TRUSTSEAT

گزارش و تحلیل آکوستیک مرفوک
ساختمان آموزشی افسری
دانشگاه امام حسین (علیه السلام)

www.trustseatco.com

مقدمه:

صوت در فضایی که به خوبی طراحی شده باشد، ضمن تقویت عملکرد فضای مذکور، موجب رضایت ساکنان(حضار) آن نیز می گردد. یک محیط آکوستیکی که به گونه ای بد و ضعیف طراحی شده باشد، موانعی را در برابر کارکرد خود به وجود می آورد و موجب بی علاقگی افراد برای حضور در آنجا شده و حتما به سلامت آنان نیز آسیب می رساند. علم آکوستیکی یکی از شاخه های علم فیزیک است که به تولید، کنترل و نظارت، انتقال، دریافت و اثرات صوت می پردازد. طرح آکوستیکی عبارت است از برنامه ریزی، شکل دهی و آراستن فضاهای بسته که به منظور استقرار یک محیط زیست آکوستیکی انجام می شود، البته این محیط آکوستیکی باید صداهای ناشی از گفتگو و یا اصوات ناشی از آلات موسیقی را از یکدیگر متمایز نماید. فهم این مطلب که ما چگونه صوت را می شنویم و این که چگونه صوت با محیطی که آن را ساخته ایم تعامل می کند، می تواند به ما کمک کند تا فضاهایی را طراحی کنیم که به همان اندازه که از نظر آکوستیکی خوشایند هستند از لحاظ بصری نیز آن غنای لازم را داشته باشند..

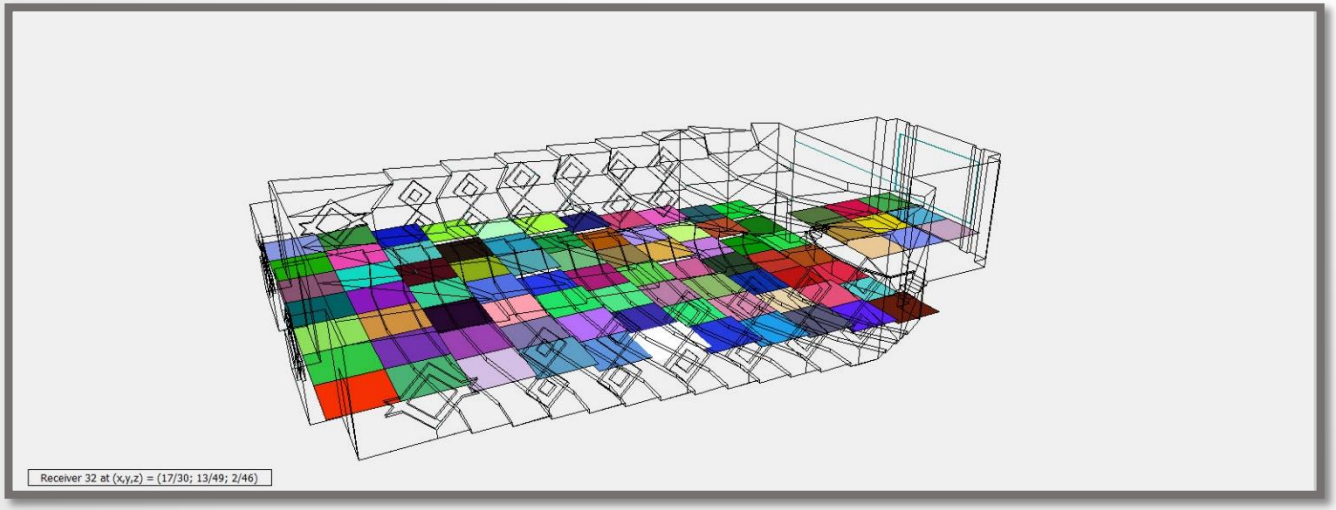
شرکت **یادکو** با استفاده از تجربیات، مهندسین و نرم افزارهای تحلیلی مرتبط، توانایی طراحی و تحلیل موارد یاد شده را به صورت تخصصی دارد. نرم افزارهای آکوستیکی و الکتروآکوستیکی مورد استفاده در این نوع از طراحی ها و تحلیل ها عبارتند از:

برنامه Odeon یکی از برنامه‌های مربوط به حوزه آکوستیکی می‌باشد که شرکت ODEON-DK آن را طراحی کرده. این نرم افزار یکی از قدرتمندترین برنامه‌های موجود در زمینه آکوستیکی می‌باشد. این نرم افزار از آخرین روش محاسباتی آکوستیکی که آقایان Claus Lynge Christensen و Jens Holger Rindel آن را وضع کرده‌اند استفاده می‌کند.

نرم افزار E.A.S.E یکی از برنامه‌های پرکاربرد در حوزه آکوستیک و الکتروآکوستیک می‌باشد. این نرم افزار برای شرکت AFMG می‌باشد که دارای سابقه ۳۰ ساله در زمینه آکوستیک و الکتروآکوستیک می‌باشد. نرم‌افزار E.A.S.E این امکان را به طراحان و مشاوران سیستم‌های صوتی و آکوستیکی می‌دهد که با استفاده از مدل-های دقیق و واقع گرایانه شبیه‌سازی سیستم‌های صوتی را انجام داده و ارزیابی صورت گرفته را به مشتریان ارائه دهند.

