

”AKUSTKPROJEKTET I GÖTEBORG”

**Ett projekt för förbättrad ljudmiljö för anställda, musiker och publik
på en mindre musikklubb**



Takterrassen, Henriksberg i Göteborg



Vi hoppas att vårt projekt och denna rapport kan fungera som en
kunskaps- och inspirationskälla
för alla
som vill arbeta för en bra ljudmiljö,
på sin egen musikklubb.

Projektgruppen, Akustikprojektet 2006

Slutrapport

AKUSTIKPROJEKTET I GÖTEBORG

Ett projekt för förbättrad arbets- och fritidsmiljö i musiksammanhang

Vinnare av Europeiska Arbetsmiljöbyråns "The Good Practice Award 2005"

Författare till rapporten:

*Kähäri Kim, Med. Dr., Projektledare, Arbetslivsinstitutet, Berntson Alf, Tekn. Lic., Akustiker, Artifon AB
Per Sjösten, Tekn. Dr., Sound Processing AB, Christine Hellqvist, Projektledare, AMMOT*

PROJEKTGRUPPEN

Berntson Alf	Tekn. Lic., Akustikkonsult, Artifon AB
Blom Maria	Sångerska, låtskrivare, Ordförande i AMMOT
Blomgren Göran	Ljudtekniker/leverantör, United Audio AB
de Sousa Mestre Johan	Akustikkonsult, Artifon AB
Dubow Alex	Echophon AB
Harström Joakim	Ljudtekniker, Henriksberg
Hellqvist Christine	Proj.ledare, sångerska, skribent, AMMOT
Kähäri Kim	Proj.ledare, Med. Dr., Arbetslivsinstitutet Väst
Liedström Rune	Svenska Musikerförbundet
Närlundh Björn	Utredningschef, Miljöförvaltningen i Göteborg
Rothlin Hans	Krögare, Henriksberg
Sandell Jenny	Audionom, forskningsassistent, Göteborgs Universitet.
Sjösten Per	Tekn. Dr., Akustikkonsult/Ljuddesigner, Sound Processing AB
Sörenson Staffan	Arrangörsföreningen.
Wilhelmsson Willy	Marknadschef, Henriksberg

Arrangörsföreningen har ingått i projektgruppen under planering, genomförande och slutredovisning men avstår från att delta i slutrapporteringen då de inte delar övrigas syn på vare sig syfte, mål, resultat eller diskussion.

TACK

Vi vill tacka våra huvudfinansiärer som gjort det ekonomiskt möjligt att genomföra projektet;

AFA
Arbetslivsinstitutet
Göteborgs Universitet
Tema SMARTA, Arbetslivsinstitutet
Miljöförvaltningen och Göteborgs stad
Västra Götalandsregionen
Framtidens Kultur

Vi vill också tacka våra sponsorer som bidragit till akustikplattor, konsertafton, utlåning av teknik, tid och kompetens, alla som varit med och fyllt i våra enkäter och Hans Rothlin och Willy Wilhelmsson från Henriksberg Restauranger som låtit oss genomföra projektet på ett så smidigt sätt;

Ecophon, Acqwool, JBL, Soundcraft, Crown, BSS, United AudioAB, Septon,
Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för tillämpad akustik, Rikskonserter,
Henriksberg Restauranger

Sist men inte minst vill vi tacka Tobias Wiik, vår ”projekt-trummis” som tålmodigt spelade om och om igen medan vi mätte ljudet och Joakim Harström ljudtekniker på Henriksberg som så välvilligt låtit oss husera i hans ljuddomäner och som deltagit i projektet till 100%. Utan Joakims engagemang hade projektet inte lyckats.

TID

Projektet har löpt under ett år från 2004-08-01 – 2005-06-31. Sedan den 28 augusti 2004 har hela projektgruppen träffats en gång per månad. Däremellan har flitig korrespondens skett bland annat via e-post. Tiden under augusti-september 2004 ägnades åt planering och val av musikklubb. Mellan oktober 2004 och maj 2005 utfördes ljudmätningar projektering av åtgärder, teknikbyte, ombyggnation och enkätundersökningar, analyser och sammanställningar och redovisning av resultat. Den 1a juni 2005 hölls ett slutseminarium för drygt 100 personer där projektresultaten redovisades och under sista halvåret 2005 till januari 2006 skrevs denna slutrapport.

INNEHÅLL

PROJEKTGRUPPEN.....	3
TACK	4
TID.....	4
INNEHÅLL.....	5
BAKGRUND.....	7
AVSLUTNING, BAKGRUNDEN.....	9
DAGENS RIKTVÄRDEN FÖR BULLER OCH HÖGA LJUDNIVÅER FRÅN MUSIK OCH BAKGRUNDEN TILL DESSA	10
KORT OM TERMINOLOGIN	11
VANLIGA FAKTORER SOM PÅVERKAR LJUDNIVÅN I SMÅ KLUBBLOKALER	13
<i>Liten scen.....</i>	<i>13</i>
<i>Låg takhöjd.....</i>	<i>14</i>
<i>Reflekterande väggar och scentak.....</i>	<i>14</i>
SYFTEN OCH FRÅGESTÄLLNINGAR.....	14
VÅRA FRÅGESTÄLLNINGAR VAR FÖLJANDE.....	14
MÅL.....	15
MATERIAL	16
MATERIAL, INLEDNING	16
LOKALEN	16
DEN BEFINTLIGA TEKNIKEN.....	18
DEN BEFINTLIGA AKUSTIKEN	19
ANSTÄLLDA, PUBLIK OCH MUSIKER SOM DELTOG I ENKÄTUNDERSÖKNINGEN	19
SAMMANFATTNING AV VÅRA INTRYCK INNAN ÅTGÄRD	19
<i>För liten scen.....</i>	<i>19</i>
METODER	20
ENKÄTUNDERSÖKNINGARNA.....	20
AKUSTIK, LJUDNIVÅBERÄKNINGAR OCH LJUDNIVÅMÄTNINGAR	21
<i>CATT-Acoustic beräkningar</i>	<i>21</i>
LJUDNIVÅMÄTNINGAR FRÅN KONSERTER MED DOSIMETRI OCH LJUDNIVÅMÄTARE.....	26
LJUDNIVÅMÄTNING OCH FREKVENSPANALYS AV ETT AKUSTISKT TRUMSET OCH MÄTNING AV HUR MYCKET EN SKÄRM PLACERAD RUNT TRUMSETET BIDRAR TILL ATT REDUCERA DESSA LJUDNIVÅER	26
RESULTAT	30
DEN NYA TEKNIKEN	30
DEN NYA AKUSTIKEN	31
LJUDNIVÅVARIATIONEN I LOKALEN INNAN OCH EFTER ÅTGÄRD	33
LJUDLÄCKAGE FRÅN MONITORER PÅ SCEN	34

LJUDUTSTRÄLNING FRÅN AKUSTISKT TRUMSET	34
DÄMPNING AV LJUDNIVÅN FRÅN AKUSTISKT TRUMSET MED HJÄLP AV TRUMSKÄRM	36
LJUDNIVÅER FRÅN KONSERTER FÖRE OCH EFTER ÅTGÄRD	38
ENKÄTSVAR, FÖRE OCH EFTER ÅTGÄRD	40
KOSTNADER	42
UTBILDNING	42
KUNSKAPSSPRIDNING.....	42
FAKTORER SOM SMÅKLUBBAR BÖR OCH MÅSTE PRIORITERA FÖR ATT NÅ ETT LYCKAT RESULTAT	42
<i>Kontrakt.....</i>	43
<i>En väl motiverad och kunnig "hustekniker"</i>	43
<i>Publikavståndet till scen.....</i>	43
<i>Publikavståndet till högtalare</i>	43
<i>Akustiska trummor är ljudstarka.....</i>	43
<i>Placering och riktning av gitarrförstärkare och monitorer</i>	44
<i>Tala med ditt Miljökontor och akustikkonsult.....</i>	45
SAMMANFATTNING AV REKOMMENDATIONER FÖR SMÅKLUBBAR	46
NY MÄTMETOD FÖR MÄTNING AV HÖGA LJUDNIVÅER FRÅN MUSIK OCH INFO OM LJUDNIVÅMÄTARE	46
FABRIKEN, KABOMHUSET I ALINGSÅS, BESKRIVNING AV EN FÖRENINGSDRIVEN ROCKKLUBB SOM OCKSÅ ARBETAT MED SIN LJUDMILJÖ	47
<i>Bakgrund</i>	48
<i>Byggförberedelser</i>	48
<i>Scenen.....</i>	48
<i>Taket</i>	49
<i>Väggar</i>	49
<i>Golvet</i>	49
<i>Ljudteknik.....</i>	49
<i>Ljudteknikerarbetet</i>	49
<i>Ljudmätare</i>	50
<i>Fakta.....</i>	50
ABSORBERANDE TEXTIL	50
INFORMATION OM OCH BYGGSKISS TILL HÖJ OCH SÄNKBAR SAMT IHOPFÄLLBAR TRUMSKÄRM I PLYWOOD OCH PLEXIGLAS (KONSTRUERAD AV LJUDTEKNIKER HELENA COLLETT FÖR KULTURÜNGDOM, ALINGSÅS)	51
HUR OCH VART HAR PROJEKTERFARENHETERNA SPRIDITS?	52
GODA RINGAR PÅ VATTNET- VAD HÄNDER FRAMÖVER?	54
<i>Utbildning - Ljudteknikercertifikat.....</i>	54
<i>Utbildning – arbetssökande musiker.....</i>	54
<i>Studiebesök.....</i>	55
<i>Kontakter</i>	55
DISKUSSION	55
METODDISKUSSION	56
RESULTATDISKUSSION	57
SAMMANFATTNING	61
FÖLJANDE ÅTGÄRDER GENOMFÖRDES	61

RESULTATSAMMANFATTNING	61
REFERENSER.....	62
BILAGOR.....	63

BAKGRUND

Effekterna och riskerna med höga ljudnivåer från musik har diskuterats flitigt i både forskarvärlden och i media de senaste åren och flera undersökningar har rapporterat hög andel musikrelaterade hörselskador dels bland musiker och publik men också hos anställda på musikklubbar (1-5). Särskilt vanligt med höga ljudnivåer från musik är på de mindre livemusikklubbarna där avståndet mellan publik och scen ofta är litet och där det är svårt att dämpa direktljudet från scenen. Dagens ljudnivågränsvärden är komplexa att efterleva då klubbmiljön är en kombinerad arbets- och fritidsmiljö samt en miljö som av konstnärliga skäl mer inriktar sig på att förstärka ljud och totalupplevelse. Samtidigt finns allmänna råd kring ljudnivåbegränsning, som gäller för musik till publik (6-7) och Arbetsmiljöverkets föreskrift som gäller för anställda musiker, tekniker och annan personal som t.ex. vakter och serveringspersonal (8).

Enligt Miljöbalken har verksamhetsutövaren ansvar för att ingen kommer till skada och han är vidare skyldig till att ha tillräcklig kunskap om de hälsorisker verksamheten utgör (9). Den arrangemangsansvarige har anmälningsskyldighet och skyldighet att upprätta ett egenkontrollprogram och bland annat mäta och dokumentera ljudnivåer under arrangemang. Arrangören skall alltså kunna bevisa att ljudnivån inte varit för hög. Miljöförvaltningen i bland annat Göteborg, har under senare år genomfört tillsynsinsatser som syftar till att belysa de risker som förekommer då människor utsätts för höga ljudnivåer i samband med besök på konserter, gym, diskotek, biograf och andra platser där man kan utsättas för hörselskadliga ljudnivåer. Arbetet har skett på flera plan, till exempel informationsinsatser till dem som ansvarar för ljudnivåerna, deltagande i utbildning av blivande ljudtekniker och arrangörer samt ljudnivåmätningar. Bakgrunden till Miljöförvaltningens engagemang är att allt fler människor drabbas av hörselskador som till exempel tinnitus på grund av alltför höga ljudnivåer.

Varför det är särskilt svårt att begränsa ljudnivåer vid konserter på mindre inomhusscener beror på flera faktorer. Den viktigaste faktorn är dock att avståndet mellan publik och scen oftast är minimal och att det akustiska direktljudet från trumset och ljudet från monitorer och förstärkare på scen och felaktigt placerade PA-högtalare ger för hög nivå till publiken. Ljudet från trummorna sätter ofta nivån för övriga instrument och en kompakt, extatisk publik som

visslar, skriker och applåderar kan dessutom paradoxalt nog, i vissa fall vara hörselskadlig för sig själv. Alltför höga ljudnivåer betyder ofta hörselskadliga nivåer och idag är många även bland musiker, publik och ljudtekniker överens om att något måste göras för att få till stånd ett bättre ljudklimat ute på de mindre klubbarna. Samtidigt får detta inte ske på bekostnad av musikupplevelsen. Väldigt många, både musiker och lyssnare anser att musiken ”ska kännas i kroppen” för en fullödig musikupplevelse. Konststycket att kunna balansera hörselvänliga ljudnivåer och en positiv musikupplevelse kräver både kunskap och erfarenhet och en god teknisk och akustisk förutsättning.

De höga ljudnivåerna på småklubbar är inte ett bekymmer som på något sätt är unikt för Sverige men vi kan idag vara stolta över att vi som första land faktiskt agerat för att försöka hitta en fungerande lösning på problemet. Projektets huvudmål har hela tiden varit att genom finna vettiga lösningar för att på så sätt stödja de mindre småklubbarna fortsätta sin verksamhet.

Avslutning, bakgrunden

Under hösten 2003 och i januari 2004 initierade och genomförde Arbetslivsinstitutet och AMMOT, (Artister och musiker mot tinnitus) två möten i Göteborg för att diskutera de små musikklubbarnas problem att hålla sig under Socialstyrelsens ljudnivårekommendationer. Med på dessa två möten var representanter för Arrangörsföreningen, Miljöförvaltningen i Göteborg, ljudtekniker, Svenska Musikerförbundet, Rikskonserter, regionfullmäktige och Socialdepartementet, akustiker/akustikfirmor, ljudleverantörer, musiker, Kulturnämnden med flera.

En disciplinmässigt tvär projektgrupp med både forskare och praktiker bildades och Akustikprojektet startade i augusti 2004.

Trots våra olika yrkeskompetenser och synsätt på frågeställningen hos arbetsgruppen så resulterade diskussionerna i ett samarbete kring formuleringen och genomförandet av ”Akustikprojektet”.

Dagens riktvärden för buller och höga ljudnivåer från musik och bakgrunden till dessa

Idag gäller Arbetsmiljöverkets föreskrift om buller för skyddande av anställdas hälsa och för åtgärdskrav och bullerprofylaktiska insatser för arbetsgivare i Sverige (8). Denna föreskrift säger bland annat att den absolut högsta ljudnivågräns som arbetstagare får exponeras för är 85 dBA under en 8-timmars arbetsdag. Maximal ljudnivå är 115 dB A och högsta Peaknivå är 135 dB C (dBA och dBC -begreppet förklaras närmare på sidan 11). Den 85 dB gräns som är fastslagen är ett statistiskt beräknat mått och man räknar med att ca 85% av befolkningen klarar sin hörsel vid denna bullerexponering under 8 timmar/dag under 5 dagar i veckan, under ett helt arbetsliv. Cirka 15% gör det inte, de kommer ändå att riskera hörselskada. Anledningen till detta är att vi alla är olika rustade att tåla diverse olika exponeringar, som till exempel höga ljudnivåer. Vissa är helt enkelt känsligare än andra och vissa tål mer än andra. Om man fördubblar ljudenergin vid 85 dB (vilket betyder en ökning med 3 dB= 88 dB) måste man halvera tiden för att 85% av befolkningen ska kunna exponeras utan risk för hörselskada, vilket betyder att maximal exponering blir 88 dB under 4 timmar. Fördubblas ljudenergin igen så får tiden halveras ytterligare en gång, alltså 91 dB under 2 timmar o.s.v.

Viss, begränsad forskning på effekter från höga musikenivåer på 1970 och 80-talet låg delvis till grunden för Socialstyrelsens Allmänna råd; ”Buller inomhus och höga ljudnivåer” (6). Denna forskning pekade på att det mänskliga örat verkade tåla 5 dB högre exponering av höga ljudnivåer från musik vid jämförelse med industriellt buller (10-13).

Detta var avgörande och låg till grund för Socialstyrelsens författningssamling och Allmänna råd kring buller inomhus och höga ljudnivåer som antogs 1996. Det betyder att utgångsläget är 90 dB under 8 timmars exponering och att en fördubbling av ljudenergin hamnar på 93 dB och 4 timmar osv. Dessa riktvärden är 100 dBL_{Aeq}T (T= en viss given tidsperiod) och 115 dB L_{AFmax} vid konserter där barn under 13 år inte äger tillträde. Man räknar med att människor vanligtvis inte går på mer än en 1 timmas konsert/dag alternativt en 4-timmars händelse vid ett tillfälle/vecka. Detta innebär också att inga MP3-spelare, hörlurar eller annat ljud får överskrida 85 dB under veckan, annars är ljud dosen överskriden.

KORT OM TERMINOLOGIN

Det kan vara lätt att gå vilse i terminologin för akustiska mätningar och det kan därför vara på sin plats med ett försök att tydliggöra detta: Gränsvärdet 100 dBA är ett *medelvärde* för en spelning (max 4 timmar, en gång per vecka), inklusive pauser, mellansnack, mm. Ljudnivån får således överstiga 100 dBA vid enstaka tillfällen, men får aldrig överstiga 115 dBA (mätläge FAST). Vid ljudnivåer över 115 dBA finns risk för *omedelbar* hörselskada hos vissa individer. En sådan hörselskada får man vanligtvis leva med resten av sitt liv.

I rapporten visas en del resultat som *spektrum*. Ett ljudtrycksnivå-spektrum visar ljudenergin fördelning i frekvensled. När man presenterar ett spektrum, kan man göra detta med olika *frekvensupplösning*. En vanlig upplösning i ljudsammanhang är *tersband* (1/3 oktavband), vilket motsvarar ungefär fyra halvtonsteg uttryckt i musikaliska termer. Denna upplösning svarar ganska bra mot den "upplösning" som den mänskliga hörseln har, den så kallade *kritiska bandbredden*.

