

**PROJEKT**  
mgr inż. Adam Borowiecki

Psary Małe, ul. Ustronie 4  
62-300 Września

☎ 061 4388440 📠 061 4388441

📞 508 056696

NIP 789-109-26-67

e-mail: [info@avprojekt.pl](mailto:info@avprojekt.pl) [www.avprojekt.pl](http://www.avprojekt.pl)

**Niniejszy projekt został przygotowany przez firmę AV Projekt wyłącznie na potrzeby Inwestora i jest chroniony prawnie (ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, Dz.Ustaw RP Nr 24 z 23 lutego 1994 r., w szczególności art.3. i art.16.)**

Inwestor: **Hala Arena**  
**ul. Wyspiańskiego 33, 60-751 Poznań**

Zlecający: **POSiR**  
**ul. Chwiałkowskiego 34, 61-553 Poznań**

Temat opracowania: **Adaptacja Akustyczna Przestrzeni Foyer oraz**  
**Koncepcja Nagłośnienia Hali Widowiskowej**

Branża: **Akustyka**

nr umowy:

Stadium: **PT**

nr tomu:

nr upr.	data	podpis
---------	------	--------

Projektował: <b>mgr inż. Dariusz Borowiecki</b>			
Sprawdził: <b>mgr inż. Adam Borowiecki</b>			

**Zawartość opracowania:**

<b>1.PRZEDMIOT I ZAKRES RZECZOWY DOKUMENTACJI .....</b>	<b>2</b>
<b>2. OPIS PROPONOWANEGO ROZWIĄZANIA ADAPTACJI .....</b>	<b>2</b>
2.1 ADAPTACJA AKUSTYCZNA FOYER .....	2
2.2 KONCEPCJA NAGŁOŚNIENIA.....	3
<b>3. SYMULACJA .....</b>	<b>3</b>
3.1 FOYER .....	4
3.2 HALA WIDOWISKOWA.....	4

## 1. Przedmiot i zakres rzeczowy dokumentacji

Przedmiotem opracowania jest adaptacja akustyczna foyer, mająca na celu dostosowanie do wymogów Dźwiękowego Systemu Ostrzegawczego oraz koncepcja nagłośnienia hali widowiskowej.

## 2. Opis proponowanego rozwiązania adaptacji

### 2.1 Adaptacja akustyczna Foyer

Najważniejszym z perspektywy systemów DSO parametrem akustycznym pomieszczeń jest wskaźnik zrozumiałości mowy. W polskiej normie PN/EN 60849, parametr ten jest zdefiniowany jest między innymi poprzez wskaźnik STI. Wartość tego parametru jest odwrotnie proporcjonalna do wartości czasu pogłosu, im dłuższy zanik dźwięku tym mniejsza zrozumiałość i niższe wskaźniki STI. Wymagane jest aby jego wartość na całej powierzchni pomieszczenia nie spadła poniżej 0,5 i aby osiągnąć to zakłada się wymagany czas pogłosu na poziomie 0,8 s. W celu osiągnięcia takich parametrów zdecydowano się zastosować następujące rozwiązanie:

- Sufit pokryć materiałami pochłaniającymi klasy A np. Rockfon Tropic przy cwk 50 mm rozmieszczonymi równomiernie na całej powierzchni pomieszczenia zgodnie z fig.2. Parametry akustyczne proponowanego materiału:

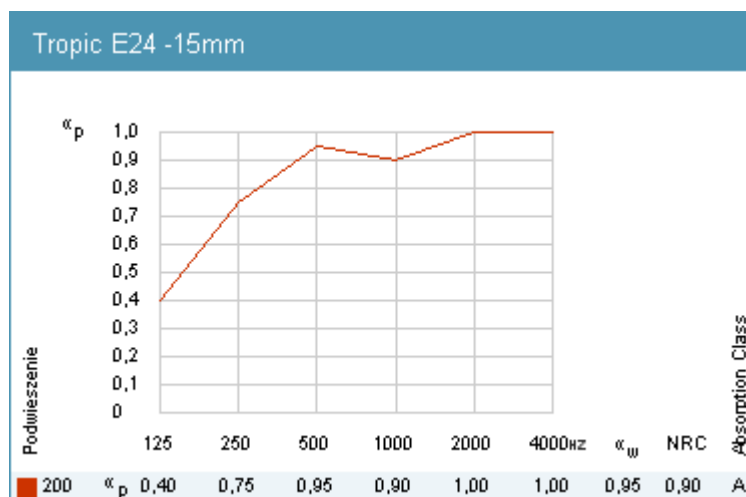


Fig.2 Współczynnik pochłaniania Rockfon Tropic w funkcji częstotliwości.

