

Musik, musiker och hörsel

– en kunskapssammanställning om höga ljudnivåer och hörselskaderisker i musik- och underhållningssektorn

Innehåll

Förord

Sammanfattning

Summary in English

1. Exponering

2. Hörselnedsättning

3. Tinnitus, ljudöverkänslighet, distorsion och diplakusis

4. Psykologiska aspekter på hörselskador hos musiker

5. Hörselskydd, skärmar och akustik

6. Repertoar, arbetsplanering och organisation

Förord

Europeiska Unionens Bullerdirektiv 2003/10/EG är överfört till svensk lagstiftning genom Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 2005:16 Buller, som är en revidering av föreskrifterna AFS 1992:10 Buller. De nya föreskrifterna började gälla den 1 juli 2005. I punkt 13 i direktivets förord sägs följande:

”De särskilda förhållandena inom musik- och underhållningssektorn kräver praktiska riktlinjer för att möjliggöra att bestämmelserna i detta direktiv tillämpas effektivt. Medlemsstaterna bör vara berättigade att tillämpa en övergångsperiod för att utarbeta en uppförandekodex med praktiska riktlinjer som skulle kunna hjälpa arbetstagare och arbetsgivare inom dessa sektorer att uppnå de skyddsnivåer som fastställs i detta direktiv.”

I artikel 14 i bullerdirektivet finns följande krav:

”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 en översikt över existerande kunskap avseende bullerexponering i form av musik för arbetstagare inom musik- och underhållningssektorn. Denna rapport utgör resultatet av expertgruppens arbete. Översikten diskuterar relevanta aspekter inom områdena riskbedömning, mätteknik, hörselskador, hörselskydd, avskärmning, rumsakustik, repertoar och planering av arbete. Ansvaret för de olika delområdena har fördelats mellan arbetsgruppens medlemmar, som identifierat relevant litteratur som berör området och sammanfattat befintlig kunskap och erfarenhet. På basis av denna kunskapsöversikt avser Arbetsmiljöverket utarbeta förslag till en praktisk arbetsmodell för yrkesgrupper som exponeras för musik som kan innebära hörselskaderisk.

Arbetsgruppen har haft följande medlemmar:

Stig Arlinger, professor, Hälsouniversitetet i Linköping, projektansvarig
 Björn Hagerman, docent, Karolinska institutet, Stockholm
 Anders Kjellberg, professor, Högskolan i Gävle
 Kim Kähäri, med.dr., forskare, Arbetslivsinstitutet Väst, Göteborg
 Ulf Landström, professor, Arbetslivsinstitutet, Umeå
 Torben Poulsen, lektor, Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, Danmark

Under arbetets gång har också Johanna Bengtsson Ryberg, med.dr., Socialstyrelsen, adjungerats till gruppen och konstruktivt bidragit till arbetet

Rapportens huvuddel består av sex kapitel som fokuserar på rapporterade exponeringsförhållanden, hörselnedsättning, tinnitus och andra former av kvalitativa störningar i hörseln, psykologiska aspekter på hörselskador hos musiker, samt åtgärder för att begränsa risker i form av arbetsplanering och repertoar och i form av hörselskydd, skärmar och rumsakustiska åtgärder. Var och en av arbetsgruppens ordinarie medlemmar har haft huvudansvaret för ett av dessa sex kapitel. Arbetsgruppen har haft fyra möten kompletterade med intensiv kommunikation via elektronisk post för att gemensamt utforma innehållet i den föreliggande rapporten.

Linköping, december 2006
 Stig Arlinger, projektansvarig

Sammanfattning

Allmänt

Hörselskada ses som ett överordnat begrepp som kan innebära hörselnedsättning, dvs. försämrade hörtrösklar, tinnitus, överkänslighet för ljud (hyperakusis), dubbelhörande (diplakusis) och olika former av förvrängning av ljudbilden. De olika skadeformerna kan vara tillfälliga och därmed försvinna en tid efter exempelvis exponering för starkt ljud eller kan vara permanenta.

En vanlig orsak till hörselskada är akustisk överbelastning av sinnesorganet, vilket orsakar s.k. *bullerskada*. Denna exponering kan vara yrkesmässig, men också många fritidsmiljöer innebär potentiell risk för hörselskada. Hörselskador kan uppstå också av *många andra orsaker*. Den vanligaste orsaken är den *åldersbetingade* hörselskadan. Detta är en biologisk process som börjar redan i barnåren och långsamt fortskrider. Olika *sjukdomar* kan också drabba hörselorganet och orsaka hörselskada. Sjukdomar som drabbar mellanörat kan i stor utsträckning åtgärdas kirurgiskt, medan däremot skadan är permanent när innerörat drabbats. *Ärftliga* hörselskador finns också, dels som medfödda, dels i former som debuterar i senare ålder.

Vid bedömning av huruvida en yrkesgrupp drabbats av hörselnedsättning eller annan form av hörselskada på grund av sin yrkesmässiga exponering måste resultaten från hörselundersökningarna jämföras med en relevant *referensdatabas*. En sådan ska redovisa förekomsten av den aktuella skadeformen som funktion av ålder (och helst också kön) hos en tillräckligt stor grupp människor som representerar alla tänkbara orsaker till hörselskada utom just yrkesmässig bullerexponering. I vissa studier av hörselnedsättning har databasen i den internationella standarden ISO 7029 utnyttjats som referens, men den visar alltför bra hörtröskelvärden eftersom den enbart representerar det biologiska åldrandet men inte övriga faktorer. Johansson & Arlinger (2002) presenterade en svensk databas, framtagen just med syftet att representera allt utom yrkesmässig bullerexponering.

Musiker, ljudtekniker och flera andra yrkesgrupper inom musik- och underhållningsbranschen är speciella med avseende på hörseln genom att normal funktion hos detta sinne är väsentligt för yrkesutövandet. En hörselskada kan få förödande konsekvenser för det fortsatta yrkesarbetet. Förebyggande av hörselskada är därför av fundamental betydelse. Yrkesgrupper som berörs är framför allt musiker med klassisk resp. rock/pop/jazz-musik på repertoaren, sångare, musikhjälpare, ljudtekniker samt i vissa miljöer serveringspersonal.

Musikbranschen är också speciell jämfört med annan yrkesverksamhet med höga ljudnivåer genom att musiken är den primära och avsedda produkten av pågående aktivitet medan i andra branscher höga ljudnivåer oftast är mer eller mindre oönskade bieffekter av aktiviteten. Detta innebär att speciella strategier ofta är nödvändiga för att kontrollera ljudnivåerna vid musikverksamhet.

Hörselkontroller

I likhet med andra yrkesgrupper som exponeras yrkesmässigt för höga ljudnivåer skall musiker och andra inom underhållningsbranschen erbjudas hörselkontroller med lämpligt intervall. Pedagogiskt blir varje undersökningstillfälle en påminnelse om detta till alla parter, både musiker och arbetsgivare/arbetsledning. Psykologiskt innebär varje hörselkontroll att musikerna får klara fakta att förhålla sig till när det gäller individens hörselstatus. Med hänsyn till dessa aspekter bör man betrakta 2-årsintervall som en rimlig kompromiss.

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

Den primära mätmetoden för att bedöma hörselstatus är tonaudiometri, d.v.s. bestämning av hörtrösklar för rena toner i frekvensområdet 125 Hz - 8 000 Hz. Registrering av otoakustiska emissioner erbjuder inte större känslighet för tidig upptäckt av skada på hörselorganet. Självfallet skall hörselundersökningen också innefatta bedömning av andra eventuella hörselproblem utöver hörselnedsättning såsom förekomst av tinnitus, ljudöverkänslighet, upplevelse av ljudförvrängning etc.

Exponering

Av publicerade rapporter framgår att de allra flesta yrkesmusiker och andra som utsätts för musik i sitt yrke åtminstone ibland exponeras för ljudnivåer som överskrider gränsvärdet för bullerexponering. Det är dock svårt att bedöma om de gör det tillräckligt ofta och under tillräckligt lång tid för att risk för hörselskada verkligen ska föreligga.

Till de särskilt utsatta hör hårdrockmusikerna. Slagverkare, trumpetare, trombonister och flöjtister (framför allt piccoloflöjt) tycks också något mer utsatta än andra. Serveringspersonal och diskjockeyer vid diskotek med elektroniskt förstärkt musik är exempel på andra yrkeskategorier som riskerar hörselskada av musik med hög ljudnivå.

Det finns inga principiella svårigheter med att mäta ljudnivå och bestämma exponeringsvärden för en viss tid och en viss person.

Merparten av rapporterade ljudnivåer från musicerande representerar mättider från några minuter till någon-några timmar men ytterst sällan finns data motsvarande ekvivalentnivåer för 8 timmars exponering per dag. Eftersom ljudnivån och varaktigheten vid musikframföranden kan vara mycket varierande från gång till gång, från dag till dag, från vecka till vecka etc. är det svårt att på förhand bedöma den totala exponeringen och därmed hörselskaderisken. Det är alltså inte helt lätt att avgöra när åtgärder måste vidtas för att inte riskera hörselskada av musiken. Vid minsta osäkerhet huruvida ljudnivån är hörselskadlig eller inte bör hörselskydd användas eller andra åtgärder vidtas för att minska ljudexponeringen. Ljudnivåer vid enskild övning i litet rum skiljer sig inte väsentligt från ljudnivåer vid konsert med symfoniorkester.

Hörselnedsättning

Bedömning av hörselskaderisken kan i princip ske på två sätt. Det ena är att undersöka förekomsten, prevalensen, av hörselnedsättning hos aktuella yrkesgrupper i förhållande till hörselnedsättning hos en referenspopulation som inte exponerats yrkesmässigt för potentiellt hörselskadliga ljud. Den andra vägen är studier av *temporär hörselnedsättning*, TTS (Temporary Threshold Shift), efter kortvarig exponering för musik av relevant typ och ljudnivå. Om TTS uppstår efter en viss exponering kan detta indikera risk för *permanent hörselskada*, PTS (Permanent Threshold Shift), vid upprepad exponering. En exponering som inte ger upphov till TTS ger med största sannolikhet inte heller upphov till PTS. På ett individuellt plan kan dock inte bedömning av TTS användas som en tillförlitlig indikation på risken för PTS.

Det är väl känt att det finns påtagliga *individuella skillnader* när det gäller effekter av bullerexponering på hörseln. Ett flertal faktorer är sannolikt involverade i detta men inga säkra metoder finns idag för att avgöra om en enskild individ är mer eller mindre känslig och därmed löper större eller mindre risk att skadas av en given bullerexponering.

Vissa fynd tyder på att musiker kan skilja sig från icke-musiker avseende hörselskaderisk efter en given ljudexponering. Dessa skillnader avser neurofysiologiska egenskaper i hörselbanorna som påverkar hur innerörats känsliga hårceller reagerar på ljudbelastningen. I vilken utsträckning detta har väsentlig betydelse för skaderisken är dock inte kartlagt.

Temporär hörselnedsättning, TTS

Den exponering som sker i samband med framförande av musik kan uppenbarligen ge upphov till temporär hörselnedsättning. Detta gäller framför allt rock- och popmusik men även klassisk musik. Ekvivalentnivåer över storleksordningen 90-95 dB(A) under en typisk konsert om någon-tio timmar orsakar TTS på mer än storleksordningen 5 dB. Intermittent exponering ger mindre TTS än kontinuerlig. Ofta har anförts att attityden till musiken skulle påverka risken för hörselskada, men allt tyder på att den saknar betydelse.

Permanent hörselnedsättning, PTS

För musiker i symfoniorkestrar visade de flesta rapporterna inga eller endast små statistiskt säkerställda skillnader jämfört med relevant referensmaterial. Några studier indikerar större spridning i hörtröskeldata från musiker, dvs. de sämsta hörtrösklarna var sämre än förväntat enligt referensmaterialet. Som regel fanns inga skillnader relaterade till instrumenttyp, möjligen med undantag för slagverkare. Normalt var uppmätta hörselnedsättningar symmetriska, men en studie rapporterade sämre vänsteröron hos violinister.

För rock-/pop-/jazzmusiker tycks lätt diskantnedsättning förekomma i något större utsträckning än hos symfonimusiker. Relationen mellan hörselnedsättning och musikexponering uttryckt i antal aktiva år och/eller antal speltimmar per vecka eller instrument är dock delvis motstridig i olika studier. Även bland rock-/pop-/jazzmusiker tycks slagverkare uppvisa något sämre hörtrösklar. En delgrupp som använde hörselskydd enligt en studie uppvisade bättre hörsel än de som inte använde skydd.