Vår hörsel reagerar på snabba tryckförändringar i luften. Dessa snabba tryckförändringar brukar vi kalla *ljudtryck*. Tryck (och ljudtryck) har enheten Pascal (Pa). I dagligt tal uttrycker man vanligtvis ljudstyrka som ljudtrycks-*nivå*, med enheten decibel (dB), som är en logaritmisk skala och stämmer bättre med vår hörselupplevelse. Decibelskalan är egentligen bara ett effektbaserat jämförelsemått. När man pratar om ljudtrycksnivå, jämför man det mätta ljudtrycket med ett referensljudtryck, 20 μ Pa, som ungefär motsvarar vår hörseltröskel. Ett korrekt uttryckssätt för ljudtrycksnivån 60 dB vore alltså "60 dB starkare än vår hörtröskel". Samma decibelskala används också i andra sammanhang, t ex för att beskriva förstärkning (eller dämpning). En sänkning av ljudtrycksnivån med 3 dB motsvarar en halvering av ljudenergin. Det betyder att om man utgår från att hörseln klarar 8 timmars exponering i 85 dB ljudtrycksnivå så klarar hörseln dubbelt så lång tid om vi halverar ljudenergin med tre dB, det vill säga 16 timmar i 82 dB. Åt andra hållet får vi istället halvera exponeringstiden för varje ökning med tre dB.

I många mätsammanhang, t ex vid mätning av ljudexponering på diskotek mm, mäter man ljudtrycket för hela det hörbara frekvensområdet på en gång. Det uppmätta värdet (uttryckt i dB) kallar man då *ljudnivå*, till skillnad från *ljudtrycksnivå*, som nämnts ovan. Vanligtvis

filtrerar man först det mätta ljudtrycket med ett A-filter, som framför allt skär bort de lägre frekvenserna. A-filtret är från början framtaget för att efterlikna hörselns frekvensgång vid låga ljudnivåer, där känsligheten för låga frekvenser är betydligt lägre än känsligheten för högre frekvenser, det vill säga mellan 1 – 4 kHz (fig.1). A-kurvan har senare även visat sig vara bra vid uppskattning av hörselskaderisk. Man presenterar resultatet som ett siffervärde med enheten dBA (rel 20 μ Pa).

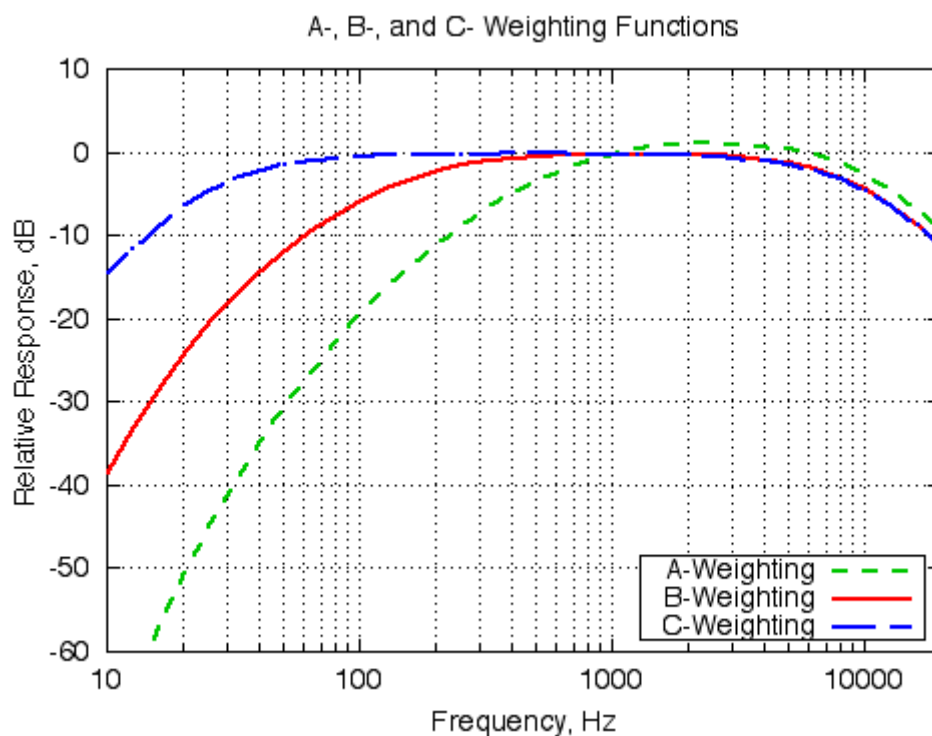


Fig. 1. Ljudnivåmätarens filterkaraktäristik för vägningsfiltertyperna A, B och C.

Andra uttryck och tekniska begrepp som förekommer i rapporten och som kanske inte är vardagskunskap för alla är;

PA högtalare (public adress speakers) är de högtalare som sänder ut det förstärkta och mixade ljudet ut till publiken.

Monitorhögtalare (musikernas medhörningshögtalare) är vanligtvis vinklade lådor för golvplacering och placeras ofta långt fram på scenen (nära publiken).

Med en högtalares direktivitet menas ljudets utstrålningsvinkel både i horisontal- och vertikalled. En högtalare som har direktivitet 90X50, strålar alltså med en öppningsvinkel 90° i horisontalled och 50° i vertikalled. Ju högre direktivitet, desto mindre utstrålningsvinkel.

Sub-bas är den högtalare som förmedlar basfrekvenser till publiken och "toppar" är samma sak som diskant - mellanregisterhögtalare. Ett horn är ett "trattformat" högtalarelement vars konstruktion ger en specifik spridningen av ljudet.

En "limiter" är en elektronisk enhet som till exempel begränsar en utsignal i en ljudanläggning. Den kan användas för att sätta gränsen rent elektriskt för hur högt det går att spela.

VANLIGA FAKTORER SOM PÅVERKAR LJUDNIVÅN I SMÅ KLUBBLOKALER

Vad är det då för faktorer som påverkar ljudnivån i små klubblokaler? Jo, framför allt följande;

- Musikstil
- PA-högtalarna (nivå, placering, direktivitet, konstruktion, antal)
- Bandets egna instrumenthögtalare (nivå, placering, direktivitet, antal)
- Monitorer (nivå, placering, direktivitet, antal)
- Dynamikbegränsare såsom limiters och kompressorer
- Akustisk utstrålning från instrumenten (framför allt trumset)
- Rumsakustik - rumsform, skärmar, diffusorer, absorbenter)
- Publiken (publikens egenljud, absorption, diffusion, diffraktion)

Musikstilen och direktljudet från publikvrål och visslingar till öronen kan vi inte göra mycket åt. Allt övrigt i listan kan vi påverka under planeringen av lokalen och under mixningen av ljudet på konserter.

Liten scen

För liten scen gör det svårt att placera monitorhögtalare, gitarrförstärkare, skärmar etc. på bästa sätt för att få en bra ljudmiljö (bra medhörning och lagom ljudnivå) på scenen och för att minimera utstrålningen av scenljud till publiken.

Låg takhöjd

Låg takhöjd gör att högtalare kan hamna nära publiken. För att få en jämn ljudnivå behövs då ofta flera högtalare med låg bygghöjd som monteras dikt taket.

Reflekterande väggar och scentak

Om ytorna kring scenen är reflekterande så kommer ljud från trumset, monitorhögtalare etc att reflekteras ut till publiken även om trumskärmar används och monitorer riktas in mot scen.

SYFTEN OCH FRÅGESTÄLLNINGAR

Det övergripande syftet med projektet var att se om man med hjälp av olika akustiska och tekniska lösningar kan låta framföra musik i en liten klubblokal utan att ljudnivåerna överskrider gällande riktvärden samtidigt som musikupplevelsen blir god och accepterad av både musiker, anställda och publik.

Våra frågeställningar var följande

- Går det att akustiskt åtgärda en svårdämpad lokal av typ rockklubb där det spelas livemusik för en publik på 200- 300 personer och vad kostar en sådan akustisk åtgärd?
- Finns det möjlighet att som verksamhetsutövare eller arrangör söka ekonomiskt bidrag för att praktiskt kunna genomföra ett hållbart arbetsmiljöarbete?
- Hur ser ljudutbredningen ut från olika instrument och hur inverkar olika typer av skärmar/ inskrämningar och förflyttningar av monitorer/högtalare ljudutbredningen?
- Vilken typ av teknik (monitorsystem, PA-system, limiters) kan vara lämplig och fungerar bäst i denna typ av lokaler?
- Hur fungerar mätmetoden som idag används av Miljökontoren enligt Socialstyrelsens rekommendation, kan man med 5 till drygt 15 minuters stickprovsmätningar få relevant L_{Aeq} värde som motsvarar en exponering under ett helt evenemang?
- Vad tycker anställd personal om sin ljudarbetsmiljö och publiken, musiker och ljudtekniker om ljudet/ljudnivåerna före och efter åtgärdsarbetet?

MÅL

Förutom vårt grundläggande mål, att finna fungerande lösningar för småklubbar att klara ljudnivåkraven (i enlighet med "Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus och höga ljudnivåer SOSFS 2005;15), så var det också ett viktigt mål att både anställda, publik och musiker var nöjda med resultaten av dessa lösningar.

Följande mål för åtgärderna definierades och anges i prioritetsordning:

1. *Göra det möjligt att klara riktvärdena i enlighet med SOSFS 2005:7.*

A-vägd ekvivalentnivå (två timmar) $L_{Aeq}=100$ dB.

A-vägd maximal ljudnivå med tidsvägning FAST $L_{AFmax}=115$ dB.

2. *Åstadkomma jämn ljudnivå med hög ljudkvalitet*

A-vägd ljudnivåvariation $\Delta L_A \leq 4$ dB (+/-2 dB).

3. *Liten inverkan på det musikaliska uttrycket*

Undvika kraftig kompression. Upplevelse av "bra tryck". Ge musikerna största möjliga frihet i reglering av scenljudet (monitorljudet).

4. *Hög ljudkvalitet.*

Undvika störande reflexer, ekon och interferenser. Ljudanläggningen skall kunna spela tillräckligt starkt med låg distorsion.

Attitydundersökning

5. För att ta reda på hur åtgärderna upplevdes av anställda, musiker och publik skulle enkätundersökningar genomföras.

Parallelllokal (ett annat gott exempel)

6. Ett annat mål var att presentera en annan lokal som också arbetat med att nå goda resultat genom att ha arbetat med ljudnivå- och kvalitetsförbättringar.

MATERIAL

Material, inledning

För att finna en lokal att arbeta med besökte en delegation bestående av fem personer från projektgruppen sex olika klubbar i centrala Göteborg. Målet var att finna en klubblokal med varierat musikutbud och där det spelades levande musik ett par gånger i veckan. Ett krav var att klubbens hyreskontrakt skulle vara långsiktigt så att inga snabba förändringar skulle riskera att inträffa med kort varsel.

Lokalen

Takterrassen, Henriksbergs restaurang i Göteborg valdes som studieobjekt. Publikkapaciteten var 150 personer. Musiken som spelas är huvudsakligen rock/house/techno med fokus på den något yngre publiken (20-25 år). Hyreskontraktet var långsiktigt och krögaren stod i begrepp att renovera lokalen så vår intervention kunde samordnas med denna renovering.

Avståndet från bakre scenvägg till motsatta bakre vägg/hörn mätte 21 m.

Lokalens yta inkluderade en svängd bar (prickade linjen 1), en liten trekantig scen (prickade linjen 2), ljudtekniker/mixerbås (3) och publik yta (4) (fig. 2).

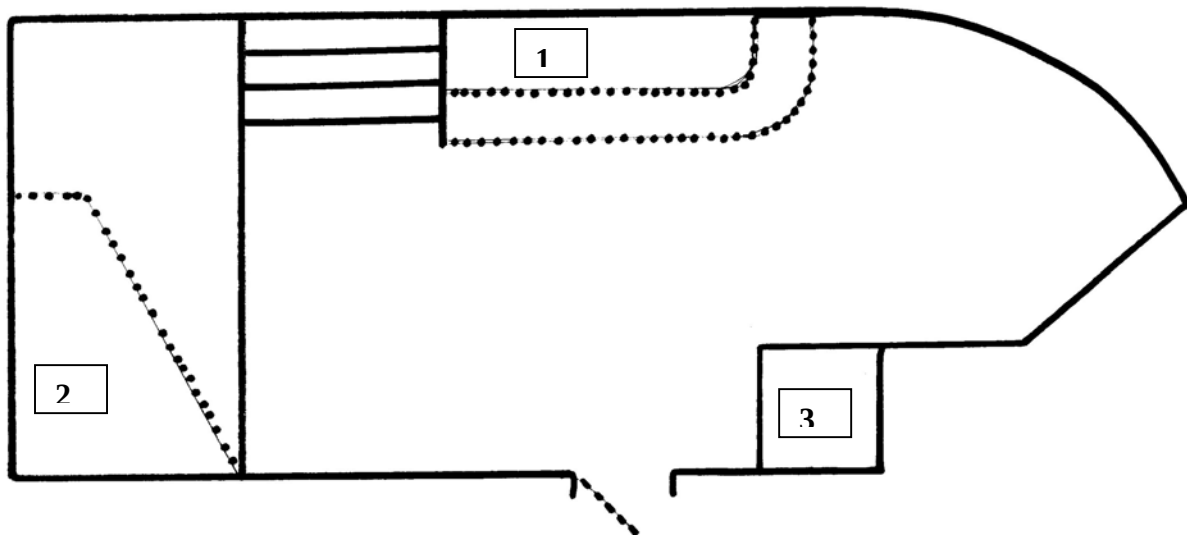


Fig 2. Visar en schematisk bild över lokalen

I lokalen fanns de flesta av de vanliga problem som nämns tidigare;

- För liten scen
- Låg takhöjd
- Reflekterande scenväggar och scentak
- Publik för nära scenen (monitorer alltför nära publiken)
- Publik kan stå alldeles intill PA-högtalare
- Risk för att enbart akustiska trummor är för starka
- Gitarrförstärkare etc. riktades ofta rakt ut mot publiken
- En ljudstark arbetsplats (bar) var placerad i lokalen



Bild 1. Scenen på Henriksbergs takterrass före ombyggnaden. Scenen är mycket liten och publiken hamnar mycket nära scenutrustningen och PA-högtalarna. Endast tunna textilier på scenväggarna och övermålade absorber i taket.



Bild2. Lokalen sed åt andra hållet, från scenen. Övermålade absorbenter i taket, baren till vänster och mixplatsen till höger.

Den befintliga tekniken

Det fanns en separat ljudanläggning och en separat diskoanläggning. Ljudanläggningen bestod av 2 st. Celestion 2X15" högtalare per sida staplade vid vardera scensida (Bild 1). I den ena stapeln satt ett mittmonterat hemmabyggt diskanthorn placerat ca 175 cm över golvnivå, alltså i ungefärlig publiköronhöjd. Där fanns diverse olika förstärkare (Alto Macro 2400 samt 1 LAB 1000), equalizers, effekter och ett äldre 16 kanals mixerbord av budgetmodell.

Diskoanläggningen bestod av 1 subbas 18" och 2 fullfrekvens-högtalare monterade i taket riktade snett nedåt mot dansgolvet.

Den befintliga akustiken

I lokalen fanns övermålade takabsorbenter. Detta innebar ljudabsorption endast vid låga frekvenser och vid höga frekvenser i övrigt huvudsakligen *reflektion*. Väggarna runt scenen hade ingen fast absorption utan var endast behängda med tunt tyg dikt an väggen.

Ljudtrycksvariationen i lokalen var stor, 14 dB, beroende om man stod längst framme vid scenkant nära högtalarna, eller längst bak i lokalen och den subjektiva upplevelsen var att ljudet i lokalen var skramligt och starkt. I lokalen fanns en bar placerad vilket innebar att de anställda arbetade i en synnerligen ljudstark miljö och i bakre delen av lokalen fanns ett litet dansgolv.

Anställda, publik och musiker som deltog i enkätundersökningen

De anställda som besvarade enkäten var endast 4 stycken. Gruppens svar beskrivs utan detaljer för undvikande av personidentifiering. Övriga musiker och publik som besvarade enkäten beskrivs i tabell I.

	Publik – medelålder, år	Musiker- medelålder, år
Före åtgärd	5 kvinnor & 6 män - 25 år	- 6 män - 38 år
Efter åtgärd	11 kvinnor & 14 män - 22 år	2 kvinnor & 10 män - 25 år
Totalt	16 kvinnor & 20 män - 23 år	2 kvinnor & 18 män - 29 år

Tabell I. Tabellen visar fördelningen av kön och ålder på publik och musiker som besvarat enkät före och efter åtgärden

Sammanfattning av våra intryck innan åtgärd

För liten scen

Låg takhöjd, reflekterande väggar och tak (övermålade absorbenter)

Publik står för nära scenen och strax intill högtalare – ojämn ljudnivå i lokalen

Det finns en risk att akustiska trummor ensamma överskrider riktvärdet i denna typ av miljö

Gitarrförstärkare etc. stod ofta felaktigt riktade rakt ut mot publiken

Monitorer alltför nära publiken längst fram och felplacerade i förhållande till musikerna

Ljudtekniker saknar kunskap och möjligheter att åtgärda de höga ljudnivåerna

Musiker på scen utan ljudnivåkontroll, dålig medhörning och dålig teknik = oroliga musiker

De anställdas arbetsmiljö var oacceptabel ur ljudsynpunkt

METODER

Projektet omfattar en teknisk och akustisk intervention (förändringsåtgärd).

Forskningsansatsen var explorativ vilket innebär att den varken är hypotesprövande eller kan ställas mot och jämföras med andra liknande studier då denna är den första i sitt slag.

Analyserna av enkätundersökningen är kvalitativ och har inte statistikbehandlats på grund av intervjugruppernas små och olika storlek.

Metoder som använts har varit enkätundersökningar och akustik, ljudnivåberäkningar och ljudnivåmätningar.

Enkätundersökningarna

Tre delvis olika enkäter utformades. Enkäterna var riktade till anställda, musiker och publik, bilaga 1-3. Bland frågorna fanns plats för öppna svarsalternativ samt upplevelse av ljudnivå med den så kallade "Borgskalan" som mäter 11 svarsalternativ från "mycket svag" - "maximal" (20). För att mäta musikernas förmåga att höra sig själv på scen och förmåga till kommunikation med sina medmusikanter användes en fast skala från 1-5 där "1" = dåligt och "5" = bra. För att mäta lyssnares upplevelse av ljudvariation i lokalen användes en fast skala 1-5 där "1" angav "liten variation" och "5" angav en "stor variation", se enkäter i bilagor 1-3. Insamling från anställda skedde vid två tillfällen, före och efter åtgärd. De anställda var endast 4 personer, därför har detaljinformation som kan innebära risk för personidentifiering inte redovisats här. Enkätinsamling från musiker skedde vid tre tillfällen och publik från fem tillfällen. Personer ur publiken och musiker tillfrågades innan konsert om de var intresserade av att direkt efter konserten fylla i en enkät med frågor rörande bland annat ljudkvalitet och ljudnivå. Publik och musiker var inte av oss förhandsinformerade om projektet eller anledningen till att vi var där. Under ifyllandet av enkäten fanns projektpersonal närvarande som stöd vid frågor. Som tack fick personen en öl/vinbiljett. Överlag fanns ett stort intresse av att få delta i undersökningen och diskutera ljud och ljudnivåer och endast en person ur publiken backade ur undersökningen då han såg enkätens omfattning.

