

Projekt zamenjave ozvočenja
GALLUSOVE DVORANE

Avtor: Miha Arnuš, Boštjan Zakrajšek

V Ljubljani, 30. 6. 2021

Obstoječe stanje

Že vrsto let je ena izmed večjih skrbi v smislu kompleksnih in finančno zahtevnih investicijskih posegov zamenjava **centralnega ozvočenja Gallusove dvorane Cankarjevega doma**, ki je namenjena najširšemu spektru kulturno-umetniških prireditev. Tako se v tej večnamenski dvorani, edinstvenem uprizoritvenem prostoru v državi odvijajo glasbeno-scenske in gledališke produkcije, plesne in baletne prireditve, gostovanja gledaliških in glasbenih skupin, koncerti jazz in zabavne glasbe, vrsta proslav (tudi državnih), akademij in počastitev jubilejev, mednarodne in domače kongresne prireditve.

Ozvočenje, ki je nameščeno v dvorani je sestavljeno iz visečih in talnih zvočniških enot. Viseče ozvočenje je bilo zadnjič prenovljeno leta 1997. Sestavljeno je iz štirih sklopov – levi in desni “grozd”, ki vsebujeta vsak po 6 zvočnikov Duran Audio Axys T-2112, ki razporejeni v treh vrstah po dva, centralni grozd z devetimi elementi, razporejenimi v treh vrstah po tri ter grozd za zgornji balkon, viseč v sredini dvorane s tremi elementi. Vsak sklop visi na za to posebej narejenih vlekah, ki so opremljeni z električno in signalno distribucijo (32A, 4x avdio parica), ter omogočajo pritrditev zvočnikov.

Poleg visečega ozvočenja se uporablja še talno ozvočenje, ki je bilo prenovljeno oziroma dodano leta 2009. Sestavljeno je iz dveh nizkotonskih enot Meyer Sound 650P, štirih širokopasovnih zvočnikov (Meyer Sound CQ-2) ter dveh zvočnikov (Meyer Sound UPJunior) za pokrivanje prvih sedišč avditorija.

Za ustrezno frekvenčno-časovno integracijo enot skrbi zvočni procesor Meyer Sound Galileo 616 s 6 vhodi ter 16 izhodi.

Pomanjkljivosti obstoječega sistema

Obstoječ sistem ozvočenja ima po več kot 20 letni skorajda dnevni uporabi žal že ogromno napak in pomanjkljivosti, kar resno ogroža zvočne podobe naših prireditev in dogodkov. Ves čas so naša prizadevanja sicer usmerjanja v nadgrajevanja znanj, po vseh področjih tehničnega gledališča, a žal je za optimalne rezultate potrebna tudi ustrezna, sodobna, tehnološko dovršena tehnična oprema.

Starost visečega sistema botruje vrsti napak, ki se pojavljajo zaradi izrabljenosti materialov (pokanje obrob zvočniških membran, okvare na ojačevalnih enotah). Originalni rezervni deli niso več na voljo, zato se sistem servisira z neoriginalnimi deli, kar še povečuje deviacijo med elementi ozvočenja in s tem kvari kvaliteto reproduciranega programa.

V vsakem sklopu visečega ozvočenja je uporabljenih po več enot s širokimi disperzijami visokotonskih izvorov. Zaradi fazne nekoherentnosti med izvori prihaja do interakcije, ki posledično zmanjšuje kvaliteto reproduciranega zvoka, saj je frekvenčni odziv v prostoru zaradi ti. efekta “comb filtra” neenakomeren, glede na lokacijo poslušalca.

Neenakomernost zvočne slike v avditoriju je tudi posledica zvočniških enot različnih proizvajalcev in modelov.

Trenutni sistem ne zadošča potrebam mnogih izvajalcev, saj ne dosega zadostne glasnosti, predvsem pa ne zadosti glasnostim v nižjem frekvenčnem spektru, zato smo morali že večkrat na trgu najemati dodatne zvočniške elemente, kar nam povzroča dodatne neposredne programske stroške.

Precejšnja težavo predstavlja tudi velik časovni razmiki med levimi in desnimi izvori ter delay elementa, prav tako viseči sistem ne omogoča pokrivanja dvorane v celotnem frekvenčnem spektru, saj ni opremljen z dodatnimi nizkotonskimi enotami. Poleg vsega pa električni priključki ne ustrezajo EU standardu.