Ljudtekniker och diskjockeys arbetar främst i miljöer med rock-/pop-/jazzmusik. De två rapporter som gäller dessa yrkesgrupper visar att de löper en viss risk för hörselnedsättning i likhet med musikerna i samma musikkategori. Dock tycks inte heller här någon säker relation föreligga mellan hörselnedsättning och antal år i musikexponeringen. En del men inte all serveringspersonal i dessa arbetsmiljöer har en mera intermittent exponering förutsatt att de rör sig mellan musiklokalen och kökslokaler med en förmodad lägre ljudnivå. De har å andra sidan ett problem med taluppfattning i höga musikinivåer när de ska försöka uppfatta beställningar korrekt och därav följande stress i arbetssituationen

Två rapporter avseende musikstuderande visade inga signifikanta skillnader gentemot matchade kontrollgrupper av studenter inom andra områden.

Otoakustiska emissioner, OAE, som alternativ till konventionell hörselmätning

Otoakustiska emissioner genereras i innerörats yttre hårceller, och skada på dessa påverkar således emissionerna. Bullerskada innebär typiskt yttre hårcellskada. En begränsning i OAE-metoderna är att vid hörselnedsättningar överstigande 30-40 dB är sannolikheten liten för att kunna registrera några emissioner. Publicerade studier indikerar inte att OAE erbjuder större känslighet än tonaudiometri för att detektera skadeverkan på hörselorganet från bullerexponering.

Subjektiva värderingar av hörselproblem

Subjektiv bedömning av hörselnedsättning är av naturliga skäl svårt att värdera eftersom de tillfrågade inte har någon säker referens och de flesta rapporter saknar kompletterande

mätningar av hörselnedsättning. Dock kan resultaten ge en indikation av problemets omfattning, och jämförelser mellan grupper kan också ge intressanta fakta.

På frågan till olika yrkesgrupper om upplevd hörselnedsättning svarar mellan 20 och 50 procent ja. För 22 (3,5 %) musklärare i Sverige ur en grupp om 626 som besvarat enkäten har faktisk hörselskada inneburit att de antingen fått förändrad tjänstgöring eller varit sjukskrivna. Musiker som spelade mer än 20 timmar i veckan svarade betydligt oftare ja på frågan, och stråkinstrument var oftare representerade i denna grupp än piano och keyboard som huvudinstrument. 21 (5 %) musiker av 407 svarande angav att de varit sjukskrivna eller slutat spela på grund av hörselproblem (tinnitus och/eller hörselnedsättning).

En amerikansk undersökning visade att rock/pop-musiker oftare angav problem med hörselnedsättning än musiker inom området klassisk musik eller opera. Bland serveringspersonal och ljudtekniker vid musikklubbar i New York angav 55 procent att de ansåg sig höra sämre sedan de börjat arbeta på den aktuella arbetsplatsen.

Risk för skador på foster

Hos gravida som exponeras för musik på hög nivå reagerar fostret med ändrad hjärtfrekvens och rörelse under graviditetens senare del när fostrets hörsel fungerar. Den akustiska dämpning som moderns vävnader och fostervätskan ger tillsammans med att fostrets ytter- och mellanöron är vätskefyllda torde dock innebära försumbar risk för hörselskada eller annan påverkan på fostret när gällande gränsvärden för yrkesmässig bullerexponering ej överskrids.

Tinnitus, överkänslighet för ljud, dubbelhörande, förvrängning

Enligt svenska undersökningar har cirka 10-20 procent av den svenska befolkningen ofta/alltid tinnitus och av dessa har ca 1 procent svåra besvär. Flera studier har visat att förekomsten av tinnitus ökar med stigande ålder samt att förekomst av tinnitus är vanligare bland män.

Den normala definitionen av hyperakusis är en abnormt ökad känslighet för ljud som normalt inte upplevs som obehagliga. Det finns få epidemiologiska studier där prevalens rapporteras. En svensk undersökning via frågeformulär resp. Internet-enkät indikerade en prevalens av storleksordningen 6-9 % med ökande förekomst vid högre ålder. En stor polsk undersökning visade att 15 procent av populationen hade hyperakusis.

De olika forskningsmetoder som använts vid genomförandet av olika studier kring tinnitus och hyperakusis utgör ett problem då man sammanställer och tolkar data. De flesta studier visar dock att musiker och andra yrkesgrupper som är exponerade för stark musik är en grupp där tinnitus, hyperakusis och även i viss mån distorsion och diplakusis förekommer i förhållandevis hög utsträckning. Orsaken till detta är med stor sannolikhet de höga ljudnivåer som denna grupp periodvis är exponerade för.

Psykologiska aspekter

Sedan länge har det hävdats att om man gillar musiken löper man inte risk att skadas av den. För detta finns inget stöd, men däremot finns visst stöd för att ljud som upplevs som obehagliga leder till större temporär hörselnedsättning än emotionellt neutrala eller positiva ljud. Att man tycker att ett ljud är obehagligt skulle alltså möjligen kunna öka risken för hörselpåverkan. Detta skulle i så fall kunna vara en effekt av att den fysiologiska stressreaktionen ökar känsligheten hos hörselorganet.

Många aspekter av musikens arbetsförhållanden kan bidra till att göra arbetet stressande, men arbetsvillkoren skiljer sig mycket mellan olika musikergrupper.

Inga studier har påvisat att risken för permanent hörselnedsättning påverkas av attityd till ljudet eller av stress.

Samband har påvisats mellan psykiatriska symptom och förekomsten av tinnitus och besvärens styrka, och besvären är ofta mest påträngande i stresstillstånd. Inga studier har dock kunnat påvisa att psykologiska förhållanden har betydelse för uppkomsten av tinnitus. Hörselnedsättning, tinnitus och andra hörselskador kan få särskilt dramatiska konsekvenser för musiker och de upplevs därför också som ett särskilt stort hot av denna grupp.

Hörselskydd, skärmar, rumsakustik

Hörselskydd påverkar hörbarheten av svaga ljud, upplevelsen av den egna rösten och i viss utsträckning förmågan att lokalisera ljudkällor. Tillvänjning till den förändrade ljudbilden erfordras därför.

För att uppnå avsedd skyddsverkan bör hörselskyddet bäras under hela exponeringstiden. Om skyddet används endast 95 % av tiden förloras ungefär hälften av den avsedda skyddseffekten i dB.

Hörselgångsproppar speciellt avsedda för musiklyssning finns tillgängliga med olika grad av dämpning, som är relativt likformig över hela frekvensområdet, vilket medger normal balans mellan bas och diskantljud. Såväl standardmodeller som individuellt gjutna proppar finns; de senare medger varierbar dämpning från ca 9 till ca 25 dB, bestämt av det inbyggda utbytbara akustiska filtret.

Användning av hörselskydd i bullrig miljö, framför allt hörselskydd av musikertyp med likformig dämpning i hela frekvensområdet, ger inte sällan bättre taluppfattning för normalhörande i starkt buller än vad man får utan hörselskydd. Detta bör vara aktuellt för t.ex. serveringspersonal.

Skärmar kan användas för att minska ljudutbredningen från en ljudkälla. Graden av ljuddämpning är relaterad till skärmens storlek och är generellt större för diskant- än för basljud.

Skärmens baksida bör vara försedd med ljudabsorberande material för att reducera ljudreflexion i skärmen.

Musikernas placering i förhållande till varandra påverkar ljudexponeringen. En ökning av avstånden mellan musikerna är gynnsam. Också placeringen i vertikalled är viktig. Genom att blåsare i en symfoniorkester placeras högre än framförvarande musiker utsätts dessa för 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. Takhögtalare placerade över ett dansgolv kan ge jämnare ljudnivå över dansgolvet och samtidigt lägre ljudnivåer utanför detta område. I-örat-monitorering av musiken från en ensemble har fördelen att den medger individuell reglering av ljudnivån. Om hörtelefonerna är kopplade ljudtätt till hörselgångarna finns möjlighet till lägre ljudnivå än i rummet.

Ljudnivån i ett rum bestäms av ljudkällans utstrålade akustiska effekt och rummets akustiska egenskaper. Ju hårdare gränssytor rummet har, desto högre blir ljudnivån på grund av reflexion i gränssytorna. Genom att förse lokalen med ljudabsorberande material sänker man allmännivån i rummet. Detta innebär dock en akustik som kan upplevas som torr och död i musiksammanhang, vilket gör att detta sällan är en realistisk åtgärd i lokaler för framträdande. Däremot kan det vara ett meningsfullt alternativ i övnings- och repetitionslokaler.

Repertoar, arbetsplanering, organisation

Musikens karaktär är av avgörande betydelse för exponering och riskförhållanden. Skaderisken är vanligtvis högre vid musicerande i större grupper och vid nyttjande av elektronisk förstärkningsteknik och kraftfulla högtalarsystem.

Skaderisken är vanligtvis högre i samband med framträdanden än under övning och repetition, påverkat inte minst av förutsättningarna för pauser och hörselvila.

Skaderisken vid musicerande berör förutom enskilda musiker även ett antal andra yrkesgrupper, bl. a. ljudtekniker, diskjockeyer, serveringspersonal, musiklärare samt instruktörer i motionslokaler. De förhöjda skaderiskerna hos dessa grupper förklaras ofta av omgivningens verkliga eller förmodade krav på höga ljudnivåer och därmed bristande möjligheter att kontrollera musikens nivåer samt behoven av närhet till musiken.

Skaderisken vid musicerande påverkas av ett antal enskilda och samverkande faktorer. Till dessa skall räknas lokalens utformning, placering i lokalen, exponeringstider samt hur spelningar, pauser och kontroller organiseras.

Summary

Introduction

Hearing disorder is considered as an all-embracing term which can express itself as hearing loss, tinnitus, abnormal sensitivity to loud sounds (hyperacusis), diplacusis, and other forms of auditory distortion. The various forms of disorders may be temporary, and therefore disappear a certain time after for example exposure to loud noise, or they may be permanent.

An important factor behind the presence of hearing disorders is exposure to noise loud enough to cause overload of the auditory organ. This exposure may be occupational, but also many leisure time environments carry potential risks for hearing disorders. Also many other possible causes for hearing disorders exist. The most common cause is the age-related hearing impairment. This is due to a biological process that starts already early in life and slowly progresses. Various diseases may also affect the auditory organ and give rise to hearing disorders. Consequences of diseases that affect the middle ear can to a large extent be eliminated by reconstructive middle ear surgery, but when the inner ear is affected, the impairment is permanent in nature. Hereditary hearing impairment is still another category, appearing in congenital as well as acquired forms.

When judging whether a noise-exposed population has hearing loss or other types of hearing disorders related to the occupational noise exposure, the results from audiological examinations must be compared to a relevant reference data base. Such a data base shall represent the presence of hearing disorders as a function of age (and ideally also of gender) in a sufficiently large group of people who represent all possible causes of hearing disorders except occupational noise exposure. In some studies of hearing loss the data base presented in the international standard ISO 7029 has been used as reference. However, this data base presents too good hearing threshold values, since it represents only the effects of biological aging but not other possible causes. Johansson & Arlinger (2002) presented a Swedish data base that was derived for the particular purpose of representing all possible causes of hearing loss except occupational noise exposure.

Musicians, sound technicians and several other occupational groups within the music and entertainment industry are special with regard to hearing, since normal auditory function is essential for their professional activities. A hearing disorder may have devastating consequences for their continued professional life. Prevention of hearing disorders is therefore of fundamental importance. The professional groups that are primarily concerned are musicians playing classical music and rock/pop/jazz music, singers, music teachers, sound technicians, disc jockeys and in some environments waiters and other service groups.

Professional groups involved in music are special compared to other professional groups exposed to high sound levels since the music is the primary and intended product in the ongoing activity whereas in other professional areas high sound levels usually are more or less unwanted by-products of the activity. This means that special strategies often are necessary in order to control the sound levels in musical activities.

Hearing tests

As is the case for other occupational groups that are occupationally exposed to high sound levels, musicians and others in the music and entertainment industry should be offered tests of hearing with regular intervals. From a pedagogical point of view each test occasion will be a reminder about this fact to all parts concerned, both musicians and employers/producers. Psychologically each test occasion will provide the individual musician with clear facts as to his/her auditory function. Considering this together with the typical exposure conditions prevailing, a two year interval is considered as a realistic interval between tests. It is essential that the hearing tests are performed by suitably qualified personnel using adequate equipment. This should consist of a well sound-insulated test room, where the test subject is placed while being tested with the tester outside, and a correctly calibrated audiometer. The tester should use the standardised method (ISO) when performing the test.