En person kan ha angivit flera alternativa svar vilket innebär att den sammanräknade procentsatsen blir >100. Bland musiker och publik så var det olika personer deltog före och efter åtgärd, bland det anställda tillkom en person efter åtgärd.

Akustik, ljudnivåberäkningar och ljudnivåmätningar

För planering och beräkning av vilka olika typer av akustikplattor som skulle väljas och var dessa skulle placeras för den mest optimala rumsakustiken användes det datorbaserade simuleringsverktyget "Computer Aided Theatre Technique" eller "CATT-Acoustics" som det numera kallas (se: www.catt.se). Tekniken har använts sedan 1986 av akustiker och är vanlig för beräkning och förutsägbarhet om hur en specifik lokal kan låta oavsett om man bygger nytt eller genomför en förändring av något slag i en redan befintlig lokal. Med hjälp av detta program optimerades typ och placering av högtalare samt typ och placering av absorbenter.

CATT-Acoustic beräkningar

Beräkningsmodellens geometri baserades på plan och sektionsritningar. Den böjda glasväggen i lokalen förenklades något, mixerplatsen togs inte med och scenens framkant är något snedvinklad i dator modellen. Senare under projekteringen visade det sig att det var möjligt att skjuta fram scenframkanten så att den blev vinkelrät med fasadväggen, vilket var ett något bättre utförande med större utrymme på scenen. Dessa geometriska förenklingar bedöms dock inte påverka beräkningsnoggrannheten nämnvärt.

För att simulera ett delvis befolkat fall togs ca 60 st modeller av stående personer in i datormodellen. Deras yta och absorption stämades av mot tillgängliga mätdata. Beräkningarna blev på så vis mer realistiska vad avser bla. absorption och diffusitet och resulterade i mer pålitliga ljudnivåberäkningar.

Rummets ytor tilldelades aktuella absorptions- och spridningsegenskaper. Hela taket samt delar av väggarna försågs med nya absorbenter, där fabrikantuppgifter på absorption lades in. Gränslinjen mellan helt absorberande och delvis absorberande undertak optimerades med hänsyn tagen till målformuleringarna. Någon större mängd väggabsorbenter ansågs inte nödvändigt eftersom risken för fladdereko och horisontellt efterklangsfält var mycket liten med publik närvarande.

Monitorhögtalarna placerades i beräkningarna i scenens tak vilket var optimalt ur publikens synvinkel eftersom det medförde att ingen i publiken kunde komma alltför nära. Med

monitorer på subbaslådorna och en bit in på scengolvet avviker beräkningarna mot verkligheten bara extremt nära scenen, uppskattningsvis på mindre än en meters avstånd.

Ett distribuerat system med fyra högtalartoppar valdes för att få så jämn ljudnivå som möjligt över publikytan. PA-systemets fyra topphögtalare gavs en direktivitet (- 6 dB) på nominellt $90 \times 90^\circ$ (gäller från ca 500 Hz och uppåt). Efter lyssningsprov i det slutliga utförandet av lokalen valdes direktiviteten $90 \times 50^\circ$ för det främre paret. Valet motiverades av att med bidraget från golvplacerade monitorer så skulle en något jämnare ljudnivå erhållas över publiken med $90 \times 50^\circ$ -spridning. För det bakre paret valdes direktiviten $100 \times 100^\circ$ för att få en jämn övergång och bästa frekvensgång i skarven mellan täckningszonerna, vilket väl överensstämmer med den beräknade lösningen.

För mätning och beräkning av ljudutstrålningen placerades mottagare ut (mikrofonpositioner) med ökande avstånd från scenen, närmast scenen med ett inbördes avstånd på 0.5 m och ungefär från lokalens mitt med ett inbördes avstånd på 1 m. Mottagarhöjd sattes till 1.7 m över golv (ca öronhöjd på stående person). På scenen placerades fem mottagare, fyra stående på 1.7 m över golv och en sittande (trummor) på 1.2 m över golv.

Beräkningsprincipen som användes var strålgångsberäkning med hög täthet. Ljudbidraget från de fyra PA-högtalarna (topparna) har i varje mottagarpunkt summerats med bidraget från de fem monitorhögtalarna.

Nedan visas några 3D-bilder av CATT-modellen som användes i datorberäkningarna.

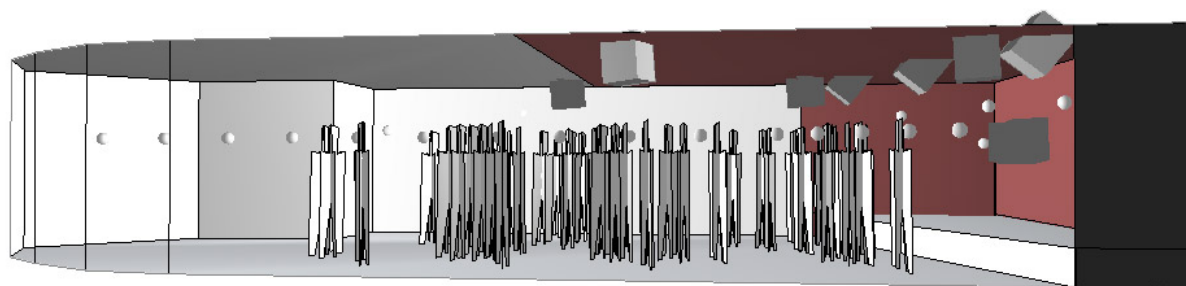


Fig. 3. Den mörkröda främre ytorna runt scenen och främre takytan är helabsorberande. De små kloten markerar de olika mikrofonpositionerna.

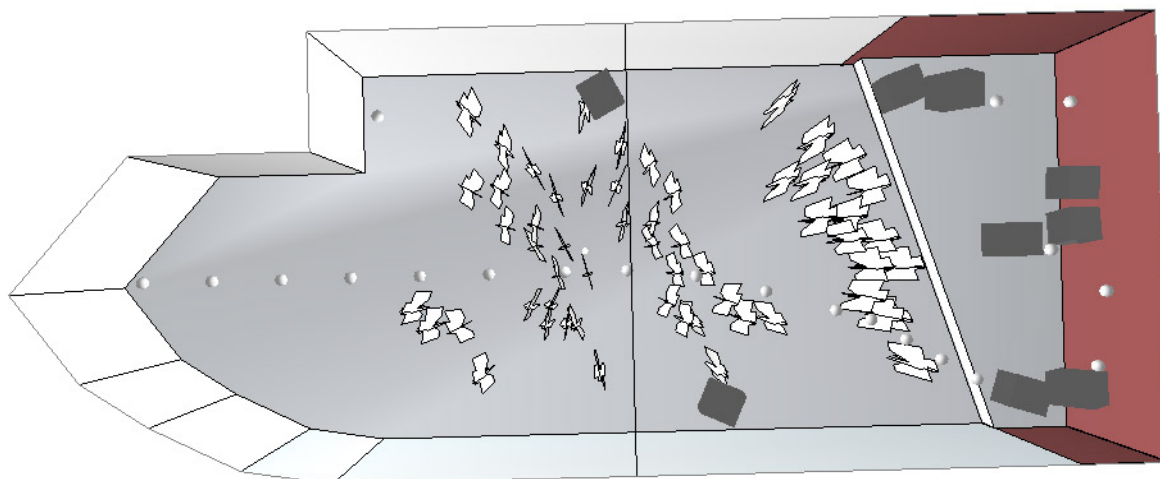


Fig. 4. CATT-modellen sedd uppifrån. I det färdiga rummet kunde scenen byggas ut ytterligare så att scenframkanten blev helt rak. De små kloten är mikrofonpositioner

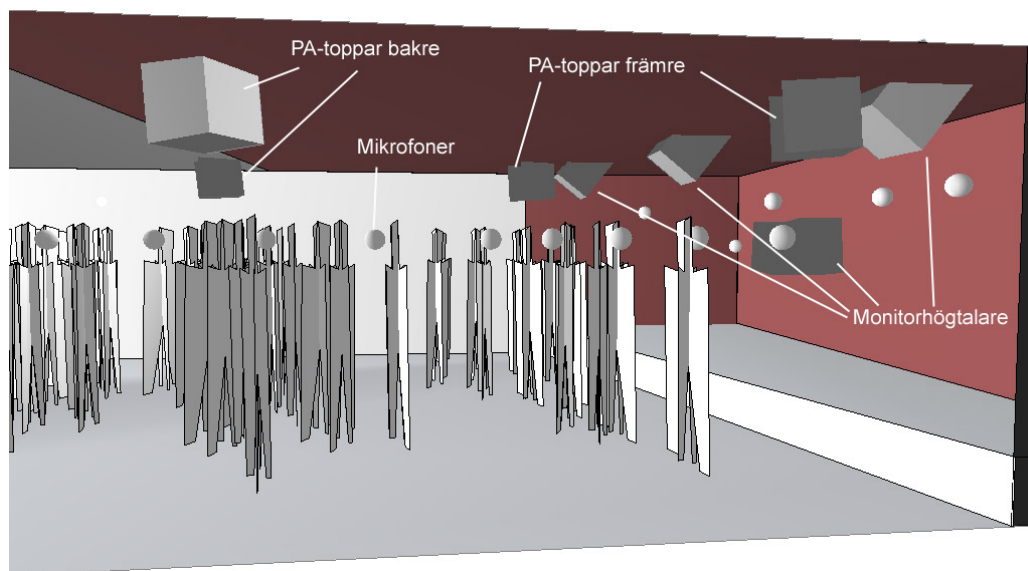


Fig.5. Storleken på högtalarna är endast schematisk och har inget med verkligheten att göra. I beräkningarna är ljudkällorna punktformiga men med verklig uppmätt direktivitet. Denna modell har främre monitorhögtalare placerade i tak.

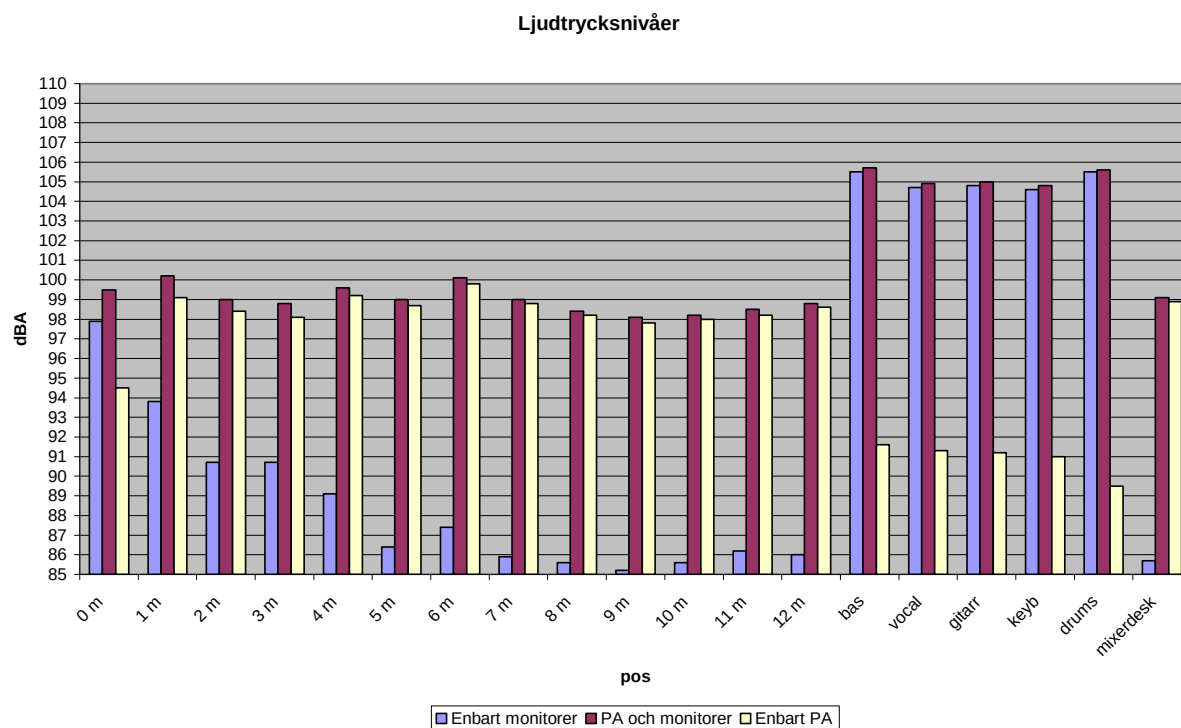


Fig. 6. A-vägda ljudtrycksnivåer från olika instrument och avstånd från scenen beräknade i CATT.

Ett exempel på beräkningsresultat visas i figur 5. I denna beräkning ingick de fyra PA-topparna (men inte sub-bashögtalarna eftersom dessa endast bidrar marginellt till den A-vägda ljudnivån) samt fem monitorer med placering enligt figur 3-5. I beräkningarna användes ett skärt spektrum inom oktavbanden 125-4000 Hz. Vi bedömde att detta överensstämde tillräckligt väl med verkligt musikspektrum inom detta frekvensintervall för beräkning av A-vägd ljudtrycksnivå. Spektrat utanför detta intervall bidrar endast marginellt till den A-vägda ljudnivån. I figur 6 visas ett spektrum vid en konsert (korttids ekvivalentnivå mätt under låtar exklusive paus) med Overnight Sensation som spelar rockcovers från framförallt 70-talet (Sweet, Queen, Deep Purple, Bowie, Gary Glitter, T-Rex, AC/DC m.fl.), se <http://www.listen.to/overnight>).

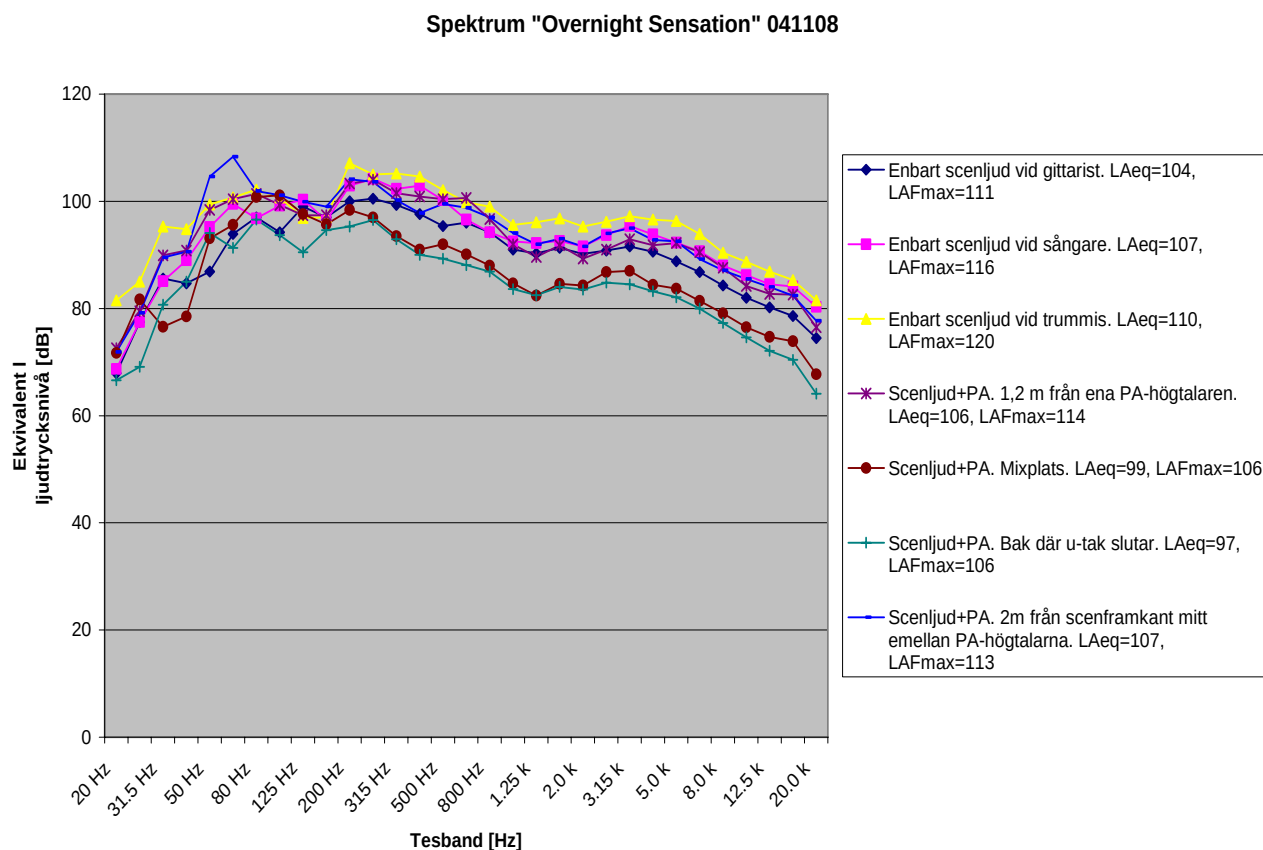


Fig. 6. Linjärt ovägt spektrum mätt i olika positioner under en konsert. Korttids ekvivalentnivåer under en låt.

För beräkningarna i CATT utgick vi från en ljudtrycksnivå vid musikernas öron från monitorhögtalarna på ca 105 dBA. Detta överensstämmer väl med mätningarna som gjordes med Overnight Sensation. Trots denna relativt höga monitornivå är det endast i positionen allra närmast scenen som monitorljudet dominerar i publiken. Denna mikrofonposition är rakt under höger PA-topp. Som framgår av figur 5 så fås en mycket jämn ljudtrycksnivå mellan 98-100 dBA i publiken, alltså en variation på endast $\Delta L_{pA} = 2$ dB. Detta är extremt jämnt.

