



Rapport 2009:1

Musik och höga ljudnivåer – praktiska riktlinjer för musik- och underhållningsbranschen

Projektrapport

Musik och höga ljudnivåer

– Praktiska riktlinjer för musik- och underhållningsbranschen

Bengt Johansson
Enheten för kemiska, mikrobiologiska och fysikaliska faktorer
Arbetsmiljöverket

Juni 2009

Förord

Ljud med höga ljudnivåer kan orsaka överbelastning av hörseln och ge tillfälliga eller bestående hörselskador. Trots att stora insatser har gjorts under många år förekommer höga ljudnivåer fortfarande i många verksamheter. Musik- och underhållningsbranschen är speciell jämfört med annan yrkesverksamhet med höga ljudnivåer genom att musiken är den avsedda produkten av en aktivitet medan i andra branscher höga ljudnivåer oftast är mer eller mindre oönskade bieffekter av aktiviteten. Höga ljudnivåer är också något som många gånger anses vara väsentligt för framförandet. Speciella strategier och lösningar är därför nödvändiga som ger musiken full rättvisa samtidigt som skaderisken för dem som exponeras för musiken elimineras.

Inom branschen finns många kategorier arbetstagare som kan vara utsatta för musik med hörselskadliga nivåer. Det kan exempelvis vara musiker, sångare och andra som uppträder, musiklärare, ljudtekniker och annan teknisk personal, diskjockeys, vaktmästare, bartenders samt säkerhets- och serveringspersonal. För många av yrkesgrupperna gäller att en normal funktion hos hörseln är väsentlig för yrkesutövandet. En hörselskada kan få förödande konsekvenser för det fortsatta yrkesarbetet. Därför är det viktigt att förebygga hörselskador.

Utgångspunkten för arbetet med dessa riktlinjer har varit respekt för den konstnärliga integriteten och att söka lösningar som ger musiken full rättvisa samtidigt som risken för skada för dem som exponeras för musiken elimineras.

Syftet är att ge underlag för ett systematiskt arbete med ljudfrågorna. I huvudsak har innehållet en praktisk inriktning och bör kunna utgöra en del av underlaget för åtgärder som kan behövas för att uppfylla kraven i arbetsmiljölagen och Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller.

Riktlinjerna utgör inte tvingande föreskrifter utan deras funktion är att upplysa om lämpliga sätt att uppfylla kraven, visa på praktiska lösningar och förfaringssätt samt att ge bakgrundsmaterial och hänvisningar.

Inledning

I Europaparlamentets och Rådets direktiv 2003/10/EG om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med buller i arbete sägs bland annat följande:

”I samband med tillämpningen av detta direktiv skall medlemsstaterna, i samråd med arbetsmarknadens parter och i enlighet med nationell lagstiftning och praxis, utarbeta en uppförandekodex med praktiska riktlinjer som skall hjälpa arbetstagare och arbetsgivare inom musik- och underhållningssektorn att uppfylla de rättsliga skyldigheter som fastställs i detta direktiv.”

Mot denna bakgrund gav Arbetsmiljöverket uppdraget till en expertgrupp att utarbeta underlag till sådana praktiska riktlinjer. Utgångspunkten för arbetet har varit respekt för den konstnärliga integriteten och att söka lösningar som ger musiken full rättvisa samtidigt som risken för skada elimineras hos dem som exponeras för musiken. I utarbetandet av underlaget har värdefull information framkommit från många källor, bland annat motsvarande arbetsgrupper i andra länder. Inte minst kollegor i Danmark har frikostigt delat med sig av sin kunskap till expertgruppen.

Arbetsgruppen har haft följande medlemmar:

Stig Arlinger, professor, Hälsouniversitetet i Linköping, projektansvarig
Johanna Bengtsson Ryberg, med.dr., Socialstyrelsen, Stockholm
Björn Hagerman, docent, Karolinska institutet, Stockholm
Anders Kjellberg, professor, Högskolan i Gävle
Kim Kähäri, med.dr., forskare, Örebro Universitet
Ulf Landström, professor, Högskolan i Gävle
Torben Poulsen, lektor, Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, Danmark

Det första steget i arbetet om hörselskaderisker för personer verksamma inom musik- och underhållningsbranschen, resulterade i en kunskapsöversikt som finns tillgänglig via Arbetsmiljöverkets webbplats:

www.av.se/dokument/Teman/buller/musikerrapport_3.pdf

I det efterföljande arbetet har uppgiften fokuserats på att beskriva olika vägar för att reducera risken för hörselskada.

Arbetsgruppens underlag har i den här rapporten bearbetats av Arbetsmiljöverket och anpassats till verkets föreskrifter.

Eftersom förutsättningarna är olika för olika yrkesgrupper och olika musikformer är rapporten delvis uppdelad med hänsyn till detta. Även om enbart vissa yrkesgrupper är omnämnda bör informationen också vara användbar för andra yrkesgrupper och musikformer.

Dokumentet består av ett antal separata avsnitt. De första ger översiktlig kunskap om hörseln, akustiska begrepp, ljud och ljudutbredning, ljudmätning samt hörselskydd. Sedan följer två avsnitt om regler och systematiskt arbete med ljudfrågorna. De avslutande

avsnitten har fokus på olika yrkesgrupper inom musik- och underhållningsbranschen och behandlar bland annat riskbedömning och åtgärder avseende dämpning av ljudkällor, arbetsplanering, rumsakustik och skärmar.

Rapporten behandlar ljudfrågorna ur ett arbetsmiljöperspektiv. I de flesta fall där musik spelas finns det naturligtvis också en publik. Även om materialet i vissa delar är tillämpligt på publikens ljudexponering så omfattas denna av annan lagstiftning. Mer information om detta finns på Socialstyrelsens webbplats:

<http://www.socialstyrelsen.se>

► *Via Internet finns ett antal dokument tillgängliga som kan ge ytterligare värdefull information:*

Guide för bullerbekämpning inom musik- och underhållningssektorn – finsk (svenskspråkig) vägledning:

http://osha.europa.eu/fop/finland/fi/good_practice/fyysinen_tyoymparisto/taulukko/bullerbekampning.pdf

Sound Advice – Music and entertainment sector working group - engelsk mycket detaljerad rapport: <http://www.soundadvice.info/>

Noise and hearing loss in musicians – kanadensisk rapport:

<http://www.cher.ubc.ca/PDFs/MusiciansFinalRevised.pdf>

Behold hørelsen & hold arbejdsmiljøloven – Dansk vägledning:

<http://www.bar-service.dk/Default.aspx?ID=791>

Innehåll – *Samtliga kapitel*

1	Hörseln	7
2	Nivåer och decibel.....	17
3	Ljudutbredning	21
4	Ljudmätning	29
5	Hörselskydd	33
6	Regler	41
7	Systematiskt arbete med ljudfrågorna	47
8	Symfonimusiker	55
9	Rock-, pop- och jazzmusiker	73
10	Musiklärare	87
11	Spelställen	97

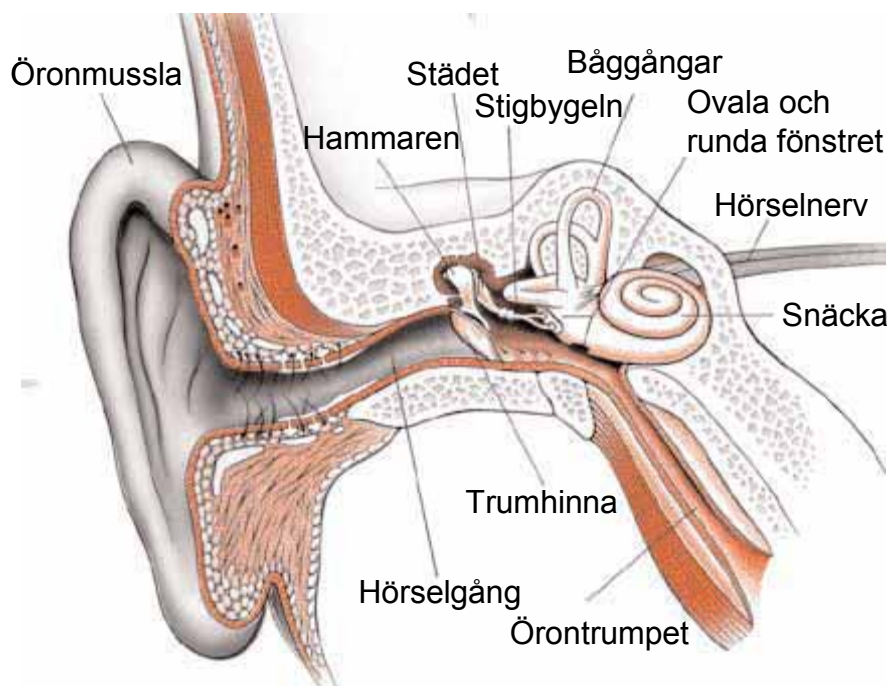
1. Hörseln

Innehåll

1.1	Hörselsinnet	8
1.1.1	Ytterörat	8
1.1.2	Mellanörat	9
1.1.3	Innerörat	9
1.1.4	Hörselnerv och centrala hörselbanor	10
1.2	Hörselskador	10
1.2.1	Bullerskador	10
	<i>Både styrka och tid har betydelse</i>	<i>10</i>
	<i>Musik och hörselskador</i>	<i>11</i>
	<i>Tillfällig hörselskada</i>	<i>12</i>
	<i>Permanent hörselskada</i>	<i>12</i>
	<i>Hörapparater</i>	<i>13</i>
	<i>Tinnitus</i>	<i>13</i>
	<i>Hyperakusis</i>	<i>13</i>
	<i>Diplakusis</i>	<i>14</i>
1.3	Hörselmätning	14
1.3.1	Tonaudiometri	14
1.3.2	Tympanometri	15
1.3.3	Otoakustiska emissioner	15
1.4	Hörselvård	15

1.1 Hörselsinnet

Hörselsinnet är det sinne som reagerar på ljud inom det hörbara området mellan cirka 20 och 20 000 Hz (svängningar per sekund). Ljuden uppfångas och omvandlas till nervsignaler i hörselorganet. Signalerna leds sedan via hörselnerven in i hjärnstammen och hjärnbarken. Det är först när signalerna når hjärnbarken som vi hör, dvs. uppfattar, upplever, tolkar och reagerar på ljud. Själva hörselorganet brukar indelas i tre delar; *ytterörat*, *mellanörat* och *innerörat*.



Figur 1.1 Örats schematiska uppbyggnad.

1.1.1 Ytterörat

Ytterörat består av öronmusslan och hörselgången. Ytterörat har viktiga ljudegenskaper och kan ses som en ljuduppfångande och ljudförstärkande del. Genom att ytterörats dimensioner är ganska små har det ingen nämnvärd inverkan på ljud med låg frekvens (= lång våglängd) men för frekvenser över cirka 1 000 Hz påverkar det tillsammans med ljudreflexer i skallen det ljudtryck som träffar trumhinnan på ett väsentligt sätt. I de olika håligheter och kanaler som öronmusslan uppvisar reflekteras ljud och detta reflekterade ljud kan samverka med eller motverka det ljud som går rakt in i hörselgången. Härigenom får vi en påtaglig färgning av ljudbilden beroende på öronmusslans ljudegenskaper. Denna färgning är olika beroende på från vilken riktning ljudet kommer.

Hörselgången som på en vuxen person är i genomsnitt cirka 3 cm lång fungerar som en liten orgelpipa som ger en förstärkning av ljudet vid och runt cirka 2 500–3 000 Hz. Förstärkningen inne vid trumhinnan är i genomsnitt av storleksordningen 12–15 dB. I individuella öron kan den dock vara uppåt 10 dB större eller mindre beroende på vilken exakt form hörselgången har. Denna variation är sannolikt en av flera faktorer som gör att olika individer är olika känsliga för att drabbas av hörselskada från starka ljud.

Förmågan att höra varifrån ljud kommer bygger till stor del på att vi har två öron och att hjärnan kan utnyttja även mycket små skillnader i styrka och ankomsttid mellan de ljud som når de två öronen. Men när ljudkällan är rakt framför eller rakt bakom eller rakt ovanför lyssnaren finns ingen skillnad mellan ljudet som når vänster och höger öra. Då är den riktningsberoende färgningen som öronmusslan åstadkommer till nytta.

När man sätter på hörselkåpor eller sätter in hörselproppar förändras ytterörats ljudegenskaper vilket påverkar förmågan att avgöra varifrån ljud kommer. Det beror på att hjärnan är van vid att tolka den ljudbild som ytterörat normalt skapar. Det är främst förmågan att höra skillnad mellan ljud som kommer bakifrån eller framifrån som störs.

1.1.2 Mellanörat

Mellanörat är en luftfylld hålighet med ett mekaniskt system som börjar med trumhinnan, ett tunt, lätttröligt membran som sätts i svängning av ljudets tryckvariationer på samma sätt som membranet i en mikrofon. Svängningarna överförs via hörselbenskedjan – hammaren, städet och stigbygeln – till det ovala fönstret, som är täckt av ett lätttröligt membran och som utgör ingången till det vätskefyllda innerörat. Mellanörats konstruktion är viktig för att åstadkomma en effektiv ljudöverföring från luften i hörselgången till vätskan i innerörat.

För att trumhinnan ska kunna svänga så lätt som möjligt måste lufttrycket i mellanörat vara ungefär lika stort som lufttrycket i hörselgången. Detta sköts genom örontrumpeten, en smal kanal från mellanörats hålighet ner till näshålan. Normalt är denna kanal stängd men öppnas kortvarigt nu och då när man sväljer eller gäspar och ser då till att utjämna eventuella tryckskillnader.

På stigbygeln sitter en liten muskel som aktiveras när man utsätts för relativt kraftiga ljud – normalt handlar det om ljudnivåer i området 70–90 dB och däröver. När muskeln aktiveras dämpas ljudöverföringen via stigbygeln till innerörat vilket har en väsentlig betydelse för att skydda örat från hörselskada när det utsätts för starka ljud. Det tar emellertid en viss tid innan muskeln reagerar vilket innebär att den inte hinner dämpa korta impulslyd utan bara ljud som varar lite längre. Även när det gäller muskelns funktion finns förmodligen stora individuella variationer, vilka bidrar till den varierande känsligheten att skadas av starka ljud.

Ur lyssningssynpunkt innebär den sammandragna muskeln att basljud dämpas mer än diskantljud. Dessutom orsakar den sammandragna muskeln viss färgning av ljudet av typ ”rumble” (brummande överlagring) genom att muskeln har en viss darrning i sin sammandragningsdragning. Detta gör att dämpningen inte blir helt konstant i tiden utan småtaggig.

1.1.3 Innerörat

Innerörat består av två delar, nämligen balansorganet med båggångarna och det egentliga hörselorganet som också kallas snäckan på grund av sin form. Snäckan är cirka 30 mm lång från sin bas till toppen om man rullar ut den. Den är uppdelad i tre parallella kanaler som är åtskilda av tunna elastiska membran. I en av kanalerna finns de så kallade hårcellerna som omvandlar ljud till nervsignaler. Totalt finns cirka 15 000 hårceller och varje hårcell har en diameter som är mindre än en hundraedels millimeter. På varje hårcells topp finns 100–200 små fina hår, så kallade cilier. När ovala fönstret sätts i svängning utbreder sig en ljudvåg i snäckan varvid hårcellerna retas och påverkar hörselnerven med resultatet att elektriska impulser överförs via nervceller till hjärnan.

I snäckan görs också en frekvensuppdelning av ljudet genom att höga frekvenser påverkar hårcellerna nära ovala fönstret medan påverkan från låga frekvenser sker nära snäckans topp. Man kan säga att varje position i snäckan har specifikt ansvar för sin lilla del av det totala frekvensområdet. En avgränsad skada på en del av snäckan kan därför drabba en del av frekvensområdet selektivt medan hörseln kan fungera ganska normalt i andra delar av frekvensområdet.

1.1.4 Hörselnerv och centrala hörselbanor

Hörselnerven utgörs av storleksordningen 30 000 enskilda nervtrådar som förbinder hörselcellerna i snäckan med hjärnstammen och de centrala hörselbanorna. När nervsignalerna från hörselcellerna når hjärnbarken uppstår det medvetna uppfattandet, hörandet, lyssnandet. Det är då signalernas information tolkas och leder till förståelse, upplevelse och reaktion. Olika delar av hörselcentra i hjärnbarken har olika funktion. Hos de flesta människor är förmågan att uppfatta och förstå tal främst belägen i den vänstra hjärnhalvan medan vid musikupplevelser är båda halvorna delaktiga. Upplevelse av tonhöjd och melodi är främst förlagd till höger hjärnhalva och rytm till vänster hjärnhalva.

1.2 Hörselskador

Hörselskador kan bestå av olika komponenter. Det man i första hand tänker på är *hörselnedsättning*, vilket innebär att hörseln drabbats av minskad känslighet: ljud måste vara starkare än normalt för att höras. Vanligen drabbar det främst diskantljud. Ett annat inslag i hörselskadan är *tinnitus*, som innebär att man hör ett konstant ljud – ton eller brus – trots att inget akustiskt ljud kommer in i örat. Ytterligare en form av skada som kan uppstå är överkänslighet för ljud, *hyperakusis*, som innebär att ljud redan av ganska måttlig styrka upplevs som obehagligt starka. Ett fjärde inslag i hörselskadebilden är förvrängning, *distorsion*, kvalitetsförsämringar i hörseln. Även när ljud är tydligt hörbara hörs de med sämre kvalitet på grund av skadan i örat.

1.2.1 Bullerskador

Bullerskador är ett begrepp som representerar de skador hårceller i innerörat drabbas av genom överbelastning av för starka ljud under för lång tid. Skadorna kan ske på olika sätt. De små fina håren på hårcellernas topp kan knäckas eller anta onormala former. Cellen kan också förstöras helt och ersättas med ärrvävnad. Om man utsätts för extremt höga ljudnivåer som till exempel vid detonationer eller skjutning kan man drabbas av en omedelbar mekanisk skada i form av att de tunna elastiska membranerna som omger hårcellerna slits av.

Både styrka och tid har betydelse

Risken för hörselskada anses för de flesta individer vara försumbar för ljudnivåer under cirka 80 dB(A) oavsett hur lång tid exponeringen pågår. Vid högre ljudnivåer ökar risken för skada med stigande nivå och ökande exponeringstid. Risken anses kopplad till den sammanlagda ljudenergi "ljuddos" som örat utsätts för under ett arbetspass. Det innebär att för varje 3 dB som ljudnivån höjs måste exponeringstiden minskas till hälften för att inte skaderisken ska öka. Således innebär enligt denna princip 85 dB under 8 timmar per arbetspass samma risk som 88 dB under 4 timmar eller 91 dB under 2 timmar osv.

Exempel på förhållandet mellan ljudnivå och tid visas i tabell 1.1 som utgår från en ekvivalent ljudnivå på 85 dB(A) under en åttatimmars arbetsdag.

Ekvivalent ljudnivå dB(A)	Exponeringstid per 8-timmarspass
85	8 tim
88	4 tim
91	2 tim
94	1 tim
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	4 min
109	2 min
112	1 min

Tabell 1.1 Exempel på förhållande mellan ljudnivå och exponeringstid.

Impulsljud, till exempel slagljud, kan utgöra en särskild risk för hörselskada. Det kan räcka med enstaka, tillräckligt starka, knallar för att man ska få en bestående hörselskada.

Om en bullerexponering är intermittent, dvs. består av avsnitt med höga ljudnivåer omväxlande med väsentligt tystare avsnitt, belastas hörseln mindre än när man exponeras för samma bullerdos i en sammanhängande exponering. Hörseln hinner återhämta sig under de tystare avsnitten, och denna *hörselvila* minskar alltså risken för hörselskada. Tyvärr finns inte tillräckligt detaljerad kunskap för att man ska kunna ta hänsyn till detta när man mäter upp den aktuella exponeringen.

Musik och hörselskador

När man talar om bullerskador associerar man ofta till bullrande verkstäder och slamrande smedjor. Under senare år har emellertid också risken för hörselskada vid exponering för musik studerats och diskuterats. Resultaten av dessa studier visar att musik precis som andra ljud kan åstadkomma hörselskada, men att risken att skadas efter exponering för en viss bullerdos musik sannolikt är något mindre än efter exponering för samma dos i form av verkstadsbuller. Man har självklart sökt en förklaring till detta men inte funnit någon säker sådan. En teori som framförts är att ljud som lyssnaren uppskattar skulle innebära mindre risk för skada än ljud man ogillar. Den teorin har dock inte kunnat bevisas.

För personer som yrkesmässigt arbetar med musik och exponeras för höga ljudnivåer under relativt lång tid – upprepade mer eller mindre dagligen – är risken för hörselskada viktig att ta hänsyn till. Detta är viktigt för att deras yrkesutövning förutsätter god hörsel och en bullerskada kan försvåra eller omöjliggöra fortsatt arbete i musikbranschen.

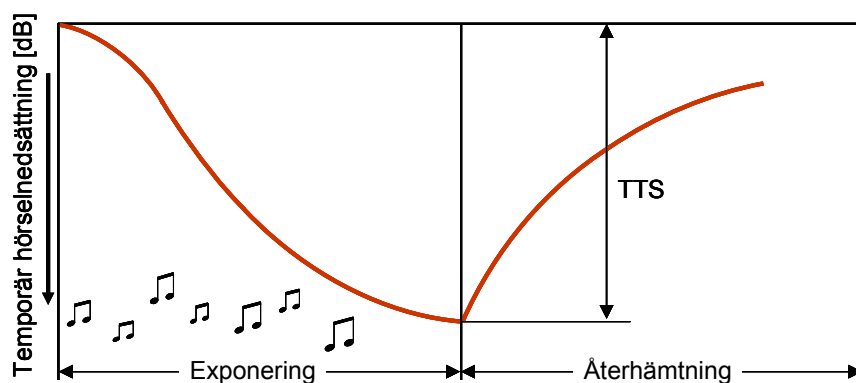
Oavsett orsaken till en bullerskada har erfarenheten visat stora individuella variationer i känslighet. Vissa personer kan ha utsatts för kraftig exponering under lång tid utan påvisbar skada medan andra redan efter ganska måttlig exponering drabbats av en besvärande hörselpåverkan. Sannolikt orsakas denna individuella variation av många faktorer i hörselorganet. Tyvärr saknas metoder för att i förväg avgöra om en viss person är mer eller mindre känslig i detta avseende. För en person som i sin yrkesutövning är beroende av god hörsel är det därför viktigt att utgå från att skaderisken är påtaglig och hellre ta det säkra före det osäkra.

► Mer att läsa om musiker och hörselskador finns i rapporten *Musik, musiker och hörsel* på http://www.av.se/dokument/Teman/buller/musikerrapport_3.pdf

Tillfällig hörselskada

Direkt efter en kraftig bullerexponering upplever man typiskt en lockkänsla, nedsatt hörsel och susningar eller ringningar i öronen, så kallad tinnitus. Oftast försvinner lockkänslan och ringningarna efter en tid och även hörselnedsättningen – det handlar om en temporär hörselnedsättning, TTS (Temporary Threshold Shift). Dessa fenomen visar att örat utsatts för mera ljud än det mår bra av och ska tolkas som varningssignaler (se figur 1.2).

När den temporära nedsättningen pågår innebär den försämrad kvalitet i hörselupplevelsen, ungefär som vid permanent skada i snäckan. Den drabbade har sämre utbyte av musiken och också sämre precision i upplevelsen av det egna spelandet.



Figur 1.2 Illustration av temporär hörselnedsättning under bullerexponering samt återhämtning i bullerfri miljö.

Permanent hörselskada

Om exponeringen upprepas kan det innebära att örat så småningom inte förmår återhämta sig utan drabbas av en permanent hörselnedsättning, PTS (Permanent Threshold Shift). Risken är också stor att susningarna eller ringningarna i öronen blir permanenta. Det har visat sig att inte minst i samband med exponering för musik på hög ljudnivå under längre tid, så är tinnitus ett ökande problem.

Hörselnedsättning orsakad av att man utsatts för alltför starka ljud drabbar typiskt framför allt diskantområdet. Figur 1.3 visar ett exempel på en uttalad bullerskada med nedsättning ända till 70 dB vid 4 kHz men med normala hörtrösklar i bas och mellanregister.



Figur 1.3 Uttalad diskantskada orsakad av buller där audiogrammet visar en nedsättning till 70 dB i diskantområdet med maximum vid 4 kHz medan lågfrekvensområdet uppvisar helt normala hörrösklar.

Hörapparater

Hörapparater är hjälpmedel för hörselskadade som kan kompensera för hörselnedsättningen men har begränsad möjlighet att hantera de olika former av förvrängning som skadan medför. Hörapparater ger väsentlig hjälp men återskapar inte normal hörsel.

Tinnitus

Tinnitus innebär ljudupplevelse utan att det finns något verkligt ljud. Sannolikt är den bakomliggande orsaken en skada på hårceller eller nervceller. Denna skada alstrar en aktivitet i hörselbanorna som normalt bara uppkommer som följd av ett yttre ljud som aktiverar sinnesorganet. När denna onormala aktivitet når hjärnan tolkas den som ett ljud, eftersom hjärnan inte vet vad som åstadkommer aktiviteten. Tinnitus förekommer som nämnts ofta som inslag i en bullerskada men uppträder också i samband med hörselskador av annan orsak och kan ibland finnas utan att en mätbar hörselnedsättning kan påvisas. Även personer som drabbats av total dövhet kan ha tinnitus, som då är extremt besvärande eftersom det aldrig överröstas av några yttre ljud. Tinnitus kan i många avseenden liknas vid kronisk smärta, som kan orsakas av onormal aktivitet i nervtrådar, vars smärtreceptorer skadats och därför på egen hand alstrar onormal nervaktivitet.

Någon garanterat effektiv metod att bota tinnitus finns inte idag. För många är en lagom ljudrik miljö en fördel eftersom ljuden överröstar tinnitusupplevelsen. Generellt gäller att tystnad är den sämsta ljudmiljön för en tinnitusdrabbad eftersom då tinnitus blir helt dominerande och den drabbades uppmärksamhet helt fixeras vid detta. Vid Psykologiska institutionen vid Uppsala universitet har man med viss framgång arbetat med så kallade kognitiva psykologiska metoder för att behandla patienter som lider av svår tinnitus.

Hyperakusis

Hyperakusis betyder överkänslighet för ljud och definieras som abnormt stark reaktion på ljud redan vid måttlig ljudnivå. Ofta men inte alltid förekommer det tillsammans med tinnitus. Hyperakusis kan möjligen ha sin grund i att innerörat överreagerar på ljud men den mest troliga förklaringen är överreaktion på högre nivå i det centrala nervsystemet. Precis som för tinnitusdrabbade personer gäller att den helt tysta miljön är den sämsta miljön eftersom den inte ger hjärnan underlag för att omprogrammeras till att acceptera också starkare ljud.

Diplakusis

Diplakusis betyder dubbelhörande och innebär en form av förvrängd hörselupplevelse som kan vara mycket besvärande för en musiker. Den kan vara ensidig eller dubbelsidig. Den ensidiga varianten yttrar sig i att en fysikaliskt ren ton i vissa register uppfattas som två toner i kombinationer som kan vara mycket disharmoniska. Den dubbelsidiga innebär att en och samma ton upplevs ha olika tonhöjd när den presenteras till vänster respektive höger öra. När tonen presenteras till båda öronen kan alltså också här disharmoniska tonhöjds-kombinationer uppstå som kan vara mycket besvärande när man lyssnar på musik.

► *Länkar till mer information om hörsel och hörselskador:*

Artister och Musiker MOt Tinnitus, AMMOT: <http://www.ammot.se/>

Skyddsnätet: http://www.skyddsnatet.se/templates/Article_6093.aspx

Artist- och Musikerhälsan: <http://www.artist-musikerhalsan.se/index.htm>

HEARNET: <http://www.hrf.se>

Tinnitus Organisation: <http://www.tinnitus.org/>

Hörselhälsa: <http://www.av.se/dokument/teman/buller/horselhalsa.pdf>

Hear-It: <http://www.hear-it.org/>

Sjukvårdsrådgivningen:
<http://www.sjukvardsradgivningen.se/artikel.asp?CategoryID=21190>

Hörselskadades Riksförbund: <http://www.hrf.se/templates/StartPage.aspx?id=2039>

Hyperakusis-nätverk: <http://www.hyperacusis.net/>

1.3 Hörselmätning

Ett stort antal olika sätt att undersöka och beskriva hörselns funktion finns tillgängliga. Många bygger på att lyssnaren är aktivt medverkande och på något sätt ska reagera på eller bedöma en presenterad ljudsignal. Andra är akustiska metoder för att mäta vissa egenskaper i mellanörat eller innerörat. Andra åter baserar sig på att registrera svaga elektriska signaler som alstras av hörselnerven och de centrala hörselbanorna vid ljudstimulering och som kan registreras med elektroder på skallens yta med speciell elektronisk utrustning. Här ska bara några av dessa metoder beröras.