The primary method to be used to assess auditory function is pure-tone audiometry, i.e. determination of hearing thresholds for pure tones in the frequency range 125 Hz–8 000 Hz. The recording of otoacoustic emissions does not offer improved sensitivity in the early detection of hearing loss.

Naturally, the assessment of hearing shall also include evaluation of other possible aspects of hearing disorders such as the presence of tinnitus, hypersensitivity to loud sounds, perceived distortion of sounds etc.

Exposure

From reports published it is clear that most professional musicians and others that are professionally exposed to music are exposed to sound levels that exceed the limit of 85 dB(A) at least part of the time. However, it is often very difficult to judge whether this occurs sufficiently often and with sufficient duration each day to represent a significant risk for hearing disorders.

Among those with highest exposure are hard-rock musicians. Also percussionists, players of trumpet, trombone and flute (especially piccolo flute) seem to be more exposed than others. Waiters and disc-jockeys in discotheques and clubs with electronically amplified music are examples of other occupational groups that risk hearing disorders due to exposure to music at high sound levels.

There are in principle no specific difficulties in measuring sound levels and determining exposure values for a certain time period and a specific individual.

Most of the reports on measured sound levels from music represent measurement times from a few minutes up to a few hours, but rarely are data available that represent equivalent sound pressure levels for an 8 hour exposure time. Since the sound pressure level and the duration at performances can vary very much from time to time, from day to day, from week to week etc, it is difficult to estimate the total exposure and thereby the risk for hearing disorders. It is therefore not quite easy to decide when actions have to be taken in order to avoid the hazard to hearing. However, when uncertainty arises whether the sound level poses a hazard to hearing or not, hearing protectors should be worn or other measures taken in order to reduce the exposure. Sound levels when musicians are practicing in small rooms do not differ significantly from those occurring at symphony concerts.

Hearing loss

Assessment of the real risk for hearing loss may be done in two ways. One is to determine the prevalence of hearing loss among occupational groups in focus in relation to the prevalence of hearing loss in a reference population which has not been exposed to occupational noise that is potentially harmful to hearing. The other way is based on studies of temporary hearing loss, TTS (Temporary Threshold Shift), after short-duration exposure to music of relevant type and sound level. If TTS occurs after a certain exposure, this may indicate risk for permanent hearing loss, PTS (Permanent Threshold Shift), if the exposure is repeated. An exposure that does not give rise to TTS will most probably not give rise to PTS. On an individual level, however, assessment of TTS can not be used as a reliable indicator for the risk of PTS.

It is well known that there are considerable individual differences with regard to the effects of noise exposure on hearing. A number of factors are likely to be involved in this, but no reliable methods exist today to judge whether an individual is more or less sensitive and therefore has more or less risk to have his/her hearing affected after a certain noise exposure.

There is some evidence indicating that musicians may differ from non-musicians regarding risk for hearing disorders after a given sound exposure. These differences concern neurophysiological characteristics in the auditory pathways that affect how the sensitive hair cells in the inner ear react to the exposure. However, to what extent such differences have significant influence on the risk for hearing disorders is still unclear.

Temporary Threshold Shift, TTS

The exposure that occurs in connection with music performance may obviously give rise to TTS. This mainly concerns rock and pop music but also classical music. Equivalent sound levels exceeding 90-95 dB(A) during a typical concert with duration of a few hours give rise to TTS of more than the order of 5 dB. Intermittent exposure generates less TTS than continuous. It has often been assumed that the attitude towards the music might affect the risk for hearing loss, but all facts indicate that this is not true.

Permanent Threshold Shift, PTS

For symphony orchestra musicians most reports show no or only small statistically significant differences compared to relevant reference data. Some studies indicate larger variation in hearing threshold data among musicians, i.e. the poorest hearing thresholds are worse than expected according to reference data. As a rule no differences have been found related to instrument type, with the possible exception of percussionists. Usually, hearing losses recorded are symmetrical, but one study reported poorer left ear hearing thresholds in violinists.

Among rock/pop/jazz-musicians mild high frequency hearing losses seem to be somewhat more prevalent than among symphony musicians. However, the reports on the relation between hearing loss and music exposure expressed in terms of number of active years as musician

and/or number of hours/week playing or instrument played are sometimes conflicting between different studies. Percussionists seem to have somewhat poorer hearing thresholds also among rock/pop/jazz-musicians. A subgroup using hearing protection had significantly better hearing thresholds than non-users according to one study.

Sound technicians and disc-jockeys work mainly in environments with rock/pop/jazz-music. The two reports that concern these groups indicate that their exposure involves risk for hearing impairment. However, also for them there is no clear relation between hearing loss and number of years spent in the profession. Some but not all waiters in these environments have an intermittent exposure, assuming that they move between the music and the kitchen areas with a presumably lower noise level. However, on the other hand they have problems with speech recognition in the loud music when they try to understand what the guests are ordering, which is a source of significant occupational stress.

Two reports concerning music students showed no significant differences in hearing thresholds compared to matched control groups of students in other fields of study.

Otoacoustic emissions, OAE, as alternative to conventional audiometry

Otoacoustic emissions are generated by the outer hair cells of the inner ear, and damage to these cells, such as caused by exposure to loud noise, will affect the emissions. A limitation with this method is that usually no emissions can be recorded when hearing thresholds exceed 30-40 dB. The studies published do not indicate that OAE provides better sensitivity than pure-tone audiometry in detecting early noise-induced hearing loss.

Subjective assessment of hearing

Subjective assessments of hearing are obviously difficult to evaluate since the responders have no reliable reference and most reports lack complementing measurements of hearing thresholds. However, the results may indicate the degree of problems perceived, and comparisons between groups can provide meaningful facts.

Typically, between 20 and 50 percent of responders answer yes to the question if they feel they have a hearing loss or problems to hear. Among a group of 626 Swedish music teachers, 22 (3,5 %) had had to change work conditions or go on sick leave because of hearing disorders. Musicians who spent more than 20 hours/week playing responded with yes significantly more often than those playing less. String instruments were more often represented in this group than piano and keyboard. In a study of 407 Swedish musicians, 21 (5 %) stated that they had been on sick leave or had to stop playing because of hearing problems (tinnitus and/or hearing loss). A study from the US reported that rock/pop-musicians more often stated hearing problems than musicians in classical music and opera. Among waiters and sound technicians in New York 55 % considered that their hearing had become worse since they began working in this sector.

Risk for harmful exposure of foetus

Among pregnant women exposed to music at high sound levels, the foetus usually responds by change of pulse frequency and movements during the last part of pregnancy when the auditory organ is functionally developed. However, the attenuation provided by the tissues and liquids surrounding the foetus together with the fact that both outer and middle ears of the foetus are fluid-filled indicate negligible risk for hearing disorders or other negative effects on the foetus as long as the specified limit values for occupational noise exposure are not exceeded.

Tinnitus, hyperacusis, diplacusis, distortion

According to Swedish studies, approximately 10-20 percent of the Swedish population often or always perceives tinnitus, and around 1 percent has severe problems related to tinnitus. Several

studies have shown that tinnitus becomes more common with increasing age and is more often found in men than in women.

The most common definition of hyperacusis is an abnormal sensitivity to loud sounds that normally are not perceived as uncomfortable. There are few epidemiological studies reporting on prevalence. A Swedish study using questionnaire and Internet-interview indicated prevalence in the range 6-9 % with increasing occurrence at higher age. A large Polish study found a prevalence of 15 %.

The large variation in research methods used in different studies of tinnitus and hyperacusis constitutes a problem when trying to interpret data. However, most studies show that musicians and other professional groups that are exposed to music at high sound levels report tinnitus, hyperacusis and to some extent also distortion and diplacusis relatively often. The reason for this is most likely the high sound levels that these groups periodically are exposed to.

Psychological aspects

Since many years it has been suggested that if you like the music it will not harm you. However, there is no scientific support for this. On the other hand, there is some indirect support for the reverse, i.e. that exposure to sounds which are perceived as unpleasant results in greater temporary threshold shift than exposure to sounds that are emotionally neutral or positive. Thus, perceiving a sound as unpleasant might possibly increase the risk for effects on hearing. If so, this would be an effect of the physiological stress reaction increasing the sensitivity of the auditory organ.

Many aspects of the working conditions of musicians may contribute to occupational stress, but the conditions vary greatly among different groups of musicians. No studies have shown that the risk for permanent hearing loss is affected by the attitude towards the sound or by stress.

Correlations have been shown between psychiatric symptoms and the presence of tinnitus and the degree of suffering reported. The problems are often most evident in states of stress. No studies have shown that psychological conditions contribute to the occurrence of tinnitus. Hearing loss, tinnitus and other types of hearing disorders may have dramatic consequences for musicians, and are therefore also seen as a special threat to this professional group.

Hearing protectors, screens, room acoustics

Hearing protectors affect the audibility of soft sounds, the perception of the wearer's own voice, and to some extent the ability to localize sound sources. Therefore it is essential to allow use time to get used to the altered perception of the acoustic environment due to the wearing of protectors.

In order to provide the assumed and needed protective effect, a hearing protector has to be used during the complete duration of exposure. A non-use during 5 % of the time will result in the protector giving only approximately half the intended attenuation in dB.

Ear plugs specially designed for music are available with different degree of attenuation that is relatively uniform across the frequency range, which provides normal balance between base and treble sounds. Standard models as well as individually moulded plugs are available. The latter offer the possibility of changing the attenuation between 9 and 25 dB, as determined by the built-in exchangeable acoustic filter.

The use of hearing protectors in noise, especially protectors of the types specially designed for musicians with equal attenuation across the frequency range, may often provide improved

speech recognition for normal-hearing users. This may be of clear practical value for e.g. waiters working in loud music environments.

Screens may be used to reduce sound transmission from a sound source. The degree of attenuation is related to the size of the screen and is generally greater for high than for low frequencies. The back side of the screen should be provided with sound absorbing material in order to reduce reflexions in the screen.

The placement of musicians relative to each other affects the exposure. Increased distance between musicians is favourable. Also vertical placement is important. By raising the seats of wind players, sound levels reaching musicians in front of them might be reduced.

Loudspeakers should be placed with regard to position, height and direction as to make the sound level distribution across the room as even as possible. Loudspeakers placed in the ceiling may result in more even sound level on dance floors with lower sound levels outside the dance area. In-ear-monitoring of the music from a group offers the advantage of allowing individual control of the sound level. If the earphones are tightly coupled to the user's ear canals, providing effective ambient sound attenuation, lower sound levels than in the room can be used.

Sound levels in a room are determined by the acoustic power radiated by the sound source and the acoustic characteristics of the room. The harder the boundary surfaces of the room are, the higher the sound level in the room because of reflexions at the hard surfaces. By fitting the surfaces with sound absorbing material, the ambient sound level in the room will be reduced. However, this may lead to the acoustics of the room being perceived as dry and dead when performing music, which rarely makes an easy success in rooms too be used for music. However, in rooms used for rehearsals and individual exercises it may be a valuable tool.

Repertoire, work planning, organisation

The character of the music is of essential importance for the sound exposure and risk conditions. Risks for hearing disorders tend to increase when playing in larger groups and when using electronic amplification and powerful loudspeaker systems. The risks are normally greater during performances than during rehearsals, related to possibilities for pauses and thereby degree of intermittency in the exposure.

In addition to musicians, also sound technicians, disc-jockeys, waiters, music teachers and aerobics instructors are exposed to loud music levels. The high exposure levels among these groups are often related to other people's real or presumed expectations on high sound levels and thereby lack of freedom to control the sound levels, in addition to having to be close to the music.

The risk for hearing disorders by music can be affected by a number of factors, e.g. the size, shape and acoustics of the room, duration of exposure, and the organisation of performances, breaks and controls.