Ljudnivåmätningar från konserter med dosimetri och ljudnivåmätare

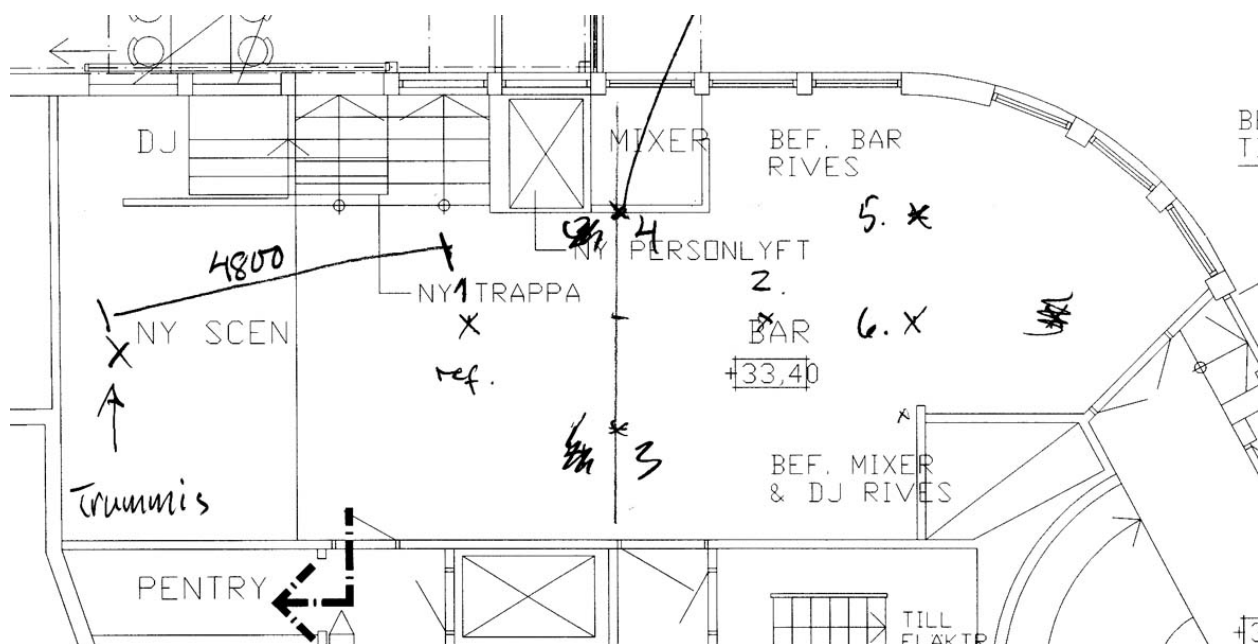
Mätningarna utfördes med dosimeter enligt standardiserad mätmetod (15). Dels med personburen och dels med fast monterad dosimeter (Larson & Davis SparkTM 703). Kontrollmätningar av ljudnivån från konserter utfördes också enligt standardiserad metod (16) med ljudnivåmätare Bruel & Kjaer 2225 och Norsonic 118 (Miljöförvaltningens) och dels mättes korta stickprov (60s L_{Aeq} och $dB_{FA\ Max}$).

Ljudnivåmätning och frekvensanalys av ett akustiskt trumset och mätning av hur mycket en skärm placerad runt trumsetet bidrar till att reducera dessa ljudnivåer

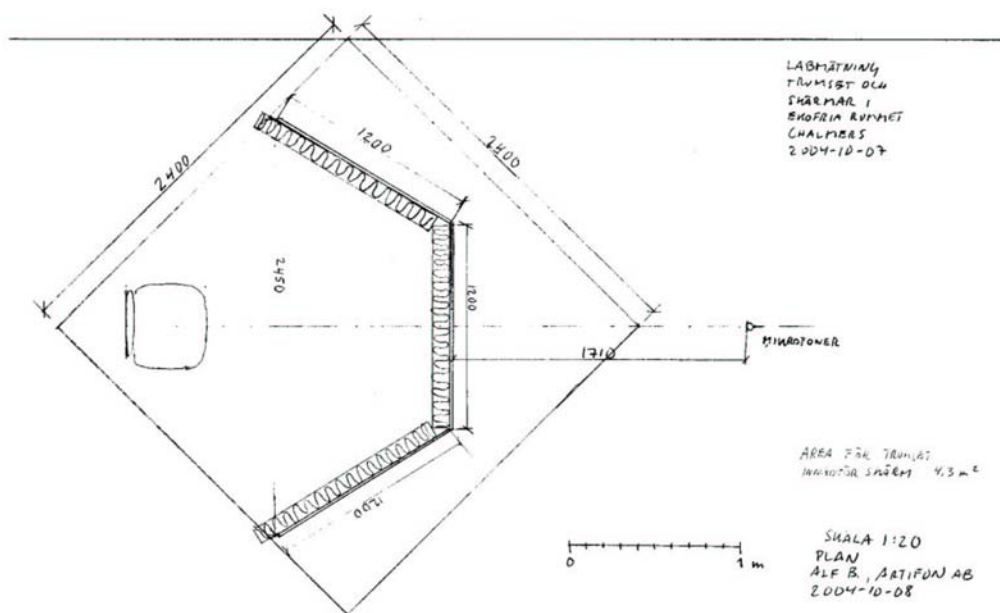
En av de kraftigaste akustiska ljudkällorna i vid live-framträdanden på klubbar är trumsetet. Redan i den debatt som föregick detta projekt – framför allt i pressen – förekom argument att 100 dBA-regeln var omöjlig att klara eftersom till och med ett akustiskt trumset kunde överskrida detta gränsvärde.

Vi ville därför mäta upp vilken ljudeffekt detta instrument kunde alstra. Vi har valt att använda en och samma trumslagare för alla våra mätningar. Denne professionella trummis, spelar i pop/rock-genren. Hans professionalism visade sig bland annat genom att vid upprepade spelningar av samma trumsekvens ha en ljudnivåvariation av maximalt $\pm 0,5$ dB i enskilda tersband, vilket är en extremt liten variation. Trumsetet var bestyckat med bastrumma, 2 pukor, virveltrumma, cymbal, crash och hi-hat. Samtliga slagverk användes i den trumsekvens som spelades.

Ett antal mätningar har gjorts i detta projekt. Några utfördes i det ekofria labbet på Chalmers Tekniska högskola, avdelningen för Teknisk Akustik. Jämförande mätningar gjordes på spelklubben Henriksberg, före och efter ombyggnaden. Figur 7 visar de sex mätpositionerna i klubblokalen på Henriksberg.



Figur 7: Ritning som visar mätpositionerna 1 – 6 på Henriksberg Takterrassen.



Figur 8: Skiss över mätupställning i labbet på Teknisk Akustik, Chalmers.

Vår trummis fick först spela i det ekofria labbet på Teknisk Akustik. Anledningen till detta var att vi ville ta reda på vilken ljudeffekt ett trumset alstrar utan inverkan av ett rum. Detta är

intressant, eftersom den ljudnivå man får då man placerar en ljudkälla i ett rum, beror dels på hur mycket ljudeffekt ljudkällan alstrar i sig, dels på rummets akustiska egenskaper.



Bild 3. Visar projektets testtrummis Tobias Wiik spelandes i ekofria laboriet på Chalmers. Till höger i bild står Alf Berntson, en av projektets två akustiker. På bilden syns en 80 cm hög skärm placerad runt trumsetet.

Rummets akustiska egenskaper kan man mäta upp och i vissa fall även räkna ut på förhand. Därmed kan man också uppskatta vilken ljudnivå man får från ett trumset i olika typer av rum.

Ljudtrycket från trumsetet mättes på 2 meters avstånd från bastrummans framkant och vid två höjder, 120 samt 170 cm över golvnivån (motsvarande 80 respektive 130 cm över "scengolvsnivå") (fig 9). Det fastställdes att trumsetet alstrar ungefär 1 W akustisk effekt. Av tids- och kostnadsskäl genomfördes inte någon fullständig ljudeffektmätning enligt standard, men den uppskattning som gjordes här duger väl för detta ändamål.

Den ljuddämpande effekten av tre olika skärmhöjder testades för 80, 100, 120 och 150 cm. Vid våra mätningar användes plywood, tjocklek 20 mm av praktiska och ekonomiska skäl. Densiteten för Plywood är ca 600 kg/m³ och ca 1200 kg/m³ för Polyacarbonate vilket medför att en polykarbonatskiva har lika stor ytvikt som en dubbelt så tjock plywoodskiva. Figur 8

visar hur skärmen placerades kring trumsetet. Springorna mellan skärmdelarna tätades med gaffatejp.

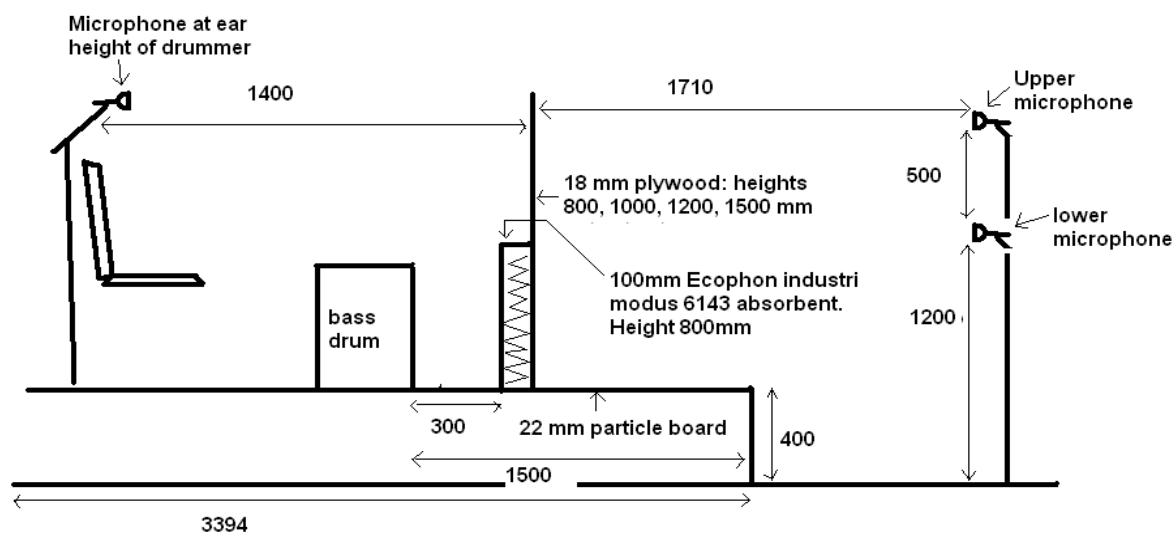


Fig. 9. Skissen visar mikrofonplaceringen vid skärmmätningarna i lokalen.

RESULTAT

Den nya tekniken

Den gamla tekniken togs bort och ny installerades:

2 st JBL AM6212/95, 2-vägs, 12"-bas, 1,5" horn, 90x50 (främre taktoppar)

2 st JBL AM6212/00, 2-vägs, 12"-bas, 1,5" horn, 100x100 (bakre taktoppar)

4 st JBL SRX718S, subbas 1x18

1 st BSS FDS366T, digital signalprocessor 3 in/ 6ut

1 st Soundcraft GB4-24, 24 kanals mixer

3 st Crown CTs3000, slutsteg 2 x 1500W@ 4 ohm

Efter CATT-Acoustic-beräkningar valdes typ och placering av PA-högtalare för att ge jämnast möjliga ljudnivå över publiken. Fyra toppar monterades så högt upp som möjligt i taket. Två av toppar monteras i tak över scenframkant (bild 3-4). De två andra monterades längre bak i salen och fördröjdes för maximal Haas-effekt (ca 10-20 ms relativt huvudsystemet för sin täckyta). På så sätt upplevs ljudet komma från scenen/huvudsystemen även om man står längst bak i lokalen under en konsert. Eftersom takhöjden (upp till undertaket) var begränsat till ca 2,7 m så sattes krav på att högtalarlådorna skulle vara mycket låga och helst vinklade för att få så långt avstånd till publiken som möjligt. Liggande lådor var därför nödvändigt. Högtalare som uppfyller dessa krav är bl.a. JBL AM 4212-serien och 6212-serien. Skillnaden mellan dessa är huvudsakligen effekttålighet och maximalt ljudtryck. Efter beräkningar och lyssningsprov på plats i ombyggd lokal beslutades att de två främre topphögtalarna skulle vara JBL AM 6212-95 med hornet vridet så att nominell spridning (-6 dB) blev 90° horisontellt och 50° vertikalt. För de bakre positionerna valdes JBL AM 6212-00 som sprider 100° horisontellt och 100° vertikalt. Med dessa högtalare erhöles ett bra ljud även för de som stor nära snett under högtalarna och en mycket jämn nästan ohörbar övergång när man rör sig i djupled i lokalen. Lådorna vinklas relativt lite ned för att spela över de närmsta huvudena. Ljudnivåmässigt bedömdes att 4212-serien skulle ha räckt men det skulle vara en fördel ljudkvalitetsmässigt med det extra headroom som 6212-högtalarna ger (6212-serien spelar ca 4 dB starkare än 4212-serien).

Subbar placerades i hål som togs upp i scenen på vänster och höger sida. Bedömning gjordes att två baslådor med ett 18" element i varje skulle vara tillräckligt för denna lokal. Men för att

matcha 6212-serien valdes två 18-tummare per sida. För att minimera höjden så att högtalarna inte kom för nära de längst fram i publiken valdes två JBL SRX718S per sida som faktiskt blev något lägre än en JBL SRX728S. Total höjd på lådorna blev då 1016 mm.

Förstärkare och monitorer på scen lyftes upp från golvet för att riktas mer i öronhöjd mot musikerna och för att publiken inte skulle komma att stå så nära

Diskohögtalarna monterades bort och inspelad discomusik levererades via nya PA-systemet.

Den nya akustiken

Följande åtgärder genomfördes:

- Större scen med rak scenframkant byggdes
- En nytt, stabilt scengolv byggdes med liten resonans
- Effektiva absorbenter i scentak och på scenväggar
- Olika typer av takabsorbenter monterades för att ge så jämn ljudnivå som möjligt
- Väggabsorbenter vid mixplats och vid högtalare monterades för undvikandet av interferens
- Stativ, bord etc. på scen för att kunna placera monitorer (placeras delvis på subbaslådor)
- Baren flyttades ut från konsertlokalen
- Barriär för skyddsavstånd mellan scen och publik (byggdes vid scenframkant)
- Nya högtalare med toppar (mellan och högfrekvens) placerade i tak och infällda subbasar i scenframkantens sidor

Hela taket försågs med nya takabsorbenter av 100 mm tjocka mineralullsabsorbenter i synligt bärverk. I bakre delen av lokalen bestod 50% av den lite mer reflekterande 20 mm Ecophon Sombra A Gamma med 90 mm Ecophon Sombra X-bass över. Med denna fördelning erhöles jämnast ljudnivå från högtalarna. Över absorbenterna var ett relativt stort installationsutrymme med ventilationskanaler och elstegar vilket medförde att hög lågfrekvensabsorption kunde åstadkommas.

Alla scenväggar byggdes på med 40 millimeter tjocka absorbenter (svarta Ecophon Wall Panel C Super G) monterade på uppreglade 100 millimeters mineralullsabsorbenter. Även utanför scenen placerades 40 mm ljudabsorbenter för att undvika interfererande reflexer där

en av högtalarna står nära en vägg och vid ljudteknikerns mixplats. Utan dessa finns risk för interferens mellan reflex och direktljud som kan ge s.k. kamfilter (dippar i frekvensgången). Den nya takhöjden i lokalen mätte 2,30 m med de nya absorberarna på plats och den nya rektangulära scenen mätte 4 x 8 m, (bild 3). Scenen byggdes ut med helt rak framkant som ger betydligt mer plats för musikerna och gör att trumset hamnar längre från publiken. I framkant gjordes plats för placering av sub-bashögtalare på publikgolvnivå för att få tillräckligt avstånd till publiken.



Bild 3. Bilden visar projektkoordinator Jenny Sandellsittandes på den nybyggda scenen. Två baslådor står infällda på var sida med upplyfta monitorer på. Det nya scengolvet byggdes upp på det gamla och gjordes mer resonansfritt än det tidigare. En matta på scengolvet bidrar ytterligare till dämpningen.

Baren flyttades ur lokalen till ny inglasad terrass en halvtrappa upp. Detta innebar att publikytan i själva spellokalen blev större och kunde efter åtgärd ta emot 200 stående gäster mot tidigare 150 personer (bild 4).

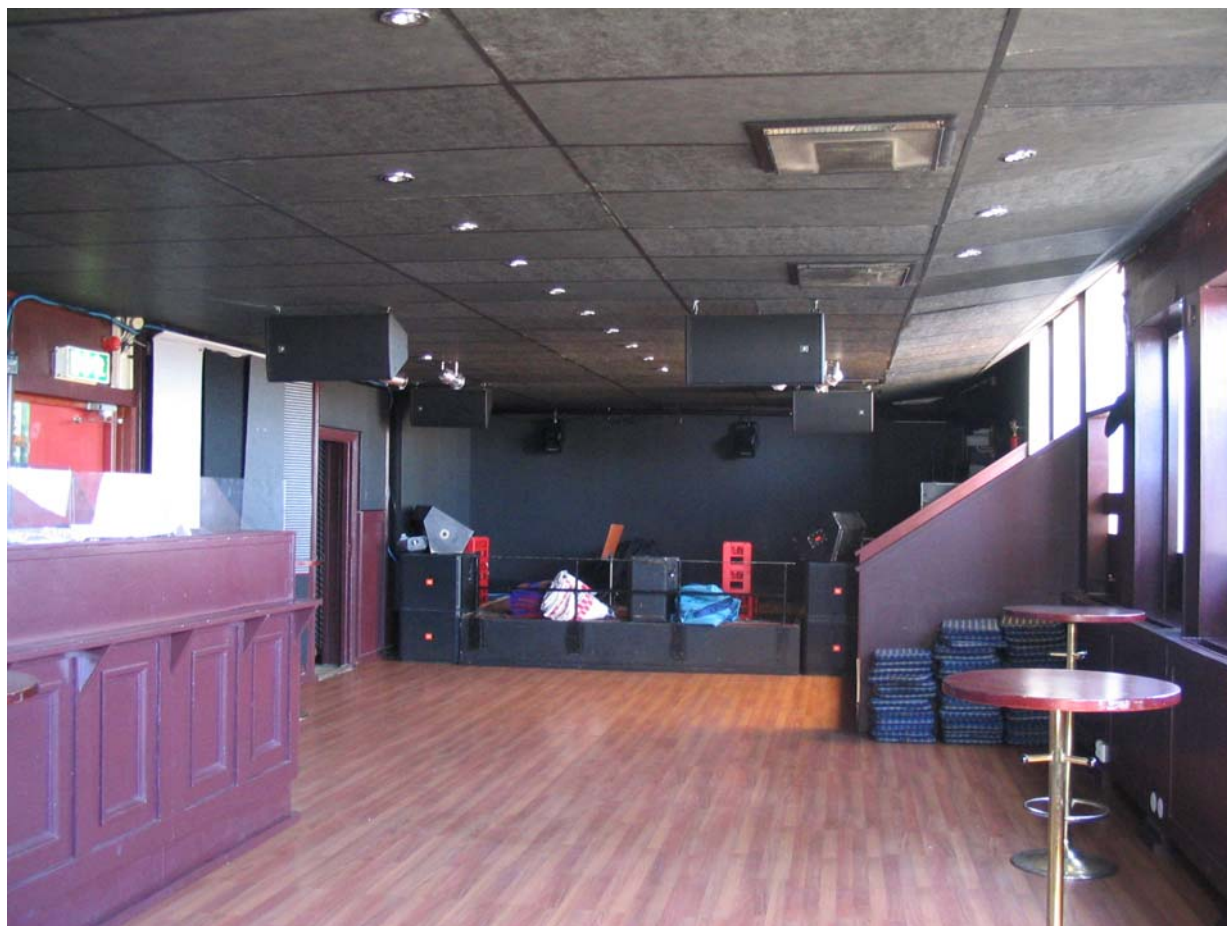


Bild 4. Lokalen efter ombyggnad. Mixerbåset till vänster. Notera de fyra topphögtalarna i taket och monitorer på subbaslådorna vid scenens sidor. Mixerbåset till vänster är kvar i samma position som före ombyggnaden. Baren är bortflyttad en halvtrappa upp till höger, till den inglasade terrassen..

