

**Rozbudowa systemu nagłośnienia imprez  
sportowych Hali widowiskowo-sportowej Ergo  
Arena w Gdańsku/Sopotie**

**PROJEKT WYKONAWCZY**

**JEDNOSTKA PROJEKTOWA**

Manufaktura Technologiczna  
ul. Puławska 38, 05-500 Piaseczno

**OBIEKT:**

Hala Gdańsk-Sopot Sp. z o.o.  
Plac dwóch Miast 1, 80-344 Gdańsk

**INWESTOR:**

Hala Gdańsk-Sopot Sp. z o.o.  
Plac dwóch Miast 1, 80-344 Gdańsk

**BRANŻA**

**ELEKTROAKUSTYKA**

**ZESPÓŁ PROJEKTOWY:**

**Projektant Elektroakustyka:**

Emil Stołeczki

.....

**Sprawdzający Elektroakustyka:**

mgr inż. Urszula Rysiewicz

.....

*Podpis*

LISTOPAD 2013

## Spis treści

|   |    |
|---|----|
| 1. Wstęp.....   | 3  |
| 2. Opis stanu istniejącego .....                      | 4  |
| 3. Założenia funkcjonalne i jakościowe systemu.....   | 4  |
| 4. Opis techniczny .....                              | 5  |
| 5. Komputerowy model Hali, wyniki symulacji .....     | 6  |
| 6. Trasy kablowe.....                                 | 13 |
| 7. Zestawienie materiałów i urządzeń .....            | 14 |
| 8. Specyfikacja techniczna materiałów i urządzeń..... | 15 |
| 9. Spis rysunków .....                                | 18 |

## **1. Wstęp**

Niniejsze opracowanie stanowi dokumentację wykonawczą rozbudowy systemu nagłośnienia imprez Hali Ergo Arena wykonywanych w ramach zadania inwestycyjnego „Budowa systemu nagłośnienia imprez komercyjnych na Hali widowiskowo-sportowej Ergo Arena w Gdańsku/Sopotcie i połączenie go z istniejącym systemem nagłośnienia imprez sportowych”.

Zakres zadania inwestycyjnego został określony w Programie Funkcjonalno-Użytkowym.

Podstawą opracowania są:

1. Program Funkcjonalno-Użytkowy zamówienia „Budowa systemu nagłośnienia imprez komercyjnych na Hali widowiskowo-sportowej Ergo Arena w Gdańsku/Sopotcie i połączenie go z istniejącym systemem nagłośnienia imprez sportowych”.
2. „Wielofunkcyjna Hala Sportowo-Widowiskowa na granicy miast Gdańska i Sopotu - Dokumentacja powykonawcza Systemu Nagłośnienia Imprez”, oprac. mgr inż. Piotr Jankiewicz, maj 2010
3. Ekspertyza ITB nr NP-03609/P/2009/AC pod nazwą „Ocena techniczna rozwiązania współpracy systemu DSO z systemem nagłośnienia imprez w wielofunkcyjnej Hali Sportowo-Widowiskowej na granicy miast Gdańska i Sopotu.
4. Uzgodnienia z Zamawiającym
5. Dokumentacja architektoniczna.

## **2. Opis stanu istniejącego**

W budynku w obszarze areny zainstalowana jest stała instalacja nagłośnieniowa oparta o sprzęt firmy d&b audiotechnik, łącznie 74 zestawy głośnikowe (Q7, C4 i E8) zasilane przez 23 końcówki mocy D12. Amplifikatornia, w której znajdują się końcówki mocy i inny sprzęt aktywny znajduje się na stropie technicznym, kondygnacja K7. Kabina akustyka znajduje się na wysokości kondygnacji K6 w pomieszczeniu 6B02. Amplifikatornia i kabina akustyka połączone są ze sobą za pomocą cyfrowej sieci światłowodowej NEXUS. Sterowanie systemem nagłośnienia oparte jest o sterownik sieciowy d&b R70 oraz dedykowane oprogramowanie R1.

Nagłośnienie areny używane jest również jako element dźwiękowego systemu ostrzegania (DSO) na podstawie postanowienia Pomorskiego Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej w Gdańsku nr WZ-5595/39-5/2010 dopuszczającego zastosowanie rozwiązań zamiennych w zakresie ochrony przeciwpożarowej w budynku Wielofunkcyjnej Hali Sportowo – Widowiskowej na granicy miast Gdańska i Sopotu.

## **3. Założenia funkcjonalne i jakościowe systemu**

Istniejący System Nagłośnienia Imprez został zaprojektowany na potrzeby nagłośnienia komunikatów komentatorskich oraz odtwarzania muzyki tła w przerwach zawodów. System ten nie zapewnia odtwarzania dźwięków niskoczęstotliwościowych, co w praktyce okazało się niezbędnym elementem podczas nagłaśniania większych imprez sportowych oraz koncertów. Na potrzeby takich imprez konieczny jest obecnie wynajem dodatkowych urządzeń od zewnętrznych firm nagłaśniających.

Rozbudowa systemu nagłośnienia ma zatem na celu sprostanie oczekiwaniom organizatorów imprez poprzez zapewnienie możliwości odtwarzania niskich częstotliwości.

Zgodnie z ustaleniami z Inwestorem założono, iż projektowany system powinien być wykonany jako instalacja stała a urządzenia głośnikowe powinny być zamontowane w sposób trwały do stropu technicznego Hali. Ponadto wymagana jest możliwość niezależnego nagłaśniania poszczególnych obszarów Hali oraz zapewnienie możliwie kierunkowej emisji dźwięku z urządzeń głośnikowych.