1. Exponering

Riktvärden för buller

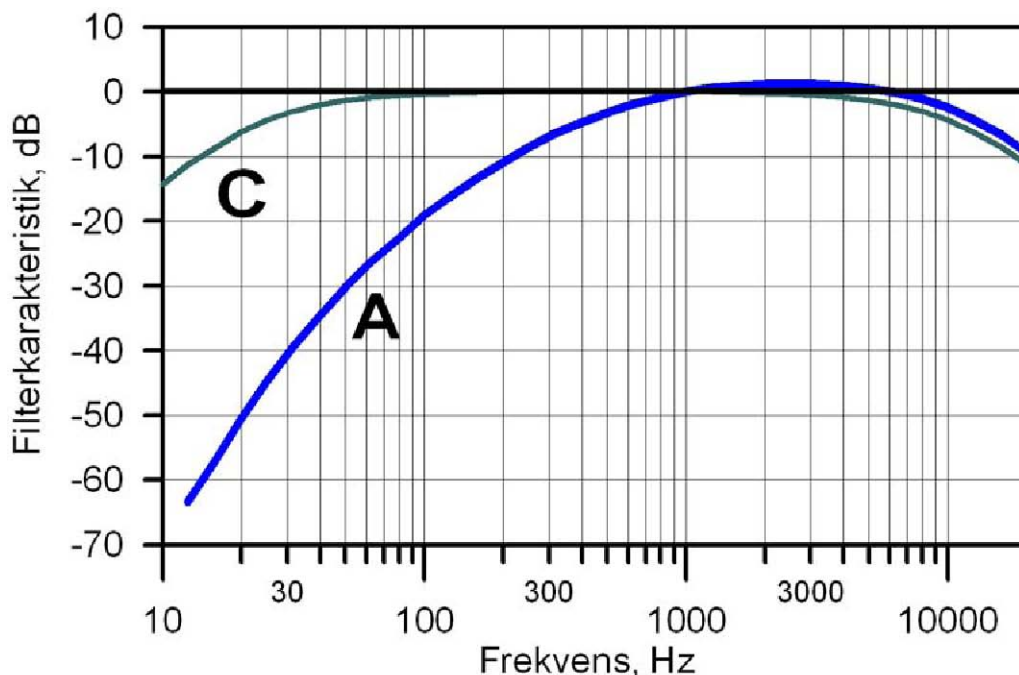
Arbetsmiljöverkets föreskrifter, AFS 2005:16, anger insatsvärden för tillåtet buller. Se tabell 1.1 nedan. När dessa uppnås eller överskrids måste åtgärder vidtas för att undvika risk för hörselskada. Föreskrifterna anger också gränsvärden som inte alls får överskridas. Föreskrifterna finns att hämta på <http://www.av.se/lagochratt/afs/>.

Tabell 1.1: Insatsvärden som kräver åtgärder om värdena överskrids, samt gränsvärden som inte får överskridas. Allt enligt AFS 2005:16. Se vidare förklaring i texten nedan

	Undre insatsvärd en	Övre insatsvärden	Gränsvärden
Daglig bullerexponeringsnivå, $L_{EX,8h}$ [dB]	80	85	85
Maximal A-vägd ljudtrycksnivå L_{pAFmax} [dB]	–	115	115
Impulstoppvärde, L_{pCpeak} [dB]		135 ¹⁾	

Vid tillämpning av *insatsvärdena*, när bullerexponeringen bestäms, skall hänsyn *inte* tas till eventuell användning av hörselskydd. Om de undre insatsvärdena överskrids skall arbetstagaren få *tillgång* till hörselskydd. Om de övre insatsvärdena överskrids *skall* hörselskydd användas. Vid tillämpning av *gränsvärdena* skall, i de fall arbetstagarna bär hörselskydd, hänsyn tas till dämpningen hos dessa när bullerexponeringen bestäms.

A-vägd ljudmätning innebär att man filtrerat bort de lägre frekvenserna. A-filtret är från början framtaget för att efterlikna hörselns frekvensgång vid låga ljudnivåer, där känsligheten för låga frekvenser är betydligt lägre än känsligheten för högre frekvenser (fig. 1). A-kurvan har senare även visat sig vara bra vid uppskattning av hörselskaderisk. Man presenterar resultatet som ett siffrvärde med enheten dB(A) (relativt ljudtrycket 20 μ Pa). Vid mätning av impulstoppvärdet används dock C-vägning (figur1.1).



Figur 1.1: Ljudnivåmätarens filterkaraktäristik för vägningsfilter A och C. (IEC 61260 - Ed. 1.0, 1995.)

Daglig bullerexponeringsnivå, $L_{EX,8h}$, innebär energiekvivalent 8-timmarsnivå, dvs. den konstanta ljudnivå som under 8 timmar ger samma totala energi som det varierande uppmätta ljudet, oavsett hur lång tid det uppmätta ljudet pågått. Med maximal A-vägd ljudtrycksnivå, L_{pAFmax} , menas den högsta erhållna nivån mätt med en integrationstid på 125 ms.

Impulstoppvärdet L_{pCpeak} avser den högsta erhållna nivån för korta ljud (hur korta som helst) mätt med en integrationstid $<50 \mu s$. Se vidare AFS 2005:16 för matematiska definitioner.

Den 85 dB gräns som är fastslagen är ett statistiskt beräknat mått. Efter tio års daglig bullerexponering för 85 dB räknar man med en hörselnedsättning på 5 dB vid 4 kHz. Det är ett medianvärde, vilket betyder att hälften av de exponerade personerna drabbas något mindre, hälften något mera. Vi är alla olika rustade att tåla diverse olika exponeringar, som till exempel höga ljudnivåer. Vissa är helt enkelt känsligare än andra medan vissa tål mer. Om man fördubblar ljudenergin vid 85 dB (vilket betyder en ökning med 3 dB till 88 dB) måste man halvera exponeringstiden för att hålla risken för hörselskada konstant. Det innebär att maximal exponering blir 88 dB under 4 timmar. Fördubblas ljudenergin igen så får tiden halveras ytterligare en gång, alltså 91 dB under 2 timmar o.s.v. Detta är innebörden av ekvivalentnivån $L_{EX,8h}$, som är ett dosmått. Se Tabell 1.2 nedan.

Tabell 1.2: Tillåten tid att exponeras per dag för viss ljudnivå.

dB(A):	85	88	91	94		97	100	103	106	109	112
tim:	8	4	2	1	min:	30	15	8	4	2	1

Här kan man dra en jämförelse med hur ljudnivån ändras med *antal ljudkällor*. För lika starka ljudkällor ökar ljudnivån 3 dB vid varje fördubbling av antal källor. Om man t.ex. fördubblar antalet violinister i en orkester bör alltså ljudnivån öka 3 dB under förutsättning att var och en spelar lika starkt i bägge fallen.

Den dagliga bullerexponeringen motsvarar ”genomsnittligt” (egentligen energiekvivalent) buller under en 8 timmars arbetsdag. I musikbranschen måste man kanske i stället räkna med genomsnittlig exponering under en vecka eller en månad, eftersom ljudnivåerna kan variera i långa perioder beroende på repertoar m.m. Det är svårt att beräkna exponeringen för olika personalgrupper i denna bransch eftersom ljudnivåerna och exponeringstiderna är så varierande. Detta framgår också ganska tydligt av litteraturgenomgången.

Socialstyrelsens allmänna råd (SOSFS 2005:7) om höga ljudnivåer från musik anger riktvärdet 100 dB(A) för vuxen *publik* där barn alltså inte har tillträde. För platser där barn har tillträde är riktvärdet 97 dB(A) och för arrangemang riktade till barn föreslås 90 dB(A). Riktvärden bygger på att man inte exponeras för den nivån mer än några timmar per vecka, och att övrig exponering under veckan ligger under 85 dB(A).

ISO 1999 anger formler för beräkning av risken för hörtröskelförsämring som funktion av ålder och bullerexponering. Dessa kan användas även för buller som varierar från dag till dag om bullerexponeringen under den värsta dagen inte överstiger den ekvivalenta nivån, beräknad över en längre period, med mer än 10 dB (ISO 1999, pkt 4.4.2). Det torde innebära att för de allra flesta som utsätts för musik med hög ljudnivå i arbetet kan de regler användas som anges i AFS 2005:16 för beräkning av exponeringen.

Mätteknik

Riskkriterierna angivna i Arbetsmiljöverkets föreskrifter gäller ljudnivåer uppmätta i öronhöjd på en person. Mätningarna genomförs dock utan att personen är på plats. Om den exponerade personen flyttar runt på många platser och man mäter med s.k. dosimeter på personen, bör mikrofonen placeras 10 cm från hörselgångens mynning vid det öra som har den högsta exponeringen. Detta anges både i AFS 2005:16 och i ISO 1999. Vid mätning med dosimeter finns det risk för felaktiga resultat p.g.a. att mikrofonen kan stötas till. Den egna rösten kan också ge ett tillskott till mätvärdet som inte är relevant för riskbedömningen. I hörselgången får man högre ljudnivå p.g.a. baffleffekt (reflexer från huvudet) och hörselgångsresonans. Detta gäller särskilt om ljudet är diskantrikt. Vid *exponering via hörtelefon* kan man göra mätning med probmikrofon i hörselgång eller på konsthuvud. Ljudnivåerna som då uppmäts är alltså inte jämförbara med riskkriterierna utan måste räknas om till motsvarande exponering i fritt ljudfält eller diffust ljudfält. Hur detta skall gå till finns beskrivet i två standarder, 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. Det framgår inte av dessa standarder om man skall räkna om till fritt eller diffust ljudfält vid bedömning av hörselskaderisk, men för de flesta tillämpningar torde diffust ljudfält ligga närmast till hands. För att kunna göra en omräkning enligt dessa ISO-standarder krävs mätresultat i tersband, dvs. för många separata frekvenser. Det räcker inte med en dB(A)-mätning.

Shotland (1996, USA) jämförde dosimetri med mikrofon i hörselgången 5 mm från trumhinnan, på höger axel och på vänster bröstficka. Den A-vägda ljudnivån var så när som på 0,1 dB lika på axel och bröstficka, men 7,6 dB högre i hörselgången. Ljudnivåerna i de olika tersbanden från 100 till 2000 Hz var här ganska lika. Om ljudet domineras av frekvenser mellan 2 000 och 5 000 Hz kan skillnaden mellan dessa mikrofonplaceringar bli ännu större, men vid vanlig musikexponering ligger den starkaste nivån vid lägre frekvenser, varför skillnaden blir mindre. Egenbedömning av bullernivån har undersökts hos industriarbetare av Ahmed et al (2004, Saudiarabien) via frågeformulär. Svaret ja på frågan "Do you consider the noise level where you are working now high?" identifierade 93 % av de personer med exponering >85 dB(A), men bara 40 % av dem som svarade nej på frågan utsattes för lägre exponering än 85 dB(A). Svaret ja på samma fråga identifierade också 91 % av de personer som hade hörselnedsättning, men bara 20 % av dem som svarade nej på frågan hade inte hörselnedsättning.

Sammanfattning

Det finns bra teknik för att mäta ljudnivåer. Noggrannheten i mätningarna är ofta bättre än 1 dB. Svårigheten är att få fram ett relevant mått på den totala förväntade exponeringen, och därmed på hörselskaderisken. Detta beror på att ljudnivån oftast varierar mycket för en yrkesmusiker både inom och mellan olika arbetspass.

Inverkan av olika akustiska parametrar

Exponeringstid, intermittens

De akustiska parametrar som påverkar risken för hörselskada är ljudnivån och dess fördelning i tid och frekvens. Befintliga riskkriterier gäller bäst för exponering av ljud som inte fluktuerar särskilt mycket i tid. Ju större fluktuationer ljudexponeringen har desto osäkrare blir riskkriteriet. En enstaka stark ljudimpuls kan ge en bestående skada. Var gränsen för detta går är oklart och säkert individuell. Korta impuls ljud mäts med C-filtervägning. Det innebär att frekvenser under 500 Hz får betydligt större vikt än vid den mer vanliga A-vägningen. Vissa forskare menar dock att även impuls ljud bör mätas med A-vägning, eftersom man tycks tåla mer än 140 dB SPL av impuls ljud med lågfrekvent innehåll, t.ex. från grovkalibriga vapen. Se t.ex. Patterson et al., 1993.

I musik kan slagljud från bastrumma och puka ge liknande ljud, om än inte så starka. Tyvärr finns få mätningar av impulstoppvärden från musikexponering.