Ljudnivåvariationen i lokalen innan och efter åtgärd

Som nämnts tidigare, var ett av huvudsyftena med ombyggnaden att ge en jämn spridning av ljudet över publiken. För att förtydliga detta, bör man tillägga att vi vill att *nyttoljudet*, det vill säga direktljudet från högtalarna, skall vara så jämnt fördelat som möjligt. Därför är det inte möjligt att enbart dra slutsatser från uppmätta ljudtrycksnivåer, eftersom dessa även inkluderar eventuellt efterklangsljud och sena reflexer från väggar och tak. Jämn ljudtrycksfördelning kan man även åstadkomma med lång efterklang - extremfallet är kanske en katedral med mycket lång efterklang, där ljudtrycksnivån är ungefär densamma i hela lokalen. Nyttoljudet – i detta fall kanske tal – blir däremot väldigt svagt och ojämnt fördelat.

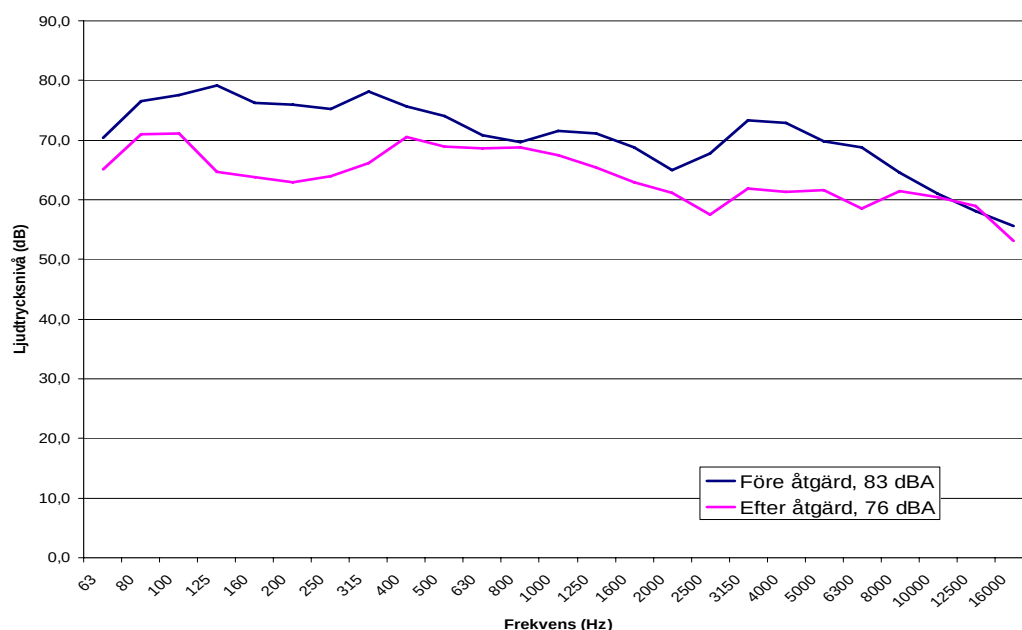
Före ombyggnaden användes högtalarstaplar på scenkanten för publikljudet. Publiken kunde i princip gå hur nära högtalaren som helst. Den uppmätta skillnaden mellan värsta position och ett medel över de sex mätpunkterna var därför *minst* 14 dB.

Efter ombyggnaden sitter högtalarna i taket och det går inte längre att lägga örat intill högtalaren. Motsvarande skillnad i ljudtrycksnivå efter ombyggnaden är därför ca 3 dB.

Ljudläckage från monitorer på scen

Som en konsekvens av att mycket absorption har införts i scenutrymmet blir läckaget från instrumentförstärkare och monitorer kraftigt dämpat, under förutsättning att dessa inte vänds direkt ut mot publiken. I Figur 10 visas läckaget från en sångmonitor till publikytan, före och efter ombyggnad. Ljudtrycksnivåerna är medelvärden över samtliga sex mätpunkter.

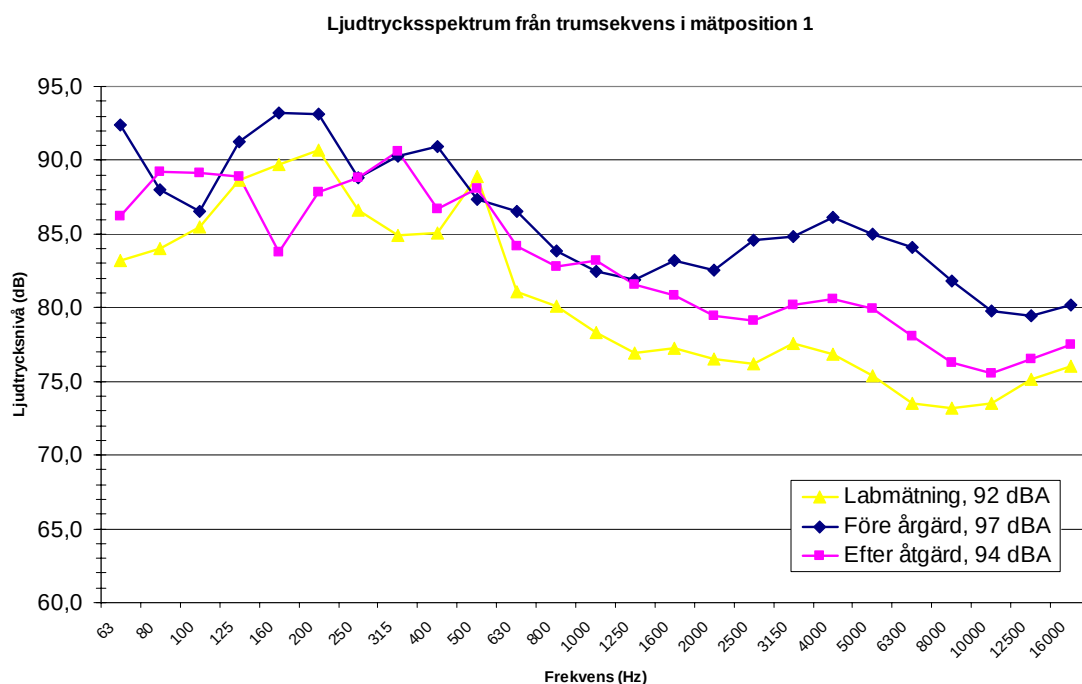
Mätningen är gjord med skärt brus och monitornivån är kalibrerad att ge 100 dBA vid öronhöjd framför monitorn. Resultatet från ombyggnaden är en sänkning av läckaget med ca 7 dB. Denna sänkning gör att ljudteknikern blir mindre beroende av monitorläckaget vid sättnings av publikljudet. Möjligheterna att hålla gränsvärdet 100 dBA ökar därmed drastiskt.



Figur 10. Figuren visar uppmätt ljudtrycksnivå på publikytan på grund av läckage från sångmonitor, före och efter akustisk åtgärd av lokalen.

Ljudutstrålning från akustiskt trumset

I Figur 11 visas tersbandsspektrum för ljudtrycksnivån mätt på ett avstånd av drygt 4m från trumsetet vid tre olika tillfällen: I lab. på Chalmers, på Henriksberg före och efter ombyggnad.



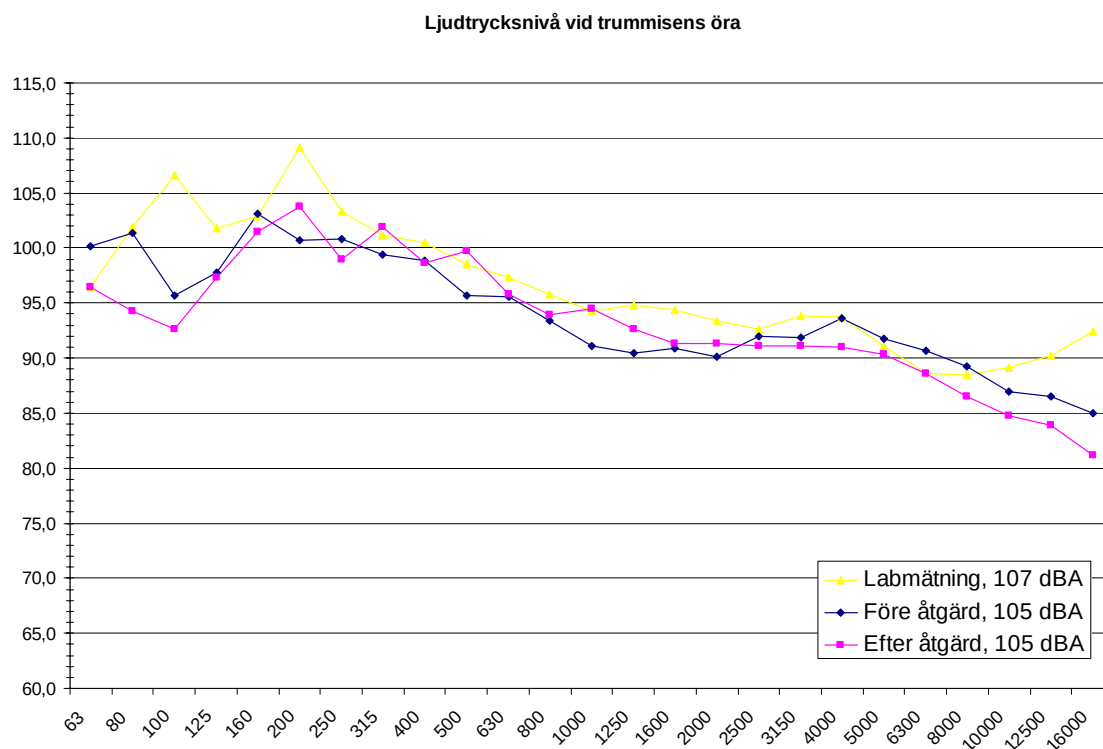
Figur 11. *Ljudtrycksspektrum från trumset mätt i lab. På Chalmers (gul kurva), på Henriksberg före (blå) och efter (lila) ombyggnad.*

Ur figuren framgår klart att trumljudet är starkare på Henriksberg än vid mätningen i labbet. Detta beror på att trumsetet på Henriksberg är omgivet av reflekterande ytor som ger en förstärkning av ljudet framför scenen. Dessa mätningar ger också en indikation på vilken sänkning av ljudnivå som är möjlig att åstadkomma genom att sätta in dämpning i väggar och tak i lokalen.

Vid bedömningen av ljudtrycksnivåerna i Figur 11 bör man även ta hänsyn till hur hårt trummisen spelade vid de olika tillfällena. I Figur 12 visas spektrum för ljudtrycksnivåer mätta vid trummisens högra öra vid dessa tre tillfällen. Dessa kurvor är medelvärden för ett antal trumsekvenser.

Av kurvorna framgår att trummisen spelade starkare i labbet än på klubben. Detta verkar också intuitivt logiskt, eftersom den akustiska miljön i labbet motsvarar utomhusförhållanden. Den enda medhörningen som trummisen fick var alltså direktstrålningen från trumsetet. Vid spelning på klubben var medhörningen starkare på grund av omgivande reflekterande ytor. Skillnaden i ljudnivå mellan labbet och klubben, 2 dB, kan tyckas liten men motsvarar ungefär en 60%-ig ökning av energin. Dessa 2 dB skall dras ifrån de visade resultaten för

labmätningen i Figur 11 ovan, vilket gör att skillnaden mellan mätning i lab. och på klubben blir ännu något större, dvs. ca 7 dB.



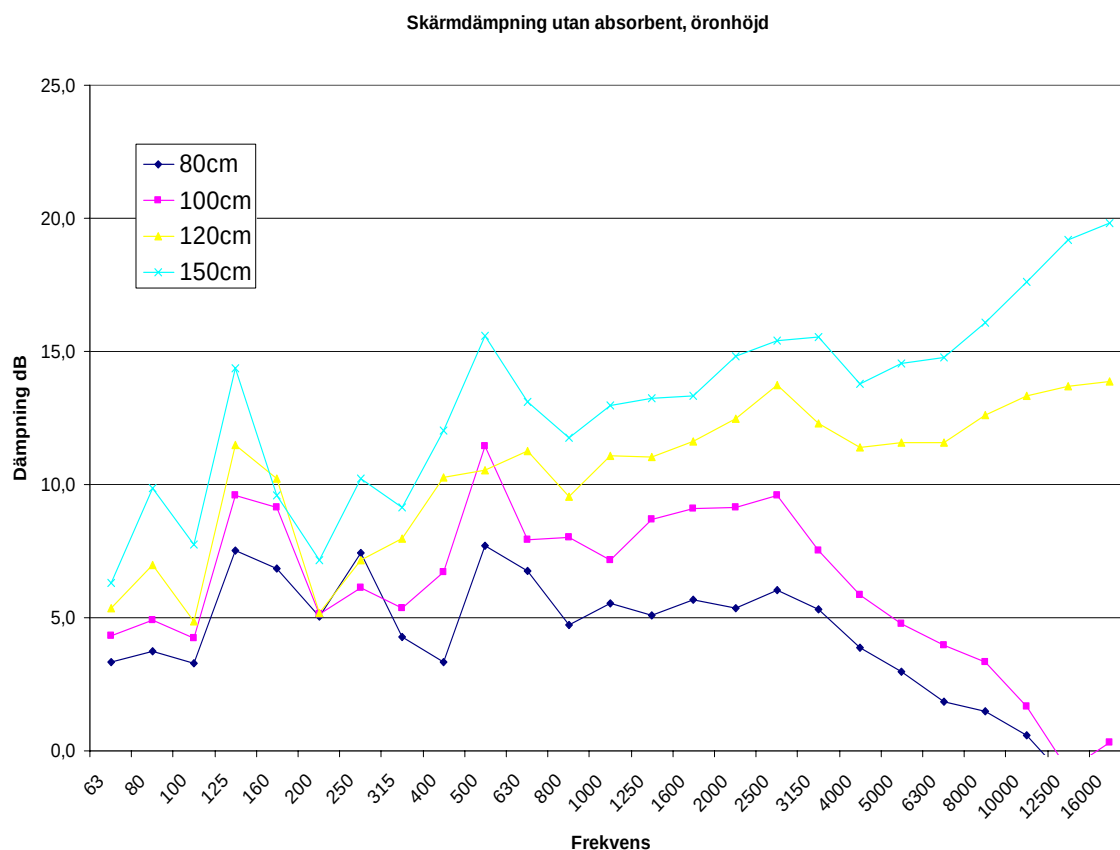
Figur 12. Spektrum som visar ljudtrycksnivåer uppmätta vid trummisens öra vid tre tillfällen.

Däremot är skillnaden i ljudnivå vid örat väldigt liten, då man jämför spelningarna före och efter ombyggnaden. Vid ombyggnaden kläddes väggar och tak i scenutrymmet av absorber, vilket naturligtvis reducerade den akustiska medhörningen något för trummisen. Rent subjektivt ansåg han också att det hade blivit "stummare" att spela. Skillnaden i ljudnivå är ungefär 0,5 dB, vilket motsvarar en energiökning med ca 12%. Den minskade akustiska medhörningen kan kompenseras med monitorer.

Dämpning av ljudnivån från akustiskt trumset med hjälp av trumskärm

Den sänkning av ljudnivån man kan erhålla genom åtgärder på lokalens randytor, det vill säga väggar och tak, är begränsad på grund av direktstrålningen från trumsetet till publiken. Av ovanstående resonemang framgår att den maximala sänkningen i detta fall är i storleksordningen 7 dB, vilket i och för sig är en avsevärd ljudnivåsänkning. Om denna

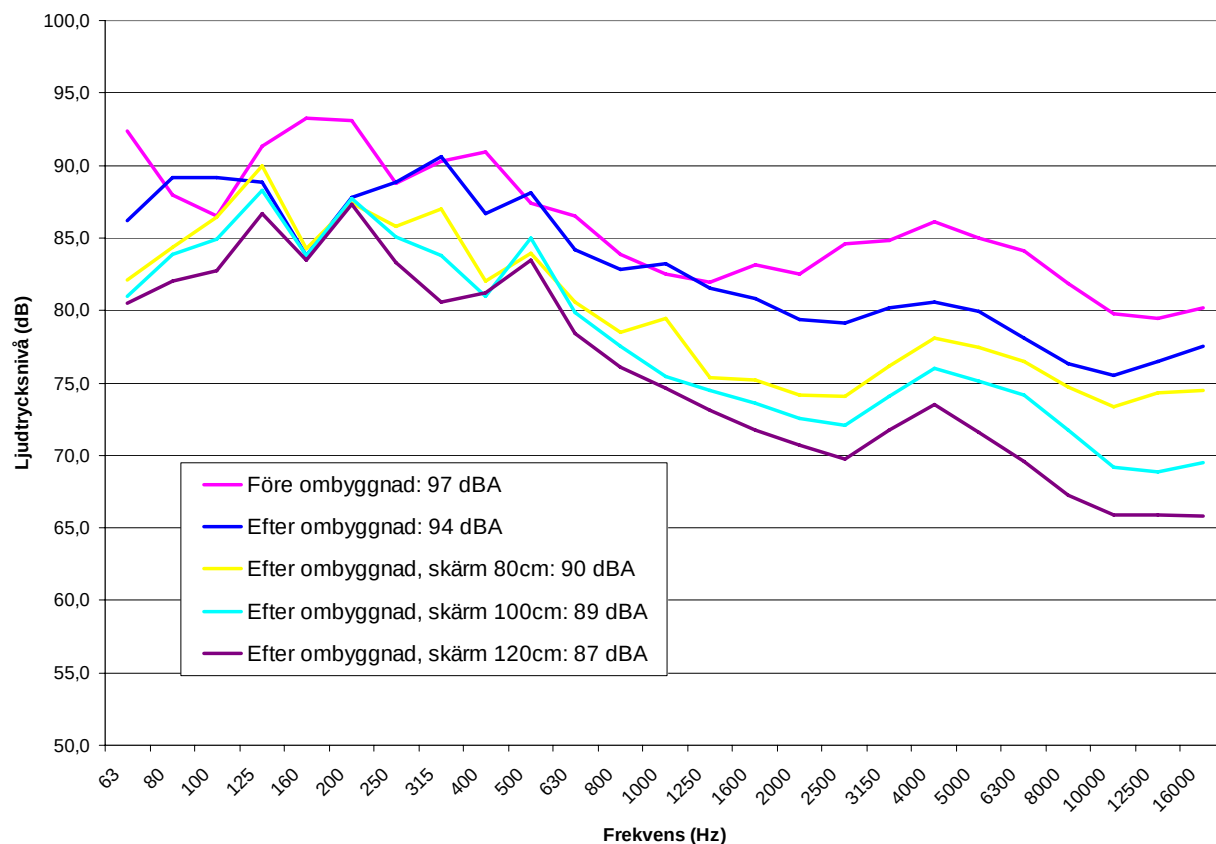
sänkning inte är tillräcklig, måste man akustiskt skärma av trumsetet för att minska den direkta ljudutstrålningen från trumsetet till publiken. Detta kan åstadkommas med en skärm. I Figur 13 visas den uppmätta skärmdämpningen för fyra olika höjder på skärmen. Mätningarna utfördes i ekofria labbet på Chalmers. För de två lägsta skärmarna (80 respektive 100 cm) avtar dämpningen markant över ca 3 kHz. Detta beror på att cymbalerna är högre upp än skärmkanten och dämpningen blir därmed starkt begränsad.



