

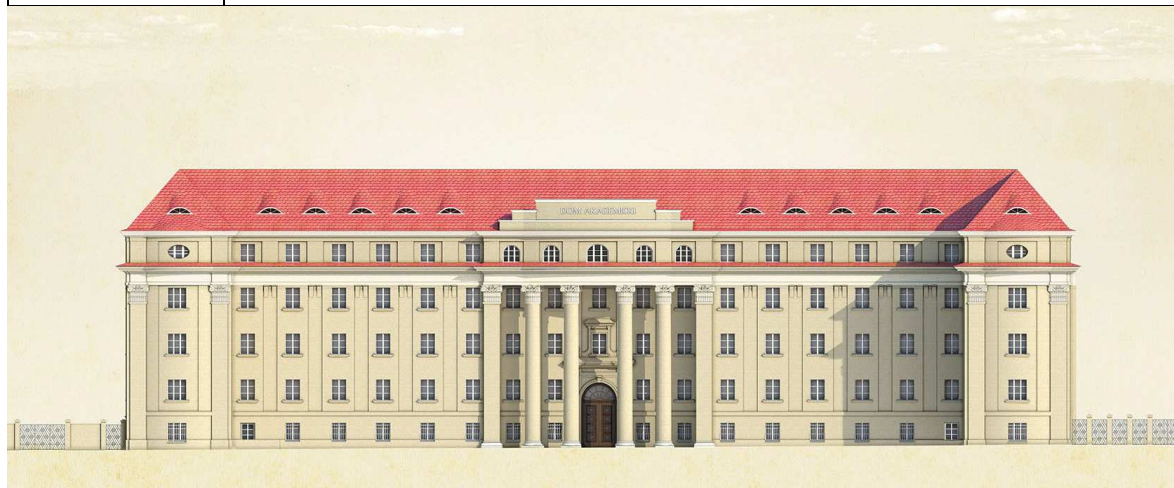


IRON TOWER INVESTMENT

TYTUŁ PROJEKTU / INWESTYCJI:

**PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA DOMU STUDENCKIEGO
"HANKA" W POZNANIU
PRZY AL. NIEPODLEGŁOŚCI 26 WRAZ ZE ZMIANĄ ZAGOSPODAROWANIA
TERENU NA DZIAŁCE 6/2 I 8 ARK. 10, OBRĘB POZNAŃ.**

TYTUŁ OPRACOWANIA:	OPERAT AKUSTYCZNY
NR CZĘŚCI:	10
BRANŻA:	ARCHITEKTURA
STADIUM PROJEKTU:	PROJEKT WYKONAWCZY
DATA OPRACOWANIA:	MARZEC 2015



ADRES INWESTYCJI:	al. Niepodległości 26, 61-714 Poznań
NR EWIDENCYJNE:	miasto Poznań, obręb: Poznań, arkusz 10, działka nr ewid.: 6/2
INWESTOR:	UNIwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu ul. H. Wieniawskiego 1, 61-712 Poznań
UMOWA:	ZP/1547/U/13 z dnia 30.04.2014r.
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	IRON TOWER INVESTMENT Paweł Wieczorkiewicz S.K. ul. Mostowa 11/4, 61-854 Poznań, tel. +48 61 8580480 Studio ADS spółka z ograniczoną odpowiedzialnością spółka komandytowa ul. Mostowa 11/11, 61-854 Poznań, tel. +4861 8582900, e-mail: office@studioads.pl

IMIĘ I NAZWISKO	NR UPRAWNIEŃ	SPECJALNOŚĆ	
GŁÓWNY PROJEKTANT ARCHITEKTURY:			
mgr inż. arch. Piotr Z. Barełkowski	133/88/Pw	ARCHITEKTONICZNA DO PROJ. BEZ OGRANICZEŃ	
PROJEKTANT:			
mgr inż. akustyk-elektronik, mgr inż. arch. Robert Lebiada		AKUSTYKA	
OPRACOWANIE:			
mgr Izabela Wiśniewska		AKUSTYKA	



Część 10

OPERAT AKUSTYCZNY

I. Część opisowa

Spis treści:

1.	Podstawa opracowania.....	5
2.	Przedmiot i zakres opracowania.....	5
3.	Charakterystyka obiektu.....	6
4.	Ochrona przeciwdźwiękowa w budynku - wymagania	6
4.1.	Dopuszczalne zakłócenia akustyczne w obiekcie	6
4.2.	Przegrody między pomieszczeniami	8
4.3.	Przegrody zewnętrzne.....	10
4.4.	Ochrona budynków sąsiadujących od hałasu emitowanego przez projektowany obiekt.....	12
5.	Określenie istniejących warunków akustycznych na terenie inwestycji.....	14
5.1.	Pomiary równoważnego poziomu dźwięku.....	14
5.1.1.	Warunki pomiarowe.....	14
5.1.2.	Urządzenia pomiarowe.....	14
5.1.3.	Punkty pomiarowe.....	15
5.1.4.	Wyniki.....	17
5.2.	Pomiary natężenia ruchu.....	18
5.2.1.	Warunki pomiarowe.....	18
5.2.2.	Wyniki pomiarów natężenia ruchu.....	18
6.	Analiza obliczeniowa emisji hałasu komunikacyjnego na terenie inwestycji.....	18
6.1.	Metodyka obliczeń.....	18
6.2.	Parametry obliczeń.....	19
6.3.	Dane wyjściowe do analizy obliczeniowej	19
6.4.	Przewidywane poziomy dźwięku przy elewacjach projektowanego budynku.....	19
7.	Określenie wymagań akustycznych dla przegród zewnętrznych projektowanych budynków.....	20
7.1.	Część pełna przegród zewnętrznych.....	20
7.2.	Okna i nawietrzaki	21
8.	Charakterystyka inwestycji pod kątem emisji hałasu do środowiska.....	23
8.1.	Rozwiązania ograniczające emisję hałasu do środowiska	25
8.2.	Analiza emisji hałasu z terenu inwestycji.....	25
9.	Ochrona przeciwdźwiękowa w budynku.....	34
9.1.	Izolacyjność akustyczna przegród pionowych wewnętrznych	34
9.2.	Izolacyjność akustyczna przegród poziomych.....	36
9.3.	Izolacyjność akustyczna przegród pionowych zewnętrznych.....	38
9.4.	Stolarka drzwiowa	39
9.5.	Stolarka okienna wewnętrzna	40
9.6.	Hałas od urządzeń wyposażenia technicznego budynku	40
9.7.	Wytyczne dla branż	43
9.7.1.	Architektura	43
9.7.2.	Instalacje i urządzenia stanowiące techniczne wyposażenie budynku.....	44
10.	Adaptacja akustyczna	45
10.1.	Sala wielofunkcyjna.....	45
10.1.1.	Charakterystyka sali.....	45
10.1.2.	Wymagania projektowe	45



10.1.3. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny	46
10.1.4. Rozmieszczenie ustrojów akustycznych	49
10.1.5. Symulacje akustyczne	50
10.1.6. Wnioski	69
10.2. Reżyserka sali wielofunkcyjnej	69
10.3. Sala absydowa	69
10.3.1. Charakterystyka sali	69
10.3.2. Wymagania projektowe	69
10.3.3. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny	70
10.3.4. Rozmieszczenie ustrojów akustycznych	72
10.3.5. Symulacje akustyczne	73
10.3.6. Wnioski	86
10.4. Stołówka	87
10.4.1. Charakterystyka sali	87
10.4.2. Wymagania projektowe	87
10.4.3. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny	87
10.4.4. Rozmieszczenie ustrojów akustycznych	88
10.4.5. Symulacje akustyczne	89
10.4.6. Wnioski	90
10.5. Foyer	90
10.6. Kawiarnia	90
10.7. Korytarze na kondygnacjach mieszkalnych	91

II. Dokumenty formalno prawne

Wszystkie dokumenty formalno – prawne zostały załączone w Części 00 - Załączniki lub załączone do wniosku o pozwolenie na budowę.

III. Część rysunkowa

Spis załączonych rysunków:

L. P.	NR RYS.	TYTUŁ RYSUNKU
1	Rysunek 4	Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +1. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.
2	Rysunek 5	Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +2. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.
3	Rysunek 6	Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +3. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.
4	Rysunek 7	Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +4. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.



5	Rysunek 8	Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 4 m. Pora dzienna.
6	Rysunek 9	Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 4 m. Pora nocna.
7	Rysunek 10	Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 15 m. Pora dzienna.
8	Rysunek 11	Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 15 m. Pora nocna.
9	Rysunek 12	Rzut kondygnacji 0. Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona elewacji dla parteru.
10	Rysunek 13	Rzut kondygnacji 1. Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona elewacji dla kondygnacji 1.
11	Rysunek 14	Rzut kondygnacji 2. Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona elewacji dla kondygnacji 2-4.
12	Rysunek 15	Rzut kondygnacji +2. Wymagane parametry akustyczne dla okien i nawiewników na kondygnacjach 0 - 4.



1. Podstawa opracowania

- [1] Dokumentacja projektowa wykonana przez firmę Iron Tower Investment.
- [2] Pomiary akustyczne istniejącego hałasu komunikacyjnego i natężenia ruchu pojazdów.
- [3] PN-B-02151/02 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach.
- [4] PN-B-02151/03 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych.
- [5] Kucharski R. J. i in., Obliczeniowe metody oceny klimatu akustycznego w środowisku, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1988
- [6] PN-EN ISO 717-1:1999, Akustyka. Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych. Część 1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych
- [7] ITB, Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 448/2009 Właściwości dźwiękoizolacyjne ścian, dachów, okien i drzwi oraz nawiewników powietrza zewnętrznego, Warszawa 2009.
- [8] ITB, Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 369/2002 Właściwości dźwiękoizolacyjne przegród budowlanych i ich elementów, Warszawa 2002.
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (wraz z późn. zm.) (Dz. U. z dnia 5 lipca 2007 r. nr 120 poz. 826, Dz. U. 2012 poz. 1109).
- [10] R. Makarewicz, Hałas w środowisku, Poznań 1996.
- [11] Maekawa Z., Lord P., Environmental and architectural acoustics, E&FN SPON London 1993
- [12] L.L. Beranek, Noise and Vibration Control, Inst. Noise Contr. Eng., Washington 1988
- [13] Dr hab. Inż. Jerzy Sadowski, Akustyka w urbanistyce architekturze i budownictwie, Warszawa 1971
- [14] Fasold, Sonntag, Winkler, Bau- und Raumakustik, Berlin 1987.

2. Przedmiot i zakres opracowania

Opracowanie dotyczy ochrony akustycznej Domu Studenckiego Hanka.

Celem opracowania jest określenie wytycznych akustycznych dla rozwiązań wynikających z zastosowania norm i standardów akustycznych będących przedmiotem dalszych prac.

Opracowanie zawiera:

- Określenie wymagań dotyczących ochrony przeciwdźwiękowej w obiekcie w kategoriach:
 - dopuszczalnych zakłóceń akustycznych w obiekcie spowodowanych hałasem zewnętrznym
 - dopuszczalnych zakłóceń akustycznych w obiekcie powodowanych przez infrastrukturę obiektu
 - wymaganych wartości wskaźników ważonych izolacyjności akustycznej właściwej przegród wewnętrznych i zewnętrznych
 - dopuszczalnych wartości emisji hałasu do środowiska
- Raport z pomiarów akustycznych.
- Analiza obliczeniowa emisji hałasu komunikacyjnego na terenie Inwestycji.
- Określenie wartości miarodajnego poziomu dźwięku A hałasu zewnętrznego na wysokości elewacji projektowanego budynku.
- Określenie wymagań akustycznych dla przegród zewnętrznych projektowanych budynków.
- Określenie wymagań akustycznych dla elementów budowlanych przegród zewnętrznych.
- Określenie wymagań akustycznych dla elementów budowlanych przegród wewnętrznych.



- Ocena zaprojektowanych rozwiązań materiałowych oraz propozycje rozwiązań spełniających wymagania normowe.
- Wytyczne branżowe.
- Analiza obliczeniowa emisji hałasu do środowiska.
- Adaptacja akustyczna:
 - Sali wielofunkcyjnej i reżyserki
 - Sali absydowej
 - Stołówki
 - Foyer
 - Kawiarni

3. Charakterystyka obiektu

Dom Studencki Hanka zlokalizowany jest przy alei Niepodległości w Poznaniu. Budynek obejmuje 5 kondygnacji naziemnych użytkowych + poddasze techniczne. Na parterze budynku znajdują się 3 sale: sala wielofunkcyjna, sala absydowa i stołówka. Na piętrach +1, +2 i +3 znajdują się pokoje studenckie, natomiast na piętrze +4 pokoje studenckie o podwyższonym standardzie.

4. Ochrona przeciwdźwiękowa w budynku – wymagania

4.1. Dopuszczalne zakłócenia akustyczne w obiekcie

Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku A obowiązują przy następujących warunkach:

- Źródłem hałasu są instalacje nieregulowane i nie wyłączane z danego pomieszczenia (w przypadku budynku mieszkalnego – z danego mieszkania),
- Dopuszczalny poziom dźwięku A jest określony dla wnętrza pomieszczenia przy zamkniętych drzwiach i oknach, lecz przy zapewnieniu wymiany powietrza w pomieszczeniu zgodnie z wymaganiem określonym przez odrębne przepisy.
- Dopuszczalny poziom dźwięku A dotyczy pomieszczeń umeblowanych i wyposażonych zgodnie z ich przeznaczeniem.

Dopuszczalny poziom dźwięku A hałasu instalacyjnego przenikającego do pomieszczeń chronionych dotyczy:

- Średniego poziomu dźwięku A dla hałasu ustalonego (hałas pochodzący od instalacji c.o., wentylacyjnej, stacji transformatorowej),
- Równoważnego i maksymalnego poziomu dźwięku A dla hałasu nieustalonego (hałas pochodzący od urządzeń dźwigowych, instalacji wodno-kanalizacyjnej)

Tło akustyczne dotyczy sumarycznego średniego poziomu ciśnienia akustycznego dźwięków zakłócających w pomieszczeniu, niezależnie od źródeł dźwięku i dróg ich przenikania do pomieszczenia.

Jeżeli pomieszczenia, dla których podano w tabelach dopuszczalne poziomy dźwięku tylko dla okresu dziennego są użytkowane również w nocy zgodnie ze swym przeznaczeniem, wówczas wymagania dla tych pomieszczeń należy traktować jako niezależne od pory doby przyjmując wartości jak dla dnia.

a) Pomieszczenia przeznaczone do przebywania ludzi

Dopuszczalny poziom dźwięku w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi określa norma PN-87/B-02151/02 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach. Równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia



łącznie od wszystkich źródeł hałasu usytuowanych poza tym pomieszczeniem nie może przekraczać wartości podanych w tabeli 1.

Tabela 1 Dopuszczalny poziom dźwięku A w pomieszczeniach przeznaczonych do przebywania ludzi PN-87/B-02151/02

Lp.	Przeznaczenie pomieszczenia	Dopuszczalny równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wszystkich źródeł hałasu łącznie LAeq, dB		Dopuszczalny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia od wyposażenia technicznego budynku oraz innych urządzeń w budynku i poza budynkiem			
				Średni poziom dźwięku A, (LAm) (przy hałasie ustalonym) lub równoważny poziom dźwięku A (LAeq) (przy hałasie nieustalonym), dB		Maksymalny poziom dźwięku A, (LAmax), (przy hałasie nieustalonym), dB	
		w dzień	w nocy	w dzień	w nocy	w dzień	w nocy
1	Pomieszczenia mieszkalne w budynkach mieszkalnych, internatach, hotelach kategorii S i I, hotelach robotniczych	40	30	35	25	40	30
2	Pokoje w hotelach kategorii II i niższych	45	35	40	30	45	35
3	Salę wykładowe, audytoria, sale konferencyjne	40	-	35	-	40	-
4	Pomieszczenia do pracy umysłowej wymagającej silnej koncentracji uwagi	35	-	30	-	35	-
5	Pomieszczenia administracyjne bez wewnętrznych źródeł hałasu	40	-	35	-	40	-
6	Pomieszczenia administracyjne z wewnętrznymi źródłami hałasu	45	-	40	-	45	-
7	Salę kawiarniane i restauracyjne	50	-	45	-	-	-

Zawarte w Tabeli 1 dopuszczalne poziomy dźwięku dotyczą wypadkowych poziomów będących sumą zakłóceń pochodzących od różnych źródeł. Poszczególne składniki (źródła zakłóceń) powinny mieć poziomy odpowiednio niższe.

W stołówce ze względu na wielofunkcyjność należy zapewnić dopuszczalny poziom dźwięku zgodnie z tabelą 1 jak dla sal konferencyjnych.

W sali wielofunkcyjnej i absydowej przyjmuje się:



- średni poziom dźwięku tła akustycznego w salach nie może przekraczać wartości NR20,
- maksymalny poziom dźwięku tła akustycznego w salach nie może przekraczać wartości NR25,
- poziom dźwięku tła akustycznego w salach od wyposażenia technicznego budynku nie może przekraczać wartości NR15.

W garderobach przyjmuje się:

- średni poziom dźwięku tła akustycznego w garderobach nie może przekraczać wartości 35 dBA,
- poziom dźwięku tła akustycznego w garderobach od wyposażenia technicznego budynku nie może przekraczać wartości 30 dBA.

b) Pomieszczenia techniczne

Maksymalny poziom dźwięku A w odległości 1 m od urządzenia zainstalowanego w pomieszczeniu technicznym zlokalizowanym w budynku mieszkalnym lub zamieszkania zbiorowego nie może przekraczać wartości podanych w tabeli 2.

Tabela 2 Dopuszczalny maksymalny poziom dźwięku A w odległości 1 m od urządzenia PN-87/B-02151/02

Lp.	Pomieszczenie, charakter pracy urządzenia	Dopuszczalny maksymalny poziom dźwięku A (L_{Amax}), w dB, w odległości 1 m od urządzenia
1	Węzeł cieplny, hydroformia, praca pompy, działanie zaworów	65
2	Transformatornia, praca transformatora przy minimalnych występujących wartościach obciążenia	62
3	Maszynownia dźwigu, praca zespołu napędowego	65
4	Przestrzeń nad dachem budynku, praca wentylatora dachowego	65*

*Wymaganie dotyczy przypadku, gdy hałas pochodzący od wentylatora przenika do pomieszczenia wyłącznie przez instalację wentylacyjną. W przypadku, gdy hałas wentylatora może przenikać do pomieszczeń danego lub innego budynku przez okna, wówczas dopuszczalny poziom dźwięku A w odległości 1 m od wentylatora należy ustalić indywidualnie w zależności od możliwych do zastosowania w konkretnym przypadku zabezpieczeń akustycznych, lecz nie większy niż 65 dB.

W przypadku zastosowania w pomieszczeniach technicznych urządzeń o poziomie dźwięku A w odległości 1 m przekraczającym dopuszczalny poziom określony w normie PN-87/B-02151/02 pomieszczenie techniczne należy wykonać w technologii „pudełka w pudełku”.

4.2. Przegrody między pomieszczeniami

Podstawowe wymagania dotyczące izolacyjności przegród pionowych są wyrażone jako wartości jednolitego wskaźnika R'_{A1} lub R'_{A2} określającego izolacyjność akustyczną od dźwięków powietrznych.



Dla przegród poziomych izolacyjność akustyczną wyraża się jako wskaźnik, R'_{A1} lub R'_{A2} określający izolacyjność akustyczną od dźwięków powietrznych oraz wskaźnik $L'_{n,w}$ określający izolacyjność akustyczną od dźwięków materiałowych.

Wymagana izolacyjność przegród wewnętrznych w budynkach wg Polskiej Normy PN-B-02151-3:1999 podana jest w tabeli 3.

Tabela 3 Wymagana izolacyjność przegród wewnętrznych w budynkach zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych

Rodzaj budynku	Funkcje pomieszczeń rozdzielonych przegrodą		Wymagane wartości wskaźników w dB			
			stropy		ściany bez drzwi	drzwi
			R'_{A1} lub $D_{nT,A1 \text{ min}}$	$L'_{n,w \text{ max}}$	R'_{A1} lub $D_{nT,A1 \text{ min}}$	$R'_{A1 \text{ min}}$
Hotele kategorii trzygwiazdkowej i wyższej	Pokoje hotelowe	Pokoje hotelowe	50	58 ¹	50	2
		Korytarz ³	2	2	45	30-35 ⁴
		Sale telewizyjne, pomieszczenia klubowe	55	53-58 ⁵	55	2
Hotele niższych kategorii, domy czasowe	Pokoje hotelowe	Pokoje hotelowe	50 ⁶	63 ¹	45	30-35 ⁴
		Korytarz ³	2	2	45	25-30 ⁴
		Ogólne sanitariaty	2	2	50	2
		Sale telewizyjne, pomieszczenia klubowe	52	58-63 ⁴	52	2
Domy studenckie	Pokoje hotelowe	Pokoje hotelowe	50 ⁶	63 ¹	45	30-35 ⁴
		Korytarz ³	2	2	45	25-30 ⁴
		Ogólne sanitariaty	2	2	50	2
		Ogólnodostępne pokoje dla rekreacji	50	58-63 ⁷	50	2
		Sale telewizyjne	50	58-63 ⁷	50	2
		Czytelnie, biblioteki	50	63	45	2
		Pomieszczenia gospodarcze	50	58 ⁸	45-50 ⁹	2

¹ W przypadku stropów w pomieszczeniach sanitarnych danego pokoju hotelowego, wskaźnik $L'_{n,w}$ dotyczy przenikania dźwięków uderzeniowych do pokoi sąsiednich w kierunku poziomym i ukośnym.

² Jeżeli wystąpi taki przypadek to wymaganie należy ustalić indywidualnie.

³ Jeżeli pomieszczenie jest oddzielone od korytarza ogólnego korytarzem wewnętrznym, wymagania dotyczą izolacyjności akustycznej układu łącznie z wewnętrznym korytarzem

⁴ Większe wartości wskaźnika – zalecane.

⁵ Mniejsze wartości wskaźnika dotyczą przypadku usytuowania sali telewizyjnej lub pomieszczenia klubowego nad pokojem hotelowym.

⁶ Stropy w pomieszczeniach sanitarnych w obrębie danego pokoju hotelowego, przez które przechodzą pionory instalacyjne, mogą charakteryzować się wartością wskaźnika R'_{A1} zmniejszoną o wartość do 4 dB.

⁷ Mniejsza wartość wskaźnika dotyczy przypadku usytuowania ogólnodostępnego pokoju dla rekreacji (sala telewizyjna) nad pokojem hotelowym.

⁸ Wskaźnik dotyczy przenikania dźwięków uderzeniowych z podłogi pomieszczenia hałaśliwego do pomieszczenia chronionego pod względem akustycznym (bez względu na jego usytuowanie w stosunku do pomieszczenia hałaśliwego).

⁹ Przyjmuje się indywidualnie, w granicach podanych w tablicy, w zależności od rodzaju pomieszczenia gospodarczego.



Budynki administracyjne	Pokoje do pracy administracyjnej	Pokoje do pracy administracyjnej	45	63	35	20-25 ⁴
		Pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi, gabinety dyrektorskie	50	63	45	25-30 ⁴
		Korytarz	2	2	35	20
	Pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi, gabinety dyrektorskie	Pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi, gabinety dyrektorskie	50	63	45	25-30 ⁴
		Korytarz	2	2	40	25
	Ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne	Wszystkie inne pomieszczenia do pracy	2	2	50	2

4.3. Przegrody zewnętrzne

Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona ścian zewnętrznych z oknami wg tabeli 5 normy PN-B-02151-3:1999 podana jest w tabeli 4.

Wymaganą izolacyjność akustyczną ścian zewnętrznych i stropodachów uzależnia się od miarodajnego poziomu dźwięku A hałasu zewnętrznego wyznaczonego w zależności od rodzaju źródła hałasu zewnętrznego występującego w odległości 2 m od fasady budynku na poziomie rozpatrywanego fragmentu przegrody zewnętrznej.

Jako miarodajny poziom dźwięku A hałasu zewnętrznego pochodzącego od wszystkich źródeł, z wyjątkiem ruchu lotniczego, należy przyjmować:

- dla pory dziennej – równoważny poziom dźwięku A określony dla ośmiu kolejnych najniekorzystniejszych godzin między 6:00 a 22:00,
- dla pory nocnej – równoważny poziom dźwięku A wyznaczony dla jednej najniekorzystniejszej godziny między 22:00 a 6:00.

Tabela 4 Wymagana izolacyjność przegród zewnętrznych w budynkach zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.

Rodzaj budynku	Przegroda zewnętrzna w pomieszczeniu	Minimalny wskaźnik oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R'_{A2} lub R'_{A1} w decybelach, w zależności od miarodajnego poziomu dźwięku A w decybelach w ciągu dnia/nocy na zewnątrz budynku						
	Dzień	do 45	od 46 do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70	od 71 do 75
	Noc	do 35	od 36 do 40	od 41 do 45	od 46 do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65
Budynki hotelowe kategorii trzygwiazdkowej i wyższej, internaty	Pokoje hotelowe ¹⁰	20	20	23	23	28	33	38
	Pomieszczenia gospodarcze, klatki schodowe	Nie stawia się wymagań						
Budynki hotelowe kategorii niższych niż trzygwiazdkowe	Pokoje hotelowe ¹⁰	20	20	20	23	23	28	33
	Pomieszczenia gospodarcze, klatki schodowe	Nie stawia się wymagań						
Budynki administracyjne	Pokoje do pracy wymagającej koncentracji uwagi	20	20	23	23	28	33	38
	Pokoje do pracy administracyjnej, pomieszczenia administracyjne w obiektach tymczasowych	20	20	20	20	23	28	33
Wszystkie rodzaje budynków	Sale kawiarniane i restauracyjne, sale sklepowe	20	20	20	20	20	23	28

¹⁰ Należy wyznaczyć minimalną wartość wskaźnika w zależności od miarodajnego poziomu dźwięku A odrębnie dla dnia i nocy i jako wymaganie należy przyjąć tę wartość wskaźnika, która jest wyższa.



Oznaczenia i pojęcia występujące w tabeli 4 definiuje norma PN-B-02151-3:1999.

R_w – ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej

K – poprawka uwzględniająca wpływ bocznego przenoszenia dźwięku

$R'_w = R_w - K$: ważony wskaźnik przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej

C – widmowy wskaźnik adaptacyjny

C_{tr} – widmowy wskaźnik adaptacyjny

$D_{nT,w}$ – ważony wskaźnik wzorcowej różnicy poziomów

$R'_{A1} = R'_w + C$: wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej wg PN-EN ISO 717-1, stosuje się do przenoszenia dźwięków powietrznych przez ściany wewnętrzne i stropy oraz okna i drzwi wewnętrzne.

$D_{nT,A1} = D_{nT,w} + C$: wskaźnik oceny wzorcowej różnicy poziomów wg PN-EN ISO 717-1, stosuje się do przenoszenia dźwięków powietrznych przez ściany wewnętrzne i stropy, wskaźnik ten przyjmuje się w tych przypadkach, gdy przylegające pomieszczenia są w stosunku do siebie przesunięte tak, że wspólna część przegrody stanowi tylko fragment stropu lub pomieszczenia lub jeżeli powierzchnia wspólnej części przegrody jest mniejsza od 10 m².

$L'_{n,w}$ – wskaźnik ważony poziomu uderzeniowego znormalizowanego przybliżonego wg PN-EN ISO 717-2, stosuje się do przenoszenia dźwięków uderzeniowych przez stropy.

$R'_{A2} = R'_w + C_{tr}$ – wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej wg PN-EN ISO 717-1, stosuje się do przenoszenia dźwięków powietrznych przez ściany zewnętrzne, stropodachy bez okien lub z oknami oraz okna w przegrodzie zewnętrznej.

Jeżeli w pomieszczeniu znajduje się więcej niż jedna przegroda zewnętrzna z oknami, to powyższe wymagania należy zwiększyć o wartość $10 \log n$ (n - liczba przegród zewnętrznych z oknami w danym pomieszczeniu).

Izolacyjność akustyczna ścian zewnętrznych bez szklenia wyrażona za pomocą wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A2} powinna być o 10 dB większa od podanej wartości wypadkowej.

4.4. Ochrona budynków sąsiadujących od hałasu emitowanego przez projektowany obiekt

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (wraz z późn. zm.) (Dz.U. 07.120.826, Dz. U. 2012 poz. 1109) określa dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku powodowanego przez poszczególne grupy źródeł hałasu - z wyłączeniem hałasu powodowanego przez linie elektroenergetyczne oraz starty, lądowania i przeloty statków powietrznych.



Tabela 5 Dopuszczalne poziomy zakłóceń akustycznych emitowanych do środowiska

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		LAeq D przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom	LAeq N przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	LAeq D przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	LAeq N przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna "A" uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40
2	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej b) Tereny zabudowy związanej ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży ¹¹ c) Tereny domów opieki społecznej d) Tereny szpitali w miastach	61	56	50	40
3	a) Tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego b) Tereny zabudowy zagrodowej c) Tereny rekreacyjno-wypoczynkowe ¹¹ d) Tereny mieszkaniowo-usługowe	65	56	55	45
4	Tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców ¹²	68	60	55	45

¹¹ W przypadku niewykorzystywania tych terenów, zgodnie z ich funkcją, w porze nocy, nie obowiązuje na nich dopuszczalny poziom hałasu w porze nocy.

¹² Strefa śródmiejska miast powyżej 100 tys. mieszkańców to teren zwartej zabudowy mieszkaniowej z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych. W przypadku miast, w których występują dzielnice o liczbie mieszkańców pow. 100 tys., można wyznaczyć w tych dzielnicach strefę śródmiejską, jeżeli charakteryzuje się ona zwartą zabudową mieszkaniową z koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych.



Teren planowanej inwestycji zlokalizowany jest na terenie miasta Poznania. W sąsiedztwie Inwestycji znajdują się:

- zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna od strony alei Niepodległości, ulicy Kościuszki i Nowowiejskiego,
- zabudowa dydaktyczna od strony ulicy Libelta.

Zaprojektowane urządzenia wyposażenia technicznego inwestycji nie powinny powodować przekroczenia dopuszczalnych poziomów dźwięku w środowisku określonych powyżej.