W celu umożliwienia wspólnej dla zestawów niskotonowych i szerokopasmowych regulacji głośności, opóźnień i pozostałych parametrów z poziomu komputera wymagana jest integracja oprogramowania sterującego systemem istniejącego z systemem projektowanym.

#### **4. Opis techniczny**

W celu rozszerzenia pasma przenoszenia Systemu Nagłaśniania Imprez zaprojektowano instalację 12 głośników niskotonowych o kardoidalnej charakterystyce kierunkowej instalowanych w pobliżu zestawów szerokopasmowych.

Zestawy niskotonowe zasilane będą z osobnych kanałów wzmacniaczy WZM01-03 umieszczonych w Amplifikatorni na stropie technicznym (Stojak 2).

Projektowany sposób instalacji wzmacniaczy i zestawów niskotonowych umożliwi ich integrację z istniejącym systemem sterowania Systemu Nagłośnienia Imprez. Nastawy te zostaną zawarte w presetach umożliwiającym szybki wybór parametrów systemu np. podczas użycia go jako dogłośnienie trybun podczas koncertów.

Wzmacniacze WZM01-03 zasilane będą z istniejącej rozdzielni elektrycznej 7E01.DSO.001 znajdującej się w amplifikatorni na stropie technicznym. Zasilanie poszczególnych wzmacniaczy zrealizowane będzie liniami LZ01-LZ03 z osobnych obwodów z zabezpieczeniem 16A.

## 5. Komputerowy model Hali, wyniki symulacji

Dla zaprojektowanego systemu przeprowadzono symulacje komputerowe w programie EASE 4.3.

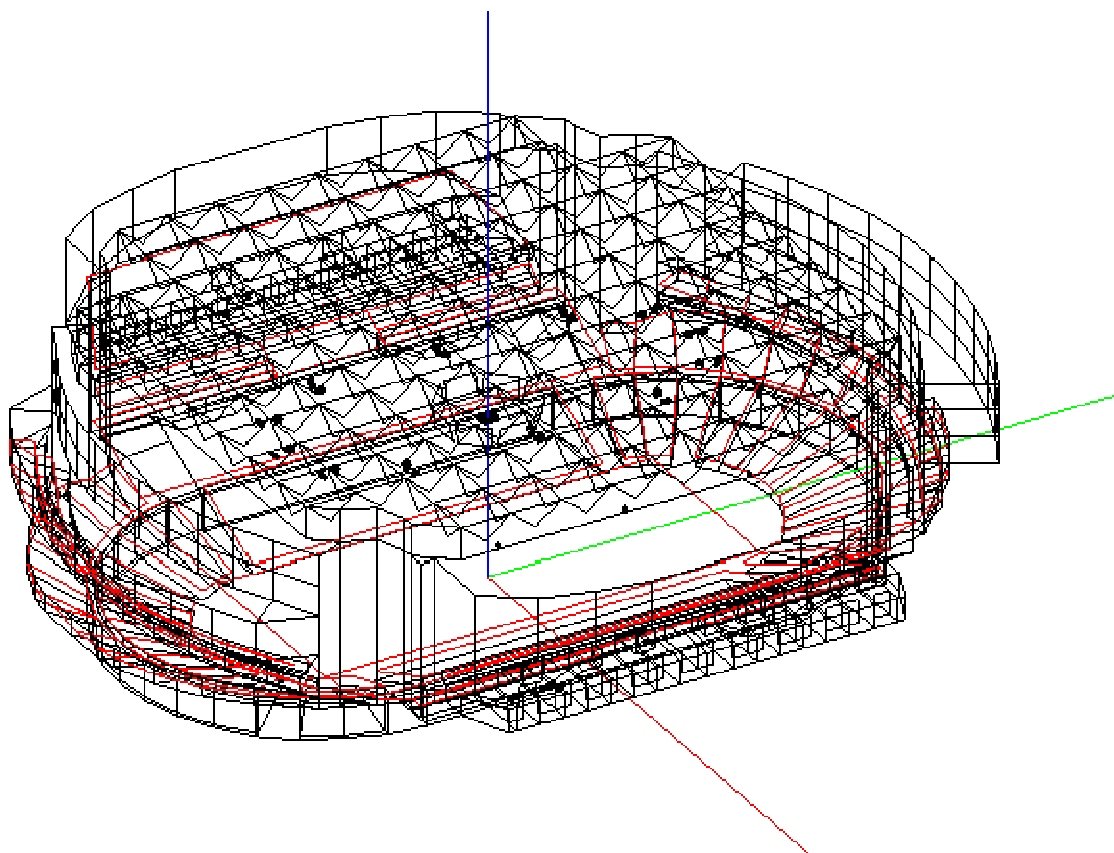
Program ten, jest powszechnie stosowanym narzędziem do przeprowadzania symulacji systemów nagłośnieniowych. Jednakże dolną granicą statystycznej metody obliczeniowej używanej w komputerowych symulacjach systemów nagłośnienia i parametrów akustyki wnętrza, czyli również dla algorytmów obliczeniowych programu EASE4.3 jest pasmo tercjowe o szerokości środkowej 100 Hz. Projektowane zestawy głośnikowe niskotonowe emitują maksimum energii w zakresie 40-100Hz (-3dB) utrzymując w całym tym zakresie stałą, kardoidalną charakterystykę kierunkową. Dlatego symulacje w paśmie tercjowym o częstotliwości środkowej 100 Hz mogą posłużyć do określenia równomierności nagłośnienia i poprawności rozmieszczenia zestawów głośnikowych natomiast nie zobrazują spodziewanego maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego na widowni.