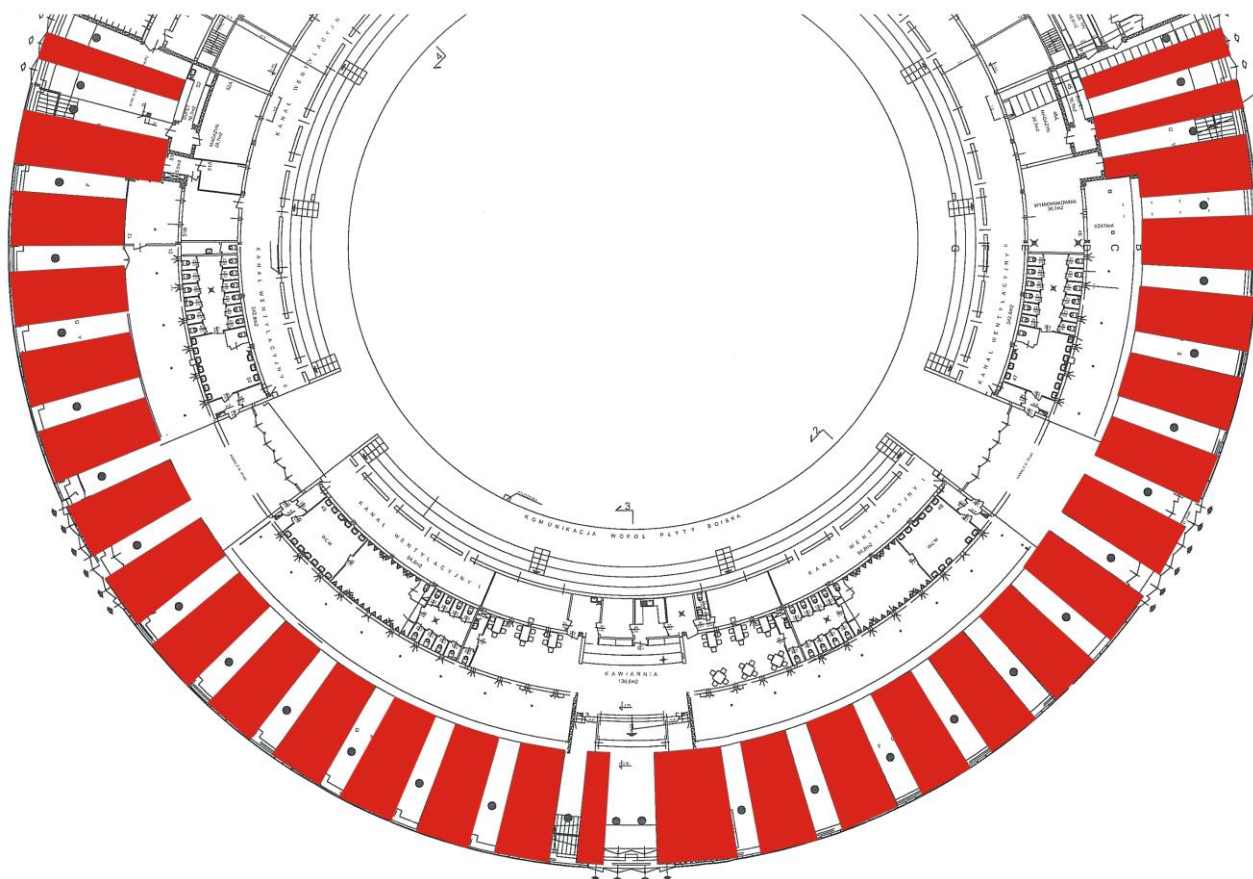


Fig. Rozmieszczenie materiałów tłumiących na suficie w przestrzeni foyer.

## 2.2 Koncepcja nagłośnienia

Hala widowiskowa jest pomieszczeniem o bardzo dużej objętości ok. 66 000 m<sup>3</sup>, dlatego warunki akustyczne w niej panujące są bardzo specyficzne.