Dosmättet (energiekvivalent värde), som gränsvärdet 85 dB(A) bygger på, upphör troligen att vara relevant någonstans mellan 115 och 125 dB. Det innebär att användningen av dosmättet blir osäkrare om det innehåller bidrag som överskrider så höga nivåer. Därför får ljudnivån L_{pAFmax} aldrig överskrida 115 dB enligt AFS 2005:16. Av etiska skäl finns nästan inga undersökningar gjorda på människa för att belysa denna aspekt. Om man utgår från ett långvarigt ljud med konstant nivå och jämför med ett som har samma L_{eq} , men har ett fåtal korta pauser, några sekunder eller minuter långa, så är troligen det med pauser något mindre riskabelt, eftersom örat då får möjlighet att återhämta sig i pauserna. Om man gör pauserna väldigt mycket längre än exponeringstiden så måste ljudnivån bli mycket högre under de korta tider som ljudet pågår för att inte L_{eq} skall ändras. Då blir det så småningom mer riskabelt än det konstanta ljudet, åtminstone när ljudtopparna överskrider 120 dB. Motsvarande resonemang kan föras när det gäller musikens dynamiska förlopp. Partier klart svagare än 80 dB(A) kan troligen likställas med paus i exponeringen.

Sammanfattningsvis kan man förenklat säga att ju längre tid man utsätts för hög ljudnivå och ju högre denna nivå är desto större är risken för hörselskada. Pauser för hörselvila rekommenderas.

Nivåer och riktkarakteristik från enstaka musikinstrument

McKinnon (2001), som är bastrombonist och skyddsombud i Göteborgs symfoniorkester, påpekar att dagens bleckblåsinstrument kan ge betydligt högre ljudnivåer än de gjorde på 1930-40-talen. Munstycken och mensur är annorlunda nu. Han förordar att gå tillbaka till tidigare typer av instrument för att minska ljudnivåerna och få bättre balans i förhållande till andra instrumentgrupper.

Musikinstrument kan ge ljud ifrån sig över i stort sett hela örats frekvensområde. Jansson (1977) anger 40 Hz till 10 kHz. Ljudnivåer från olika instrumenttyper skiljer sig generellt så att mässingsblåsinstrumenten är ungefär 10 dB starkare än träblåsinstrumenten som i sin tur är uppemot 10 dB starkare än stråkinstrumenten (Jansson, 1977). Enskilda instruments dynamik är relativt begränsad. Jansson anger 30 dB oavsett instrumenttyp, men dynamiken från en hel orkester kan bli betydligt större eftersom olika typer av instrument är olika starka och nivån ökar när fler spelar. När det gäller ljudnivå från enskilt instrument under väldefinierade förhållanden finns det mycket få referenser. Nivån beror ju i hög grad på mikrofonplacering i förhållande till instrumentet och akustisk omgivning. Trumpet och trombon torde dock kunna komma upp till över 100 dB(A) på en meters håll. Titze & Sundberg (1992) mätte på fem tenorer på 0,5 m avstånd där den starkaste uppmätta nivån var 100 dB SPL. (SPL=sound pressure level, ljudtrycksnivå.) Bloothoof & Plomp (1986) mätte på professionella sångare, sju manliga och sju kvinnliga. Alla kom upp i minst 100 dB SPL maxnivå, den starkaste sopranen presterade 120 dB SPL som mest! Mätinstrumentets avstånd till sångaren angavs dock inte. Kähäri et al. (2004) mätte ljudeffekten när en rocktrumslagare spelade i ekofritt rum. Resultatet 1 watt kan omräknas till 114 dB (ovägt) på en meters avstånd. Denna ljudnivå överträffas knappast av andra oförstärkta instrument.

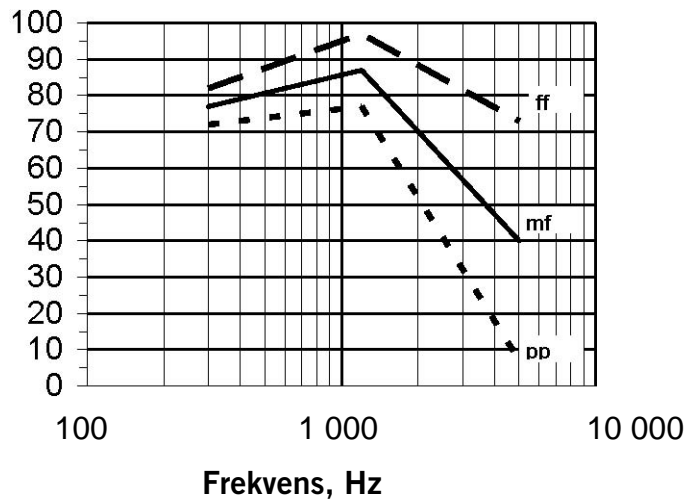
Riktkarakteristiken hos en ljudkälla beror på hur stor den är i förhållande till det utsända ljudets våglängd. En ljudkälla strålar ljudet i alla riktningar om den är mycket mindre i storlek än ljudvåglängden. (Ljudets våglängd i luft är $340/f$ uttryckt i meter, där f är frekvensen. Vid t.ex. 1 000 Hz är våglängden 0.34 meter.) Jansson (1977) säger att strålningsloben är bred för låga frekvenser och smal för höga frekvenser. Trumpet och trombon har särskilt stark ljudnivå rakt framför klockstycket vid frekvenserna 3 000–6 000 Hz, där ju bullerskador oftast inträffar (bl.a. Jansson, 2002). Fiol strålar ljud mest i riktning vinkelrätt mot topplattan för frekvenser över 1 000 Hz. Parati & Otonde (2003) mätte ljudstrålning från sopranröst och fann starkt ökad ljudnivå i sektorn $\pm 45^\circ$ framför munnen för frekvenserna 2 000 och 4 000 Hz.

Frekvensspektrum

Tal, sång och musik har ganska lika egenskaper när det gäller temporala och spektrala förlopp. Spektrum har sluttande karaktär ovanför 500–1 000 Hz, beroende på instrument, men lutningen på spektrum minskar vid ökad nivå. Då man spelar fortissimo är diskantljuden inte så mycket svagare än de lägre frekvenserna som de är vid spelning i pianissimo. Se exempel i figur 1.2 nedan. Liknande förändringar i spektrum får man också då man höjer rösten i tal och sång.

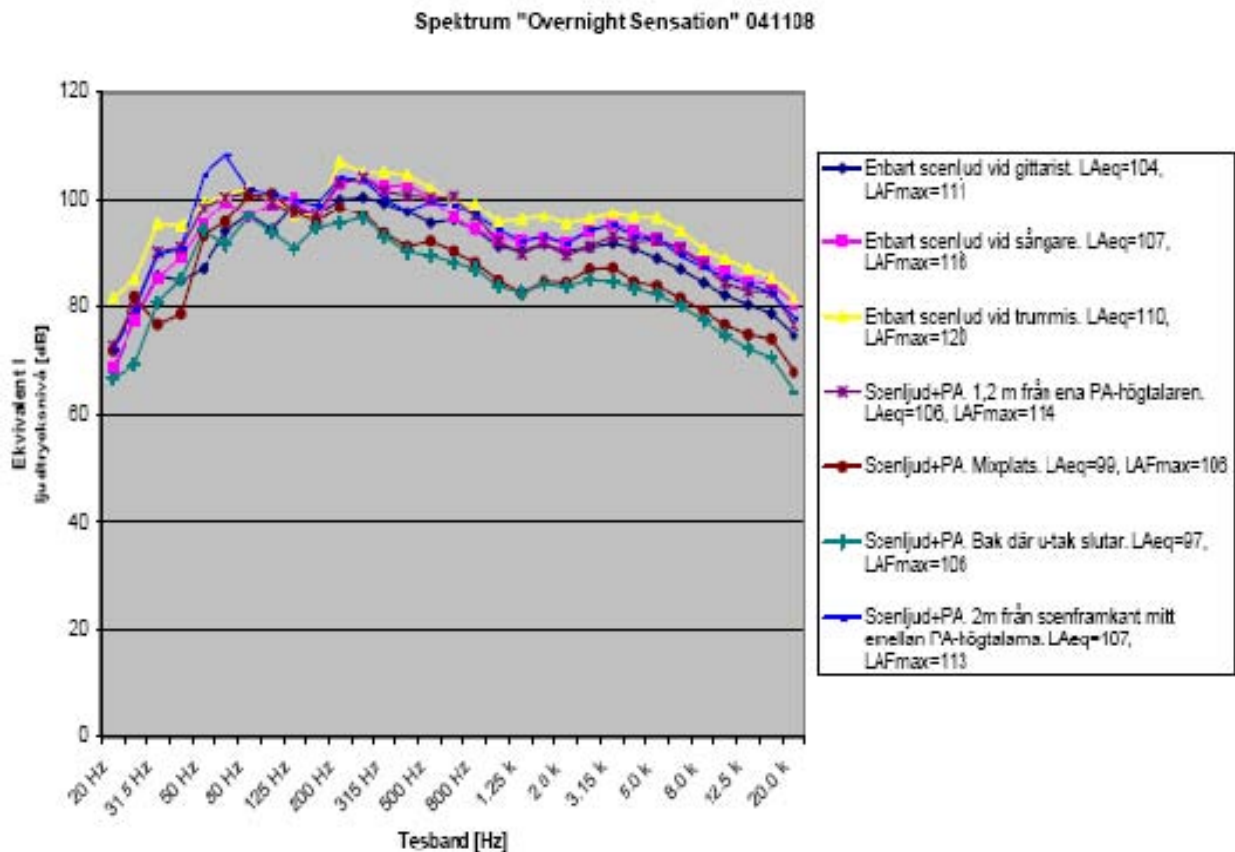
Absolut spektrum för trumpet

dB



Figur 1.2: Stiliserat spektrum för trumpet spelad i tre olika styrkegrader (efter Landsberg, 2006).

I figur 1.3 nedan visas ett annat exempel på spektrum från en konsert i form av tersbandsanalys. Tersbanden innehåller fler och fler frekvenser ju högre frekvensen blir, varför man får ökande nivåer mot diskanten (3 dB/oktav) jämfört med förra bilden p.g.a. olika mätmetoder. Kurvorna sluttar fortfarande mot högre frekvenser. Diskantljuden är dock mer riskabla ändå, dels på grund av att resonans i hörselgången förstärker ljud i frekvensområdet 2 000 till 4 000 Hz med upp till 20 dB, dels på grund av att stapediusmuskeln ser till att dämpa mycket starka ljud i frekvensområdet under 1 000 Hz.



Sammanfattning

Högre ljudnivå ger starkare diskantljud, som ger starkare riktverkan. Diskantljuden är också mer hörselskadliga. Vid hög ljudnivå är det mycket olämpligt att befinna sig i strålningsloben framför ett ljudstarkt instrument.

Exponeringsdata

När man uppger ljudnivåer för olika instrumentalister måste man komma ihåg att ljudet från det egna instrumentet oftast inte är det som ger störst hörselskaderisk, utan snarare andra instrument i närheten. Det beror i hög grad på instrumentens riktningsskarakteristik, men troligen också i viss mån på att man har kontroll över sitt eget instrument. Ljudnivån är alltså starkt beroende på rumsakustiken och på hur instrumentalisterna är placerade i förhållande till varandra, samt på vilken musik som spelas förstås.

När man gjort mätningar av ljudnivåer vid musikframföranden har man troligen oftast valt musikstycken som gett särskilt höga nivåer. Detta är viktigt att tänka på vid bedömning av hörselskaderisken. Man behöver veta hur stor andel av den yrkesverksamma tiden som hörselskadliga nivåer överskrider.

Här nedan ges en översikt av resultat av ljudnivåmätningar vid musikutövning. De visas också i tabell 1.4 i slutet av detta avsnitt.

Ljudnivåerna i tre *symfoniorkestrar* i Stockholm (Stockholmsfilharmonikerna, Radions symfoniorkester och Hovkapellet vid Kungliga operan) undersöktes 1983 av Jansson & Karlsson. Man satte mikrofoner i öronhöjd ca en halv meter från olika instrument, dels i normala, dels i utsatta positioner. Under fem konserter med "tung" musik gjordes mätningar. L_{pAeq} -värden mellan 75 och 94 dB erhöles för de normala positionerna och mellan 86 och 99 dB för utsatta positioner. För bedömning av risk fanns tabeller med olika proportioner av "lätt", "medel" och "tung" musik samt för effektiv speltid per vecka, vilken uppskattades till att normalt vara 26

timmar. Deras slutsats var att riskkriterierna överskreds. Däremot hänvisade man till en följande artikel (Karlsson et al., 1983), som visade att musikerna i dessa orkestrar inte hade hörselnedsättningar och att det därför behövdes andra riskkriterier för symfoniorkestermusiker.