1.3.1 Tonaudiometri

Den vanligaste formen för att mäta och beskriva hörselns funktion är tonaudiometri, där resultat presenteras grafiskt i ett tonaudiogram. Vid denna undersökning presenteras sekundlånga tonpulser vid standardiserade frekvenser i området 125–8 000 Hz och man bestämmer lyssnarens hörtrösklar, dvs. lägsta hörbara ljudnivå för testtonerna. Hörtrösklarna anges i decibel hörselnivå, dB HL. I denna skala motsvarar noll dB den genomsnittliga hörtröskeln för en stor grupp unga öronfriska lyssnare. Ett normalt ton-audiogram är således en kurva som ligger på eller i närheten av noll över hela frekvens-området. Signalerna pres-

enteras via hörtelefoner till ett öra åt gången så att varje öras frekvensberoende känslighet kan redovisas separat. I vissa fall utnyttjar man också en liten vibrator, kallad bentelefon, för att presentera testsignalerna som vibration direkt till skallens ben. Vibratorn placeras bakom ytterörat, och denna presentationsform ger ett mått på hörselns känslighet från snäckan och uppåt som är närmast oberoende av mellanörats tillstånd. Genom att jämföra resultaten från hörtelefon och från bentelefon kan man bedöma om en skada är belägen i mellanörat eller har drabbat snäckan och/eller hörselnerven.

Ett tonaudiogram som ligger inom området som representerar normal hörsel är inte en garanti för att örat är helt oskadat. Normalområdet är ju definierat genom undersökningar på många unga öronfriska människor som uppvisar variationer beroende på exempelvis olika detaljform hos ytteröra, hörselgång, mellanöra osv. Gränsen mellan normal och nedsatt hörsel är alltså satt efter sådana variationer och också efter den begränsade precision som mätmetoden har. Exempel på personer med normalt audiogram men ändå skadad hörsel är sådana som drabbats av ringningar – tinnitus – men där hörselprovet uppvisar hörtrösklar inom normalområdet.

1.3.2 Tympanometri

Tympanometri är en metod för att undersöka mellanörats tillstånd. En mätsond placeras tätt i hörselgången och genom den presenteras en testton i hörselgången. Lufttrycket i hörselgången varierar med en pump. Om mellanörat är luftfyllt och trumhinnan hel, varierar ljudnivån från testtonen med lufttrycket i hörselgången så att ljudnivån är lägst när hörselgångstrycket är lika stort som lufttrycket inne i mellanörat. Detta beror på att vid lika tryck överförs ljudet från hörselgång till mellanöra effektivast. På detta sätt kan man bedöma mellanörats och örontrumpetens funktion.

1.3.3 Otoakustiska emissioner

En ganska ny undersökningsmetod bygger på de yttre hårcellernas förmåga att reagera på inkommande ljud genom att svänga med i samma mönster som det inkommande ljudet. Detta fenomen kallas för otoakustiska emissioner, OAE. Från en mätsond i hörselgången skickas ett kort klickljud in i örat. När det når de yttre hårcellerna sätts de i svängning, ett svar som alstras successivt utefter snäckans längd allt eftersom ljudvågen från klicken breder ut sig. Hårcellernas svängningsrörelser är en aktiv ljudkälla vars svaga ljud kan registreras med en mikrofon i sonden i hörselgången 5–20 millisekunder efter att klicken alstrades som tecken på att normalt fungerande yttre hårceller finns i snäckan. Metoden används för att undersöka hörseln hos nyfödda spädbarn men har också ett värde i samband med diagnoser av lätta bullerskador.

1.4 Hörselvård

I likhet med andra yrkesgrupper som exponeras yrkesmässigt för höga ljudnivåer som kan innebära risk för hörselskada ska musiker och andra inom underhållningsbranschen erbjudas hörselundersökningar med lämpligt intervall (se avsnitt 6 om regler).

Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare/arbetsledning. Varje hörselundersökning innebär att den undersökte får klara fakta att förhålla sig till när det gäller sin hörselstatus.

Hörselundersökning genomförs lämpligen första gången i samband med nyanställning. Därefter kan regelbundna undersökningar företas med ett till tre års intervall. Det längre tidsintervallet kan tillämpas vid dagliga bullerexponeringsnivåer på omkring 80–85 dB(A). Vid högre nivåer kan undersökningarna behöva upprepas oftare.

Viktigt är att hörselkontrollerna görs av kunnig personal och med adekvat utrustning. Mätningen utförs i ett väl ljudisolerat mättrum, där försökspersonen placeras under testet med undersökaren utanför, med en korrekt kalibrerad audiometer och av en utbildad testare som använder standardiserad metodik.

Den normala mätmetoden för att bedöma hörselstatus är tonaudiometri, dvs. bestämning av hörtrösklar för rena toner i frekvensområdet 125–8 000 Hz. Hörselundersökningen bör också innefatta bedömning och journalföring av andra eventuella hörselproblem utöver hörselnedsättning såsom förekomst av tinnitus, ljudöverkänslighet, upplevelse av ljudförvrängning etc.

Vid resultat som avviker från vad som är rimligt med hänsyn till den undersöktes ålder och andra kända fakta remitteras den undersökte till specialistvård. Det är också viktigt att den undersökta personen får fullständig information om resultatet av hörselundersökningen.

- Mer information om hörselmätningar och hörselvård finns i skriften "Utvärdering av hörselvårdsprogram: http://www.av.se/teman/buller/Mer_information/

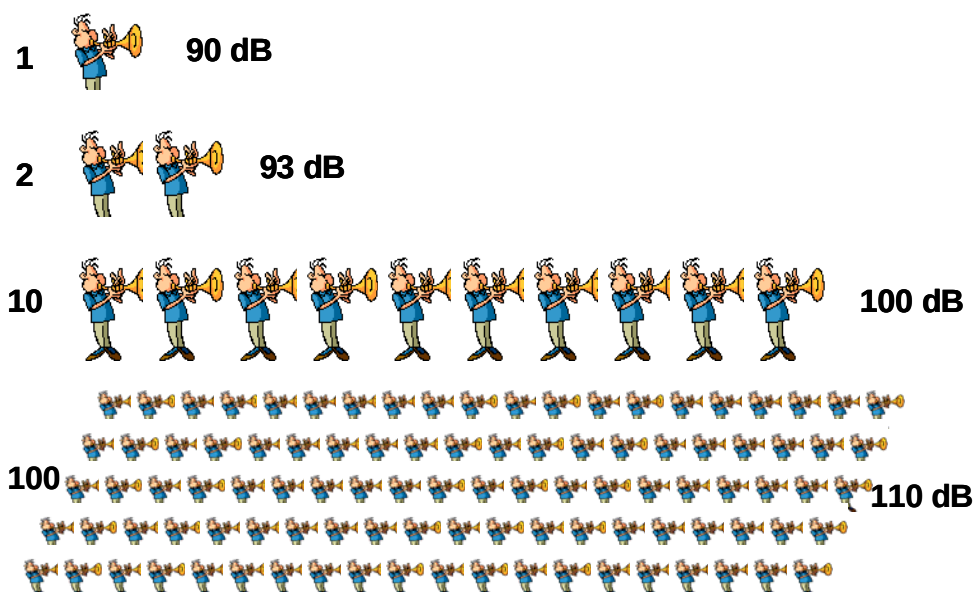
2. Nivåer och decibel

Innehåll

2.1	Decibelskalan	18
2.2	Vägningsfilter	18
2.3	Genomsnittlig nivå.....	19
2.4	Tidskonstant.....	20

2.1 Decibelskalan

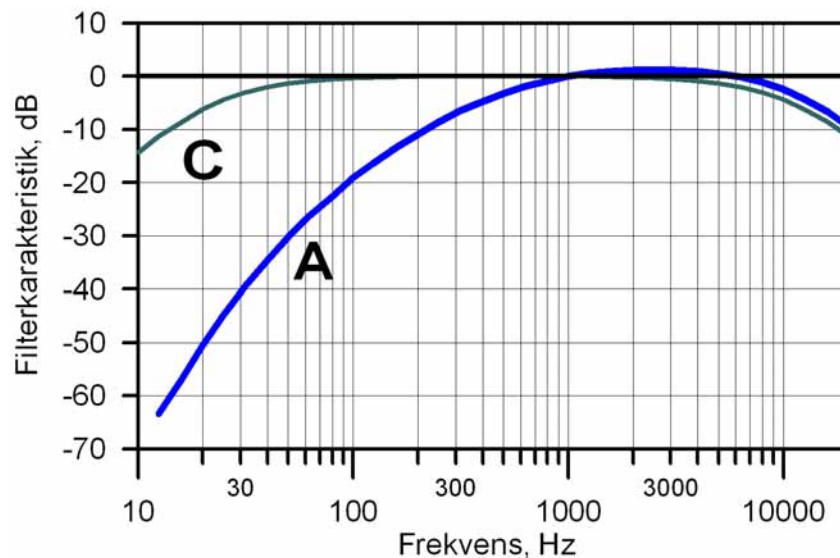
Det vi uppfattar som ljud är tryckvariationer i luften, vilka sätter trumhinnan i svängningar. Från trumhinnan överförs ljudet via hörselbenen till hörselsnäckan där det omvandlas till elektriska signaler som går vidare till hjärnan. Örat kan hantera ljudtryck inom ett mycket stort område. För att täcka in örats stora arbetsområde används en speciell skala för att beskriva hur starkt ljudet är. Resultatet – ljudtrycksnivån (L_p) – anges då i decibel (dB). På grund av den speciella skalan gäller att två lika starka ljudkällor ger 3 dB högre ljudtrycksnivå än enbart den ena källan. Tio lika starka ljudkällor ger 10 dB högre nivå och hundra lika starka ljudkällor 20 dB högre nivå.



Figur 2.1 Exempel på hur decibelskalan fungerar.

2.2 Vägningsfilter

Människans öra är olika känsligt för olika frekvenser. För att efterlikna den mänskliga hörseluppfattningen innehåller ljudnivåmätare så kallade vägningsfilter som ger en frekvensberoende dämpning av mikrofonsignalen. Figur 2.2 visar frekvensgången hos de två vanligaste vägningsfiltren. Vid ljudmätning avsedd att uppskatta hörselskaderisken används vanligen A-filtret som i huvudsak dämpar de lägre frekvenserna. Vid mätning av impulsljud används dock C-filtret.



Figur 2.2 Frekvensgång hos vägningsfilter A och C.

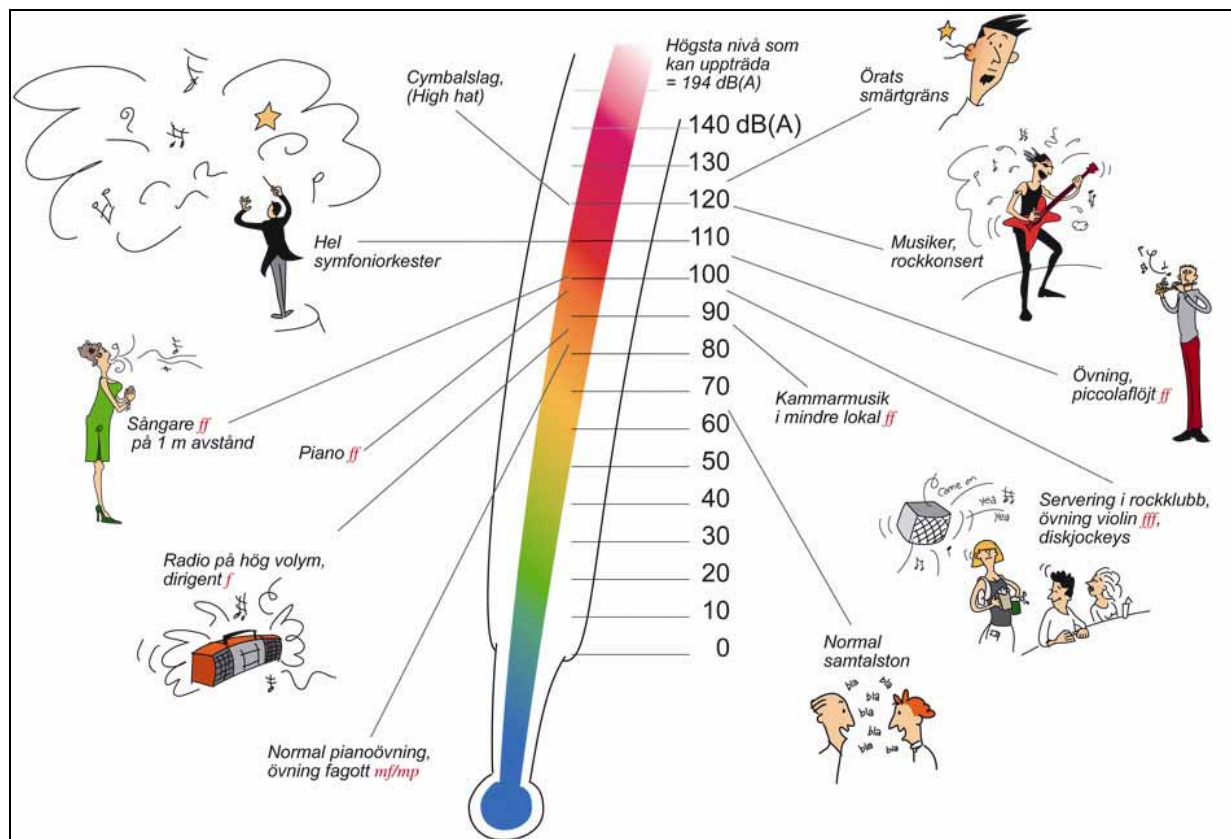
Mätresultatet när A-filtret används anges som *A-vägd ljudtrycksnivå* (L_{pA}) i dB eller alternativt som *ljudnivå i dB(A)*. När C-filtret används anges resultatet som *C-vägd ljudtrycksnivå* (L_{pC}) i dB eller alternativt *ljudnivå i dB(C)*.

2.3 Genomsnittlig nivå

I de flesta miljöer varierar ljudets nivå med tiden. För att ta hänsyn till det använder man en form av genomsnittlig ljudtrycksnivå, så kallad *ekvivalent ljudtrycksnivå*. Om mätning görs med A-filtret anges resultatet som *ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå* (L_{pAeq}) i dB eller alternativt *ekvivalent ljudnivå i dB(A)*.

För bedömning av hörselskaderisk är den totala ljudenergin man utsätts för under arbetsdagen viktig. Som mått på detta används den dagliga *bullerexponeringsnivån*, $L_{EX,8h}$ som gäller för en åttatimmars arbetsdag. Den beräknas med utgångspunkt från uppmätt ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå och den tid man utsätts för denna nivå under arbetsdagen.

- Den dagliga bullerexponeringsnivån kan uppskattas med hjälp av poängberäkningsmetoden i kapitel 7 eller beräknas genom att använda kalkylatorn som finns på:
<http://www.av.se/teman/buller/Ljudmatning>



Figur 2.3 Några exempel på ljudnivåer.

2.4 Tidskonstant

Hörselsinnet behöver upp till något hundratal millisekunder (ms) för att man ska hinna uppleva ett ljuds rätta styrka. Därför mäts ljud ofta med en så kallad integrationstid (tidskonstant) hos mätinstrumentet på 125 ms. Vid mätning av kortvariga ljud bestäms ofta *den maximala A-vägda ljudtrycksnivån* (L_{pAFmax}) som är den högsta ljudtrycksnivån mätt med en integrationstid på 125 ms. (F står för integrationstiden Fast=125 ms.) Men även kortare snabba ljudtoppar, impulsljud, kan skada hörseln. De är särskilt farliga eftersom de inte upplevs så starka som de faktiskt är på grund av hörselsinnets tröghet. *Impulstoppvärdet* L_{pCpeak} avser den högsta uppmätta nivån för korta ljud (hur korta som helst) mätt med C-filter och en integrationstid som är kortare än 50 mikrosekunder (μs).

- Läs mer om grundläggande begrepp i boken *Buller och bullerbekämpning* som finns på:
<http://www.av.se/dokument/publikationer/bocker/h003.pdf>

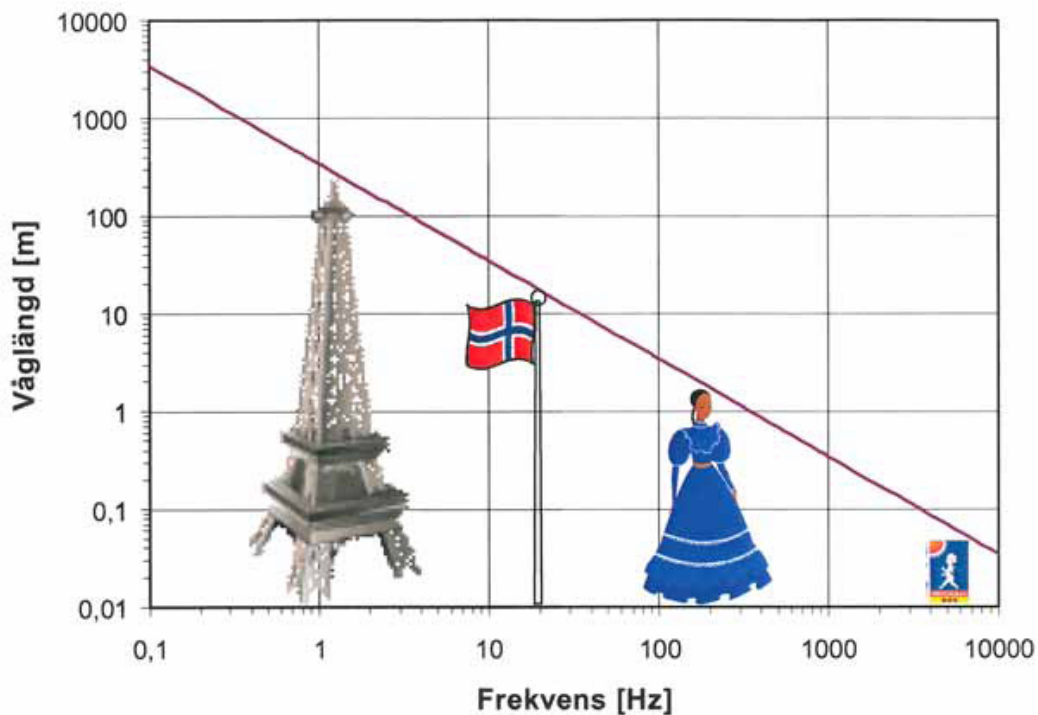
3. Ljudutbredning

Innehåll

3.1	Ljudets våglängd.....	22
3.2	Ljudutstrålning i olika riktningar.....	23
3.3	Rumsakustik.....	24
3.3.1	Ljudabsorbenter.....	25
3.4	Skärmar.....	26

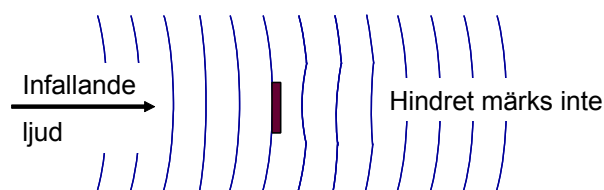
3.1 Ljudets våglängd

Ljud fortplantar sig i luft med hastigheten cirka 340 m/s. Olika frekvenser (tonhöjd) har olika våglängd. Våglängden har stor betydelse för hur ljudet utbreder sig och hur det påverkas av hinder. Våglängden i meter är $340/f$, där f är frekvensen i Hz. Våglängden för en ren ton på 1 000 Hz är till exempel $340/1\,000\text{ m} = 34\text{ cm}$. 100 Hz ger en våglängd på 3,4 m, osv.

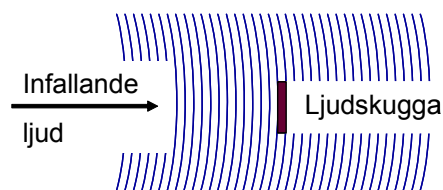


Figur 3.1 Samband mellan frekvens och våglängd vid ljudutbredning i luft.

Ljud med en våglängd betydligt större än ett hinder passerar hindret nämligen obemärkt. Om hindret däremot är större än våglängden reflekteras och / eller absorberas i stället en stor del av ljudet.



Stor våglängd (låg frekvens): litet hinder ger avböjning



Liten våglängd (hög frekvens) ger ljudskugga

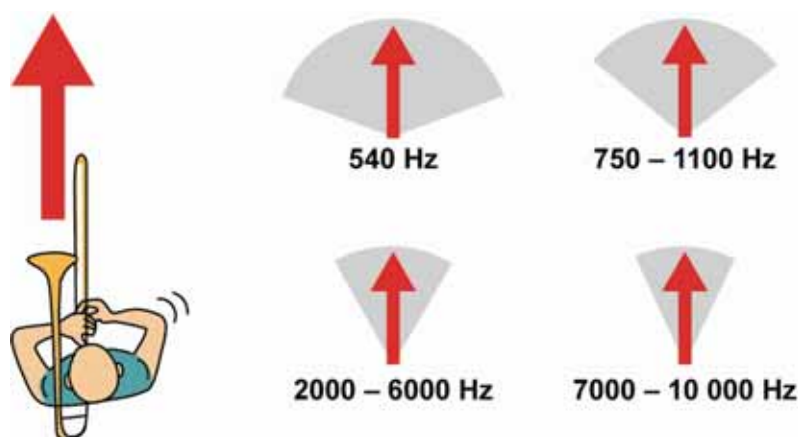
Figur 3.2 Inverkan av skärmar vid olika våglängder.

Detta innebär också att en ljudkälla, som är betydligt mindre än det utsända ljudets våglängd, skickar ut ljudet åt alla håll, medan den skickar ljudet mest åt ett håll om den är större än den utsända våglängden på ljudet. Diskantljud är därför ofta olika starka i olika riktningar, medan basljud lättare sprider sig åt alla håll.

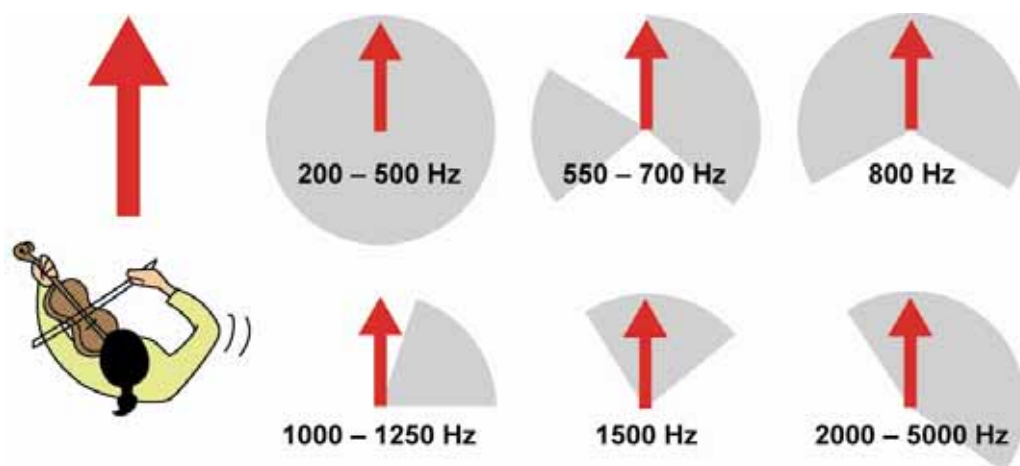
3.2 Ljudutstrålning i olika riktningar

De flesta musikinstrument ger ifrån sig en hel mängd av toner på en gång, grundton och harmoniska övertoner. (Slaginstrumentens övertoner är dock inte harmoniska.) Det vi kallar tonhöjd i musiken avser bara grundtonens frekvens, till exempel $f=440$ Hz som är ettstrukna a. Oktavering ökar frekvensen med en faktor 2. Tvåstrukna a har alltså frekvensen 880 Hz. Övertoner har frekvenserna $n \cdot f$, där $n=2, 3, 4, 5, 6, 7$ osv., den så kallade övertonsserien. Beroende på resonanser i instrumentet har övertonerna olika styrka. Några kan vara starkare än grundtonen. En enda ”ton” som spelas på ett instrument innehåller alltså en hel rad med toner med olika våglängder. Vissa övertoner kan därför dämpas av ett hinder medan andra, med lägre frekvens, passerar.

Övertoner kan också stråla olika starkt i olika riktningar, vilket gör att klangfärgen blir olika i olika riktningar. Detta gäller inte minst bleckblåsinstrument. Trumpet och trombon (se figur 3.3) har särskilt stark ljudnivå rakt framför klockstycket vid frekvenserna 3 000–6 000 Hz, där bullerskador oftast inträffar. Fiol (se figur 3.4) strålar ljud mest i riktning vinkelrätt mot topplattan för frekvenser över 1 000 Hz. En undersökning av ljudstrålningen från sopranröst visade starkt ökad ljudnivå i sektorn $\pm 45^\circ$ framför munnen för frekvenserna 2 000 och 4 000 Hz.



Figur 3.3 Strålning från trombon 0 till minus 3 dB-gräns (från Jansson 2002, se www.speech.kth.se/music/acviguit4/part3.pdf).



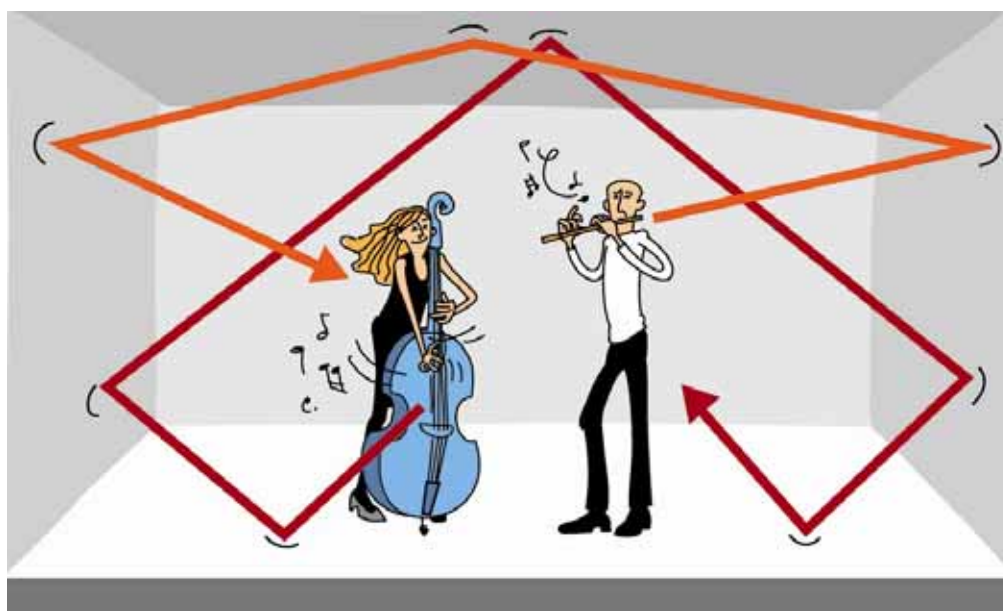
Figur 3.4 Strålning från violin (från Jansson 2002, se www.speech.kth.se/music/acviguit4/part3.pdf)

När man spelar starkare ökar de högre frekvenserna i styrka mer än de lägre. Klangen blir mer diskantrik. Det bidrar till ökad hörselskaderisk, eftersom örat är mest känsligt för bullerskada vid högre frekvenser.

3.3 Rumsakustik

Om man befinner sig på en öppen plats utomhus kan man konstatera att ljudets styrka minskar när man förflyttar sig bort från en ljudkälla. Om det inte finns reflekterande föremål i närheten träffas man bara av direktljud från ljudkällan. Ljudnivån från en enstaka ljudkälla avtar då med 6 dB per avståndsfördubbling, på avstånd längre än våglängden (se figur 3.6). Om ljudkällan stängs av dör också ljudet bort omedelbart.