5. Określenie istniejących warunków akustycznych na terenie inwestycji

O warunkach akustycznych w otoczeniu projektowanego budynku decyduje hałas drogowy od alei Niepodległości.

5.1. Pomiary równoważnego poziomu dźwięku

5.1.1. Warunki pomiarowe

W celu określenia aktualnych warunków akustycznych w otoczeniu projektowanego budynku przeprowadzono w dniu 15.12.2014 orientacyjne pomiary hałasu komunikacyjnego w porze nocnej i dziennej. W trakcie wykonywania pomiarów spełnione były następujące wymogi:

- o Pomiary równoważnego poziomu dźwięku przeprowadzono w godzinie 5:00-6:00 oraz w godzinach 6:00 – 8:00.
- o Pomiar przeprowadzano w 2 punktach pomiarowych PKT1 i PKT2 od strony alei Niepodległości.
- o Przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów miernik skalibrowano przy użyciu kalibratora. Wartość poprawki kalibracyjnej wynosiła 0,2 dB.
- o Ustawienia miernika: charakterystyka korekcyjna A, stała czasowa FAST.
- o Jednocześnie prowadzono pomiary natężenia ruchu komunikacyjnego na ulicy Niepodległości.

W dniu 16.12.2014 przeprowadzono pomiary hałasu komunikacyjnego w porze dziennej na elewacjach projektowanego budynku. W trakcie wykonywania pomiarów spełnione były następujące wymogi:

- o Pomiary równoważnego poziomu dźwięku przeprowadzono w godzinach 10:00 – 12:00.
- o Pomiar przeprowadzano w 8 punktach pomiarowych PKT3 – PKT10 od strony alei Niepodległości i w 3 punktach pomiarowych PKT11 – PKT13 od strony przeciwnej budynku. Punkty pomiarowe zlokalizowane były na wysokości piętra +1, +3 i +4.
- o Przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów miernik skalibrowano przy użyciu kalibratora. Wartość poprawki kalibracyjnej wynosiła 0,1 dB.
- o Ustawienia miernika: charakterystyka korekcyjna A, stała czasowa FAST.

5.1.2. Urządzenia pomiarowe

Do przeprowadzenia pomiarów wykorzystywano sprzęt pomiarowy i kalibracyjny klasy I (tabela 6, 7).

Tabela 6 Informacje sprzęt pomiarowy

Nazwa aparatury pomiarowej:	Miernik poziomu dźwięku
Producent:	SVANTEK Sp.z o.o.
Typ:	SVAN 955



Nr seryjny:	14363
Mikrofon typ:	ACO 7052S_I
Nr seryjny:	35183
Przedwzmacniacz typ:	SV 12L
Nr seryjny:	18435
Nr świadectwa wzorcowania:	2109/2013; 22.10.2013

Tabela 7 Informacje sprzęt pomiarowy

	Kalibrator akustyczny
Producent:	SVANTEK Sp.z o.o.
Typ:	SV30A
Nr seryjny:	24594
Nr świadectwa wzorcowania:	2145/K/2013; 25.10.2013

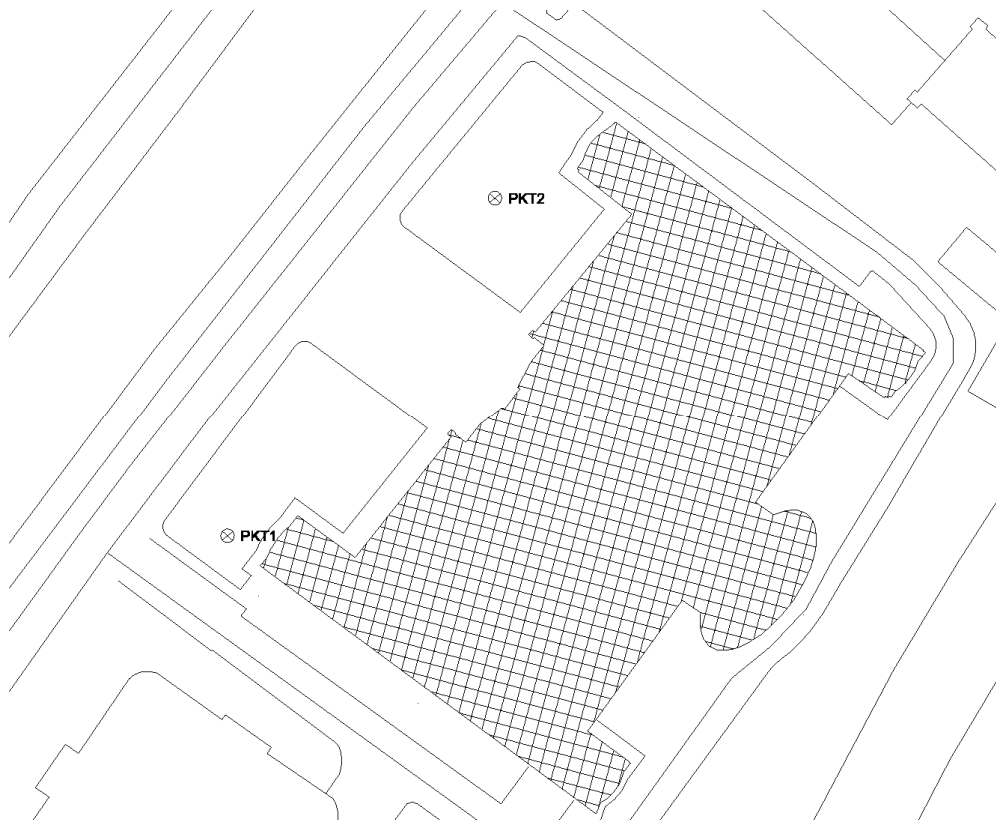
Tabela 8 Informacje sprzęt pomiarowy

Nazwa akcesoriów aparatury pomiarowej:	Oslona przeciwwietrzna na mikrofon
--	------------------------------------

5.1.3. Punkty pomiarowe

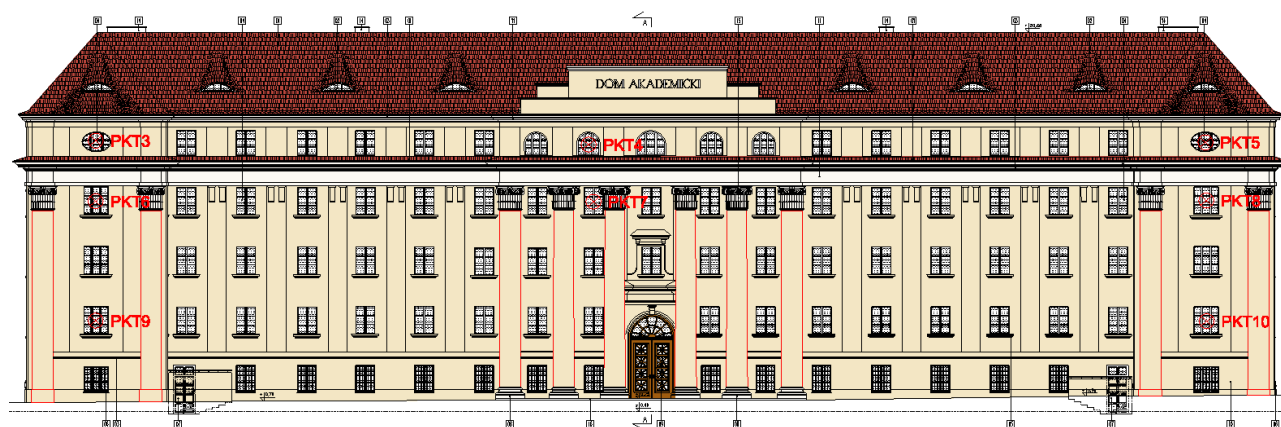
15.12.2014 pomiary równoważnego poziomu dźwięku przeprowadzono w 2 punktach pomiarowych PKT1 i PKT2. Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na rysunku 1. Punkty pomiarowe zlokalizowano od strony alei Niepodległości na wysokości 1,2 m. Jednocześnie wykonywano pomiary natężenia ruchu komunikacyjnego wzdłuż alei Niepodległości w obu kierunkach.



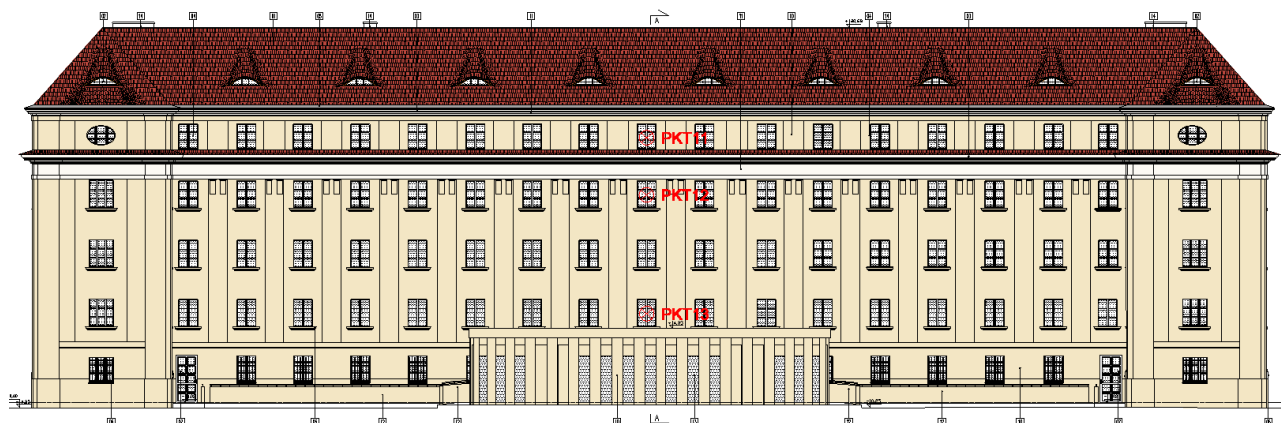


Rysunek 1 Lokalizacja punktów pomiarowych PKT1 i PKT2

16.12.2014 pomiary równoważnego poziomu dźwięku przeprowadzono w 8 punktach pomiarowych PKT3 – PKT10 od strony alei Niepodległości i w 3 punktach pomiarowych PKT11 - PKT13 od strony przeciwnej budynku. Punkty pomiarowe zlokalizowane były na wysokości piętra +1, +3 i +4, w odległości 0,5 m od elewacji.



Rysunek 2 Lokalizacja punktów pomiarowych PKT3 – PKT10



Rysunek 3 Lokalizacja punktów pomiarowych PKT11 – PKT13

5.1.4. Wyniki

Zakres pomiarów hałasu w każdym punkcie obejmował określenie:

- równoważnego poziomu dźwięku $A L_{Aeq}$ w dB

Wyniki pomiarów hałasu komunikacyjnego w poszczególnych punktach pomiarowych przedstawiono w tabeli 9 i 10.

Tabela 9 Wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku w PKT1 i PKT2

Lp.	Lokalizacja punktu pomiarowego	Godzina 5:00-5:30	Godzina 5:30-6:00	Godzina 6:00-7:00	Godzina 7:00-8:00
1	2	3	4	5	6
WYNIKI POMIARÓW					
P1	Przy alei Niepodległości	64,8	65,6	-	66,6
P2	Przy alei Niepodległości	-	-	65,2	-

Decydujący o doborze stolarki okiennej dla pokoi hotelowych i studenckich jest ruch komunikacyjny w porze nocnej, dla pozostałych pomieszczeń ruch komunikacyjny w porze dziennej.

Tabela 10 Wyniki pomiarów równoważnego poziomu dźwięku na elewacji budynku

Lp.	Lokalizacja punktu pomiarowego	$L_{Aeq,sr}$ w dBA
1	2	3
P3	Elewacja frontowa, poziom +4, 0,5 m od elewacji	67,7
P4	Elewacja frontowa, poziom +4, 0,5 m od elewacji	67,1
P5	Elewacja frontowa, poziom +4, 0,5 m od elewacji	70,0
P6	Elewacja frontowa, poziom +3, 0,5 m od elewacji	68,0
P7	Elewacja frontowa, poziom +3, 0,5 m od elewacji	68,6
P8	Elewacja frontowa, poziom +3, 0,5 m od elewacji	67,2

P9	Elewacja frontowa, poziom +1, 0,5 m od elewacji	67,7
P10	Elewacja frontowa, poziom +1, 0,5 m od elewacji	67,9
P11	Elewacja tylna, poziom +4, 0,5 m od elewacji	53,8
P12	Elewacja tylna, poziom +3, 0,5 m od elewacji	52,0
P13	Elewacja tylna, poziom +1, 0,5 m od elewacji	51,8

5.2. Pomiary natężenia ruchu

5.2.1. Warunki pomiarowe

W celu określenia aktualnych warunków akustycznych w otoczeniu projektowanego budynku przeprowadzono w dniu 15.12.2014 pomiary natężenia ruchu pojazdów w ciągu ulicy Al. Niepodległości.

Pomiary przeprowadzono w godzinach 5:00 – 6:00 oraz 6:00 – 8:00.

5.2.2. Wyniki pomiarów natężenia ruchu

Tabela 11 Natężenie ruchu wzdłuż alei Niepodległości

Godzina pomiarów	Kierunek	Natężenie ruchu pojazdów osobowych/h	Natężenie ruchu pojazdów ciężarowych, dostawczych i autobusów/h
1	2	3	4
WYNIKI POMIARÓW			
5:00 – 5:30	W kierunku ulicy Solnej	158	13
	W kierunku ulicy Libelta	102	16
5:30 – 6:00	W kierunku ulicy Solnej	139	7
	W kierunku ulicy Libelta	165	23
6:00 – 7:00	W kierunku ulicy Solnej	864	20
	W kierunku ulicy Libelta	868	48
7:00 – 8:00	W kierunku ulicy Solnej	1316	18
	W kierunku ulicy Libelta	1018	34

6. Analiza obliczeniowa emisji hałasu komunikacyjnego na terenie Inwestycji

6.1. Metodyka obliczeń

Imisję hałasu komunikacyjnego na terenie inwestycji oraz wartości poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego przy elewacjach projektowanego budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu określono metodą obliczeniową. Analizę akustyczną wykonano za pomocą oprogramowania IMMI 2013. Obliczenia emisji hałasu drogowego wykonano metodą „NMPB”, według standardu XPS 31-133.

Trójwymiarowy model emisji hałasu w programie komputerowym IMMI uwzględnia:

- ruch komunikacyjny na ulicy Niepodległości oraz przewidywany ruch odbywający się na wewnętrznych drogach na terenie inwestycji,
- warunki zagospodarowania mające wpływ na sposób rozchodzenia się dźwięku.

6.2. Parametry obliczeń

Średni współczynnik tłumienności gruntu założono 0,6 a średni współczynnik pochłaniania przez fasady 0,25. Założone warunki meteorologiczne: temperatura 10 °C, wilgotność 70 %.

Obliczenia map hałasu wykonane zostały dla siatki punktów 5 m x 5 m zlokalizowanych na wysokości 4 m i 15 m nad poziomem terenu. Obliczenia w siatce punktów obserwacji wykonano dla pory dziennej i nocnej.

6.3. Dane wyjściowe do analizy obliczeniowej

W oparciu o wyniki pomiarów akustycznych przeprowadzono analizę imisji hałasu na terenie inwestycji. Do modelu obliczeniowego przyjęto dane wejściowe wyznaczone podczas pomiarów akustycznych. Prędkość poruszania się pojazdów wzdłuż alei Niepodległości przyjęto 50 km/h w godzinie nocnej i 30 km/h w porze dziennej. Natężenie i prędkość poruszania się po terenie inwestycji przyjęto następująco:

- Natężenie ruchu na terenie inwestycji w godzinie dziennej – 30 samochodów osobowych/h
- Natężenie ruchu na terenie inwestycji w godzinie nocnej – 2 samochody osobowe/h
- Prędkość poruszania się po terenie inwestycji – 20 km/h

Obliczenia wykonano w punktach obserwacji zlokalizowanych w odległości 2 m od elewacji projektowanych budynków. Punkty umieszczono na wysokości każdego piętra. Wyniki obliczeń poziomu hałasu komunikacyjnego w punktach przedstawiono na rysunkach.

Obliczenia warunków akustycznych dokonano również dla siatki punktów 5 m x 5 m zlokalizowanych na wysokości 4 m i 15 m nad poziomem terenu. Obliczenia w siatce punktów obserwacji wykonano dla pory dnia i nocy.

6.4. Przewidywane poziomy dźwięku przy elewacjach projektowanego budynku

Rysunki obrazujące rozkład równoważnego poziomu dźwięku wynikający z emisji hałasu komunikacyjnego w porze dziennej i nocnej na terenie inwestycji i w otoczeniu z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego stanowią:

- **Rysunek 4** Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +1. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.
- **Rysunek 5** Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +2. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.
- **Rysunek 6** Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +3. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.
- **Rysunek 7** Spodziewane wartości równoważnego poziomu dźwięku A hałasu komunikacyjnego L_{Aeq} w punktach obliczeniowych przy elewacjach budynku Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu na wysokości kondygnacji +4. Wyniki dla pory dziennej/nocnej.
- **Rysunek 8** Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 4 m. Pora dzienna.

- **Rysunek 9** Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 4 m. Pora nocna.
- **Rysunek 10** Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 15 m. Pora dzienna.
- **Rysunek 11** Mapa akustyczna z zasięgiem stref spodziewanego hałasu komunikacyjnego na terenie Domu Studenckiego Hanka przy alei Niepodległości w Poznaniu i w otoczeniu, z uwzględnieniem docelowego układu urbanistycznego, na wysokości + 15 m. Pora nocna.

7. Określenie wymagań akustycznych dla przegród zewnętrznych projektowanych budynków

Zgodnie z normą jeżeli w hałasie zewnętrznym dominują źródła przypisane w normie PN-EN ISO 717-1 widmowemu wskaźnikowi adaptacyjnemu C_{tr} to do oceny izolacyjności akustycznej przegród zewnętrznych stosuje się wskaźnik oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A2} . Na podstawie obliczonych poziomów dźwięku A określono minimalne wartości wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej R'_{A2} [5] dla ścian zewnętrznych z oknami.

Określenie wymaganych wartości izolacyjności akustycznych odbywa się w oparciu o normę [5] – tabela 3. Na podstawie obliczeń poziomu hałasu komunikacyjnego w punktach obserwacji określono minimalny wskaźnik oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej R'_{A2} dla poszczególnych elewacji.

Wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej dla poszczególnych elewacji przedstawiono na rysunkach 12 – 14:

- **Rysunek 12** Rzut kondygnacji 0. Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona elewacji dla parteru.
- **Rysunek 13** Rzut kondygnacji 1. Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona elewacji dla kondygnacji 1.
- **Rysunek 14** Rzut kondygnacji 2. Wymagana wypadkowa izolacyjność akustyczna właściwa przybliżona elewacji dla kondygnacji 2-4.

7.1. Część pełna przegród zewnętrznych

Wymagany wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej części pełnej przegrody zewnętrznej, gdy okna stanowią nie więcej niż 50% wielkości powierzchni przegrody zewnętrznej w pomieszczeniu, wynosi:

- Dla wymaganego wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A2} = 38$ dB wymagany wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej części pełnej przegrody zewnętrznej wynosi $R_{A2} = 45$ dB
- Dla wymaganego wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A2} = 33$ dB wymagany wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej części pełnej przegrody zewnętrznej wynosi $R_{A2} = 40$ dB

- o Dla wymaganego wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A2} = 28$ dB wymagany wskaźnik oceny izolacyjności akustycznej części pełnej przegrody zewnętrznej wynosi $R_{A2} = 35$ dB

Wymienione przypadki zostały zaznaczone na rysunkach 12 – 14.

UWAGA:

Jeżeli w pomieszczeniu znajduje się więcej niż jedna przegroda zewnętrzna z oknami (np. pomieszczenia narożne lub pomieszczenia zajmujące cały trakt), to wymagania należy zwiększyć o wartość $10 \lg n$ (n-liczba przegród zewnętrznych z oknami w danym pomieszczeniu) w stosunku do wymagań podanych w punkcie 7.1.

7.2. Okna i nawietrzaki

Parametry akustyczne dla stolarki i nawiewników określono dla 4 wariantów w zależności od procentowego udziału powierzchni okien w stosunku do powierzchni ścian zewnętrznych w pomieszczeniach:

- procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 20 %
- procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 30 %
- procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 40 %
- procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 50 %

Aby uzyskać wymagany wskaźnik wypadkowej izolacyjności akustycznej elewacji zaleca się, aby wartości minimalnego wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej okien R_{A2} i wartości znormalizowanej różnicy poziomów $D_{n,e,w}$ nawiewników (minimalne wartości dla znormalizowanej różnicy poziomów dźwięku z deklaracji dostawcy) wynosiły odpowiednio:

- o Dla wymaganego wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A2} = 38$ dB:
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 20%
- okno – $R_{A2} \geq 40$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 30%
- okno – $R_{A2} \geq 40$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 40%
- okno – $R_{A2} \geq 40$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 50%
- okno – $R_{A2} \geq 40$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;

Dodatkowo za wszystkimi nawiewnikami należy wykonać tłumik akustyczny zgodnie z detalem architektonicznym.

- o Dla wymaganego wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A2} = 33$ dB:
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 20%
- okno – $R_{A2} \geq 30$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 40$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 30%
- okno – $R_{A2} \geq 32$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 40%

- okno – $R_{A2} \geq 35$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;
- Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 50%
 - okno – $R_{A2} \geq 37$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;
- Dla wymaganego wskaźnika oceny wypadkowej izolacyjności akustycznej właściwej przybliżonej $R'_{A2} = 28$ dB:
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 20%
 - okno – $R_{A2} \geq 27$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 33$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 30%
 - okno – $R_{A2} \geq 27$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 37$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 40%
 - okno – $R_{A2} \geq 28$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 38$ dB;
 - Procentowy udział okien do powierzchni ściany zewnętrznej do 50%
 - okno – $R_{A2} \geq 28$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;

Jeżeli w pomieszczeniu znajduje się więcej niż jedna przegroda zewnętrzna z oknami (np. pomieszczenia narożne lub pomieszczenia zajmujące cały trakt), to wymagania należy zwiększyć o wartość $10 \lg n$ (n-liczba przegród zewnętrznych z oknami w danym pomieszczeniu) w stosunku do wymagań podanych na rysunkach 12-14.

W celu ujednolicenia wymagań w zakresie parametrów akustycznych dla okien i nawiewników elewacje budynku podzielono na 3 strefy:

- A. strefa o najwyższych wymaganiach akustycznych: elewacja frontowa oraz elewacje boczne na długości dwóch pokoi (licząc od strony alei Niepodległości):
 - okno – $R_{A2} \geq 40$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB; za każdym nawiewnikiem należy wykonać tłumik akustyczny;
- B. strefa o średnich wymaganiach akustycznych: elewacje boczne (poza zakresem wymienionym w punkcie A) oraz wysunięte fragmenty elewacji tylnej:
 - okno – $R_{A2} \geq 37$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;
- C. strefa o najniższych wymaganiach akustycznych: elewacja tylna (poza zakresem wymienionym w punkcie B) oraz elewacje od strony dziedzińca:
 - okno – $R_{A2} \geq 28$ dB; nawiewnik - $D_{n,e,w} \geq 41$ dB;

Podział elewacji na strefy oraz wymagane parametry akustyczne dla okien i nawiewników przedstawiono na rysunku 15:

- **Rysunek 15** Rzut kondygnacji +2. Wymagane parametry akustyczne dla okien i nawiewników na kondygnacjach 0 - 4.

Okna w sali absydowej należy wykonać o izolacyjności akustycznej $R_{A2} \geq 40$ dB.

UWAGA:

Wskazane wartości izolacyjności akustycznej dotyczą całych okien (razem z ramą okienną, okuciem, oszkleniem itp.).

Nie dopuszcza się ofert od dostawców przedstawiających deklaracje tylko dla szklenia, gdyż nie są w niej uwzględnione wpływy ramy i okucia na parametr wyrobu budowlanego, jakim jest okno jako całość.

8. Charakterystyka inwestycji pod kątem emisji hałasu do środowiska

Źródłami emitującymi hałas do środowiska z inwestycji są:

- urządzenia wyposażenia technicznego budynku (czerpnia i wyrzutnia terenowa, centrala wentylacyjna, skraplacze, jednostki zewnętrzne klimatyzacji, czerpni murowane, kominy wyrzutowe),
- ruch samochodowy po terenie inwestycji.

Zestawienie źródeł hałasu instalacyjnego wraz z dopuszczalnymi poziomami mocy akustycznej przedstawia tabela 13.

Tabela 13 Źródła emisji hałasu instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej z terenu inwestycji

Lp.	Opis źródła	Urządzenie	Lokalizacja źródła	Dopuszczalny poziom mocy akustycznej w godzinach 6:00-22:00 L_w [dBA]	Oslabienie nocne 22:00-6:00 [dB]
1.	Wyrzutnia terenowa	NW-R	0,5m nad powierzchnią terenu	80	10
2.		NW-F			
3.		NW-C			
4.		NW-S			
5.	Czerpnia terenowa	N-OK	0,5m nad powierzchnią terenu	70	0
6.		NW-A			
7.		NW-R			
8.		NW-F			
9.		NW-C			
10.		NW-S			
11.	Zdalny skraplacz	Zdalny skraplacz	W fosie budynku	74	0
12.	Centrala nawiewno-wywiewna	NW-A	W fosie budynku	67	0
13.	Zewnętrzna jednostka klimatyzacyjna	JZ-DSO	W fosie budynku	68*	15
14.	Zewnętrzna jednostka klimatyzacyjna	JZ1	W fosie budynku	71*	15
15.	Zewnętrzna jednostka klimatyzacyjna	JZ2	W fosie budynku	69*	15
16.	Zewnętrzna jednostka klimatyzacyjna	JZ3	W fosie budynku	73*	15
17.	Zewnętrzna jednostka klimatyzacyjna	JZ4	W fosie budynku	65*	15
18.	Zewnętrzna jednostka	JZ5	W fosie budynku	75*	15

	klimatyzacyjna				
20.	Komin wyrzutowy	WW12	Komin na dachu K1	73	0
21.		WW13			
23.		WW19			
24.		WW20			
25.	Komin wyrzutowy	WW15	Komin na dachu K2	73	0
26.		WW16			
27.		WW24			
28.	Komin wyrzutowy	W-J	Komin na dachu K3	73	0
29.		NW-T			
30.		W-A3			
31.		WW21			
32.	Komin wyrzutowy	NW-T	Komin na dachu K4	73	0
33.		WW17			
34.	Komin wyrzutowy	W-A2	Komin na dachu K5	73	0
35.		W-A4			
36.		W-B			
37.		WW18			
38.	Komin wyrzutowy	W-OK	Komin na dachu K6	73	0
		WW-25			
39.	Komin wyrzutowy	W-A1	Komin na dachu K7	73	0
40.		WW9			
41.		WW23			
		WW10			
43.	Czerpnia murowana	NW-T	Czerpnia murowana zakończona pod okapem dachu	70	0
44.	Czerpnia murowana	NW-T	Czerpnia murowana zakończona pod okapem dachu	70	0

*Ze względu na mało precyzyjne dane przyjęto, iż podane wartości to poziom ciśnienia dźwięku w odległości 1 m od urządzenia i na tej podstawie wyznaczono poziom mocy akustycznej L_{WA}

Źródła pracujące jedynie w sytuacjach awaryjnych (pożar) nie były brane pod uwagę przy analizie emisji hałasu.

Natężenie i prędkość poruszania się po terenie inwestycji przyjęto następująco:

- Natężenie ruchu na terenie inwestycji w godzinie dziennej – 30 samochodów osobowych/h
- Natężenie ruchu na terenie inwestycji w godzinie nocnej – 2 samochody osobowe/h
- Prędkość poruszania się po terenie inwestycji – 20 km/h

8.1. Rozwiązania ograniczające emisję hałasu do środowiska

W celu ograniczenia hałasu emitowanego do środowiska przez inwestycję i zachowania dopuszczalnych poziomów dźwięku zgodnych z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14.06.2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (wraz z późn. zm.) należy zastosować tłumiki akustyczne na czerpniach i wyrzutniach terenowych oraz na kominach wyrzutowych zapewniające osiągnięcie poziomów mocy akustycznej nieprzekraczających wartości podanych w tabeli 13.

8.2. Analiza emisji hałasu z terenu inwestycji

Zasięg oddziaływania hałasu określony został na podstawie obliczeń z wykorzystaniem trójwymiarowego modelu emisji hałasu w programie komputerowym IMMI, który uwzględnia:

- wszystkie określone w punkcie 8 źródła hałasu związane z funkcjonowaniem obiektu,
- warunki zagospodarowania mające wpływ na sposób rozchodzenia się dźwięku.

Średni współczynnik tłumienności gruntu założono 0,6 a średni współczynnik pochłaniania przez fasady 0,20. Założone warunki meteorologiczne: temperatura 10 °C, wilgotność 70 %.

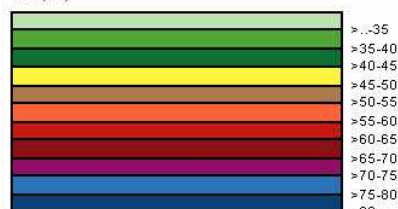
Obliczenia map hałasu wykonane zostały dla siatki punktów 5 m x 5 m zlokalizowanych na wysokości 4 m i 20 m nad poziomem terenu. Obliczenia w siatce punktów obserwacji wykonano dla pory dnia i nocy.

Obliczenia emisji hałasu drogowego wykonano metodą „NMPB”, według standardu XPS 31-133, natomiast obliczenia emisji hałasu instalacyjnego przeprowadzono w oparciu o model propagacji dźwięku określony normą PN-ISO 9613-2 „Akustyka. Tłumienie dźwięku podczas propagacji w przestrzeni otwartej. Ogólna metoda obliczeniowa”.

Metody te zalecane są w krajach Unii Europejskiej do obliczeń emisji hałasu drogowego i przemysłowego dyrektywą 2002/49/WE z dnia 25 czerwca 2002 r.