چشم انداز کلی به پروژه:

طراحی آکوستیکی با توجه به نوع طراحی معماری و دکوراتیو بوده و هیچ گونه تغییرات ابعادی صورت نگرفته است. این ارائه در یک بخش با تحلیل آکوستیکی که پارامترهای هر بخش به صورت جداگانه توضیح داده خواهد شد.
با توجه به شکل هندسی سالن که دارای شکستگی های می باشد از لحاظ پخش کردن صدا (Diffuse) مشکلی وجود نداشته و نیاز به تغییرات معماری(ابنیه) در طراحی وجود ندارد.
سالن مورد نظر با داشتن بیشرین طول کلی حدود ۲۹ متر و عرض ۱۵ متر که مساحتی حدود ۴۳۰ متر مربع در یک طبقه مورد ارزیابی و طراحی قرار گرفته است.
در شکل ۱ (Define Grid) رامشاهده کنید.

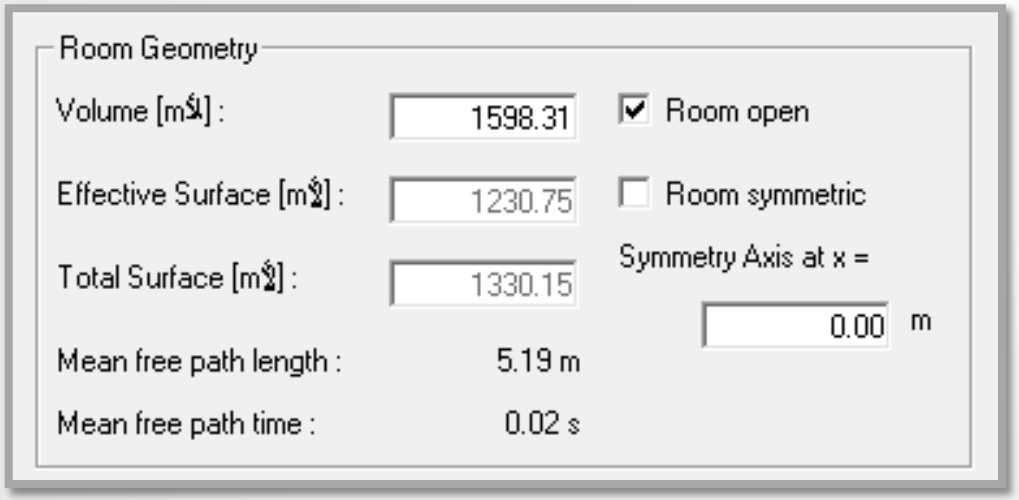


شکل ۱

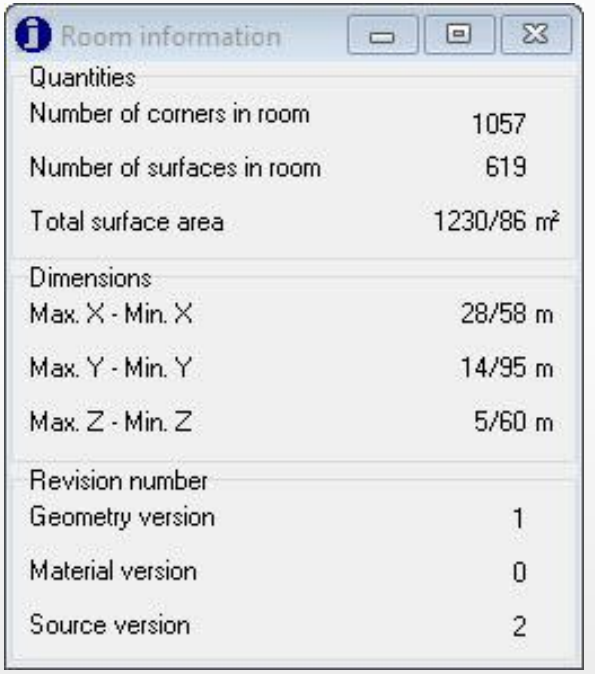
تحلیل آکوستیکی سالن:

هندسه سالن:

نرم افزارهای آکوستیکی حجم تقریبی سالن را معادل ۱۵۹۸ متر مکعب محاسبه کردند(شکل ۲). این مقدار حجم در تمامی پارامترهای آکوستیکی و الکتروآکوستیکی تاثیر زیادی دارد و تمامی محاسبات گفتاری به پارامتر حجم سالن بستگی دارد. لازم به ذکر است که در محاسبه این پارامترها عواملی چون دما و رطوبت داخلی سالن نیز امری تاثیر گزار است که ما ارقام مورد نظر را مقدار دما و رطوبت اتاق مد نظر گرفته ایم.
سالن مورد نظر با توجه به نوع طراحی اعمال شده دارای ۱۰۵۷ کنج است(شکل ۳) که بیشتر این رقم به دلیل وجود طرح دیوار میباشد. این نقاط بـه دلیـل پخـش کردن بازتاب صدا به زوایای مختلف به کنترل آکوستیکی سالن کمک می کنند.
به طور مجموع مقدار ۱۲۳۰ متر مربع میزان کلی سطوح سالن می باشد که این مقدار، ابزار اصلی برای کنترل آکوستیکی سالن می باشد(شکل ۳).