Nov sistem centralnega ozvočenja Gallusove dvorane

Pri izbiri novega (visečega, centralnega) ozvočenja bi morali zasledovati naslednje cilje in smernice:

- *Proizvajalec ozvočenja naj bo enak kot proizvajalec ozvočenja v Linhartovi, Kosovelovi dvorani ter Klubu CD (Meyer Sound), predvsem zaradi premeščanj, dopolnjevanj in sestavov specifičnih ozvočenj, glede na zahteve ter želje izvajalcev. Z zagotovitvijo istega proizvajalca omogočimo tudi uporabo enake programske in procesorske opreme.*
- *Zvočni elementi visečega ozvočenja in ozvočenja na odru naj bodo med seboj enaki, da bodo omogočali enakomerno zvočno sliko po celotni dvorani in s tem večjo fleksibilnost pri morebitnih prilagojenih konfiguracijah.*
- *Uporabi naj se zvočnike tipa "line array" zaradi boljše usmerjenosti. S tem bi v veliki meri zmanjšali hrup na odru ter se izognili odbojnim površinam.*
- *Uporabi naj se obstoječe vleke z morebitnimi predelavami nosilcev oziroma pritrdišč, da ustrezajo za obešanje novih elementov.*
- *Nov sistem naj omogoča enakomerno pokrivanje po dvorani, brez uporabe centralnega ter delay sklopa, manj fizičnih izvorov posledično povečuje razumljivost.*
- *Fizične dimenzije naj omogočajo čim boljši pogled na oder (odprte vizure).*
- *Zagotoviti je potrebno pokrivanje celotne dvorane, po celotnem frekvenčnem spektru (brez dodatnih sedišč v parterju) zgoj z uporabo visečega ozvočenja.*
- *Sistem naj bo enostavno odstranljiv in uporaben za selitve na zunanje prireditvene lokacije, gostovanja, druga prizorišča ali za hitro prekonfiguracijo sistema, v primeru zahtev in potreb izvajalcev.*
- *Nizkotonske enote na odru naj imajo možnost usmeritve (cardio nastavitve).*
- *Sistemske procesor naj omogoča večkanalni digitalni priklop (vsaj 32 kanalov) ter možnost prostorske simulacije zvoka s pripadajočo programsko opremo.*
- *Zvočniške enote za občasno postavitve prostorskega zvoka v parterju dvorane.*
- *Zvočniške enote za monitoring na odru.*
- *Elemente dvižnega sistema za uporabo ozvočenja na drugih prireditvenih prostorih.*

Predlog novega sistema ozvočenja (osnovna konfiguracija)

- 2 x Meyer Sound 900LFC + 10x Meyer Sound Leopard viseče levo-desno
- 2 x Meyer Sound 900LFC v cardio konfiguraciji + 2 x Leopard stoječe levo desno na odru, na vozičku
- 6 x Meyer Sound Ultra X20 front fill
- 6 x Meyer Sound Ultra X40 monitoring odra
- 6 x Meyer Sound Ultra X40 surround v dvorani
- 6 x dvižni motor za montažo na mobilnih lokacijah

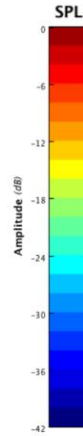
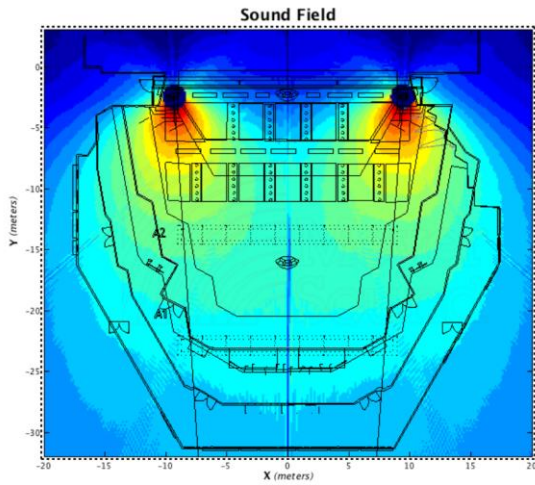
Seznam vseh elementov

- 18 x Meyer Sound Leopard 110 line array element
- 6 x Meyer Sound Leopard 80 line array element
- 8 x Meyer Sound 900LFC nizko frekvenčni element
- 12 x Meyer Sound Ultra X40 aktivni zvočnik
- 6 x Meyer Sound Ultra X20 aktivni zvočnik
- 2 x Meyer Sound MG-Leopard/900 okov za obešanje
- 4 x AF-Leopard 3 in 8 stopinjski nastavek
- 6 x MCF-Leopard transportni voziček
- 4 x MCF-900 transportni voziček
- 6 x Leopard zaščitno pokrivalo 4hi
- 4 x LFC900 zaščitno pokrivalo 2hi
- 32 x kabel Neutrik Powercone prevezovalni
- 32 x kabel XLR prevezovalni
- 1 x Galileo Galaxy 816 sistemski procesor
- 1 x Galileo Galaxy 408 sistemski procesor
- 1 x izvedbena dela: predelava obstoječih vlekov, predelava instalacij, montažna dela, umeritev sistema SIM3-MSU
- 1 x kabel /energetski, 18 x 1mm², 100 m
- 1 x kabel /signalni, oklopljen, instalacijski, 100 m