Ljudnivån hos 44 musiker vid Chicago *symfoniorkester* undersöktes av Royster et al., 1991, liksom även musikernas hörsel. Mätningar gjordes vid både repetitioner och konserter för fem olika orkesterverk. Här var exponeringen under arbetstid bara 15 timmar i veckan. Mikrofonerna sattes på kragen vid den sida som antogs ha högst ljudnivå, för violinister dock på höger sida. Median LEX_{8h} för hela gruppen var 85,7 dB. Motsvarande siffror för olika instrumentkategorier redovisades inte, utan bara nivåhistogram, som dock visade att slagverk och brass hade högst värden. Tid för egen övning redovisades inte men man påpekade att ljudnivån även vid sådana tillfällen kunde vara hörselskadlig för vissa instrumentkategorier och bidra till ökat värde på LEX_{8h} .

Fröhlich (2005, Wien) gav en tabell på ljudnivåer för *symfoniorkestermusiker*. Olika instrument fanns redovisade vars nivåer överensstämmer väl med ovanstående angivna. Där angavs också nivåer under arbete som lärare. Dessa nivåer var lika eller upp till 4 dB lägre än i orkestern. Här fanns dock inga referenser eller beskrivningar av mätmetoder. Obeling & Poulsen (1999, Danmark) gjorde dosimetermätningar på musiker i fyra symfoniorkestrar. L_{pAeq} mellan 84 och 95 dB uppmättes. Man angav inte vilka musikstycken som spelades, men det gällde många stycken av olika slag. Ovanligt nog redovisades peakvärden (L_{pCpeak}). I två fall överskreds gränsen 135 dB.

Personalens ljudexponering vid finska nationaloperan har också undersökts (Laitinen et al., 2003). Eftersom exponeringen varierade även över olika veckor redovisade man exponeringen på årsbasis, men angav genomsnittlig arbetstid till 5,5 timmar per dag. Alla utom dirigenter, dansare och kontrabasister exponerades för ljudnivåer som översteg 85 dB(A). Slagverk och flöjt/piccola hade högst exponering, 95 dB (motsvarande LEX_{8h}). Därefter kom trumpet, 94 dB och andra mässingsinstrument, 92 dB. Sångarna i operakören (45-60 personer) exponerades för 92 dB utom soprانerna som fick utstå 94 dB. För ljussättarna erhöles nivåer mellan 77 och 92 dB i hörselgångsmynningen, där huvudsakliga bidraget kom från kommunikationen i hörtelefonerna.

Ljudnivåer för *dirigenter* under repetitionsarbete redovisades av Harding & Owens (2003, Colorado). En 65-personers symfoniorkester gav 88 dB, en damkör på 65 sångare gav 91 dB, en blandad kör med 114 sångare gav också 91 dB, ett 18-manna jazzband gav 96 dB, allt redovisat i L_{pAeq} . Dosimetermikrofonen satt på dirigentens vänstra axel. Man diskuterade de olika lokalernas betydelse och angav dem som orsak till att symfoniorkestern gav lägre nivåer än körerna. Symfoniorkesterlokalen sades ge högre nivåer före akustikbehandling tio år tidigare. I artikeln hänvisades också till ett par rapporter med riktlinjer för musikrepetitionslokaler. Där rekommenderades rumsvolym på 11 till 19 m³ per musiker och takhöjden 5,5 till 7,5 meter, det större takhöjds måttet för större ensembler. De framhöll också "No amount of acoustical treatment will correct high sound pressure levels caused by small room dimensions combined with overcrowding condition".

Ljudnivåer i *operaorkesterdike* har också mätts av Lee et al. (2005, Canada) under framförande av "Madame Butterfly" resp. "Italian girls in Algiers". Ingen instrumentkategori kom upp i exponeringsnivå över riskkriteriet, mest beroende på att de valda operorna hade endast "light" till "average" ljudnivå, men också p.g.a. att man inte räknat in repetitionstid i dosen utan bara 300 timmars exponering per år. 40 timmars arbetsvecka anses motsvara 2 000 timmar per år och 26 timmars arbetsvecka 1 300 timmar per år.

Thom et al. (2005, Vancouver) gjorde en litteraturgenomgång om ljudnivåer och hörselnedsättning hos musiker. De konstaterade att "Medelnivåer" mellan 80 och 100 dB(A) hade

uppmätts för "klassiska" musiker och mellan 90 och 105 dB för rockmusiker. Opublicerade data från musikhögskolan i Göteborg, där man mätte på enskilda instrumentalister under övning i små övningsrum, visade att alla utom organist, kontrabasist, och fagottist exponerades för mer än 85 dB(A) även vid normalstark spelning. Vid spel på hög ljudnivå överskred exponeringen 100 dB(A) i de flesta fall. Se tabell 1.3 i slutet av detta avsnitt.

Andra omfattande opublicerade mätdata har gjorts 1996 av Lindholmen Utveckling AB på musiker vid Helsingborgs *symfoniorkester*. Fem olika musikstycken framfördes och ljudnivån mättes i hörselgången på tolv musiker. Tabellen i slutet av detta avsnitt visar nivån i det öra som gav högst värde. Den ekvivalenta frifältsnivån för det starkaste av de fem musikstyckena låg mellan 96 och 106 dB(A) och för det svagaste stycket mellan 86 och 96 dB(A). Lindholmen Utveckling AB har också gjort motsvarande mätningar på musiker vid Göteborgs symfoniorkester (1995-1997), dock inte på mer än ett "representativt" musikstycke per instrument. Det gav liknande resultat.

Vid ett audionomexamensarbete (Danielsson & Karlsson, 1999) mättes ljud dosen under 4,5 timmar för flöjtist och eufonist i en *blåsorkester*. Värdena 88 resp. 93 dB(A) ($L_{EX,8h}$) överskred tillåtna nivåer.

Keefe (2004, USA) mätte ljudnivån i ett par stora *marschorkestrar*. Vid repetitionerna erhöles värden mellan 98 och 108 dB (L_{pAeq}) på olika platser i den större orkestern med 85 medlemmar. Mikrofonen var placerad på stativ nära musikerns öra utan att vara i vägen. De kraftigaste ljudbidragen kom från slagverken. Effektiv speltid vid repetitionerna var visserligen bara 75 minuter varannan vecka, men riskkriteriet överskreds ändå klart (=103 dB(A) för 75 min varannan vecka). Här redovisades också frekvensspektra. De maximala nivåerna låg oftast i mellanfrekvensområdet 500–2 000 Hz.

Henoch & Chesky (Texas, 2000) mätte nivån med dosimetrar för olika instrumentalister i collegejazzband. De varierade mellan 92 och 100 dB (L_{pAeq}). Kähäri et al. (2003) mätte ljudnivån för ett par trumslagare i jazzband och ett par basister i rockband. Maxnivåerna uppgick till 120–129 dB(A) och peak-värdena låg mellan 133 och 140 dB(C).

Musiklärare kan också riskera hörselskador. Behar et al. (Canada, 2004) mätte exponeringen med dosimeter på 18 musiklärare i olika skolor ("elementary and secondary schools"). 39 % av dem exponerades för mer än 85 dB(A) ($L_{EX,8h}$). Nivåerna (L_{pAeq}) vid undervisning i olika instrument var 87 dB för sång, och slagverk, 84 dB för keyboard, 88 dB för blockflöjt och 91 dB för orkester.

Yrkesinspektionen (numera Arbetsmiljöverket) i Stockholm gjorde i slutet av 80-talet en hel del mätningar på *diskotek*, *teatrar* och vid *rockkonserter*. Se tabell 1.4 i slutet av detta avsnitt.

Smeatham (UK, 2002) gjorde en litteraturgenomgång av nivåer för *personal vid pubar och klubbar*. Han angav ljudnivåer för barpersonal och liknande till 92-96 dB (L_{pAeq}) med genomsnittlig arbetstid 16 timmar i veckan.

Gunderson et al. (New York, 1997) mätte ljudnivån vid baren med dosimeter på åtta klubbar för att undersöka exponeringen som serveringspersonal utsattes för, och därmed risken för hörselskada. Nivåerna varierade mellan 95 och 107 dB L_{pAeq} . Mikrofonen var fäst vid kragen på undersökaren som stod mitt i baren. Omräknat till 8-timmars exponering fick man dB(A)-värden från 92 till 100 för rock, jazz, hip-hop, blues, hårdrock. De konstaterade också att serveringspersonal som går runt i lokalen ofta var närmare musiken och riskerade större exponering.

Nitton *nattklubbar* i undersöktes av Whitfield (1998, UK). Mätningar gjordes dels med fast mikrofon i baren, dels med dosimetrar på personal med likartat resultat. Ljudnivåer från 77 till 101 dB (L_{pAeq}) gav exponeringsvärden mellan 71 och 96 dB (LEX,w), där w =week. Varje individs arbetstid användes i kalkylen här. Många arbetade bara en eller ett par dagar i veckan. Både dessa siffror och typiska längder på arbetspass redovisades (4-6 timmar). Trots ganska kort total veckoarbetstid var det 17 av 20 personer som överskred riskkriteriet 85 dB(A).

Dibble (1995, UK) gjorde en omfattande litteraturgenomgång och egna mätningar av nivåer på *diskotek och nattklubbar*. Med dosimetrar på kragen på totalt 55 personer mätte han exponeringsvärden från 92 till 99 dB(A) ($LEX,8h$) för olika personalkategorier, där diskjockeyn var värst utsatt. Arbetstiden var i genomsnitt 5 timmar per kväll och 4 kvällar i veckan. Han påpekade också att anställningstiden för dessa personer var kort, bara ca ett år, eftersom det oftast var ungdomar (23 år gamla i genomsnitt) som arbetade som timanställda.

Ljudnivå för *besökare* på nio *diskotek* mättes med dosimeter av Serra et al. (Argentina, 2005) i samband med en undersökning av ungdomars hörselutveckling från 14 till 17 års ålder. L_{pAeq} mellan 104 och 112 dB uppmättes. Man konstaterade att de överskred 100 dB, en övre gräns som numera rekommenderas i flera länder.

Fem *diskotek* i Singapore undersöktes av Lee (1999, Singapore) med dosimetrar på personalen. Tillåten exponeringsnivå (85 dB(A), $LEX,8h$) överskreds för alla fem personalkategorier som ingick i studien.

Airo et al. (2004, Finland) har mätt exponering på *personal som arbetar med radio- och TV-produktion*. Man mätte både med dosimeter på axeln och i hörselgångsmynningen (på dem som hade hörtelefoner för kommunikation). Totalt mättes ljudnivån på 182 personer, varav 119 kameramän. Medelvärde för den dagliga exponeringen, $LEX,8h$, var högst för kameramännen, 86 dB(A). De övriga utsattes för 81 till 85 dB(A). Variationen för alla 119 personer var 62 till 101 dB(A). Ljudteknikerna exponerades för 81 dB(A) med standardavvikelsen 9 dB. De som hade headset vred upp volymen så att kommunikationskanalens nivå var i genomsnitt 6 dB högre än omgivningsljudet.

Jiang (1997, Canada) mätte exponering av gymnastiklärare och fann att ljudnivån på *visselpipa* kan komma upp till 125 dB SPL vid ca 3000 Hz, dvs. nära örats resonansfrekvens. Visselpipor kan även förekomma som instrument vid musikframföranden.

Sammanfattningsvis framgår det att de allra flesta yrkesmusiker och andra som utsätts för musik i sitt yrke åtminstone ibland får utstå ljudnivåer som överskrider riskkriterierna. Det är dock svårt att bedöma om de gör det tillräckligt ofta för att hörselskada verkligen skall uppstå. Till de särskilt utsatta hör hårdrockmusikerna. Slagverkare, trumpetare, trombonister och flöjtister (framför allt piccola) tycks också något mer utsatta än andra. Serveringspersonal och diskjockeyer vid diskotek med elektroniskt förstärkt musik är exempel på andra yrkeskategorier som riskerar hörselskada av musik med hög ljudnivå.

Övergripande sammanfattning

- Det finns inga principiella svårigheter med att mäta ljudnivå och bestämma exponeringsvärden för en viss tid och en viss person.
- Vid framförande av stark musik överskrider ofta gränsvärdet 85 dB $LEX,8h$ med 5–10 dB. Det gäller de flesta musiker, men slagverkare, trumpetare, trombonister och flöjtister (framför allt piccola) kan vara särskilt utsatta.
- Andra yrkeskategorier, såsom serveringspersonal och diskjockeyer vid diskotek med elektroniskt förstärkt musik riskerar också att exponeras för musik med hörselskadlig nivå.