Dzień
Poziom
dB(A)

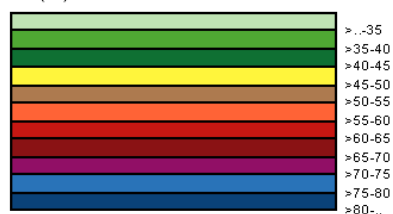


Rysunek 16 Emisja hałasu do środowiska dla pory dziennej po wprowadzeniu rozwiązań ograniczających emisję hałasu do środowiska na wysokości 4 m





Noc
Poziom
dB(A)



Rysunek 17 Emisja hałasu do środowiska dla pory nocnej po wprowadzeniu rozwiązań ograniczających emisję hałasu do środowiska na wysokości 4 m



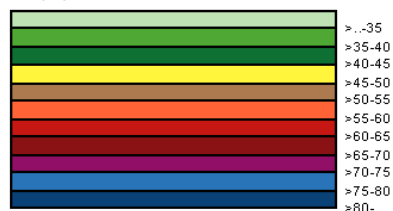
Dzień
Poziom
dB(A)



Rysunek 18 Emisja hałasu do środowiska dla pory dziennej po wprowadzeniu rozwiązań ograniczających emisję hałasu do środowiska na wysokości 20 m



Noc
Poziom
dB(A)



Rysunek 19 Emisja hałasu do środowiska dla pory nocnej po wprowadzeniu rozwiązań ograniczających emisję hałasu do środowiska na wysokości 20 m

Dodatkowo obliczenia wykonano w punktach obserwacji zlokalizowanych przy elewacjach najbliższych budynków. Przyjęto następującą lokalizację punktów pomiarowych:

- 2 punkty pomiarowe przy elewacji budynku wielorodzinnego B1, każdy punkt na wysokości 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m i 24 m nad poziomem terenu,
- 4 punkty pomiarowe przy elewacji budynku wielorodzinnego B2, każdy punkt na wysokości 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m i 24 m nad poziomem terenu,
- 7 punktów pomiarowych przy elewacji budynku wielorodzinnego B3, każdy punkt na wysokości 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m i 24 m nad poziomem terenu,
- 3 punkty pomiarowe przy elewacji budynku wielorodzinnego B4, każdy punkt na wysokości 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m i 24 m nad poziomem terenu,
- 2 punkty pomiarowe przy elewacji budynku akademickiego B5, każdy punkt na wysokości 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m i 24 m nad poziomem terenu.



Rysunek 20 Lokalizacja punktów pomiarowych

Ocenę hałasu wykonano na podstawie porównania uzyskanych wskaźników hałasu dla pory dnia (L_{AeqD}) i pory nocy (L_{AeqN}) z dopuszczalnymi wartościami poziomu hałasu.

Porównanie obliczonych poziomów hałasu z wartościami dopuszczalnymi dla terenów chronionych przedstawiono w tabeli 14.

Tabela 14 Wyniki obliczeń w punktach obserwacji po wprowadzeniu rozwiązań ograniczających emisję hałasu do środowiska

Punkt odbiorczy	Wysokość punktu	Dzień			Noc		
		Poziom dopuszczalny $L_{AeqD,dop}$	Poziom obliczony L_{AeqD}	Przekroczenie ΔL_{AeqD}	Poziom dopuszczalny $L_{AeqN,dop}$	Poziom obliczony L_{AeqN}	Przekroczenie ΔL_{AeqN}
	/m	/dB(A)	/dB(A)	/dB	/dB(A)	/dB(A)	/dB
B1_P1	4,00	55,0	54,9	-	45,0	44,5	-
	8,00	55,0	54,2	-	45,0	43,8	-
	12,00	55,0	53,3	-	45,0	43,1	-
	16,00	55,0	52,4	-	45,0	42,5	-
	20,00	55,0	51,6	-	45,0	42,5	-
	24,00	55,0	50,8	-	45,0	42,5	-
B1_P2	4,00	55,0	53,9	-	45,0	42,9	-
	8,00	55,0	53,5	-	45,0	43,0	-
	12,00	55,0	53,0	-	45,0	42,6	-
	16,00	55,0	52,3	-	45,0	42,5	-
	20,00	55,0	51,6	-	45,0	42,7	-
	24,00	55,0	50,9	-	45,0	43,1	-
B2_P1	4,00	55,0	51,5	-	45,0	41,5	-
	8,00	55,0	51,4	-	45,0	41,8	-
	12,00	55,0	51,1	-	45,0	41,7	-
	16,00	55,0	50,5	-	45,0	41,7	-
	20,00	55,0	50,1	-	45,0	42,1	-
	24,00	55,0	49,6	-	45,0	42,5	-
B2_P2	4,00	55,0	51,9	-	45,0	42,2	-
	8,00	55,0	51,9	-	45,0	42,0	-
	12,00	55,0	51,6	-	45,0	41,7	-
	16,00	55,0	51,2	-	45,0	41,5	-
	20,00	55,0	50,8	-	45,0	41,7	-
	24,00	55,0	50,2	-	45,0	42,0	-
B2_P3	4,00	55,0	51,5	-	45,0	43,0	-
	8,00	55,0	51,4	-	45,0	42,5	-
	12,00	55,0	51,2	-	45,0	42,0	-
	16,00	55,0	50,9	-	45,0	41,7	-
	20,00	55,0	50,6	-	45,0	41,5	-
	24,00	55,0	50,2	-	45,0	41,5	-

B2_P4	4,00	55,0	50,1	-	45,0	41,6	-
	8,00	55,0	50,2	-	45,0	41,5	-
	12,00	55,0	50,2	-	45,0	41,3	-
	16,00	55,0	50,0	-	45,0	41,2	-
	20,00	55,0	49,8	-	45,0	41,0	-
	24,00	55,0	49,4	-	45,0	40,8	-
B3_P1	4,00	55,0	53,5	-	45,0	45,0	-
	8,00	55,0	53,1	-	45,0	44,8	-
	12,00	55,0	52,7	-	45,0	44,5	-
	16,00	55,0	52,3	-	45,0	44,1	-
	20,00	55,0	51,8	-	45,0	44,0	-
	24,00	55,0	51,2	-	45,0	43,8	-
B3_P2	4,00	55,0	53,4	-	45,0	44,7	-
	8,00	55,0	53,2	-	45,0	44,5	-
	12,00	55,0	52,7	-	45,0	44,1	-
	16,00	55,0	52,1	-	45,0	44,0	-
	20,00	55,0	51,6	-	45,0	43,8	-
	24,00	55,0	51,2	-	45,0	43,8	-
B3_P3	4,00	55,0	53,4	-	45,0	44,3	-
	8,00	55,0	53,3	-	45,0	44,6	-
	12,00	55,0	52,7	-	45,0	44,4	-
	16,00	55,0	52,3	-	45,0	44,3	-
	20,00	55,0	51,7	-	45,0	44,2	-
	24,00	55,0	51,2	-	45,0	44,3	-
B3_P4	4,00	55,0	53,1	-	45,0	42,4	-
	8,00	55,0	53,1	-	45,0	43,2	-
	12,00	55,0	52,6	-	45,0	43,2	-
	16,00	55,0	52,1	-	45,0	43,4	-
	20,00	55,0	51,7	-	45,0	43,5	-
	24,00	55,0	51,2	-	45,0	43,8	-
B3_P5	4,00	55,0	52,8	-	45,0	41,5	-
	8,00	55,0	52,8	-	45,0	42,5	-
	12,00	55,0	52,5	-	45,0	42,8	-
	16,00	55,0	52,1	-	45,0	43,1	-
	20,00	55,0	51,5	-	45,0	43,2	-
	24,00	55,0	51,1	-	45,0	43,5	-
B3_P6	4,00	55,0	52,1	-	45,0	40,5	-
	8,00	55,0	52,1	-	45,0	41,3	-
	12,00	55,0	51,8	-	45,0	41,9	-
	16,00	55,0	51,5	-	45,0	42,4	-
	20,00	55,0	51,1	-	45,0	42,7	-
	24,00	55,0	50,7	-	45,0	43,3	-



B3_P7	4,00	55,0	51,7	-	45,0	40,0	-
	8,00	55,0	51,8	-	45,0	40,7	-
	12,00	55,0	51,6	-	45,0	41,4	-
	16,00	55,0	51,4	-	45,0	42,2	-
	20,00	55,0	51,0	-	45,0	42,6	-
	24,00	55,0	50,6	-	45,0	42,9	-
B4_P1	4,00	55,0	45,5	-	45,0	35,4	-
	8,00	55,0	45,6	-	45,0	35,7	-
	12,00	55,0	45,7	-	45,0	35,9	-
	16,00	55,0	45,7	-	45,0	36,3	-
	20,00	55,0	45,5	-	45,0	36,5	-
	24,00	55,0	45,6	-	45,0	37,3	-
B4_P2	4,00	55,0	48,5	-	45,0	38,6	-
	8,00	55,0	48,7	-	45,0	39,0	-
	12,00	55,0	48,7	-	45,0	39,7	-
	16,00	55,0	48,6	-	45,0	40,2	-
	20,00	55,0	48,4	-	45,0	40,4	-
	24,00	55,0	48,1	-	45,0	40,1	-
B4_P3	4,00	55,0	50,2	-	45,0	40,0	-
	8,00	55,0	50,2	-	45,0	40,4	-
	12,00	55,0	50,2	-	45,0	41,1	-
	16,00	55,0	50,0	-	45,0	41,5	-
	20,00	55,0	49,8	-	45,0	41,7	-
	24,00	55,0	49,5	-	45,0	41,5	-
B5_P1	4,00	55,0	54,5	-	45,0	42,3	-
	8,00	55,0	53,6	-	45,0	42,1	-
	12,00	55,0	52,6	-	45,0	42,4	-
	16,00	55,0	51,8	-	45,0	42,6	-
	20,00	55,0	51,0	-	45,0	43,2	-
	24,00	55,0	50,4	-	45,0	43,5	-
B5_P2	4,00	55,0	51,7	-	45,0	39,0	-
	8,00	55,0	50,7	-	45,0	38,7	-
	12,00	55,0	49,7	-	45,0	39,1	-
	16,00	55,0	48,8	-	45,0	39,5	-
	20,00	55,0	48,0	-	45,0	39,8	-
	24,00	55,0	47,3	-	45,0	39,5	-

Uzyskane w analizie emisji hałasu do środowiska poziomy dźwięku nie przekraczają wartości dopuszczalnych.

9. Ochrona przeciwdźwiękowa w budynku

Istniejąca konstrukcja obiektu nie zapewnia uzyskania ochrony przeciwdźwiękowej zgodnie z zasadami sztuki budowlanej. Zaprojektowane rozwiązania mają na celu poprawę parametrów akustycznych istniejących konstrukcji w zakresie ochrony dźwiękowej. Dom Studencki Hanka to obiekt zabytkowy, przez co niektóre rozwiązania ochrony przeciwdźwiękowej nie mogły być zastosowane.

9.1. Izolacyjność akustyczna przegród pionowych wewnętrznych

- **Ściany oddzielające przyległe pomieszczenia**

Pomiędzy pomieszczeniami do pracy administracyjnej należy stosować ściany o izolacyjności akustycznej $R'_{A1} \geq 35$ dB.

Ściany te zaprojektowano z bloczków silikatowych 12 cm. Według danych ITB wartość izolacyjności akustycznej tych ścian wynosi $R_{A1R} = 45$ dB. Wartość poprawki K do obliczenia wskaźnika R'_{A1} wynosi 1 dB.

Tak zaprojektowane rozwiązanie spełnia wymagania odnośnie izolacyjności akustycznej [5] podane w tabeli 3.

Ściany w garderobach powinny posiadać izolacyjność akustyczną $R'_{A1} \geq 50$ dB. Projektowane ściany w garderobach należy wykonać z bloczków silikatowych grubości minimum 24 cm lub dwóch bloczków silikatowych grubości 18 cm oddzielonych szachtem. Według danych ITB wartość izolacyjności akustycznej tych ścian wynosi $R_{A1R} = 52$ dB (błoczek gr. 24 cm) oraz $R_{A1R} = 48$ dB (błoczek gr. 18 cm). Wartość poprawki K do obliczenia wskaźnika R'_{A1} wynosi 1 dB.

Tak zaprojektowane rozwiązania spełniają wymagania odnośnie izolacyjności akustycznej.

Pomiędzy pokojami studenckimi należy stosować ściany o izolacyjności akustycznej $R'_{A1} \geq 45$ dB.

Ściany te zaprojektowano z bloczków silikatowych gr. 15 cm lub ściany GK gr. 16 cm.

Ściana wykonana z bloczków silikatowych gr. 15 cm spełnia wymagania odnośnie izolacyjności akustycznej [5] podane w tabeli 3. Projektowane ściany GK należy wykonać na podwójnym ruszcie CW50 z wypełnieniem wełną mineralną 2 x 50 mm i podwójnym opływowaniem z obu stron płytami GKB. Ściany działowe wykonywać do stropów. W miejscu ścian działowych wylewki posadzkowe należy przerwać i oddylać od ścian po obwodzie. Istniejące ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości minimum 15 cm posiadają wymaganą izolacyjność akustyczną [5] określoną w tabeli 3. Ściany istniejące z cegły ceramicznej pełnej o grubości 12 cm należy otynkować obustronnie tynkiem gr. minimum 20 mm.

- **Ściany oddzielające pokoje i korytarze, pomieszczenia gospodarcze**

Pomiędzy pokojami studenckimi a korytarzami należy stosować ściany o izolacyjności akustycznej $R'_{A1} \geq 45$ dB.

Istniejące ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości minimum 15 cm posiadają wymaganą izolacyjność akustyczną [5] określoną w tabeli 3.

Nowoprojektowane ściany należy wykonać z bloczków silikatowych gr. minimum 15 cm.

Pomiędzy pokojami studenckimi a pomieszczeniami gospodarczymi należy stosować ściany o izolacyjności akustycznej $R'_{A1} \geq 45$ dB.

Istniejące ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej o grubości minimum 15 cm posiadają wymaganą izolacyjność akustyczną [5] określoną w tabeli 3.

Nowoprojektowane ściany należy wykonać z bloczków silikatowych gr. minimum 15 cm.

- **Ściana oddzielająca pokój studencki od szybu windowego**

W przypadku wind o napędzie elektrycznym z wciągarkami bezreduktorowymi, stropy oparte na wspornikach szybów o konstrukcji stalowej tych wind należy oprzeć na podkładach elastomerowych ograniczających przenoszenie drgań na konstrukcję budynku.

- 1) Pod belkę drewnianą usytuowaną na dospawanej do profilu HEB blasze należy zastosować profilowane podkładki elastomerowe na bazie kauczuku EPDM, o naprężeniu dopuszczalnym 10 N/mm², dopuszczalnym odkształceniu poziomym 4,0 mm oraz odkształceniu przy ściskaniu ok. 4,7 mm np. podkładki bi-Trapezowe firmy Calenberg gr. 10 mm o wymiarach 100x250 mm lub równoważne.
- 2) Do oparcia stropu żelbetowego na stalowym wsporniku należy zastosować:
 - w przypadku stropu prefabrykowanego podkładki elastomerowe dwuwarstwowe (2x15 mm = 30 mm) ze spienionego kauczuku EPDM, o naprężeniu dopuszczalnym 0,25 N/mm², zakresie naprężeń efektywnych 0,05-0,2 N/mm², częstotliwości drgań własnych 9 Hz oraz odkształceniu przy ściskaniu ok. 9 mm np. Calenberg Cisador typ A, gr. 30 mm (podkładka dwuwarstwowa 2x15 mm), o szer. 100 mm lub równoważne;
 - w przypadku stopu monolitycznego należy zastosować profilowane podkładki elastomerowe na bazie kauczuku EPDM w osłonie fabrycznej z wełny mineralnej zabezpieczającej przed zabetonowaniem, o naprężeniu dopuszczalnym 10 N/mm², dopuszczalnym odkształceniu poziomym 4,0 mm oraz wskaźniku zmniejszenia poziomu uderzeniowego dla zakresu naprężeń ściskających 0,2-0,7 N/mm² na poziomie 22 dB np. podkładki bi-Trapezowe firmy Calenberg gr. 10 mm w osłonie z wełny mineralnej Ciflamon, be = 50 mm, bmin = 130 mm ("be" to szerokość samego rdzenia elastomerowego, "bmin" to szerokość całkowita podkładki = głębokości oparcia stropu) lub równoważne.
- 3) W szczelinie pionowej należy zastosować podkładki elastomerowe jednowarstwowe ze spienionego kauczuku EPDM, o naprężeniu dopuszczalnym 0,1 N/mm², częstotliwości drgań rezonansowych 10-45 Hz oraz odkształceniu przy ściskaniu < 9 mm np. podkładki Calenberg Civerso gr. 20 mm, szer. 200 mm lub równoważne. Jako alternatywa dopuszcza się zastosowanie wełny mineralnej twardej o gęstości > 140 kg/m³ i szerokości 200 mm.

- **Ściana działowa akustyczna mobilna**

Minimalny ważony wskaźnik izolacyjności akustycznej właściwej R_w ściany mobilnej w stolówce powinien wynosić $R_w \geq 52$ dB. Sposób montażu ściany mobilnej powinien zapewniać szczelność akustyczną na połączeniach ściany mobilnej ze ścianami przyległymi.

Ścianę mobilną należy wykonać z płyty perforowanej z obu stron o klasie pochłaniania minimum C.

- **Ściany sali wielofunkcyjnej**

Ściany sali wielofunkcyjnej są istniejące. W celu osiągnięcia izolacyjności akustycznej ścian obwodowych sali na poziomie $R'_{A2} = 50$ dB na części przegród zaprojektowano obudowy 3 x płyta GK w odległości 15 cm od ściany masywnej. W pustce powietrznej wełna mineralna miękka gr. 10 cm. Lokalizacja obudów zgodnie z rysunkami architektury.

Ściany wokół reżyserki zaprojektowano o izolacyjności akustycznej $R'_{A2} = 45$ dB np. ściana z bloczków silikatowych gr. 24 cm lub ściana w zabudowie GK na podwójnej konstrukcji CW50 i UW50 z podwójnym opływowaniem z obu stron i wypełnieniem wełną mineralną 2 x 50 mm. Okno do reżyserki należy wykonać o izolacyjności akustycznej $R_w = 36$ dB, okno z możliwością uchylania lub otwarcia.

9.2. Izolacyjność akustyczna przegród poziomych

- **Strop między kondygnacjami nadziemnymi**

Pomiędzy pokojami mieszkalnymi oraz pomiędzy pokojami mieszkalnymi a biurami należy stosować strop o izolacyjności akustycznej $R'_{A1} \geq 50$ dB oraz $L'_{n,w} \leq 63$ dB. Warstwy zaprojektowanego stropu przedstawia poniższa tabela:

1. Istniejący strop ceramiczny typu Westphala lub Foerster	gr. z tynkiem ~260 mm
2. Izolacja akustyczna – mata z pianki polietylenowej o $\Delta L_w = 19$ dB	gr. 5 mm
3. Warstwa wyrównawcza	gr. 40 mm
4. Parkiet przemysłowy na kleju	gr. 25 mm

Jako warstwę wyrównawczą należy zastosować jastrych gr. 40 mm oddylatowany po obwodzie od konstrukcji budynku. Wówczas mata akustyczna uzyska wymagany wskaźnik zmniejszenia poziomu uderzeniowego.

Zakłada się, że istniejący strop z tynkiem oraz warstwą wyrównawczą posiada masę minimum 350 kg/m². Zgodnie z [14] strop o takiej masie spełni wymagania w zakresie izolacyjności akustycznej.

- **Strop na korytarzach**

Ze względu na ochronę pokoi studenckich oraz ograniczenie dźwięków uderzeniowych przedostających się z przyległych korytarzy do sali teatralnej, na korytarzach należy stosować stropy o izolacyjności akustycznej $L'_{n,w} \leq 55$ dB. Warstwy zaprojektowanego stropu przedstawia poniższa tabela:

1. Istniejący strop ceramiczny typu Westphala lub Foerster	
2. Izolacja akustyczna – mata z pianki polietylenowej o $\Delta L_w = 19$ dB	gr. 5 mm
3. Warstwa wyrównawcza	gr. 40 mm
4. Płytki gresowe na zaprawie klejowej	gr. 15 mm

Ze względu na dostępne poziomy wysokościowe nie ma możliwości zastosowania podłogi pływającej spełniającej wymagania ochrony dźwiękowej w zakresie izolacyjności akustycznej na dźwięki uderzeniowe.

- **Strop między kondygnacją +4 a poddaszem technicznym**

Norma PN-B-02151-3 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych* nie przewiduje pomieszczeń technicznych w sąsiedztwie pokoi studenckich, w związku z czym norma nie określa wymagań w zakresie izolacyjności akustycznej dla przegród między pokojem studenckim a pomieszczeniem technicznym.

Przez analogię określono wymaganą izolacyjność akustyczną stropu technicznego DS Hanka na poziomie +4 jak dla stropu między wszystkimi pomieszczeniami mieszkalnymi w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych a pomieszczeniami technicznymi wyposażenia instalacyjnego budynku wg normy PN-B-02151-3. Zgodnie z normą PN-B-02151-3 wymagana izolacyjność akustyczna stropu między wszystkimi pomieszczeniami mieszkalnymi w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych a pomieszczeniami technicznymi wyposażenia instalacyjnego budynku wynosi: $R'_{A1} \geq 55$ dB.

W obrębie najgłośniejszych urządzeń projektuje się strop warstwowy:

1. Płyta żelbetowa	gr. 6 cm
2. Szalunek tracony z blachy trapezowej	
3. Projektowane belki stalowe oparte na podkładkach wibroizolacyjnych	
4. Istniejące drewniane belki stropowe	24x12 cm
5. Przestrzeń między belkami wypełniona wełną mineralną	
6. Paroizolacja	
7. Istniejące drewniane deskowanie	gr. 2 cm
8. Profil stalowy kapeluszowy	
9. 3 x płyta GKF 12,5 mm	3 x 12,5 mm

Na pozostałej powierzchni stropu +4 projektuje się strop warstwowy:

1. Szczelnie wykonana podłoga z płyt cementowo-włóknowych 2 x 12,5 mm, również pod urządzeniami. Wszelkie otwory w płytach należy zabezpieczyć akustycznie w celu wyeliminowania mostków akustycznych	2 x 12,5 mm
2. Deskowanie	
3. Istniejące drewniane belki stropowe	24x12 cm
4. Przestrzeń między belkami wypełniona wełną mineralną	24x12 cm
5. Paroizolacja	
6. Istniejące drewniane deskowanie	gr. 2 cm
7. Profil stalowy kapeluszowy	
8. 3 x płyta GKF 12,5 mm	3 x 12,5 mm

Tak zaprojektowany strop spełnia wymagania w zakresie izolacyjności akustycznej.

- Dach nad salą absydową**

Nad salą absydową projektuje się dach o izolacyjności akustycznej $R'_{A2} \geq 50$ dB. Warstwy zaprojektowanego dachu D10 przedstawia poniższa tabela:

1. Warstwa żwiru otoczkowego	gr. 5 cm
2. Izolacja przeciwwodna	
3. Izolacja termiczna - klíny spadkowe wykonane ze styropianu EPS 200	gr. 4 – 18 cm
4. Izolacja termiczna - PIR	gr. 10 cm
5. Paroizolacja	gr. 0,4 cm
6. Środek gruntujący beton	
7. Strop żelbetowy wg PW konstrukcji	gr. 25 cm

Zaprojektowany dach spełnia wymagania w zakresie izolacyjności akustycznej.

- **Dach nad stołówką i foyer**

Nad stołówką i foyer projektuje się część nieprzeszkłoną dachu o izolacyjności akustycznej $R'_{A2} \geq 45$ dB. Warstwy zaprojektowanego dachu D20 przedstawia poniższa tabela:

1. Płyty tarasowe 60x60x5 cm, lastryko na podkładkach	gr. 5 cm
2. Izolacja przeciwwodna	
3. Izolacja termiczna - klíny spadkowe wykonane z wełny mineralnej o gęstości min. 150 kg/m ³	gr. 19 - 34 cm
4. Paroizolacja	gr. 0,4 cm
5. Blacha trapezowa wg PW konstrukcji	gr. 13,5 cm

Świetliki należy wykonać o izolacyjności akustycznej $R_{A2} \geq 38$ dB. Tak zaprojektowany dach spełnia wymagania akustyczne odnośnie izolacyjności akustycznej.

- **Dach nad salą wielofunkcyjną**

Nad salą wielofunkcyjną projektuje się dach o izolacyjności akustycznej $R'_{A2} \geq 50$ dB. Warstwy zaprojektowanego dachu D21 przedstawia poniższa tabela:

1. Płyty tarasowe 60x60x5 cm, lastryko na podkładkach	gr. 5 cm
2. Izolacja przeciwwodna	
3. Izolacja termiczna - klíny spadkowe wykonane z wełny mineralnej o gęstości min. 150 kg/m ³	gr. 19 - 34 cm
4. Paroizolacja	gr. 0,4 cm
5. Środek gruntujący beton	
6. Strop żelbetowy wg PW konstrukcji	gr. 20 cm

Zaprojektowany dach spełnia wymagania w zakresie izolacyjności akustycznej.

9.3. Izolacyjność akustyczna przegród pionowych zewnętrznych

Ściany zewnętrzne powinny posiadać izolacyjność akustyczną określoną w punkcie 7.1.

Warstwy istniejącej ściany zewnętrznej S1 przedstawia poniższa tabela:

1. Tynk mineralny	
2. Istniejąca ściana murowana z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej - grubość zmienna	od 64 do 37 cm
3. Izolacja termiczna - płyty PIR gr. 8cm zespolone z płytą GK gr. 9mm	gr. 8,9cm
4. Wykończenie ścian według funkcji pomieszczenia	

Warstwy istniejącej ściany zewnętrznej S2 przedstawia poniższa tabela:

1. Tynk cienkowarstwowy na siatce	
2. Izolacja termiczna - styropian grafitowy EPS do fasad	gr. 3cm
3. Izolacja termiczna - płyty fenolowo-formaldehydowe	gr. 5cm
4. Istniejąca ściana murowana z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej - grubość zmienna	od 51 do 37 cm
5. Wykończenie ścian według funkcji pomieszczenia	

Warstwy projektowanej ściany zewnętrznej S3 przedstawia poniższa tabela:

1. Tynk cienkowarstwowy na siatce	
2. Izolacja termiczna - styropian EPS	gr. 12cm, 20cm
3. Ściana murowana z bloczków silikatowych na zaprawie cienkowarstwowej	gr. 18cm, 24cm
4. Wykończenie ścian według funkcji pomieszczenia	

Warstwy projektowanej ściany zewnętrznej S4 przedstawia poniższa tabela:

1. Tynk cienkowarstwowy na siatce	
2. Izolacja termiczna - styropian EPS	gr. 12cm, 20cm
3. Ściana żelbetowa wg proj. konstrukcji	gr. 18cm, 24cm
4. Wykończenie ścian według funkcji pomieszczenia	

Istniejące ściany zewnętrzne z cegły ceramicznej pełnej zostaną zachowane na całym obiekcie poza ścianami sali absydowej. Na sali absydowej projektuje się ściany z bloczków wapienno-piaskowych SILKA gr. 24 cm, natomiast we wnękach okiennych ściany z bloczków wapienno-piaskowych SILKA gr. 18 cm. Ściany zewnętrzne posiadają dla wszystkich elewacji wymaganą izolacyjność akustyczną określoną w punkcie 7.1.

9.4. Stolarka drzwiowa

Norma PN-B-02151-3 *Ochrona przed hałasem w budynkach – izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych* stawia wymagania dotyczące izolacyjności akustycznej drzwi:

- drzwi wejściowe do pokoi o podwyższonym standardzie z korytarza $R_{A1} \geq 37$ dB
- drzwi wejściowe do pokoi studenckich z korytarza $R_{A1} \geq 32$ dB
- drzwi wejściowe do garderób z korytarza $R_{A1} \geq 32$ dB
- drzwi wejściowe do pomieszczeń biurowych z korytarza $R_{A1} \geq 27$ dB
- drzwi wejściowe do pomieszczeń administracyjnych z korytarza $R_{A1} \geq 25$ dB
- drzwi pojedyncze do sali teatralnej $R_{A1} \geq 40$ dB
- drzwi do sali teatralnej realizowane w technologii śluzy akustycznej $2 \times R_{A1} \geq 37$ dB
- drzwi pojedyncze do sali absydowej $R_{A1} \geq 40$ dB
- drzwi do stołówki $R_{A1} \geq 37$ dB

Dopuszcza się wyłącznie oferty od dostawców deklarujących obniżenie parametru na obiekcie o maksymalnie 2 dB w stosunku do poziomu określonego w laboratorium. Dostawcy posiadający wiedzę o większym obniżeniu parametru po zamontowaniu na obiekcie powinni zaoferować wyrób o wyższych parametrach akustycznych.

9.5. Stolarka okienna wewnętrzna

Okno do reżyserki należy wykonać o izolacyjności $R_w = 36$ dB, okno z możliwością uchylania lub otwarcia.

Wymagania dla okien okulus:

- okna okulus w stolówce $R_{A1} \geq 37$ dB
- okna okulus z holu do pomieszczenia 1.05.01; 1.01.01 $R_{A1} \geq 37$ dB
- okna okulus z holu do foyer $R_{A1} \geq 37$ dB

9.6. Hałas od urządzeń wyposażenia technicznego budynku

Maksymalny poziom dźwięku A w odległości 1 m od urządzenia zainstalowanego w pomieszczeniu technicznym zlokalizowanym w budynku mieszkalnym lub zamieszkania zbiorowego nie może przekraczać wartości podanych w tabeli 2. Jeżeli urządzenia nie spełniają wartości określonych w tabeli 2, należy zastosować obudowę urządzenia lub wykonać pomieszczenie techniczne w technologii „pudełka w pudełku”, stosując dodatkowe obudowy akustyczne.

A. Pomieszczenie centrali wentylacyjnej 1 (-1.01.01)

W pomieszczeniu -1.01.01 znajdują się:

- centrala nawiewno-wywiewna NW-R - $L_{WA} = 68$ dBA,
- centrala nawiewno-wywiewna NW-S - $L_{WA} = 61$ dBA,
- centrala nawiewno-wywiewna NW-C - $L_{WA} = 58$ dBA.