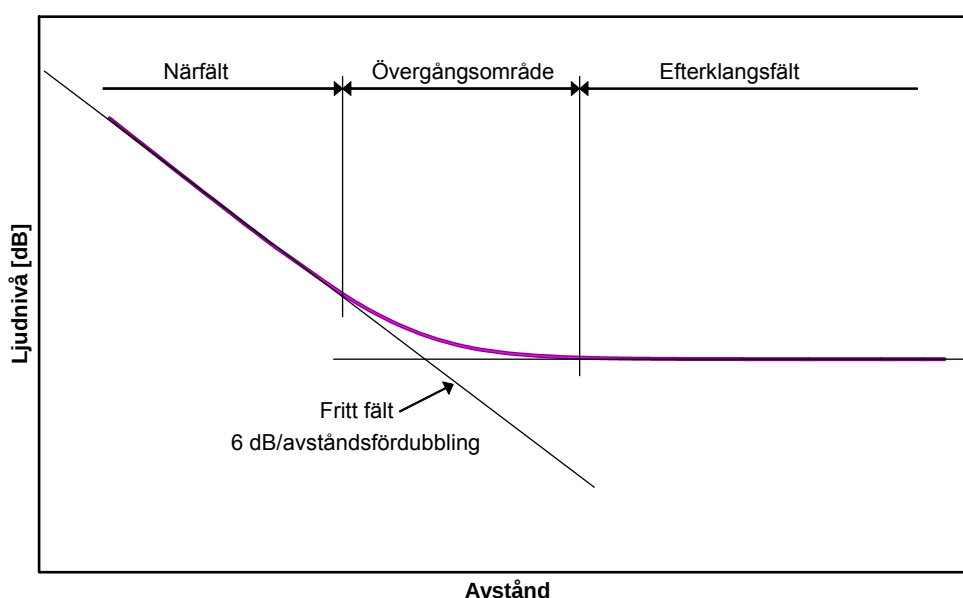
När man är inomhus reflekteras ljudet på väggar, tak och golv, vilket dels förstärker ljudet, dels gör att ljudet lever kvar ett tag i rummet även efter det att ljudkällan tystnat.



Figur 3.5 Exempel på ljudreflektion i rum.

Ljudet som lever kvar brukar man kalla efterklang. Ett mått på hur länge ett ljud lever kvar är rummets *efterklangstid* (uttryckt i sekunder) som beror på hur stort rummet är och hur mycket ljudabsorberande material som finns. I en stor lokal med hårda väggytor blir efterklangstiden lång medan den kan bli mycket kort i en liten lokal med mycket ljudabsorberande material. Om rummet har lång efterklangstid påverkas också möjligheten att uppfatta tal och detaljer i musiken negativt eftersom tidigare ljud lever kvar som ekon i rummet och maskerar efterföljande ljud. Det blir också svårare att uppfatta varifrån ljudet kommer.

Även inomhus avtar ljudnivån i närheten av ljudkällan (i närfältet) med avståndet, på samma sätt som utomhus beroende på att direktljudet dominerar. Ju längre bort från källan man befinner sig, desto större betydelse får emellertid reflektionerna från rummets begränsningsytor. På ett visst avstånd blir reflektionerna bestämmande för ljudnivån som därefter upphör att minska med avståndet från ljudkällan. Man befinner sig då i det så kallade efterklangsfältet. Ju större ljudabsorptionen i rummet är, desto längre bort från ljudkällan fortsätter ljudnivån att avta med avståndet. Ljudnivån i efterklangsfältet blir också totalt sett lägre.



Figur 3.6 Exempel på ljudnivåns avtagande i rum.

De som sitter i en orkester befinner sig däremot i närfältet och påverkas därför mest av direktljudet från det egna och de närmaste grannarnas instrument. Musikernas inbördes avstånd och placering är därför av mycket stor betydelse för deras ljudexponering. Om ljudet förstärks med högtalaranläggning blir det i stället placeringen i förhållande till högtalarna som är mest avgörande för ljudexponeringen.

3.3.1 Ljudabsorbenter

I de fall efterklangstiden i ett rum är för lång kan den minskas genom att öka rummets ljudabsorption. Det kan göras genom att man förser tak- och väggpartier med ljudabsorberande material eller konstruktioner. Det kan vara särskilda porösa produkter bestående till exempel av mineralfibrer som ofta har någon form av ytskikt anpassat för olika tillämpningar. Även textilier som gardiner, draperier och mattor kan absorbera ljud men är vanligen inte lika effektiva som speciella ljudabsorbenter. Materialens tjocklek har också betydelse – ju

lägre frekvenser man vill absorbera, desto tjockare material behövs. I stället för att använda tjocka material kan man använda sig av tunnare material som monteras så att man får en luftspalt bakom (se tabell 3.1). En viktig faktor vid val av material är brandrisken.

Som mått på materialens ljudabsorptionsförmåga används ljudabsorptionsfaktorn α (alfa). Den kan variera mellan 0 och 1 där 0 innebär att allt ljud som faller in mot en yta reflekteras och 1 innebär att allt ljud absorberas, dvs. inget ljud reflekteras.

MATERIAL	LJUDABSORPTIONSFAKTOR α					
	Frekvens [Hz]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Oputsad betongvägg	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Oputsad tegelvägg	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Gipsskivevägg	0,12	0,10	0,08	0,06	0,06	0,06
Nålfiltmatta på betonggolv	0,05	0,08	0,20	0,30	0,35	0,40
40 mm glasullsabsorbent med ytskikt av glasfiberväv	0,20	0,70	1,0	1,0	0,95	0,85
35 mm glasullsabsorbent med ytskikt av glasfiberväv monterad med 165 mm luftspalt	0,55	0,90	1,0	0,90	0,95	0,75
15 mm stenullsabsorbent monterad med 35 mm luftspalt	0,05	0,35	0,80	1,0	1,0	0,90
10 mm perforerad (10 %, ϕ 6 mm) gipsskiveabsorbent monterad med 190 mm luftspalt	0,40	0,67	0,72	0,63	0,57	0,47
10 mm perforerad (10 %, ϕ 6 mm) gipsskiveabsorbent monterad med 45 mm luftspalt fylld med mineralull	0,29	0,74	0,90	0,85	0,67	0,56
Träpanel 94 x 14 mm monterad med 23 mm breda slitsar och med 50 mm luftspalt fylld med mineralull	0,20	0,77	0,95	0,92	0,76	0,71
Tätt vävd fönstergardin hängd 90 mm från vägg	0,06	0,10	0,38	0,63	0,70	0,73
5 mm textilabsorbent hängd 80 mm framför vägg	0,08	0,28	0,75	0,93	0,90	0,93
5 mm textilabsorbent hängd 160 mm framför vägg	0,25	0,60	0,93	0,84	0,84	0,93

Tabell 3.1 Exempel på ljudabsorption hos några olika material och konstruktioner.

► Mer att läsa om rumsakustik finns i boken *Buller och bullerbekämpning* som finns på: <http://www.av.se/publikationer/bocker/h003.aspx>

3.4 Skärmar

En skärm som är uppsatt exempelvis bakom en musiker i en symfoniorkester kan skydda mot ljudet från instrument placerade bakom musikern. Skärmen måste dock vara väsentligt större än ljudens våglängd för att man ska få en avskärmande effekt. Vid stämtonen 440 Hz är våglängden cirka 78 cm. Det betyder alltså att en skärm ska vara relativt stor för att ha någon inverkan vid denna frekvens. Våglängden avtar med stigande frekvens, och det betyder att en skärm som inte skärmar av särskilt mycket för grundtonen ändå kan vara ganska effektiv vid instrumentets övertoner.

Skärmar bör användas med försiktighet och placeras ut noggrant så att de inte på grund av reflexer skapar nya problem för musiker som sitter i närheten. För att fylla sitt syfte och minska risken för ljudförstärkningar orsakade av reflekterat ljud behöver skärmarna vara ljudabsorberande på båda sidor. Skärmarnas påverkan på möjligheten för musikerna att höra andra instrument behöver också uppmärksammas. Även andra arbetsmiljöaspekter som att skärmarna inte får hindra möjligheten till utrymning behöver beaktas.

I en symfoniorkester ska orkestermedlemmarna vara synliga för publiken och musikerna ska kunna se dirigenten. Därför används ofta genomskinliga skärmar. Skärmarna behöver samtidigt vara ljudabsorberande vilket i viss grad är möjligt genom att använda skärmar med mikroperforerad folie monterad på några centimeters avstånd på varje sida av en klar akrylskiva. Användning av reflekterande skärmar av till exempel akryl har mycket begränsad effekt och kan till och med förvärra situationen för musiker som sitter bakom skärmen.

I ett operaorkesterdike är orkestern inte direkt synlig för publiken och skärmarna behöver därför inte vara genomskinliga. Om den nödvändiga höjden på skärmen blockerar fri sikt till dirigenten, kan cirka 10 cm av den övre delen göras transparent – och eventuellt fortfarande vara ljudabsorberande genom användning av akrylskärm med mikroperforerad folie. Ett annat alternativ är att överkanten vinklas så att ljuden reflekteras bort från musikernas öron.

I vissa fall kan också små ljudabsorberande skärmar, placerade nära musikerns huvud, användas. När musikern förväntar sig starkt ljud från de omgivande musikerna, aktiverar musikern skärmen genom att luta sitt huvud bakåt in i denna (se figur 3.9).



Figur 3.9 Några exempel på skärmar.

- Mer att läsa om skärmar finns i rapporten *Musik, musiker och hörsel* på http://www.av.se/dokument/Teman/buller/musikerrapport_3.pdf

4. Ljudmätning

Innehåll

4.1	Allmänt	30
4.2	Mätinstrument.....	30
4.2.1	Instrumentklasser	30
4.3	Exponeringsmätning.....	30
4.3.1	Mikrofonplacering	30
4.3.2	Val av mätinstrument.....	31
4.3.3	Mätningar.....	31
	<i>Orienterande mätningar</i>	<i>32</i>
4.3.4	Mätstandarder.....	32

4.1 Allmänt

Mätningar kan behövas för att avgöra om det finns risk för hörselskada, som underlag vid val av hörselskydd eller som underlag för åtgärder. Det är viktigt att den som utför mätningar har de kunskaper som behövs om aktuella mätstandarder och mätningarnas utförande samt är väl förtrogen med de instrument som används. Det är också viktigt att mätningarna genomförs vid tillfällen som är representativa för den aktuella verksamheten i ett längre tidsperspektiv.

4.2 Mätinstrument

För att mäta behövs en ljudnivåmätare eller en personburen ljudexponeringsmätare så kallad bullerdosimeter.

För att kunna relatera till exponeringsvärdena i bullerföreskrifterna krävs att instrumentet minst kan mäta:

- Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå (L_{pAeq}),
- Maximal A-vägd ljudtrycksnivå med tidsvägning F (L_{pAFmax}) samt
- C-vägd toppljudtrycksnivå (L_{pCpeak}) (Impulstoppvärde).

För att uppnå nödvändig mätnoggrannhet är det viktigt att instrumentets kalibrering kontrolleras med en akustisk kalibrator före och efter varje mätning. En akustisk kalibrator är en ljudgivare som placeras mot mätmikrofonen och som alstrar en väl känd ljudtrycksnivå.

4.2.1 Instrumentklasser

Enligt standarden SS-EN 61672-1 hänförs ljudnivåmätare till klasserna 1 eller 2. Instrument i klass 2 har lägre noggrannhet än instrument i klass 1. I första hand är det lämpligt att använda ljudnivåmätare som uppfyller fordringarna för klass 1 men även instrument i klass 2 kan i många fall ge tillräcklig noggrannhet. För personburna ljudexponeringsmätare gäller standarden SS-EN 61252. Kraven i standarden svarar ungefär mot dem som gäller för en klass 2 ljudnivåmätare. Äldre instrument är inte klassade enligt ovanstående standarder utan uppfyller krav enligt tidigare standarder. Även instrument som uppfyller kraven enligt SS-EN 60651 och SS-EN 60804 och som enligt dessa tillhör klass 1 eller 2 kan godtas.

4.3 Exponeringsmätning

4.3.1 Mikrofonplacering

Vid exponeringsmätning med ljudnivåmätare placeras mikrofonen om möjligt i den punkt eller de punkter där den exponerade normalt har sitt huvud. Om personen behöver befinna sig på platsen placeras eller hålls mikrofonen 10–40 cm från hörselgångens mynning. Vid mätning med dosimeter placeras mikrofonen på axeln minst 10 cm från hörselgångens mynning och ungefär 4 cm över axeln. I båda fallen väljs den sida av huvudet där ljudnivån kan förväntas vara högst.

4.3.2 Val av mätinstrument

Om arbetstagaren är stationär eller förflyttar sig mellan bestämda platser kan det vara lämpligt att använda en ljudnivåmätare som antingen är antingen handhållen eller placerad på stativ. Exempel på detta är mätning i ett orkesterdike med ljudnivåmätaren på stativ och mikrofonen placerad i närheten av musikerns öra. Om arbetstagaren utför många skilda arbetsmoment, är rörlig eller har komplexa och oförutsägbara arbetsuppgifter är det lämpligt att använda en dosimeter. Ofta kan en kombination av mätning i fasta mätpunkter och med dosimeter vara lämplig.

Många moderna instrument har också möjlighet att lagra mätdata kontinuerligt exempelvis för varje minut under mätningen. Genom att överföra resultaten till en dator kan man sedan analysera dessa och få information om hur exponeringen varierat under mätningen. Man kan då exempelvis se när speciellt höga nivåer förekommit och korrigera resultatet om ovidkommande ljud förekommit till exempel om man har stött till mikrofonen av misstag.

Ett tredje sätt att mäta ljudnivåer är att använda sig av fast installerade mätsystem. De kan bestå av mikrofoner placerade i utrymmen där personal och publik utsätts för höga ljudnivåer till exempel vid scen och dansgolv samt i serveringslokaler och barer i anslutning till scen och dansgolv. Mikrofonerna är permanent anslutna till en central enhet där ljudnivåerna kan avläsas och registreras. Mätresultaten ger inte direkt information om personalens dagliga ljudexponering utan den måste beräknas utifrån ljudnivån och den tid personalen uppehåller sig i de olika utrymmena. Man bör också vara medveten om att mätningar i andra punkter än vid örat kan ge stora avvikelser när det gäller den individuella exponeringen. Metoden är därför bäst lämpad att ge allmän information om ljudnivåerna i de olika utrymmena och för att exempelvis övervaka att bestämda ljudnivåer inte överskrids.

4.3.3 Mätningar

För att kunna bestämma den dagliga bullerexponeringsnivån ($L_{EX,8h}$) och få med den högsta ljudnivån och det högsta impulstoppvärdet under dagen behöver mätningen omfatta alla aktiviteter under arbetsdagen. Om arbetsdagen innehåller ett begränsat antal aktiviteter kan det vara lämpligt att mäta varje aktivitet för sig. I praktiken görs det vanligen genom kortare mätningar under representativa delar av aktiviteten. Genom att bestämma hur lång tid per dag man arbetar med varje aktivitet kan sedan den dagliga bullerexponeringsnivån beräknas. Ett exempel visas i tabell 4.1 Om ljudnivån varierar kraftigt och oförutsägbart under arbetsdagen kan det vara lämpligare att göra en mätning som pågår under hela exponeringstiden.

Aktivitet	Tid [minuter]	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Individuell övning	120	86
Generalrepetition	150	88
Pauser och möten	115	65
Konsert del 1	50	91
Konsert del 2	45	92
Daglig ljud-exponeringsnivå	480 (= 8 timmar)	88

Tabell 4.1 Exempel på mätning av olika aktiviteter för en symfonimusiker.

- Beräkning av daglig bullerexponeringsnivå kan göras med hjälp av poängmetoden i avsnitt 7.1.1 eller med kalkylatorn som finns på: <http://www.av.se/teman/buller/Ljudmatning>

Orienterande mätningar

Det kan ofta vara lämpligt att börja med översiktliga kortare mätningar för att bedöma om mer omfattande exponeringsmätningar behöver göras. Mätningar görs då vid arbetstagarens öra (se mikrofonplacering ovan) under representativa exponeringsförhållanden.

4.3.4 Mätstandarder

Mätning av buller i arbetsmiljön beskrivs i standarden SS 25 400 *Akustik – Mätning av bullerexponering i arbetsmiljön*. Den standarden ersätts under 2009 av standarden SS EN-ISO 9612 *Bestämning av bullerexponering i arbetsmiljön*.

När man utsätts för ljud via hörtelefon krävs speciell mätteknik för att bestämma exponeringen. Mätning görs då med miniatyrmikrofon i hörselgången eller på ett så kallat konsthuvud. Ljudnivåerna korrigeras sedan så att resultatet blir jämförbart med riskkriterierna. Denna typ av mätning beskrivs i de båda standarderna ISO 11904-1 *Acoustics – Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear – Part 1: Technique using a microphone in a real ear (MIRE technique)*, och ISO 11904-2 *Acoustics – Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear – Part 2: Technique using a manikin*. För att kunna göra en omräkning enligt dessa standarder krävs mätresultat i tersband, dvs. för många separata smala frekvensband. Det räcker inte med att enbart mäta ljudnivån i dB(A).

- Information om ljudnivåmätare finns från Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP). www.sp.se/sv/units/energy/Documents/ETa/Marknadsöversikt%20ljudnivåmätare.pdf
- Standarder kan beställas från SIS, Swedish Standards Institute. www.sis.se

5. Hörselskydd

Innehåll

5.1	Allmänt	34
5.2	Skydden ska vara CE-märkta	34
5.3	Ljudet behöver mätas	34
5.4	Välj hörselskydd med omsorg	35
5.5	Använd hörselskyddet hela tiden	35
5.6	Olika typer av hörselskydd.....	36
5.6.1	Hörselkåpor	36
5.6.2	Hjälmonterade hörselkåpor.....	36
5.6.3	Hörselproppar	36
	<i>Hörselproppar med bygel.....</i>	<i>37</i>
5.7	Olika funktioner	37
5.7.1	Skydd med likformig dämpning.....	37
5.7.2	Nivåberoende skydd	38
5.7.3	Kommunikationsskydd.....	38
	<i>I-örat monitorer (In ear monitors (IEM))</i>	<i>38</i>
	<i>Hörtelefonmonitorer</i>	<i>38</i>
5.8	Några nackdelar med hörselskydd	38
5.9	Att vänja sig vid hörselskydden.....	38
5.10	Rengöring och hygien	39
5.11	Förvaring.....	39

5.1 Allmänt

Hörselskydd är i alla sammanhang med höga ljudnivåer den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. Lämpligt valda skydd kan helt eliminera risken för hörselskada, men användning av skydd innebär alltid vissa nackdelar. De kan göra det svårare att uppfatta svaga ljud och störa vissa hörselfunktioner som exempelvis upplevelsen av den egna röststyrkan och ljudbilden när man spelar vissa instrument samt förmågan att lokalisera ljudkällor.

Hörselskydd finns som kåpor och proppar av många typer med olika utformning, egenskaper och användningssätt. Enligt bullerföreskrifterna gäller bland annat följande beträffande hörselskydd:

Arbetstagarna ska få tillgång till hörselskydd;

- Om den ekvivalenta ljudnivån under en 8-timmars arbetsdag är 80 dB(A) eller mer.
- Om impulstoppvärdet är 135 dB(C) eller högre.

Hörselskydd ska användas;

- Om den ekvivalenta ljudnivån under en 8-timmars arbetsdag är 85 dB(A) eller mer.
- Om den högsta ljudnivån är 115 dB(A) eller högre.
- Om impulstoppvärdet är 135 dB(C) eller mer.

Arbetsgivaren ska ge arbetstagarna möjlighet att medverka vid val av hörselskydd och se till att hörselskydd används.

5.2 Skydden ska vara CE-märkta

CE-märkning betyder att tillverkaren garanterar att skyddet uppfyller de europeiska kraven. Dämpning och hållbarhet har då i de flesta fall testats enligt europeisk standard. I skyddens bruksanvisning finns bland annat uppgifter om hur man sätter på sig, justerar och använder skydden samt skyddens dämpningsvärden. Dämpningsvärdena anges bland annat som H-, M- och L-värden där:

H – anger dämpningen för högfrekvent buller.

M – anger dämpningen för mellanfrekvent buller.

L – anger dämpningen för lågfrekvent buller.

5.3 Ljudet behöver mätas

För att kunna välja lämpligt hörselskydd behöver ljudet på arbetsplatsen mätas. Med hjälp av resultatet från mätningen och hörselskyddens dämpningsvärden kan ljudnivån innanför skyddet räknas ut, förutsatt att hörselskyddet används på rätt sätt. Metoder för detta beskrivs bland annat i broschyren *Buller och hörselskydd* (ADI 344) samt i böckerna *Din personliga skyddsutrustning* (H 349) och *Buller och bullerbekämpning* (H3). En första grov

uppskattning av om skyddet ger tillräcklig dämpning kan göras genom att minska den uppmätta ljudnivån dB(A) med det lägsta H-, M- och L-värdena.

Observera att dämpningen kan variera mycket från person till person. Den enskilda brukaren kan därför inte garanteras att få den dämpning som anges på förpackningen. Det kan vara avvikelser på upp till 3–4 dB.

- ▶ *Broschyren Buller och hörselskydd finns på:*
http://www.av.se/publikationer/broschyter/adi_344.aspx
- ▶ *Boken Buller och bullerbekämpning finns på:*
<http://www.av.se/publikationer/bocker/h003.aspx>
- ▶ *Boken Din personliga skyddsutrustning kan beställas på:*
<http://www.av.se/publikationer/bocker/h349.aspx>

5.4 Välj hörselskydd med omsorg

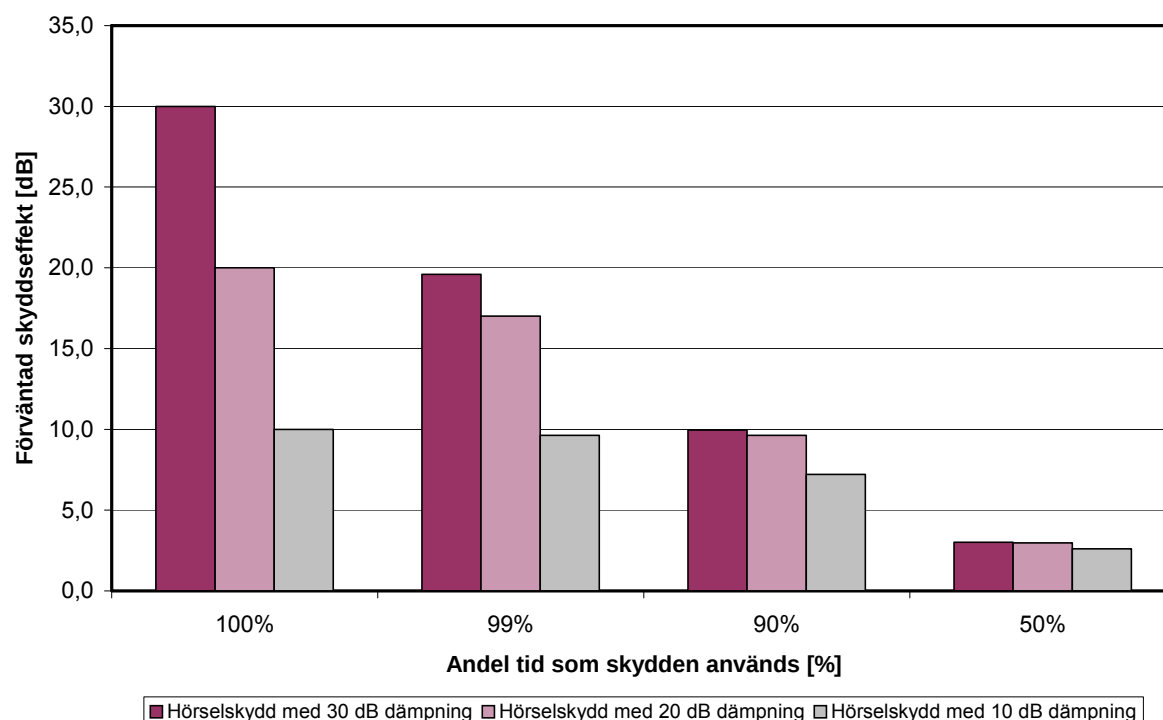
Om hörselskydd ska användas hela dagen måste det vara ett bekvämt skydd som inte trycker eller är för varmt. Eftersom vi är olika som individer är det inte säkert att alla skydd passar lika bra. Därför är det viktigt att var och en får möjlighet att prova ut lämpliga skydd, dels med tanke på komfort och dels med tanke på att få avsedd dämpning. För hörselproppar behöver utprovningen vara speciellt noggrann så att personalen får proppar som kan appliceras så att de tätar ordentligt. I samband med utprovningen är det också viktigt att personalen informeras om hur man applicerar skydden och använder dem på rätt sätt.

Skyddets dämpning ska också vara anpassad till det buller man arbetar i. För att inte bli isolerad utan kunna höra vad arbetskamraterna säger är det emellertid lämpligt att välja ett skydd som inte ger onödigt hög dämpning. En ljudnivå innanför hörselskyddet på cirka 70–80 dB(A) kan vara lämplig. Det innebär ofta att ett lättare och bekvämare skydd kan användas. För att underlätta kommunikation kan man använda skydd som ger ungefär samma dämpning för låga som för höga frekvenser.

För att uppnå avsedd dämpning är det viktigt att ta på skydden enligt tillverkarens bruksanvisning innan man går ut i en miljö med höga ljudnivåer och där finjusterar skydden. Justeringen behöver sedan upprepas under användningstiden. Vid arbete i miljöer där starkt buller bara förekommer då och då, kan så kallade nivåberoende skydd vara användbara.

5.5 Använd hörselskyddet hela tiden

Nyttan av hörselskyddet minskar mycket om man inte bär det hela tiden man vistas i bullret. Därför är det viktigt att välja hörselskydd som man klarar av att bära hela arbetsdagen. Tar man av sig hörselskyddet en kort stund, minskar skyddseffekten för hela arbetsdagen drastiskt. Till exempel ger ett hörselskydd med 30 dB dämpning en skyddseffekt på bara 10 dB om man tar av sig det under 10 % av arbetstiden.



Figur 5.1 Förväntad skyddseffekt vid olika användningstid.

Det är därför bättre att använda ett skydd som dämpar måttligt och använda det hela tiden, än att använda ett kraftigt dämpande skydd som bara utnyttjas del av tiden. De speciella musikerpropparna (se nedan) är väl lämpade genom att de ger en begränsad men som regel tillräcklig dämpning. Skydden är relativt komfortabla och kan lätt användas under hela exponeringstiden.

5.6 Olika typer av hörselskydd

5.6.1 Hörselkåpor

Hörselskydd av kåptyp består av två kåpor som omsluter ytteröröronen. De är försedda med en tätningssring som tätar mot huvudet och har vanligen ljudabsorberande material på insidan. Kåpor sitter ihop med en bygel av metall eller plast.

5.6.2 Hjälmmonterade hörselkåpor

Hjälmmonterade kåpor består av separata kåpor på armar som är fästa på en skyddshjälm. Armarna kan justeras så att kåpor kan placeras över öronen. För speciella ändamål monteras även kåpor inuti hjälmar.

5.6.3 Hörselproppar

Hörselproppar är hörselskydd som placeras i hörselgången eller som täcker hörselgångens mynning. De kan vara avsedda att användas flera gånger eller endast en gång. Förformade proppar kan sättas in i hörselgången utan att de behöver formas först. De är vanligen tillverkade i mjuka elastiska material som silikongummi eller mjuk plast med flexibla tätningssflänsar och kan finnas i olika storlekar.

Det finns även förformade individuella proppar som tillverkas efter avgjutningar av en viss persons hörselgångar. Proppar som formas av användaren är utförda i material, vanligen skumplast, som kan komprimeras innan de sätts in i hörselgången. Propparna expanderar sedan och tätar hörselgången.

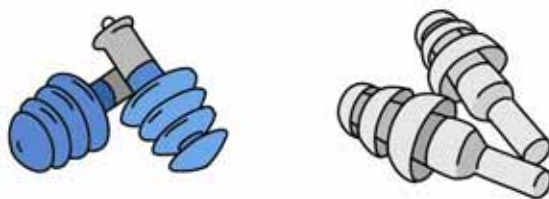
Hörselproppar med bygel

Det finns även hörselproppar som är fästa på en bygel som pressar in dem i hörselgången eller mot hörselgångens mynning.

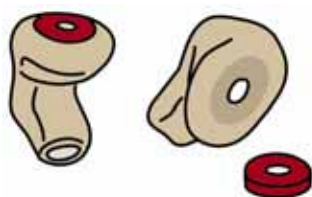
5.7 Olika funktioner

5.7.1 Skydd med likformig dämpning

Ett bra hörselskydd för musiker är hörselgångsproppar försedda med speciella former av filter som gör att hörselskyddet har ungefär samma dämpning vid alla frekvenser och därför inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad. De finns dels som förformade proppar som kan användas av alla och inte kräver individuell anpassning och dels som individuellt anpassade proppar som görs efter en avgjutning av hörselgången. I de individuellt anpassade propparna monteras standardfilter som finns i fyra versioner som principiellt ger en dämpning på respektive 9 dB, 15 dB, 25 dB och 35 dB.