- Eftersom ljudnivån vid musikframföranden kan vara mycket varierande från gång till gång är det däremot svårt att på förhand bedöma exponeringen och därmed hörselskaderisken. Det är alltså inte helt lätt att avgöra när åtgärder måste vidtas för att inte riskera hörselskada av musiken.

Referenser

- Ahmed HO, Dennis JH & Balla SG (2004) *The accuracy of self-reported high noise exposure level and hearing loss in a working population in Eastern Saudi Arabia*. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 207, 227-234.
- Airo E, Olkinuora P, Toppila E, Järvinen A & Savolainen A (2004) *Noise exposure of broadcast production personnel*. Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting, 8-10 June 2004, Mariehamn, Åland.
- Arbetsmiljöverkets författningssamling (2005) *Buller – Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna*. AFS 2005:16, Solna.
- Behar A, MacDonald E, Lee J, Cui J, Kunov H & Wong W (2004) *Noise exposure of music teachers*. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 1, 243-247.
- Blomberg R. *Ljudnivåmätningar av Yrkesinspektionen (numera Arbetsmiljöverket), Stockholms distrikt (1982-1989)*.
- Bloothoof G & Plomp R (1986) *The sound level of the singer's formant in professional singing*. Journal of the Acoustical Society of America, 79, 2028-2033.
- Danielsson A & Karlsson E (1999) *Kartläggning av behov av hörselskadeförebyggande åtgärder för en professionell blåsorkester*. Examensarbete vid audionomprogrammet, sektionen för vårdvetenskap, Göteborgs universitet.
- Dibble K (1995) *Hearing Loss & Music*. Journal of Audio Engineering Society, 43, 251-266.
- Frölich G (2005) *Noise reduction in orchestras*. Proceedings, European Noise at Work Summit – Stop that noise!, Bilbao, Spain, European Week for Safety and Health at Work 2005.
- Gibbs GW & Yau-Tak Hui H (1973) *A pilot investigation of noise hazards in recording studios*. Annals of Occupational Hygiene, 16, 321-327.
- Gunderson E, Moline J & Catalano P (1997) *Risks of developing noise-induced hearing loss in employees of urban music clubs*. American Journal of Industrial Medicine, 31, 75-79.
- Harding RA & Owens DT (2003) *Sound pressure levels (dB) experienced by conductors in collegiate music rehearsal settings*, Paper submitted to the Hawaii International Conference on Arts and Humanities.
- Henoch MA & Chesky K (2000) *Sound exposure levels experienced by a college jazz band ensemble: Comparison with OSHA risk criteria*. Medical Problems of Performing Artists, 15, 17-22.
- IEC 61672-1 (2002) *Electroacoustics – Sound level meters - Part 1: Specifications*. Geneva: International Electrotechnical Commission.
- ISO 1999 (1990) *Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*. Geneva: International Organization for Standardization.

ISO 11904-1 (2002) *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)*. Geneva: International Organization for Standardization.

ISO 11904-2 (2004) *Acoustics – Determination of sound immission from sound sources placed close to the ear – Part 2: Technique using a manikin*. Geneva: International Organization for Standardization.

Jansson EV (1977) *On sound radiation of musical instruments*. Publications in Music Acoustics issued by the Royal Swedish Academy of Music, 17, 154-164.
<http://www.speech.kth.se/music/publications/kma/>

Jansson E (2002) *Acoustics for violin and guitar makers*. Chapter III: Sound and the Room. Stockholm: Inst. för tal musik, hörsel, KTH.

Jansson E & Karlsson K (1983) *Sound levels recorded within the symphony orchestra and risk criteria for hearing loss*. *Scandinavian Audiology*, 12, 215-221.

Jiang T (1997) *Risks of noise-induced hearing loss for physical education teachers*. *Occupational and Environmental Medicine*, 39, 925-926.

Karlsson K, Lundquist PG & Olaussen T (1983) *The hearing of symphony orchestra musicians*. *Scandinavian Audiology*, 12, 257-264.

Keefe J (2004) *Noise exposure associated with marching and pep bands: measurements, assessment of risks, and possible solutions*. Thesis. Duke University, Department of Physics.
<http://www.phy.duke.edu/ugrad/thesis/keefe/>

Kähäri K, Zachau G, Eklöf M, Sandsjö L & Möller C (2003) *Assessment of hearing and hearing disorders in rock/jazz musicians*. *International Journal of Audiology*, 42, 279-288.

Kähäri K, Berntson A, Sjösten P & Hellqvist C (2004) *Akustikprojektet i Göteborg – Ett projekt för förbättrad arbets- och fritidsmiljö i musiksammanhang*. Rapport till Arbetsmiljöverket m.fl.

Laitinen HM, Toppila EM, Olkinuora PS & Kuisma K (2003) *Sound exposure among the Finnish National Opera personnel*. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 18, 177-182.

Landsberg H (2006) *Spektrumlutning hos blåsinstrument*. Examensarbete i musikakustik. Kungl. Tekniska Högskolan, Stockholm. <http://www.speech.kth.se/publications/masterprojects/>

Lee J, Behar A, Kunov H & Wong W (2005) *Musicians noise exposure in orchestra pit*. *Applied Acoustics*, 66, 919-931.

Lee, LT (1999) *A study of the noise hazard to employees in local discotheques*. *Singapore Medical Journal*, 40, 571-574.

McKinnon P (2001) *Har skadliga ljudnivåer något att göra med musik?* *Symfoni*, 1, 8-9.

Obeling L & Poulsen T (1999) *Hearing ability in Danish symphony orchestra musicians*. *Noise and Health*, 2, 43-49.

Parati L & Otondo F (2003) *Comparison of directional sources in simulating a soprano voice*. Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference 2003, 487-490.
<http://www.speech.kth.se/smac03/>

Patterson JH, Hamernik RP, Hargett CE & Ahroon WA (1993) *An isohazard function for impulse noise*. Journal of the Acoustical Society of America, 93, 2860-2869.

Peters C, Thom J, McIntyre E, Winters M, Teschke K and Davies H (2005) *Noise and hearing loss in musicians*. Report, School of Occupational and Environmental Hygiene, Vancouver.

Royster JD, Royster, LH & Killion MC (1991) *Sound exposures and hearing thresholds of symphony orchestra musicians*. Journal of the Acoustical Society of America, 89, 2793-2803.

Serra MR, Biassoni EC, Richter U, Minoldo G, Franco G, Abraham S, Carignani JA, Joeke S & Yacci MR (2005) *Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: An interdisciplinary long-term study*. International Journal of Audiology, 44, 65-73.

Shotland U (1996) *Dosimetry measurements using a probe tube microphone in the ear canal*. Journal of the Acoustical Society of America, 99, 979-984.

Smeatham D (2002) *Noise levels and noise exposure of workers in pubs and clubs – A review of the literature*. London: Research report 026, Health and Safety Executive, UK.

Socialstyrelsens författningssamling (2005) *Höga ljudnivåer – SOSFS 2005:7*. Stockholm: Socialstyrelsen.

Titze I & Sundberg J (1992) *Vocal intensity in speakers and singers*. Journal of the Acoustical Society of America, 91, 2936-2946.

Whitfield A (1998) *An assessment of occupational noise exposure amongst bar staff employees working in night-clubs*. International Journal of Environmental Health Research, 8, 191-202.

Tabell 1.3: Ljudnivåer vid enskild övning i övningsrum vid Musikhögskolan i Göteborg.

Med gardiner fördragna. Mätningarna är gjorda med probmikrofon i örat och anges som L_{pAeq} under ca en minut långt avsnitt i det öra som fick högst nivå. Vissa har spelat både normalstarkt och starkt. Resultaten är omräknade till ekvivalenta frifältsnivåer. Opublicerade data 1997.

Instrument	dB(A) normalstarkt	dB(A) starkt	dB(A)	Kommentar
Elbas			89	Styrka ej angiven
Fagott			80	Styrka ej angiven
Flygel	88	90		
Horn	92	100		
Klarinett		98		Uppvärmningsskalor
Klarinett	92	98		
Kontrabas	84			
Kontrafagott			98	Styrka ej angiven
Orgel	84	90		I stora orgelsalen
Orgel	81	85		Rum 503
Piccoloflöjt	92	105		Utan gardiner fördragna
Piccolatrumpet	104			Maxnivå vid 1-3 kHz
Slagverk (trumset)			100	Styrka ej angiven
Tenorsaxofon			95	Styrka ej angiven
Trombon	99	105		Starkt = Ho-stöt
Trombon	97	105		Skalor / "Orkesterträning"
Trumma			101	Styrka ej angiven
Trumpet	98	109		
Tuba	96	104		Uppvärmningsskalor
Tvärflöjt			96	Styrka ej angiven
Viola	94	100		Uppvärmningsskalor
Violin	96	98		
Vokal		100		Starkt stycke av Strauss
Vokal, icke skolad			88	Styrka ej angiven
Xylofon	94	104		Starkt = extremt starkt här

Tabell 1.4: Uppmätta ljudnivåer vid olika musikevenemang sorterad på musiktyp, personal, plats. Första delen gäller utövare av konstmusik, andra delen huvudsakligen rock/pop/fazz.

Referens	År	Plats	Musiktyp	Personal/instrum	Exp.tid	dB(A)	Mått	L _{pAFmax}	Kommentar
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Brass, saxofon	4 h/d	95	L _{pAeq}	120	Typiska nivåer
Harding & Owens	2003	Colorado	Symfoniork	Dirigenter		88	L _{pAeq}		
Opubl., Lindholmen	1995	Göteborg	Symfoniork	Fagott		97			Stravinsky
Opubl., Lindholmen	1995	Göteborg	Symfoniork	Fagott		100	L _{pAeq}		Romeo och Julia
Opubl., Lindholmen	1996	Helsingborg	Symfoniork	Fagott		93-100	L _{pAeq}		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Flöjt		93	L _{pAeq}	121 L _{pCpeak}	Högst av 3 mättn. Okänt musikstycke
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Flöjt, oboe, fagott	4 h/d	90	L _{pAeq}		Typiska nivåer
Opubl., Lindholmen	1996	Helsingborg	Symfoniork	Flöjt, piccol		96-106	L _{pAeq}		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Stravinsky Opubl.,	1995	Göteborg	Symfoniork	Harpa		93			Stravinsky
Opubl., Lindholmen	1995	Göteborg	Symfoniork	Harpa		95	L _{pAeq}		Romeo och Julia
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Harpa	4 h/d	90	L _{pAeq}		Typiska nivåer
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Horn		90	L _{pAeq}	141 L _{pCpeak}	Högst av 3 mättn. Okänt musikstycke
Opubl., Lindholmen	1995	Göteborg	Symfoniork	Horn		103	L _{pAeq}		Schostakovitz
Opubl., Lindholmen	1996	Helsingborg	Symfoniork	Horn (Valthorn)		90-102	L _{pAeq}		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Klar., tuba, piccol	4 h/d	90	L _{pAeq}		Typiska nivåer
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Klarinett		93	L _{pAeq}	126 L _{pCpeak}	Högst av 2 mättn. Okänt musikstycke
Opubl., Lindholmen	1995	Göteborg	Symfoniork	Klarinett		102	L _{pAeq}		Schostakovitz
Opubl., Lindholmen	1996	Helsingborg	Symfoniork	Klarinett		91-101	L _{pAeq}		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Kontrabas		87	L _{pAeq}	134 L _{pCpeak}	Högst av 2 mättn. Okänt musikstycke
Opubl., Lindholmen	1995	Göteborg	Symfoniork	Kontrabas		98	L _{pAeq}		Schostakovitz
Opubl., Lindholmen	1996	Helsingborg	Symfoniork	Kontrabas		86-98	L _{pAeq}		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Körsångare	4 h/d	86	L _{pAeq}		Typiska nivåer
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Oboe		91	L _{pAeq}	135 L _{pCpeak}	Högst av 3 mättn. Okänt musikstycke
Opubl., Lindholmen	1996	Helsingborg	Symfoniork	Oboe		92-100	L _{pAeq}		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Opubl., Lindholmen	1995	Göteborg	Symfoniork	Piano		100	L _{pAeq}		Schostakovitz
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Piano m förstärkning	4 h/d	90	L _{pAeq}		Typiska nivåer

Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Piano, orgel dragspel	4 h/d	80	LpAeq	Typiska nivåer
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Pukor		104	LpAeq	Schostakovitz
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Slaginstrument	4 h/d	90-105	LpAeq	Typiska nivåer
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Slagverk		109	LpAeq	Schostakovitz
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Slagverk		104	LpAeq	Romeo och Julia
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Solosångare	4 h/d	95	LpAeq	Typiska nivåer
Royster et al	1991	Chicago	Symfoniork	Symfoniorkester	15 h/w	86	Lex8h	Medianvärde