Elementi dvižnega sistema

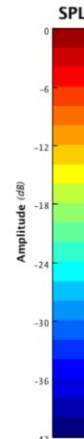
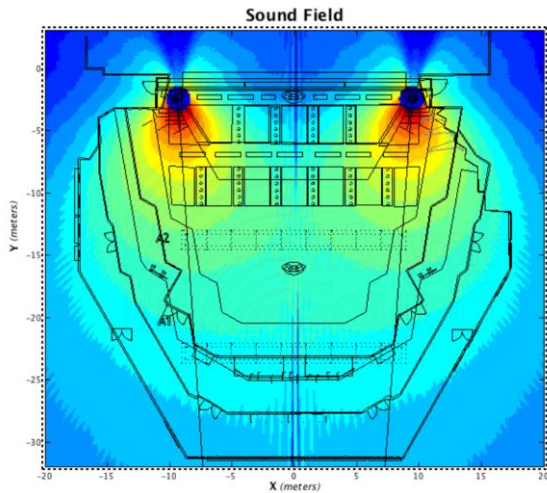
- 6 x verižni motor D8 Plus Ultra 500kg, dolžina verige 24,5m
- 1 x 2 kanalni ročni krmilnik D8-Basic 2-Ch
- 1 x 4 kanalni ročni krmilnik D8-Basic 4-Ch Type III
- 2 x večžilni kabel 20 m 18G1,5 mm², 2 x Harting – B16 priključek (moški -ženska)
- 2 x CEE distribucija spider 4 kanalna, 4 x CEE-16/4 IN (moški), 1 x večžilni izhod s konektorjem Harting-B16 (ženski)
- 2 x CEE distribucija spider 4 kanalna, 4 x CEE-16/4 OUT (ženski), 1 x večžilni izhod s konektorjem Harting-B16 (moški)

Akustične simulacije in komentarji



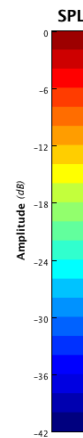
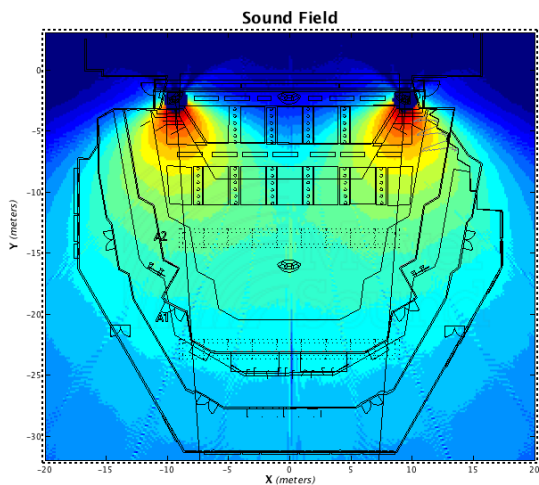
Air Attenuation On
 Temperature = 20.0°C
 Pressure = 1,013.25 mb
 Relative Humidity = 50.0%

Relative Bandwidth = 1 octave
 Center Frequency = 2,000 Hz
 Start Frequency = 1,429.7 Hz
 Stop Frequency = 2,859.4 Hz



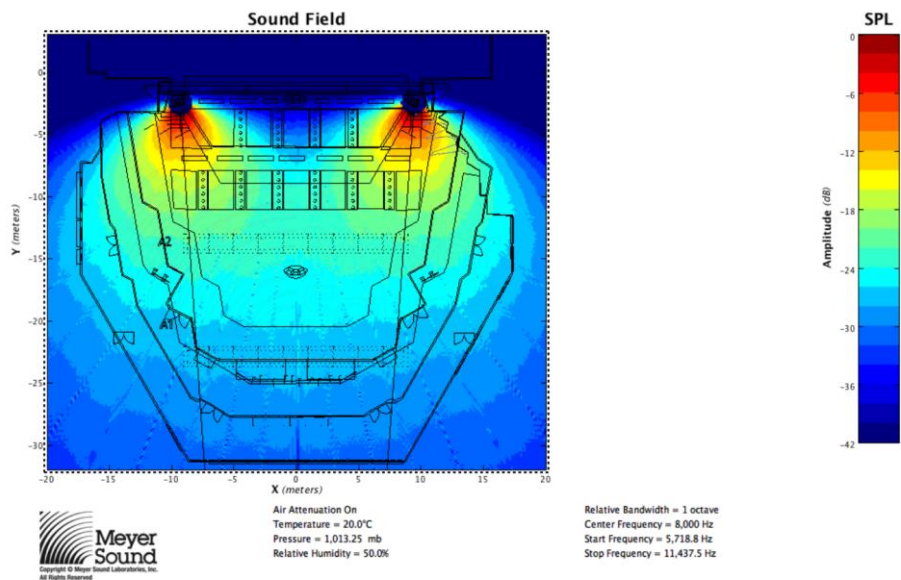
Air Attenuation On
 Temperature = 20.0°C
 Pressure = 1,013.25 mb
 Relative Humidity = 50.0%