Figur 5.2 *Två exempel på hörselgångsproppar som nästan inte färgar ljudbilden. Propparna kan användas av alla och kräver inte individuell anpassning.*



Figur 5.3 *Musikerhörselskydd med individuellt anpassad hörselgångspropp. Till höger är propp och filter separerade.*

Det finns även kåpor som har ungefär samma dämpning vid alla frekvenser vilka kan vara användbara i situationer när man behöver kunna uppfatta tal.

Användning av hörselskydd i miljöer med höga ljudnivåer, framför allt hörselskydd av musikertyp med likformig dämpning i hela frekvensområdet, ger ofta bättre taluppfattning för normalhörande än om man inte använder hörselskydd. Det bör vara aktuellt till exempel för serverings- och säkerhetspersonal.

5.7.2 Nivåberoende skydd

Nivåberoende hörselskydd är skydd som med hjälp av inbyggd elektronik skyddar mot impulsljud eller tillfälliga ljud med höga nivåer men som släpper igenom ljud med lägre nivåer. Finns som förformade och individuellt anpassade proppar samt som hörselkåpor.

5.7.3 Kommunikationsskydd

Kommunikationsskydd är skydd med inbyggda hörtelefoner som bland annat medger medhörning, antingen via ett trådlöst system eller via kabel.

I-örat monitorer (In ear monitors (IEM))

Exempel på kommunikationsskydd är vissa så kallade i-örat monitorer som är förformade individuella proppar försedda med inbyggda miniatyrhörtelefoner. För att anses som hörselskydd måste de emellertid uppfylla de europeiska kraven på sådana vilket bland annat innebär att de ska dämpa omgivande ljud och vara försedda med begränsning av utnivån från hörtelefonerna. Detta är inte fallet för alla typer av i-örat monitorer.

► Läs mer om i-örat monitorer i avsnitt 9.2.1

Hörtelefonmonitorer

Ett annat exempel på kommunikationsskydd är vissa så kallade hörtelefonmonitorer. Liksom för i-örat monitorer måste de europeiska kraven på hörselskydd vara uppfyllda för att hörtelefonmonitorerna ska anses som hörselskydd. Det är viktigt att utnivån från hörtelefonerna är begränsad för att minska risken för skadliga ljudnivåer.

5.8 Några nackdelar med hörselskydd

När hörselgången stängs med en propp uppträder den så kallade ocklusionseffekten. Den innebär att ljud och vibrationer som alstras i huvudet – till exempel tal och sång, tuggande, vibrationer från vissa blåsinstrument – hörs starkare än när hörselgången är öppen. Framför allt gäller detta ljud i lågfrekvensområdet. På grund av ocklusionseffekten har sångare och blåsare ofta problem med att vänja sig vid att använda musikerproppar. Ocklusionseffekten kan minskas genom att man använder individuellt anpassade hörselproppar som når långt in i hörselgången. Musiker har också behov av att höra sina medspelare i ett visst balansförhållande med ljuden från sitt eget instrument och hörselskydd kan göra detta svårare.

5.9 Att vänja sig vid hörselskydden

Det är viktigt att man tar den tid som behövs för tillvänjning vid den nya ljudbilden med hörselskydd och inte provar hörselskydd för första gången i samband med en konsert. Följande sätt kan vara lämpligt för att vänja sig stegvis:

Bär hörselproppar

- 1) Hemma
- 2) Hemma och vänj dig vid att tala när du använder dem
- 3) Lite då och då och vänj dig vid konversation
- 4) Under övning
- 5) Vid repetitioner
- 6) Vid framföranden

5.10 Rengöring och hygien

Hörselskydd som är gjorda för att återanvändas behöver rengöras och underhållas så att de inte förlorar sin dämpningsförmåga, orsakar hudirritation eller andra besvär. Hörselkåpor, särskilt tätningringarna, och proppar som ska återanvändas behöver tvättas eller rengöras enligt tillverkarens rekommendationer.

5.11 Förvaring

När hörselskydden inte används behöver de förvaras på ett hygieniskt sätt. Kåpor kan förvaras i till exempel plastpåsar, och proppar som ska återanvändas i rena askar. Förvaringen bör ske på sådant sätt att byglar inte sträcks ut och tätningringar inte deformeras. Oanvända hörselskydd förvaras på lämpligt ställe enligt tillverkarens rekommendationer. Proppar för engångsbruk bör finnas i reserv i tillräcklig omfattning.

6. Regler

Innehåll

6.1	Arbetsmiljölagen	42
6.2	Ansvar	42
6.3	Föreskrifter	43
6.3.1	Buller.....	43
	<i>Generella krav</i>	<i>43</i>
	<i>Krav relaterade till exponeringsvärden</i>	<i>43</i>
6.3.2	Systematiskt arbetsmiljöarbete	44
6.3.3	Arbetsplatsens utformning	44
6.3.4	Arbetsanpassning och rehabilitering.....	45
6.3.5	Gravida och ammande arbetstagare	45
6.3.6	Användning av personlig skyddsutrustning	45

6.1 Arbetsmiljölagen

I arbetsmiljölagen (1977:1160) finns regler om skyldigheter för arbetsgivare och andra skyddsansvariga att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet. Det finns också regler om samverkan mellan arbetsgivare och arbetstagare, till exempel regler om skyddsombudens verksamhet. Arbetsmiljöverket ger ut föreskrifter som mer i detalj tar upp de krav och skyldigheter som ställs på arbetsmiljön.

6.2 Ansvar

Arbetsmiljölagen och Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller (AFS 2005:16) gäller arbete där arbetstagare utför arbete för arbetsgivares räkning. Med arbete avses här alla arbetsuppgifter i samband med musikalisk verksamhet. Bland annat medlemmar i större orkestrar, musiklärare och personal på spelställen är ofta anställda arbetstagare. Reglerna omfattar också elever och praktikanter som i sin utbildning deltar i schemalagt arbete med musik.

Arbetsmiljölagen och föreskrifterna om buller gäller i vissa delar även för dem som ensamma eller gemensamt med familjemedlem driver yrkesmässig verksamhet som egen företagare utan anställd. Konsertpianister och popmusiker tillhör ofta denna grupp. De är skyldiga att följa arbetsmiljölagen och vad som med stöd av lagen har föreskrivits i fråga om bland annat teknisk anordning som kan orsaka ohälsa eller olycksfall.

Med teknisk anordning avses olika slags tekniska hjälpmedel som används i arbetet. Till teknisk anordning räknas också musikinstrument och musikanläggningar. Arbetsmiljölagen och föreskrifterna om buller gäller därför för det ljud som till exempel en ljudanläggning alstrar. Även en musiker som driver sin verksamhet utan någon anställd omfattas sålunda av buller-föreskrifterna och får bland annat inte utsättas för ljudexponeringar som överskrider de gränsvärden för buller som anges där (se avsnitt 6.3.1). Detta gäller även om någon annan inte utsätts för ljudet.

Ideell verksamhet som är av ekonomisk art och drivs med regelbundenhet och varaktighet är att anse som yrkesmässig och omfattas då av arbetsmiljölagen även om den drivs utan vinst och är avsedd att främja ett ideellt intresse. Gränsen mellan arbete i arbetsmiljölagens mening och ideellt arbete kan dock många gånger vara svår att dra. Om ideella föreningar har anställd eller inhyrd personal gäller dock arbetsmiljölagen. Ideellt deltagande som musiker i konserter med icke-kommersiellt ändamål och musikfestivaler är också att anse som yrkesmässig verksamhet om de har någorlunda omfattning och drivs ekonomiskt med avgifter från allmänheten.

Den som hyr in exempelvis en musikgrupp eller en ensam musiker har ett ansvar enligt arbetsmiljölagen och bland annat föreskrifterna om buller och ska vidta de skyddsåtgärder som behövs i arbetet. Den som hyr ut arbetstagare har kvar sitt övergripande ansvar som arbetsgivare.

Den som råder över ett arbetsställe, till exempel en konsertlokal, ska se till att det finns sådana fasta anordningar på arbetsstället att den som arbetar där utan att vara arbetstagare i förhållande till honom, exempelvis i samband med en konsert, inte utsätts för risk för ohälsa eller olycksfall. Lösa anordningar som redan finns på arbetsstället ska också kunna användas

utan risk. En ljudanläggning som tillhandahålls i konsertlokalen, kan vara en sådan fast eller lös anordning. Detta ansvar gäller också den som ensam eller gemensamt med familjemedlem driver verksamheten utan anställd, exempelvis med att tillhandahålla en konsertlokal.

Arbetstagare, till exempel anställda musiker, ska medverka i arbetsmiljöarbetet, följa givna föreskrifter och använda skyddsanordningar och skyddsutrustning, till exempel ljudnivåbegränsare och hörselskydd, som tillhandahålls av arbetsgivaren.

6.3 Föreskrifter

För buller i arbetsmiljön gäller föreskrifterna om buller, AFS 2005:16. Regler som berör buller och akustik finns även i ett antal andra föreskrifter.

6.3.1 Buller

Bullerföreskrifterna gäller för verksamheter där någon kan utsättas för buller i arbetet. I begreppet buller ingår både hörselskadliga och störande ljud. Det innebär att föreskrifterna även gäller för verksamheter med arbetstagare där levande eller inspelad musik spelas även om musiken inte uppfattas som buller. I föreskrifterna finns dels generella krav, dels krav som är knutna till olika exponeringsvärden. Sammanfattningsvis gäller följande:

Generella krav

- Arbeten ska planeras, bedrivas och följas upp så att bullerexponeringen minskas genom att bullret tas bort vid källan eller sänks till lägsta möjliga nivå. Hänsyn ska då tas till den tekniska utvecklingen och möjligheterna att begränsa bullret.
- Arbetsgivaren ska undersöka arbetsförhållandena och bedöma riskerna till följd av exponering för buller i arbetet. För att klarlägga om insats- och gränsvärden uppnås eller överskrids ska bullerexponeringen bestämmas och mätningar utföras i den omfattning som behövs. Detta ska planeras och med lämpliga intervall genomföras av en sakkunnig person.
- Arbetstagarna ska få möjlighet att medverka i de frågor som omfattas av föreskrifterna och i synnerhet i riskbedömning, åtgärder och val av hörselskydd.
- Åtgärder ska anpassas till arbetstagare som kan vara särskilt känsliga för buller.

Krav relaterade till exponeringsvärden

Undre insatsvärden

Daglig bullerexponeringsnivå $L_{EX,8h}$	80 dB
Impulstoppvärde L_{pCpeak}	135 dB

Om den genomsnittliga exponeringen under en arbetsdag är 80 dB eller mer eller om impulstoppvärdet är 135 dB eller högre, är arbetsgivaren skyldig att:

- Informera och utbilda arbetstagarna.
- Erbjuder tillgång till hörselskydd.

- Erbjud hörselundersökning om riskbedömning och mätningar visar att det finns risk för hörselskada.

Övre insatsvärden

Daglig bullerexponeringsnivå $L_{EX,8h}$	85 dB
Maximal A-vägd ljudtrycksnivå L_{pAFmax}	115 dB
Impulstoppvärde L_{pCpeak}	135 dB

Om den genomsnittliga exponeringen under en arbetsdag är 85 dB eller mer, eller om den högsta ljudtrycksnivån är 115 dB eller högre, eller om impulstoppvärdet är 135 dB eller högre, är arbetsgivaren skyldig att:

- Genomföra åtgärder alternativt upprätta en handlingsplan med åtgärder.
- Skylta, avgränsa och begränsa tillträde.
- Se till att hörselskydd används.
- Erbjud hörselundersökning.

Krav i föreskrifterna som hör ihop med insatsvärdena gäller oavsett om hörselskydd används eller inte. Vid tillämpning av gränsvärdena tas däremot hänsyn till hur mycket eventuella hörselskydd dämpar, dvs. gränsvärdena gäller den exponering som kan förväntas innanför hörselskydden om sådana används.

Gränsvärden

Daglig bullerexponeringsnivå $L_{EX,8h}$	85 dB
Maximal A-vägd ljudtrycksnivå L_{pAFmax}	115 dB
Impulstoppvärde L_{pCpeak}	135 dB

Dessa värden får inte överskridas. Om detta ändå sker ska arbetsgivaren:

- Vidta omedelbara åtgärder för att minska exponeringen så att den ligger under gränsvärdena.
- Utreda orsakerna till att gränsvärdena överskridits.
- Vidta sådana åtgärder att gränsvärdena inte överskrids i fortsättningen.

6.3.2 Systematiskt arbetsmiljöarbete

Föreskrifterna om systematiskt arbetsmiljöarbete (AFS 2001:1) innehåller generella krav på att arbetsförhållandena ska undersökas, att risker ska bedömas och åtgärdas. Åtgärderna ska kontrolleras om de varit tillräckliga. Krav finns även på uppgiftsfördelning och kunskaper, företagshälsovård och utredning av skador och tillbud.

6.3.3 Arbetsplatsens utformning

Föreskrifterna om arbetsplatsens utformning (AFS 2000:42) innehåller krav på arbetsplatser, arbetslokaler och personalutrymmen. När det gäller buller och akustik finns krav på tillgänglighet för arbetstagare med nedsatt hörselförmåga, lämplig utformning och inredning samt bulleralstring hos installationer.

6.3.4 Arbetsanpassning och rehabilitering

Föreskrifterna om arbetsanpassning och rehabilitering (AFS 1994:1) innehåller krav på anpassning av arbetssituationen till den enskildes förutsättningar och beaktande av funktionsnedsättning hos den enskilde arbetstagaren.

6.3.5 Gravida och ammande arbetstagare

Föreskrifterna om gravida (AFS 2007:5) har till syfte att förebygga att gravida kvinnor, nyligen förlösta kvinnor och kvinnor som ammar utsätts för faktorer eller förhållanden i arbetet som kan medföra ohälsa eller olycksfall. I samband med undersökning och riskbedömning är buller en arbetsmiljöfaktor man ska ta hänsyn till.

6.3.6 Användning av personlig skyddsutrustning

Föreskrifterna om användning av personlig skyddsutrustning (AFS 2001:3) innehåller bestämmelser om att arbetsgivaren ska tillhandahålla utrustning och göra en riskbedömning vid val av personlig skyddsutrustning. Det finns även bestämmelser om användning, information till arbetstagarna och underhåll och förvaring.

- ▶ Arbetsmiljölagen och Arbetsmiljöverkets föreskrifter finns att tillgå på verkets webbplats www.av.se under rubriken Lag och rätt.

7. Systematiskt arbete med ljudfrågorna

Innehåll

Sammanfattning	48
7.1 Undersökning och riskbedömning	49
7.1.1 Bestämning av ljudexponering	49
7.2 Åtgärder och handlingsplan	51
7.2.1 Dämpning vid källan	52
7.2.2 Skärmar	52
7.2.3 Arbetsorganisation	52
Placering av musiker	52
7.2.4 Rumsakustiska åtgärder	53
7.2.5 Ljudtekniska åtgärder	53
7.3 Kontroll	53
7.4 Information och utbildning	54
7.5 Ta hjälp av företagshälsovården	54

Sammanfattning

Det systematiska arbetsmiljöarbetet med ljudfrågor består av fyra steg: undersökning, riskbedömning, åtgärder och kontroll.

Undersökning och riskbedömning

Kartlägg de risker som kan uppstå på grund av höga ljudnivåer och bedöm om de kan orsaka olyckor eller ohälsa för de anställda. Vad du som ansvarig kan behöva uppmärksamma är till exempel om det finns personal som utsätts för hörselskadliga ljudexponeringar och vilka aktiviteter som bidrar mest till exponeringen.

Bestämning av ljudexponering

För att kunna genomföra riskbedömningen behöver personalens dagliga ljudexponering bestämmas. Det underlag som används behöver vara representativt för aktiviteterna under arbetsdagen och för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer.

Åtgärder och handlingsplan

För att åtgärda de risker som identifierats kan olika typer av åtgärder vara aktuella och ofta behövs en kombination av åtgärder. Åtgärder som inte kan genomföras omedelbart ska skrivas ned i en handlingsplan. Exempel på åtgärder är:

Dämpning vid källan som kan vara val av ljudsvagare instrument, begränsning av nivån från scenmonitorer och vid högtalarförstärkt musik.

Skärmar runt slagverkare och i orkesterdiken

Arbetsorganisatoriska åtgärder som kan vara anpassning av arbetsscheman, placering av musiker och arbetsrotation på arbetsställen.

Rumsakustiska åtgärder som kan vara anpassning av efterklangstid och användning av ljudabsorbenter för att begränsa reflekterat ljud på scenen.

Ljudtekniska åtgärder kan vara att hänga upp PA-högtalare i taket och placera monitorer så att ljudet koncentreras till aktuell musiker.

Kontroll

Regelbundna kontroller är väsentliga för att fastställa att ljudförhållandena inte ändrats och att vidtagna åtgärder är effektiva samt för att identifiera behov av ytterligare åtgärder.

Information och utbildning

I bullerföreskrifterna finns krav på arbetsgivaren att informera och utbilda arbetstagarna när det gäller riskerna med höga ljudnivåer, vidtagna åtgärder, resultat av riskbedömningar och hur hörselskydd kan användas på ett korrekt sätt.

Ta hjälp av företagshälsovården

Om kunskap inte finns i verksamheten till exempel för att göra riskbedömningar, finns det krav på att anlita företagshälsovård eller motsvarande sakkunnig hjälp utifrån.

Oavsett typen av arbetsplats är det viktigt att arbetet med ljudfrågorna utgör en naturlig del av verksamheten det vill säga att man planerar, bedriver och följer upp arbetet regelbundet så att riskerna med höga ljudnivåer elimineras eller minskas så långt det är möjligt. Det görs i fyra steg: undersökning, riskbedömning, åtgärder och kontroll. Stegen grundar sig på Arbetsmiljöverkets föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete.

7.1 Undersökning och riskbedömning

Kartlägg vilka risker som finns. På vilket sätt och hur noggrant arbetsgivaren ska göra detta beror på hur omfattande problemet är på arbetsplatsen. Det är dock viktigt att uppmärksamma alla risker som kan uppstå på grund av höga ljudnivåer. Riskbedömning innebär att bedöma om de risker man har identifierat kan orsaka olyckor eller ohälsa för de anställda. Riskbedömningar ska göras regelbundet och revideras inför förändringar i verksamheten som kan göra en bedömning inaktuell eller om resultat av hörselundersökningar visar att det är befogat. De ska också dokumenteras och bevaras så att uppgifterna kan användas vid en annan tidpunkt.

Exempel på vad som kan behöva uppmärksammas vid en riskbedömning:

- Finns det arbetstagare som utsätts för ljudexponeringar som är lika med eller överskrider insatsvärdena i bullerföreskrifterna? Det är den exponering de enskilda arbetstagarna utsätts för som ska bestämmas och inte bara den allmänna ljudnivån på arbetsplatsen.
- Utsätts någon arbetstagare för exponeringar som överskrider gränsvärdena?
- Bidrar höga ljudnivåer till den mentala belastningen så att arbetet blir mer tröttande och / eller ger upphov till stresssymptom av olika slag? Vilka arbetstagare är utsatta för detta?
- Finns det arbetstagare som riskerar att drabbas av olyckor på grund av att de inte hör varningssignaler, till exempel brandlarm, och andra ljud som behöver uppfattas?
- Finns det arbetstagare som kan vara särskilt känsliga för höga ljudnivåer, exempelvis hörselskadade eller gravida?
- Vilka aktiviteter bidrar mest till den ljudexponering arbetstagarna utsätts för? Här är det viktigt att ta hänsyn till både ljudnivån och den tid man utsätts för höga ljudnivåer.
- Används hörselskydd med lämplig dämpning?

7.1.1 Bestämning av ljudexponering

För att kunna genomföra riskbedömningen behöver man bestämma arbetstagarnas dagliga ljudexponering. Hänsyn behöver då tas till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Den dagliga bullerexponeringsnivån beräknas utifrån ekvivalent ljudnivå för respektive aktivitet och den tid aktiviteten varar. Förutom *daglig bullerexponeringsnivå* behöver man även bestämma *maximal ljudnivå* och *impulstoppvärde*.

Underlag för att bestämma exponeringen kan vara:

- mätningar på arbetsplatsen,
- information från motsvarande arbetsplatser och
- information från andra källor.

Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna samt för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer. Till exempel så kan ljudnivåerna vid repetitioner och konserter vara olika och även skilja sig mellan musiker som spelar samma instrument.

- Den dagliga bullerexponeringsnivån kan uppskattas med hjälp av nedanstående poängberäkningsmetod eller beräknas genom att använda kalkylatorn som finns på:
<http://www.av.se/teman/buller/Ljudmatning>

För poängberäkningsmetoden gäller att 32 poäng motsvarar en daglig bullerexponeringsnivå på 80 dB medan 100 poäng motsvarar 85 dB.

Beräkning av daglig bullerexponeringsnivå									
Ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå L_{pAeq} [dB]	Exponeringstid								
	15 min	30 min	1 tim	2 tim	4 tim	8 tim	10 tim	12 tim	
112	1566	3132	6265	12530	25059	50119	62648	75178	
111	1244	2488	4976	9953	19905	39811	49763	59716	
110	988	1976	3953	7906	15811	31623	39528	47434	
109	785	1570	3140	6280	12559	25119	31399	37678	
108	624	1247	2494	4988	9976	19953	24941	29929	
107	495	991	1981	3962	7924	15849	19811	23773	
106	393	787	1574	3147	6295	12589	15737	18884	
105	313	625	1250	2500	5000	10000	12500	15000	
104	248	496	993	1986	3972	7943	9929	11915	
103	197	394	789	1577	3155	6310	7887	9464	
102	157	313	626	1253	2506	5012	6265	7518	
101	124	249	498	995	1991	3981	4976	5972	
100	99	198	395	791	1581	3162	3953	4743	
99	78	157	314	628	1256	2512	3140	3768	
98	62	125	249	499	998	1995	2494	2993	
97	50	99	198	396	792	1585	1981	2377	
96	39	79	157	315	629	1259	1574	1888	
95	31	63	125	250	500	1000	1250	1500	
94	25	50	99	199	397	794	993	1191	
93	20	39	79	158	315	631	789	946	
92	16	31	63	125	251	501	626	752	
91	12	25	50	100	199	398	498	597	
90	10	20	40	79	158	316	395	474	
89	8	16	31	63	126	251	314	377	
88	6	12	25	50	100	200	249	299	
87	5	10	20	40	79	158	198	238	
86	4	8	16	31	63	126	157	189	
85	3	6	13	25	50	100	125	150	
84	2	5	10	20	40	79	99	119	
83	2	4	8	16	32	63	79	95	
82	2	3	6	13	25	50	63	75	
81	1	2	5	10	20	40	50	60	
80	1	2	4	8	16	32	40	47	
79	1	2	3	6	13	25	31	38	
78	1	1	2	5	10	20	25	30	
77	0	1	2	4	8	16	20	24	
76	0	1	2	3	6	13	16	19	
75	0	1	1	3	5	10	13	15	

Exponerings-poäng totalt	Daglig buller-exponeringsnivå $L_{EX,8h}$ [dB]
31623	110
25119	109
19953	108
15849	107
12589	106
10000	105
7943	104
6310	103
5012	102
3981	101
3162	100
2512	99
1995	98
1585	97
1259	96
1000	95
794	94
631	93
501	92
398	91
316	90
251	89
200	88
158	87
126	86
100	85
79	84
63	83
50	82
40	81
32	80
25	79
20	78
16	77
13	76
10	75

Tabell 7.1 Poängberäkningsmetod för uppskattning av daglig bullerexponeringsnivå.

Exempel: En symfonimusiker utsätts för följande exponering under en arbetsdag:

Aktivitet	Tid	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Individuell övning	2 tim	86
Generalrepetition	2 tim 30 min	88
Pauser och möten	1 tim 45 min	65
Konsert del 1	1 tim	91
Konsert del 2	45 min	92

Det ger följande poäng:

Aktivitet	Poäng
Individuell övning	31
Generalrepetition	$50 + 12 = 62$
Pauser och möten	0
Konsert del 1	50
Konsert del 2	$31 + 16 = 47$
Totalt	190

Avläsning i tabellen ger en daglig bullerexponeringsnivå på cirka 88 dB.

► Ljudmätning beskrivs i avsnitt 4.

7.2 Åtgärder och handlingsplan

Riskerna som har identifierats i bedömningen ska enligt bullerföreskrifterna åtgärdas i samarbete med arbetstagarna. Olika typer av åtgärder kan vara aktuella och ofta behövs en kombination av åtgärder. Åtgärder som inte kan genomföras omedelbart ska skrivas ned i en handlingsplan som anger:

- Vilka åtgärder som ska genomföras.
- När åtgärderna ska vara genomförda.
- Vem som ska se till att åtgärderna genomförs.

Omfattningen och utformningen av en handlingsplan kan skilja sig åt mellan större och mindre verksamheter och mellan olika typer av verksamheter.

Åtgärder som påverkar ljudet direkt vid källan är ofta de mest effektiva. Rangordna ljudkällorna eller aktiviteterna och åtgärda de som ger de högsta exponeringarna först. Några exempel på åtgärder:

7.2.1 Dämpning vid källan

Att sänka nivån från den dominerande ljudkällan innebär som regel i musik att också övriga ljudkällor/instrument sänks. Då sänks även den totala ljudnivån, vilket påverkar alla exponerade personer.

Exempel:

- Val av ljudsvagare instrument.
- Behärskad spelstil.
- Dämpning av trummor och cymbaler.
- Begränsning av nivån från scenmonitorer.
- Begränsning av nivån vid högtalarförstärkt musik.

7.2.2 Skärmar

Ett komplement till att sänka ljudnivån vid källan är att påverka ljudutbredningen med hjälp av skärmar. Detta påverkar främst högre frekvenser medan basregistret kräver mycket stora skärmar för att påverkas i sin utbredning.

Exempel:

- Skärmar runt slagverkare.
- Skärmar i orkesterdiken.
- Avskärmning av arbetsplatser i spellokaler.

7.2.3 Arbetsorganisation

Arbetets organisation, dvs. hur arbetsdagen med varierande inslag av olika ljudmiljöer ser ut, är en viktig parameter. För att minska hörselskaderisken är det viktigt med variation och avbrott i exponeringen för höga ljudnivåer.

Exempel:

- Variera mellan verk med högre och lägre ljudnivå inom en konsert.
- Undvik komprimerade föreställningar och ge möjlighet till kortare eller längre pauser.
- Anpassa den enskilde musikerns arbetsschema för att begränsa exponeringen.
- Variera orkesteruppställningen så att inte samma musiker alltid sitter framför de ljudstarka instrumenten.
- Arbetsrotation på spelställen.

Placering av musiker

Exponeringen kan minskas genom att man ökar avståndet mellan musikerna och placerar ljudstarka instrument så att de inte spelar direkt mot andra musiker i orkestern.

Exempel:

- Använd konsert- och övnings-salar med tillräcklig golvyta för att kunna skapa tillräckliga avstånd mellan musikerna.
- Använd gradänger under mässingsblåsare, slagverk och träblåsare.

7.2.4 Rumsakustiska åtgärder

Rumsakustiken påverkas av rummets storlek och form samt andelen och placeringen av ljudabsorberande och ljudreflekterande ytor. Beroende på typ av aktivitet och typ av lokal kan olika rumsakustiska åtgärder vara aktuella. Ofta behövs en väl avvägd balans mellan absorberande och reflekterande ytor för att få lämplig efterklang och bra möjligheter till ljudmässig kommunikation mellan musikerna.

Exempel:

- Reflekterande ytor i anslutning till orkesterpodiet förbättrar kommunikation och bidrar till att man spelar svagare.
- Taket under förscenen i en konsertlokal görs delvis absorberande.
- Väggar och tak runt scenen i lokaler där högtalarförstärkt musik spelas förses med ljudabsorbenter.

7.2.5 Ljudtekniska åtgärder

Genom att rikta och fördela ljudet på lämpligt sätt kan onödig exponering undvikas.

Exempel:

- PA-högtalare hängs i tak i stället för att stå på scengolvet.
- Monitorer och instrumenthögtalare placeras och riktas så att ljudet koncentreras till aktuell musiker. Nivån kan då sänkas och övriga musikers exponering minskas.