شکل ۲



شکل ۳

تحلیل آکوستیکی سالن:

متریال کف سالن

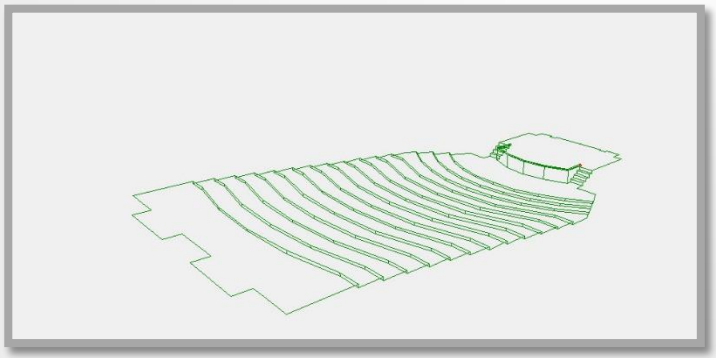
موکت یکی از متریال هایی است که در کنترل آکوستیکی سالن خیلی کمک می کند. البته به نوع موکت نیز بستگی دارد، ولی در مجموع این متریال از ضریب جذب صوتی خوبی برخوردار است.
همان طور که در شکل ۴ مشاهده میکنید موکت انتخاب شده بر روی سطح بتون می باشد و در فرکانس های بالا ضریب جذب صوتی خوبی دارد.
در شکل شماره ۵ قسمت هایی که از متریال موکت استفاده شده است را مشاهده میکنید.
لازم به ذکر است متریال مورد استفاده در روی سن نیز موکت انتخاب شده است که این امر هم به دلیل جذب صدای داخل سن و هم به دلیل جلوگیری از انتقال صدای کوبه ای و غیره است.

Global material library (MATERIAL.LI8)

Number	Specification
6100	(Example 6100-6199) Single microsorber - 0.1 mm perforated polyester cloth 30 mm from reflecting surface(href= "http://www.microsort
6200	(Example 6200-6299) Flex Acoustics, AqFlex portable fire retardent plastic tubes for large concert events total dept 700mm (href= "http
7000	Needle felt 5mm stuck to concrete (Kristensen, 1984)
7001	6mm pile carpet bonded to closed-cell foam underlay (Parkin, Humphreys, & Cowell, 1979)
7002	6 mm pile carpet bonded to open-cell foam underlay (Parkin, Humphreys, & Cowell, 1979)
7003	9 mm tufted pile carpet on felt underlay (Parkin, Humphreys, & Cowell, 1979)
7004	Carpet heavy, on concrete (Harris, 1991)
7005	Carpet heavy, on hairfelt or foam rubber (Harris, 1991)
7006	Carpet heavy, with impermeable latex backing on hairfelt or foam rubber (Harris, 1991)
7007	10 mm soft carpet on concrete (Ref. Dalenbäck, CATT)
8005	Cotton curtains (0.5 kg/m2) draped to 3/4 area approx. 130 mm from wall (Petersen, 1983)
8006	Curtains (0.2 kg/m2) hung 90 mm from wall (Ingerslev & Petersen, 1953)
8007	Curtains of close-woven glass mat hung 50 mm from wall (Kristensen, 1984)

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	α(w)	Class
0.02000	0.02000	0.06000	0.14000	0.37000	0.60000	0.65000	0.65000	0.20(H)	E

شکل ۴



شکل ۵

تحلیل آکوستیکی سالن:

ام دی اف معمولی

با توجه به طراحی صورت گرفته در قسمت های دیواره ها از ام دی اف استفاده شده است. با توجه به لایه لمینتی که روی ام دی اف قرار گرفته است ضریب جذب چندانی نمیتوان از این محصول انتظار داشت. ولی با توجه به زیر سازی های برنامه ریزی شده برای اجرا این قسمت می تواند صداهای با فرکانس پایین را کنترل نماید.

با توجه به شکل ۶ در فرکانس ۶۳ و ۱۲۵ هرتز این متریال از جذب صدای تقریبی ۰/۱۸ برخوردار می باشد که با توجه به دیگر متریال های استفاده شده مناسب می باشد.

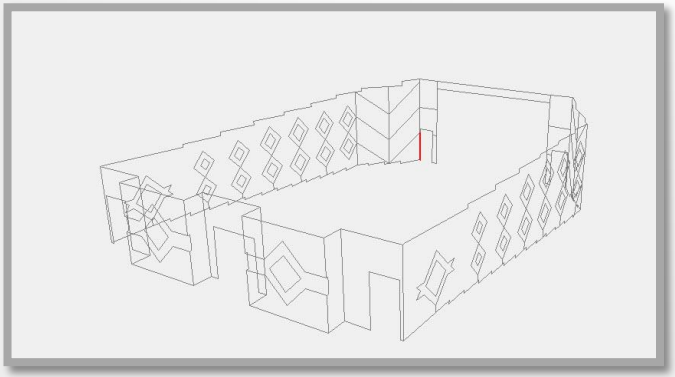
در شکل ۷ می توانید قسمت هایی که از ام دی اف استفاده شده است را مشاهده کنید.