Wykonane symulacje wskazują, iż średni poziom całkowitego ciśnienia akustycznego na widowni wyniesie 106 dB SPL w paśmie tercjowym o szerokości środkowej 100 Hz. Biorąc pod uwagę, iż projektowane urządzenia posiadają spadek 3dB dla 100 Hz, oznacza to, iż dla częstotliwości w zakresie 40 – 100 Hz należy spodziewać się wypadkowego poziomu ciśnienia akustycznego do 109 dB SPL. Szczytowy (10ms) poziom ciśnienia akustycznego dźwięku całkowitego generowanego przez zestawy niskotonowe wyniesie zatem 115dB SPL.

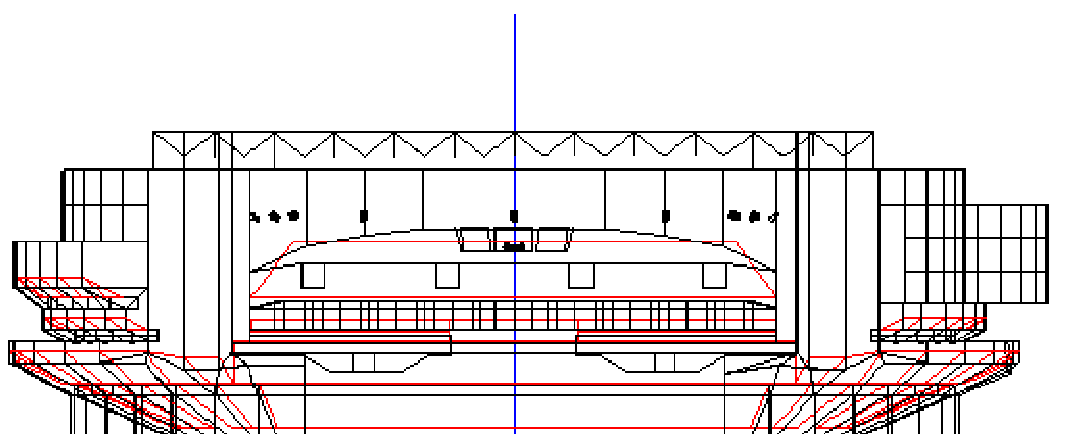
Na poniższych rysunkach przedstawiono model Sali oraz wyniki przeprowadzonych symulacji.

Na poniższych rysunkach przedstawiono widoki opracowanego modelu Hali.