► *Mer specifika och detaljerade åtgärder beskrivs i avsnitten 8.2, 9.2, 10.2 och 11.2.*

7.3 Kontroll

Regelbundna kontroller är väsentliga för att fastställa att ljudförhållandena inte ändrats och att vidtagna åtgärder är effektiva samt för att identifiera behov av ytterligare åtgärder. Efter den första riskbedömningen bör en kompletterande bedömning göras i samband med till exempel den första repetitionen av ett nytt framförande. Riskbedömningen bör därefter revideras och mätningar genomföras vid behov om förändringar som påverkar ljudexponeringen genomförts på arbetsplatsen. Det kan till exempel vara ändrad placering för musikerna eller en annan typ av musik.

7.4 Information och utbildning

Om exponeringen arbetstagarna utsätts för är lika med eller överstiger något av de undre insatsvärdena i bullerföreskrifterna är arbetsgivaren skyldig att informera och utbilda arbetstagarna. Uppmärksamma särskilt;

- vad riskerna med att utsättas för höga ljudnivåer kan innebära,
- åtgärder som vidtagits eller kommer att vidtas för att ta bort eller minska riskerna så långt det är möjligt,
- de gränsvärden och insatsvärden som gäller enligt föreskrifterna,
- resultaten av riskbedömningar och mätningar samt beskrivning av vad det innebär och möjliga risker,
- korrekt användning av hörselskydd och information om skyldigheten att bära hörselskydd när de övre insatsvärdena uppnås eller överskrids,
- nyttan med, och metoder för, att upptäcka och rapportera tecken på hörselskador,
- under vilka omständigheter arbetstagare har rätt till hörselundersökningar och syftet med dessa och
- bra arbetsrutiner för att minimera exponeringen för höga ljudnivåer.

7.5 Ta hjälp av företagshälsovården

Om det saknas kompetens inom den egna verksamheten, till exempel för att göra mätningar och bestämma ljudexponeringar, riskbedömningar, åtgärdsförslag, handlingsplaner och arbetsanpassningar samt informera de anställda ska arbetsgivaren enligt föreskrifterna om systematiskt arbetsmiljöarbete anlita företagshälsovård eller motsvarande sakkunnig hjälp utifrån.

8. Symfonimusiker

Innehåll

Sammanfattning	56
8.1 Risker	57
8.1.1 Riskbedömning	59
8.1.2 Bestämning av ljudexponering	60
8.1.3 Hörselvård	61
8.2 Åtgärder	61
8.2.1 Dämpning vid källan	61
<i>Ljudnivå</i>	<i>61</i>
<i>Välj instrument efter klangegenskaper – inte efter maximalt ljudtryck</i>	<i>62</i>
<i>Välj en behärskad spelstil</i>	<i>62</i>
8.2.2 Arbetsorganisation	62
<i>Repertoarval</i>	<i>62</i>
<i>Pauser</i>	<i>63</i>
<i>Arbetsschema</i>	<i>64</i>
<i>Placering av musiker i orkestern</i>	<i>64</i>
8.2.3 Rumsakustiska åtgärder	65
8.2.4 Skärmar	67
8.2.5 Hörselskydd	69

I kategorin symfonimusiker ingår också körsångare och solister inom musikkategorin klassisk musik. Symfonimusiker antas huvudsakligen arbeta med akustiska instrument.

Sammanfattning

Risker

Symfonimusiker utsätts för ljud i samband med konserter, repetitioner och enskild övning och de flesta musikinstrument kan åstadkomma hörselskadliga ljudnivåer. Beroende på instrument, placering i orkestern, repertoar, spelstil, m.m. kan den dagliga ljudexponeringen vara sådan att den innebär risk för hörselskada.

Riskbedömning

I en riskbedömning ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Man behöver ta hänsyn till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Underlag för bedömningen kan vara mätningar på arbetsplatsen, information från liknande arbetsplatser och information från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna samt för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer.

Hörselvård

Arbetstagare som utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall. Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare.

Åtgärder

För att hitta lösningar som både förebygger hörselskador och fungerar musikaliskt kan olika typer av åtgärder vara aktuella. I de flesta fall behövs också en kombination av flera åtgärder. Några exempel på åtgärder:

Åtgärder vid ljudkällan kan vara att välja tystare instrument och att välja att spela svagare.

Arbetsorganisatoriska åtgärder kan vara att öka avståndet mellan musiker, placera ljudstarka instrument så att de inte spelar direkt mot andra musiker i orkestern, variera orkesteruppställningen och att anpassa musikernas arbetsschema.

Rumsakustiska åtgärder kan vara att utnyttja lämpligt placerade och utformade reflekterande ytor för att underlätta kommunikation mellan musikerna vilket bidrar till att man spelare svagare och att anpassa efterklangstiden i repetitionssalar och övningsrum.

Skärmar kan användas för att påverka ljudutbredningen och till exempel skydda musiker som är placerade framför ljudstarka instrument.

Hörselskydd är den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. För musiker finns hörselgångsproppar som inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad.

8.1 Risker

Symfonimusiker utsätts för ljud i samband med till exempel konserter, repetitioner och enskild övning och de flesta musikinstrument kan åstadkomma hörselskadliga ljudnivåer. Beroende på instrument, placering i orkestern, repertoar, spelstil, m.m. kan den dagliga bullerexponeringsnivån typiskt ligga mellan 80 och 95 dB(A). Man bör också vara medveten om att exponering för höga ljudnivåer under fritiden bidrar till att öka risken för hörselskada. Några exempel på uppmätta ljudnivåer i samband med konserter visas i tabell 8.1.

Personal/instrument	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Dirigent	83 - 91
Fagott	88 - 100
Flöjt	90 - 93
Flöjt, piccola	90 - 106
Harpa	90 - 95
Horn	90 - 102
Klarinett	89 - 102
Kontrabas	86 - 98
Körsångare	86 - 92
Solosångare	94 - 95
Oboe	91 - 100
Piano	80 - 100
Slagverk	88 - 109
Trombon	88 - 104
Trumpet	91 - 102
Viola	88 - 98
Violin	79 - 103
Violin, alt	91 - 93
Violoncell	86 - 97

Tabell 8.1 Exempel på uppmätta ljudnivåer vid instrumentalisten i samband med konserter.

Exempel på uppmätta ljudnivåer vid enskild övning när man spelar normalstarkt och starkt visas i tabell 8.2.

Instrument	Ekvivalent ljudnivå normalstarkt/starkt [dB(A)]
Fagott	80
Flygel	88 / 90
Horn	92 / 100
Klarinett	92 / 98
Kontrabas	84
Kontrafagott	98
Orgel	84 / 90
Piccolaflöjt	92 / 105
Piccolatrumpet	104
Slagverk	100
Tenorsaxofon	95
Trombon	97 / 105
Trumma	101
Trumpet	98 / 109
Tuba	96 / 104
Tvärflöjt	96
Viola	94 / 100
Violin	96 / 98
Vokal	100
Xylofon	94 / 104

Tabell 8.2 Exempel på uppmätta ljudnivåer vid enskild övning.

Exemplen gäller ekvivalent ljudnivå uppmätt vid konserter och enskild övning och är inte dagliga bullerexponeringsnivåer. Tabell 8.3 ger en uppfattning om hur länge man kan utsättas för en viss ljudnivå innan man uppnår en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB.

Ekvivalent ljudnivå dB(A)	Exponeringstid för 85 dB daglig bullerexponeringsnivå
85	8 tim
88	4 tim
91	2 tim
94	1 tim
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	4 min
109	2 min
112	1 min

Tabell 8.3 Den tid det tar för att uppnå 85 dB daglig bullerexponeringsnivå vid olika ljudnivåer.

Om man exempelvis som violinist utsätts för en ekvivalent ljudnivå på 91dB(A) så uppnås en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB efter 2 timmar.

- Mer detaljerade exempel på uppmätta exponeringar finns i rapporten *Musik, musiker och hörsel* som finns på http://www.av.se/teman/buller/Mer_information/

8.1.1 Riskbedömning

Riskbedömningar hjälper till att fastställa vem som är utsatt för risker och ger underlag till lämpliga åtgärder för att förebygga hörselskador. Att informera om riskbedömningar leder till ökad medvetenhet hos musiker, dirigenter och kompositörer om riskerna att drabbas av hörselskador och bör därför kunna bidra till att begränsa kraven på att spela högre. I samband med riskbedömningen identifieras också i vilka sammanhang riskerna är störst och vad som behöver åtgärdas i första hand.

Riskbedömning görs lämpligen i samband med planering av en säsong eller vid planering av konserter. När spelningen sedan påbörjats behöver en uppföljning göras för att kontrollera att vidtagna åtgärder haft avsedd effekt. För orkestrar vars repertoar är densamma under längre tid och som spelar i samma lokaler under denna tid kan riskbedömningen ofta baseras på tidigare resultat.

Som utgångspunkt för en riskbedömning behöver man ta hänsyn till:

- Spellokalen
 - akustik
 - utrymme
 - begränsningar
 - resurser
- De olika verk som kommer att spelas
 - högsta ljudnivå

- längd
- stora förändringar av dynamiken (förändring av styrka, tonhöjd och tempo)
- instrumentering (antal olika instrument som behövs)
- Fördelning av musiker
 - antal och placering av musiker till exempel hur många mässingsblåsare som ingår och var slagverket är placerat.
- Personkännedom
 - dirigenter (Vill de att musiken ska vara stark? Repeterar de mycket?)
 - solister (Spelar de högt? Spelar de ljudstarka instrument?)
 - kompositörer (om möjligt)
- Speciellt ljudstarka instrument
- Används förstärkning?
- Ingår några specialeffekter till exempel pyrotekniska?

8.1.2 Bestämning av ljudexponering

I riskbedömningen ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Man behöver ta hänsyn till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Den dagliga bullerexponeringsnivån beräknas sedan utifrån ekvivalent ljudnivå under respektive aktivitet och den tid aktiviteten varar.

Underlag för beräkningen kan vara mätningar på arbetsplatsen, information från liknande arbetsplatser och information från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna samt för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer. Till exempel så kan ljudnivåerna vid repetitioner och konserter vara olika och även skilja sig mellan musiker som spelar samma instrument. Regelbundna ljudexponeringsmätningar kan därför behövas för att få tillräcklig kunskap om vilka exponeringar olika typer av arbetspass ger.

Ett exempel på beräkning av daglig bullerexponeringsnivå visas i tabell 8.4.

Aktivitet	Tid [minuter]	Genomsnittlig ljudnivå [dB(A)]
Individuell övning	120	86
Generalrepetition	150	88
Pauser och möten	115	65
Konsert del 1	50	91
Konsert del 2	45	92
Daglig bullerexponeringsnivå	480 (= 8 timmar)	88

Tabell 8.4 Exempel på beräkning av daglig bullerexponeringsnivå.

- Beräkning av daglig bullerexponeringsnivå kan göras med hjälp av kalkylatorn som finns på <http://www.av.se/teman/buller/Ljudmatning> eller med poängmetoden i avsnitt 7.1.1.
- Ljudmätning beskrivs i avsnitt 4.

8.1.3 Hörselvård

Arbetstagare som yrkesmässigt utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska enligt bullerföreskrifterna erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall (se avsnitt 6.3.1). Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare. Den undersökte får också klara fakta att förhålla sig till när det gäller sin hörselstatus.

► Se även avsnitt 1.4.

8.2 Åtgärder

Om exponeringen kommer upp till eller överstiger insatsvärdena i bullerföreskrifterna ska åtgärder vidtas för att minska risken för hörselskador. Det är då viktigt att involvera och motivera arbetstagarna och informera dem om riskerna med att utsättas för höga ljudnivåer.

Hänsyn behöver också tas till att varje musiker har behov av att höra sina medmusiker i en viss balans i förhållande till ljuden från det egna instrumentet. Bara när denna balans existerar blir det möjligt för musikern att leverera sitt optimala bidrag till samspelet, det vill säga dels bidra till den rytmiska precisionen, dels intonera riktigt och dels lägga sin egen ljudnivå och sin klangfärg så att de balanserar riktigt med den övriga ensemblen.

Olika typer av åtgärder för att minska exponeringen kan därför vara aktuella. Ofta behövs en kombination av åtgärder. Väl genomförda åtgärder för att minska exponeringen kan också göra det lättare att spela tillsammans.

8.2.1 Dämpning vid källan

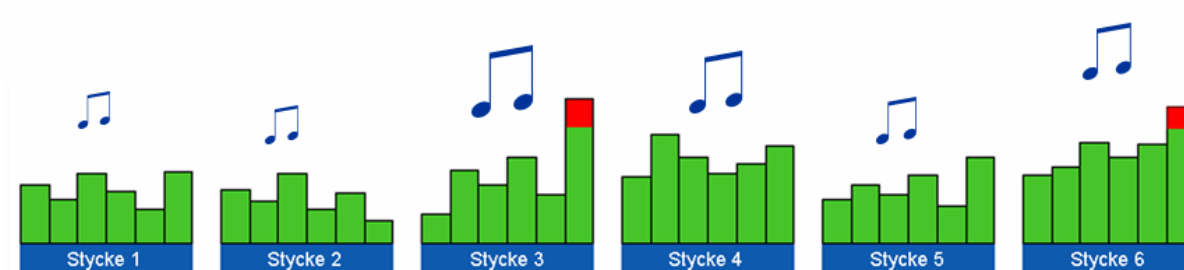
Ljudnivån i orkestrarna är beroende av en rad faktorer bland annat vilka instrumenttyper som används, rummets akustik, antalet musiker på scen eller i orkesterdiket och typen av musik som framförs. Men ljudnivån är inte bara en akustisk/teknisk fråga utan till stor del också beroende på det musikaliska klangidealet hos både dirigent och musiker. För att öka toleransen och förståelsen för ljudfrågorna är det viktigt att arbetsgivare, musiker och dirigent diskuterar dem.

Ljudnivå

Enligt bullerföreskrifterna är gränsvärdet för den dagliga bullerexponeringsnivån 85 dB vilket innebär att man kan utsättas för en ekvivalent ljudnivå på 85 dB(A) under 8 timmar innan gränsvärdet uppnås. Om nivån höjs med 3 dB(A) reduceras exponeringstiden med bibehållen risknivå till 4 timmar. För varje ökning med 3 dB(A) följer sedan ytterligare en halvering av tillåten exponeringstid. Förhållandet innebär å andra sidan att en sänkning med 3 dB(A) dubblar den tillåtna exponeringstiden. Genom en sänkning av musikinivån från exempelvis 91 till 88 dB(A) kan speltiden med samma risknivå ökas från två till fyra timmar. (Se även tabell 8.3.)

Noteras kan samtidigt att en förändring på 3 dB upplevs som liten och ofta inte uppfattas av lyssnaren. Det krävs en sänkning på cirka 10 dB för att den upplevda styrkan ska halveras, 3 dB innebär att den bara sänks med cirka 20 procent. Eftersom den genomsnittliga nivån dessutom i hög grad påverkas av perioderna med de högsta nivåerna, kan det räcka med att

sänka nivån under dessa. Konstnärliga överväganden kan naturligtvis begränsa den möjligheten, men ofta kan sådana sänkningar göras utan att komma i konflikt med dem. Ett alternativ kan vara att sänka nivån i alla delar av stycket men behålla skillnaden mellan de svagaste och de starkaste partierna. Vidare kan man begränsa ljudnivåerna vid övning och instudering.



Figur 8.1 Exempel på nivåsenkning (röd markering) riktad mot del av två musikstycken ingående i en repertoar av sex på varandra följande verk.

Välj instrument efter klangegenskaper – inte efter maximalt ljudtryck

En del orkestrar är väldigt ljudstarka och till viss del kan detta ha med instrumentens utformning att göra. Det förekommer att bleckblåsare väljer mer ljudstarka instrument vilket ofta leder till en allmän höjning av ljudnivån i hela orkestern. Ljudnivån kan då sänkas genom att byta instrument. I några orkestrar har bleckblåsare provat äldre, ljudsvagare typer av instrument. Det har i flera fall visat sig fungera väl och bidragit till en allmän sänkning av ljudnivån inom hela orkestern.

Slagverk, trummor och bleckblås är ljudstarka instrument. I kammarorkestrar är de besättningarna vanligen mindre och dessa ensembler alstrar därför ofta lägre ljudtryck. Därför är problemen här för det mesta mindre än i stora symfoniorkestrar. Detsamma gäller utpräglade barockorkestrar och ensembler som framför äldre verk på originalinstrument.

Välj en behärskad spelstil

Se till att det verkligen spelas *ppp* (piano pianissimo) när det är angivet i noterna. I så fall behöver *fff* (forte fortissimo) objektivt sett inte vara så starkt för att verka överväldigande. Se också till att bakgrundsljudnivån i lokalen är låg. Det medverkar till att utveckla spel på svagare nivå.

8.2.2 Arbetsorganisation

Risken för hörselskador avgörs inte bara av musikens ljudnivå, utan också av hur länge och hur ofta man exponeras vilket främst påverkas av arbetsschema och spelprogram. Det är därför viktigt att man tar hänsyn till hörselskaderisken vid utformningen av dem.

Repertoarval

En möjlighet att minska den totala ljudexponeringen är att begränsa antalet verk som ska spelas vid mycket hög ljudnivå under en säsong. Man kan också variera mellan verk med högre och lägre ljudnivå inom en konsert.

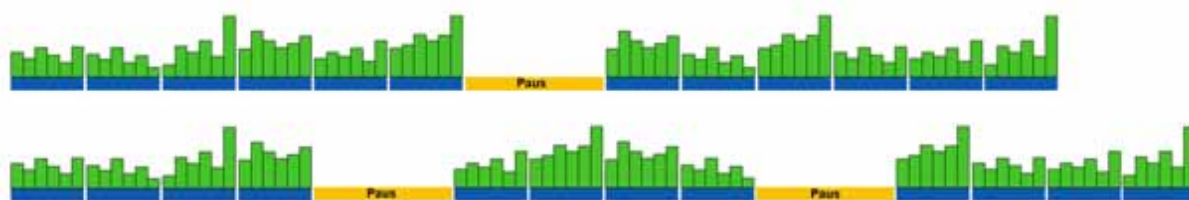
Musik som spelas med en viss styrka kommer att ge högre ljudnivåer ju mindre lokalen är. Ljudnivån eller valet av verk behöver därför anpassas till konsertsalens storlek och akustik.

Pauser

Risken för att musiken ska ge hörselskador beror sällan på hur länge ett enskilt stycke varar eller på vilken nivå det spelas. Det kritiska är snarare den sammanlagda exponeringen under en längre tidsperiod och hur den fördelas över den tiden.

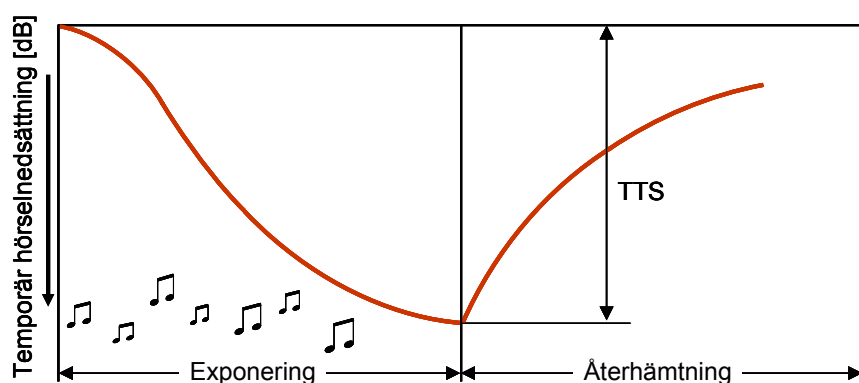
Utnyttjandet av pauser i tyst miljö då hörseln får möjlighet att återhämta sig minskar risken för både tillfälliga och bestående hörselskador. Att undvika komprimerade föreställningar och ge möjlighet till kortare eller längre pauser är därför en viktig organisatorisk åtgärd för att minska hörselskaderisken.

Fördelarna med att framföra 12 musikstycken med två mellanliggande pauser i stället för med en paus kan vara stor ur risksynpunkt (se figur 8.3) trots att pauserna endast marginellt påverkar den ekvivalenta ljudnivån. Sådana förändringar i spelningen kan dessutom ofta genomföras utan att stå i omedelbar konflikt med musicerandet, eftersom framförandet av musiken inte berörs. Av samma skäl kan man lägga in pauser som ger hörselvila även under övningspassen där ljudnivån är hög och lägga en längre period med hörselvila efter ett arbetspass med hög ljudnivå.



Figur 8.2 Exempel på införandet av två pauser i stället för en under en föreställning med 12 på varandra följande verk.

Effekten av pauser kan illustreras av figur 8.3. I samband med exponering för musik vid höga nivåer, vidtar en uttröttningsprocess av örats hårceller. En konsekvens av detta är en så kallad temporär höjning av hörseltröskeln (TTS), en övergående försämring av örats känslighet. Genom att införa en paus utan musik inträffar en förhållandevis snabb återhämtning av örats hårceller. Utnyttjandet av pauser i tyst miljö minskar risken för både temporära och bestående hörselskador.



Figur 8.3 Exempel på temporär hörselnedsättning under exponering för höga ljudnivåer följt av återhämtning under paus/ljudvila.

Arbetsschema

Den enskilde musikerns arbetsschema behöver läggas upp med tanke på hörselskaderisken. Om man utgår från typiska exponeringsnivåer på de olika platserna i orkestern för varje verk som uppförs och motsvarande data från musikerns övriga aktiviteter, till exempel privat övning, kan man utarbeta individuella övnings-/konsertplaner. Man kan sedan vid behov behöva disponera avlösare, ordna rotation mellan platser i orkestern, använda skärmar med mera för att säkra en acceptabel ljudexponering.

Placering av musiker i orkestern

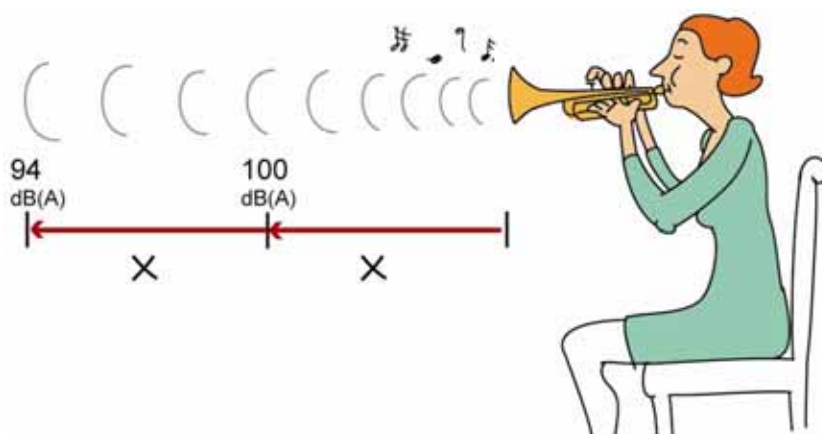
Musikerna i en typisk orkesteruppställning sitter som regel med ett inbördes avstånd av ungefär en meter. Om platsen tillåter är det en fördel att öka avståndet mellan musikerna. Härigenom reduceras påverkan från musiker som sitter i närheten.

I en symfoniorkester är det en fördel att lyfta upp mässingsblåsare $\frac{1}{2}$ eller 1 meter. På så sätt kan de spela 2–3 dB svagare och ändå höras bra av dirigent och publik. Man uppnår dessutom att blåsarna kan spela över huvudet på de musiker som sitter framför. Även träblåsarna kan med fördel lyftas upp.

Det är bra med 2 meter fri golvyta framför orkestern. Det förbättrar högfrekvensöverföringen från stråkarna. Skärmar i 45 graders vinkel kan placeras bakom hornisterna för att reflektera ljudet framåt vilket medför att de inte behöver spela så starkt för att höras. I ett orkesterdike är utrymmet som regel begränsat och därför har man sällan möjlighet att skapa olika nivåer i höjddled.

Exempel på möjliga åtgärder är:

- Variera orkesteruppställningen, så att inte samma musiker alltid sitter framför de ljudstarka instrumenten. Låt stråkar i samma grupp rotera mellan platser nära intill och längre bort från de starka instrumenten.
- Använd konsert- och övningssalar med tillräcklig golvyta, minst 2 m² per musiker. Då kan man göra en funktionell möblering och skapa tillräckliga avstånd mellan musikerna – speciellt till de ljudstarkaste instrumenten som mässingsblåsare och slagverk. En tillräcklig golvyta behövs också för att vid behov kunna sätta upp skärmar. Även körens övningslokal behöver ha tillräcklig golvyta.



Figur 8.4 Ljudet dämpas med 6 dB per fördubbling av avståndet till ljudkällan om det inte finns andra reflekterande ytor än golvet i närheten.

- Använd podier under mässingsblåsare och slagverk, så dirigenten hör dessa kraftiga instrument klart (så dirigenten inte ber dem spela starkare), och så att de inte har sin primära utstrålning direkt på musikerna som sitter framför. Placering av stora delar av orkestern på svängda podier (som i Berliner Philharmonin) kan underlätta det direkta ljudets utbredning över större avstånd i orkestern, vilket – tillsammans med reflexer mot podierna – bidrar till god kontakt mellan musikerna.



Figur 8.5 Placering av musikerna på podier gör att ljudet kan utbreda sig mer obehindrat och inte strålar direkt in i framförvarande musiker. Blåsarna kan då spela svagare utan att ljudnivån hos dirigent och åhörare minskar.

- Undvik att placera musiker under förscenen.
- I orkesterdiken;
 - Placera ljudstarka instrument eller instrumentgrupper på platser med större takhöjd så att ljudet kan komma ut ur orkesterdiket.
 - Överväg att placera mässingsblåsare nära främre delen av orkesterdiket runt dirigenten så att inte andra musiker exponeras för det starkt riktade ljudet från blåsinstrumenten.
- Utnyttja en brant podieuppbyggnad för kören så att sångarna sjunger över huvudet på dem som står/sitter framför. Den mänskliga rösten kan på nära avstånd åstadkomma mycket hög ljudnivå, upp till 110–115 dB.

8.2.3 Rumsakustiska åtgärder

God akustik behövs både från publikens sida och från musikernas sida, och detta kan ibland leda till motstridiga krav. I konsertsalar ska det självfallet vara bra akustik för publiken, men även bra akustik för orkestern. Det är till exempel väsentligt att den enskilda musikern kan

höra de andra instrumenten i orkestern. Detta är ett stort problem i många konsertlokaler som annars beröms av publiken för sin goda akustik.

Ljudnivån i ett rum bestäms av ljudkällornas utstrålade akustiska effekt och rummets akustiska egenskaper. Ju hårdare begränsningsytor rummet har, desto högre blir ljudnivån på grund av reflexion. Genom att öka ljudabsorptionen i rummet sänks allmännivån vilket dock ger en akustik som kan upplevas som torr och död i musiksammanhang. Det är därför sällan en realistisk åtgärd i lokaler för framträdanden. Däremot kan det vara ett meningsfullt alternativ i övnings- och repetitionslokaler.

I orkestrar är det nästan alltid nivån från det egna och de närmaste kollegornas instrument som bestämmer den totala nivån som en enskild musiker utsätts för. Tillförsel av ljudabsorption på exempelvis väggytor omkring orkestern kommer därför inte att reducera den totala nivån som individen exponeras för. Bara i vissa fall när en musiker – till exempel i ett orkesterdike – sitter mycket nära en väggyta (eller är nära en takyta under förscenen), kommer placering av ljudabsorption lokalt på ytan att ha effekt på musikerns exponering.

Varje musiker har behov av att höra sina medmusiker i en viss balans i förhållande till ljuden från det egna instrumentet. Bara när den balansen existerar blir det möjligt för musikern att leverera sitt optimala bidrag till samspelet, dvs. dels bidra till den rytmiska precisionen, dels intonera riktigt och dels lägga sin egen ljudnivå och sin klangfärg så att de balanserar riktigt med den övriga ensemblen. En musiker som inte hör sina mera avlägsna kollegor i orkestern tillräckligt bra har ofta lätt att tro att de andra heller inte kan höra honom med resultat att han själv spelar starkare. Resultatet blir ofta att också grannen – och snart därefter alla de övriga i orkestern – börjar spela starkare. Opera- och musikalorkestrar är speciellt utsatta genom att utrymmena i orkesterdiket ofta är begränsade och genom att de ofta uppför samma (starka) musik många gånger.