Global material library (MATERIAL.LI8)

Number	Specification
3022	22 mm chipboard, 50 mm cavity filled with mineral wool (Bobran, 1973)
3023	3-4 mm asbestos or plywood sheets, >75 mm cavity with 25-50 mm mineral wool (Kristensen, 1984)
3024	4 mm asbestos or plywood boards fastened at random intervals (at least 0.4 * 0.6 m), over 75 mm cavity with 25 mm mineral wool
3025	22 * 100 mm boards with 10 mm gaps, over 50 mm cavity with glass mat in front of mineral wool (Bobran, 1973)
3062	Plywood on battens fixed to solid backing (Ref. Dalenbäck, CATT)
3063	Thin plywood paneling (Ref. Dalenbäck, CATT)
3064	16 mm wood on 40 mm studs (Ref. Dalenbäck, CATT)
3065	Wood, 25 mm with air space (Ref. Dalenbäck, CATT)
3066	8 mm wood veneer on 50mm studs (Ref. Dalenbäck, CATT)
3067	3 mm wood veneer on 50 mm studs (Ref. Dalenbäck, CATT)
3068	Plywood paneling, 1 cm thick (Harris, 1991)
3069	Panel, 13 mm thick, without slots, on 30 mm studs with mineral wool
3070	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 1 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool (Stroem, 1979)

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	α(w)	Class
0.18000	0.18000	0.12000	0.10000	0.09000	0.08000	0.07000	0.07000	0.10000	Not classified

شکل ۶



شکل ۷

تحلیل آکوستیکی سالن:
ام دی اف CNC و Wool

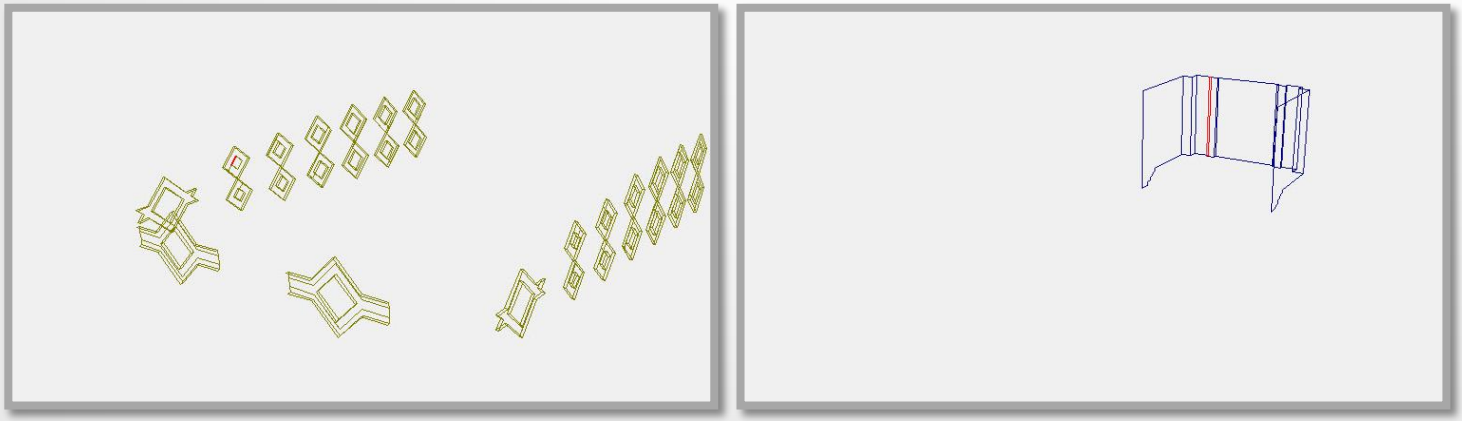
به دلیل استفاده از سیستم لاین اری به عنوان سیستم صوتی سالن، تقریبا تمامی صداهای ایجاد شده توسط سیستم صوتی به انتهای سالن انتقال پیدا می کند. در قبل نیز این مطلب ذکر شد که در دیواره های سالن از ام دی اف معمولی و CNC استفاده شده است. ودیواره های اطراف سن از Wool panelاستفاده شده است. در شکل شماره ۹ می توانید این قسمت ها را مشاهده کنید.
با توجه به شکل شماره ۸ این متریال در فرکانس های میانه از ضریب جذب بسیار مناسبی برخوردار می باشد.

Global material library (MATERIAL.LI8)

Number	Specification
3063	Thin plywood paneling (Ref. Dalenbäck, CATT)
3064	16 mm wood on 40 mm studs (Ref. Dalenbäck, CATT)
3065	Wood, 25 mm with air space (Ref. Dalenbäck, CATT)
3066	8 mm wood veneer on 50mm studs (Ref. Dalenbäck, CATT)
3067	3 mm wood veneer on 50 mm studs (Ref. Dalenbäck, CATT)
3068	Plywood paneling, 1 cm thick (Harris, 1991)
3069	Panel, 13 mm thick, without slots, on 30 mm studs with mineral wool
3070	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 1 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool (Stroem, 1979)
3071	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 2 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool (Stroem, 1979)
3072	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 4 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool (Stroem, 1979)
3073	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 8 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool (Stroem, 1979)
3074	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 16 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool (Stroem, 1979)
3075	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 49 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool (Stroem, 1979)
3076	Panel, 13 mm thick, 70 mm wide with 102 mm slots, on 30 mm studs with mineral wool