Wysoka wartość czasu pogłosu wraz z dużymi jego zmianami spowodowanymi ruchem ludzi utrudniają równomierne nagłośnienie całej powierzchni widowiskowej. Najlepszym rozwiązaniem jest centralny system nagłaśniający, składający się z czterech par zestawów głośnikowych JBL VRX932LAP podwieszonych do istniejących już mocowań na środku kopuły hali. Proponowane urządzenia głośnikowe posiadają wbudowane wzmacniacze mocy, więc dodatkowe stopnie końcowe nie są potrzebne.

## 3. Symulacja

W celu sprawdzenia poprawności zastosowanego rozwiązania dokonano symulacji komputerowych wykorzystując oprogramowanie EASE 4.2.

### 3.1 Foyer

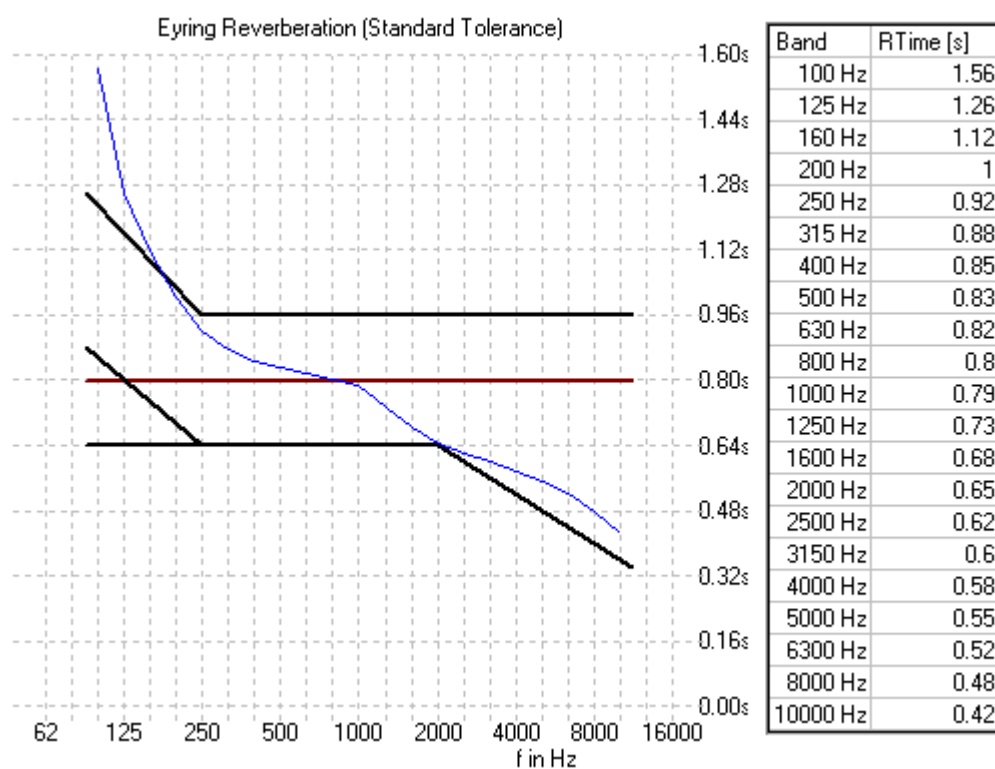


Fig.3 Wykres czasu pogłosu foyer.