W pomieszczeniu należy zastosować następujące rozwiązania ochrony dźwiękowej:

- Adaptacja akustyczna
Na 50% powierzchni sufitu należy zastosować materiał dźwiękochłonny np. wełna mineralna grubości minimum 5 cm, zabezpieczona fizeliną lub tkaniną szklaną.
- Wibroizolacja
Urządzenia muszą posiadać systemowe rozwiązania wibroizacyjne.

B. Pomieszczenie centrali wentylacyjnej 2 (-1.01.02)

W pomieszczeniu -1.01.02 znajdują się:

- centrala nawiewna N-OK - $L_{WA} = 61$ dBA,
- centrala nawiewno-wywiewna NW-F - $L_{WA} = 64$ dBA.

W pomieszczeniu należy zastosować następujące rozwiązania ochrony dźwiękowej:

- Adaptacja akustyczna
Brak wymagań.

- Wibroizolacja
Urządzenia muszą posiadać systemowe rozwiązania wibroizolacyjne.

C. Pomieszczenie techniczne (-1.02.08, -1.02.09)

W pomieszczeniach -1.02.08 i -1.02.09 znajdują się:
- centrala nawiewno-wywiewna NW-T - $L_{WA} = 64$ dBA.

W pomieszczeniu należy zastosować następujące rozwiązania ochrony dźwiękowej:

- Adaptacja akustyczna
Brak wymagań.
- Wibroizolacja
Urządzenia muszą posiadać systemowe rozwiązania wibroizolacyjne.

D. Pomieszczenie maszynowni wody lodowej -1.01.18

W pomieszczeniu maszynowni znajdują się:
- agregat chłodniczy - $L_{WA} = 77$ dBA.

W pomieszczeniu należy zastosować następujące rozwiązania ochrony dźwiękowej:

- Izolacyjność akustyczna przegród
Wykonać obudowę wewnętrzną na całym obwodzie pomieszczenia o grubości 2 x GK. Posadowienie ściany obudowy wewnętrznej należy wykonać na podłodze pływającej. Ściany obudowy wewnętrznej nie łączyć na sztywno ze ścianami obudowy zewnętrznej na całym obwodzie pomieszczenia. Pomiedzy ścianami obudowy wewnętrznej i zewnętrznej zostawić pustkę powietrzną minimum 20 cm. Pustkę wypełnić wełną mineralną.
Ściany obudowy wewnętrznej nie wykonywać do górnego stropu. Sufit wewnętrznej obudowy wykonać z 2 x płyta GK 12,5 mm w odległości minimum 15 cm od stropu. Sufit wykonać na zasadzie „cylindra w tłoku” na zawiesiach elastycznych. Między sufitem a ścianą wewnętrzną wykonać szczelinę 5 mm \pm 2 mm. Szczelinę wypełnić zaprawą elastyczną typu akryl lub silikon.
Na suficie położyć warstwę wełny mineralnej grubości 10 cm.
- Adaptacja akustyczna
Na 100% powierzchni sufitu należy zastosować wełnę mineralną grubości minimum 5 cm, zabezpieczoną fizeliną lub tkaniną szklaną.
- Wibroizolacja
Urządzenia muszą posiadać systemowe rozwiązania wibroizolacyjne.

E. Pomieszczenie węzła ciepłego (-1.01.09)

W pomieszczeniach -1.01.09 znajdują się:

- wentylator - $L_{WA} = 55$ dBA.

W pomieszczeniu należy zastosować następujące rozwiązania ochrony dźwiękowej:

- Adaptacja akustyczna
Brak wymagań.
- Wibroizolacja
Urządzenia muszą posiadać systemowe rozwiązania wibroizacyjne.

F. Poddasze techniczne

W pomieszczeniu technicznym na poddaszu znajdują się:

- wentylator wywiewny WW23 - $L_{WA} = 50$ dBA,
- wentylator wywiewny WW9 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- centrala wywiewna W-A1 - $L_{WA} = 53$ dBA,
- wentylator wywiewny WW20 - $L_{WA} = 50$ dBA,
- wentylator wywiewny WW19 - $L_{WA} = 50$ dBA,
- wentylator wywiewny WW13 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- wentylator wywiewny WW12 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- pompa ciepła do podgrzewu CWU - $L_{WA} = 62$ dBA,
- wentylator wywiewny WW15 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- wentylator wywiewny WW16 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- centrala wywiewna W-J - $L_{WA} = 53$ dBA,
- centrala wywiewna W-A3 - $L_{WA} = 52$ dBA,
- wentylator wywiewny WW17 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- wentylator wywiewny WW21 - $L_{WA} = 50$ dBA,
- wentylator wywiewny WW18 - $L_{WA} = 50$ dBA,
- centrala wywiewna W-B - $L_{WA} = 51$ dBA,
- centrala wywiewna W-A2 - $L_{WA} = 52$ dBA,
- wentylator wywiewny WW18 - $L_{WA} = 50$ dBA,
- centrala wywiewna W-A4 - $L_{WA} = 54$ dBA,
- wentylator wywiewny WW10 - $L_{WA} = 50$ dBA,
- centrala wywiewna W-OK - $L_{WA} = 55$ dBA,
- wentylator wywiewny WW24 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- wentylator wywiewny WW25 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- NW24 - $L_{WA} = 55$ dBA,
- NW25 - $L_{WA} = 55$ dBA.

W pomieszczeniu należy zastosować następujące rozwiązania ochrony dźwiękowej:

- Izolacyjność akustyczna przegród



Warstwy projektowanego stropu technicznego przedstawiono w punkcie 9.2.

- Adaptacja akustyczna
Brak wymagań.
- Wibroizolacja
Urządzenia mechaniczne należy oprzeć na własnych cokołach stalowych, które poprzez stalowe nóżki oparte będą na projektowanych belkach stalowych. Belki stalowe, układane pomiędzy istniejącymi belkami drewnianymi, należy oprzeć na ścianach murowanych poprzez podkładki elastomerowe na bazie kauczuku EPDM.

G. Fosa

W fosie zlokalizowane są urządzenia opisane w tabeli 13.

- Adaptacja akustyczna
Należy wykonać wytłumienie akustyczne na ścianie oporowej w fosie oraz na suficie fosy w miejscach, gdzie są urządzenia - na całej długości każdego urządzenia oraz po pół metra od urządzenia z każdej strony.
- Wibroizolacja
Urządzenia muszą posiadać systemowe rozwiązania wibroizolacyjne.

9.7. Wytyczne dla branż

9.7.1. Architektura

- Przy projektowaniu stropów, ścian, stolarki drzwiowej, adaptacji akustycznej pomieszczeń technicznych należy uwzględnić uwagi z punktu 9.
- Przy ścianach wykonywanych z elementów drobno gabarytowych dla uzyskania wymaganego parametru izolacyjności akustycznej przegród ważne są warunki wykonania, rygorystyczne stosowanie technologii opisanej przez producenta, szczególnie w zakresie łączenia ścian prostopadłych (eliminacja przenoszenia bocznego). Przy wykonaniu ściany murowanej z niepełnej ilości bloczków, całą szczelinę, jaka powstaje pomiędzy stropem a ścianą, należy wykończyć uszczelniającym rozwiązaniem systemowym. Maksymalny wymiar szczeliny nie powinien przekraczać 2 cm.
- Należy pamiętać o jakości wykonywanych przegród zgodnie z wytycznymi producenta. Wszelkie przebicia i nieciągłości należy zabezpieczyć.
- Wartości wskaźnika oceny izolacyjności akustycznej właściwej dla wszystkich okien deklarowane przez producentów muszą spełniać wymagania z punktu 7.2.
- Jeżeli w pomieszczeniu znajdują się 2 ściany zewnętrzne z oknami o jednakowych wymaganiach akustycznych to wymagania dla okien i nawiewników w obu ścianach należy zwiększyć o 3 dB.
- Jeżeli w pomieszczeniu znajdują się 2 ściany zewnętrzne z oknami o różnych wymaganiach akustycznych to parametry akustyczne dla okien i nawiewników w obu ścianach należy przyjąć jak dla elewacji o wyższych wymaganiach.
- Wskazane wartości izolacyjności akustycznej dotyczą całych okien.

- Płytki na biegach schodowych, spocznikach i korytarzach wspólnych kleić za pomocą kleju elastycznego eliminującego propagację dźwięków materiałowych.
- Adaptację akustyczną przestrzeni użytkowych należy wykonać zgodnie z punktem 10.

9.7.2. Instalacje i urządzenia stanowiące techniczne wyposażenie budynku

- Wartości poziomu dźwięku od wyposażenia technicznego budynku w pomieszczeniach nie mogą przekraczać dopuszczalnych wartości podanych w rozdziale 4.1.
- Poziom dźwięku na kratkach wentylacyjnych nawiewnych i wywiewnych w pokojach studenckich zwykłych, pokojach o podwyższonym standardzie, w stołówce, sali wielofunkcyjnej i absydowej, w pomieszczeniach administracyjnych należy dobrać w zależności od ilości kratki wentylacyjnych i ich rozmieszczenia tak, aby nie zostały przekroczone dopuszczalne wartości poziomu dźwięku podane w rozdziale 4.1.
- W pomieszczeniu węzła cieplnego oraz innych pomieszczeniach technicznych należy stosować urządzenia o emisji hałasu L_{Aeq} do 65 dBA. W przypadku przekroczenia tego poziomu pomieszczenie techniczne należy wykonać w technologii „pudełko w pudełku”. Wszelkie urządzenia należy wibroizolować od konstrukcji budynku. Wskazane jest stosowanie wibroizolacji systemowych producenta urządzenia.
- Wszystkie zewnętrzne urządzenia a także czernie i wyrzutnie powinny charakteryzować się jak najniższą emisją hałasu zapewniającą spełnienie wymagań emisji hałasu do środowiska zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych wartości poziomów hałasu w środowisku – punkt 8 operatu akustycznego. Wszystkie urządzenia należy montować za pomocą wibroizolatorów systemowych.
- Instalacje wentylacyjne, przewody rurowe c.o. i wod.– kan. należy mocować do ścian i stropów przy pomocy systemowych fabrycznych wieszaków i uchwytów, zawierających zabezpieczenia przed przenoszeniem drgań instalacji na ustrój budowlany.
- Przy podłączeniu przewodów i kanałów do urządzeń, które stanowią źródło dźwięku materiałowego, należy stosować łączniki przeciwdziałające rozchodzeniu się drgań w strukturze przewodów i kanałów.
- Instalacja w bruzdach wymaga dylatacji od ściany poprzez nałożenie przynajmniej typowej otuliny ze spienionego tworzywa sztucznego.
- Przejścia instalacji przez ściany i stropy powinny być wykonane w tulejach a przestrzeń pomiędzy przewodem (rurą) a tuleją uszczelniona poprzez wypełnienie wełną mineralną i masą trwale elastyczną, zapobiegając utracie izolacyjności akustycznej przegrody.
- W przypadku projektowania wspólnej instalacji wentylacyjnej lub klimatyzacyjnej dla różnych pomieszczeń lub w przypadku tranzytowego prowadzenia kanałów przez pomieszczenia chronione należy zastosować odpowiednie tłumiki akustyczne na przejściach kanałów przez przegrody pomiędzy dwoma pomieszczeniami chronionymi akustycznie o tłumieniu 35 dB, które wyeliminują przesłuchy pomiędzy pomieszczeniami. Przejście kanałów przez przegrodę dźwiękoizolacyjną należy rozwiązać z zachowaniem wymaganej izolacyjności akustycznej przegrody określonej w tabeli 3.
- Zaleca się stosowanie kanałów wentylacyjnych tłumiących dźwięk, zwłaszcza na końcowych odcinkach.
- Na całym obiekcie zaleca się stosowanie kanalizacji niskosumowej.
- Wyposażenie łazienek, takie jak muszle sedesowe i bidety itp. montować na stropie lub z zastosowaniem konstrukcji systemowej odsprężonej od ściany między pokojami.
- Przewody elektryczne oraz osprzęt instalacyjny nie mogą powodować obniżenia izolacyjności akustycznej przegród w pomieszczeniach chronionych przed hałasem.

10. Adaptacja akustyczna

10.1. Sala wielofunkcyjna

10.1.1. Charakterystyka sali

Wymiary sali wielofunkcyjnej, istotne pod względem akustyki, przedstawione są niżej:

- długość: 19,7 m (odległość do okna reżyserki)
- szerokość: 13,2 m
- wysokość: 7,8 m (w najwyższym punkcie)
- kubatura: ~1500 m³

Zgodnie z założeniami projektowymi sala wielofunkcyjna będzie pełniła funkcje:

- kino
- wykład-konferencja
- koncert elektroakustyczny
- pokaz
- teatr - scena klasyczna
- teatr - scena dwustronna
- teatr - scena centralna

Projekt przewiduje zmienność akustyki sali wielofunkcyjnej uzyskiwaną przy pomocy mobilnych kurtyn akustycznych oraz ustrojów akustycznych dwustronnych, które w zależności od ustawienia pełnią funkcję pochłaniającą lub odbijającą dźwięk.

10.1.2. Wymagania projektowe

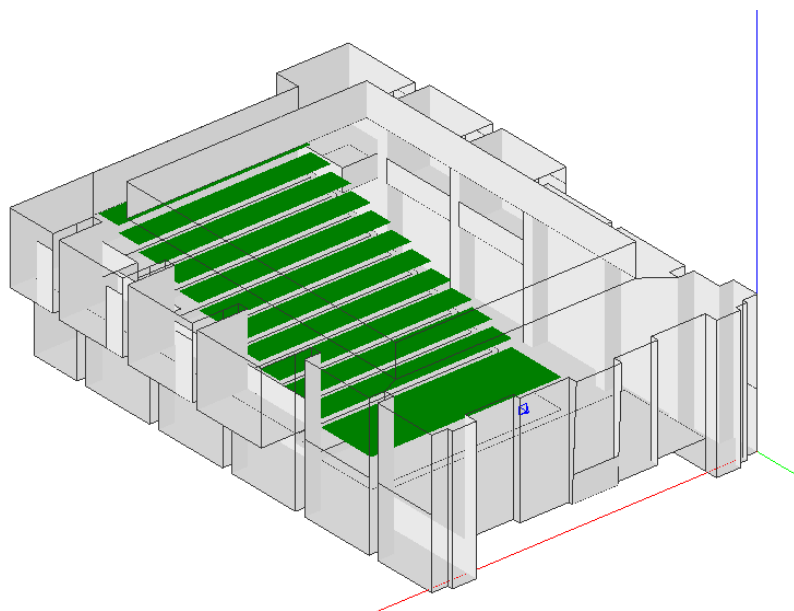
Z uwagi na funkcje sali opracowywane pomieszczenie powinno mieć warunki akustyczne przystosowane do dobrego odbioru mowy oraz ścieżki dźwiękowej. W poniższej tabeli przedstawione są wymagane parametry odpowiednio dobrane do kubatury pomieszczenia. Czas pogłosu przyjęto zgodnie z [14] oraz zaleceniami THX.

Tabela 15 Wymagane parametry akustyczne dla sali wielofunkcyjnej

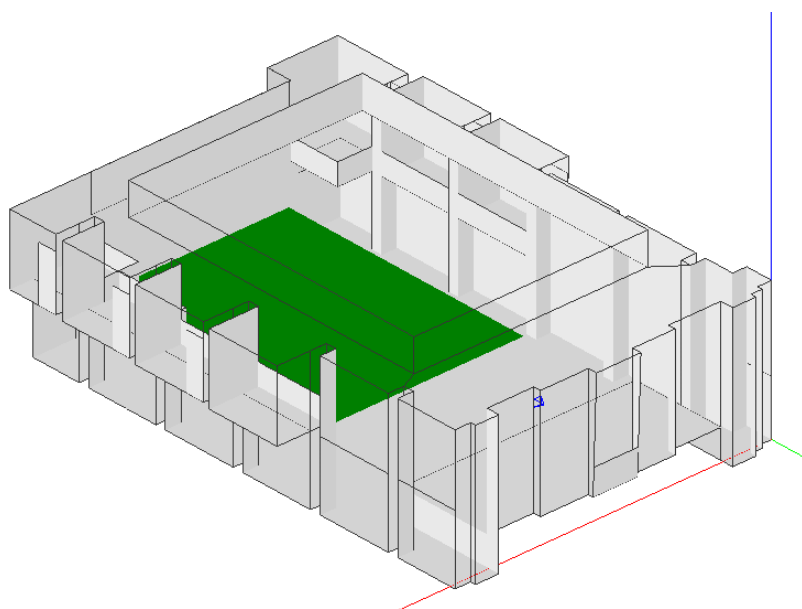
Nazwa parametru, jednostka	Zalecana wartość
Stosunek sygnał-szum (S/N) [dB]	80 ÷ 95
STI dla źródła wszechkierunkowego	> 0,55
STI przy użyciu systemu nagłośnieniowego	> 0,6
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja kinowa [s]	0,6 s
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja koncertowa [s]	0,55 s
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja teatralna [s]	1,1 s
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja wykładowa [s]	0,6 s
Zmienność czasu pogłosu regulowana ustrojami mobilnymi [s]	0,5 s

10.1.3. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny

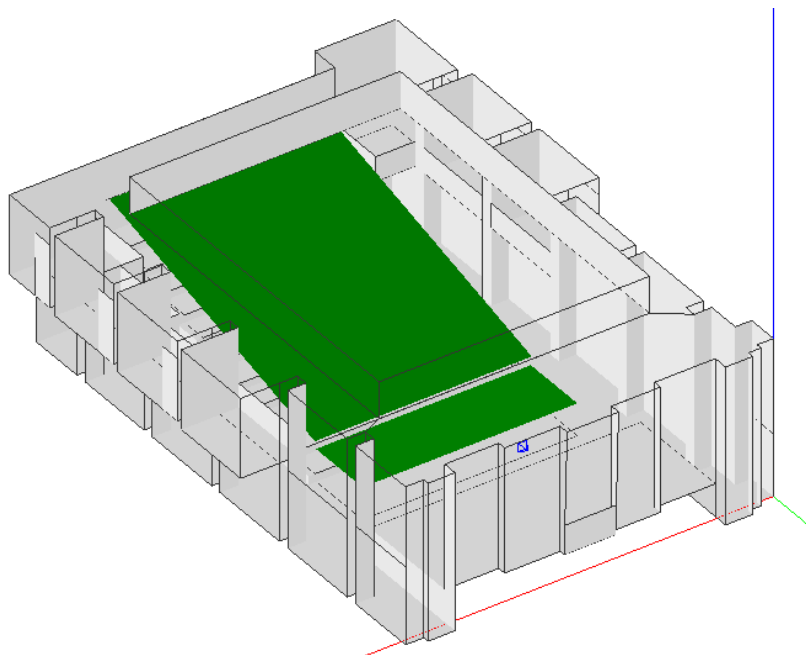
W celu analizy proponowanych rozwiązań adaptacji akustycznej sali opracowano numeryczne modele jej wnętrza. Model odzwierciedla bryłę pomieszczenia z opisanymi parametrycznie materiałami dźwiękochłonnymi zaprojektowanymi we wnętrzu.



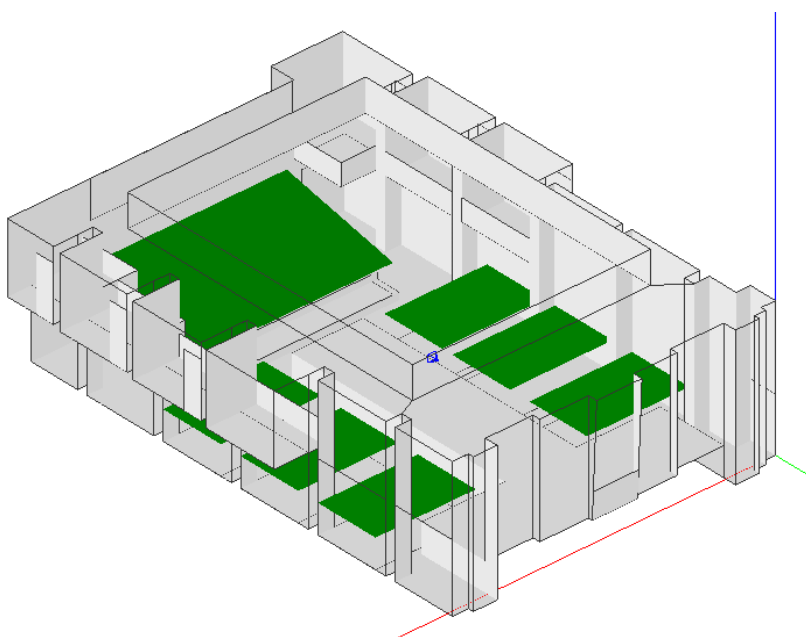
Rysunek 21 Trójwymiarowy model sali wielofunkcyjnej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja kino



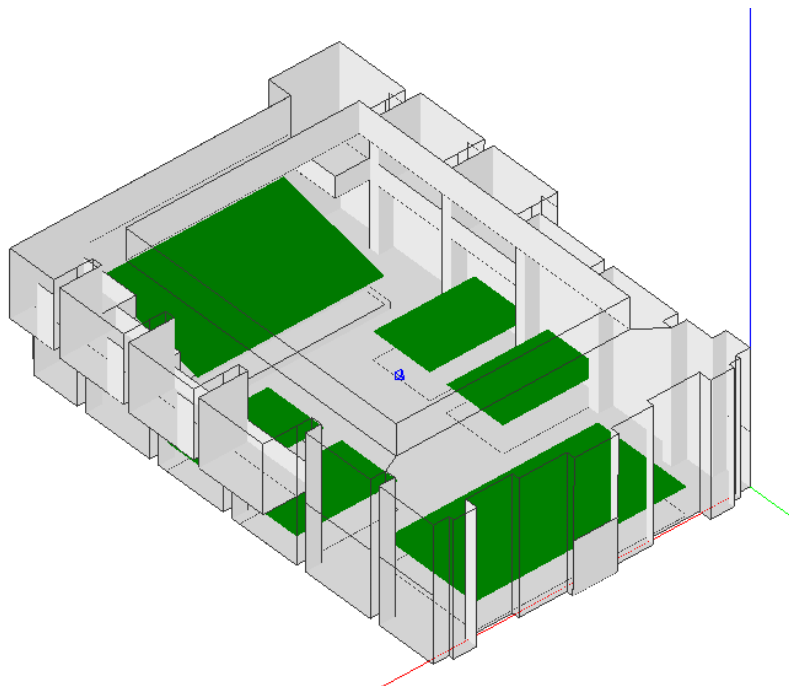
Rysunek 22 Trójwymiarowy model sali wielofunkcyjnej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja koncert elektroakustyczny



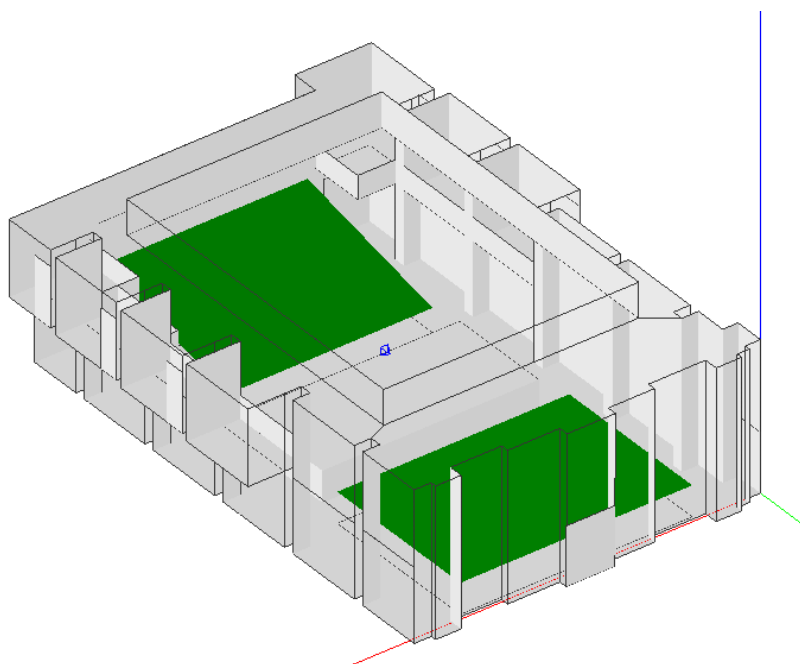
Rysunek 23 Trójwymiarowy model sali wielofunkcyjnej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja wykład



Rysunek 24 Trójwymiarowy model sali wielofunkcyjnej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja pokaz



Rysunek 25 Trójwymiarowy model sali wielofunkcyjnej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja scena centralna



Rysunek 26 Trójwymiarowy model sali wielofunkcyjnej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja scena dwustronna

Analiza wyników

Analiza warunków akustycznych projektu została dokonana dla częstotliwości tercjowych w zakresie 100 do 10000 Hz. Pogłosowe współczynniki pochłaniania dźwięku dobrane na podstawie katalogów producenta ustrojów akustycznych, danych literaturowych lub skorzystano z biblioteki programu Ease 4.3. Symulacje akustyczne zostały przeprowadzone dla źródła wszechkierunkowego. Symulacje dla funkcji teatralnych i wykładowej zostały przeprowadzone dla źródła wszechkierunkowego o widmie mowy męskiej normalnej głośności.

10.1.4. Rozmieszczenie ustrojów akustycznych

Na podstawie symulacji akustycznych dobrano i ustalono rozmieszczenie ustrojów akustycznych zapewniających spełnienie warunków określonych w punkcie 10.1.2. W celu uzyskania zamierzonych parametrów akustycznych w projektuje się:

a) Podłoga

Podłoga na widowni – parkiet przemysłowy.

b) Fotele

Projektuje się instalację foteli audytoryjnych z wypełnieniem pianką grubości min. 2 cm.

c) Ściany boczne

Na ścianach bocznych projektuje się:

- o Do wysokości balkonów USTRÓJ AKUSTYCZNY SS1 – ustrój akustyczny dwustronny, który po otwarciu będzie stanowił absorber pochłaniający dźwięk w szerokim zakresie częstotliwości, natomiast po zamknięciu będzie zachowywał się jak dyfuzor akustyczny rozpraszający dźwięk. Ustrój z jednej strony obudowany płytą MDF, z drugiej tkaniną o gramaturze minimum 340 g/m² na bazie włókien niepalnych w procesie produkcji np. Trevira CS lub równoważna. Wypełnienie ustroju stanowi wełna mineralna twarda 12 cm, o gęstości minimum 140 g/m². Rozwiązanie ustroju według detalu architektonicznego.
- o Powyżej USTRÓJ AKUSTYCZNY SS2 – mobilna kurtyna akustyczna z materiału dwuwarstwowego o gramaturze 550 g/m² na bazie włókien niepalnych w procesie produkcji np. Trevira CS lub równoważna, rozwijana przed ścianami tynkowanymi w odległości 12 cm. Przewiduje się dwa warianty chowania kurtyny: wariant I - po zwinieniu kurtyny będą schowane w kasetach, wariant II – kurtyny zawieszone na relingach będą ściągane ręcznie. Dokładne wymiary i lokalizacja kurtyn zgodnie z rysunkami architektury.

d) Ściana tylna

Na ścianie tylnej projektuje się:

- o USTRÓJ AKUSTYCZNY SS3 - ustrój akustyczny rezonansowo-porowaty pochłaniający dźwięk w szerokim zakresie częstotliwości. Ustrój o gęstości 120 - 140 kg/m³ i grubości 5 cm z pustką powietrzną 4 cm. Ustrój z napiętą tkaniną tekstylną o gramaturze około 380 g/m² na bazie włókien niepalnych w procesie produkcji np. Trevira CS lub równoważną należy wykonać na podkonstrukcji systemowej. Grubość całkowita ustroju akustycznego wynosi 10 cm. Rozwiązanie ustroju według detalu architektonicznego.

e) Ściana zaekranowa

Na ścianie zaekranowej na płaszczyznach prostopadłych do osi głównej sali projektuje się:

- o USTRÓJ AKUSTYCZNY SS3 - ustrój akustyczny rezonansowo-porowaty pochłaniający dźwięk w szerokim zakresie częstotliwości. Ustrój o gęstości 120 - 140 kg/m³ i grubości 5 cm z pustką powietrzną 4 cm. Ustrój

z napięta tkaniną tekstylną o gramaturze około 380 g/m² na bazie włókien niepalnych w procesie produkcji np. Trevira CS lub równoważną należy wykonać na podkonstrukcji systemowej. Grubość całkowita ustroju akustycznego wynosi 10 cm. Rozwiązanie ustroju według detalu architektonicznego.

f) Sufit

W podwyższonej części sufitu (nad widownią) oraz nad sceną projektuje się:

- USTRÓJ AKUSTYCZNY SS4 - ustrój akustyczny rezonująco-rozpraszający dźwięk w formie ostrosłupa o podstawie kwadratu. Ustroje wykonane z płyty GK lub MDF. Ustrój wypełniony wełną mineralną miękką. Rozwiązanie ustroju według detalu architektonicznego. Dokładne rozmieszczenie ustrojów według rysunków architektonicznych.

g) Trybuna

Ruchome trybuny należy pokryć od spodu materiałem pochłaniającym dźwięk np. wykładziną dywanową.

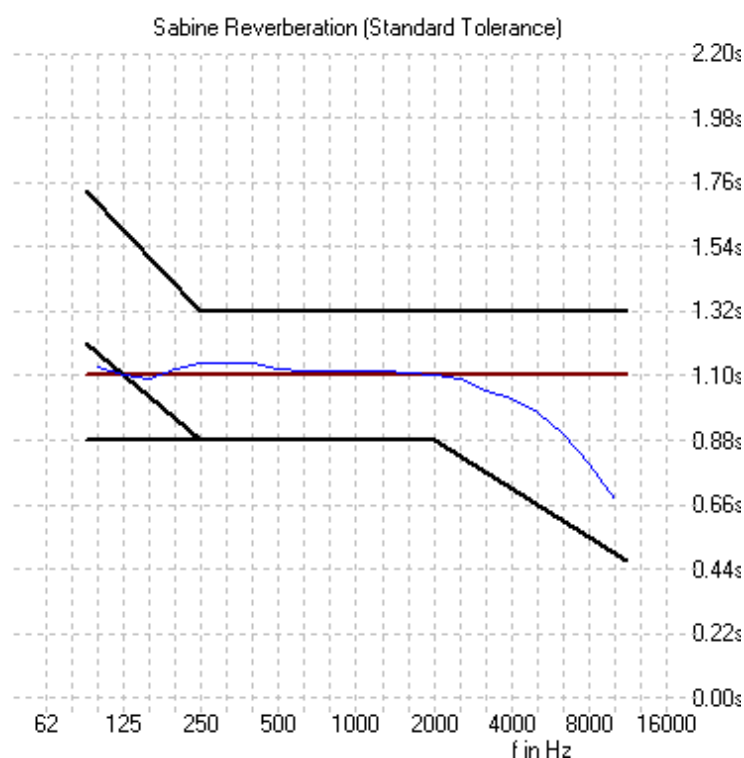
h) Kanały wentylacyjne

Kanały wentylacyjne należy pokryć od spodu materiałem pochłaniającym dźwięk np. wełną mineralną 50 kg/m³ o grubości 30 mm.