Figur 13. Uppmätt skärmdämpning från trumset i lab. på Chalmers. Mätmikrofonens placering motsvarar trummisens öronhöjd.

Figur 14 visar en sammanställning av ljudtrycksnivåer uppmätta i position 1 (dvs närmast scenen) på publikytan, före och efter ombyggnad, utan skärm, samt med skärmar av lite olika höjd. Resultaten med skärmar är mätta efter att de akustiska åtgärderna i lokalen genomförts. Enbart de akustiska åtgärderna ger således en nivåsänkning på ca 3 dB i denna position. Medelvärdet över alla sex mätpunkterna på publikytan sänktes med 4 dB. Man ser att redan med en 80 cm hög skärm, dvs. med en överkant i höjd med virveltrumman, får man en

avsevärd dämpning vid vissa frekvenser, vilket ger en sänkning av ljudnivån med ytterligare 4 dB.



Figur 14. Visar ljudtrycksnivåer från trumset i mätposition 1 på Henriksberg. Efter det att rummet på Takterrassen, Henriksberg var akustiskt åtgärdat så dämpades direktljudet från trummorna med ytterligare 4 dB med en 80 cm hög skärm placerad runt trumsetet.

Ljudnivåer från konserter före och efter åtgärd

Både dosimetrimätningar och korttids ekvivalentvärden uppmätta med ljudnivåmätare innan lokalen åtgärdades visade värden överskridande gällande gränsvärden. Stickprivsmätningar utförda innan åtgärd under presskonferens med livebandet Overnight Sensation visade 107 dB $L_{Aeq, 60s}$ vid scenkant, 101-102 dB $L_{Aeq, 60s}$ vid bardisken, 99 dB $L_{Aeq, 60s}$ vid ljudteknikerbåset (mixplats) och 112 dB $L_{Aeq, 60s}$ vid så kallat "värsta ställe" alltså mitt för ena högtalarstacken

(sid. 25, fig 6 och fig 15 och två mätningar i fig16). Figur 16 visar mätningar utförda i lokalen efter åtgärd. En av dessa mätningar hamnar strax över gränsvärdet, i övrigt ligger de under. Korttids ekvivalentvärden visade att ljudnivån i baren var ca 101-102 dBA innan åtgärd och 79 dB efter baren flyttat ut ur rummet och de akustiska åtgärderna genomförts.

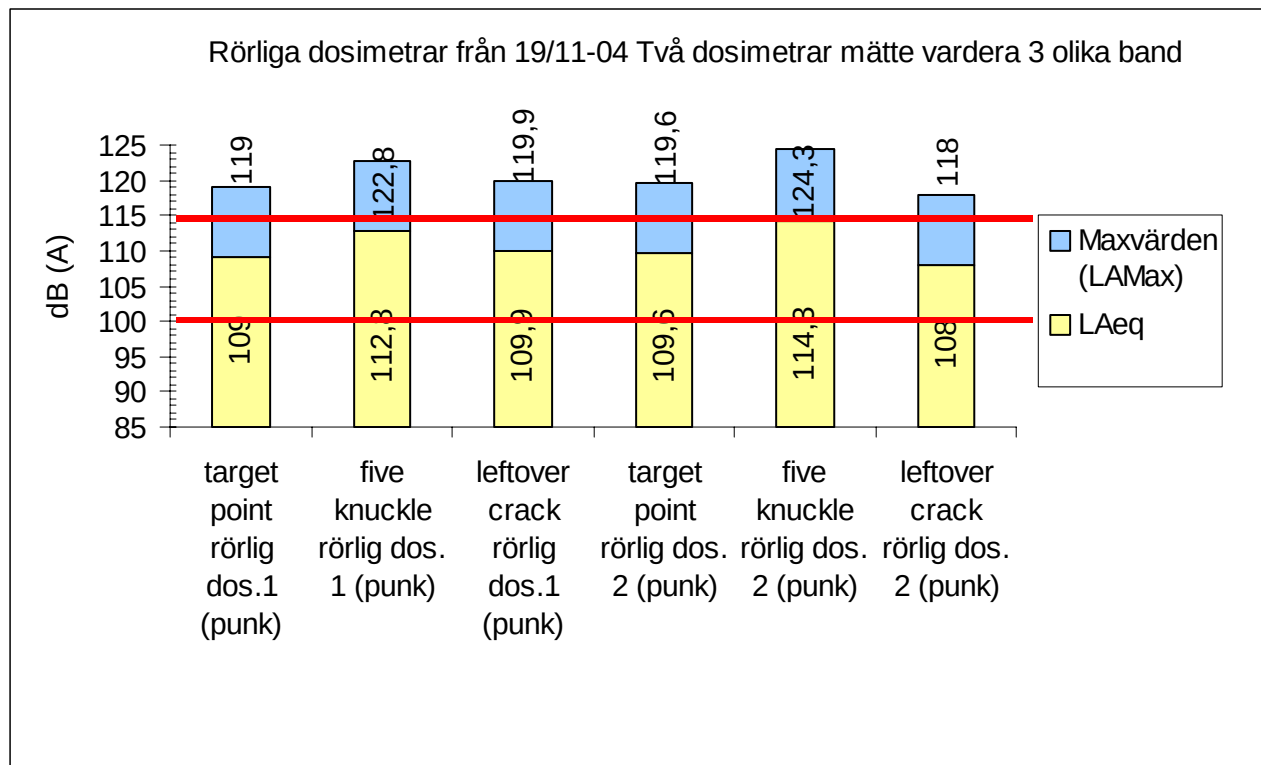


Fig 15. Figuren visar dosimetrimätningar utförda under konsert i lokalen innan ombyggnad. Samtliga mätningar visar höga ljudnivåer.

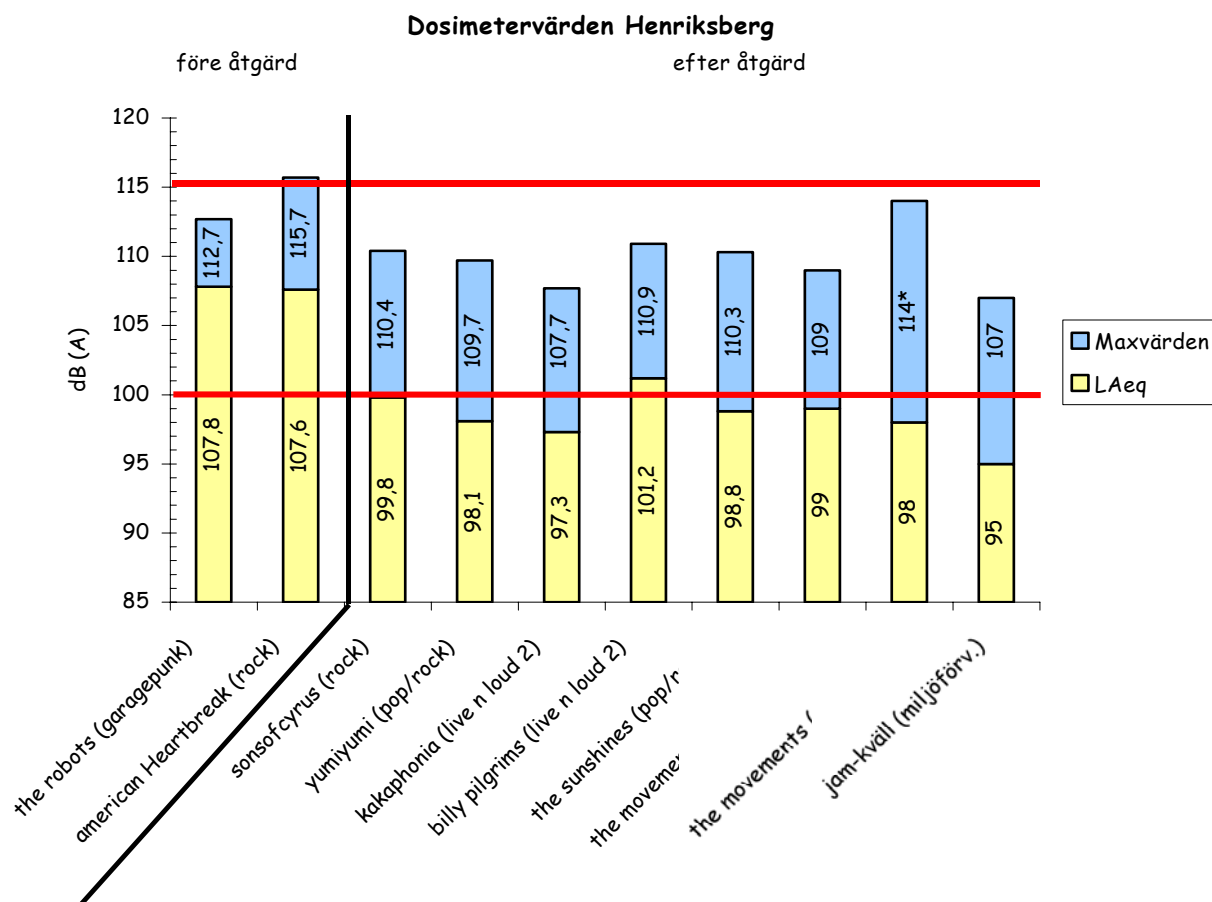


Fig 16. Figuren visar ljudnivåer från konserter uppmätta med dosimetri. Två av mätningarna visar värden från tiden innan lokalen byggdes om.

Enkät svar, före och efter åtgärd

Av de totalt 36 personerna från publiken (23 år i medelålder) så upplever 40% sig ha någon form av besvär med hörseln och 57% av de 36 använder hörselskydd ibland eller alltid vid konserter. Motsvarande siffra bland de totalt 18 musikerna (29 år i medelålder) är 56% med någon form av hörselproblem och 78% av de 18 st som använder hörselskydd ibland eller alltid. Vid tillfället för vår enkätundersökning var det dock endast 23% av publiken och 56% av musikerna som använde hörselskydd.

Vid fråga om vad som är en bra ljudkvalitet ger 24 /36 lyssnare svar som "tydlighet och välseparerad sång och instrumentupplevelse", 17 /36 anger vidare att det är en fråga om volym "när det inte är för högt eller gör ont i öronen. Sju av 36 lyssnare tycker att det är en bra ljudkvalitet när det är hög/stark volym vid rock'roll. Av de totalt 18 musikerna så anser 15 stycken att det är en bra ljudkvalitet när musiken låter "kraftfull och tight, men också ren, klar och är välbalanserad". Två musiker anser att en bra ljudkvalitet innebär hög volym och en har inte svarat.

När frågan går över till vad som är en bra ljudnivå svarar 31/36 lyssnare att det ska vara "starkt men rent, när jag inte behöver använda hörselskydd eller måste skrika till mina kompisar". Två stycken anser att en bra ljudnivå är en "öronproppsvolym, det ska göra lite ont i öronen". Av 17 musiker anser 14 stycken att "när både medmusiker och kraft och en lagom volym från det egna instrumentet känns och hörs utan att det gör ont i öronen" då är det en bra ljudnivå. Två musiker tycker dock att en bra ljudnivå är när det är riktigt högt. En har avstått från att svara på frågan.

I enkäten ställdes frågan "hur upplevde du ljudet under konserten?" Det var 11 lyssnare som besvarade frågan innan och 25 stycken efter vi åtgärdat lokalen. Drygt hälften, 6/11 angav svar som "för högt, skramligt och kompakt" innan åtgärd. Efter lokalen byggts om var 16/25 lyssnare mycket nöjda och svarade "bra, mycket bra, ibland den första gången det är lagom, inte för högt utan lagom, akustiken är bra, jämn nivå på instrumenten, fin ljudbild". Åtta av 25 tyckte att det var "helt OK, ganska bra, medelbra" och en svarade "inte så bra". Av de sex musiker som besvarade enkäten innan åtgärd så svarade fem stycken att det lät "odistinkt, orent, slamrigt, bullrigt" en tyckte att det lät "OK, men lite för högt". Efter åtgärd tyckte åtta av 12 musiker att det lät "helt OK, medelbra men lite högt eller lite för lågt", fyra stycken tyckte att det lät "skitbra /mycket bra men för mycket ljud eller för lite ljud.

De tre anställda som besvarade enkäten tyckte att det var "OK när det spelades inspelad musik men att det vid livemusik ibland var högt och jobbigt" innan lokalen åtgärdades. Efter åtgärd svarade fyra anställda att var en "mycket positiv förändring, behagligare ljudnivå och ljudkvalitet".

En närmare svarspresentation beträffande frågor rörande ljudkvalitet och ljudnivåupplevelse och hörselskydd presenteras i bilaga 4.

Kostnader

Kostnaden för absorbenterna var ca 30.000 kronor exklusive montering.

Beroende på vilken teknik man väljer till sin lokal så landar ju kostnaderna därefter. Vi valde en relativt dyrbar och professionell utrustning och för den fick Henriksberg betala ca 200.000 kronor + moms. Vi kunde inte finna någon lösning på att i dagens läge som verksamhetsutövare kunna söka bidrag för att åtgärda sin lokal.

Utbildning

Utan en väl motiverad och kunnig ljudtekniker kommer man inte långt, trots fina insatser.

Den tekniker som oftast arbetade på Henriksberg fick under projektets gång en mer ansvarfylld position och fungerar idag som "hus-tekniker". Hans intresse och engagemang i projektet har avspeglats i de goda resultat vi har uppnått. Han genomgick Socialstyrelsens och Statens Provnings och Forskningsinstituts heldagsutbildning som förutom föredrag om hörsel och hörselskador omfattade den nya nationella mätmetoden av höga ljudnivåer från musik (SP INFO 2004:45).

KUNSKAPSSPRIDNING

Faktorer som småklubbar bör och måste prioritera för att nå ett lyckat resultat

Kontrakt

En viktig poäng med att redan i kontraktet skriva att klubben har en ljudpolicy, utför egenkontroll i enlighet med Socialstyrelsens krav är att det inte behöver bli några diskussioner vid sound check eller under själva konserten. Ljudteknikern behöver inte stå med huvudansvaret och ta den diskussionen vid kritiskt läge. Alla vet grundförutsättningarna och vad som gäller på ett tidigt stadium.

En väl motiverad och kunnig "ljudtekniker"

Ljudteknikern har en stor del av publikljudet i sin hand! För att komma ett stort steg framåt är det helt nödvändigt att ljudteknikerna utbildas. Om ljudteknikern på plats har intresse och kunskap av ljudmiljöarbetet så kommer han att få mer pondus i sin roll gentemot framför allt musiker men även mot arrangörer och publik. Utbildning av ljudtekniker är helt klart en av de viktigaste punkterna för framtiden och kommer att vara ett viktigt konkurrensverktyg för både tekniker och arrangörer. Ljudteknikern är också den person som bör ansvara för den praktiska delen av egenkontrollmätningarna.

Publikavståndet till scen

I vissa fall kan det vara nödvändigt att skapa ett skyddsavstånd mellan publik och scen. Detta gäller speciellt om det inte går att undvika att personer i publiken kan komma mycket nära monitorhögtalare.

Publikavståndet till högtalare

PA-högtalare får inte placeras så att publik kan ställa sig nära. Då får vi garanterat för höga nivåer för dessa personer eller alldeles för låga nivåer för publik på längre avstånd från högtalarna. Det är faktiskt mycket vanligt att högtalare ställs i huvudhöjd på båda sidor om scenen och att man kan komma helt intill. När det gäller bashögtalare (s.k. sub-basar) är det mindre risk eftersom de lägre frekvenserna är mindre skadliga och påverkar den A-vägda ljudnivån i mindre grad. De flesta sub-basar förses med ett högpasfilter mellan 80-150 Hz inverkar endast lite på den A-vägda totalnivån.

Akustiska trummor är ljudstarka

I många mindre lokaler är redan det ensamma, akustiska ljudet från trumsetet mycket starkt. Även om detta inte är fallet så lägger ju det akustiska ljudet från trumsetet miniminivån eftersom förstärkningen av övriga instrument och sång måste balanseras till trummorna. I många fall är det därför nödvändigt med dämpande skärmar runt trumsetet och om dessa skall

fungera måste tak över och väggar runt trummorna ha hög absorption som vi förklarat tidigare.

En bra skärm ur rent akustisk synvinkel skall vara tung och tät. *Ytvikten*, dvs vikten per ytenhet, skall vara hög för att ljudet inte skall passera rakt igenom skärmen. Springor och hål i skärmen är förödande för ljuddämpningen och leder till att den dämpar ljudet med bara en bråkdel av vad den skulle göra om den var tät. Således är det viktigt att skärmen går ända ner till golvet och sluter tätt där. Skärmen bör också omsluta trumsetet – ju mer desto bättre.

Det är viktigt att notera att skärmen inte får omges av reflekterande ytor, eftersom skärmdämpningen då till stor del går förlorad. Bäst dämpningseffekt får man om man kombinerar en bra skärm med uppsättning av absorbenter på kringliggande ytor som väggar och tak.