### 3.2 Hala widowiskowa

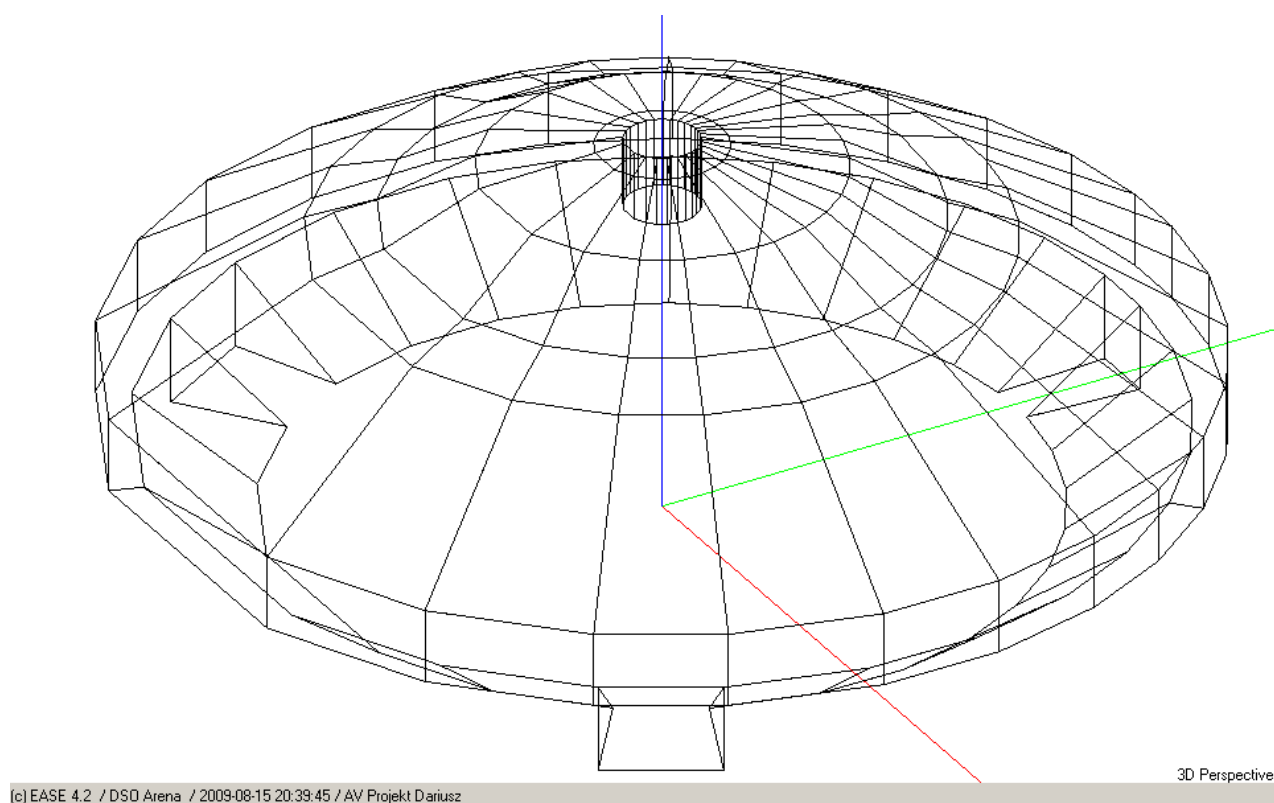
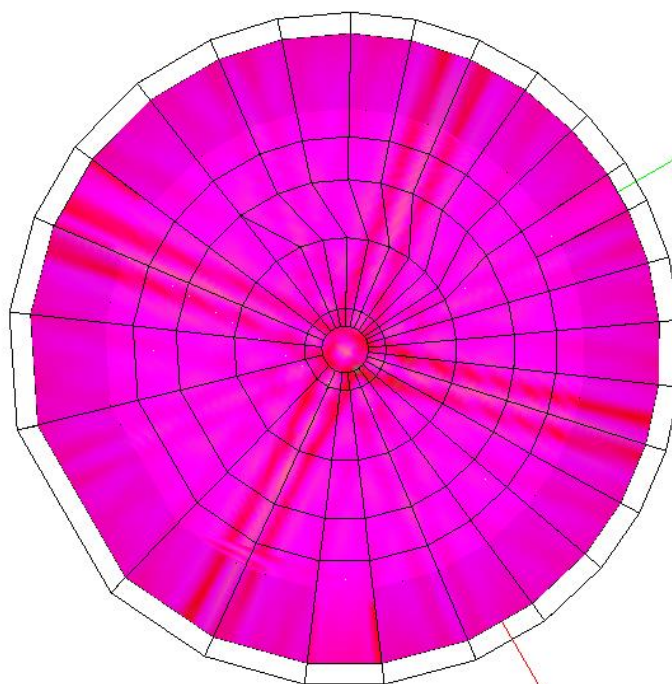