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	α(w)	Class
0.09000	0.09000	0.67000	0.49000	0.21000	0.09000	0.07000	0.07000	0.15(LM)	E

شکل ۸



شکل ۹

تحلیل آکوستیکی سالن:

کناف سقف

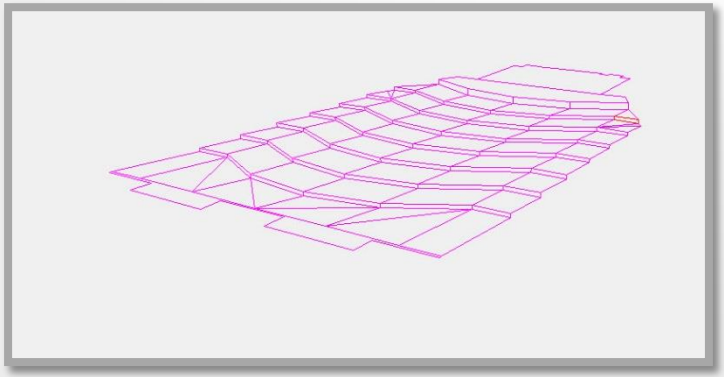
در طراحی سقف نیز از متریال کناف استفاده شده است. همان طور که قبلا ذکر شد این نوع ازمتربال و حجم آن کمک به مجموع آکوستیک سالن و همچنین به دلیل شکست هایی که در طراحی سقف وجود دارد در پراکنش صدا این نوع از طراحی کمک زیادی خواهد کرد.
در شکل شماره ۱۱ قسمت های سقف را مشاهده می کنید.

Global material library (MATERIAL.LI8)

Number	Specification
4042	Plasterboard on frame, 13 mm boards, 100 mm empty cavity (Fasold & Winkler, 1976)
4043	Plasterboard on frame, 13 mm boards, 100 mm cavity filled with mineral wool (Fasold & Winkler, 1976)
4044	2*13 mm plasterboard on steel frame, 50 mm mineral wool in cavity, surface painted (Petersen, 1983)
4045	gypsum board, 2 layers total 32 mm (Ref. Dalenbäck, CATT)
4046	13 mm plaster on 100 mm studs (Ref. Dalenbäck, CATT)
4047	13 mm plaster on 25 mm studs (no mineral wool) (Ref. Dalenbäck, CATT)
4048	30 mm plaster on metal lath (Ref. Dalenbäck, CATT)
4049	13 mm plaster on 25 mm studs (with mineral wool) (Ref. Dalenbäck, CATT)
4050	Plasterboard 9.5 mm with 6 mm o holes in square pattern with approx. 11% perforation. 100 mm from wall with 25 mm mineral wool at
4051	Slotted 13 mm gypsum board (12%), 106 x3 mm2 on studs and mineral wool (Ref. Dalenbäck, CATT)
4052	Perf. 13 mm gypsumboard (11%), d = 5 mm, on studs and mineral wool (Ref. Dalenbäck, CATT)
4053	Perf. 27 mm gypsumboard (16%), d = 4,5 mm 300mm from ceiling (Ref. Dalenbäck, CATT)
4100	(Example 4100-4199)Gyptone(href= "http://gyptone.com")

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	α(w)	Class
0.28000	0.28000	0.12000	0.10000	0.17000	0.13000	0.09000	0.09000	0.15000	E

شکل ۱۰

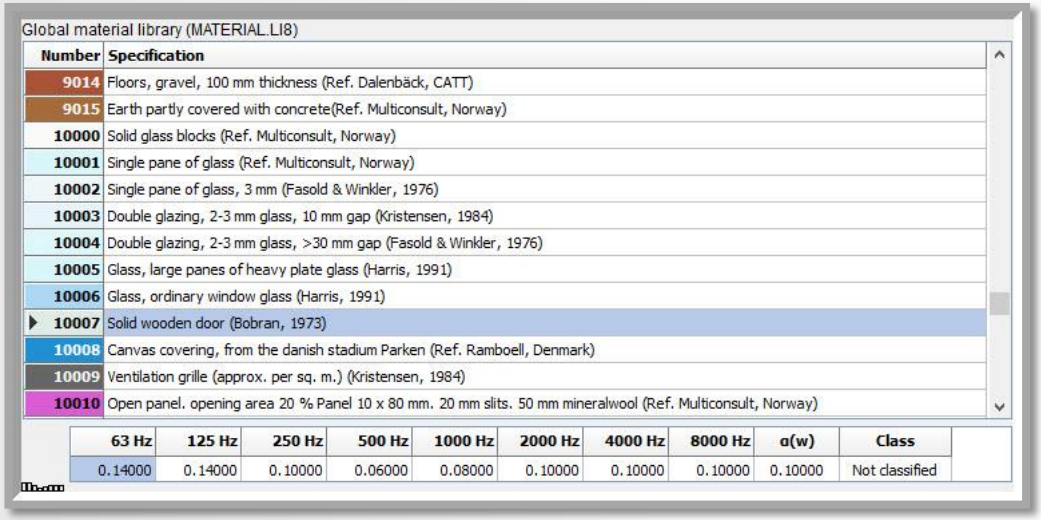


شکل ۱۱

تحلیل آکوستیکی سالن:

درب ها

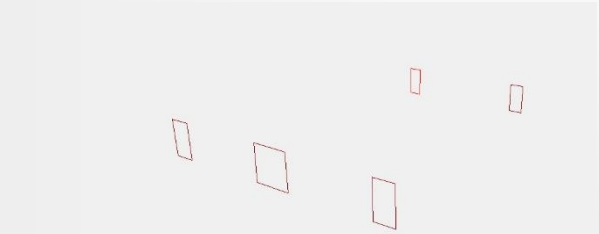
درب ها به طور عمومی عامل اصلی انتقال صدا به سایر قسمت ها هستند. درب مورد استفاده شده در این طرح از نوع درب تمام چوبی و نیمه آکوستیک است. با توجه به شکل ۱۲ می توان فهمید که درب در ضریب جذب صدای سالن نقش چندانی ندارد.
در شکل ۱۳ میتوانید قسمت هایی از سالن که دارای درب می باشد را مشاهده کنید.


Global material library (MATERIAL.LI8)

Number	Specification
9014	Floors, gravel, 100 mm thickness (Ref. Dalenbäck, CATT)
9015	Earth partly covered with concrete(Ref. Multiconsult, Norway)
10000	Solid glass blocks (Ref. Multiconsult, Norway)
10001	Single pane of glass (Ref. Multiconsult, Norway)
10002	Single pane of glass, 3 mm (Fasold & Winkler, 1976)
10003	Double glazing, 2-3 mm glass, 10 mm gap (Kristensen, 1984)
10004	Double glazing, 2-3 mm glass, >30 mm gap (Fasold & Winkler, 1976)
10005	Glass, large panes of heavy plate glass (Harris, 1991)
10006	Glass, ordinary window glass (Harris, 1991)
10007	Solid wooden door (Bobran, 1973)
10008	Canvas covering, from the danish stadium Parken (Ref. Ramboell, Denmark)
10009	Ventilation grille (approx. per sq. m.) (Kristensen, 1984)
10010	Open panel. opening area 20 % Panel 10 x 80 mm. 20 mm slits. 50 mm mineralwool (Ref. Multiconsult, Norway)

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	α(w)	Class
0.14000	0.14000	0.10000	0.06000	0.08000	0.10000	0.10000	0.10000	0.10000	Not classified

شکل ۱۲



شکل ۱۳

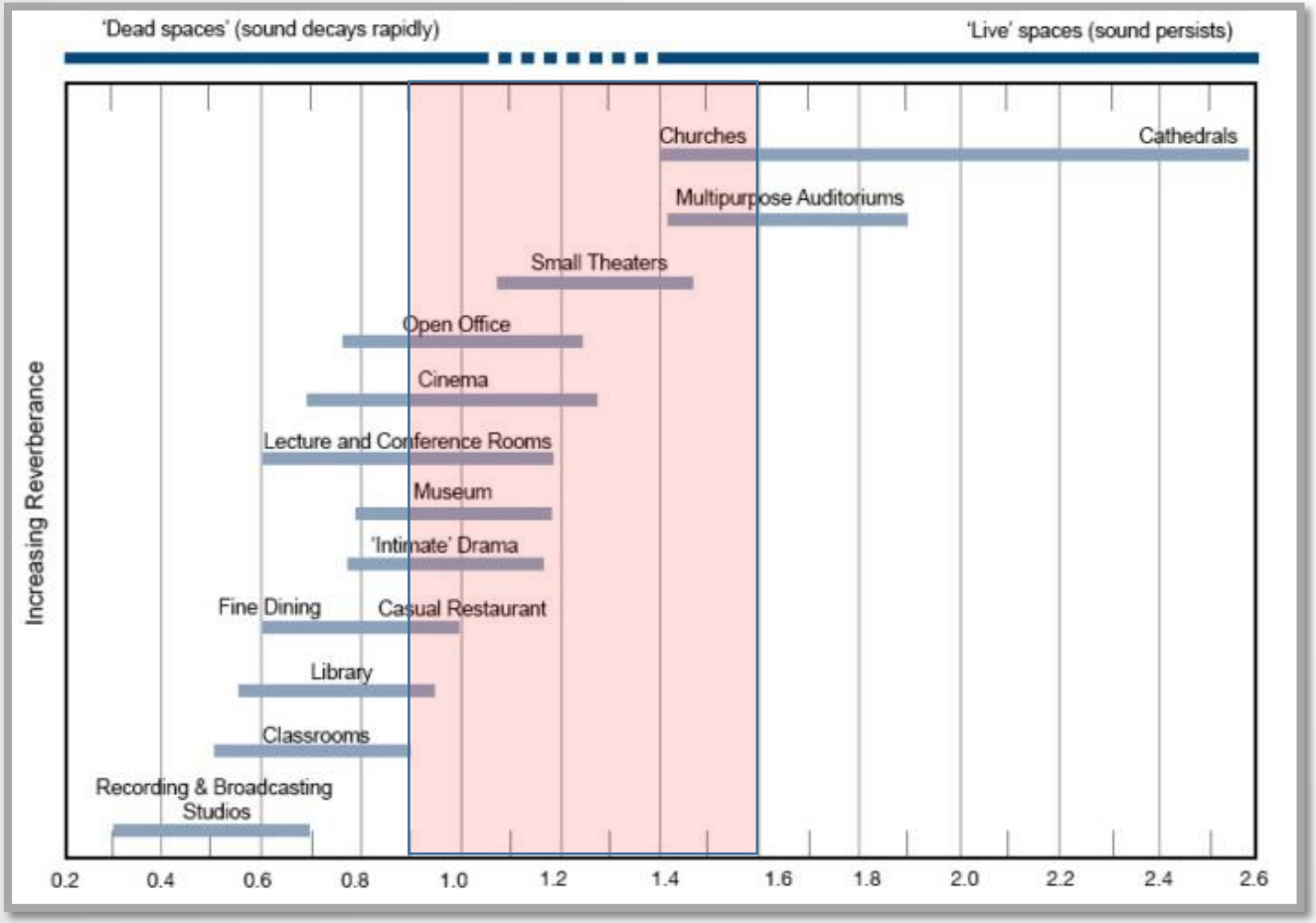
تحلیل آکوستیکی سالن:

زمان واخنش(RT)

زمان واخنش عبارت است از تداوم صوت پس از مکث و قطع منبع صوتی که در نتیجه انعکاس های مکرر و تکرار شونده رخ میدهد. زمان واخنش زمان مورد نیاز برای انرژی صوتی به منظور تضعیف ۶۰ دسی بل و یا یک هزارم از شدت اولیه آن است.

در شکل ۱۴ مقدار زمان واخنش یا RT برای مکان های متفاوت را مشاهده میکنید. با توجه به نوع کاربری مکان مورد نظر این مقدار می تواند بین ۰/۹ تا ۱/۶ ثانیه باشد.

با توجه به کاربری این سالن در برگزاری همایش ها و سخنرانی(Speech) اولویت ۱ می باشد، لازم است که زمان واخنش پایین تری (Dead)مد نظر باشد.

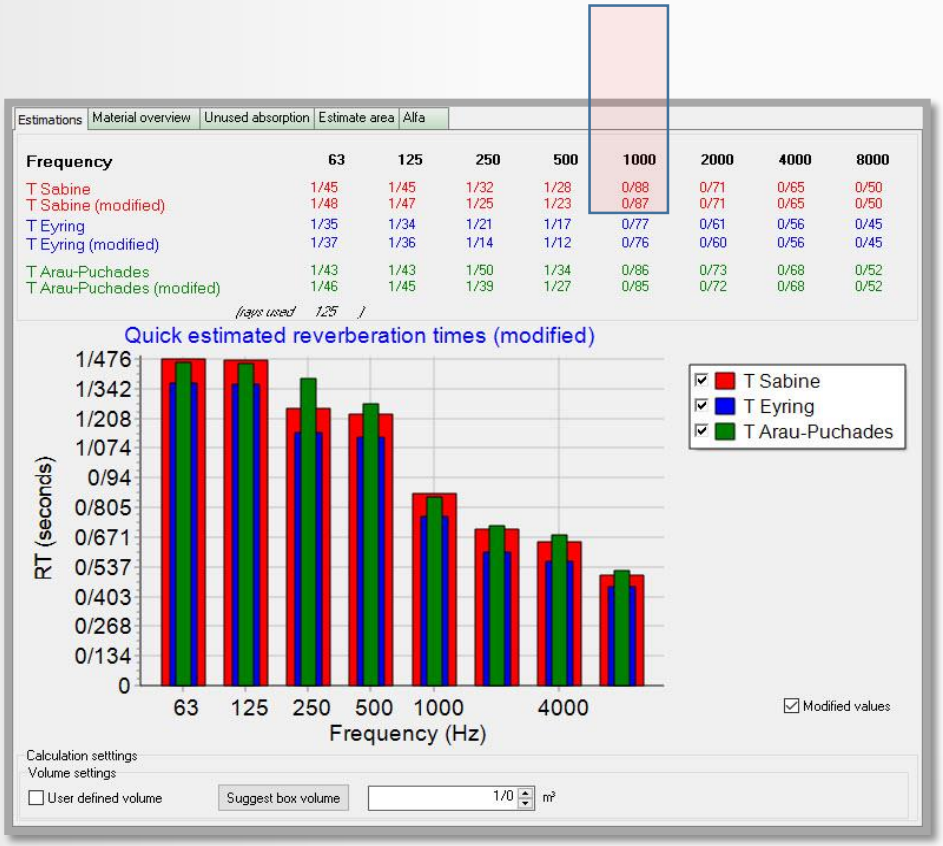


شکل ۱۴

تحلیل آکوستیکی سالن:

زمان واخنش(RT)

با استفاده از متریال های داده شده به سطوح مختلف سالن زمان واخنش سالن بـه دسـت آمده است (شکل۱۵).
با توجه به شکل می توان نتیجه گرفـت کـه زمـان واخـنش(T Sabine) در فرکـانس ۱۰۰۰ هرتز (فرکـانس مرجـع)حـدود ۰/۸۸ ثانیه می باشد. این مقدار بـا توجـه بـه نـوع کاربری سالن بسیار مناسب می باشد.
دلیل به دست آمدن ایـن مقـدار اسـتفاده از شکل و حجم و متریال هـای آکوسـتیکی در سالن می باشد.