10.1.5. Symulacje akustyczne

Symulacje akustyczne wykonano w programie EASE 4.3.

a) Funkcja scena klasyczna

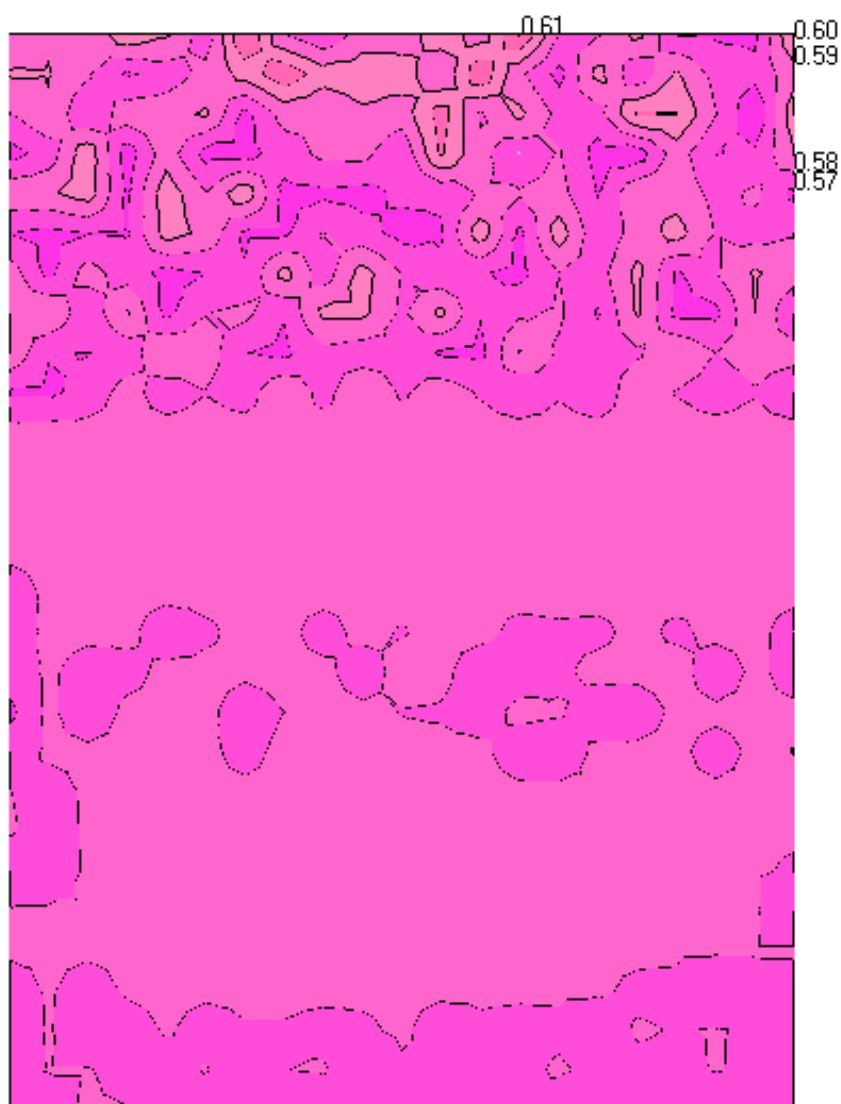
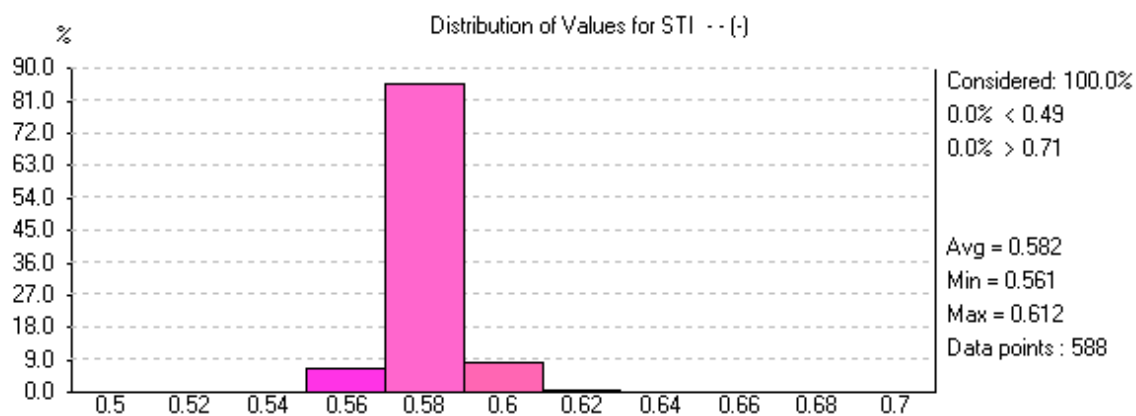


Rysunek 27 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji teatralnej ze sceną klasyczną sali wielofunkcyjnej

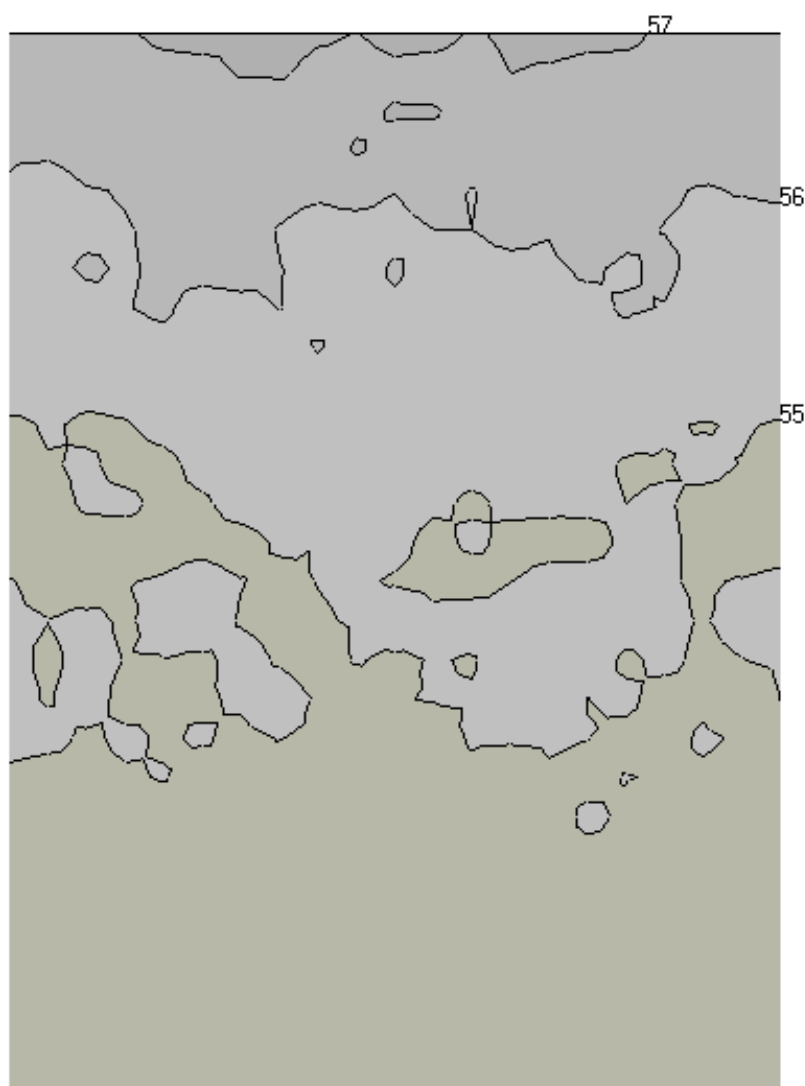
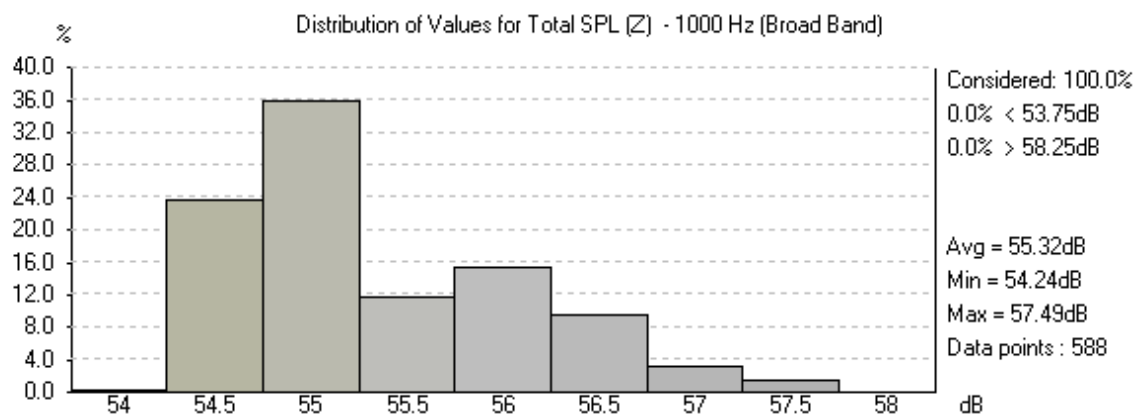


Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali wielofunkcyjnej obliczona została metodą statystyczną według Sabina. Symulacje wykonane zostały przy schowanych mobilnych kurtynach akustycznych oraz przy ustawieniu ustroju akustycznego SS1 w wersji rozpraszającej dźwięk. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego o widmie mowy męskiej normalnej głośności.



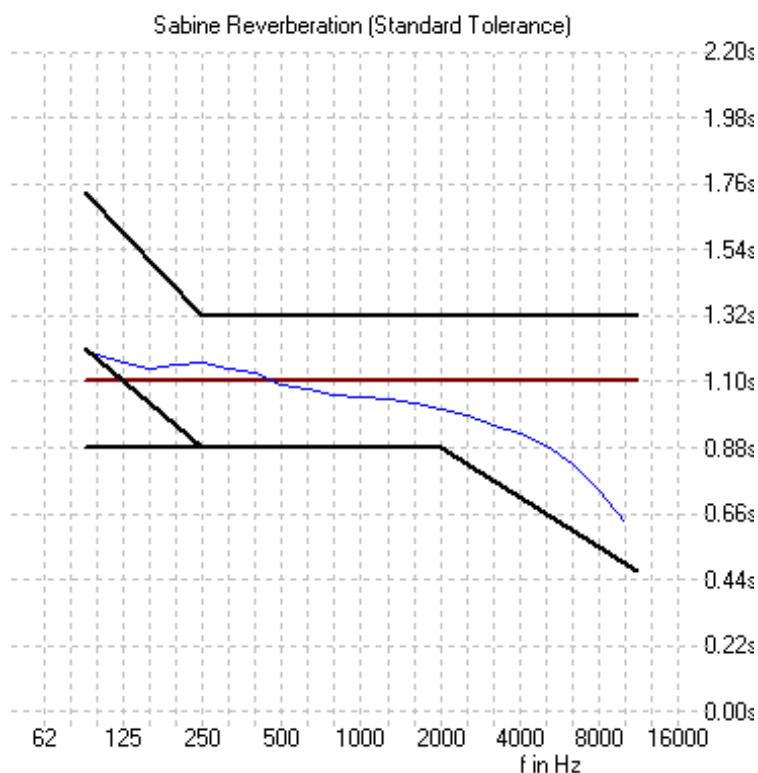


Rysunek 28 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji teatralnej ze sceną klasyczną



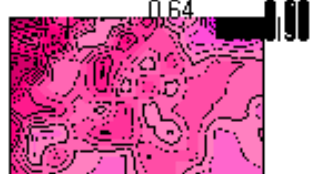
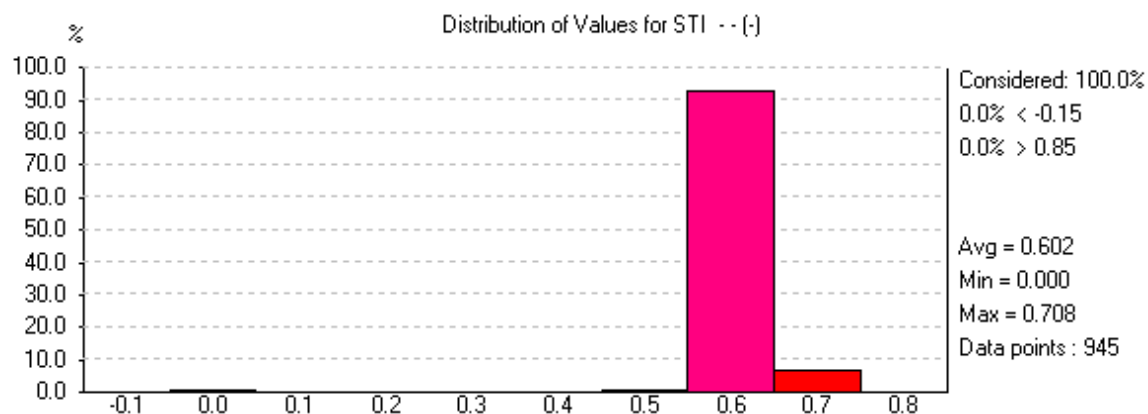
Rysunek 29 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji teatralnej ze sceną klasyczną

b) Funkcja scena centralna

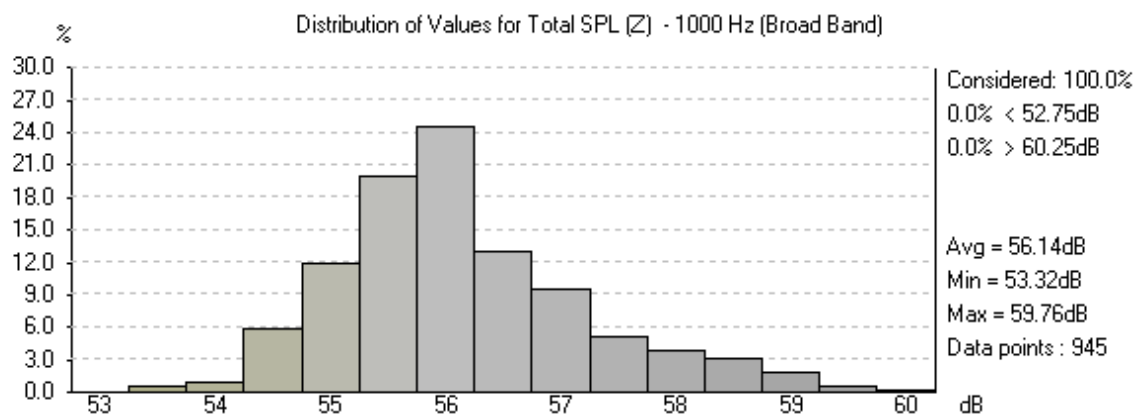


Rysunek 30 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji teatralnej ze sceną centralną sali wielofunkcyjnej

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali wielofunkcyjnej obliczona została metodą statystyczną według Sabina. Symulacje wykonane zostały przy schowanych mobilnych kurtynach akustycznych oraz przy ustawieniu ustroju akustycznego SS1 na obu ścianach bocznych w dwóch środkowych wnękach w wersji pochłaniającej dźwięk oraz pozostałych ustrojów akustycznych SS1 w wersji rozpraszającej dźwięk. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego o widmie mowy męskiej normalnej głośności.

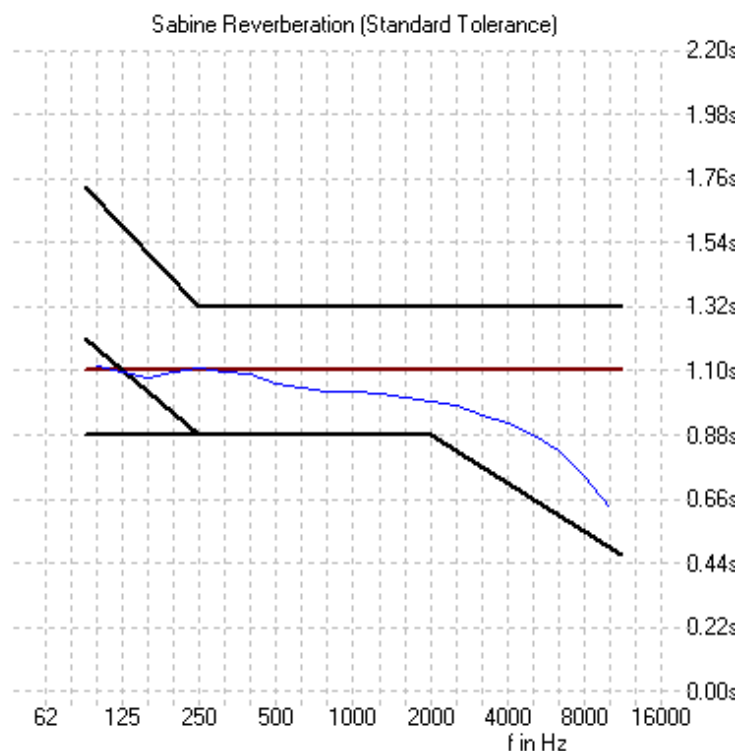


Rysunek 31 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji teatralnej ze sceną centralną



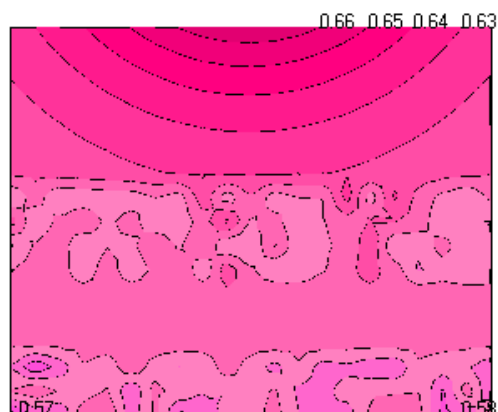
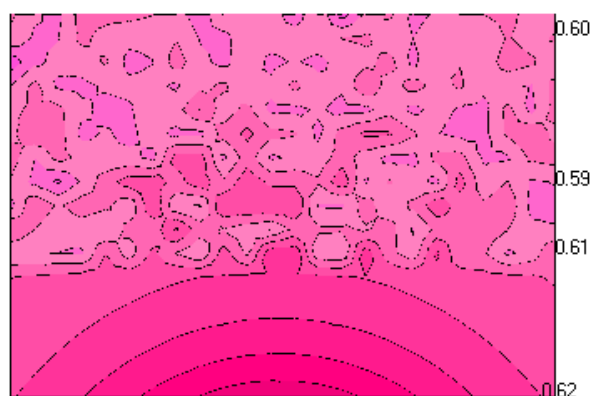
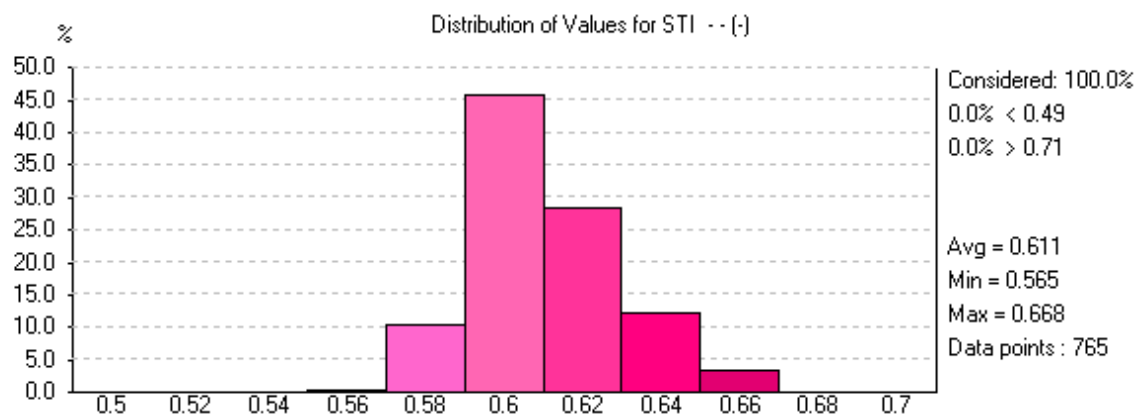
Rysunek 32 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji teatralnej ze sceną centralną

c) Funkcja scena dwustronna

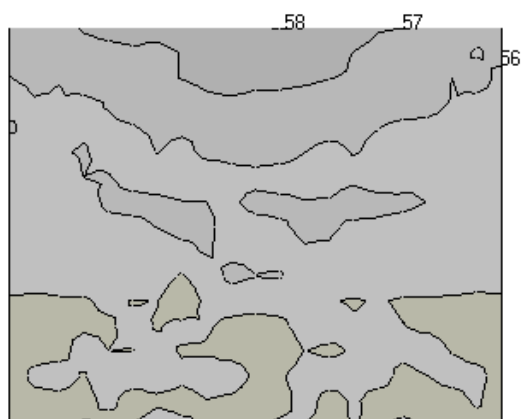
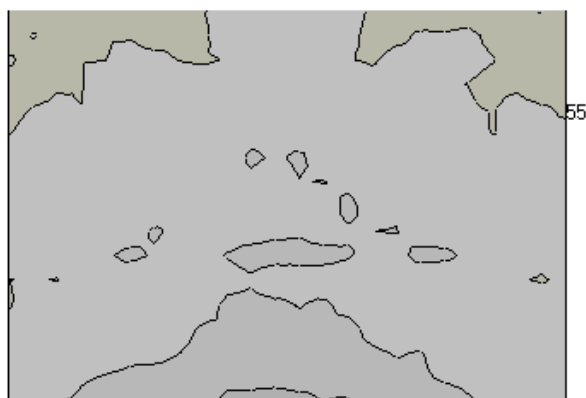
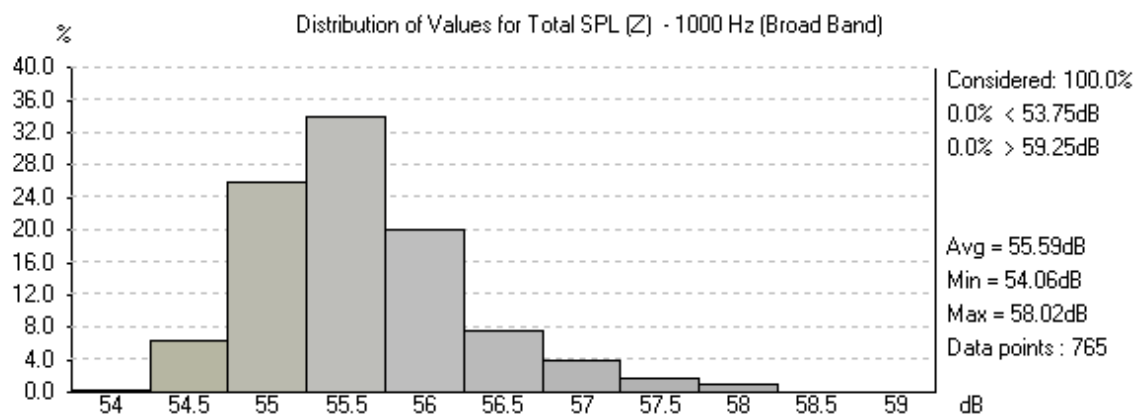


Rysunek 33 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji teatralnej ze sceną dwustronną sali wielofunkcyjnej

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali wielofunkcyjnej obliczona została metodą statystyczną według Sabina. Symulacje wykonane zostały przy schowanych mobilnych kurtynach akustycznych oraz przy ustawieniu ustroju akustycznego SS1 na obu ścianach bocznych w dwóch środkowych wnękach w wersji pochłaniającej dźwięk oraz pozostałych ustrojów akustycznych SS1 w wersji rozpraszającej dźwięk. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego o widmie mowy męskiej normalnej głośności.

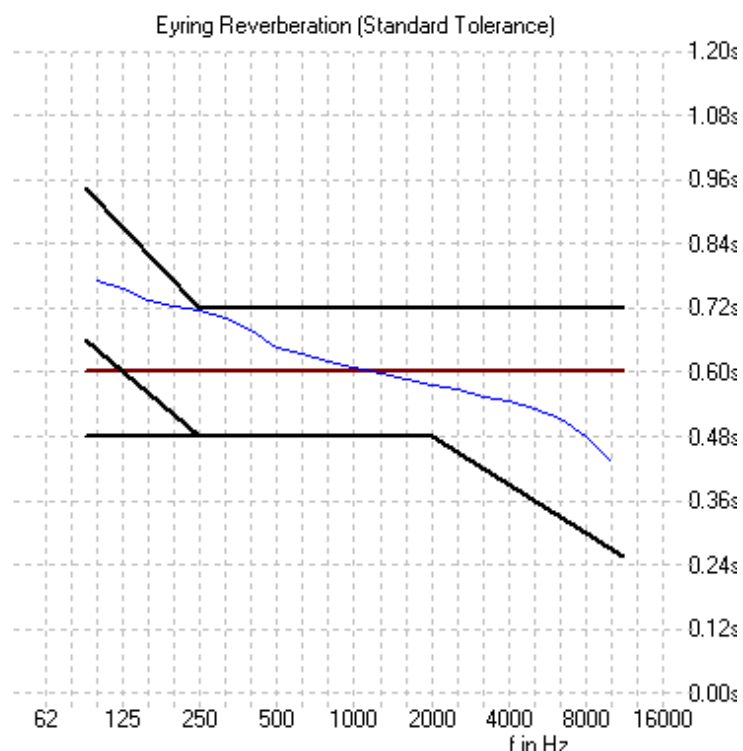


Rysunek 34 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji teatralnej ze sceną dwustronną



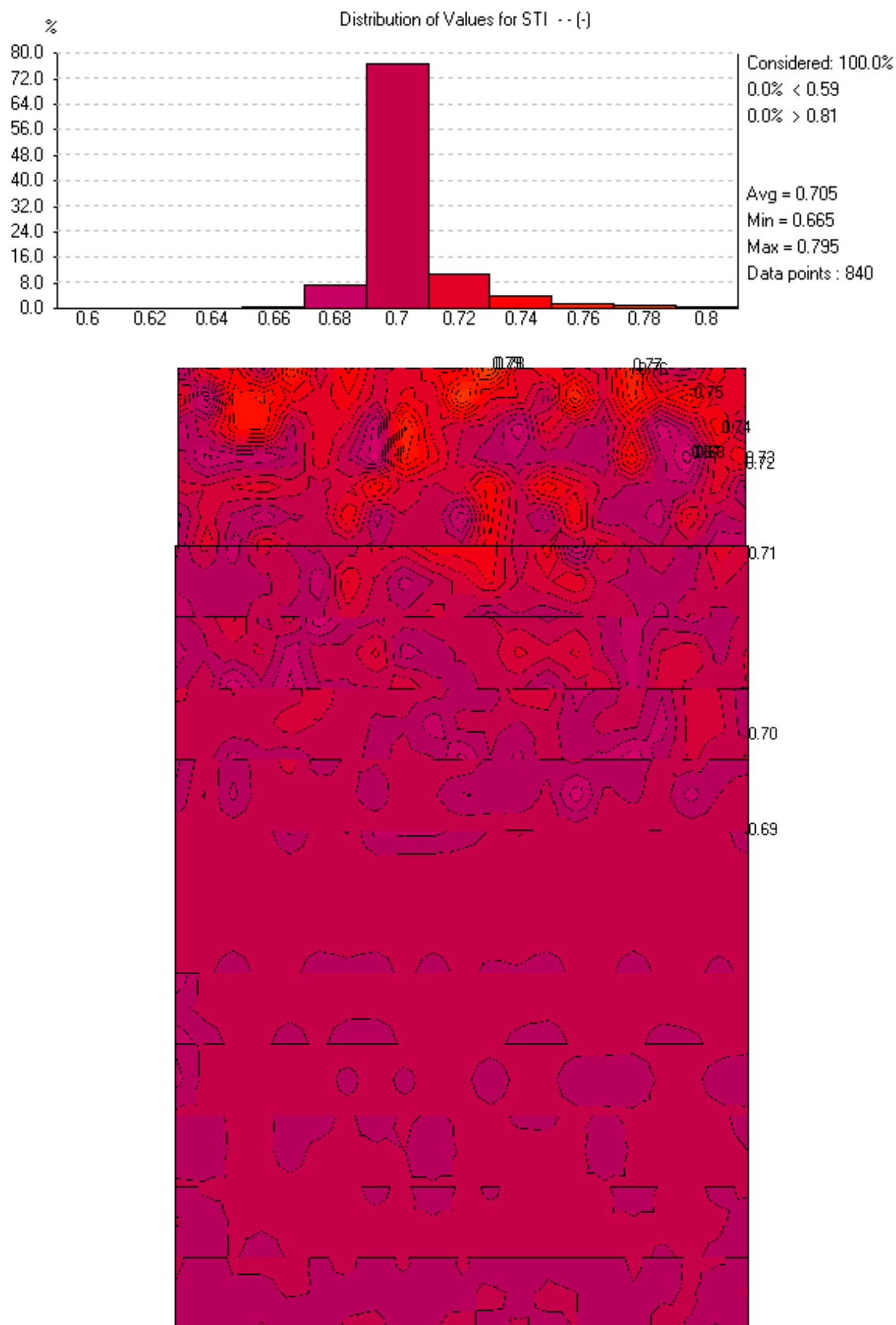
Rysunek 35 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji teatralnej ze sceną dwustronną

d) Funkcja kino

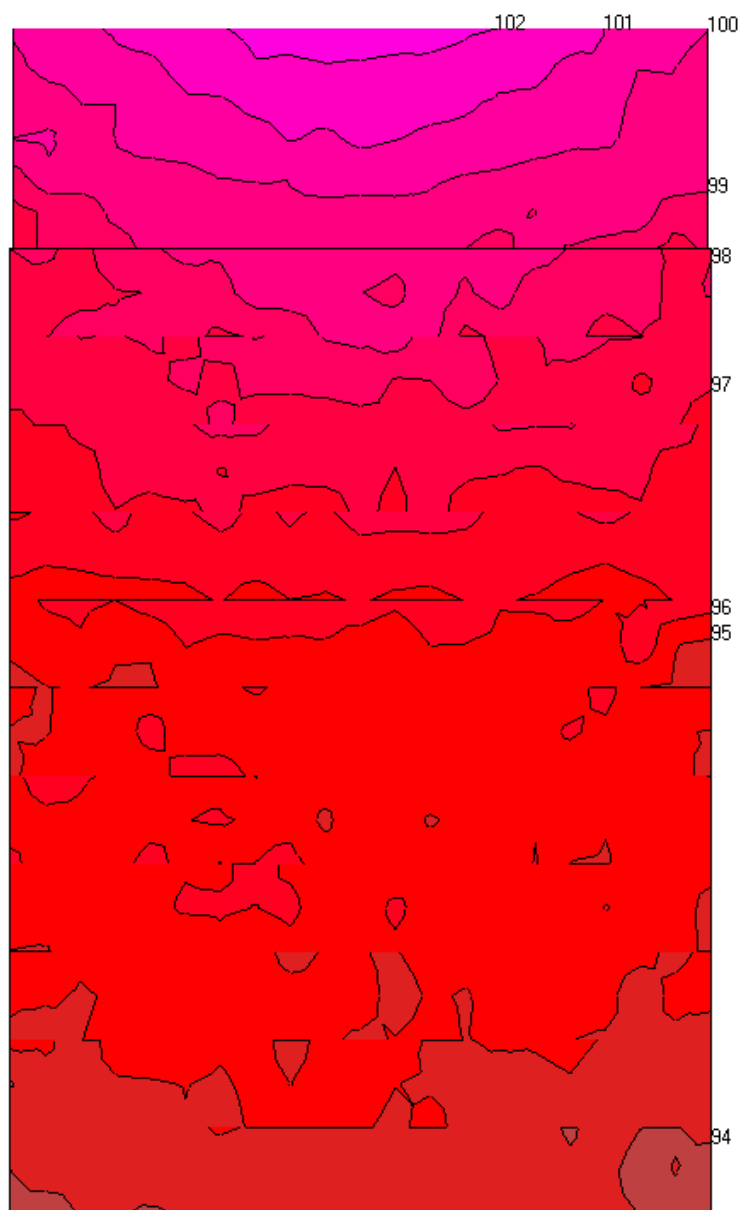
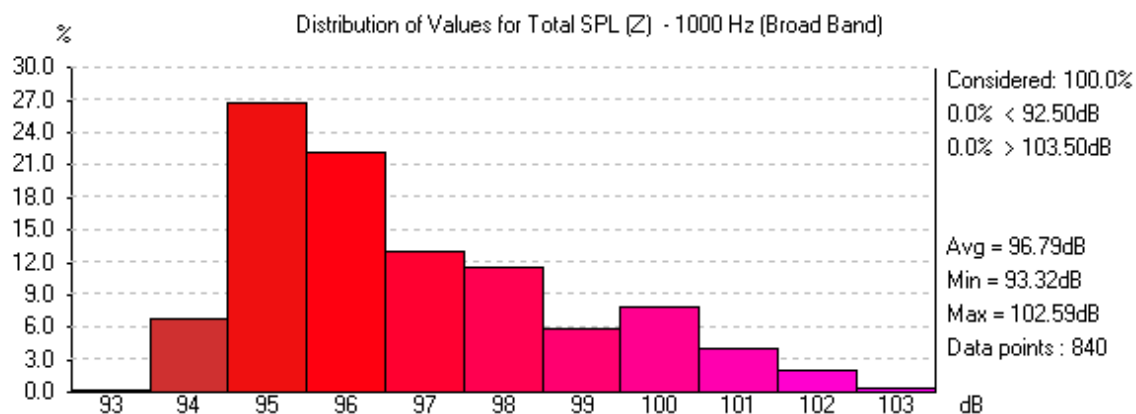


Rysunek 36 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji kinowej sali wielofunkcyjnej

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali wielofunkcyjnej obliczona została metodą statystyczną według Eyringa. Symulacje wykonane zostały przy rozwiniętych mobilnych kurtynach akustycznych oraz przy ustawieniu ustroju akustycznego SS1 w wersji pochłaniającej dźwięk. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego.