Relative Bandwidth = 1 octave
 Center Frequency = 1,000 Hz
 Start Frequency = 714.8 Hz
 Stop Frequency = 1,429.7 Hz



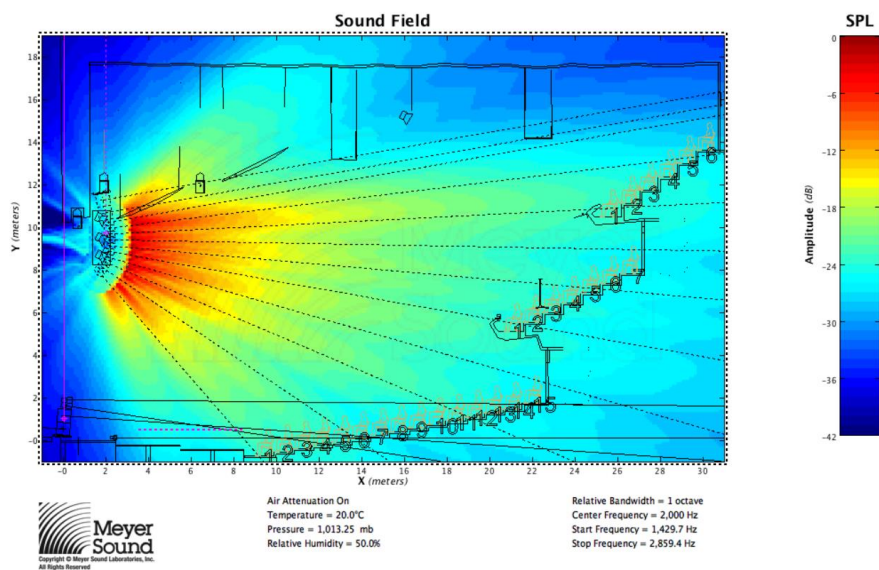
Air Attenuation On
 Temperature = 20.0°C
 Pressure = 1,013.25 mb
 Relative Humidity = 50.0%