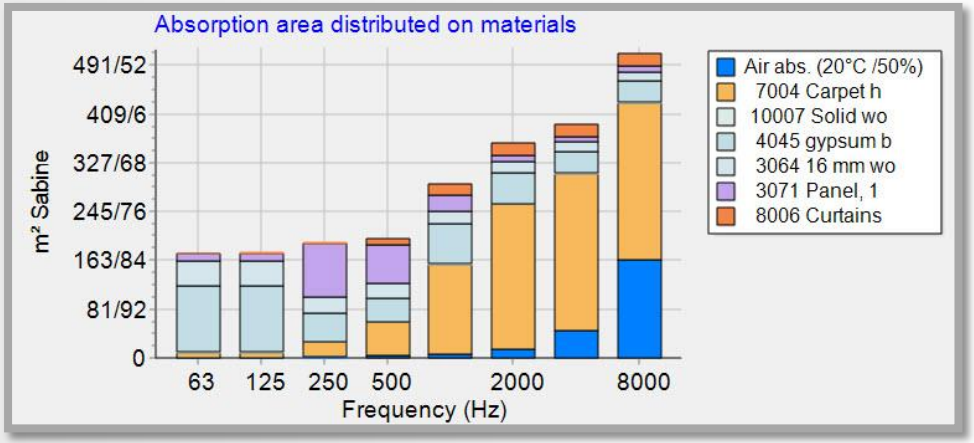


شکل ۱۵

تحلیل آکوستیکی سالن:

زمان واخنش(RT)

در صفحه هـای گذشـته در رابطـه بـا تـاثیر متریال بر روی آکوستیک سالن صحبت شد. در شکل ۱۶ مقدار موثر هـر یـک از متریـال های مورد استفاده در طراحی آکوسـتیکی را مشاهده می کنید.
با توجه به شکل، نوع و حجم متربال میـزان تاثیر مستقیم در آکوستیک سازی سـالن بـا توجه به فرکانس های مختلف مشـاهده مـی کنید، که در تمامی فرکانس ها جذب بسـیار مناسبی را داراست.

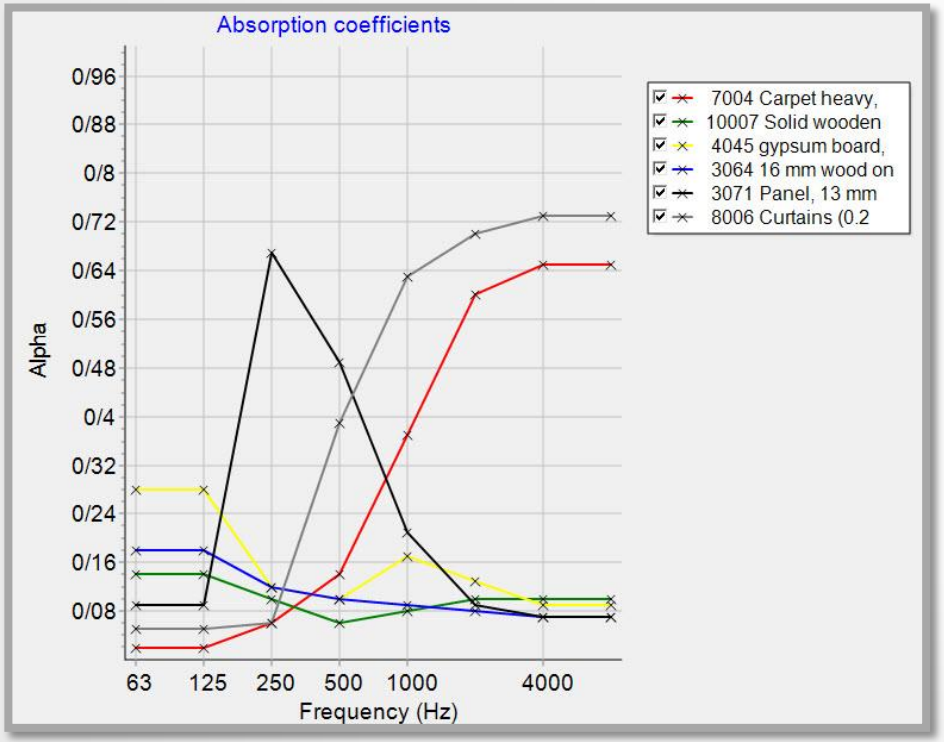


شکل ۱۶

تحلیل آکوستیکی سالن:

زمان واخنش(RT)

در شکل شماره ۱۷ می توانید مقدار جذب تمامی متریال های مورد استفاده در فرکانس های مختلف را مشاهده کنید.
در این شکل نیز مشخص است که متریال موکت و پانل CNC و کناف تاثیر زیادی در کنترل زمان واخنش دارند.



شکل ۱۷

TRUST seat

باتشکر

شرکت مبلمان اداری تندیس اعتماد

WWW.trustseatco.com

تابستان ۱۴۰۰