytyczne dotyczące sposobu wykonania kolejnych etapów adaptacji akustycznej i strojenia sali. Na podstawie wytycznych projektanta akustyki, dotyczących strojenia sali, Wykonawca przeprowadzi uzupełnienie lub wymianę wskazanych okładzin akustycznych.

W celu odbioru robót budowlanych ze strony projektanta akustyki, należy minimum 2 dni przed oficjalnym odbiorem robót przeprowadzić pomiar końcowy pomieszczeń o akustyce kwalifikowanej potwierdzony raportem z badań.