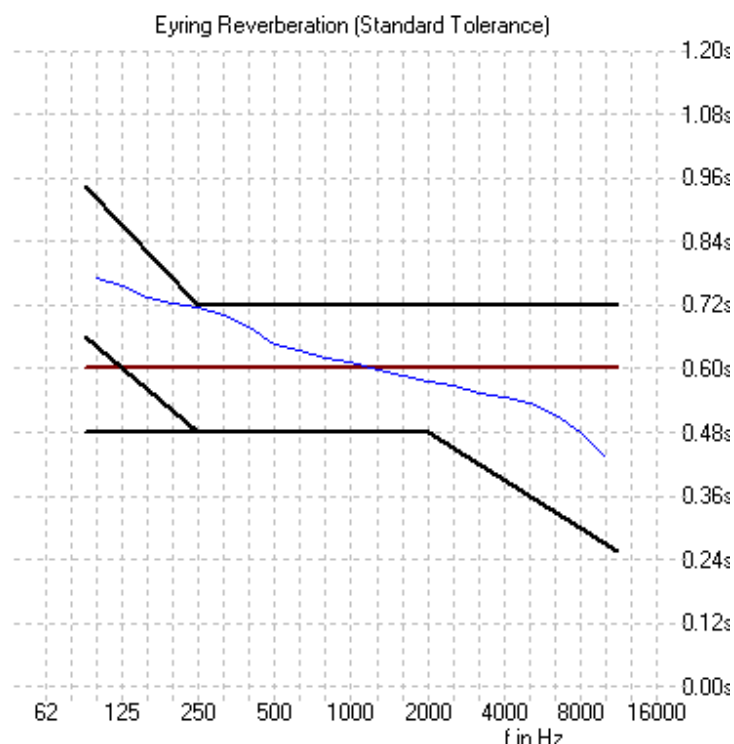


Rysunek 37 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji kinowej



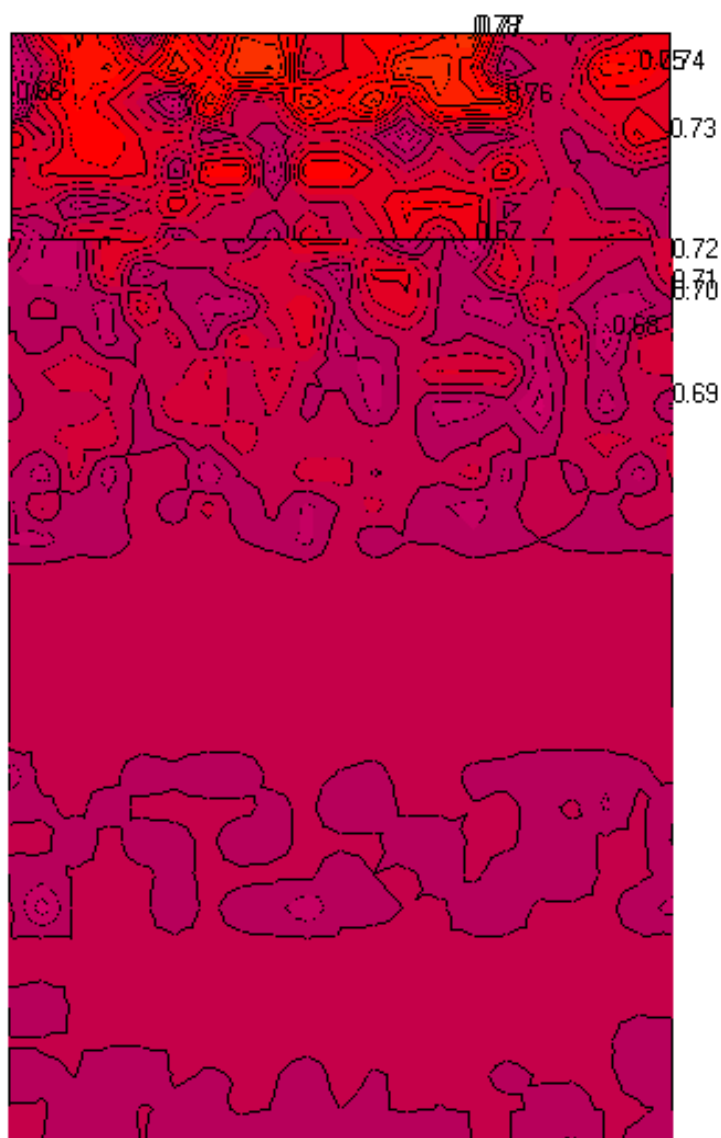
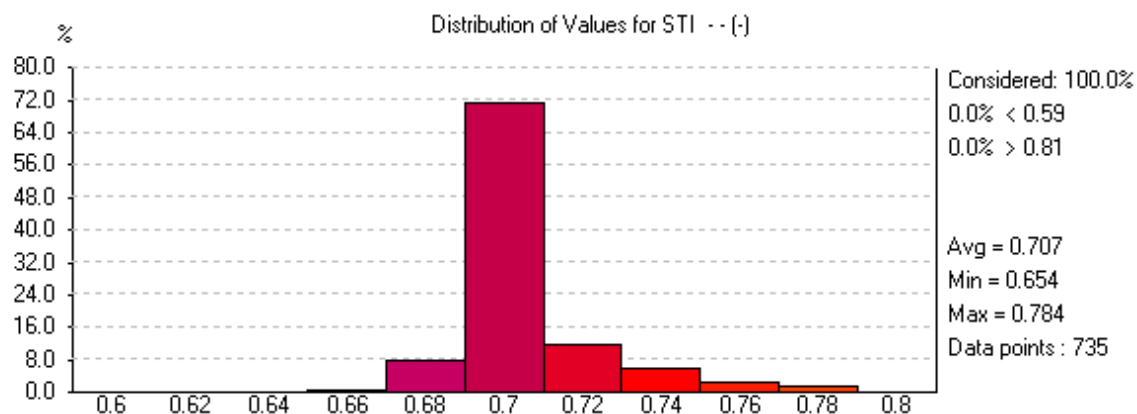
Rysunek 38 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji kinowej

e) Funkcja wykład

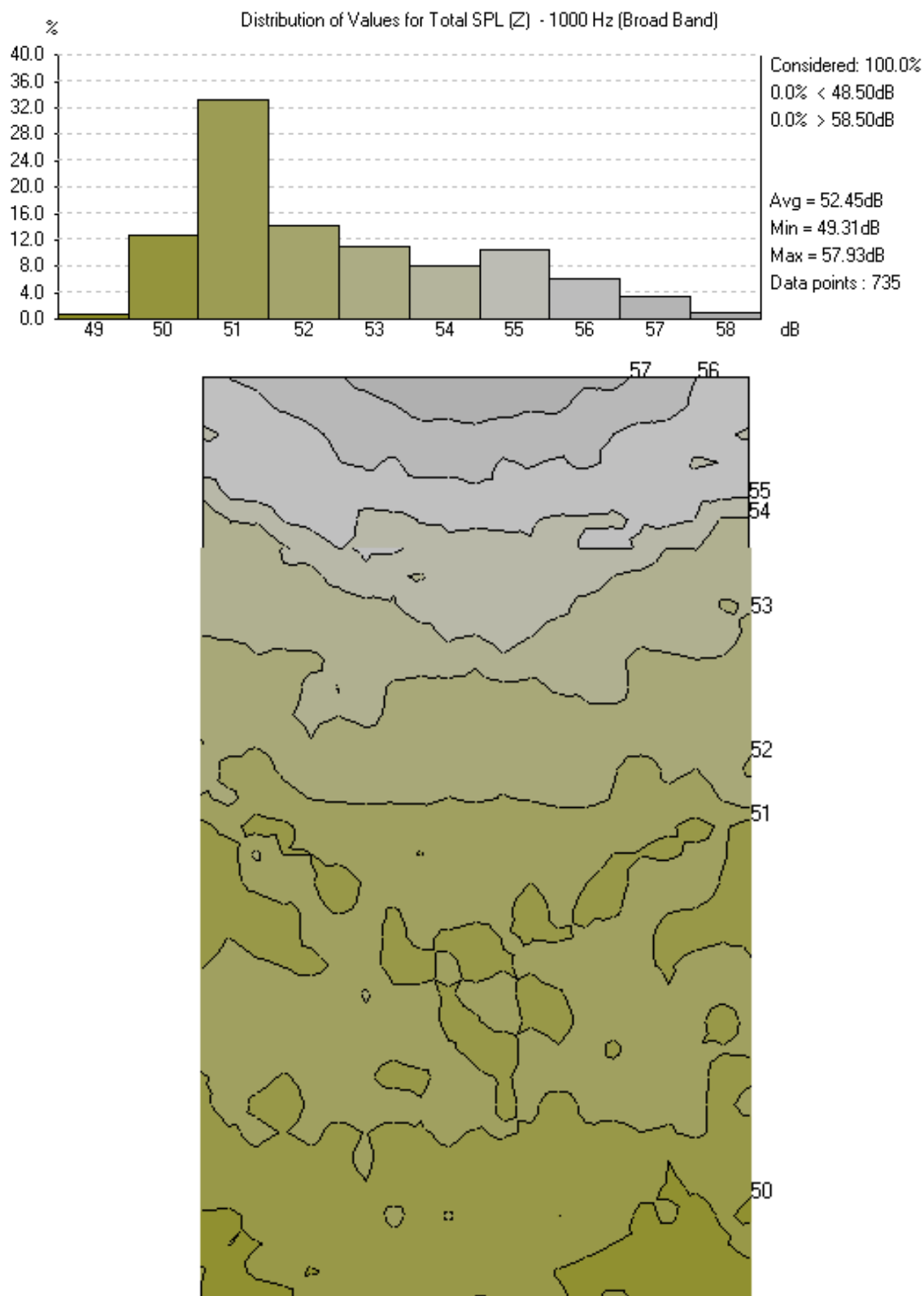


Rysunek 39 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji wykładowej sali wielofunkcyjnej

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali wielofunkcyjnej obliczona została metodą statystyczną według Eyringa. Symulacje wykonane zostały przy rozwiniętych mobilnych kurtynach akustycznych oraz przy ustawieniu ustroju akustycznego SS1 w wersji pochłaniającej dźwięk. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego o widmie mowy męskiej normalnej głośności.

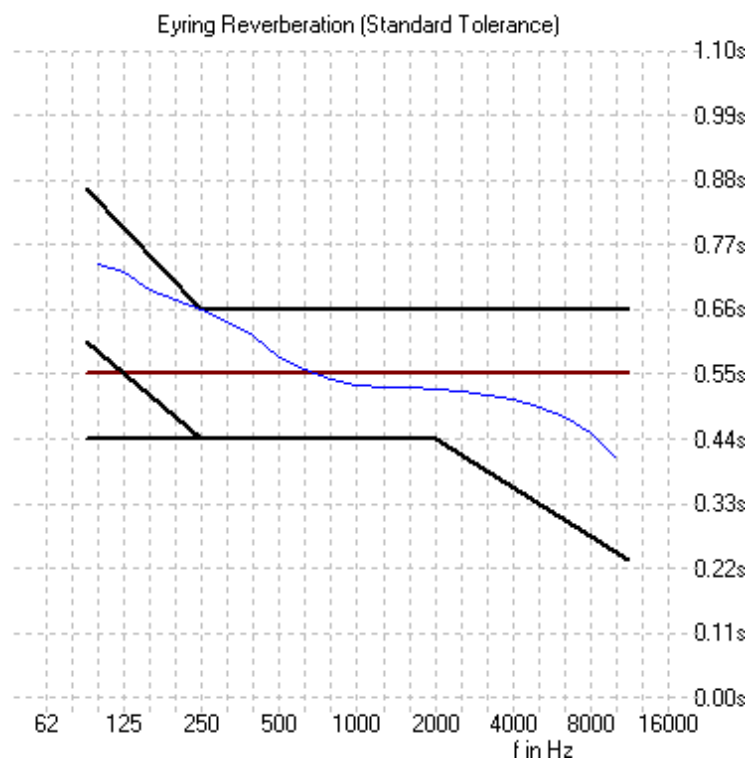


Rysunek 40 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji wykładowej



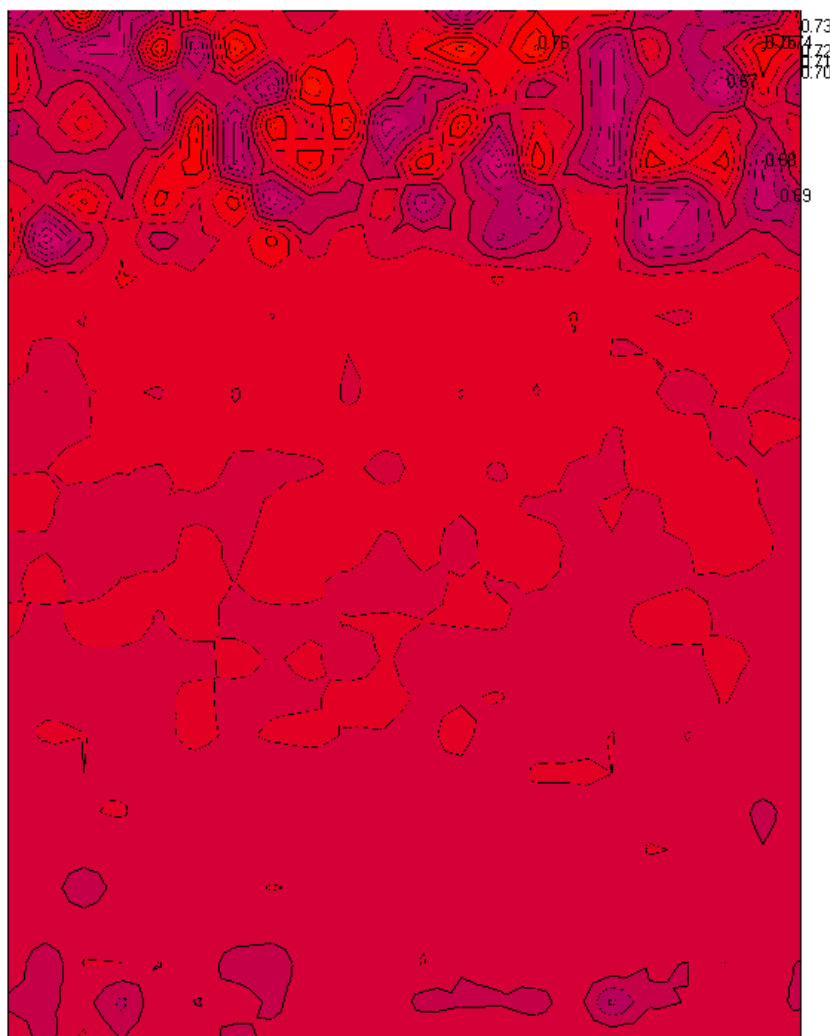
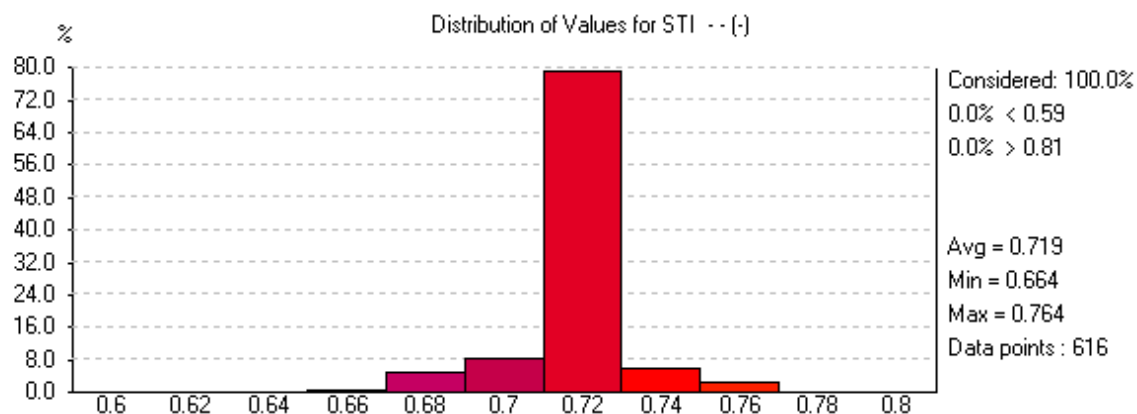
Rysunek 41 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji wykładowej

f) Funkcja koncert elektroakustyczny

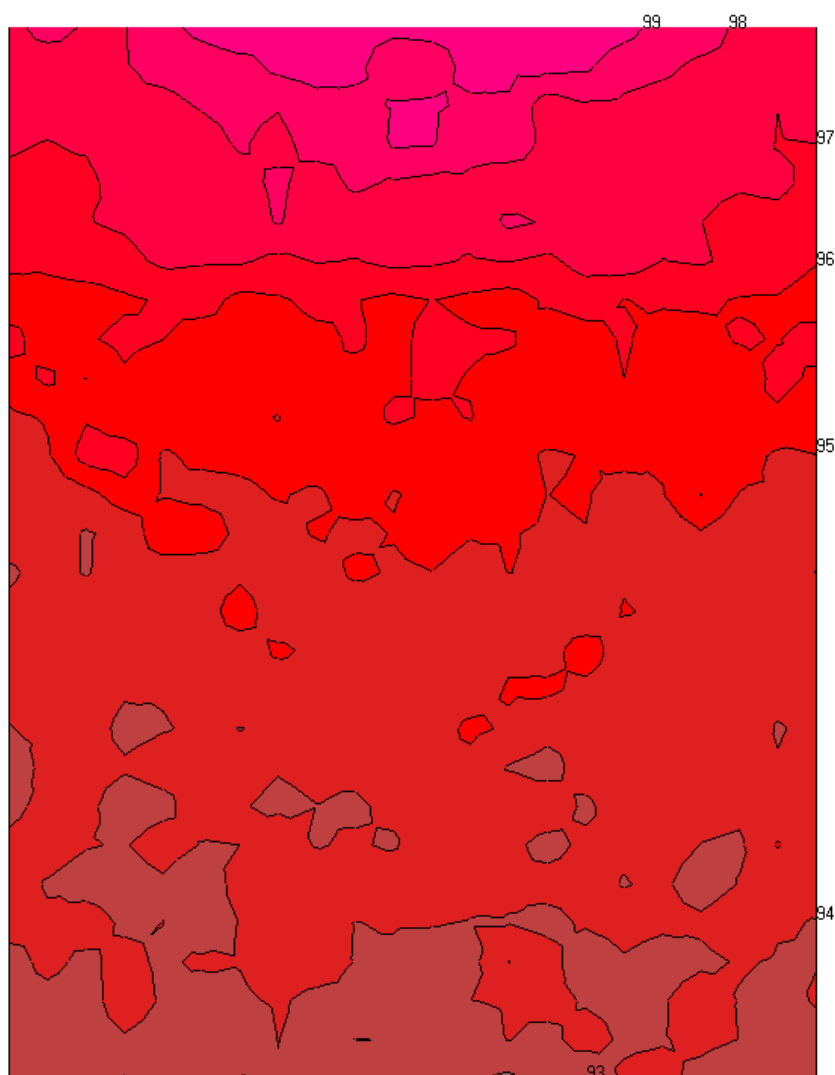
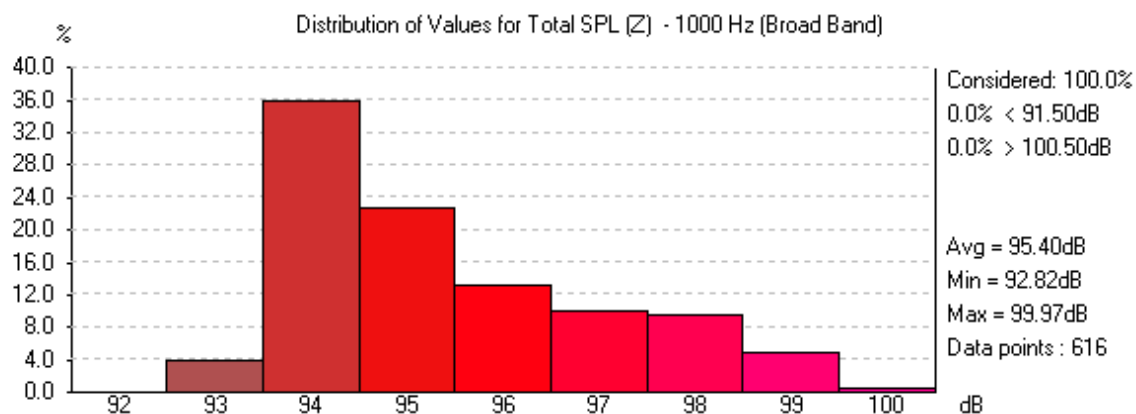


Rysunek 42 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji koncertu elektroakustycznego sali wielofunkcyjnej

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali wielofunkcyjnej obliczona została metodą statystyczną według Eyringa. Symulacje wykonane zostały przy rozwiniętych mobilnych kurtynach akustycznych oraz przy ustawieniu ustroju akustycznego SS1 w wersji pochłaniającej dźwięk. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego.



Rysunek 43 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji koncertu elektroakustycznego



Rysunek 44 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji koncertu elektroakustycznego

10.1.6. Wnioski

Zaprojektowane rozwiązania adaptacji akustycznej pozwoliły na osiągnięcie projektowanych parametrów akustycznych w sali wielofunkcyjnej. Mobilne ustroje akustyczne SS1 i SS2 umożliwiają regulację parametrów i ich dostosowywanie do aktualnych potrzeb użytkownika, zapewniając wielofunkcyjność sali.

10.2. Reżyserka sali wielofunkcyjnej

W reżyserce sali wielofunkcyjnej projektuje się na suficie materiał o klasie pochłaniania dźwięku A.

10.3. Sala absydowa

10.3.1. Charakterystyka sali

Wymiary sali absydowej, istotne pod względem akustyki, przedstawione są niżej:

- półoś wielka elipsy: 9,6 m
- półoś mała elipsy: 4,6 m
- wysokość: 4 m
- kubatura: ~700 m³

Zgodnie z założeniami projektowymi sala absydowa będzie pełniła funkcje:

- kino
- wykład-symposium
- konferencja
- spotkanie
- chór
- koncert akustyczny

Projekt przewiduje zmienność akustyki sali absydowej uzyskiwaną przy pomocy mobilnych kurtyn akustycznych.

10.3.2. Wymagania projektowe

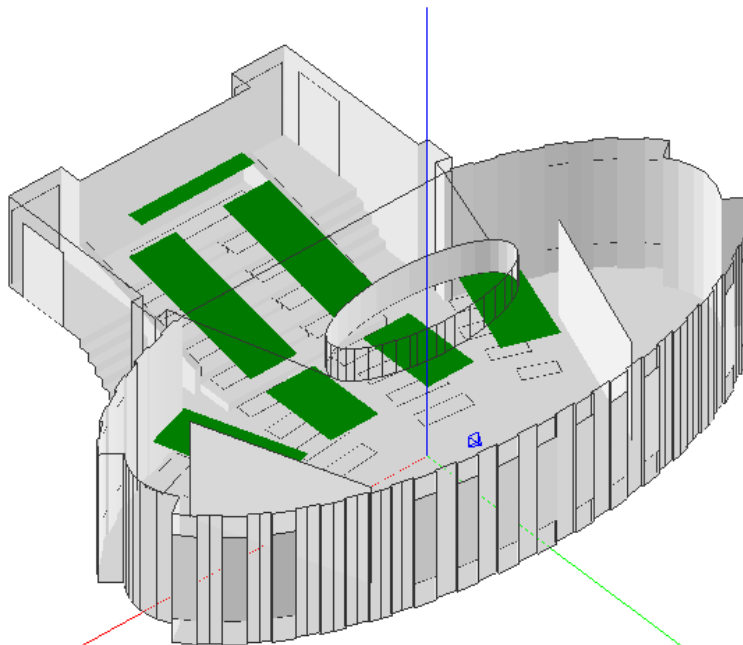
Ze względu na ograniczone miejsce oraz narzucone ograniczenia wysokościowe możliwości adaptacyjne sali absydowej były ograniczone. Niemożliwe było zastosowanie przestrzennych ustrojów rozpraszających dźwięk. W poniższej tabeli przedstawione są możliwe do uzyskania parametry akustyczne w sali absydowej.