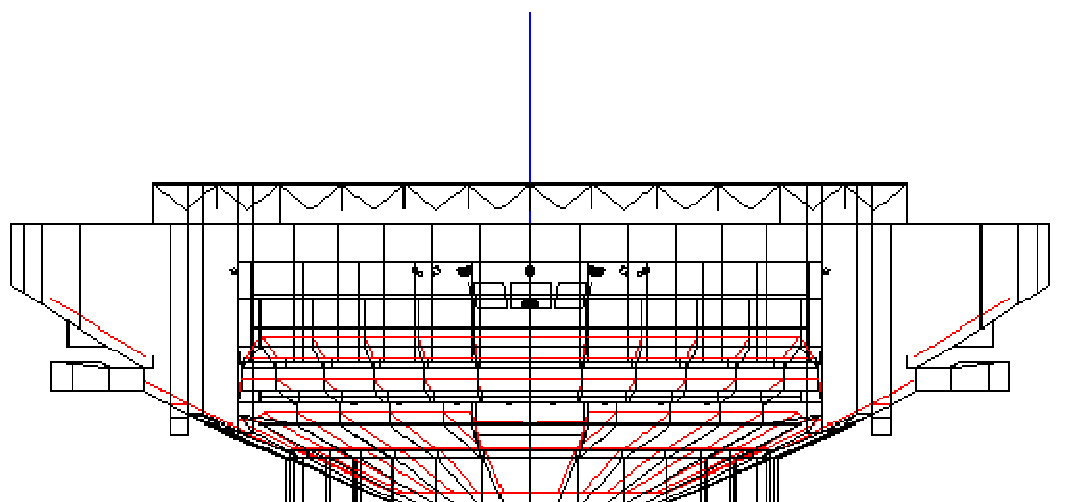
Widok 3-D



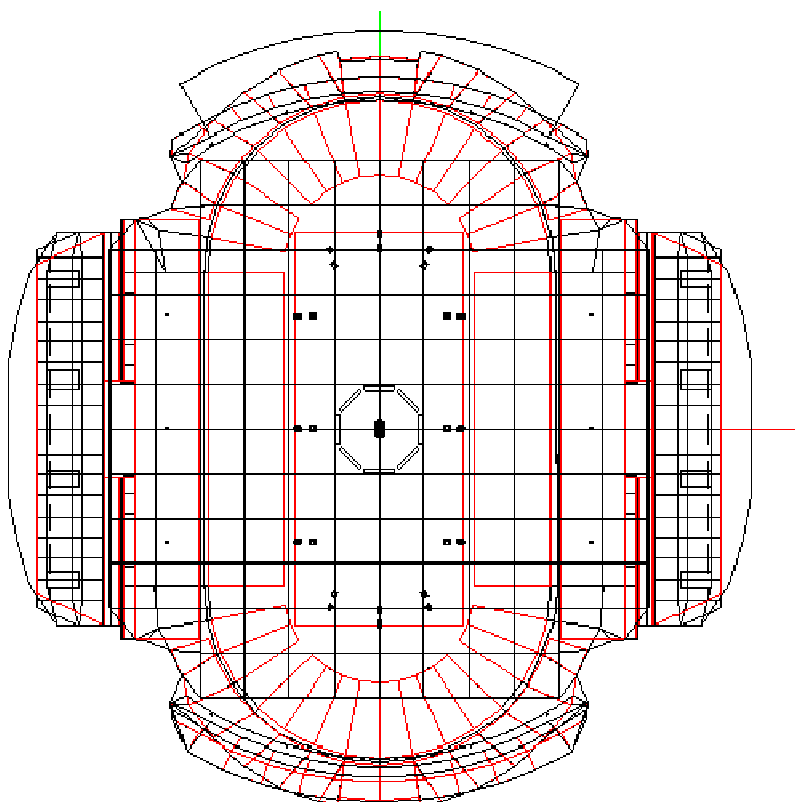
Widok z boku



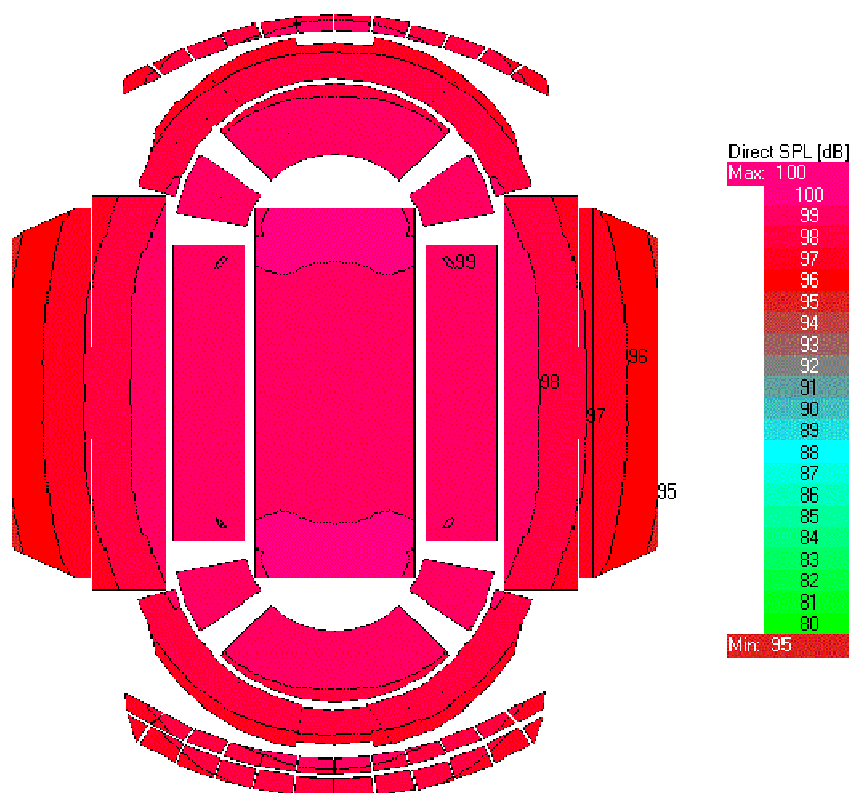
Widok z boku



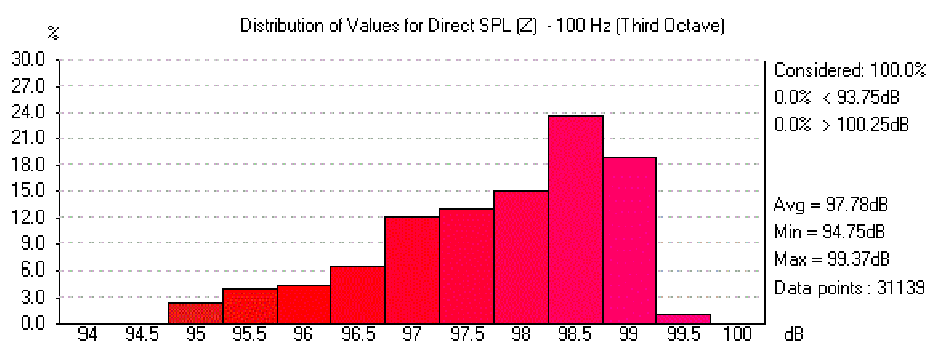
Widok z góry



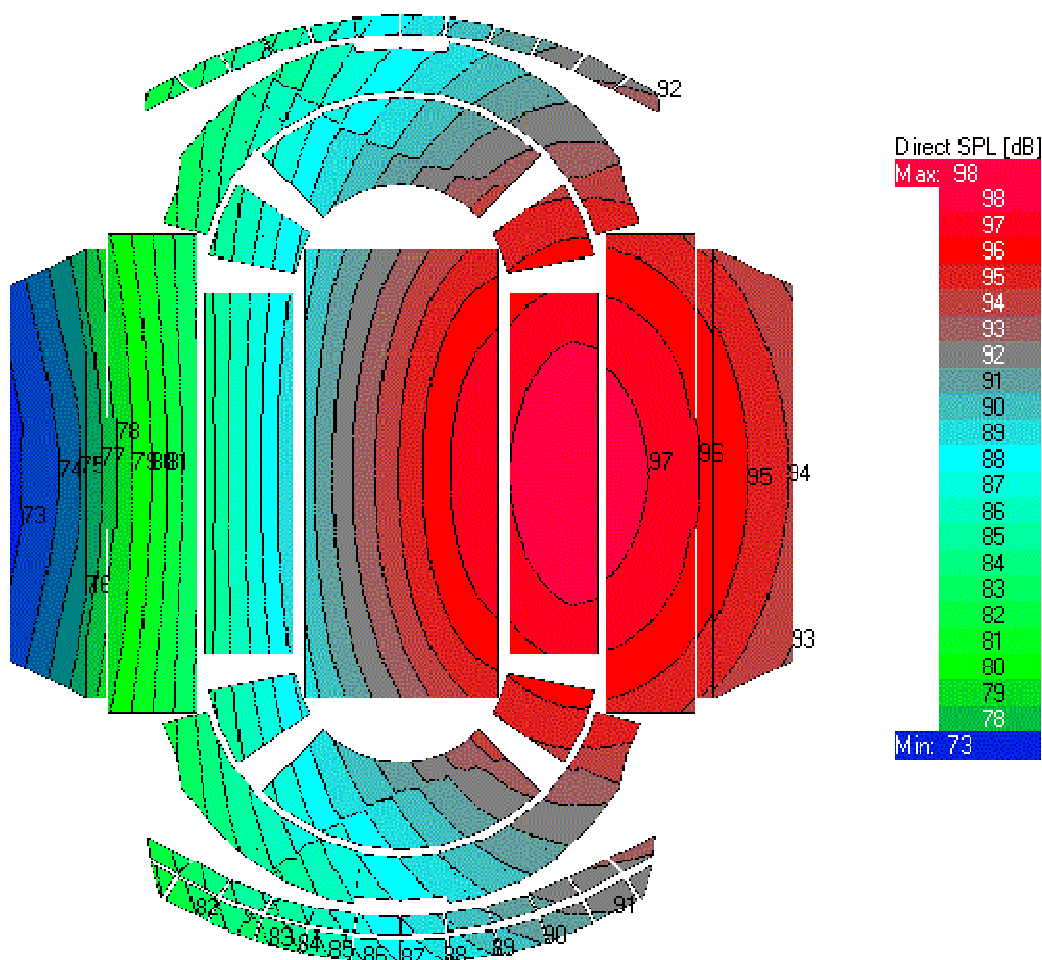
Rozkład poziomy ciśnienia dźwięku bezpośredniego dla pasma tercjowego 100 Hz (wszystkie głośniki włączone)