Förslag på rumsakustiska åtgärder:

- Se till att rummet har en lagom stor volym, helst cirka 50 m³ per musiker, även i repetitionslokaler, så att man får en lämplig efterklang utan att nivån blir för hög. Ju mindre rummet är, desto mer måste efterklangen dämpas för att undgå för höga ljudnivåer. Välj å andra sidan inte alltför stort rum eller för dämpat, eftersom musikerna då lättare förleds att spela för starkt om de inte känner tillräcklig respons (stöd) från rummet, eller om de och dirigenten känner att man inte uppnår en tillräcklig nivå på åhörarplatserna i *fff*-passager.
- Lämna en 2 meter bred tom golvyta längst fram på konsertsalens orkesterpodium för reflexion av stråkarnas ljud ut i salen. Härigenom minskar risken att man spelar starkare för att nå ut i salen.



Figur 8.6 En tom golvyta längst fram på orkesterpodiet hjälper till att förstärka ljudet från stråkarna så att violinisterna inte behöver spela så starkt för att nå ut i salen.

- Se till att taket under förscenen görs delvis ljudabsorberande om musiker måste sitta under detta.
- Inrätta en repetitionssal med väl avvägd absorption, dvs. begränsa den efterklang som skapar en otydlig ljudbild.
- Se till att det både i konsert- och repetitionssalar finns reflekterande ytor som kan ge tidiga reflexer för att säkra den akustiska kommunikationen mellan musikerna i orkestern.
- En optimal golvyta per musiker i ett orkesterdike är cirka 2 m². En yta mindre än 1,5 m² per musiker bör inte förekomma. Om orkesterdiket ska göras större bör det ske genom att avlägsna de främsta raderna på parkett.
- Se till att lokaler för individuell övning har en lagom stor volym med takhöjd, helst över 3 meter, så att det erbjuder lämplig efterklang utan att nivån blir för hög. Ju mindre rummet är desto mer måste efterklangen dämpas för att undvika för höga ljudnivåer. Häng textilier med luftspalt på väggytor och ha matta på golvet.
- Utnyttja gärna ett avskilt eller tyst rum för instudering eller liknande arbetsuppgifter.
- Se till att körens övningslokal har tillräcklig golvyta och optimerar ljudabsorptionen i förhållande till rummets volym.
- Använd gärna ljudnivåmätare eller ljudnivåindikator i övningsrum.

8.2.4 Skärmar

En skärm som är uppsatt bakom en musiker i en symfoniorkester kan skydda mot ljudet från instrument placerade bakom musikern. Ju lägre frekvensen är desto större behöver skärmen

vara. Det är därför inte alltid möjligt att skärma av ljud effektivt vid instrumentens grundfrekvens men skärmen kan ändå vara ganska effektiv vid övertonerna.

I en symfoniorkester ska orkestermedlemmarna vara synliga för publiken och musikerna ska kunna se dirigenten. Därför används ofta genomskinliga skärmar. I ett operaorkesterdike är orkestern inte direkt synlig för publiken och man kan då använda ogenomskinliga skärmar.

Skärmar bör användas med försiktighet och placeras ut noggrant så att de inte skapar nya problem på grund av reflexer för musiker som sitter i närheten. För att fylla sitt syfte och minska risken för ljudförstärkningar orsakade av reflekterat ljud behöver skärmarna vara ljudabsorberande på båda sidor. Skärmarnas påverkan på möjligheten för musikerna att höra andra instrument behöver också beaktas. Vid användning av skärmar är det även viktigt att ta hänsyn till möjligheten till utrymning.

Några råd beträffande skärmar:

- Använd ljudabsorberande skärmar av ordentlig storlek (bredd cirka 80 cm och höjd cirka 1,2 m eller minimum 10 cm över öronhöjd) där det är nödvändigt. I en konsertsal kan skärmar normalt bara accepteras om de är transparenta. Skärmar som både är transparenta och har en viss ljudabsorption finns i form av klara akrylskivor som på båda sidor är försedda med transparent mikroperforerad folie som monterats på några centimeters avstånd. Användning av reflekterande skärmar, av exempelvis enbart akryl, har mycket begränsad effekt och kan till och med förvärra situationen för musiker som sitter bakom skärmen.



Figur 8.7 Genom att använda ljudabsorberande transparenta skärmar kan exponeringen från ljudstarka instrument minskas i konsertsalen.

- Ljudabsorberande skärmar är speciellt viktiga i orkesterdiken, där platsen ofta är mera begränsad än på en konsertscen, och där de flesta musiker ofta sitter på samma golvnivå. I gengäld kan man i ett orkesterdike gott acceptera ljudabsorberande, ogenomskinliga skärmar. Om en lämplig storlek av skärmen medför att utsikten till dirigenten förhindras, kan de översta cirka 10 cm göras transparenta – och eventuellt fortfarande vara ljudabsorberande genom användning av akrylskärm med mikroperforerad folie. Överkanten kan också vinklas så att ljuden reflekteras bort från musikernas öron.



Figur 8.8 I ett orkesterdike kan ogenomskinliga skärmar användas. För att möjliggöra utsikt till dirigenten kan den övre delen göras transparent.

- Placera en ljudspridande, reflekterande yta i 45 graders vinkel bakom hornister för att reflektera ljudet framåt vilket gör att dirigenten hör instrumentet lagom starkt. Hornister vill samtidigt sitta minst en meter från ytan.
- I vissa fall kan också små ljudabsorberande skärmar placerade nära musikerns huvud användas. När musikern förväntar sig starkt ljud från de omgivande musikerna aktiverar musikern skärmen genom att luta sitt huvud bakåt in i den.



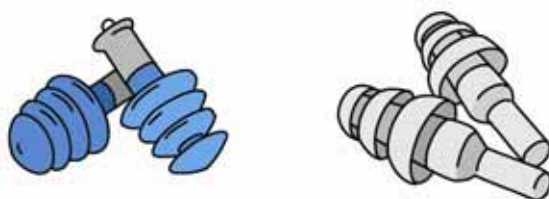
Figur 8.9 Exempel på skärm placerad nära musikerns huvud.

► Läs mer om skärmar i avsnitt 3.4.

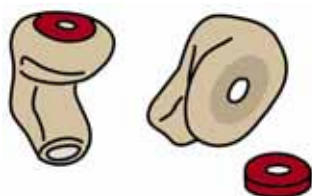
8.2.5 Hörselskydd

Hörselskydd är i alla sammanhang med höga ljudnivåer den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. Lämpligt valda skydd kan helt eliminera risken för hörselskada, men användning av skydd innebär alltid vissa nackdelar.

Ett bra hörselskydd för musiker är hörselgångsproppar försedda med speciella former av filter som gör att hörselskyddet har ungefär samma dämpning vid alla frekvenser och därför inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad. De finns dels som förformade proppar som kan användas av alla och inte kräver individuell anpassning och dels som individuellt anpassade proppar som görs efter en avgjutning av hörselgången. I de individuellt anpassade propparna monteras standardfilter som finns i fyra versioner som principiellt ger en dämpning på respektive 9 dB, 15 dB, 25 dB och 35 dB.



Figur 8.10 Två exempel på hörselgångsproppar som nästan inte färgar ljudbilden. Propparna kan användas av alla och kräver inte individuell anpassning.



Figur 8.11 Musikerhörselskydd med individuellt anpassad hörselgångspropp. Till höger är propp och filter separerade.

Observera att dämpningen kan variera mycket från person till person. Den enskilda brukaren kan därför inte garanteras att få den dämpning som anges på förpackningen. Det kan vara avvikelser på upp till 3–4 dB.

När hörselgången stängs med en propp uppträder den så kallade ocklusionseffekten. Den innebär att ljud och vibrationer som alstras i huvudet – till exempel tal och sång, tuggande, vibrationer från vissa blåsinstrument – hörs starkare än när hörselgången är öppen. Framför allt gäller detta ljud i lågfrekvensområdet. På grund av ocklusionseffekten har sångare och blåsare ofta problem med att vänja sig vid att använda musikerproppar. Musiker har också behov av att höra sina medspelare i ett visst balansförhållande med ljuden från sitt eget instrument och hörselskydd kan göra det svårare.

Det är därför viktigt att man tar den tid som behövs för tillvänjning vid den nya ljudbilden med hörselskydd och inte provar hörselskydd för första gången i samband med en konsert. Följande sätt kan vara lämpligt för att vänja sig stegvis:

Bär hörselproppar

- 1) Hemma
- 2) Hemma och vänj dig att tala när du använder dem
- 3) Lite då och då och vänj dig vid konversation
- 4) Under övning

5) Vid repetitioner

6) Vid framföranden

Det är bättre att använda ett skydd som dämpar måttligt och använda det hela tiden än att använda ett kraftigt dämpande skydd som bara utnyttjas del av tiden. De speciella musikerpropparna är väl lämpade genom att de ger en begränsad men som regel tillräcklig dämpning. Skydden är relativt komfortabla och kan lätt användas under hela exponeringstiden.

▶ *Läs mer om hörselskydd i avsnitt 5.*

9. Rock-, pop- och jazzmusiker

Innehåll

Sammanfattning	74
9.1 Risker	75
9.1.1 Riskbedömning	76
9.1.2 Bestämning av ljudexponering	76
9.1.3 Hörselvård	76
9.2 Åtgärder	77
9.2.1 Dämpning vid källan	77
Ljudnivå	77
Instrument	78
Instrumenthögtalare	78
Monitorer	79
9.2.2 Arbetsorganisation	80
Repertoarval	80
Pauser	80
Arbetsschema	81
Placering av musiker i orkestern	81
9.2.3 Rumsakustik	82
9.2.4 Skärmar	83
Trumskärm	83
9.2.5 Hörselskydd	85

Rubriken rock-, pop- och jazzmusiker avser ett stort antal olika genrer som har det gemensamt att högtalarförstärkning används vid musikframförandet.

Sammanfattning

Risker

Många rock-, pop- och jazzmusiker exponeras ofta för så höga ljudnivåer i samband med konserter, repetitioner och enskild övning att det finns risk för hörselskada.

Riskbedömning

I en riskbedömning ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Man behöver ta hänsyn till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Underlag för bedömningen kan vara mätningar under konserter, repetitioner och individuell övning eller information från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna och för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer.

Hörselvård

Arbetstagare som utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall. Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare.

Åtgärder

För att hitta lösningar som både förebygger hörselskador och fungerar musikaliskt kan olika typer av åtgärder vara aktuella. I de flesta fall behövs också en kombination av flera åtgärder. Några exempel på åtgärder:

Åtgärder vid ljudkällan bör i första hand inriktas på att sänka ljudnivån från de mest ljudstarka instrumenten och från scenmonitorer och instrumenthögtalare. Då kan också nivån från övriga instrument sänkas vilket ger en lägre total ljudnivå. En viktig möjlighet att minska den totala ljudnivån är även att välja att spela svagare.

Arbetsorganisatoriska åtgärder kan vara att öka avståndet mellan musikerna och placera ljudstarka instrument så att de inte spelar direkt mot andra musiker i orkestern. Ljudexponeringen kan även minskas genom att organisera arbetet så att tiden man utsätts för höga ljudnivåer begränsas.

Rumsakustiska åtgärder kan vara att förse scenens och replokalens väggar och tak med ljudabsorberande material och att lägga en matta på golvet. Musikerna kan då minska nivån från sina monitorer och fortfarande höra sig själva tydligt.

Skärmar kan användas för att påverka ljudutbredningen och till exempel skydda musiker som är placerade framför ljudstarka instrument. För rytmisk musik är det vanligt att slagverkare avskärmas med skärmar hela vägen runt musikern.

Hörselskydd är den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. För musiker finns hörselgångsproppar som inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad.

9.1 Risker

Många rock-, pop- och jazzmusiker exponeras ofta för så höga ljudnivåer i samband med till exempel konserter, repetitioner och enskild övning att det finns risk för hörselskada. Man bör också vara medveten om att exponering för höga ljudnivåer under fritiden bidrar till att öka risken för hörselskada.

Några exempel på uppmätta ljudnivåer redovisas i tabell 9.1.

Musiker	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Basgitarrist	101 - 115
Gitarrist	100 - 112
Trumslagare	96 - 115
Saxofonist	97 - 100
Keyboardspelare	111
Trumpetare	96
Trombonist	97 - 99
Flera musiker förstärkt rockmusik	102 - 108

Tabell 9.1 Exempel på uppmätta ljudnivåer.

Exemplen avser ekvivalent ljudnivå uppmätt vid konserter och är inte dagliga bullerexponeringsnivåer. Tabell 9.2 ger en uppfattning om hur länge man kan utsättas för en viss ljudnivå innan man uppnår en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB.

Ekvivalent ljudnivå dB(A)	Exponeringstid för 85 dB daglig bullerexponeringsnivå
85	8 tim
88	4 tim
91	2 tim
94	1 tim
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	4 min
109	2 min
112	1 min

Tabell 9.2 Den tid det tar att uppnå 85 dB daglig bullerexponeringsnivå vid olika ljudnivåer.

Om man exempelvis som gitarrist utsätts för en ekvivalent ljudnivå på 100 dB(A) så uppnås en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB redan efter 15 minuter.

9.1.1 Riskbedömning

Riskbedömningar hjälper till att fastställa vem som är utsatt för risker och ger underlag till lämpliga åtgärder för att förebygga hörselskador. I samband med riskbedömningen identifieras också i vilka sammanhang riskerna är störst och vad som behöver åtgärdas i första hand.

9.1.2 Bestämning av ljudexponering

I riskbedömningen ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Man behöver då ta hänsyn till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Den dagliga bullerexponeringsnivån beräknas sedan utifrån ekvivalent ljudnivå under respektive aktivitet och den tid aktiviteten varar. Mätningar kan i vissa sammanhang också göras kontinuerligt under hela arbetsdagen. Exempel på beräkning visas i tabell 9.3.

Underlag för beräkningen kan vara mätningar under konserter, repetitioner och individuell övning samt information från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna samt för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer. Ljudnivåerna vid repetitioner och spelningar kan vara olika och även skilja sig mellan musiker som spelar samma instrument. Regelbundna ljudexponeringsmätningar kan därför behövas för att få tillräcklig kunskap om vilka exponeringar olika typer av arbetspass ger.

Exempel på beräkning av daglig bullerexponeringsnivå.

Aktivitet	Tid [minuter]	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Individuell övning	110	86
Repetition med orkestern	160	90
Pauser och möten	115	65
Konsert del 1	50	92
Konsert del 2	45	93
Daglig bullerexponeringsnivå	480 (= 8 timmar)	89

Tabell 9.3 Exempel på beräkning av daglig bullerexponeringsnivå.

- ▶ Beräkning av daglig bullerexponeringsnivå kan göras med hjälp av kalkylatorn som finns på <http://www.av.se/teman/buller/Ljudmatning> eller med poängmetoden i avsnitt 7.1.1.
- ▶ Ljudmätning beskrivs i avsnitt 4.

9.1.3 Hörselvård

Arbetstagare som yrkesmässigt utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska enligt bullerföreskrifterna erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall (se avsnitt 6.3.1). Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare. Den undersökte får också klara fakta att förhålla sig till när det gäller sin hörselstatus.

- ▶ Se även avsnitt 1.4.

9.2 Åtgärder

Om exponeringen kommer upp till eller överstiger insatsvärdena i bullerföreskrifterna ska åtgärder vidtas för att minska risken för hörselskador. Det är då viktigt att involvera och motivera arbetstagarna och informera dem om riskerna med att utsättas för höga ljudnivåer.

Hur ljudstarkt det blir på scen avgörs av flera faktorer till exempel:

- Repertoar
- Musikstil
- Önskad ljudnivå på publikplats
- Antal instrument i orkestern
- Typ av instrument
- Spel- och övningslokalers form, storlek, och dämpning
- Scenens storlek och utformning
- Placering av monitorer
- Hur PA-systemet är riggat
- Framförande inomhus eller utomhus

Man behöver också ta hänsyn till att varje musiker har behov av att höra sina medmusiker i en viss balans i förhållande till ljuden från det egna instrumentet. Bara när den balansen existerar blir det möjligt för musikern att leverera sitt optimala bidrag till samspelet, dvs. dels bidra till den rytmiska precisionen, dels intonera riktigt och dels lägga sin egen ljudnivå och sin klangfärg så att de balanserar riktigt med den övriga ensemblen.

Olika typer av åtgärder för att minska exponeringen kan därför vara aktuella. Ofta behövs en kombination av åtgärder. Väl genomförda åtgärder för att minska exponeringen kan också göra det lättare att spela tillsammans.

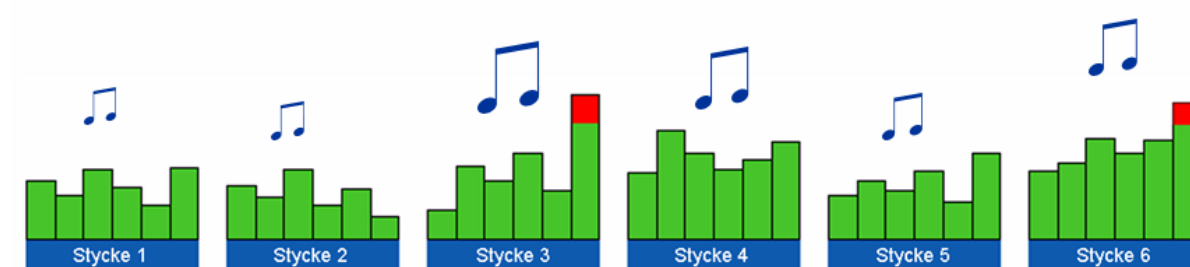
9.2.1 Dämpning vid källan

Att sänka nivån från den dominerande ljudkällan innebär som regel i musik att också övriga ljudkällor/instrument sänks och att därmed den totala ljudnivån reduceras, vilket påverkar alla exponerade personer.

Ljudnivå

Enligt bullerföreskrifterna är gränsvärdet för den dagliga bullerexponeringsnivån 85 dB vilket innebär att man kan utsättas för en ekvivalent ljudnivå på 85 dB(A) under 8 timmar innan gränsvärdet uppnås. Om nivån höjs med 3 dB(A) reduceras exponeringstiden med bibehållen risknivå till 4 timmar. För varje ökning med 3 dB(A) följer sedan ytterligare en halvering av tillåten exponeringstid. Förhållandet innebär å andra sidan att en sänkning med 3 dB(A) dubblar den tillåtna exponeringstiden. Genom en sänkning av musikinivån från exempelvis 91 till 88 dB(A) kan speltiden med samma risknivå ökas från två till fyra timmar. (Se även tabell 9.2.)

Samtidigt kan man notera att en förändring på 3 dB upplevs som liten och ofta inte uppfattas av lyssnaren. Det krävs en sänkning på cirka 10 dB för att den upplevda styrkan ska halveras, 3 dB innebär att den bara sänks med cirka 20 procent. Eftersom den genomsnittliga nivån dessutom i hög grad påverkas av perioderna med de högsta nivåerna, kan det räcka med att sänka nivån under dessa perioder. Konstnärliga överväganden kan naturligtvis begränsa den möjligheten, men ofta kan sådana sänkningar göras utan att komma i konflikt med det konstnärliga. Ett alternativ kan vara att sänka nivån i alla delar av stycket men behålla skillnaden mellan de svagaste och de starkaste partierna. Man kan också begränsa ljudnivåerna vid övning och instudering.



Figur 9.1 Exempel på nivåsänkning (röd markering) riktat mot del av två musikstycken ingående i en repertoar av sex på varandra följande verk.

Instrument

Slagverk, trummor och bleckblås är ljudstarka instrument. I många mindre lokaler är redan det ensamma akustiska ljudet från trumsetet mycket starkt. Även när så inte är fallet lägger ljudet från trumsetet miniminivån eftersom förstärkningen av övriga instrument och sång måste balanseras mot trummorna. För att sänka totalnivån är det därför viktigt att få ned ljudnivån från trummorna. Det kan göras med skärmar men vissa möjligheter finns också att dämpa ljudet vid källan till exempel:

- Fyll bastrumman med textilier, till exempel filt
- Använd mjuka poddar på trumstockarna då det är musikaliskt möjligt
- Gaffatejpa cymbaler och high hat från mitten utåt
- Använd mindre och lättare cymbaler

Genom att i stället använda digitala trumset kan ljudnivån från trummorna kontrolleras fullt ut.

Instrumenthögtalare

Instrumenthögtalare för till exempel syntar och gitarrer bör lyftas upp från golvet och riktas mot aktuell musiker. Det ökar tydligheten och gör att ljudnivån kan minskas vilket minskar exponeringen för övriga musiker. Det är också viktigt att inte placera högtalare så att personer utanför scenen kan ställa sig nära dem och inte i huvudhöjd för dem som rör sig framför scenen.

När det gäller bashögtalare (så kallade subbasar) är det mindre riskabelt med placeringen. De flesta subbasar förses med ett lågpasfilter med gränshöjd i området 80–150 Hz och inverkar endast lite på den totala A-vägda ljudnivån.

Behovet av instrumenthögtalare på scenen kan begränsas genom att direktkoppla instrumenten till ett mixerbord i stället för att använda kraftiga förstärkare-/högtalarkombinationer och mikrofon. För att få lämplig ljudkaraktär kan mjukvara som simulerar olika förstärkare användas.

Monitorer

Scenmonitorer ger ofta stora bidrag till den totala exponeringen under en spelning. Åtgärder för att sänka ljudnivån från dessa är därför viktiga.

- Placera monitorer in mot scenen, upplyfta från golvet, riktade mot musikerna. Då kan nivån sänkas och den totala ljudnivån på scenen blir lägre.



Figur 9.2 Genom att lyfta upp monitorerna från golvet och rikta dem mot musikerna kan ljudnivån på scenen hållas nere.

- Om musikern står eller sitter rakt framför monitorn och scenen är kraftigt ljudabsorberande kan monitorer med hög riktverkan användas för att hålla nere spridningen till övriga musiker. De är dock inte lämpliga för musiker som är rörliga på scenen.
- För att minska monitornivån från trummorna kan bashögtalaren ersättas med en typ av vibrator så kallad drumshaker som monteras under trumslagarens stol och kopplas till en förstärkare. Trumslagaren kan då använda in-ear monitorer eller hörtelefonmonitorer och ändå bibehålla kontakten med sina instrument.
- Genom att använda så kallade i-örat monitorer kan ljudnivån på scenen sänkas kraftigt samtidigt som nivån i örat kan minskas. Den lägre nivån innebär också en förbättrad ljudkvalitet samtidigt som en ökad separation mellan de olika instrumenten gör att man kan höra sig själv och andra mycket bättre än tidigare. Ljudnivån kan också regleras individuellt. I-örat monitorer är speciellt lämpliga för mer rörliga artister som gitarrister och sångare. Det är emellertid viktigt att de fungerar som hörselskydd och har inbyggd begränsning av ljudnivån.

► Läs mer om i-örat monitorer i avsnitt 5.



Figur 9.3 Genom användning av i-örat monitorer kan ljudnivån på scenen sänkas kraftigt samtidigt som nivån i örat kan minskas.

9.2.2 Arbetsorganisation

Risken för hörselskador avgörs inte bara av musikens ljudnivå, utan bestäms också av hur länge och hur ofta man exponeras vilket främst påverkas av arbetsschema och spelprogram. Därför är det viktigt att ta hänsyn till hörselskaderisken när man utformar dem.

Repertoarval

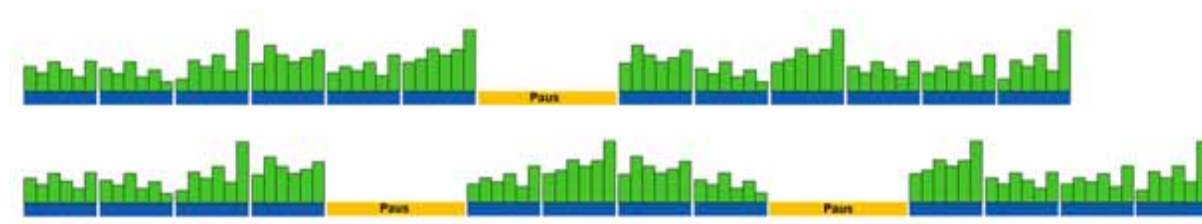
Försök att variera mellan nummer med högre och lägre ljudnivå inom en föreställning. Musik som spelas med en viss styrka kommer att ge högre ljudnivå ju mindre lokalen är. Ljudnivån man spelar på eller valet av nummer kan därför behöva anpassas till lokalens storlek och akustik. För att undvika alltför höga ljudnivåer bör man alltså välja bort nummer som kräver en större lokal.

Pauser

Risken för att musiken ska ge hörselskador beror sällan på hur länge *ett enskilt* stycke varar eller på vilken nivå det spelas. Det kritiska är snarare den sammantagna exponeringen under en längre tidsperiod och hur exponeringen fördelas över den tiden.

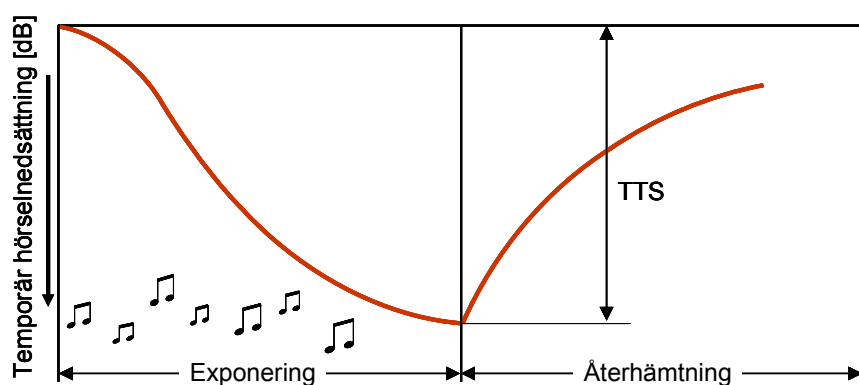
Utnyttjandet av pauser i tyst miljö då hörseln får möjlighet att återhämta sig minskar risken för både tillfälliga och bestående hörselskador. Att undvika komprimerade föreställningar och ge möjlighet till kortare eller längre pauser utgör därför en viktigt organisatorisk åtgärd för att minska hörselskaderisken.

Fördelarna med att framföra 12 musikstycken med två mellanliggande pauser i stället för med en paus kan vara stor ur risksynpunkt (se figur 9.4) trots att pauserna endast marginellt påverkar den ekvivalenta ljudnivån. Sådana förändringar i spelningen kan dessutom ofta genomföras utan att stå i omedelbar konflikt med musicerandet, eftersom framförandet av musiken inte berörs. Av samma skäl kan man lägga in pauser som ger hörselvila även under övningspassen där ljudnivån är hög och lägga en längre period med hörselvila efter ett arbetspass med hög ljudnivå.



Figur 9.4 Exempel på införandet av två pauser i stället för en under en föreställning med 12 på varandra följande verk.

Effekten av pauser kan illustreras av figur 9.5. I samband med exponering för musik vid höga nivåer, vidtar en uttröttning av örats hårceller. En konsekvens av detta är en så kallad temporär höjning av hörseltröskeln (TTS), en övergående försämring av örats känslighet. Genom att införa en paus utan musik inträffar en förhållandevis snabb återhämtning av örats hårceller. Utnyttjandet av pauser i tyst miljö minskar risken för både temporära och bestående hörselskador.



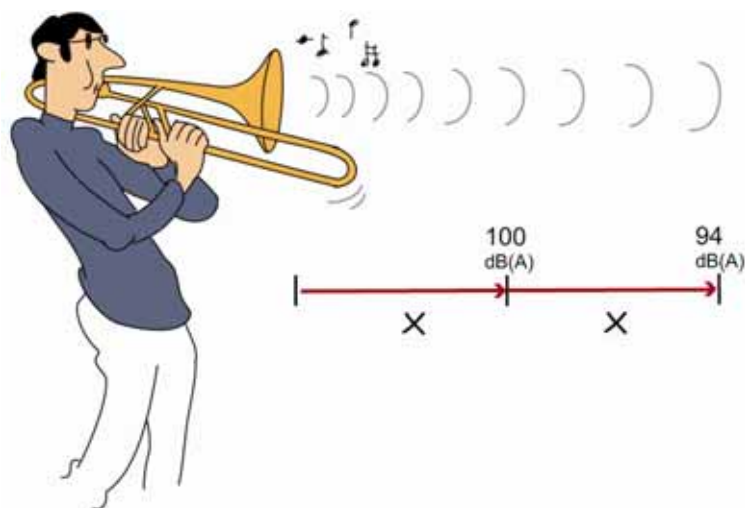
Figur 9.5 Exempel på temporär hörselnedsättning under exponering för höga ljudnivåer följt av återhämtning under paus/ljudvila.