Tabela 16 Projektowane parametry akustyczne dla sali absydowej

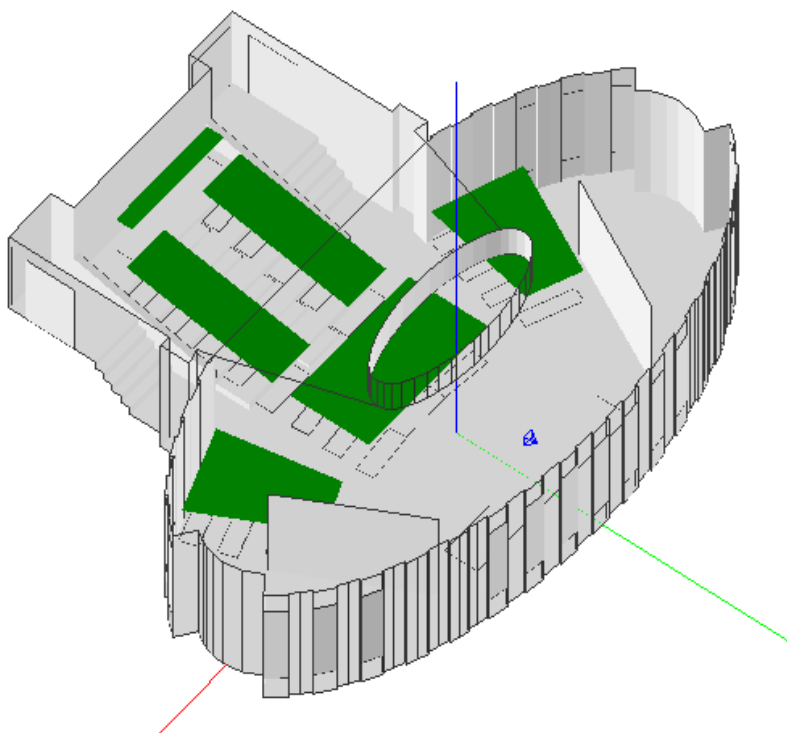
Nazwa parametru, jednostka	Zalecana wartość
Stosunek sygnał-szum (S/N) [dB]	80 ÷ 95
STI dla źródła wszechkierunkowego	> 0,55
STI przy użyciu systemu nagłośnieniowego	> 0,6
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja koncert akustyczny [s]	0,8 s
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja chór [s]	0,8 s
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja kino/wykład [s]	0,55 s
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja konferencja/spotkanie [s]	0,55 s
Zmienność czasu pogłosu regulowana ustrojami mobilnymi [s]	0,25 s

10.3.3. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny

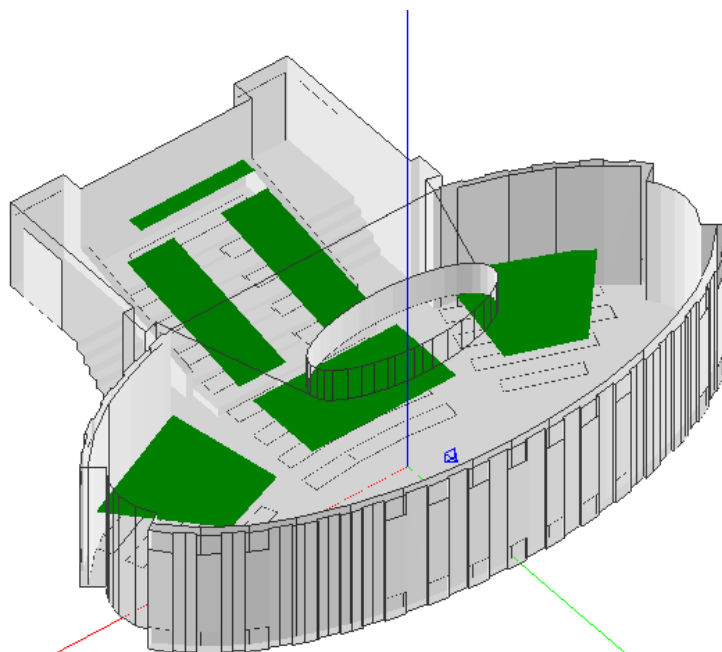
W celu analizy proponowanych rozwiązań adaptacji akustycznej sali opracowano numeryczne modele jej wnętrza. Model odzwierciedla bryłę pomieszczenia z opisanymi parametrycznie materiałami dźwiękochłonnymi zaprojektowanymi we wnętrzu.



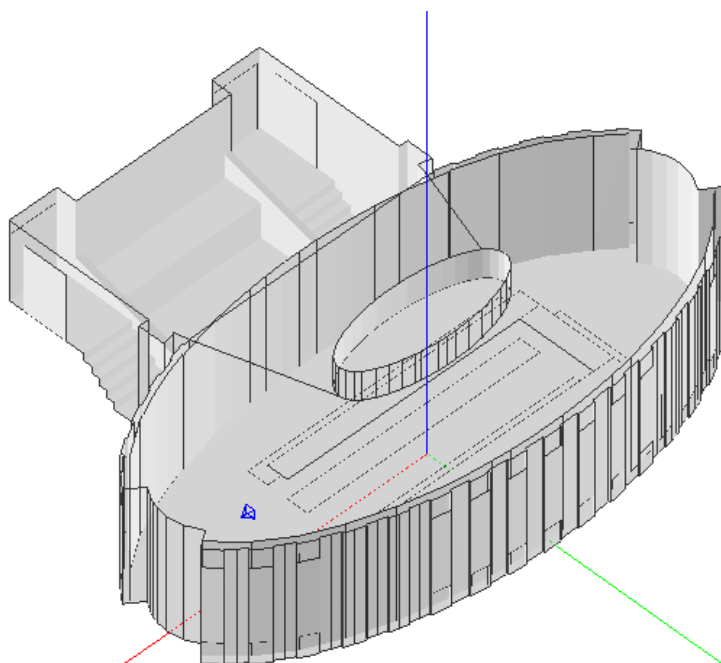
Rysunek 45 Trójwymiarowy model sali absydowej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja koncert akustyczny



Rysunek 46 Trójwymiarowy model sali absydowej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja chór



Rysunek 47 Trójwymiarowy model sali absydowej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja kino/wykład



Rysunek 48 Trójwymiarowy model sali absydowej wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja konferencja

Analiza wyników

Analiza warunków akustycznych projektu została dokonana dla częstotliwości tercjowych w zakresie 100 do 10000 Hz. Pogłosowe współczynniki pochłaniania dźwięku dobrane na podstawie katalogów producenta ustrojów akustycznych, danych literaturowych lub skorzystano z biblioteki programu Ease 4.3. Symulacje akustyczne zostały przeprowadzone dla źródła wszechkierunkowego. Symulacje dla funkcji wykładowej zostały przeprowadzone dla źródła wszechkierunkowego o widmie mowy męskiej normalnej głośności.

10.3.4. Rozmieszczenie ustrojów akustycznych

Na podstawie symulacji akustycznych dobrano i ustalono rozmieszczenie ustrojów akustycznych zapewniających spełnienie warunków określonych w punkcie 10.3.2. W celu uzyskania zamierzonych parametrów akustycznych w projekcie się:

a) Podłoga

Podłoga – posadzka sceniczna wykonana z desek sosnowych na legarach.

b) Fotele

Projektuje się instalację foteli o tapicerowanych wyłącznie siedziskach - wstawka z cienkiej gąbki i tkaniny na sklejce.

c) Ściany

Na ścianach bocznych projektuje się:

- Za trybuną, do wysokości 1 m od poziomu ostatniego podestu trybuny projektuje się USTRÓJ AKUSTYCZNY SS6 - ustrój akustyczny porowaty pochłaniający dźwięk w szerokim zakresie częstotliwości. Ustrój o gęstości 120 - 140 kg/m³ i grubości 4 cm. Ustrój z napiętą tkaniną tekstylną o gramaturze około 380 g/m² na bazie włókien niepalnionych w procesie produkcji np. Trevira CS lub równoważną należy wykonać na podkonstrukcji systemowej. Grubość całkowita ustroju akustycznego wynosi 5 cm. Rozwiązanie ustroju według detalu architektonicznego.
- Pozostałe ściany tynkowane.

d) Sufit

Na suficie projektuje się:

- W absydzie TYNK AKUSTYCZNY np. StoSilent Top z wytłumieniem lub równoważny. Wymagana odległość od stropu 245 mm. Podkonstrukcja systemowa.
- We wnętrzu USTRÓJ AKUSTYCZNY SS7 – ustrój akustyczny rezonujący płytowy wykonany z płyty gipsowo-kartonowej gr. 9,5 mm. Płyta mocowana w odległości 11 cm oraz 18 cm od stropu na podkonstrukcji systemowej w rozstawie 50 x 75 cm. Wypełnienie pustki powietrznej wełną mineralną gr. 40 mm.

e) Mobilna kurtyna akustyczna

W zależności od funkcji kurtyny akustyczne mogą być rozwijane dookoła absydy (konferencja/spotkanie) lub przy ścianach absydy oraz na ścianie za trybuną (kino/wykład). Projektuje się kurtyny z tkaniny o gramaturze 360 g/m² na bazie włókien niepalnionych w procesie produkcji np. Trevira CS. Kurtyny rozwijane przy ścianie, bez marszczenia na torowisku np. SILENT GLISS lub równoważnym. Ruch kurtyn realizowany ręcznie.

Dla funkcji koncert akustyczny i chór kurtyny zostaną zwinięte i zasłonięte obudowami odbijającymi dźwięk lub zdemontowane.

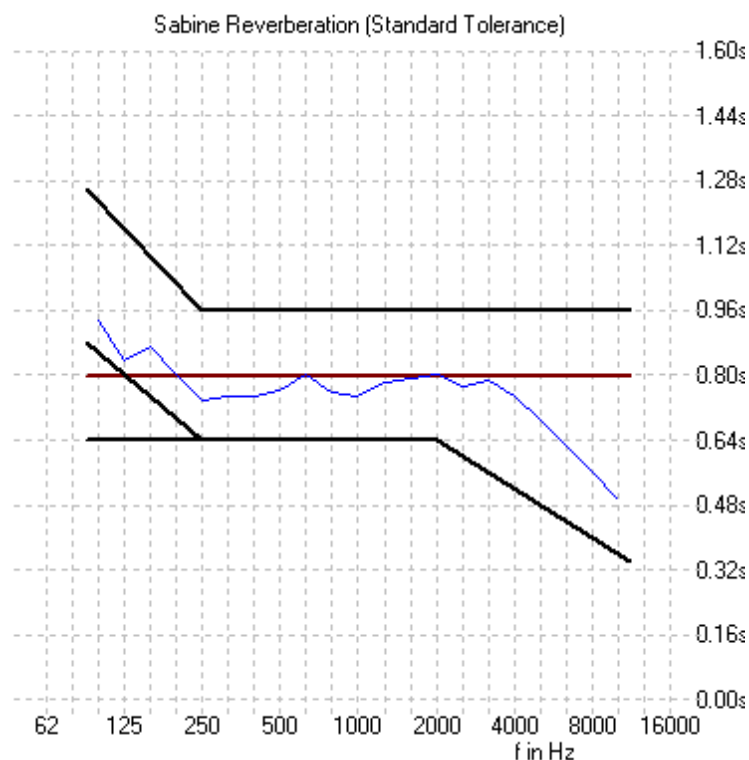
f) Ekrany akustyczne

Na potrzeby koncertu akustycznego i chóru zaprojektowane zostały 2 mobilne ekrany akustyczne. Ekrany odbijające dźwięk wykonane zostaną z płyty drewnopochodnej gr. minimum 30 mm. Ekrany ustawiane w zależności od potrzeb po bokach chóru/zespołu będą kierowały dźwięk w stronę widowni.

10.3.5. Symulacje akustyczne

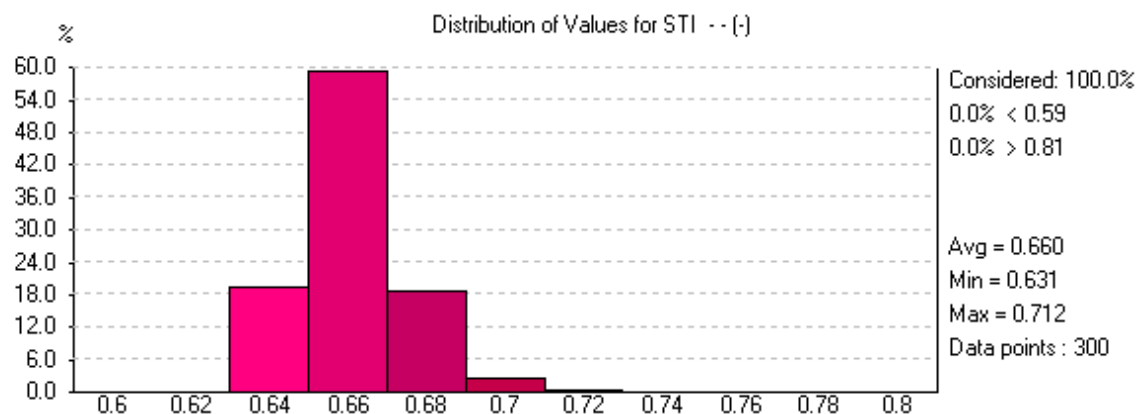
Symulacje akustyczne wykonano w programie EASE 4.3.

a) Funkcja koncert akustyczny

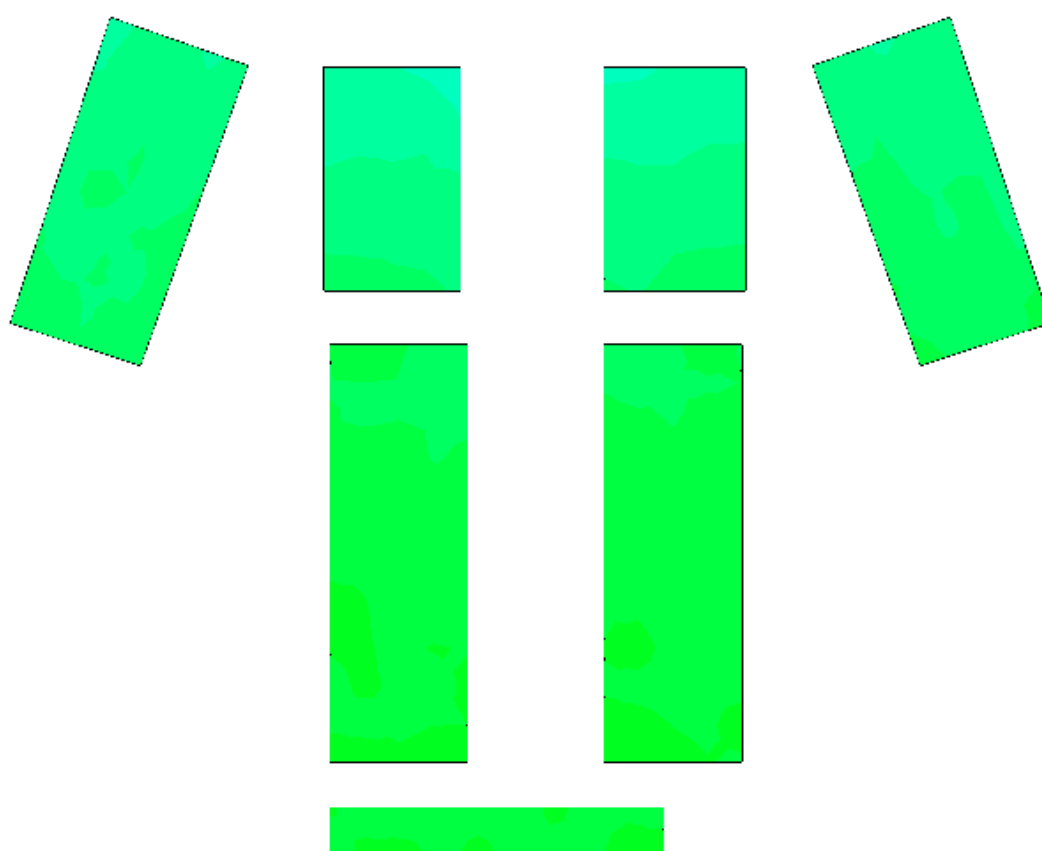
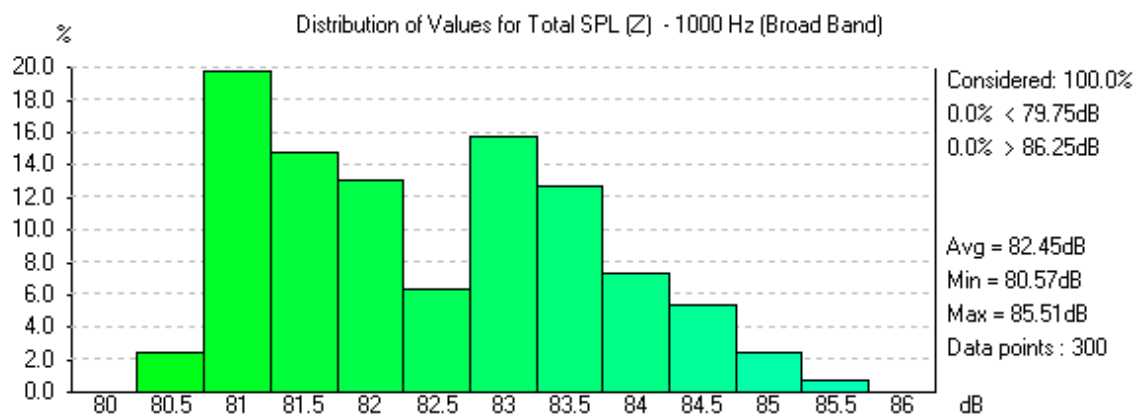


Rysunek 49 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji koncertu akustycznego

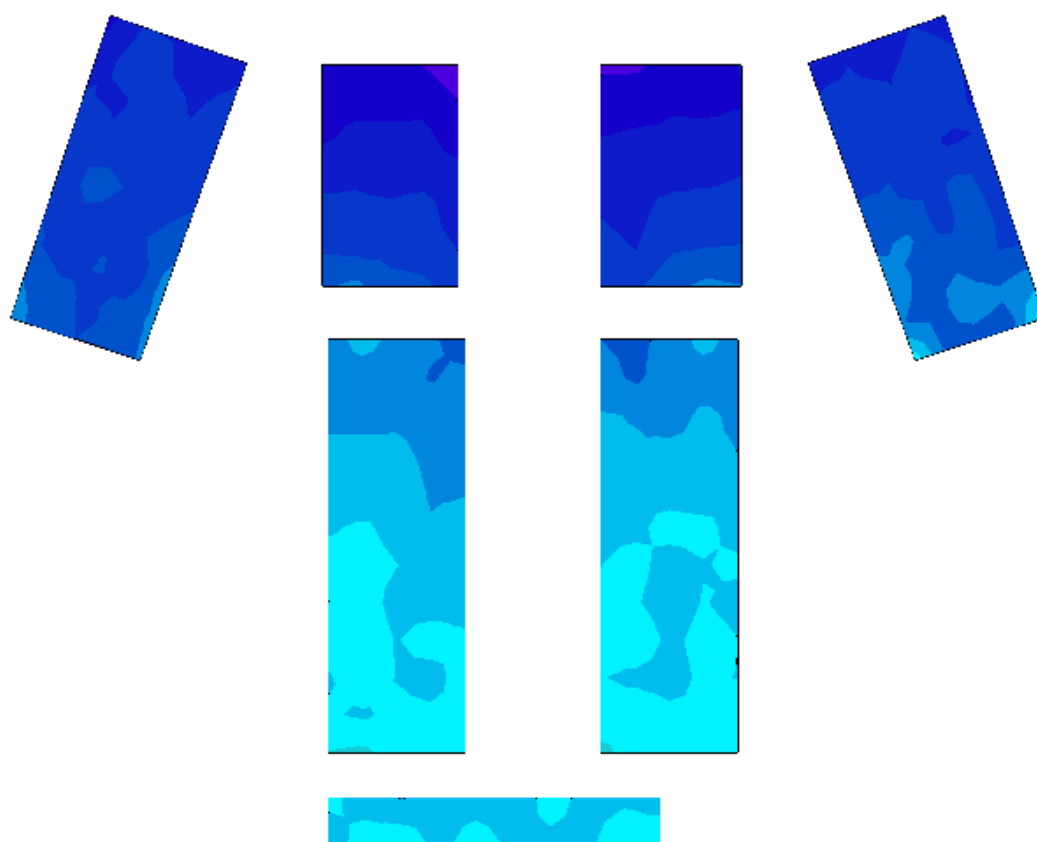
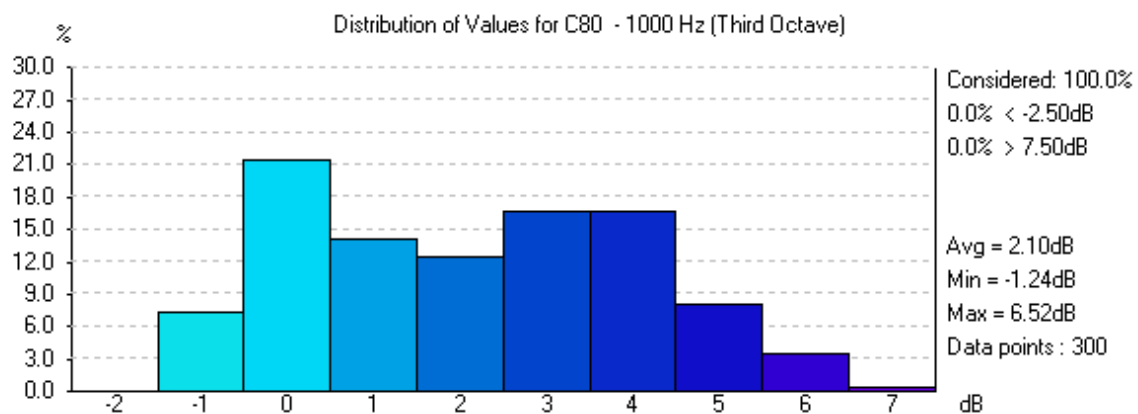
Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali absydowej obliczona została metodą statystyczną według Sabina. Symulacje wykonane zostały przy schowanych mobilnych kurtynach akustycznych. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego.



Rysunek 50 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji koncertu akustycznego

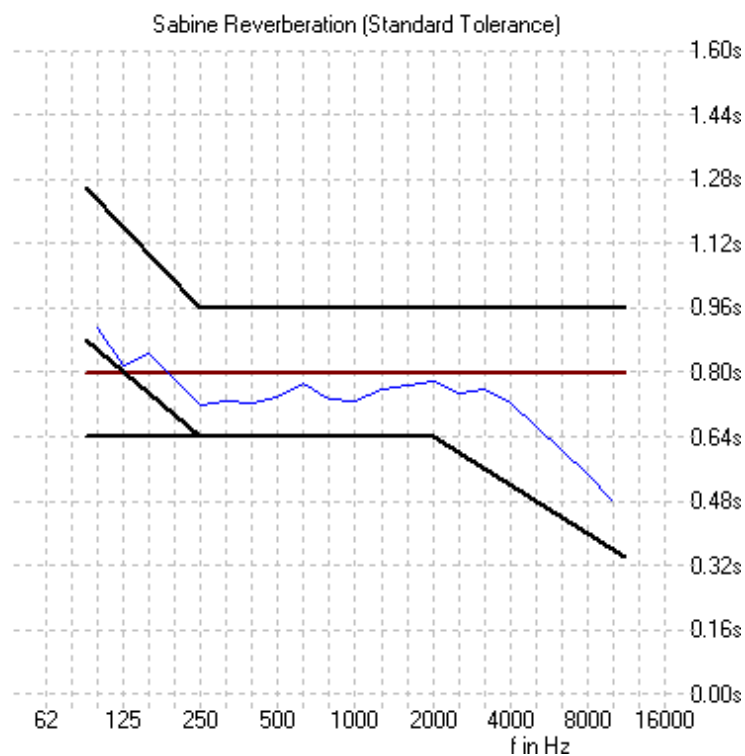


Rysunek 51 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji koncertu akustycznego



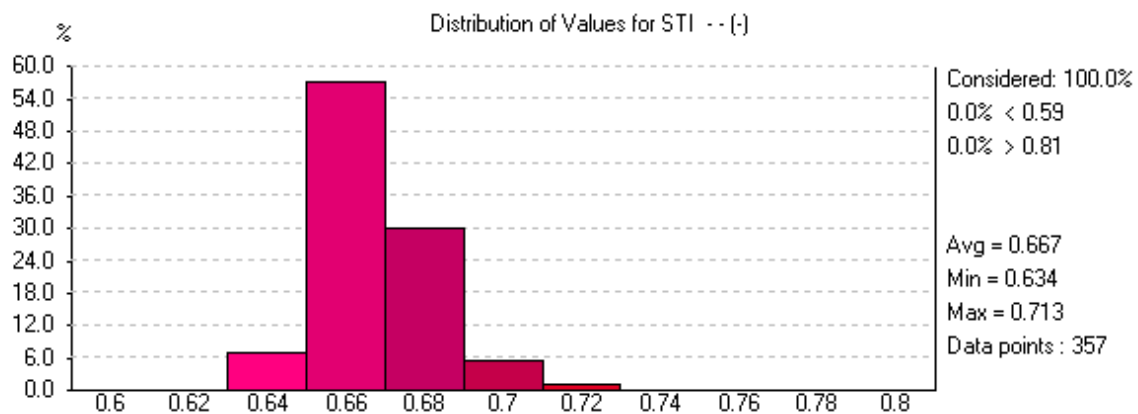
Rysunek 52 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją parametru C80 dla funkcji koncertu akustycznego

b) Funkcja chór

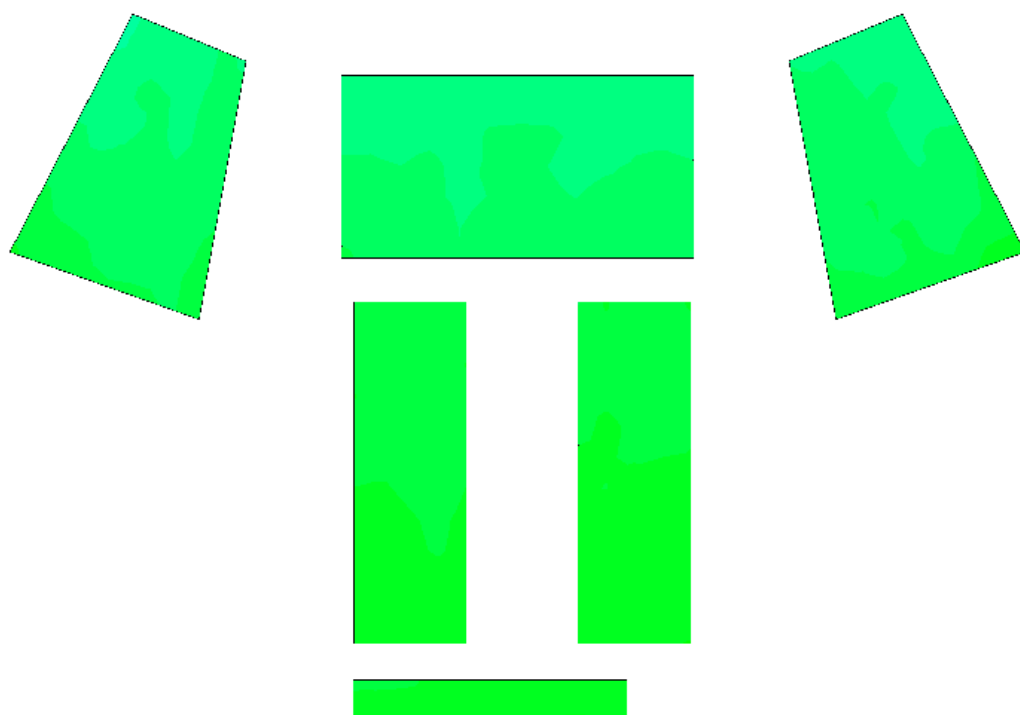
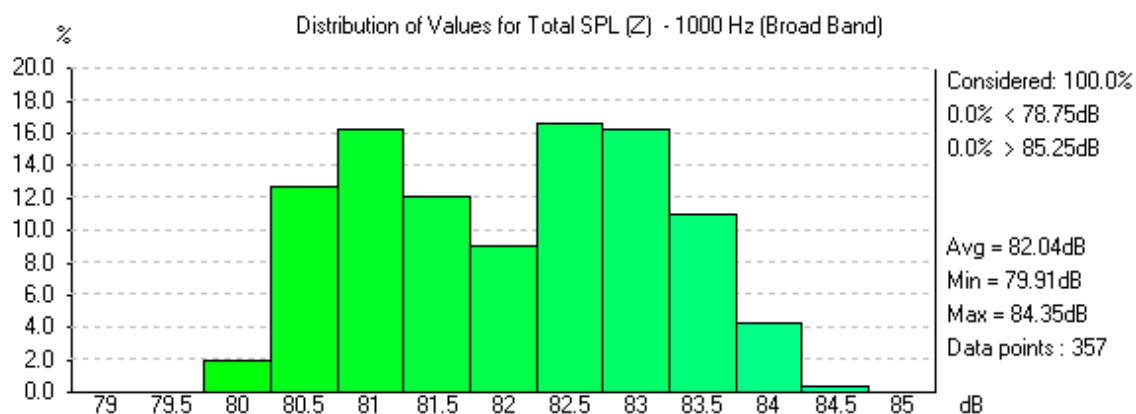


Rysunek 53 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji chóru

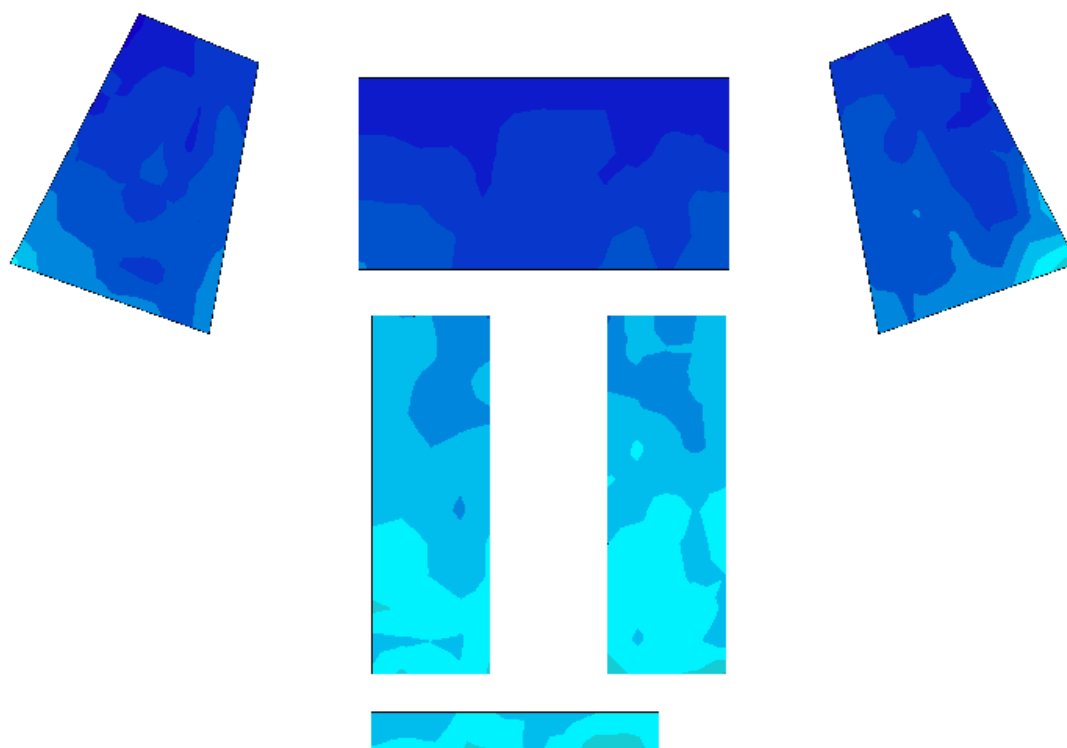
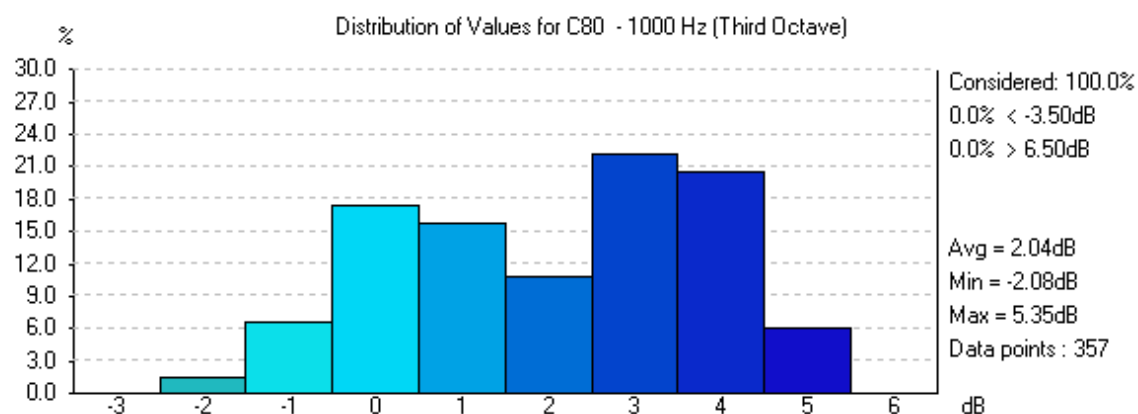
Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali absydowej obliczona została metodą statystyczną według Sabina. Symulacje wykonane zostały przy schowanych mobilnych kurtynach akustycznych. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego.