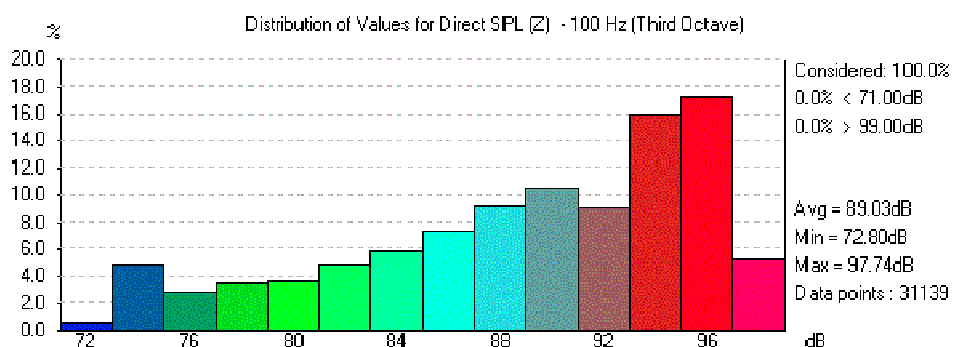
Statystyka rozkładu poziomego ciśnienia dźwięku bezpośredniego dla pasma tercjowego 100 Hz (wszystkie głośniki włączone)



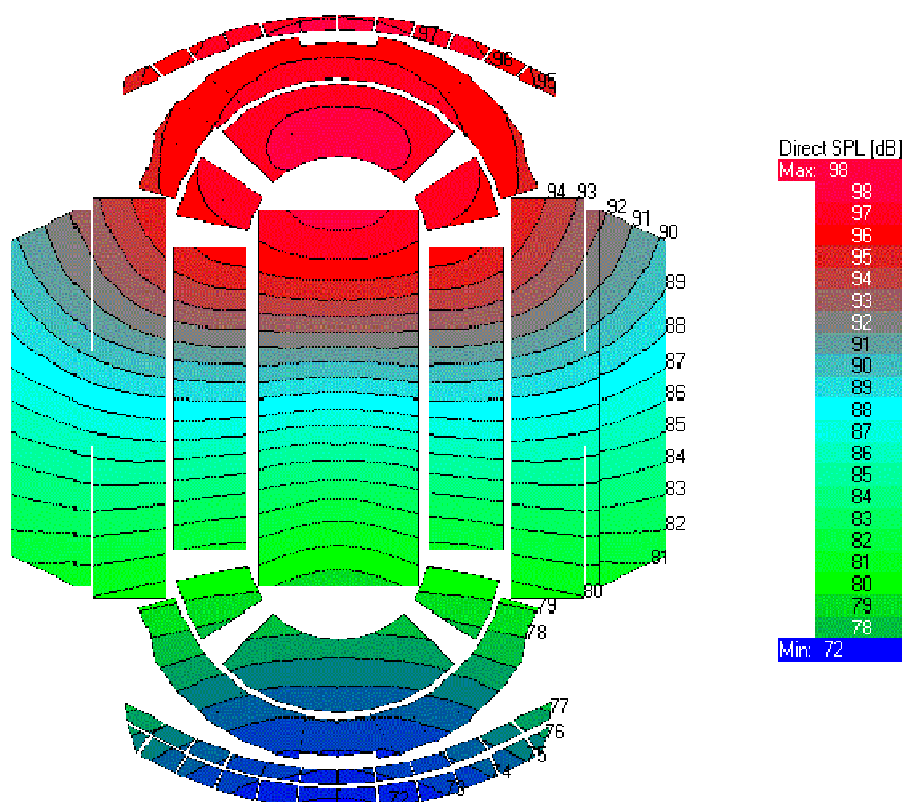
Rozkład poziomu ciśnienia dźwięku bezpośredniego dla pasma tercjowego 100 Hz (nagłośnione tylko trybuny boczne)