Fig.4 Komputerowy model pomieszczenia

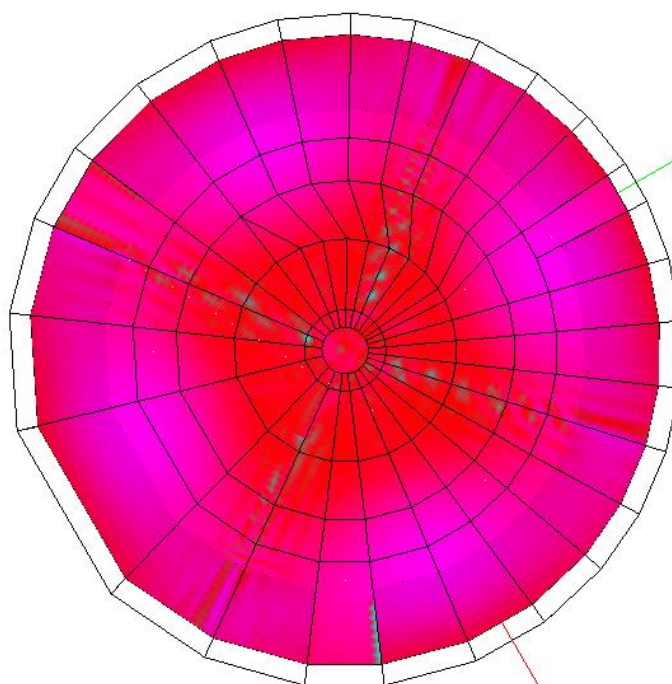
Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Direct SPL  
Freq: 400 Hz  
(Octave Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m



Direct SPL [dB]  
Max: 107.92  
108  
107  
106  
105  
104  
103  
102  
101  
100  
99  
98  
97  
96  
95  
94  
93  
92  
91  
90  
89  
88  
Min: 91.93

[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 20:59:51 / AV Projekt Dariusz

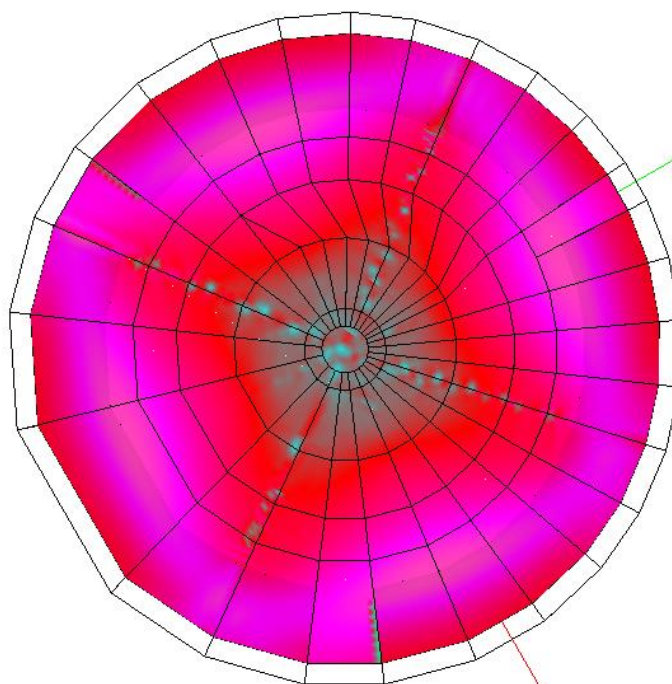
Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Direct SPL  
Freq: 1000 Hz  
(Octave Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m



Direct SPL [dB]  
Max: 103.85  
104  
103  
102  
101  
100  
99  
98  
97  
96  
95  
94  
93  
92  
91  
90  
89  
88  
87  
86  
85  
84  
Min: 87.34

[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:00:09 / AV Projekt Dariusz

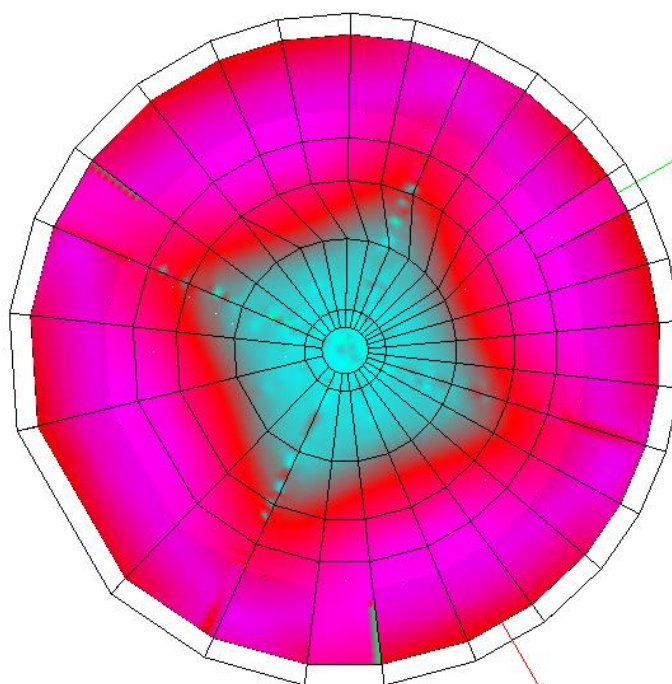
Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Direct SPL  
Freq: 2000 Hz  
(Octave Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m