Rysunek 54 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji chóru

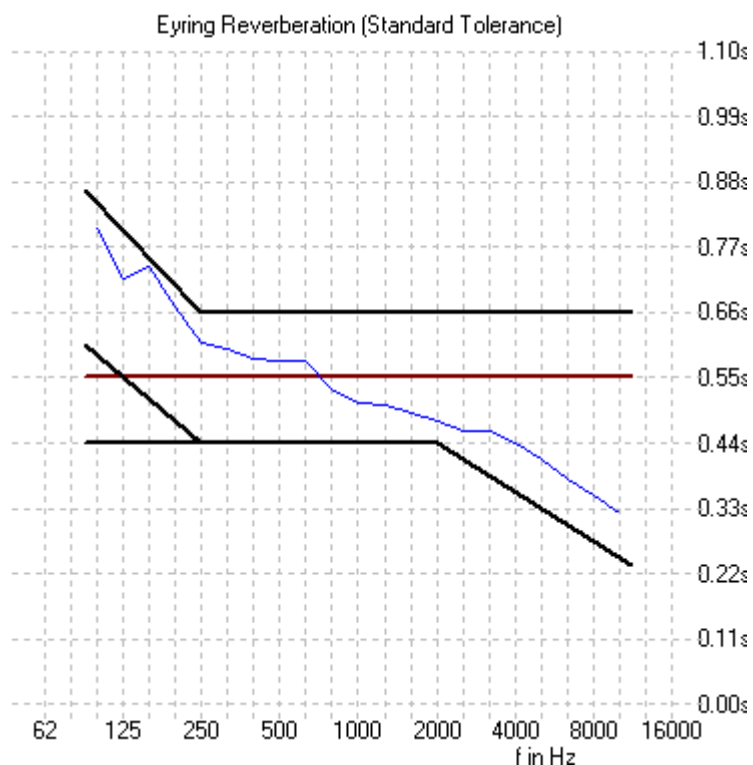


Rysunek 55 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji chóru



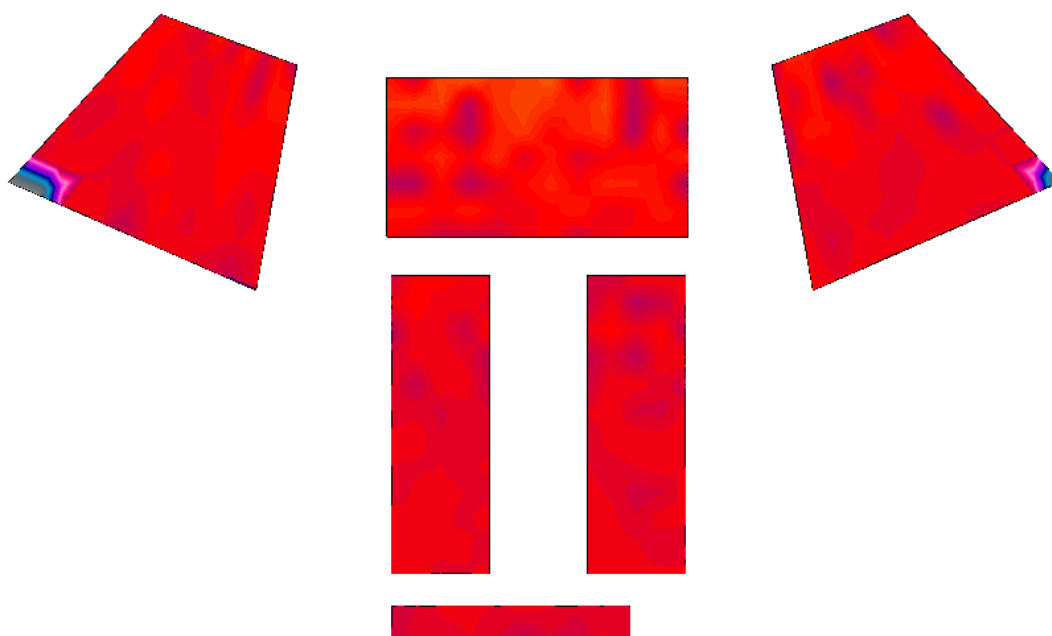
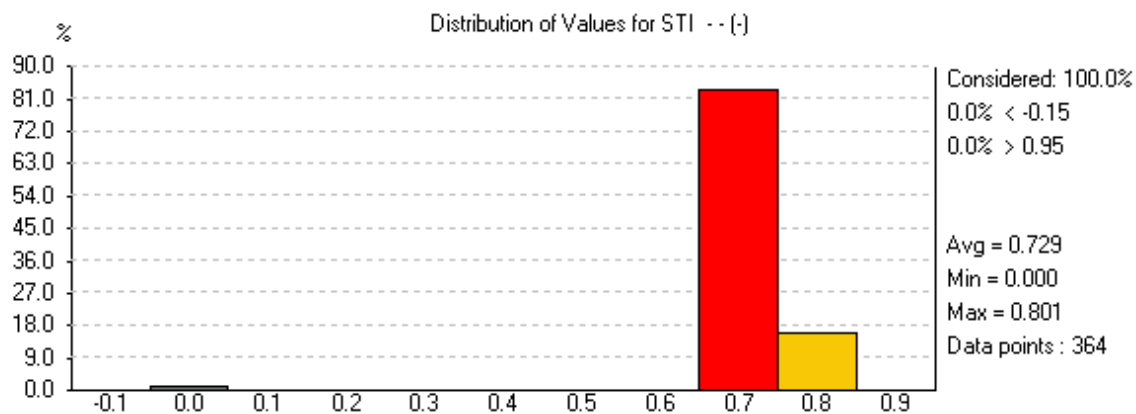
Rysunek 56 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją parametru C80 dla funkcji chóru

c) Funkcja kino/wykład

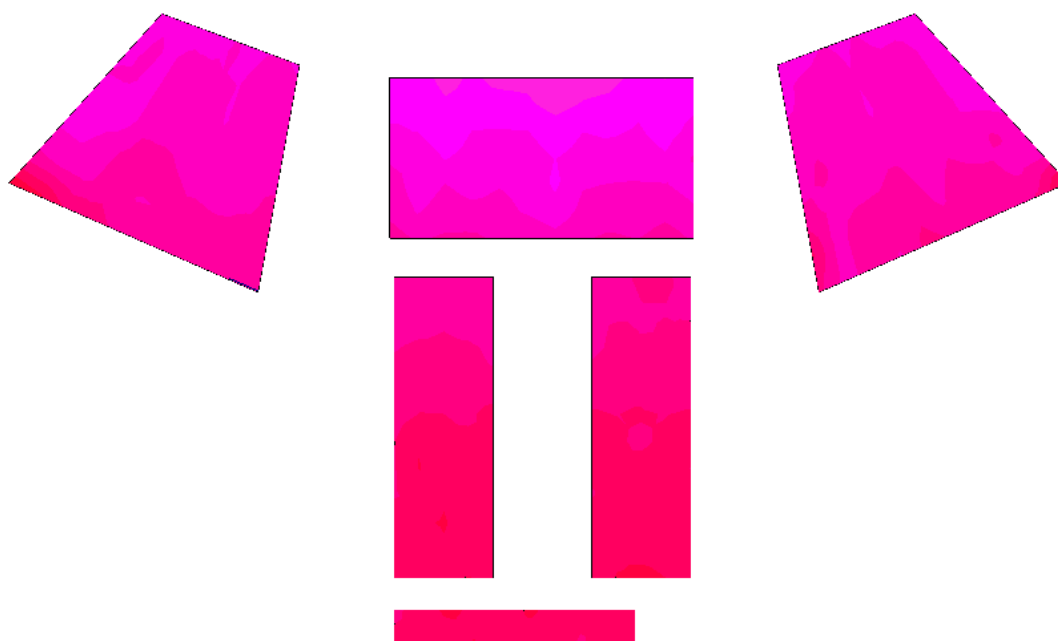
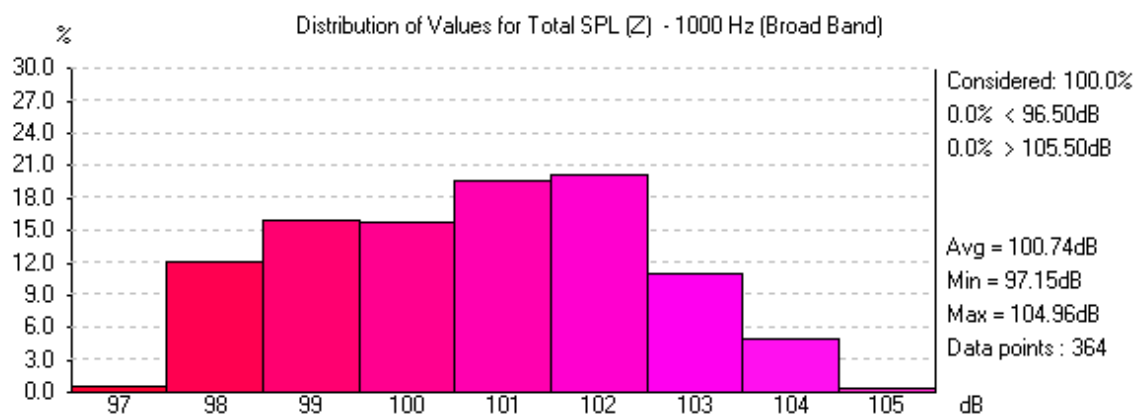


Rysunek 57 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla kino/wykład

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali absydowej obliczona została metodą statystyczną według Eyringa. Symulacje wykonane zostały przy rozwiniętych mobilnych kurtynach akustycznych wzdłuż ścian absydy i wzdłuż ściany za trybuną. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego.

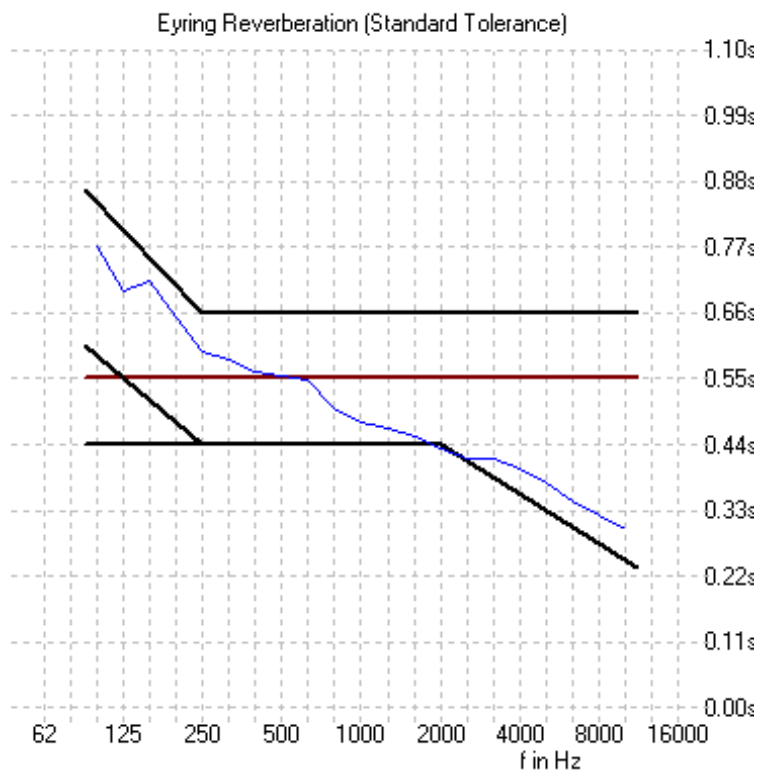


Rysunek 58 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji kino/wykład



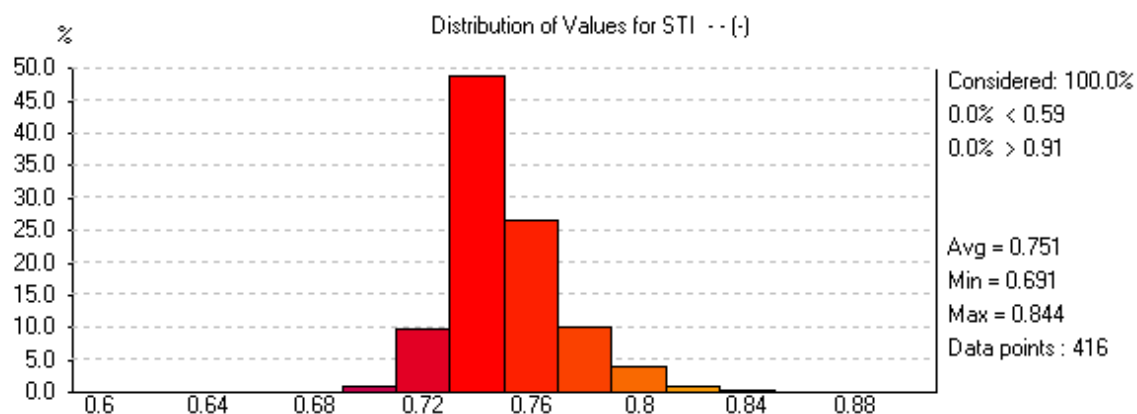
Rysunek 59 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji kino/wykład

d) Funkcja konferencja/spotkanie

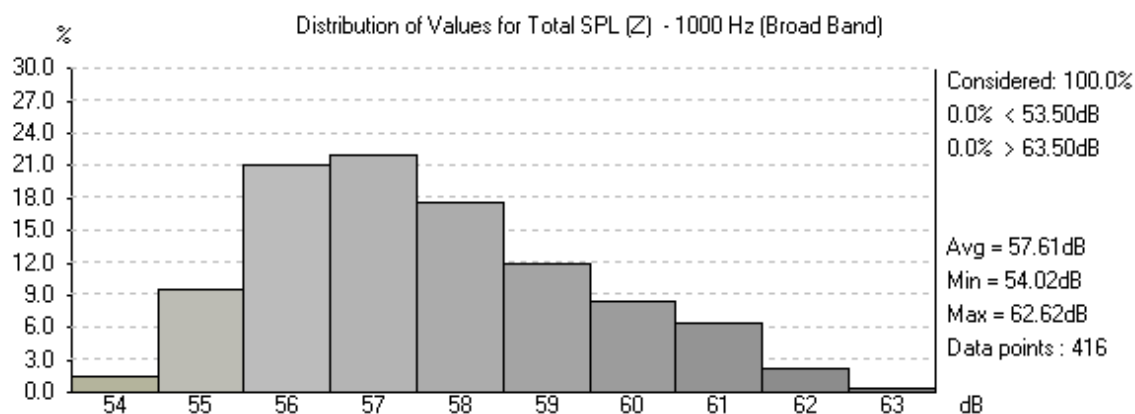


Rysunek 60 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji konferencja/spotkanie

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla sali absydowej obliczona została metodą statystyczną według Eyringa. Symulacje wykonane zostały przy rozwiniętych mobilnych kurtynach akustycznych dookoła absydy. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego o widmie mowy męskiej normalnej głośności.



Rysunek 61 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji konferencja/spotkanie



Rysunek 62 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego (TotalSPL) dla funkcji konferencja/spotkanie

10.3.6. Wnioski

Zaprojektowane rozwiązania adaptacji akustycznej pozwoliły na osiągnięcie projektowanych parametrów akustycznych w sali absydowej. Mobilne kurtyny akustyczne umożliwiają regulację parametrów w sali i ich dostosowywanie do aktualnych potrzeb użytkownika, zapewniając wielofunkcyjność Sali absydowej.

10.4. Stołówka

10.4.1. Charakterystyka sali

Wymiary stołówki, istotne pod względem akustyki, przedstawione są niżej:

- długość: 20,9 m
- szerokość: 13,2 m
- wysokość: 5,8 m (do dźwigarów)
- kubatura: ~700 m³

Zgodnie z założeniami projektowymi sala absydowa będzie pełniła funkcje:

- koktajl
- seminarium
- seminarium z podziałem na dwie sale
- bankiet
- sala ćwiczeń
- restauracja

10.4.2. Wymagania projektowe

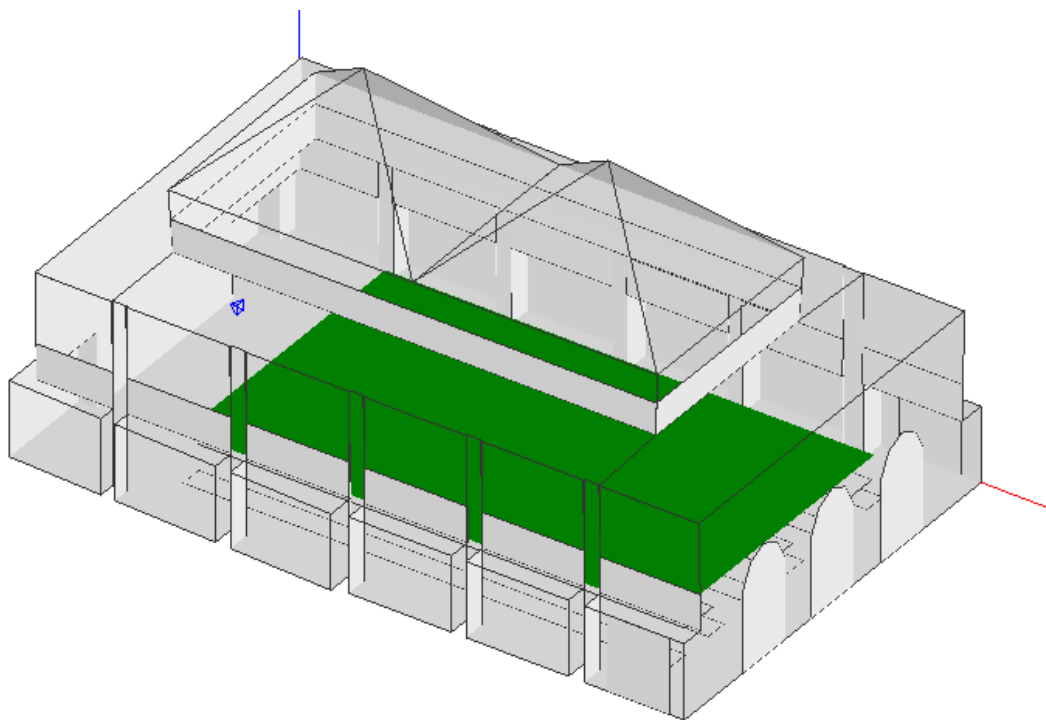
Stołówka pełnić może wiele funkcji, jedną z nich będzie seminarium na całej sali lub z podziałem na dwie mniejsze sale.

Tabela 17 Projektowane parametry akustyczne dla stołówki

Nazwa parametru, jednostka	Zalecana wartość
Stosunek sygnał-szum (S/N) [dB]	80 ÷ 95
STI dla źródła wszechkierunkowego	> 0,55
STI przy użyciu systemu nagłośnieniowego	> 0,6
Czas pogłosu z publicznością dla częstotliwości 1 kHz – funkcja koncert akustyczny [s]	0,7 s

10.4.3. Analiza warunków pogłosowych – model akustyczny

W celu analizy proponowanych rozwiązań adaptacji akustycznej sali opracowano numeryczny model jej wnętrza. Model odzwierciedla bryłę pomieszczenia z opisanymi parametrycznie materiałami dźwiękochłonnymi zaprojektowanymi we wnętrzu.



Rysunek 63 Trójwymiarowy model stołówki wykonany w programie EASE 4.3 – funkcja seminarium

Analiza wyników

Analiza warunków akustycznych projektu została dokonana dla częstotliwości tercjowych w zakresie 100 do 10000 Hz. Pogłosowe współczynniki pochłaniania dźwięku dobrane na podstawie katalogów producenta urządzeń akustycznych, danych literaturowych lub skorzystano z biblioteki programu Ease 4.3. Symulacje akustyczne zostały przeprowadzone dla źródła wszechkierunkowego.

10.4.4. Rozmieszczenie urządzeń akustycznych

Na podstawie symulacji akustycznych dobrano i ustalono rozmieszczenie urządzeń akustycznych zapewniających spełnienie warunków określonych w punkcie 10.4.2. W celu uzyskania zamierzonych parametrów akustycznych w projekcie się:

a) Podłoga

Podłoga – płytki gresowe.

b) Fotele

Projektuje się krzesła z obiciem.

c) Ściany

- Do wysokości antresoli we wnękach ścian bocznych projektuje się USTRÓJ AKUSTYCZNY SS5 – ustrój akustyczny perforowany klasy pochłaniania dźwięku minimum B. Perforacja ustroju $f_i = 6-8 \text{ mm}$, $D = 40 \text{ mm}$, rozstaw 22-30 mm lub inna równoważna. Ustrój montowany na podkonstrukcji systemowej w odległości 20 cm od ściany murowanej.

- Powyżej antresoli na ścianach bocznych znajdują się regały z książkami.
- Na powierzchniach bocznych dźwigarów pod świetlikiem projektuje się StoSilnet Top A-Tec Panel Alu lub inny równoważny, wyciśnięcie z wełny gr. 30 mm. Panel należy montować na podkonstrukcji systemowej.
- Pozostałe ściany odbijające dźwięk – tynk lub panel drewnopochodny bez perforacji.

d) Sufit

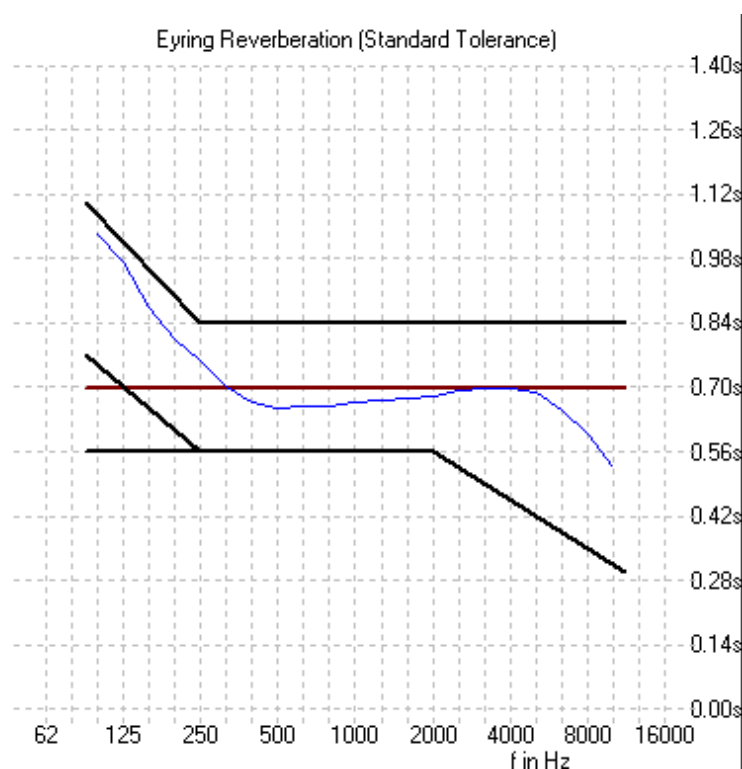
Na suficie projektuje się:

- Nad sufitami napinanymi typu Barrisol wełna mineralna zabezpieczona fizeliną grubości 40 - 50 mm i gęstości > 60 kg/m³.
- Na pozostałej części sufitu – sufit akustyczny klasy A np. Rockfon Mono E lub inny równoważny.

10.4.5. Symulacje akustyczne

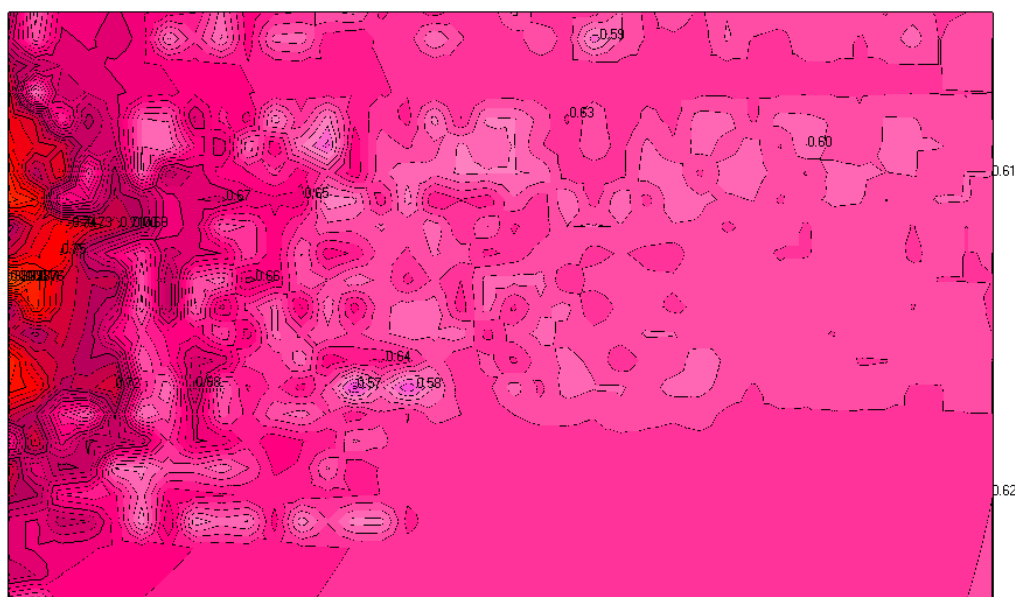
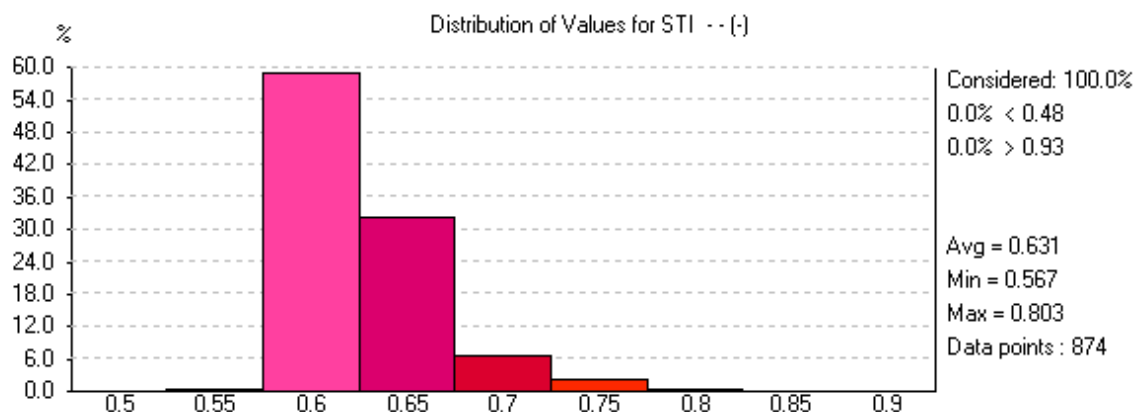
Symulacje akustyczne wykonano w programie EASE 4.3.

a) Funkcja seminarium



Rysunek 64 Projektowana charakterystyka czasu pogłosu dla funkcji seminarium w stołówce

Przedstawiona charakterystyka czasu pogłosu dla stołówki obliczona została metodą statystyczną według Eyringa. Symulacje wykonane zostały przy założeniu, że panele perforowane we wnękach ścian bocznych nie są zasłonięte. Jako źródła dźwięku użyto głośnika wszechkierunkowego.



Rysunek 66 Rozkład przestrzenny wraz z dystrybucją wskaźnika zrozumiałości mowy (STI) dla funkcji seminarium

10.4.6. Wnioski

Zaprojektowane rozwiązania adaptacji akustycznej pozwoliły na osiągnięcie projektowanych parametrów akustycznych w stołówce.

10.5. Foyer

We foyer projektuje się:

- Sufit akustyczny pochłaniający dźwięk klasy A
- Na powierzchniach bocznych dźwigarów pod świetlikiem (około 35 m²) projektuje się okładziny akustyczne StoSilnet Top A-Tec Panel Alu z wytłumieniem z wełny gr. 30 mm lub równoważne. Panele należy montować na podkonstrukcji systemowej.

10.6. Kawiarnia

Na całej powierzchni kawiarni projektuje się sufity akustyczny o klasie pochłaniania dźwięku minimum C w układzie wyspowym.

10.7. Korytarze na kondygnacjach mieszkalnych

W korytarzach na kondygnacjach mieszkalnych projektuje się sufity o klasie pochłaniania dźwięku A.