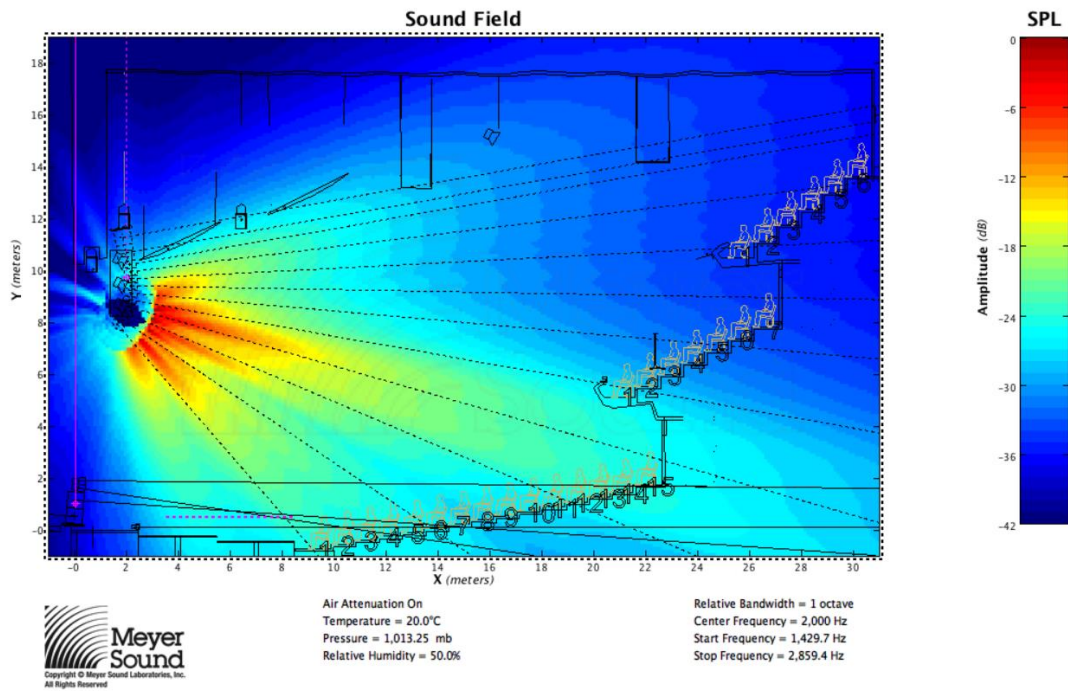
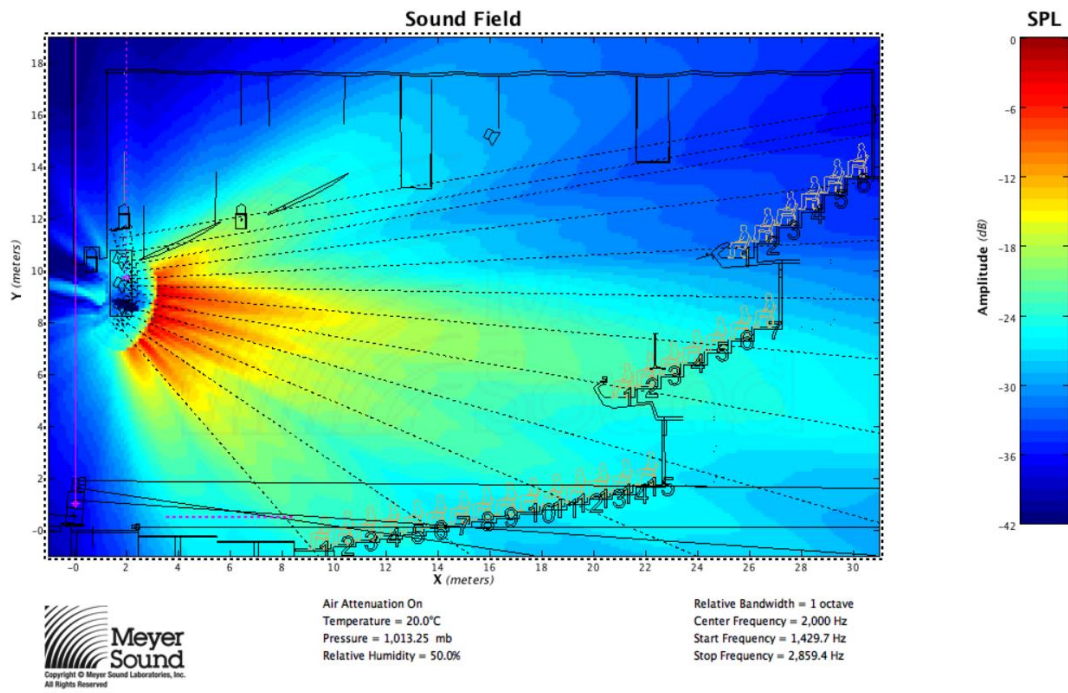
Relative Bandwidth = 1 octave
 Center Frequency = 4,000 Hz
 Start Frequency = 2,859.4 Hz
 Stop Frequency = 5,718.8 Hz



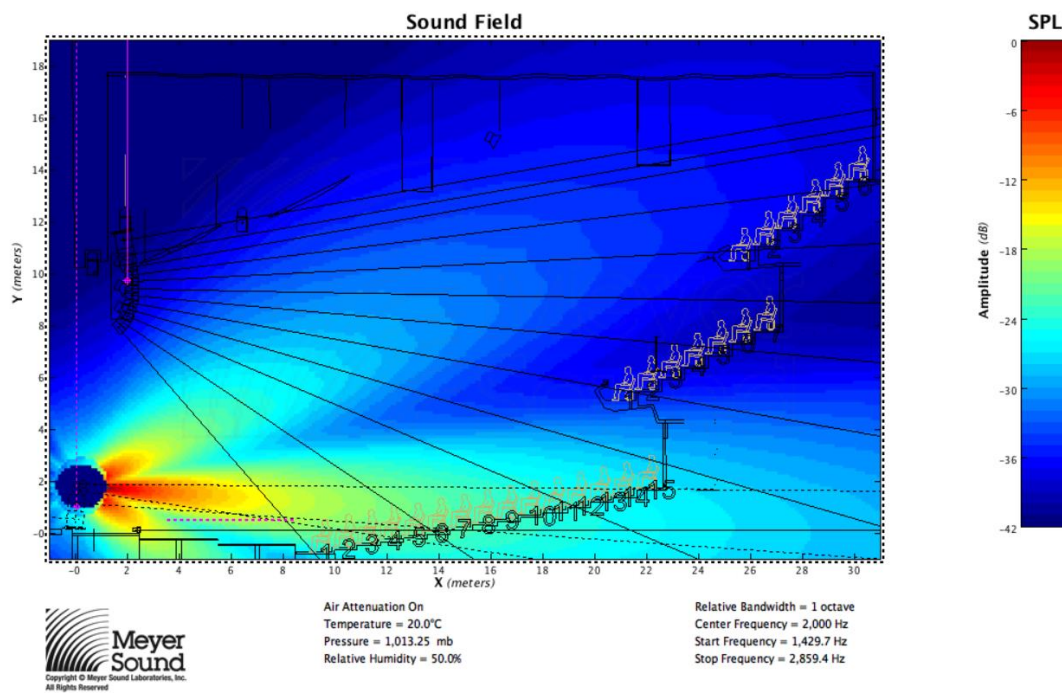
Amplitudne karakteristike pri visokih frekvencah – tlorisni pogled:

- zaradi izvrstne širine omogoča kvalitetno pokrivanje tudi na stranskih balkonih v primeru visečega sistema,
- tudi sredina parterja je ustrezno pokrita v primeru stoječega sistema na odru, karakteristika ostaja skoraj nespomenjana pri razponu 1-8 kHz, kar zagotavlja enakomeren zvok, po vsej širini dvorane, kar predstavlja najpomembnejši atribut zelenega sistema ozvočenja.

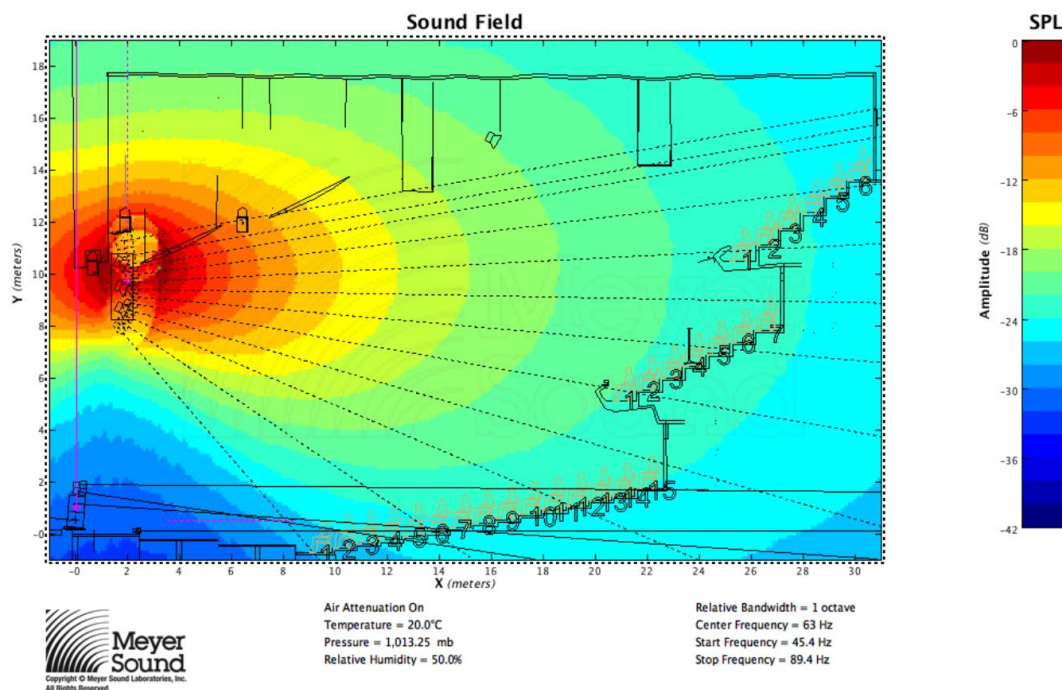




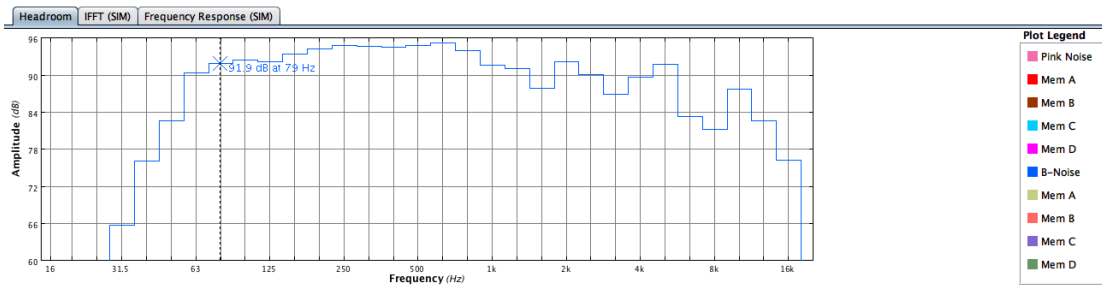
Amplitudne karakteristike pri 2 kHz – stranski pogled: zaradi dobre usmerjenosti je zmanjšana interakcija s stropom ter odrom, prav tako bo mogoče consko pokrivanje s posamičnim izklapljanjem sekcij, s pomočjo systemskega procesorja.