Arbetsschema

Den enskilde musikerns arbetsschema behöver läggas upp med tanke på hörselskaderisken. Helst bör man göra mätning av typiska genomsnittliga ljudnivåer på de olika platserna i orkestern så att exponeringen för planerade repetitioner och konserter kan beräknas för den enskilda medverkande musikern. Om man utgår från dessa data och data från musikerns övriga aktiviteter kan man sedan utarbeta individuella övnings- / konsertplaner. Man kan sedan vid behov behöva disponera avlösare, ordna rotation mellan platser i orkestern, använda skärmar m.m. för att säkra en acceptabel ljudexponering.

Placering av musiker i orkestern

För musikgrupper gäller framför allt att så långt det är möjligt skapa avstånd mellan musikerna och speciellt mellan musiker som spelar akustiskt ljudstarka instrument som bleckblås och trummor och andra musiker. Det är därför viktigt att scenen är stor nog att hysa de musiker som ska spela tillsammans med monitorer, förstärkare och instrument.



Figur 9.6 Ljudet dämpas med 6 dB per fördubbling av avståndet till ljudkällan om det inte finns andra reflekterande ytor än golvet i närheten.

Där det är möjligt bör också gradängar användas för att lyfta upp musiker med ljudstarka instrument exempelvis bleckblåsare så att de spelar över övriga orkestermedlemmar. En annan möjlighet är en placering längst fram på scenen.

9.2.3 Rumsakustik

Exponeringen påverkas i hög grad av lokalens och framför allt scenens utformning. Små scener med låg takhöjd och ljudhårda begränsningsytor innebär ofta höga ljudnivåer och ett diffust ljud på scenen. Lokalutformningen är därmed inte bara en viktig faktor för att förbättra ljudåtergivningen utan också för att reducera risken för oönskad hörselpåverkan. Bristfälligt utformade lokaler anses utgöra en särskild komplikation för kategorin rock-musiker.

Scenens akustik kan regleras genom att väggar och tak förses med ljudabsorberande material. En matta på golvet kan ge ytterligare förbättringar. Musikerna kan då minska nivån från sina monitorer och fortfarande höra sig själva tydligt.

- Se till att replokal och övningsrum har bra ljudabsorption. Det kan man uppnå med ljudabsorbenter i taket, textilier på väggarna och matta på golvet. Tyget kan vara ett kraftigt, tätt vävt bomullstyg som får hänga fritt med distans till väggen. Observera att det är viktigt att tänka på brandrisken vid val av material.

► Läs mer om rumsakustik i avsnitten 3.3 och 11.2.3.



Figur 9.7 Replokal med ljudabsorbenter i tak, textilier på väggarna och matta på golvet.

9.2.4 Skärmar

Ett komplement till att sänka ljudnivån vid källan är att påverka ljudutbredningen med avskärmning. Ju lägre frekvensen är desto större behöver en skärm vara. Det är därför inte alltid möjligt att skärma av ljud effektivt vid instrumentens grundfrekvens men skärmen kan ändå vara ganska effektiv vid övertonerna.

För rytmisk musik är det ofta nödvändigt att slagverkare avskärmas med skärmar hela vägen runt musikern. Av hänsyn till slagverkaren behöver skärmarnas nedre del kläs invändigt med ljudabsorberande material. För att skärmarna ska vara effektiva krävs också att omgivande ytor är ljudabsorberande.

Trumskärm

En från ljudsynpunkt bra skärm behöver ha en förhållandevis hög ytvikt (vikt per ytenhet) för att inte ljudet ska passera rakt igenom skärmen och den behöver vara tät. Springor och hål i skärmen leder till att den dämpar ljudet med bara en bråkdel av vad den skulle göra om den vore tät. Det är därför viktigt att skärmen också går ända ner till golvet och sluter tätt där. Skärmen bör också omsluta trumsetet – ju mer desto bättre. För att skärmen ska ge avsedd effekt krävs också att den inte omges av reflekterande ytor. Bäst dämpningseffekt får man om man kombinerar en bra skärm med uppsättning av absorbenter på kringliggande ytor som väggar och tak.

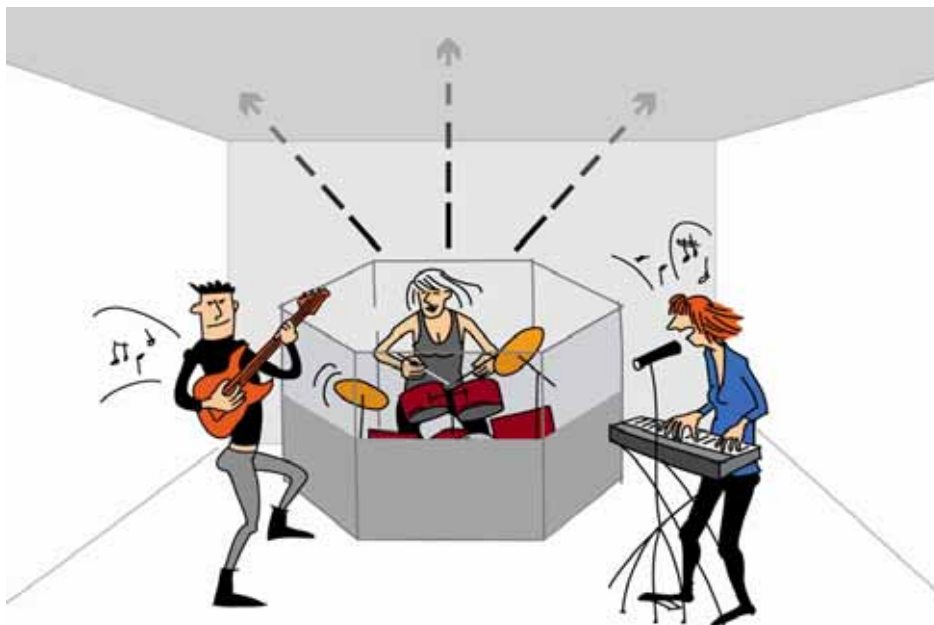
Vid scenbruk behövs ett genomskinligt material och de vanligast förekommande är plexiglas eller polykarbonat. Plexiglas är billigare, men polykarbonat är tåligare. Båda materialen är egentligen för lätta för att man ska få tillräcklig ljuddämpning vid lägre frekvenser, men eftersom låga frekvenser inte nämnvärt påverkar dB(A)-värdet, är det vanligtvis inte något stort problem. En praktisk lösning kan vara att använda tunga trämaterial i den nedre delen av skärmen – upp till cirka 80 cm – och ett genomskinligt material ovanpå detta om det finns behov av en högre skärm. Vid mätningar har det dock visat sig att en så låg skärm som 80 cm många gånger ger tillräckligt bra dämpning. 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.

Skyddet bör:

- Vara slitstarkt
- Vara ergonomiskt dvs. acceptabelt att bära och transportera
- Ha lagom höjd för ändamålet
- Inte ge alltför mycket ljusreflexer
- Vara flexibelt
- Vara snyggt på scen

Ett exempel är en trumskärm byggd i två separata sektioner. Varje sektion är tredelad och har gångjärn, vilket gör det möjligt att fälla ihop den. Den blir då enklare att bära. Sektionerna kan användas var för sig och vid behov dämpa andra instrument än trummor. Grundmaterialet är plywood, som på insidan är 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 det är nödvändigt. Vilken ljudnivåsänkning man får beror på hur väl scenväggar och tak är dämpade.



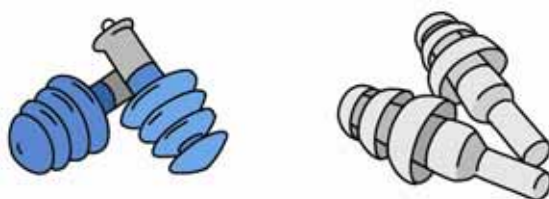
Figur 9.8 Med trumskärm och absorbenter på omgivande ytor kan ljudnivån från slagverkaren och därmed också totalnivån på scenen minskas.

► *Mer om skärmar finns att läsa i avsnitt 3.4.*

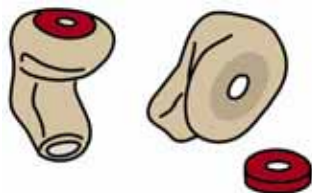
9.2.5 Hörselskydd

Hörselskydd är i alla sammanhang med höga ljudnivåer den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. Lämpligt valda skydd kan helt eliminera risken för hörselskada, men användning av skydd innebär alltid vissa nackdelar.

Ett bra hörselskydd för musiker är hörselgångsproppar försedda med speciella former av filter som gör att hörselskyddet har ungefär samma dämpning vid alla frekvenser och därför inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad. De finns dels som förformade proppar som kan användas av alla och inte kräver individuell anpassning, dels som individuellt anpassade proppar som görs efter en avgjutning av hörselgången. I de individuellt anpassade propparna monteras standardfilter som finns i fyra versioner som principiellt ger en dämpning på respektive 9 dB, 15 dB, 25 dB och 35 dB.



Figur 9.9 Två exempel på hörselgångsproppar som nästan inte färgar ljudbilden. Propparna kan användas av alla och kräver inte individuell anpassning.



Figur 9.10 Musikerhörselskydd med individuellt anpassad hörselgångspropp. Till höger är propp och filter separerade.

Även vissa så kallade in-ear monitors och hörtelefonmonitorer kan fungera som hörselskydd förutsatt att de är utförda så att de dämpar omgivande ljud och är försedda med begränsning av utnivån till örat.

Observera att dämpningen kan variera mycket från person till person. Den enskilda användaren kan därför inte garanteras att få den dämpning som anges på förpackningen. Det kan vara avvikelser på upp till 3–4 dB.

När hörselgången stängs med en propp uppträder den så kallade ocklusionseffekten. Den innebär att ljud och vibrationer som alstras i huvudet – till exempel tal och sång, tuggande, vibrationer från vissa blåsinstrument – hörs starkare än när hörselgången är öppen. Framför allt gäller detta ljud i lågfrekvensområdet. På grund av ocklusionseffekten har sångare och blåsare ofta problem med att vänja sig vid att använda musikerproppar. Musiker har också behov av att höra sina medspelare i ett visst balansförhållande med ljuden från sitt eget instrument och hörselskydd kan göra det svårare.

Det är därför viktigt att man tar den tid som behövs för tillvänjning vid den nya ljudbilden med hörselskydd och inte provar hörselskydd för första gången i samband med en konsert. Följande sätt kan vara lämpligt för att vänja sig stegvis:

Bär hörselproppar

- 1) Hemma
- 2) Hemma och vänj dig att tala när du använder dem
- 3) Lite då och då och vänj dig vid konversation
- 4) Under övning
- 5) Vid repetitioner
- 6) Vid framföranden

Det är bättre att använda ett skydd som dämpar måttligt och använda det hela tiden, än att använda ett kraftigt dämpande skydd som bara utnyttjas del av tiden. De speciella musikerpropparna är väl lämpade genom att de ger en begränsad men som regel tillräcklig dämpning. Skydden är relativt komfortabla och kan lätt användas under hela exponeringstiden.

► *Läs mer om hörselskydd i avsnitt 5.*

10. Musiklärare

Innehåll

Sammanfattning	88
10.1 Risker	89
10.1.1 Riskbedömning	90
10.1.2 Bestämning av exponering	90
10.1.3 Hörselvård	91
10.2 Åtgärder	91
10.2.1 Dämpning vid källan	91
<i>Ljudnivå</i>	91
<i>Instrument</i>	91
<i>Välj en behärskad spelstil</i>	92
10.2.2 Arbetsorganisation	92
<i>Arbetsschema</i>	93
10.2.3 Rumsakustiska åtgärder	93
10.2.4 Skärmar	94
10.2.5 Hörselskydd	94

Avsnittet tar upp musiklärares arbetssituation, men informationen bör även i vissa delar vara användbar för elever.

Sammanfattning

Risker

Musiklärare exponeras ofta för så höga ljudnivåer i samband med musiklektioner att det finns risk för hörselskada. Musiklärare spelar också ofta i andra sammanhang och det är därför viktigt att ta hänsyn till den totala ljudexponeringen när man bedömer hörselskaderiskerna.

Riskbedömning

I en riskbedömning ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Hänsyn behöver tas till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Underlag för bedömningen kan vara mätningar på arbetsplatsen, information från liknande arbetsplatser och information från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna samt för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer.

Hörselvård

Arbetstagare som utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall. Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare.

Åtgärder

För att hitta lösningar som både förebygger hörselskador och fungerar musikaliskt kan olika typer av åtgärder vara aktuella. I de flesta fall behövs också en kombination av flera åtgärder. Några exempel på åtgärder:

Åtgärder vid ljudkällan kan vara att välja tystare instrument till exempel digitala trumset och digitalt piano i stället för vanligt piano samt att välja att spela svagare.

Arbetsorganisatoriska åtgärder kan vara att ta regelbundna pauser, anpassa spelplaner så att exponeringen begränsas och att dela på klasserna.

Rumsakustiska åtgärder kan vara en väl avvägd ljudabsorption hos lektionssalarna och matta under trumset.

Skärmar kan användas för att påverka ljudutbredningen från exempelvis trumset.

Hörselskydd är den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. För musiker finns hörselgångsproppar som inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad.

10.1 Risker

Musiklärare exponeras ofta för så höga ljudnivåer i samband med musiklektioner att det finns risk för hörselskada. Musiklärare spelar också ofta i andra sammanhang och det är därför viktigt att ta hänsyn till den totala ljudexponeringen när man bedömer hörselskaderiskerna. Några exempel på uppmätta ljudnivåer redovisas i tabell 10.1.

Instrument	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Lärares exponering	
Saxofon	93 - 95
Blockflöjt	88
Keyboard	84
Slagverk	87
Sång	87
Violin	84
Elgitarr	88
Trombon	90
Piano	82
Sång med pianoackompanjemang	85
Hel orkester	91 - 94
Exponering av elever i skolorkester	
Trombon	94
Slagverk	92
Trumpetsolist med orkester	96
Saxofon	91
Klarinett	95
Flöjt	98
Tuba	92

Tabell 10.1 Exempel på uppmätta ljudnivåer.

Exemplen avser ekvivalent ljudnivå uppmätt vid lektioner och spelningar och är inte dagliga bullerexponeringsnivåer. Tabell 10.2 ger en uppfattning om hur länge man kan utsättas för en viss ljudnivå innan man uppnår en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB.

Ekvivalent ljudnivå dB(A)	Exponeringstid för 85 dB daglig bullerexponeringsnivå
85	8 tim
88	4 tim
91	2 tim
94	1 tim
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	4 min
109	2 min
112	1 min

Tabell 10.2 Tid för att uppnå 85 dB daglig bullerexponeringsnivå vid olika ljudnivåer.

Om man exempelvis som lärare dirigerar en skolorkester och utsätts för en ekvivalent ljudnivå på 94 dB(A) så uppnås en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB efter en timme.

10.1.1 Riskbedömning

Riskbedömningar hjälper till att fastställa vem som är utsatt för risker och ger underlag till lämpliga åtgärder för att förebygga hörselskador. I samband med riskbedömningen identifieras också i vilka sammanhang riskerna är störst och vad som behöver åtgärdas i första hand.

10.1.2 Bestämning av exponering

I en riskbedömning ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Man behöver då ta hänsyn till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Den dagliga bullerexponeringsnivån beräknas utifrån genomsnittlig ljudnivå under respektive aktivitet och den tid aktiviteten varar. Ett exempel på beräkning visas i tabell 10.3. Mätningar kan också göras kontinuerligt under hela arbetsdagen.

Aktivitet	Tid [minuter]	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Morgonsamling	20	73
Förberedelser	85	45
Lektioner musikövning	90	87
Lektion körsång	45	81
Lektion bluesspelning	45	80
Raster	105	65
Lektion pianospel	45	75
Lektion tonövning	45	79
Daglig bullerexponeringsnivå	480 (= 8 timmar)	81

Tabell 10.3 Exempel på beräkning av daglig bullerexponeringsnivå.

Underlag för beräkningen kan vara mätningar under olika lektioner och information om typiska exponeringar från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna samt för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer.

- ▶ *Beräkning av daglig bullerexponeringsnivå kan göras med hjälp av kalkylatorn som finns på <http://www.av.se/teman/buller/Ljudmatning> eller med poängmetoden i avsnitt 7.1.1.*
- ▶ *Ljudmätning beskrivs i avsnitt 4.*

10.1.3 Hörselvård

Arbetstagare som yrkesmässigt utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska enligt bullerföreskrifterna erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall (se avsnitt 6.3.1). Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare. Den undersökte får också klara fakta att förhålla sig till när det gäller sin hörselstatus.

- ▶ *Se även avsnitt 1.4.*

10.2 Åtgärder

Om exponeringen kommer upp till eller överstiger insatsvärdena i bullerföreskrifterna ska åtgärder vidtas för att minska risken för hörselskador. Det är då viktigt att involvera och motivera arbetstagarna och informera dem om riskerna med att utsättas för höga ljudnivåer. Beroende på situationen kan olika typer och kombinationer av åtgärder vara aktuella.

10.2.1 Dämpning vid källan

Ljudnivå

Enligt bullerföreskrifterna är gränsvärdet för den dagliga bullerexponeringsnivån 85 dB vilket innebär att man kan utsättas för en ekvivalent ljudnivå på 85 dB(A) under 8 timmar innan gränsvärdet uppnås. Om nivån höjs med 3 dB(A) reduceras exponeringstiden med bibehållen risknivå till 4 timmar. För varje ökning med 3 dB(A) följer sedan ytterligare en halvering av tillåten exponeringstid. Förhållandet innebär å andra sidan att en sänkning med 3 dB(A) dubblar den tillåtna exponeringstiden. Genom en sänkning av musikinivån från exempelvis 91 till 88 dB(A) kan speltiden med samma risknivå ökas från två till fyra timmar. (Se även tabell 10.2).

Samtidigt kan man notera att en förändring på 3 dB upplevs som liten och i de flesta fall inte alls uppfattas av lyssnaren. Det krävs en sänkning på 10 dB för att den upplevda styrkan ska halveras, 3 dB innebär att den bara sänks cirka 20 procent. Eftersom den ekvivalenta ljudnivån dessutom framför allt påverkas av de perioder som svarar för de högsta nivåerna, kan det räcka med att sänka nivån under de låtar som normalt ligger på särskilt höga ljudnivåer.

Instrument

Att sänka nivån från den dominerande ljudkällan innebär som regel i musik att också övriga ljudkällor/instrument sänks. Då sänks även den totala ljudnivån, vilket påverkar alla exponerade personer. Det är därför viktigt att när det är möjligt välja tystare instrument.

- Välj instrument efter klangliga kvaliteter och inte efter hur starkt de kan spela. Till exempel bleckblåsinstrumenten har med tiden blivit allt ljudstarkare vilket ofta leder till en allmän höjning av ljudnivån i en orkester. Ljudnivån kan då sänkas genom att välja instrument som är mindre ljudstarka.
- I ett musikklassrum resulterar spel på ett akustiskt trumset i mycket höga ljudnivåer och i detta fall är digitala trummor att föredra.
- Om akustiska trummor används
 - Fyll bastrumman med textilier, till exempel filt
 - Använd mjuka poddar på trumstockarna då det är musikaliskt möjligt
 - Gaffatejpa cymbaler och high hat från mitten och utåt
 - Använd mindre och lättare cymbaler
- För att få kontroll över pianots ljudnivå kan det akustiska pianot bytas ut mot ett digitalpiano.
- Syntar, keyboards, digitalpiano, D-drums, elgitarrer, bas och sång kan PA-behandlas och ljudet kan därefter sättas till en rimlig nivå.

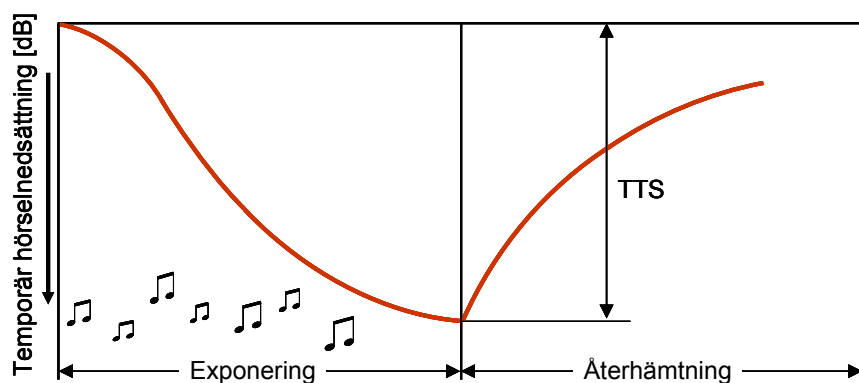
Välj en behärskad spelstil

Se till att det verkligen spelas *ppp* (piano pianissimo) när det är angivet i noterna. I så fall behöver *fff* (forte fortissimo) objektivt sett inte vara så starkt för att verka överväldigande. Se också till att bakgrundsljudnivån i lokalen är låg. Det medverkar till att utveckla spel på svagare nivå.

10.2.2 Arbetsorganisation

Risken för att musiken ska ge hörselskador beror sällan på hur länge *ett enskilt* stycke varar eller på vilken nivå det spelas. Det kritiska är snarare den sammantagna exponeringen under en längre tidsperiod och hur den fördelas över denna tid. För att minska hörselskaderisken är det därför viktigt med variation och avbrott i exponeringen för höga ljudnivåer.

Effekten av pauser kan illustreras av figur 10.1. I samband med exponering för musik vid höga nivåer, vidtar en uttröttnings av örats hårceller. En konsekvens av detta är en så kallad temporär höjning av hörtröskeln (TTS), en övergående försämring av örats känslighet. Genom att införa en paus utan musik inträffar en förhållandevis snabb återhämtning av örats hårceller. Utnyttjandet av pauser i tyst miljö minskar risken för både temporära och bestående hörselskador.



Figur 10.1 Exempel på temporär hörselnedsättning under exponering för höga ljudnivåer följt av återhämtning under paus/ljudvila.

Arbetsorganisatoriska insatser bör alltså inriktas på lägre exponeringsnivåer och på att utnyttja möjligheterna till pauser mellan perioder med hög ljudexponering

Arbetsschema

Den enskilde lärarens arbetsschema behöver läggas upp med tanke på hörselskaderisken. Helst bör man göra mätning av typiska ekvivalenta ljudnivåer i samband med lärarens olika aktiviteter så att exponeringen för planerade lektioner och konserter kan beräknas. Från det underlaget kan man sedan utarbeta individuella scheman.

Några råd avseende organisatoriska åtgärder:

- Ta regelbundna och väl tilltagna raster eller uppehåll i musikträningen för att ge hörselvila.
- Spela inte med många klasser i rad under samma dag.
- Dela på klasserna. Undvik att ha fler än 15 elever vid ett och samma tillfälle och i samma lokal.
- Växla mellan inslag som ger högre och lägre ljudnivåer.
- Undervisa även i annat ämne där man inte utsätts för höga ljudnivåer.
- Anpassa spelplaner så att exponeringen begränsas. Begränsa ljudnivån när ny repertoar instuderas och vid teknikövning.
- Använd eventuellt ljudnivåmätare eller nivåindikator i spellokalen.
- Samarbeta med andra lärare, till exempel slöjd- och idrottslärare som också har intresse av att skapa en bättre ljudmiljö.
- Lär eleverna varför det är viktigt att vara försiktig med sin hörsel och hur man kan jobba på ett ur hörselsynpunkt varsamt sätt. Se också till att eleverna vid behov använder hörselskydd.

10.2.3 Rumsakustiska åtgärder

Rumsakustiken påverkas av rummets storlek och form samt andelen och placeringen av ljudabsorberande och ljudreflekterande ytor. Beroende på typ av aktivitet och typ av lokal kan olika rumsakustiska åtgärder vara aktuella. Ofta behövs en väl avvägd balans mellan

absorberande och reflekterande ytor för att få lämplig efterklang och ge bra möjligheter till ljudmässig kommunikation mellan musikerna.

- Se till att lektionssalarna har en väl avvägd ljudabsorption för att begränsa den efterklang som skapar en otydlig ljudbild. Det kan göras genom att förse taket i lokalen med ljudabsorbenter eventuellt kombinerat med tåliga väggabsorbenter eller tätt vävda textilier som hängs med luftspalt till väggen bakom.
- Lägg mattor på golv särskilt under trummor och andra instrument.
- Tänk också på brandrisken och på att textilier måste skötas så att de inte samlar damm och orsakar problem ur allergisynpunkt.

► *Läs mer om rumsakustiska åtgärder i andra typer av lokaler i avsnitten 9.2.3 och 11.2.3.*

10.2.4 Skärmar

Ett komplement till att sänka ljudnivån vid källan är att påverka ljudutbredningen med avskärmning. Ju lägre frekvensen är desto större behöver en skärm vara. Det är därför inte alltid möjligt att skärma av ljud effektivt vid instrumentens grundfrekvens men skärmen kan ändå vara ganska effektiv vid övertonerna.

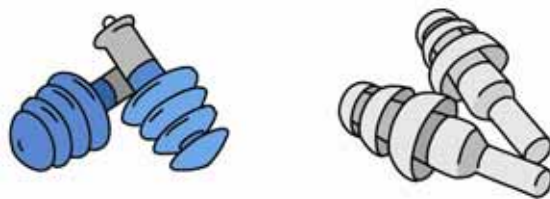
För rytmisk musik är det vanligt att slagverkare avskärmas med skärmar hela vägen runt musikern. En trumskärm ger dämpning ut från trumsetet men innebär samtidigt att den som spelar bakom skärmen exponeras för högre ljudnivåer på grund av ljudreflexerna. För att begränsa ljudreflexerna behöver skärmarna i så stor utsträckning som möjligt ha ljudabsorberande material på insidan och vanligen förses skärmarnas nedre del med ljudabsorption. För att skärmarna ska vara effektiva krävs också att omgivande ytor är ljudabsorberande.

► *Läs mer om skärmar i avsnitten 3.4 och 9.2.4.*

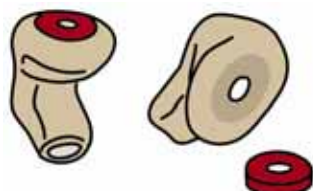
10.2.5 Hörselskydd

Hörselskydd är i alla sammanhang med höga ljudnivåer den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. Lämpligt valda skydd kan helt eliminera risken för hörselskada, men användning av skydd innebär alltid vissa nackdelar.

Ett bra hörselskydd för musiker är hörselgångsproppar försedda med speciella former av filter som gör att hörselskyddet har ungefär samma dämpning vid alla frekvenser och därför inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad. De finns dels som förformade proppar som kan användas av alla och inte kräver individuell anpassning och dels som individuellt anpassade proppar som görs efter en avgjutning av hörselgången. I de individuellt anpassade propparna monteras standardfilter som finns i fyra versioner som principiellt ger en dämpning på respektive 9 dB, 15 dB, 25 dB och 35 dB.



Figur 10.2 Två exempel på hörselgångsproppar som nästan inte färgar ljudbilden. Propparna kan användas av alla och kräver inte individuell anpassning.



Figur 10.3 Musikerhörselskydd med individuellt anpassad hörselgångspropp. Till höger är propp och filter separerade.

Observera att dämpningen kan variera mycket från person till person. Den enskilde användaren kan därför inte garanteras att få den dämpning som anges på förpackningen. Det kan vara avvikelser på upp till 3–4 dB.

När hörselgången stängs med en propp uppträder den så kallade ocklusionseffekten. Denna innebär att ljud och vibrationer som alstras i huvudet – till exempel tal och sång, tuggande, vibrationer från vissa blåsinstrument – hörs starkare än när hörselgången är öppen. Framför allt gäller detta ljud i lågfrekvensområdet. På grund av ocklusionseffekten har sångare och blåsare ofta problem med att vänja sig vid att använda musikerproppar. Musiker har också behov av att höra sina medspelare i ett visst balansförhållande med ljuden från sitt eget instrument och hörselskydd kan göra det svårare.

Det är därför viktigt att man tar den tid som behövs för tillvänjning vid den nya ljudbilden med hörselskydd och inte provar hörselskydd för första gången i samband med en konsert. Följande sätt kan vara lämpligt för att vänja sig stegvis:

Bär hörselproppar

- 1) Hemma
- 2) Hemma och vänj dig att tala när du använder dem
- 3) Lite då och då och vänj dig vid konversation
- 4) Under övning
- 5) Vid repetitioner
- 6) Vid framföranden

Det är bättre att använda ett skydd som dämpar måttligt och använda det hela tiden än att använda ett kraftigt dämpande skydd som bara utnyttjas del av tiden. De speciella musikerpropparna är väl lämpade genom att de ger en begränsad men som regel tillräcklig dämpning. Skydden är relativt komfortabla och kan lätt användas under hela exponeringstiden.