Vid scenbruk behövs ett genomskinligt material och de vanligaste förekommande är plexiglas eller polykarbonat. Plexiglas är billigare, men polykarbonat är tåligare. Båda dessa material är egentligen för lätta för att man skall få tillräcklig ljuddämpning vid lägre frekvenser, men eftersom låga frekvenser inte nämnvärt påverkar dBA-värdet, är detta vanligtvis inte något stort problem. En praktisk lösning kan vara att använda tunga trämaterial i den nedre delen av skärmen – upp till ca 80 cm – och ett genomskinligt material ovanpå detta om behov finns av en högre skärm.

Vid våra mätningar visade det sig att en så låg skärm som 80 cm gav en för oss tillräckligt bra dämpning med 4 dBA vid kritiska frekvenser. Om en sådan lösning används, kan man med fördel klä insidan av trädelen med absorbenter, för att reducera det ljud som reflekteras tillbaka mot trummisen. För tips om hur man enkelt kan bygga sin egen trumskärm se vidare under ”Information om och byggsnitt till höj och sänkbar samt ihopfällbar trumskärm i plywood och plexiglas (konstruerad av ljudtekniker Helena Collett)” längre fram i rapporten,

Placering och riktning av gitarrförstärkare och monitorer

Gitarrförstärkare (högtalare) och andra instrumenthögtalare för syntar etc. är en del av musikernas instrument. Därför används dessa nästan alltid på scenen av musikerna. För att hålla nere nivån och ge möjlighet för ljudteknikern att kontrollera ljudet till publiken så är det viktigt att undvika att rikta dessa ut mot publiken. Gitarrförstärkare består dessutom ofta av flera stora bredbandshögtalare (vanligt med 4 st 12 tums högtalarelement) som gör att de blir mycket kraftigt riktade (stor strålände yta ger högt direktivitetsindex).

Monitorhögtalare är vanligtvis vinklade lådor för golvplacering och placeras ofta långt fram på scenen (nära publiken). Om inte skyddsavstånd kan åstadkommas till publiken kan det vara nödvändigt att placera monitorerna på stativ, bord eller i tak. För de musiker som står eller sitter relativt still, såsom trummis och keyboardist, så är det inga större problem att placera monitorhögtalare (och även ev keyboardhögtalare) nära musikerns öron och rikta dem från publiken. På så sätt hålls scenljudsnivån nere. För mer rörliga artister som gitarrister, sångare etc är det svårare att placera monitorer riktigt nära eftersom monitorljudet då kan bli för ojämnt. Det bästa är naturligtvis att använda s.k. in-ear monitoring dvs monitorljud i hörselproppar. Om detta kan användas är både en ekonomisk fråga och om musikernas vana och önskemål. Det är bara att önska att vi kommer att se detta mer och mer även på mindre klubbar framöver.

Sammanfattningsvis finns följande tänkbara åtgärder för att få ner nivån till publiken från monitorer:

- Placera monitorerna in mot scenen, lyfta upp från golvet riktade mot musikerns öron och allra helst monterade i taket (förutsätter låg takhöjd) så långt in på scenen som möjligt, riktade från publiken.
- Använd monitorer med högre direktivitet (smalstrålande) för att minska direktljudet till publiken. Detta förutsätter att musikern står rakt framför monitorn och att scenen är kraftigt absorberande. Om musikerna är rörliga så finns risk att de hamnar snett utanför monitorns täckning och därför vill ha högre nivå. Med tanke på det så kan det i särskilda fall vara en nackdel med alltför smalstrålande monitorer.
- Skyddsavstånd till publiken. Barriär/räcke byggs så att publiken inte ställa sig vid scenkanten. Vi får en "akustisk scenframkant" vid barriären.
- Placera monitorer bakom ljudskärmar.
- Om scenen är kraftigt absorberande och alla åtgärder ovan är vidtagna och monitorljudet trots detta är för starkt så återstår två alternativ. Sänka monitorljudet eller in-ear-monitorljud.

Tala med ditt Miljökontor och akustikkonsult

Om du känner dig osäker om till exempel mätförfarande eller vilken utrustning som du ska köpa in så vänd dig till ditt Miljökontor och be om råd. Diskutera problem som dyker upp istället för att vara orolig över att till exempel ljudnivåer överskrider och de konsekvenser som detta kan medföra. En del Miljökontor hyr till och med ut utrustning för kortare tid. Du hittar

också akustiker som kan fungera som rådgivare i mindre eller mer komplicerade akustikfrågor.

Sammanfattning av rekommendationer för småklubbar

- Scenen skall vara absorberande och tillräckligt stor för att ge möjlighet att placera monitorer, gitarrförstärkare och skärmar så att scenljudet inte blir för starkt för publiken längst fram.
- Scenens väggar och tak bör förses med tjocka mineralullsabsorbenter.
- Placering och val av absorbenter utanför scenen kan vara viktigt. Tag kontakt med akustiker eller akustikfirma för rådgivning.
- Om plats finns bygg skyddsräcke för att få avstånd från publik till monitor och PA-högtalare.
- Gitarrförstärkare och andra instrumenthögtalare skall inte riktas ut mot publiken.
- Välj typ och placering av PA-högtalare för så jämn ljudnivå som möjligt över publiken.
- Använd minst 80 cm höga skärmar runt trumsetet.
- Utbilda ljudteknikern och ge honom/henne befogenhet att ta beslut. Detta är viktigt för att säkerställa ett bra resultat.
- Skriv in klubbens ljudkrav i kontraktet.
- Ha en dialog med ditt Miljökontor och akustikkonsult vid frågor och problem som kan dyka upp.

Ny mätmetod för mätning av höga ljudnivåer från musik och info om ljudnivåmätare

Vid de första mötena som Akustikprojektet hade, vintern 2003-2004, diskuterades de metoder som då fanns, för ljudmätning. Åsikter fördes fram om att mättiden borde förlängas.

Socialstyrelsen vände sig till projektgruppen med en förfrågan om ett uppdrag att ta fram ny mätmetodik, men varken tid eller ekonomiska förutsättningar var tillräckliga för att Akustikprojektet skulle kunna ta på sig detta.

Istället gick uppdraget till Statens Forsknings och Provningsanstalt, Andreas Gustavsson, som under år 2004 utarbetade den metod, som nu skall användas. Sammanfattningsvis innebär denna att den reella mättiden förlängts från 15 minuter till 0.5- 4 timmar för livemusik. Är konserten kortare än 1 timme, mäts hela konserten. Mätposition skall även fortsättningsvis motsvara "värsta publikplats", där ljudnivån förväntas att vara som högst.

Miljökontorens mätningar kan även fortsättningsvis vara 15 minuter, men skall då omräknas så att de motsvarar den längre mättiden. För myndigheten finns också ett visst plus/minusintervall.

Mer utförlig information om mätmetoderna och om olika ljudnivåmätare samt leverantörer finns att ladda hem från sidan <http://www.sp.se/energy/acoustics/sv/publikationer.htm>

Mätmetoden: SP INFO 2004:45 och SP INFO 2004:45 en excelfil som är en beräkningsmall där man kan skriva in sina mätresultat och enkelt korrigera dem mot typ av lokal, konsert och mättid.

Ljudnivåmätare: SP INFO 2005:51

Två andra bra ljudnivåmätare som inte finns upptagna på SPs sida är:

NTI Acoustilyzer NTI:s hemsida: <http://www.nt-instruments.com/>

Minilyzer Säljs av Sennheiser: <http://www.sennheiser.se/>

Fabriken, Kabomhuset i Alingsås, beskrivning av en föreningsdriven rockklubb som också arbetat med sin ljudmiljö

Förutom att genomföra interventionen på en musikklubb som blev Akustikprojektet på Henriksberg så planerades i projektet att beskriva en annan musiklokal som jämförelseobjekt.

Syftet med att beskriva en annan lokal var att ytterligare bidra till ökad kunskap om hur man kan arbeta med sin lokal för att öka ljudupplevelsen med samtidigt sänkta ljudnivåer.

Bakgrund

Arrangörsföreningen Fabriken driver sedan 2003 en konsertlokal i en gammal industribyggnad i Alingsås, fem mil nordost om Göteborg.

Att få en egen lokal, avsedd för livemusik inom rockgenren i första hand, hade länge varit ett mål för de aktiva i replokalföreningen Alingsås Förenade Musiker. Under flera år pågick diskussioner och förhandlingar med Alingsås kommun och till slut lyckades man finna en lämplig lokal i samma kvarter som replokalerna.

Byggförberedelser

På tredje våningen inleddes bygget av rockklubben. Byggprogrammet vid

Alströmergymnasiet kopplades in och var med i starten. Kommunens konsulter hade ritat och även gjort akustiska beräkningar. Föreningsmedlemmarna var också i hög grad delaktiga i bygget och bidrog mycket till lokalens utformning, särskilt vad gäller akustik och teknik. Hela scenbygget ombesörjdes av medlemmarna, och alla arbetade ideellt.

Eftersom flera av dem hade tinnitus och andra hörselskador, var de måna om att lokalen skulle få bra akustiska förhållanden och vara lämpad för elektrifierad musik. De beräkningar som kommunens tjänstemän gjort, vad gällde antal takabsorbenter, ansåg föreningen var felaktiga i denna typ av lokal. Det ledde till att de själva köpte in fler absorbenter, till ett värde av 15 000 kr, pengar de hoppas få tillbaka av Alingsås kommun så småningom.

Föreningsmedlemmarna utgick ifrån de erfarenheter de hade från studiobyggen och från allmänna fysikkunskaper – flera av dem hade teknisk högskoleutbildning. De fann också en del information på nätet.

Scenen

För att inte riskera att scenen skulle bli en stor resonanslåda, fylldes den med frigolit. Överst ligger ett lager rockwool, täckt med golvgipsskivor. Ovanpå dessa har man lagt en matta av typ ”inomhusgräsmatta”.

Scenen har ingen kontakt med omgivande väggar. Teorin bakom detta byggsätt är att man vill undvika att sprida vibrationer vidare till väggarna. Väggen bakom scenen är formad som ett konvext V, klätt med begagnade absorbenter som föreningen fann i en container. V-formen hoppas man skall förhindra stående ljudvågor. 15-20 cm från väggen hänger en backdrop av

scenmoltontyg. Även på scenväggarna hänger dessa tyger. Längst upp mot taket sitter absorbenter.

Taket

Lokalen har tre toppiga takfönster, av gammal industrimodell och ett av dessa finns ovanför scenen. Här byggde man ett innertak av enbart regelverk och absorbenter (alltså inga gips- eller spånskivor), och mot fönstren placerades också absorbenter. En sorts dubbel dämpning var vad man ville åstadkomma här. Målet var att få till ett så tydligt scenljud som möjligt, utan reflexer.

I resten av taket sitter absorbenter av samma typ som i scentaket, dock ej mot fönstren.

Väggar

Väggen bakom mixerbåset är klädd med absorbenter och 15-20 cm från väggen hänger scenmoltontyg. Övriga väggar består av odämpade gipsskivor.

Golvet

Golvet var beklätt med en plastmatta.

Ljudteknik

Man har valt att inte hänga upp högtalarna i taket, utan har dem stående vid scenkanten.

Tanken med det är att publikljudet skall vara en blandning av scen- och PA-ljud och att man skall slippa placera mikrofoner ovanför trummorna. Enbart virveltrumma och bastrumma förstärks i någon mån, via mikrofoner. Inget trumljud får läggas i monitorerna.

Föreningen kommer att placera ett staket framför scenen. Detta är under tillverkning hösten 2005. Staketet kommer att vara flyttbart och användas för att förbättra säkerheten, även ur ljudmiljösynpunkt.

Ljudteknikerarbetet

Fabriken har egna ljudtekniker, som är väl införstådda i lokalens förutsättningar och ljudpolicyn i föreningen. Hög aktivitet krävs av teknikern, även när de gästade banden har egen ljudtekniker med. Man har även en särskild modell för soundcheck, där man stänger av PA:t, så att banden skall kunna få fram ett scenljud som påminner om det de har i replokalen. Förstärkarna vrids inåt scenen. Under hösten 2005 kommer ställningar för förstärkarna att finnas på scenen, vilka gör att dessa kommer upp ca 60 cm från golvet. Därmed hoppas man att ljudet skall kunna sänkas, eftersom ljudkällan kommer närmare musikernas öron.

När instrumentljudet är satt, får sångaren soundchecka. Ibland uppstår problem när bandet har eget trumset och egen tekniker. Man överväger att kräva att alla skall spela på föreningens trummor, för att undvika detta. Inget trumskydd används idag.

Ljudmätare

Föreningen har sökt bidrag från kommunen för att köpa in en godkänd ljudmätare. Hittills har KulturUngdoms ljudmätare använts under perioder, för att kontrollera ljudnivåerna.

De flesta uppmätta spelningarna håller sig under riktvärdena. Det skiljer ca 5 dB(A) mellan scenkanten och mixplats.

Fakta

Lokalens mått:

Hela ytan 15 m (längd) x 9 m (bredd)

Scenen ca 3,5 m (djup) x 6 m (bredd)

Takhöjd scenen 2 m

Takhöjd övriga lokalen (mellan fönstren) 2,80 m

Absorberande textil

Att komplettera sin lokal med kraftig textil för väggar och andra hårda ytor är alltid en god investering. Förslag på tyg kan vara ett kraftigt, tätt vävt bomullstyg som ska hänga fritt med distans till väggen. Mattor på scengolv är en annan billig och dämpsynpunkt bra lösning.

En helt ny typ av ljudabsorberande tredimensionellt ulltyg för offentliga miljöer har introducerats på marknaden. Det är ett svenskt litet företag i Västra Götaland som producerar och driver lanseringen (www.acqwool.se). Tyget är testat av Statens provnings och forskningsinstitut. Det är flamsäkert och klassat som ljudabsorbent. Tyget hänger dels på väggyta och dels i dörröppning som absorberande draperi i den nybyggda glasterrassen på Henriksberg.

Information om och byggskiss till hög och sänkbar samt ihopfällbar trumskärm i plywood och plexiglas (konstruerad av ljudtekniker Helena Collett för KulturUngdom, Alingsås)

Under flera års tid har föreningen KulturUngdom i Västra Götaland använt ljuddämpande skydd framför trummorna på konserter, särskilt i små lokaler. Dessa har sett lite olika ut; konstruktioner har prövats och förändrats. Efter att ha testat under lång tid utkristalliserades följande kriterier;

- skyddet skall vara slitstarkt
- ergonomiskt acceptabelt att bära och transportera
- lagom höjd för ändamålet
- inte ge alltför mycket ljusreflexer
- flexibelt
- snyggt på scen

Det trumskydd som ljudtekniker Helena Collett ritat är i två separata sektioner. Varje sektion är tredelad och har gångjärn, vilket möjliggör ihopfällning. Detta gör att de är enkla att bära. Sektionerna kan användas var för sig och vid behov dämpa andra instrument än trummor. Grundmaterialet är plywood, på insidan klädd med perforerad masonit. Mellan de båda lagren finns en spalt, där plexiglas kan förvaras under transport och sedan höjas till lämplig nivå på plats. Höjden anpassas efter behov och kan täcka in cymbaler, om nödvändigt.

För att skyddet skall smälta in på scenen är det svartmålat. KulturUngdom använder det också som reklamplats genom att placera sin logotype på det. Här sätter bara fantasin gränser – trumskyddet kan mycket väl marknadsföra exempelvis bandet, arrangören eller spelstället!

Skyddet har prövats på 40-talet konserter och evenemang i Västra Götalandsregionen under 2005 och det fungerar bra. Vilket ljudnivåsänkning som erhålls är givetvis beroende av hur väl scenen är dämpad. KulturUngdoms tekniker har med tyger som kan användas som backdrop (på bakre scenväggen) där sådan inte finns, för att minska ljudreflexerna och effektivisera trumskyddet.

Ritning till trumskyddet finns i bilaga 7.

HUR OCH VART HAR PROJEKTERFARENHETERNA SPRIDITS?

Redan innan projektet startade rönt projektet stor uppmärksamhet i dagspress (t.ex. Dagens Nyheter, Svenska Dagbladet, Göteborgs-Posten), radio (t.ex. Vetenskapsradio och nyhetsprogram), tv (t.ex. Rapport, Väst-Nytt, Kulturmagasinet), och genom så kallade chattsidor på Internet där sakfrågan diskuterats flitigt. Under projektets gång kallade projektgruppen till två presskonferenser för att informera om fortskridandet och en projektdagbok lades upp i oktober på AMMOTs hemsida www.ammot.se där allmänheten har kunnat ta del av möten och annan uppdaterad information.

SVT UR har gjort inspelningar och intervjuer i lokalen för ett utbildningsprogram om tinnitus och höga ljudnivåer som kommer att sändas i svensk TV under våren 2006.

I lokalen på Henriksberg Takterrass har två informationstavlor (en på svenska och en på engelska) utformats för publik information.

En flyer har utformats för informationsspridning, se bilaga 8.

Projektet har rapporterats på internationell vetenskaplig konferens; The 7th European Federation of Audiology Societies' congress 2005, på Chalmers, Göteborg.

Projektet avrapporterades också vid Bullerriksdagen, v. 43, 2005 i Rikskonserters lokaler vid Nybrokajen 11 i Stockholm.

Den 12:e december 2005 presenterades projektet i Bilbao, då Europeiska Arbetsmiljöbyrån avslutade "EU bulleråret" med Noise Summit Meeting.

Projektet var också pristagare i den Europeiska Arbetsmiljöbyråns tävling "the Good practice award 2005". Prisutdelningen skedde i Bilbao, Spanien samtidigt med The Noise Summit den 12 december 2005.

En magisteruppsats på engelska håller på att färdigställas och kommer också att publiceras som vetenskaplig publikation under våren 2006.

I samverkan med Arbetslivsinstitutet genom "Designåret" och Rikskonserter kallades allmänhet, myndigheter och press till en heldag den 1 juni där projektresultat rapporterades. Till dagen kom drygt 100 personer. Dagen avslutades med en middag och musikalisk afton i den ombyggda lokalen, där tre olika band (bl.a. Midarcondro och Junip) med olika musikstilar spelade.

Under en tredagars arbetsmiljökonferens; Med Musik- Ett helt liv som samarrangerades av Arbetslivsinstitutet och Musikhögskolan i Göteborg den 1-3 november 2005 presenterades projektet vid flera olika föredrag för de 160 deltagarna. Det anordnades också en afton på referenskrogen med middag och musikupplevelse där ca 75 personer från hela landet deltog.

Projektet presenterades under Prevents föreläsningsserie "Bort med Bullret" vid 6 tillfällen under hösten 2005.