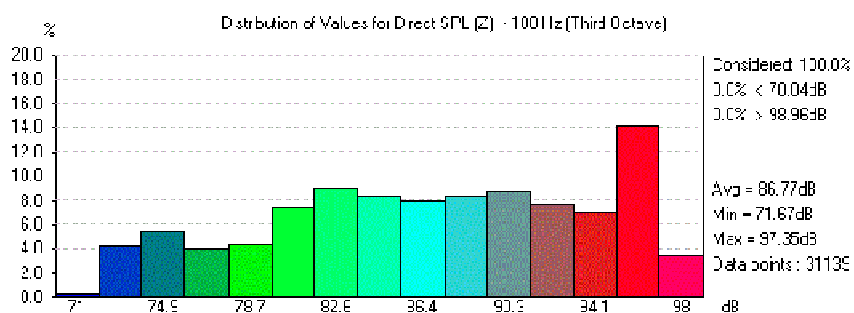
Statystyka rozkładu poziomu ciśnienia dźwięku bezpośredniego dla pasma tercjowego 100Hz (nagłośnione tylko trybuny boczne)



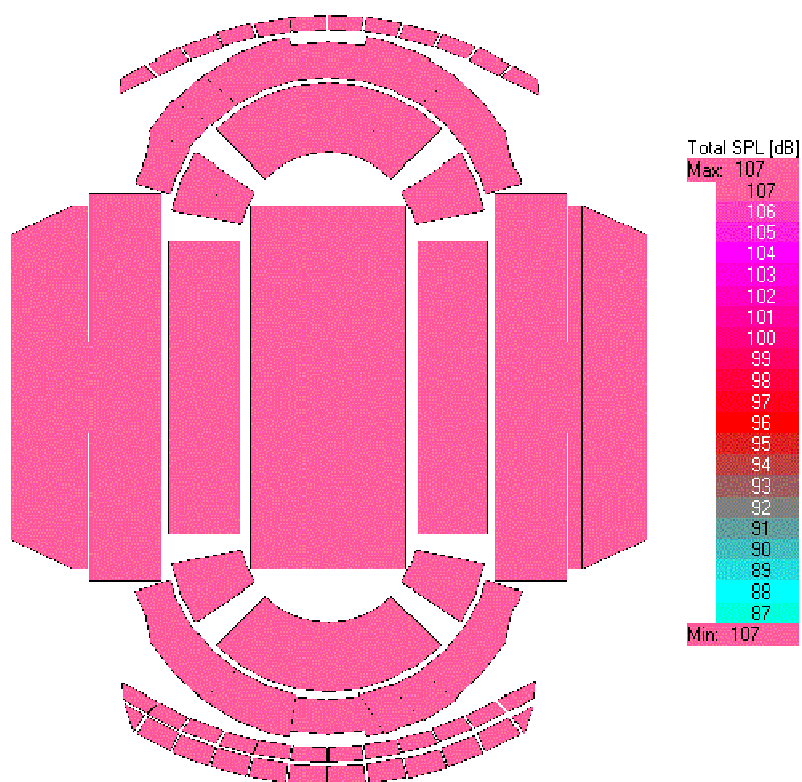
Rozkład poziomu ciśnienia dźwięku bezpośredniego dla pasma tercjowego 100Hz (nagłośnione tylko trybuny na końcu Hali)



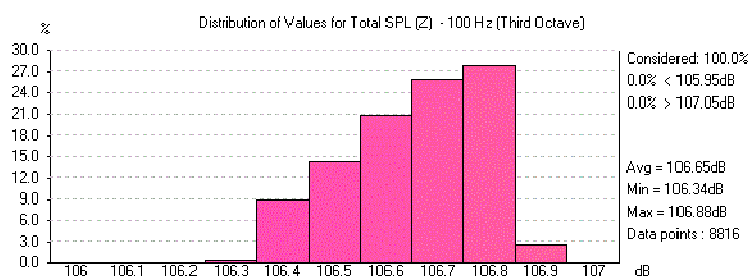
Statystyka rozkładu poziomu ciśnienia dźwięku bezpośredniego dla pasma tercjowego 100Hz (nagłośnione tylko trybuny na końcu Hali)