Direct SPL [dB]  
Max: 106.49  
107  
106  
105  
104  
103  
102  
101  
100  
99  
98  
97  
96  
95  
94  
93  
92  
91  
90  
89  
88  
87  
Min: 85.06

[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:00:22 / AV Projekt Dariusz

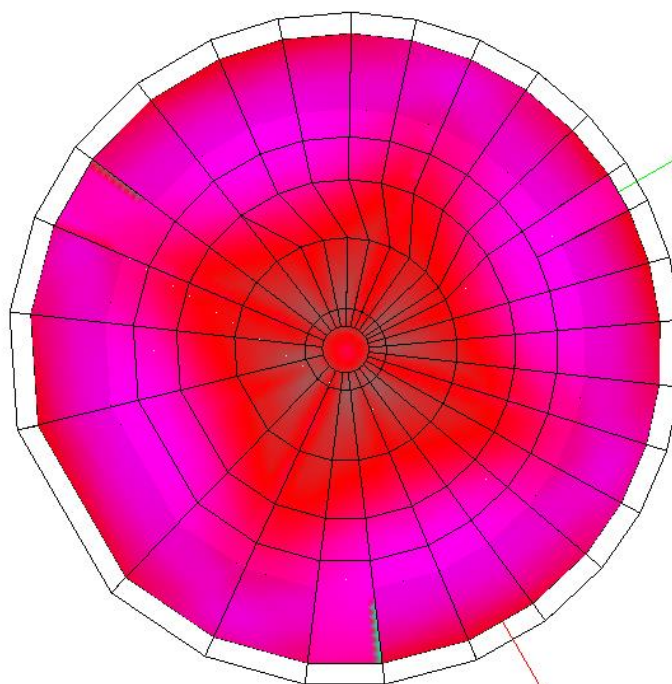
Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Direct SPL  
Freq: 4000 Hz  
(Octave Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m



Direct SPL [dB]  
Max: 105.22  
106  
105  
104  
103  
102  
101  
100  
99  
98  
97  
96  
95  
94  
93  
92  
91  
90  
89  
88  
87  
86  
Min: 81.28

[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:01:58 / AV Projekt Dariusz

Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Direct SPL  
Freq: 4000 Hz  
(Broad Band Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m

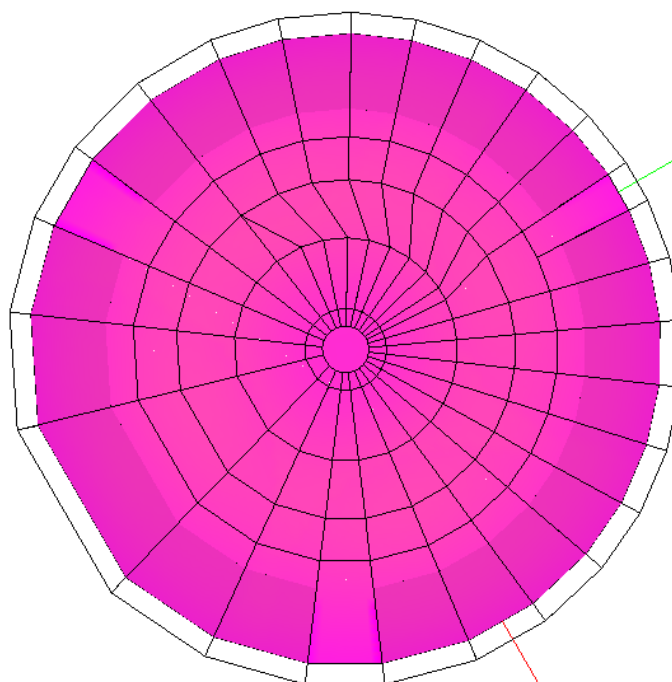


Direct SPL [dB]  
Max: 103.66  
104  
103  
102  
101  
100  
99  
98  
97  
96  
95  
94  
93  
92  
91  
90  
89  
88  
87  
86  
85  
84  
Min: 85.85

[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:02:11 / AV Projekt Dariusz

Fig.5 Rozkład poziomego ciśnienia dźwięku bezpośredniego.