Projektet presenterades vid Arbetslivsinstitutets tema SMARTA (Strategier, metoder och arbetssätt för ett fungerande arbetsmiljöarbete), slutseminarium 2005 på Wijks konferensgård, Lidingö. Med på seminariet förutom temats forskargrupper, deltog representanter för svensk industri och näringsliv samt arbetsmarknadens parter.

GODA RINGAR PÅ VATTNET- VAD HÄNDER FRAMÖVER?

Den ombyggda referenslokalen kommer att fungera som utbildningslokal och studieobjekt i olika sammanhang. Två utbildningar är redan planerade och den första, en högskoleutbildning på 5 poäng är inplanerad till den 20 och 24-25 april 2006:

Utbildning - Ljudteknikercertifikat

Musikerförbundet anser att det behövs ett "Ljudteknikercertifikat" för ljudtekniker som arbetar med livemusik för att öka kunskapen om god ljudmiljö och ge teknikerna/musikerna en bättre arbetsmiljö samt bättre ljudmiljö för publik och anställda. Certifieringen kommer även att innebära ett konkurrensverktyg för tekniker och spelställen.

Utbildningen skall integreras i Musikhögskolans ljudteknikerutbildning, men ljudtekniker (och DJ:s) med minst tre års yrkesverksamhet (huvudsaklig sysselsättning) skall kunna nå ljudteknikercertifikat denna väg. Kursen omfattar 40 platser varav samtliga 40st läser en gemensam teoridag, samt en praktikdag

Kursupplägg (2 dagar per termin).

Dag 1. Teori för 40 st. på Musikhögskolan.

Föreläsningar om hörselskador, tinnitus, höga ljudvolym, regelverket, mätteknik och egenkontroll samt juridiska frågor. Föreläsare Arbetslivsinstitutet och andra personer från Akustikprojektet, Svenska Musikerförbundet m.fl.

Dag 2. Praktik för 20 st. på Henriksberg Takterrassen. X2.

Inställning av scenljud, kunskap om lokalens utformning (absorbenter etc.), regelverket, mätteknik och egenkontroll i praktiken går igenom. Föreläsare från Akustikprojektet deltar.

Utbildning – arbetssökande musiker

Under våren 2006 kommer Svenska Musikerförbundet i Göteborg i samverkan med Arbetsförmedlingen att starta en tvåmånaders vidareutbildning för musiker som varit arbetssökande under minst 6 månader. Kursen kommer bland annat att innehålla ett block med arbetsmiljö där referenslokalen kommer att nyttjas.

Studiebesök

Projektet presenterades på Vetenskapsfestivalen 2005 i Göteborg och 2006 förlägger Vetenskapsfestivalen programpunkter på Henriksberg för att lärare och skolelever skall få se och lära om projektet.

Baltic-Nordic Acoustics Meeting "Sound and Vibration" har planerat in ett studiebesök på referenskrogen under kongressen den 9 - 10 november 2006 i Göteborg.

Kontakter

Flera länder har hört av sig (t.ex. Danmark, Tyskland, Frankrike, Lettland, Australien) och vill lära sig mer om projektet samt utbyta information och kunskap.

DISKUSSION

Metoddiskussion

Majoriteten av projektgruppen är yrkes- och fackpersoner med god inblick i musiklivet och dess vida, kulturella värden. Åtta stycken är själva musiker, övriga är musikälskare. Vi är övertygade om att denna insikt är av stort värde för att inte säga nödvändig då man genomför ett projekt som "Akustikprojektet". Vi har valt att fokusera och arbeta för en förbättrad ljudkvalitet för att nå vårt mål med lägre ljudnivåer i klubbmiljö. En annan väg hade kunnat vara att absorbera lokalen, skärma in instrument och att dämpa ljudnivån på mottagarnivå, det vill säga att sätta hörselskydd på. Men vår grundhållning är att en god musikupplevelse och hörselskydd inte hör ihop. De enkla skumproppar, som oftast tillhandahålles av arrangörer, förvränger ljudbilden genom att ta bort mycket av diskantfrekvenserna. Den konstnärliga upplevelse som musiker och ljudtekniker eftersträvar, riskerar då att till stor del gå förlorad. Syftet med de mätningar som gjordes i akustikdelen av detta projekt var dels att ta fram underlag för den akustiska projekteringen, dels att kunna utvärdera inverkan av de akustiska åtgärder som genomfördes. Mätmetoderna som använts i den tekniska och akustiska delen av projektet har varit gängse och har utförts enligt standardiserade metoder.

Enkätundersökningen var svårare att utföra, då vår intention var att låta personerna fylla i den på plats, direkt efter avslutad konsert. Här finns ett par kritiska punkter. Det ena är att enkätbesvararna kunde vara för-informerade om att ett projekt pågick då projektet uppmärksammats i media. Detta kan ha påverkat resultaten, vad avser publikens förförståelse och uppfattning om konsertljudet. Vi som genomförde undersökningen fann dock inte att risken för detta var särskilt stor. Endast någon enstaka person påtalade att hon/han hört att "något var på gång i lokalen".

Den andra kritiska punkten är att de allra flesta var till viss del påverkade av alkohol. Vår uppfattning var ändå att praktiskt taget samtliga som fyllde i enkäten gjorde detta inte bara noggrant utan också under livlig diskussion där de ville utveckla sina personliga upplevelser och synpunkter. Endast en person ångrade sig och valde att inte fylla i enkäten när han såg dess omfattning. Vid frågan om "vad är bra ljudkvalitet för dig?" handlar en hel del av svaren snarare om ljudnivå än ljudkvalitet. Flera svar som "När det inte är för hög volym eller gör ont i öronen, högt och jobbigt" tyder på detta. Med facit i hand vore det troligen bättre om frågor rörande ljudnivå ställdes innan frågorna om ljudkvalitet i enkäten då ljudnivåfråga i

större utsträckning än "ljudkvalitet" är på agendan och kanske just därför felaktigt hamnat under punkten "ljudkvalitet".

När det gäller musikerna så tror vi att enkätifyllandet skedde på ett hastigt och kanske rentav på ett något slarvigt sätt utav ca. hälften av dem. Efter avslutad konsert är många musiker både trötta och euforiska och inte direkt mottagliga att sitta stilla och fylla i en enkät.

Resultatdiskussion

De ljudmätningar av konserter som vi i projektet genomförde på Takterrassen, Henriksberg visade på rejält höga ljudnivåer innan åtgärd av lokalen. Vid jämförelse med Socialstyrelsens riktlinjer riskerade man hörselskada redan efter drygt 7,5 minuter vid scenkanten och efter 1,5 minut vid "värsta ställe", det vill säga framför ena högtalarstacken. För barpersonalen var gränsvärdet överskridet efter 10 minuter enligt Arbetsmiljöverkets riktvärden och för dem var naturligtvis detta en ansträngande arbetsmiljö. Flytten av baren en halvtrappa upp till en inglasad takterrass har inneburit en klart förbättrad arbetsmiljö för deras del och de mätningar som gjordes visade också på en radikalt förbättrad ljudsituation.

Ljudkvaliteten upplevdes också som dålig av vår ljudteknikexpert innan lokalen åtgärdades. Medhörningen på scen var kritiserad av musiker och utrustningen genererade rundgång och oönskad distorsion.

Ett grundläggande problem vid konserter på småklubbar är att just det ljud som genereras på scenen är väldigt starkt och publiken står nära. Detta innefattar ljud från akustiska instrument, som till exempel trummor och bleckblås men även ljud från instrumentförstärkare och monitorer. För att få kontroll över ljudbilden på publikplats, måste ljudteknikern matcha eller överrösta scenljudet med PA-systemet, vilket resulterar i att ljudnivåerna riskerar att höjas och överskrida gällande riktvärden.

Redan i den debatt som föregick detta projekt – framför allt i pressen – förekom argument som att 100 dBA-regeln var omöjlig att klara eftersom till och med ett akustiskt trumset överskred detta gränsvärde. Inga utav våra mätningar har dock visat att trumsetet ensamt har överskridit 100 dB vid publikplats. Vår testtrummis ansåg dock att det hade blivit "stummare" att spela efter det att scenytan klätts med absorbenter. Detta är en akustisk förändring som också kan innebära en risk att trummisen spelar starkare för att erhålla maximal medhörning.

Vi tror dock inte att musiker är unika utan att även de kan vänja sig vid ett nytt ljudförhållande, även om det visst är en träningsfråga. Intressanta data visade sig när vi mätte den ljuddämpande effekten av en trumskärm med olika placering runt ett trumset i ett scenrum klätt med absorbenter. Våra mätningar visade att man redan med en 80 cm hög skärm erhåller en drygt halverad ljudeffekt (4 dBA) ut till publiken. En 80 cm hög skärm torde inte ens få den mest exhibitionistiska trummis att känna sig avskärmad eller utesluten från sina medmusikanter.

Ett annat vanligt förekommande anledning för de höga ljudnivåerna på småklubbar är högtalarplaceringen. Vanligt är att publiken kan gå ända fram till PA-högtalarna som ofta står placerade framme vid scenkant och därmed utsätts för extremt höga ljudnivåer. Med denna placering blir också ljuddämpningen på grund av publiken påtaglig, vilket innebär att den delen av publiken som står längre från högtalarna – och ofta även ljudteknikern – utsätts för en betydligt lägre ljudnivå. Detta innebär vidare att om inte ljudteknikerna har mätutrustning för att kontrollera ljudnivå så höjer han nivån ytterligare på grund av publikdämpningen. För att flertalet i publiken skall bli nöjda skall ljudkvaliteten vara bra och ljudnivån jämn. Högtalarplaceringen högt uppe i taket är mycket viktig för att man ska erhålla en så jämn spridning av ljudet över hela publikytan som möjligt. Med en jämn ljudnivå över hela publikytan kan vi åstadkomma ett upplevelsemässigt ”bra tryck” i musiken för de flesta i publiken utan att riktvärdena överskrids. Vi valde att installera ett distribuerat system med fyra högtalartoppar för att få så jämn ljudnivå som möjligt över hela lokalen. Vi ansåg detta vara det optimala valet i just denna lokal med så pass låg takhöjd. I andra lokaler med högre takhöjd kan andra lösningar såsom s.k. line-arrays vara bättre eller lika bra. De fyra diskant - mellanregisterhögtalarna placerades i taket, två framme vid scenkant och två längre bak i lokalen. För de två längre bak i lokalen fördröjdes ljudet enligt den så kallad ”Haas effekten” för att man som lyssnare skall uppleva att ljudet kommer från scenen även om man står och lyssnar längre bak i lokalen.

Den tidigare högtalarplaceringen på Takterrassen innebar en klar risk att hamna med örat alldeles intill högtalarmembranet och därmed riskera akut hörselskada. En annan faktor som bidragit mycket till en jämnare spridning av ljudnivån över publikytan är fördelningen av olika typer av takabsorbenter. Mätningar visade att ljudtrycksvariationen i lokalen hade minskat från 14 dB till 3 dB efter åtgärd. De nya porösa och tjocka absorbenterna på scenväggar och tak resulterade dessutom i mindre ljudreflektion med 7 dB, på och ut från scen.

Kostnaden för den nya tekniken var hög på grund av val av högklassig utrustning. Detta gjordes avsiktligt då tanken var att lokalen i sin tur kommer att fungera som referens- och utbildningslokal och dels för att inspirera andra verksamhetsutövare till åtgärder. Det finns ingen anledning till att välja en så dyrbar utrustning om man har en begränsad ekonomi och vill rusta sin lokal. En fantastisk och dyrbar utrustning är heller ingen som helst garanti för att ljudnivåerna i sig kan hållas under gränsvärdena om inte de akustiska förutsättningarna åtgärdats i första hand eller om man inte placerar sin scenutrustning och sina högtalare på ett optimalt sätt. Sist men absolut inte minst, en initierad och kunnig ljudtekniker är den person som har volymen och ljudkvaliteten ”i sin hand”. Utan att ha honom/henne ”med på tåget” faller alla åtgärder platt.

Det är ingen tvekan om att höga ljudnivåer på små musikklubbar är vanligt förekommande och att göra tekniska och akustiska ingrepp i klubbmiljön, kräver - förutom varsamhet - kunskap och erfarenhet för ett bra resultat, då det finns många viljor och kulturella värden att ta hänsyn till. Vi som samarbetat i Akustikprojektet skulle vilja ”höja ribban” från att enbart fokusera på *ljudnivåerna* till att mer diskutera och arbeta för en förbättrad *ljudkvalitet*. Musik är en konstnärlig uttrycksform där både givare och mottagare av musiken har höga krav på både återgivning och medhörning. Dessa krav skall i bästa fall kunna balanseras mot myndigheters regelverk som syftar till att ingen skall drabbas av någon fysisk skada av den konstnärliga uttrycksformen. För de musiker som spelar förstärkt musik i denna typ av lokal är nog mest oroliga för intrång på deras frihet att musicera som de vill. Oro för hörselskador kommer nog ofta i andra hand. För att få musiker med sig är det en viktig pedagogisk uppgift att förklara problemen och ge goda exempel på lokaler som fungerar bra både för musiker och publik; att det går att få bra tryck i musiken utan hörselskadliga ljudnivåer.

Inom musikbranschen råder det förutom okunskap om vilka mätmetoder av ljudnivåer som finns, kunskap om hur man rent praktiskt kan sänka ljudnivåerna. Det är inte konstigt att branschen har svårigheter med tanke på den osäkerhet kring mätmetoden som tidigare även funnits även bland flera av landets Miljö- och Hälsokontor. Att vi i Sverige under projektets gång fått nya, av Socialstyrelsen tydliga nationella metoder, för mätning av höga ljudnivåer från musik under konserter ser vi i projektet som positivt och för branschen en ökad tydlighet. Idag kan dessutom i princip ”vem som helst” hyra en kraftfull ljudutrustning utan någon som helst certifikat som visar att personen ifråga har utbildning eller är kompetent att hantera den.

Vi ser ljudteknikern som en central nyckelperson på både mindre och större arrangemang och klubbar. Precis som Musikerförbundet och AMMOT länge ansett så anser vi i projektgruppen att det behövs ett "Ljudteknikercertifikat" för ljudtekniker som arbetar med livemusik för att ökad kunskap om bland annat ljud- och arbetsmiljö och mätteknik. Att öka teknikernas status genom utbildning och "in-house-anställningar, så kan just ljudteknikerna, vid sidan av ett "bra klubbljud", bli ett viktigt konkurrensverktyg för klubbägare och arrangörer.

SAMMANFATTNING

Följande åtgärder genomfördes

- Större scen med rak scenframkant
- Effektiva absorbenter i scentak och på scenväggar
- Trumskärmar 80 cm höga testades och föreslogs
- Olika takabsorbenter för så jämn ljudnivå som möjligt
- Väggabsorbenter vid mixplats och ev vid högtalare för att undvika interferens
- Stativ, bord etc. för god placering av monitorer (placeras delvis på sub-baslådor)
- Baren flyttades ut från konsertlokalen
- Barriär för skyddsavstånd mellan scen och publik byggdes vid scenframkant
- Nya högtalare med toppar (mellan och högfrequens) placerade i tak och infällda i scenframkantens sidor
- Attityder undersöktes bland anställda, musiker och publik

Resultatsammanfattning

- Den akustiska utstrålningen från instrument på scenen har minskats med 3-4 dB över publikytan.
- Läckaget från monitorer och instrumentförstärkare på scen har minskat med ca 7 dB.
- Tack vare den akustiska absorptionen i tak och väggar kring scenen blir inverkan av en akustisk skärm framför exempelvis ett trumset påtaglig, även vid en så låg höjd som 80 cm.
- Ljudvariationen över publikytan, från främre delen vid scenkant till bakre väggen har minskat från ca 14 dB till ca 3 dB.
- Högtalare har placerats mer gynnsamt än tidigare. Detta medför att risken att någon i publiken får en hörselskada på grund av att man har hamnat för nära en högtalare har minimerats.
- Enkätundersökning visade att publik, musiker och anställda är påtagligt nöjda med ljudkvaliteten och ljudnivån efter åtgärd.

REFERENSER

1. Gunderson E, Moline J, Catalano P. Risks of developing noise-induced hearing loss in employees of urban music clubs. *Am J Ind Med.* 1997 Jan;31(1):75-9.
2. Metternich FU, Brusis T. Acute hearing loss and tinnitus caused by amplified recreational music. *Laryngorhinootologie.* 1999 Nov;78(11):614-9.
3. Kähäri K. Kähäri K. Akademisk avhandling: The influence of music on hearing. A study in classical and rock/jazz musicians. Akademisk avhandling, ISBN 91-628-5339-2, Göteborgs Universitet, 2002.
4. Widen SE, Erlandsson SI. Self-reported tinnitus and noise sensitivity among adolescents in Sweden. *Noise Health.* 2004 Oct-Dec;7(25):29-40.
5. Holgers KM, Pettersson B. Noise exposure and subjective hearing symptoms among school children in Sweden.1: *Noise Health.* 2005 Apr-Jun;7(27):27-37.
6. Socialstyrelsens författningssamling; Buller inomhus och höga ljudnivåer. *SOSFS* 1996:7
7. Socialstyrelsens författningssamling; Socialstyrelsens allmänna råd om höga ljudnivåer. *SOSFS* 2005:16 (M)
8. Arbetsmiljöverkets författningssamling; Buller. *AFS* 2005:16.
9. Regeringskansliet. Miljöbalken *SFS* 1998:808
10. Chüden H, Strauss P. Gibt es eine Lärmschwerhörigkeit bei Discjockeys. *Monatsschr. Ohrenheilkd Laryngorhinol,* 1974; 108: 377
11. Axelsson A, Lindgren F. Temporary threshold shift after exposure to pop music. *Scand. Aud.* 1978; 7: 127-135
12. Lindgren F, Axelsson A. Temporary threshold shift after exposure to noise and music of equal energy. *Ear and Hearing* 1983; 4, 197
13. Melnick W. Human temporary threshold shift (TTS) and damage risk. *J of the Acoust. Soc of Am* 1991; 90 (1): 147-154.
14. Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scand J Work Environ Health* 1990; 16 (1): 55-58.
15. SS-EN 61252 Akustik – Specifikation för personburna bullermätare.
16. SS-EN 61672-1 Elektroakustik – Ljudnivåmätare- Del 1: Specifikationer.

BILAGOR

1. Frågeformulär, musiker
2. Frågeformulär, publik
3. Frågeformulär, anställda
4. Kim Kähäris resultatredovisning den 1 juni 2005
5. Alf Berntsons och Johan de Sousa Mestres resultatredovisning den 1 juni 2005
6. Per Sjöstens resultatredovisning den 1 juni 2005
7. Byggskiss till trumskärm
8. Informationsflyer