## Rozkład przestrzenny poziomu ciśnienia dźwięku całkowitego dla pasma tercjowego 100Hz



## Statystyka rozkładu poziomu ciśnienia dźwięku całkowitego dla pasma tercjowego 100Hz



## 6. Trasy kablowe

Linie głośnikowe prowadzone będą przewodami ognioodpornymi HLGs PH90 posiadającymi CNBOP. Przewidziano prowadzenie przewodów w istniejących korytach kablowych Systemu Nagłośnienia Imprez. Przy prowadzeniu wszelkich pozostałych prac używane będą urządzenia, materiały i rozwiązania systemowe posiadające certyfikaty CNBOP.

| Lp.                               | OZN. PRZYŁ.  | LOKALIZACJA                   | OZN. LINII | RODZAJ LINII     | RODZAJ PRZEWODU | LOKALIZACJA     | OZN. PRZYŁ. |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| <b>SYSTEM NAGŁOŚNIENIA IMPREZ</b> |              |                               |            |                  |                 |                 |             |
| 1                                 | TP01         | Hala - strop techniczny       | LG01       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 2                                 | TP02         | Hala - strop techniczny       | LG02       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 3                                 | TP03         | Hala - strop techniczny       | LG03       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 4                                 | TP04         | Hala - strop techniczny       | LG04       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 5                                 | TP05         | Hala - strop techniczny       | LG05       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 6                                 | TP06         | Hala - strop techniczny       | LG06       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 7                                 | TP07         | Hala - strop techniczny       | LG07       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 8                                 | TP08         | Hala - strop techniczny       | LG08       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 9                                 | TP09         | Hala - strop techniczny       | LG09       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 10                                | TP10         | Hala - strop techniczny       | LG10       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 11                                | TP11         | Hala - strop techniczny       | LG11       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 12                                | TP12         | Hala - strop techniczny       | LG12       | linia głośnikowa | HLGs 2x6mm      | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 13                                | 7E01.DSO.001 | Amplifikatornia - rozdzielnia | LZ01       | Linia zasilania  | YDY 3x4         | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 14                                | 7E01.DSO.001 | Amplifikatornia - rozdzielnia | LZ02       | Linia zasilania  | YDY 3x4         | Amplifikatornia | Stojak 2    |
| 15                                | 7E01.DSO.001 | Amplifikatornia - rozdzielnia | LZ03       | Linia zasilania  | YDY 3x4         | Amplifikatornia | Stojak 2    |

**7. Zestawienie materiałów i urządzeń**

| L.p | Opis   | Ilość | J.m. |
|-----|--|-------|------|
| 1.1 | Zestaw głośnikowy niskotonowy (SUB01-12)     | 12    | szt. |
| 1.2 | Uchwyty montażowe SUB 01-12                  | 12    | Kpl. |
| 1.3 | Wzmacniacz zestawów niskotonowych (WZM01-03) | 3     | szt. |
| 1.4 | Puszka przyłączeniowa E90 (TP01-12)          | 12    | szt. |
| 1.5 | Kabel głośnikowy HGLs 2x6mm <sup>2</sup>     | 570   | m.b. |
| 1.6 | Kabel zasilający                             | 36    | m.b. |
| 1.7 | Przewód sygnałowy (PS)                       | 10    | m.b. |
| 1.8 | Przewód F/UTP                                | 10    | m.b. |

## **8. Specyfikacja techniczna materiałów i urządzeń**

Ponieważ niniejsza dokumentacja będzie służyć dalszemu zamówieniu publicznemu na wykonanie zaprojektowanego systemu, w poniższej tabeli podano minimalne wymagania w zakresie funkcjonalności oraz parametrów technicznych i jakościowych jakim musi odpowiadać zaprojektowany system elektroakustyczny oraz jego poszczególne komponenty wraz z podaniem przykładowych urządzeń spełniających te wymagania. Dotrzymanie wyspecyfikowanych parametrów funkcjonalnych, technicznych i ilościowych dla poszczególnych urządzeń z poniższej tabeli jest konieczne, aby uzyskać zakładany efekt funkcjonalny, techniczny i artystyczny.

Dopuszcza się wykonanie zaprojektowanego systemu w oparciu o rozwiązania równoważne na zasadach określonych w Art. 36a ust. 5 oraz Art. 36a ust. 6 Ustawy Prawo Budowlane pod warunkiem, iż nie będzie ono skutkowało istotnym odstępniem od projektu budowlanego w rozumieniu Art. 36a ust. 1 Ustawy Prawo Budowlane.

Urządzenia równoważne muszą posiadać parametry funkcjonalne, techniczne i jakościowe nie gorsze niż podane w poniższej tabeli. Zgodnie z Art. 30 ust. 5 Ustawy Prawo Zamówień Publicznych w trakcie postępowania przetargowego Wykonawca jest zobowiązany wykazać, iż oferowane przez niego urządzenia spełniają minimalne wymagania określone przez projekt, zarówno pod względem parametrów funkcjonalnych, technicznych, jakościowych jak i ilościowych.