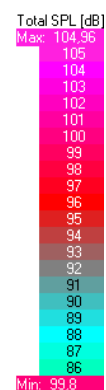
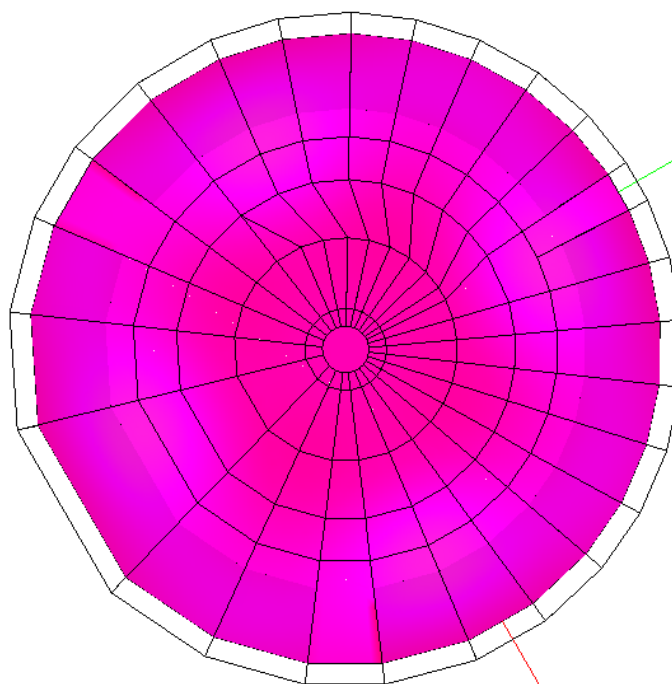
Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Total SPL  
Warning: --- Rough Approximation Only ---  
Freq: 400 Hz  
(Octave Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m



Total SPL [dB]  
Max: 106.34  
107  
106  
105  
104  
103  
102  
101  
100  
99  
98  
97  
96  
95  
94  
93  
92  
91  
90  
89  
88  
Min: 102.91

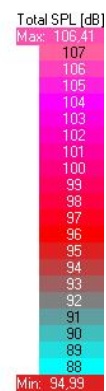
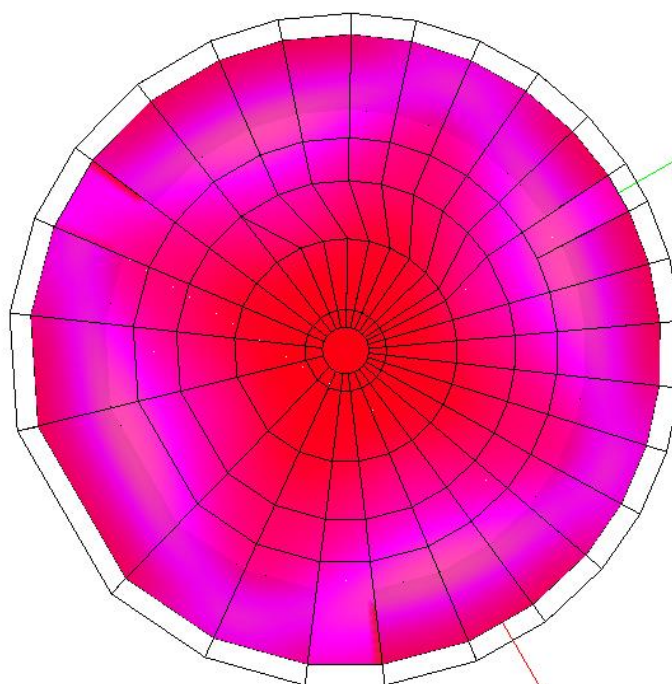
[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:03:17 / AV Projekt Dariusz

Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Total SPL  
Warning: --- Rough Approximation Only ---  
Freq: 1000 Hz  
(Octave Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m