Amplitudna karakteristika pri 2 kHz – stranski pogled; talno ozvočenje bo nameščeno na premičnem vozičku v konfiguraciji: 2 x nizkotonski element in 2 x line array element. Elementi so med seboj fizično povezani ter tako fiskni (za morebitna premeščanja, prevoz ...). Višina je primerna za enakomerno pokrivanje prvega dela parterja, vključno z dodatnimi sedišči na orkestrskih lamelah. Ta element je pomemben predvsem zaradi smeri izvora zvoka, saj je fokus gledalca-poslušalca tako z vidom kot sluhom usmerjen direktno na oder.



Uporaba nizkotonskih elementov omogoča izjemno enakomerno glasnost po celotni dvorani ter dobro izolacijo na odru. Fizično se "skrijejo" nad akustične reflektroje, zaradi dolgih valovnih dolžin ti reflektorji ne delujejo kot fizična prepreka za valovanja pod 100 Hz, ki predstavlja območje delovanja nizkotonskih elementov



Air Attenuation On
 Temperature = 20.0°C
 Pressure = 1,013.25 mb
 Relative Humidity = 50.0%

Microphone = Addr 0 Mic 1
 Position = (23.74, 7.90) meters
 Approximate Distance = 22.5 meters
 Peak Impulse = 65.31 ms

Input Source = B-Noise
 Average SPL = 102.9 dB(A), 105.7 dB(C), 105.9 dB(Z)
 Linear Peak SPL = 118.4 dB(Z)

Spektralna meritev glasnosti ene strani visečega sistema omogoča skoraj 103 dB (A) povprečno preko 5 minut brez popačenj, osnovni izvor zvoka je govornemu izboru podoben šum.

Loudspeaker System Label: Flown Loudspeaker System 1

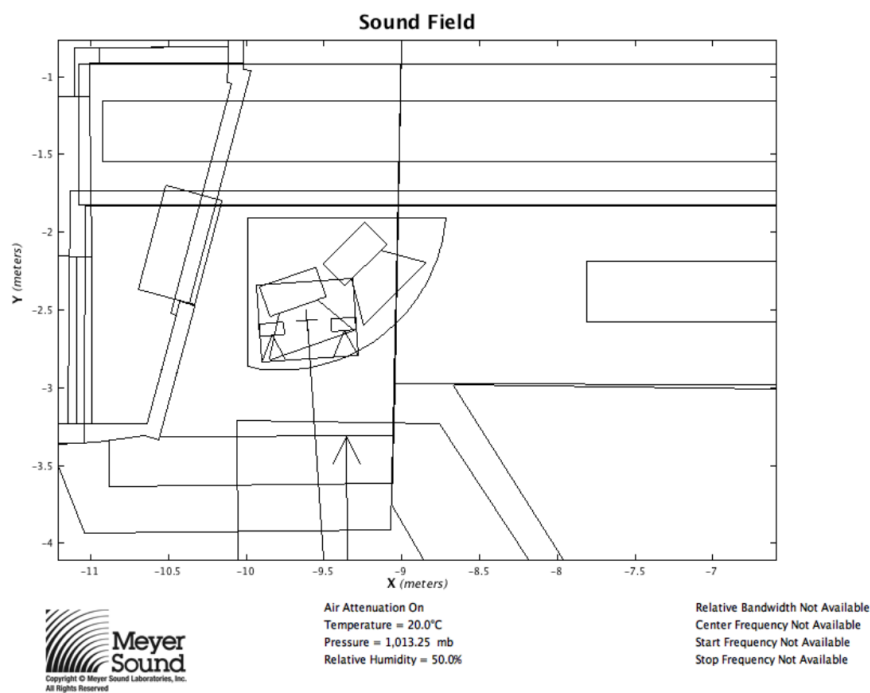
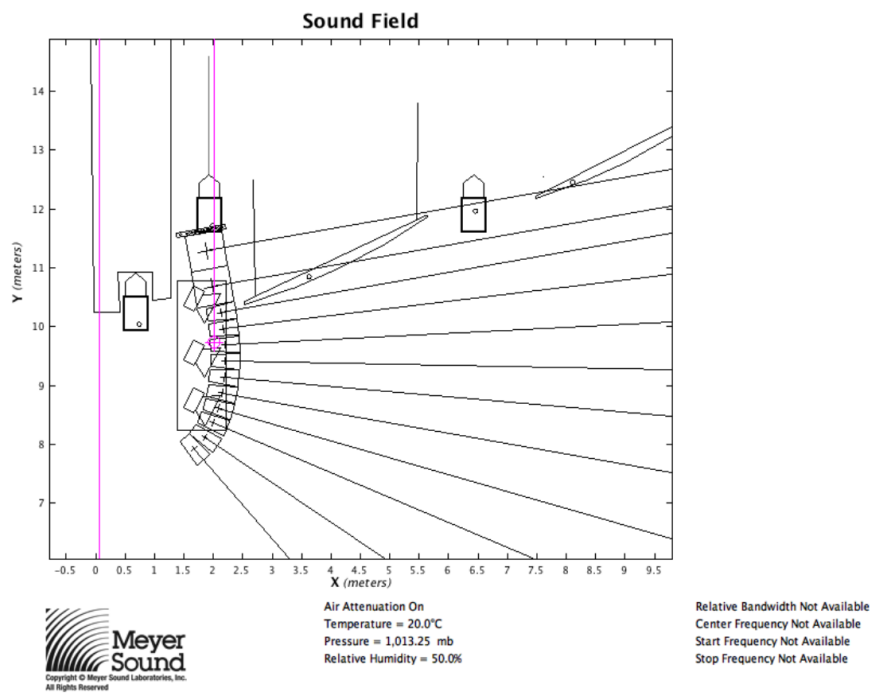
Loudspeaker System Notes:

SYSTEM ORIENTATION	FACING DIRECTION	REFERENCE POINT	REFERENCE POINT POSITION	ROTATION ABOUT REFERENCE POINT	DISTANCE TO BASE
Flown	Right	Front	(2.2, 11.68) m	9.95°	7.63 m

ID	ELEMENT MODEL	SPLAY	REAR ANGLE	FRONT ANGLE	TOTAL ANGLE	ADDR	CH	PROCESSOR LABEL
-	MG-LEOPARD/900 (900 forward)	-	-	-	9.95°	-	-	-
1	900-LFC front facing	0°	0°	-	9.95°	10	3	Parter1&Subs
2	900-LFC front facing (LEOPARD forward)	0°	-	0°	9.95°	10	3	Parter1&Subs
1	LEOPARD	0°	0°	-	9.95°	10	1	Balcony1
2	LEOPARD	-3°	-3°	-	6.95°	10	1	Balcony1
3	LEOPARD	-4°	-4°	-	2.95°	10	1	Balcony1
4	LEOPARD	-4°	-4°	-	-1.05°	10	2	Balcony2
5	LEOPARD	-4°	-4°	-	-5.05°	10	2	Balcony2
6	LEOPARD	-5°	-5°	-	-10.05°	10	3	Parter1&Subs
7	LEOPARD	-6°	-6°	-	-16.05°	10	3	Parter1&Subs
8	LEOPARD	-7°	-7°	-	-23.05°	10	3	Parter1&Subs
9	LEOPARD	-11°	-11°	-	-34.05°	10	4	Parter2
10	LEOPARD	-15°	-15°	-	-49.05°	10	4	Parter2

ARRAY HEIGHT	ARRAY DEPTH	COG POSITION	COG TO REFERENCE	COG TO RIGGING	REAR RIGGING LOAD	FRONT RIGGING LOAD	TOTAL WEIGHT
4.09 m	1.09 m	(2.01, 9.72) m	(-0.19, -1.96) m	Under Rigging	118.53 kg	395.39 kg	513.92 kg

Izpis dimenzij, obremenitev ter nastavitev visečega ozvočenja glede na trenutno konfiguracijo v simulacijskem programu.



Primerjva dimenzij z obstoječo konstrukcijo - nizkotonski elementi so skriti nad zvočnimi reflektorji in ne ovirajo pogled, širina zvočnikov je prepolovljena.

Predlagana nastavitve izhodov sistemskega procesorja:

	Galileo Galaxy408
Input	
1	Left
2	Right
3	Sub
4	Center
5	Frontfill L
6	Frontfill R
7	Mixer kabina L
8	Mixer kabina R
Output	
1	Left zona 1
2	Left zona 2
3	Left zona 3
4	Left zona 4
5	Right zona 1
6	Right zona 2
7	Right zona 3
8	Right zona 4
9	Sub floor (digital)
10	Center (digital)
11	Left floor (digital)
12	Right floor (digital)
13	Frontfill L (digital)
14	Frontfill R (digital)
15	
16	

	Galileo Galaxy 816
Input	
1	Center (digital)
2	Left floor (digital)
3	Right floor (digital)
4	Frontfill L (digital)
5	Frontfill R (digital)
6	Right floor (digital)
7	
8	
Output	
1	Sub floor L
2	Sub floor L cardio
3	Sub floor R
4	Sub floor R cardio
5	Left floor
6	Right floor
7	FF Left
8	FF Right
9	Center 1
10	Center 2
11	Center 3
12	Dly
13	
14	
15	
16	