Wszystkie zmiany, modyfikacje w zakresie zaprojektowanych systemów muszą uzyskać pisemną akceptację autorów tego opracowania.

| Lp.                                  | Symbol Projektowy | Opis parametrów technicznych i jakościowych   |
|--------------------------------------|-------------------|---|
| <b>1. SYSTEM NAGŁOŚNIENIA IMPREZ</b> |                   |   |
| 1.1                                  | SUB01-12          | <u>Zestaw głośnikowy niskotonowy</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– konstrukcja jednodrożna, pasywna,</li> <li>– charakterystyka kardiodalna uzyskiwana przy zasileniu z jednego kanału wzmacniacza,</li> <li>– 1 x 18" głośnik niskotonowy i 1 x 12" głośnik niskotonowy w obudowie typu bass-reflex,</li> <li>– maksymalny SPL (1 m, pole swobodne) co najmniej 133 dB,</li> <li>– moc nie mniejsza niż 800 W RMS / 3200 W peak 10 ms,</li> <li>– impedancja znamionowa 8 Ohm,</li> <li>– pasmo przenoszenia nie mniej niż 37 Hz – 115 Hz (-5 dB),</li> <li>– wymiary (wys. x szer. x gł.) nie większe niż 610 mm x 700 mm x 730 mm,</li> <li>– waga nie większa niż 65 kg</li> <li>– urządzenie przystosowane do pracy w zmiennych warunkach atmosferycznych (wilgotność i temperatura)</li> </ul>   |
| 1.2                                  | UCH01-12          | <u>Uchwyty montażowe</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Akcesoria montażowe do zamocowania urządzeń głośnikowych SUB01-SUB12 do konstrukcji stropu Hali,</li> <li>– zgodnie z rysunkiem 03 „Mocowanie zestawów niskotonowych” lub rozwiązanie równoważne</li> <li>– rozwiązanie posiadające niezbędne atesty i certyfikaty</li> </ul>   |
| 1.3                                  | WZM01-03          | <u>Wzmacniacz mocy</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– nie mniej niż czterokanałowy wzmacniacz mocy klasy D,</li> <li>– każde wejście może zostać skrosowane na dowolne wyjście wzmacniacza,</li> <li>– wbudowany procesor DSP,</li> <li>– kolorowy wyświetlacz dotykowy,</li> <li>– pasmo przenoszenia 35Hz – 20 kHz</li> <li>– wzmacniacz wyposażony w procesor głośnikowy zawierający fabryczne presetów dedykowane do istniejących urządzeń Systemu Nagłaśniania Imprez, głośników SUB01-12</li> <li>– minimum 16 programowalnych filtrów parametrycznych lub typu „notch”,</li> <li>– wbudowany generator szumu różowego i sygnału sinusoidalnego,</li> <li>– wejścia i wyjścia cyfrowe w standardzie AES/EBU,</li> <li>– przetwarzanie A/C 27 bit,</li> <li>– przetwarzanie C/A 24 bit,</li> <li>– funkcja testowania systemu i poprawności połączeń poprzez kontrolę impedancji przetwornika niskotonowego i wysokotonowego sygnałem pilota</li> <li>– wyposażony w kolorowy, dotykowy ekran wyświetlający informacje o nastawie parametrów oraz stanie pracy urządzenia,</li> <li>– możliwość sterowania z poziomu komputera PC i zapisywania ustawień systemu w postaci tzw. „presetów”; możliwość szybkiego wywołania zaprogramowanych wcześniej „presetów”,</li> <li>– możliwość integracji oprogramowania sterującego wzmacniaczami z wykorzystywanym obecnie do sterowania systemem SN1 programem „R1 Remote control software” firmy d&amp;b audiotechnik. Wymagana jest możliwość sterowania z poziomu jednego komputera i jednego oprogramowania sterującego obydwoma systemami,</li> </ul> |

|     |         |  |
|-----|---------|--|
|     |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– wysokość nie większa niż 2U,</li> <li>– możliwość montażu w szafie rack 19",</li> <li>– głębokość nie większa niż 531 mm,</li> <li>– waga nie większa niż 19 kg,</li> </ul>   |
| 1.4 | TP01-12 | <u>Puszka przyłączeniowa E90</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Odporność ogniowa (zachowanie funkcji) E90</li> <li>– Posiadająca certyfikat CNBOP,</li> <li>– Mocowanie pokrywy: przykręcane</li> <li>– Mocowanie kabla – kostka ceramiczna</li> <li>– Max przekrój kabla nie mniejszy niż 6mm<sup>2</sup></li> </ul> |
| 1.5 |         | <u>Kabel głośnikowy HGLs 2x6mm<sup>2</sup></u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Przewód bezhalogenowy, ognioodporny, posiadający certyfikat CNBOP,</li> <li>– Dwie żyły o przekroju 6mm<sup>2</sup></li> </ul>   |
| 1.6 |         | <u>Kabel zasilający</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Przewód zasilający trzyżyłowy</li> <li>– Żyły o przekroju 4mm<sup>2</sup></li> </ul>  |
| 1.7 | PS      | <u>Przewód sygnałowy (PS)</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Przewód mikrofonowy</li> <li>– Dwie żyły o przekroju 0,22mm<sup>2</sup></li> <li>– Ekran miedziany</li> </ul>   |
| 1.8 | F/UTP   | <u>Przewód F/UTP</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Przewód F/UTP</li> <li>– 4x2 żyły skręcane</li> <li>– Izolacja zewnętrzna polietylenowa</li> </ul>   |

## **9. Spis rysunków**

**Rys. 01** SCHEMAT BLOKOWY SYSTEMU NAGŁOŚNIENIA IMPREZ

**Rys. 02** SYSTEM NAGŁOŚNIENIA IMPREZ - LOKALIZACJA URZĄDZEŃ, TRASY  
KABLOWE (POZIOM 7)

**Rys. 03** MOCOWANIE ZESTAWÓW NISKOTONOWYCH