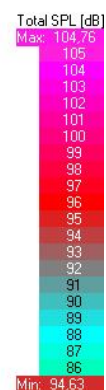
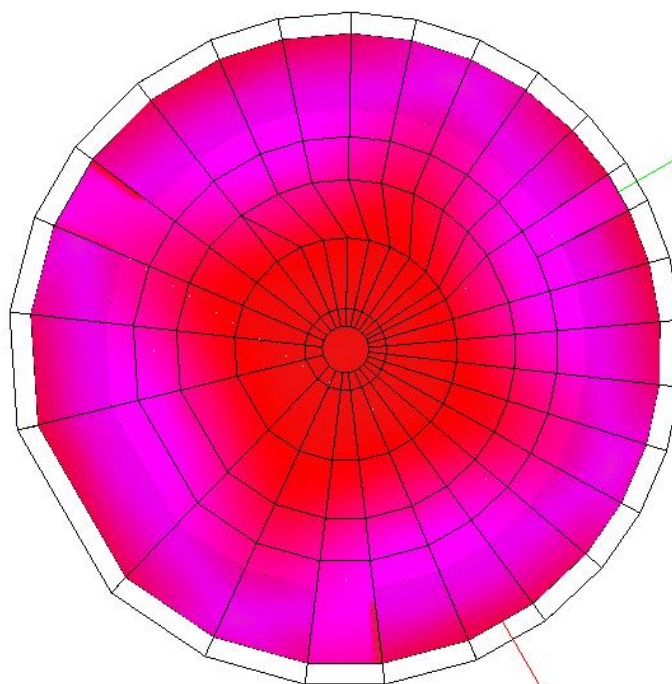
[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:03:27 / AV Projekt Dariusz

Ver: 90° Hor: 120°  
Lspk: S147, S148, S149, S150  
Project: dso arena  
Map: Total SPL  
Warning: --- Rough Approximation Only ---  
Freq: 2000 Hz  
(Octave Average)  
Energy: Ekin + Epot  
(Third Octave)  
Shadow Cast: Yes  
Resolution = 0.80 m



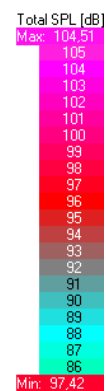
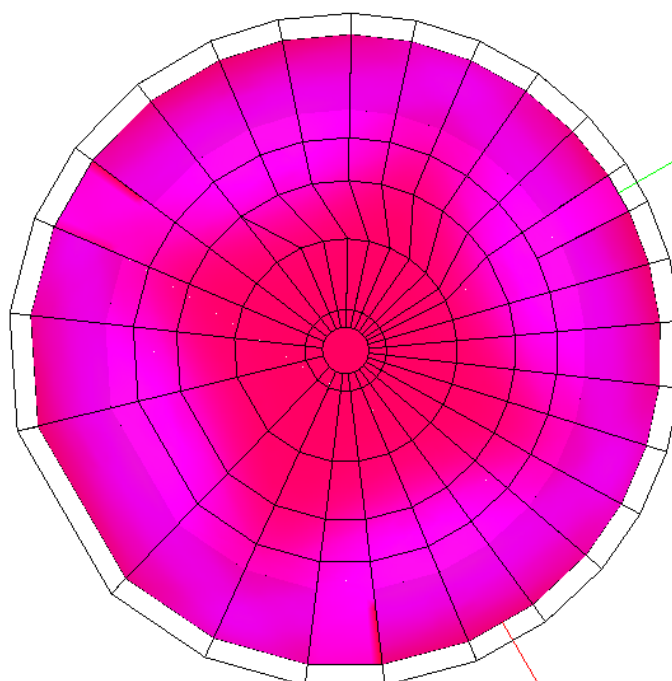
[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:03:40 / AV Projekt Dariusz

Ver: 90° Hor: 120°  
 Lspk: S147, S148, S149, S150  
 Project: dso arena  
 Map: Total SPL  
 Warning: --- Rough Approximation Only ---  
 Freq: 4000 Hz  
 (Octave Average)  
 Energy: Ekin + Epot  
 (Third Octave)  
 Shadow Cast: Yes  
 Resolution = 0.80 m



[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:03:50 / AV Projekt Dariusz

Ver: 90° Hor: 120°  
 Lspk: S147, S148, S149, S150  
 Project: dso arena  
 Map: Total SPL  
 Warning: --- Rough Approximation Only ---  
 Freq: 4000 Hz  
 (Broad Band Average)  
 Energy: Ekin + Epot  
 (Third Octave)  
 Shadow Cast: Yes  
 Resolution = 0.80 m



[c] EASE 4.2 / DSO Arena / 2009-08-15 21:04:01 / AV Projekt Dariusz

Fig.6 Rozkład poziomego ciśnienia dźwięku całkowitego.