► Läs mer om hörselskydd i avsnitt 5.

11. Spelställen

Innehåll

Sammanfattning	98
11.1 Risker	99
11.1.1 Riskbedömning	100
11.1.2 Bestämning av ljudexponering	100
11.1.3 Hörselvård	101
11.2 Åtgärder	101
11.2.1 Dämpning vid källan	101
Ljudnivå	101
Kontroll av ljudnivån	101
Ljudtekniker	102
Rigging på scen	102
11.2.2 Ljudtekniska åtgärder	102
Utomhus	105
11.2.3 Rumsakustiska åtgärder	105
11.2.4 Organisatoriska åtgärder	106
Pauser	106
Arbetsschema	106
Repertoarval	107
Lokalåtgärder	107
11.2.5 Hörselskydd	107

Exempel på spelställen är klubbar, diskotek, pubar, restauranger, inomhusarenor och utomhusevenemang där levande eller inspelad musik framförs.

Sammanfattning

Risker

Personal som exempelvis ljudtekniker och annan teknisk personal, diskjockeys, vaktmästare, bartenders, säkerhets- och serveringspersonal riskerar många gånger att exponeras för ljud som innebär risk för hörselskada.

Riskbedömning

I en riskbedömning ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Man behöver då ta hänsyn till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Underlag för bedömningen kan vara mätningar på arbetsplatsen, information från liknande arbetsplatser och information från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna och för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer.

Hörselvård

Arbetstagare som utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall. Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare.

Åtgärder

För att hitta lösningar som både förebygger hörselskador och fungerar i verksamheten kan olika typer av åtgärder vara aktuella. I de flesta fall behövs också en kombination av flera åtgärder. Några exempel på åtgärder:

Åtgärder vid ljudkällan kan vid högtalarförstärkt musik vara att skruva ned ljudet och att använda nivåvakter. För att nå samsyn i verksamheten beträffande ljudnivåer och möjligheterna att begränsa dessa är det väsentligt att hörsel och ljudfrågor diskuteras av alla berörda.

Ljudtekniska åtgärder kan vara att placera högtalare med avseende på plats, höjd och riktning så att ljudnivån blir så likformig som möjligt för dem som ska uppfatta högtalarljudet och begränsas i övriga delar av lokalen.

Rumsakustiska åtgärder kan vara att förse scen och lokal med ljudabsorberande material i lämplig omfattning och genom att utnyttja avskärmningar för att begränsa ljudspridningen.

Arbetsorganisatoriska åtgärder kan vara arbetsscheman som anpassas till arbetstagarnas ljudexponering, repertoar som anpassas till lokalen och placering av barer på avstånd från dansgolv och scen.

Hörselskydd är den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. För till exempel serverings- och säkerhetspersonal finns hörselgångsproppar som inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad vilket ofta förbättrar taluppfattningen i bullrig miljö.

11.1 Risker

Personal som exempelvis ljudtekniker och annan teknisk personal, diskjockeys, vaktmästare, bartenders, säkerhets- och serveringspersonal riskerar många gånger att exponeras för ljud som innebär risk för hörselskada. Att hög ljudnivå ibland kombineras med en stressig arbets-situation där det dessutom ställs krav på fungerande talkommunikation med gäster eller kunder ökar bara problematiken. Man bör också vara medveten om att exponering för höga ljudnivåer under fritiden bidrar till att öka risken för hörselskada. Exempel på uppmätta exponeringar redovisas i tabell 11.1.

Personal	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Barpersonal	82 - 99
Diskjockeys	93 - 99
Serveringspersonal	90 - 102
Säkerhetspersonal	85 - 100
Spelbordspersonal	81 - 92
Ljud- och ljus-tekniker	91 - 104
	Daglig bullerexponeringsnivå [dB(A)]
Barpersonal	87 - 92
Diskjockeys	91 - 99
Serveringspersonal	89 - 99
Säkerhetspersonal	86 - 94
Kassörer	86
Nattklubbsföreståndare	92

Tabell 11.1 Exempel på uppmätta ljudnivåer.

De ekvivalenta ljudnivåerna är uppmätta vid representativa förhållanden under konserter och liknande. Tabell 11.2 ger en uppfattning om hur länge man kan utsättas för en viss ljud-nivå innan man uppnår en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB.

Ekvivalent ljudnivå dB(A)	Exponeringstid för 85 dB daglig buller-exponeringsnivå
85	8 tim
88	4 tim
91	2 tim
94	1 tim
97	30 min
100	15 min
103	7,5 min
106	4 min
109	2 min
112	1 min

Tabell 11.2 Den tid det tar att uppnå 85 dB daglig bullerexponeringsnivå vid olika ljudnivåer.

Om man exempelvis som säkerhetspersonal utsätts för en ekvivalent ljudnivå på 100 dB(A) så uppnås en daglig bullerexponeringsnivå på 85 dB redan efter 15 minuter.

- Mer detaljerade exempel på uppmätta exponeringar finns i rapporten *Musik, musiker och hörsel* som finns på: http://www.av.se/teman/buller/Mer_information/

11.1.1 Riskbedömning

Riskbedömningar hjälper till att fastställa vem som är utsatt för risker och ger underlag till lämpliga åtgärder för att förebygga hörselskador. I samband med riskbedömningen identifieras också i vilka sammanhang riskerna är störst och vad som behöver åtgärdas i första hand.

11.1.2 Bestämning av ljudexponering

I en riskbedömning ingår att ta reda på vilken ljudexponering arbetstagarna utsätts för. Man behöver då ta hänsyn till bidragen från alla aktiviteter under arbetsdagen. Den dagliga bullerexponeringsnivån beräknas utifrån genomsnittlig ljudnivå under respektive aktivitet och den tid aktiviteten varar. Ett exempel på beräkning visas i tabell 11.3. Mätningar kan också göras kontinuerligt under hela arbetsdagen.

Aktivitet	Tid [minuter]	Ekvivalent ljudnivå [dB(A)]
Administration	35	50
Iordningställande av lokal	75	78
Påfyllning av bar	60	65
Insläpp	90	79
Servering i bar	100	92
Städning	120	84
Daglig bullerexponeringsnivå	480 (= 8 timmar)	86

Tabell 11.3 Exempel på beräkning av daglig bullerexponeringsnivå.

Underlag för beräkningen kan vara mätningar på arbetsplatsen, information från liknande arbetsplatser och information från andra källor. Det är viktigt att underlaget är representativt för aktiviteterna samt för de nivåer och exponeringstider som normalt förekommer. Regelbundna ljudexponeringsmätningar kan behövas för att få tillräcklig kunskap om vilka exponeringar olika typer av arbetspass ger.

- Beräkning av daglig bullerexponeringsnivå kan göras med hjälp av kalkylatorn som finns på: www.av.se/teman/buller/Ljudmatning eller med poängmetoden i avsnitt 7.1.1.
- Ljudmätning beskrivs i avsnitt 4.

11.1.3 Hörselvård

Arbetstagare som yrkesmässigt utsätts för hörselskadliga ljudnivåer ska erbjudas hörselundersökningar med lämpliga intervall. Varje undersökningstillfälle blir en påminnelse om existerande risker och vikten av god hörselhälsa för alla parter, både musiker och arbetsgivare. Den undersökte får också klara fakta att förhålla sig till när det gäller sin hörselstatus.

► Se även avsnitt 1.4.

11.2 Åtgärder

Om exponeringen kommer upp till eller överstiger insatsvärdena i bullerföreskrifterna ska åtgärder vidtas för att minska risken för hörselskador. Det är då viktigt att involvera och motivera arbetstagarna och informera dem om riskerna med att utsättas för höga ljudnivåer. En enstaka åtgärd är sällan tillräcklig utan en kombination av åtgärder behövs oftast.

11.2.1 Dämpning vid källan

Det är viktigt att alla möjligheter att dämpa ljudet vid källan tillvaratas. Vid högtalarförstärkt musik är den enklaste och effektivaste metoden att skruva ned ljudet. För att nå samsyn i verksamheten beträffande ljudnivåer och möjligheterna att begränsa dessa är det väsentligt att hörsel och ljudfrågor diskuteras av alla berörda.

Ljudnivå

Enligt bullerföreskrifterna är gränsvärdet för den dagliga bullerexponeringsnivån 85 dB vilket innebär att man kan utsättas för en ekvivalent ljudnivå på 85 dB(A) under 8 timmar innan gränsvärdet uppnås. Om nivån höjs med 3 dB(A) reduceras exponeringstiden med bibehållen risknivå till 4 timmar. För varje ökning med 3 dB(A) följer sedan ytterligare en halvering av tillåten exponeringstid. Förhållandet innebär å andra sidan att en sänkning med 3 dB(A) dubblar den tillåtna exponeringstiden. Genom en sänkning av musikenivån från exempelvis 91 till 88 dB(A) kan speltiden med samma risknivå ökas från två till fyra timmar. (Se även tabell 11.2.)

Samtidigt kan man notera att en förändring på 3 dB upplevs som liten och i de flesta fall inte alls uppfattas av lyssnaren. Det krävs en sänkning på 10 dB för att den upplevda styrkan ska halveras, 3 dB innebär att den bara sänks cirka 20 procent. Eftersom den ekvivalenta ljudnivån dessutom framför allt påverkas av de perioder som svarar för de högsta nivåerna, kan det räcka med att sänka nivån under de låtar som normalt ligger på särskilt höga ljudnivåer.

Kontroll av ljudnivån

I verksamhetens arbetsmiljöpolicy bör det tydligt framgå vad som gäller beträffande ljudmiljön och all egen och eventuell inhyrd personal behöver informeras om detta. Det bör klart framgå vad som gäller för ljudnivån i verksamhetens olika delar och hur detta följs upp. Alla som har möjlighet att påverka ljudet till exempel diskjockeys, musiker och tekniker bör vara informerade om detta. Följande teknik kan användas för att kontrollera och övervaka ljudnivån:

- Nivåvakter som begränsar ljudnivån så att den inte överskrider en förinställd nivå. En lämplig typ är en sådan som sänker nivån gradvis i diskreta steg vilket i praktiken

är omärkligt. Nivåvakter bör placeras på ett säkert ställe eller vara utförda så att de inte kan manipuleras.

- Ljudnivån kontrolleras med hjälp av ljudnivåmätare i bestämda referenspunkter, antingen med portabla instrument eller fast installerade system. Med ett fast installerat system kan till exempel diskjockeyn och ljudteknikern kontinuerligt hålla kontroll på ljudnivån.

Önskvärt är att ljudanläggningen / mixerbordet är utformat så att man i den aktuella lokalen kan kalibrera anläggningen med hjälp av en kalibreringssignal och ljudnivåmätare på strategiska platser där ljudet blir som starkast för musiker och annan personal. Vid spelning bör det sedan vara möjligt att avläsa aktuell momentan ljudnivå och ekvivalent ljudnivå på mixerbordet. Vid spelningen kan teknikern också försiktigt minska nivån om den ekvivalenta ljudnivån hotar att bli för hög. Ofta har musiker monitorhörtelefoner i örat. De bör också vara kalibrerade på motsvarande sätt.

Ljudtekniker

Ljudteknikern har en viktig roll när det gäller ljudnivåerna från musiken och behöver ha kunskaper om hörselskaderisker, bullerföreskrifter och om den mätteknik som krävs för att hålla kontroll på ljudnivåerna. Som nyckelperson i ljudmiljöarbetet bör ljudteknikern också vara med i arbetet kring utformandet av arbetsplatsens ljudpolicy. Ljud- eller husteknikern är oftast också den person som är lämpligast att föra en kunnig argumentation med inhyrda musiker. Om ljudteknikern på plats har intresse för och kunskap om ljudmiljöarbetet så kommer han också att få mer pondus i sin roll gentemot övriga aktörer, såväl musiker som arrangörer och publik.

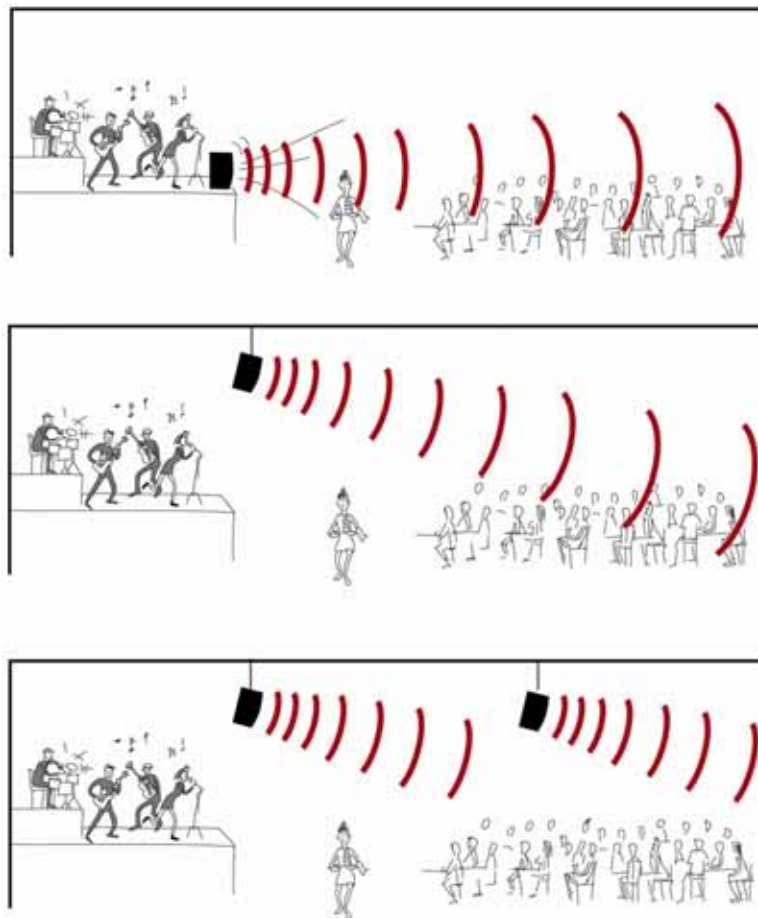
Rigging på scen

Se avsnitt 9.2.1 för placering av monitorer och annan utrustning på scen.

11.2.2 Ljudtekniska åtgärder

En rätt dimensionerad och installerad ljudanläggning kan medverka till att minska ljud-exponeringen, bland annat genom att musiken kan koncentreras till önskvärda ställen som till exempel dansgolv medan ljudnivån i övriga delar av lokalen begränsas.

- Genom att välja en anläggning med tillräcklig kapacitet kan man undvika distorsion och få ett rent ljud som upplevs tillräckligt kraftigt även vid lägre ljudnivåer.
- Högtalare bör placeras med avseende på plats, höjd och riktning så att ljudnivån blir så likformig som möjligt för dem som ska uppfatta högtalarljudet.
 - Genom att hänga upp högtalarna i taket i stället för att de står på scengolvet får man bättre spridning i lokalen och kan sänka ljudnivån. Placeringen gör också att exponeringen för personal som vistas nära scenen minskar. Takhöjden bör emellertid vara minst cirka 2,5 m från scengolv till undertak för att det ska fungera.
 - Ytterligare förbättrad ljudspridning kan man få genom att komplettera med extra högtalare placerade längre bort från scenen som kopplas in via ett så kallat delaysystem som fördröjer signalen så att ljudet från de olika högtalarna når lyssnaren samtidigt.



Figur 11.1 Genom att hänga upp högtalarna i taket kan ljudspridningen förbättras.

– I diskotek kan ljudet fördelas jämnt genom att använda riktade högtalare till exempel högtalare monterade i taket och riktade nedåt över dansgolvet. Använd många riktade högtalare för att undvika att ljudnivån lokalt blir hög.



Figur 11.2 Med flera högtalare riktade snett nedåt och inåt får man en jämn fördelning av ljudet som koncentreras mot dansgolvet.

– En variant av detta är så kallade ljudtak där ett större antal högtalare är infällda i taket. Övriga delar av lokalen, som till exempel utnyttjas för servering, får en lägre ljudnivå.



Figur 11.3 Med ljudtak kan ljudet koncentreras mot dansgolvet och ljudnivån begränsas i övriga delar av lokalen.

- Undvik att ha högtalare som är riktade mot baren eller andra fasta arbetsställen.
- Se till att ha skyddsavstånd så att inte personal kan komma för nära högtalarna.
- Undvik sekundära högtalare utspridda i lokalen eller minska deras ljudnivå om de inte kan undvikas.
- Installera vibrationsisolerade fästen till högtalarna för att undvika ljudöverföring till byggnadsstrukturen.

- Förmå besökande artister att använda lokalens fast installerade ljudanläggning i stället för tillfälligt uppställda anläggningar vilka kan vara svårare att kontrollera beträffande ljudexponering.

Utomhus

- Vid utomhuskonserter placeras högtalarna lämpligen högt över scenen vilket förbättrar ljudspridningen och gör att avståndet till personal som vistas nära scenen ökar.
- I stället för att ha högtalarsystemen koncentrerade till ett mindre område i anslutning till scenen kan man sprida ut högtalarlinjer över ett större område. Det ger möjlighet att få en mer likformig ljudnivå över publikytan och på så sätt minska ljudnivån i närheten av scenen. Vid sådana arrangemang införs också tidsfördröjning mellan de olika linjerna för att ljudet från de olika högtalarna ska nå lyssnarna samtidigt. Sådana system är tidskrävande att sätta upp varför de lämpar sig bäst för fasta installationer.

11.2.3 Rumsakustiska åtgärder

Ljud från en ljudkälla i en lokal kan delas upp i direktljud och reflekterat ljud. Det reflekterade ljudet kan begränsas genom att ytor som väggar, tak och golv förses med ljudabsorberande material eller produkter.

► Se även avsnitt 3.3.1 om ljudabsorbenter.

Olika musikformer kräver olika rumsakustik. Svaga ljudkällor kräver att rummet har en viss efterklang för att musiken ska nå fram till lyssnaren på rätt sätt. Tät och snabb högtalarförstärkt musik är däremot i princip omöjlig att framföra i efterklangsrika lokaler om man vill ha någon uppfattbarhet, tydlighet och kontroll. Det finns därför inte någon generell lösning på hur en akustiskt optimal lokal ska vara utformad utan det beror på vilken form av musik som ska framföras. Detta utgör ett speciellt problem i samband med lokaler som används för olika typer av musikframföranden.

Några förslag för lokaler där högtalarförstärkt musik spelas:

- Förse scenens väggar och tak med ljudabsorbenter. Då kan musikerna minska nivån från sina monitorer och ändå höra sig själva tydligt.
- Förse taket i lokalen med ljudabsorbenter vilket förbättrar tydligheten och ger möjlighet att sänka ljudnivån och samtidigt förbättra ljudupplevelsen.
- Förse lokalens väggar med ljudabsorbenter, till exempel i form av tåliga väggabsorbenter eller tätt vävda textilier som hängs med luftspalt till väggen bakom.
- Förse arbetsplatser i närheten av scen och dansgolv, till exempel kassa och garderob, med ljudabsorbenter.
- Öka ljudabsorptionen genom att använda mattor på golvet.
- Använd skärmar runt ljudstarka instrument till exempel trummor för att förbättra ljudförhållandena.

► Se även avsnitt 3.3.1 om ljudabsorbenter och avsnitt 3.4 om skärmar.

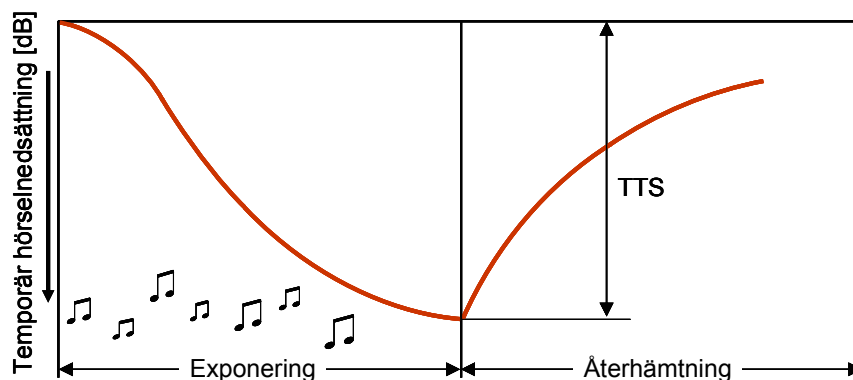
För att kunna anpassa akustiken i lokaler där olika typer av musik framförs kan en lösning vara att använda vändbara paneler som är ljudabsorberande på ena sidan och ljudreflekterande på den andra. Ljudabsorberande draperier som kan dras undan när man önskar mer reflektion är ett annat alternativ. En viktig utgångspunkt vid val av material är brandrisken.

11.2.4 Organisatoriska åtgärder

En utgångspunkt för de organisatoriska åtgärder som kan vidtas för att sänka risken för hörselskador är att risken inte bara avgörs av musikens ljudnivå, utan också bestäms av hur länge och hur ofta man exponeras. Pauser med hörselvila minskar inte bara den dagliga exponeringen utan det finns också anledning att anta att en sådan hörselvila i sig minskar risken för hörselskador genom att ge hörselorganet möjlighet att återhämta sig.

Pauser

Effekten av pauser kan illustreras av figur 11.7. I samband med exponering för musik vid höga nivåer, vidtar en uttröttning av örats hårceller. En konsekvens av det är en så kallad temporär höjning av hörtröskeln (TTS), en övergående försämring av örats känslighet. Genom att införa en paus utan musik inträffar en förhållandevis snabb återhämtning av örats hårceller. Utnyttjandet av pauser i tyst miljö minskar risken för både temporära och bestående hörselskador.



Figur 11.7 Exempel på temporär hörselnedsättning under exponering för höga ljudnivåer följt av återhämtning under paus/ljudvila.

Arbetsschema

Personalens arbetsscheman behöver läggas upp med beaktande av hörselskaderisken. Helst bör mätningar göras av typiska ekvivalenta ljudnivåer i samband med personalens olika aktiviteter. Det ger då kunskap om vilka exponeringsnivåer olika typer av arbetspass ger, vilket gör det möjligt att planera arbetet och att utarbeta arbetsscheman för personalen.

Organisatoriska åtgärder för att minska risken för hörselskador för personal som arbetar i lokaler eller utomhus där musik spelas bör i första hand inriktas mot att begränsa uppehållstiden på platser med hög ljudnivå och att lägga in pauser för hörselvila.

- Organisera arbetet så att det i största möjliga utsträckning kan bedrivas i lokaler med lägre ljudnivåer.
- Analysera personalens aktiviteter under arbetsdagen och tillämpa arbetsrotation så att inte samma personer alltid utsätts för höga ljudnivåer.

- Planera så att servering, service, information m.m. i så stor utsträckning som möjligt kan utföras under perioder med lägre ljudnivå. Undvik att ha personal som inte behövs på plats i samband med kontroll av ljud och ljudanläggning (sound checks).
- Planera så att personalen med jämna mellanrum får möjlighet till hörselvila i tysta rum.
- Undvik komprimerade föreställningar och utnyttja möjligheterna till kortare eller längre pauser inom och mellan arbetspassen.

Repertoarval

Försök att variera mellan nummer med högre och lägre ljudnivå inom en föreställning. Musik som spelas med en viss styrka kommer att ge högre ljudnivå ju mindre lokalen är. Ljudnivån man spelar på eller valet av nummer kan därför behöva anpassas till lokalens storlek och akustik. För att undvika alltför höga ljudnivåer bör man alltså välja bort nummer som kräver en större lokal.

Lokalåtgärder

Genom att separera personalen från musiken antingen genom att öka avståndet till ljudkällorna och/eller med hjälp av väggar eller skärmar, kan exponeringen ofta reduceras väsentligt. Det är därför viktigt att man tar hänsyn till den möjligheten, speciellt i samband med ny- eller ombyggnad.

- Scenen bör vara stor nog att sprida ut musiker och scenutrustning på så att man skapar önskvärda avstånd mellan musikerna kan skapas.
- Möjlighet bör finnas att använda gradänger för att lyfta upp musiker med ljudstarka instrument exempelvis bleckblåsare så att de kan spela över övriga orkestermedlemmar.
- Scengolvet bör vara stabilt och dämpat. Om golvet inte är dämpat fungerar scenen som en resonanslåda som bidrar till ökade ljudnivåer.
- Mjuk beläggning på scengolvet, till exempel matta, bidrar till att dämpa överföring av ljud och vibrationer till golvet.
- Takhöjden bör vara minst cirka 2,5 m från scengolv till undertak för att undvika onödigt stor ljudreflexion tillbaka till scenen.
- Placera barer på avstånd från dansgolv och scen.
- Se till att personalen har tillgång till tysta pausutrymmen.
- Placera barer, serveringsutrymmen och liknande i tysta avdelningar avskilt från dansgolv och scen.
- Använd skärmar för att skydda vissa arbetsplatser från direktljud från scen och dansgolv.
- Ordna en avskild avdelning med dämpad musik där gästerna kan kommunicera.

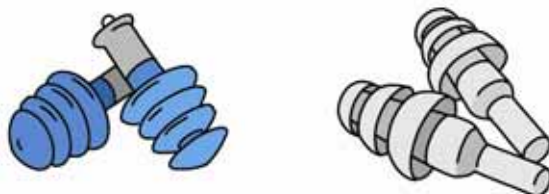
11.2.5 Hörselskydd

Hörselskydd är i alla sammanhang med höga ljudnivåer den sista utvägen när inte andra åtgärder gett tillräckligt resultat eller varit möjliga att genomföra. Lämpligt valda skydd kan

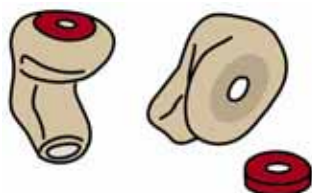
helt eliminera risken för hörselskada, men användning av skydd innebär alltid vissa nackdelar.

Användning av hörselskydd i bullrig miljö, framför allt hörselskydd av musikertyp med likformig dämpning i hela frekvensområdet, ger ofta bättre taluppfattning för normalhörande i starkt buller än vad de kan få utan hörselskydd. Dessa bör vara aktuella för till exempel serverings- och säkerhetspersonal.

Hörselskydd av musikertyp är hörselgångsproppar försedda med speciella former av filter som gör att hörselskyddet har ungefär samma dämpning vid alla frekvenser och därför inte färgar ljudbilden i någon nämnvärd grad. De finns dels som förformade proppar som kan användas av alla och inte kräver individuell anpassning, dels som individuellt anpassade proppar som görs efter en avgjutning av hörselgången. I de individuellt anpassade propparna monteras standardfilter som finns i fyra versioner som principiellt ger en dämpning på respektive 9 dB, 15 dB, 25 dB och 35 dB.



Figur 11.8 Två exempel på hörselgångsproppar som nästan inte färgar ljudbilden. Propparna kan användas av alla och kräver inte individuell anpassning.



Figur 11.9 Musikerhörselskydd med individuellt anpassad hörselgångspropp. Till höger är propp och filter separerade.

Observera att dämpningen kan variera mycket från person till person. Den enskilda användaren kan därför inte garanteras att få den dämpning som anges på förpackningen. Det kan vara avvikelser på upp till 3–4 dB.

Det är bättre att använda ett skydd som dämpar måttligt och använda det hela tiden än att använda ett kraftigt dämpande skydd som bara utnyttjas del av tiden. De speciella musikerpropparna är väl lämpade genom att de ger en begränsad men som regel tillräcklig dämpning. Skydden är relativt komfortabla och kan lätt användas under hela exponeringstiden. För att skydden verkligen ska användas är det emellertid viktigt att ta den tid som behövs för tillvänjning vid den nya ljudbilden med hörselskydd.

Även vissa så kallade in-ear monitors och hörtelefonmonitorer kan fungera som hörselskydd förutsatt att de är utförda så att de dämpar omgivande ljud och är försedda med begränsning

av utnivån till örat. De kan till exempel vara lämpliga att använda för diskjockeys och ljudtekniker.

Om ljudnivåerna är sådana att ljudtekniker eller diskjockey behöver använda hörselskydd är det viktigt att de har möjlighet att kontinuerligt övervaka ljudnivån så att inte en underskattning av denna ökar risken för andra grupper som musiker, annan personal och publik att drabbas av hörselskada.

▶ Läs mer om hörselskydd i avsnitt 5.



ARBETSMILJÖ
VERKET

Arbetsmiljöverket
112 79 Stockholm
Besöksadress Lindhagensgatan 133
Telefon 08-730 90 00
Fax 08-730 19 67
E-post arbetsmiljoverket@av.se
www.av.se

Vår vision: Alla vill och kan skapa en bra arbetsmiljö