Referens	År	Plats	Musiktyp	Personal/instrument	Exp.tid	dB(A)	Mått	LpAFmax	Kommentar
Jansson & Karlsson	1983	Stlm, 3 platser	Symfoniork	Symfoniorkester	26 h/w	75-99	LpAeq		"Lätt" till "tung" musik
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Trombon		88	LpAeq	119 LpCpeak	Okänt musikstycke
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Trombon		104	LpAeq		Schostakovitz
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Trombon		101	LpAeq		Romeo och Julia
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Trumpet		95	LpAeq	127 LpCpeak	Högst av 2 mättn. Okänt musikstycke
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Trumpet		100			Stravinsky
Opubl., Lindholm	1996	Helsingborg	Symfoniork	Trumpet		91-102	LpAeq		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Viola		90	LpAeq	124 LpCpeak	Okänt musikstycke
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Viola		92			Stravinsky
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Viola		98	LpAeq		Schostakovitz
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Viola		95	LpAeq		Romeo och Julia
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Violin		90			Romeo och Julia
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Violin		92	LpAeq		Romeo och Julia
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Violin 1		91	LpAeq	125 LpCpeak	Högst av 3 mättn. Okänt musikstycke
Opubl., Lindholm	1996	Helsingborg	Symfoniork	Violin 1		90-100	LpAeq		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Violin 1, 2 personer		100, 113			Tchaikovsky
Opubl., Lindholm	1995	Göteborg	Symfoniork	Violin 1, 2 personer		79, 103	LpAeq		Eldfågeln
Obeling & Poulsen	1999	Danmark	Symfoniork	Violin 2		86	LpAeq	128 LpCpeak	Okänt musikstycke
Opubl., Lindholm	1996	Helsingborg	Symfoniork	Violin 2, 3 olika pers.		89-99	LpAeq		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Violin, viola	4 h/d	90	LpAeq	104	Typiska nivåer
Opubl., Lindholm	1996	Helsingborg	Symfoniork	Violoncell		87-97	LpAeq		Mozart Beethoven Brahms Dvorak Tchaikovsky
Fröhlich	2005	Wien	Symfoniork	Violoncell, kontrabas	4 h/d	86	LpAeq	104	Typiska nivåer
Lee	2005	Canada	Opera	Cymbal		87	LpAeq		Madame Butterfly

Lee	2005	Canada	Opera	Dirigent		83	LpAeq	Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Fagott		96	LpAeq	“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Lee	2005	Canada	Opera	Flöjt		92	LpAeq	Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Flöjt, piccola		94	LpAeq	“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Lee	2005	Canada	Opera	Horn		92	LpAeq	Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Horn, alt		97	LpAeq	“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Lee	2005	Canada	Opera	Klarinett		89	LpAeq	Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Klarinett		95	LpAeq	“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Lee	2005	Canada	Opera	Kontrabas		88	LpAeq	Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Kontrabas		91	LpAeq	“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Laitinen et al	2003	Helsingfors	Opera	Ljussättare		77-92	Lex8h	Lex8h är här beräknad årlig exp.dos
Lee	2005	Canada	Opera	Oboe, fagott		88	LpAeq	Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Puka		96	LpAeq	“Den flygande holländaren” Kungl Teat.

Referens	År	Plats	Musiktyp	Personal/instrum	Exp.tid	dB(A)	Mått	LpAFmax	Kommentar
Lee	2005	Canada	Opera	Slagverk		88	LpAeq		Madame Butterfly
Laitinen et al	2003	Helsingfors	Opera	Slagverk flöjt piccola		95	Lex8h		Lex8h är här beräknad årlig exp.dos
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Trombon		99	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Lee	2005	Canada	Opera	Trombon		90	LpAeq		Madame Butterfly
Lee	2005	Canada	Opera	Trumpet		94	LpAeq		Madame Butterfly
Laitinen et al	2003	Helsingfors	Opera	Trumpet, körsopran		94	Lex8h		Lex8h är här beräknad årlig exp.dos
Lee	2005	Canada	Opera	Viola		88	LpAeq		Madame Butterfly
Lee	2005	Canada	Opera	Violin 1		85	LpAeq		Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Violin 1		88	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Lee	2005	Canada	Opera	Violin 2		86	LpAeq		Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Violin 2		95	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Violin 2		95	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Violin 2		93	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Violin, alt		93	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Violin, alt		91	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Lee	2005	Canada	Opera	Violoncell		89	LpAeq		Madame Butterfly
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Opera	Violoncell		93	LpAeq		“Den flygande holländaren” Kungl Teat.
Laitinen et al	2003	Helsingforsopera	Opera	Övriga i brass och kör		92	Lex8h		Lex8h är här beräknad årlig exp.dos

Harding & Owens	2003	Colorado	Kör bland 114 st	Dirigenter		91	LpAeq		
Harding & Owens	2003	Colorado	Kör, dan 75 st	Dirigenter		91	LpAeq		
Danielsson, Karlsson	1999	Göteborg	Blåsorkester	Eufonium		96	Lex8h	119	
Danielsson, Karlsson	1999	Göteborg	Blåsorkester	Flöjt		90	Lex8h	110	
Smeatham	2002	UK	Clubs and pubs	Barpersonal		92	LpAeq		Sammanställn. av andras mättn. Tabell 2.
Smeatham	2002	UK	Clubs and pubs	Discojockey, security		96	LpAeq		Sammanställn. av andras mättn. Tabell 2
Whitfield	1998	UK	Clubs, night-	Barpersonal		95	LpAeq		
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Diskotek	Bar		85-90			
Yrkesinsp. Blomberg	1986	Stockholm	Diskotek	Bar		98-104			
Yrkesinsp. Blomberg	1986	Stockholm	Diskotek	Bar		90-91			
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Diskotek	Bar		82-87	LpAeq		
Yrkesinsp. Blomberg	1982	Stockholm	Diskotek	Bar och kasino		82-86			
Dibble	1995	UK	Diskotek	Bar staff		92	Lex8h		Disco nattklubb
Yrkesinsp. Blomberg	1986	Stockholm	Diskotek	Bardisk		89-92			
Yrkesinsp. Blomberg	1986	Stockholm	Diskotek	Bardisk, utamför		94-96			
Lee	1999	Singapore	Diskotek	Bartenders		87	Lex8h		
Serra et al	2005	Argentina	Diskotek	Besökare		104-112	LpAeq		
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Diskotek	Black jack		87-92	LpAeq		

Referens	År	Plats	Musiktyp	Personal/instrument	Exp.tid	dB(A)	Mått	L _{pAFmax}	Kommentar
Lee	1999	Singapore	Diskotek	Cashiers		86	Lex8h		
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Diskotek	Croupier		81-87	LpAeq		
Yrkesinsp. Blomberg	1982	Stockholm	Diskotek	Diskjockey		90-93			
Dibble	1995	UK	Diskotek	Diskjockey	20 h/w	99	Lex8h		Fig 2 Tabell 2 i artikeln
Lee	1999	Singapore	Diskotek	Diskjockey		91	Lex8h		
Dibble	1995	UK	Diskotek	Floor staff	18 h/w	93	Lex8h		Disco nattklubb
Dibble	1995	UK	Diskotek	Manager	23 h/w	92	Lex8h		Disco nattklubb
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Diskotek	Matsal		82-88			
Lee	1999	Singapore	Diskotek	Security		86	Lex8h		
Dibble	1995	UK	Diskotek	Security	20 h/w	94	Lex8h		Disco nattklubb
Lee	1999	Singapore	Diskotek	Serveringspersonal		89	Lex8h		
Gunderson et al	1997	USA, New York	Hip-hop	Serveringspersonal		95	Lex8h		Klubbar. Mått vid baren. Personal som

Gunderson et al	1997	USA, New York	Jazz	Serveringspersonal		93	Lex8h		runt riskerar högre nivåer
Kähäri et al	2003	Göteborg	Jazz	Trummis	1 h 5 min	109	LpAeq		klubb
Kähäri et al	2003	Göteborg	Jazz	Trummis	1 h 55 min	101	LpAeq		klubb
Henoch & Chesky	2000	Texas	Jazz, 18 man	Kontrabas		92	LpAeq		College band
Henoch & Chesky	2000	Texas	Jazz, 18 man	Saxofoner		97-100	LpAeq		College band
Henoch & Chesky	2000	Texas	Jazz, 18 man	Trombon		97-99	LpAeq		College band
Henoch & Chesky	2000	Texas	Jazz, 18 man	Trummor		96	LpAeq		College band
Henoch & Chesky	2000	Texas	Jazz, 18 man	Trumpet		96	LpAeq		College band
Harding & Owens	2003	Colorado	Jazz, 18 pers	Dirigenter		96	LpAeq		
Gunderson et al	1997	USA, New York	Jazz, blues	Serveringspersonal		99	Lex8h		Klubbar
Keefe et al	???	USA, NC	Marschorkester	Marschorkester	38 min/w	98-108	LpAeq		
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Dirigent	19 h/w	98	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Gitarr	19 h/w	100	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Horn	19 h/w	98	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Keyboard	19 h/w	99	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Keyboard	19 h/w	99	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Kör	19 h/w	98-101	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Piano	19 h/w	97	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Saxofon	19 h/w	100	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Slagverk	19 h/w	104	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Trombon	19 h/w	101	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Trumpet	19 h/w	103	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Yrkesinsp. Blomberg	1987	Stockholm	Musical	Violoncell	19 h/w	95	LpAeq		“Cats”. Åtgärder vidtogs. Chinateatern
Kähäri et al	2003	Gbg, disco	Rock	Elbasist	50 min	115	LpAeq		

Referens	År	Plats	Musiktyp	Personal/instrum	Exp.tid	dB(A)	Mått	LpAFmax	Kommentar
Kähäri et al	2003	Gbg, disco	Rock	Elbasist	1 h 30 min	106	LpAeq		
Gunderson et al	1997	USA, New York	Rock	Serveringspersonal		92-98	Lex8h		Klubbar
Gunderson et al	1997	USA, New York	Rock, hård	Serveringspersonal		99	Lex8h		Klubbar
Yrkesinsp. Blomberg	1989	Stockholm	Rockkonsert	Basist		111	LpAeq		
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Basist		112	LpAeq		
Yrkesinsp. Blomberg	1989	Stockholm	Rockkonsert	Keyboard		111	LpAeq		

Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Ljudtekniker		111	LpAeq	
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Servitris		101	LpAeq	
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Trummis		118	LpAeq	
Yrkesinsp. Blomberg	1989	Stockholm	Rockkonsert	Trummor 1		115	LpAeq	
Yrkesinsp. Blomberg	1989	Stockholm	Rockkonsert	Trummor 2		119	LpAeq	
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Vakt 15 m från scen		110	LpAeq	Vakterna hade HSK <i>Iron Maiden</i>
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Vakt 15 m från scen	Ca 90 min	108	LpAeq	Vakterna hade HSK. <i>Kiss</i> Isstadion.
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Vakt 25 m från scen		112	LpAeq	Vakterna hade HSK. <i>Kiss</i> Isstadion.
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Vakt 25 m från scen		105	LpAeq	Vakterna hade HSK <i>Iron Maiden</i>
Yrkesinsp. Blomberg	1988	Stockholm	Rockkonsert	Vakt vid scenen		113	LpAeq	
Behar et al	2004	Toronto	Skolor	Mus.lärare blockflöjt		88	LpAeq	
Behar et al	2004	Toronto	Skolor	Mus.lärare key board		84	LpAeq	
Behar et al	2004	Toronto	Skolor	Mus.lärare orkester		91	LpAeq	
Behar et al	2004	Toronto	Skolor	Mus.lärare slagverk		87	LpAeq	
Behar et al	2004	Toronto	Skolor	Mus.lärare sång		87	LpAeq	
Airo et al	2004	Finland	TV-radioprod.	Kameramän		86	Lex8h	
Airo et al	2004	Finland	TV-radioprod.	Ljudtekniker		81	Lex8h	

OBS! Alla mätningar av yrkesinspektionen i Stockholm ovan är mätt med mikrofon "nära örat".

2. Hörselnedsättning

Bakgrund

Hörselnedsättning innebär försämrade känslighet i hörselorganet. Detta beskrivs i form av försämrade hörtrösklar, d.v.s. styrkan hos nätt och jämt hörbara toner från bas till diskant.

En vanlig orsak till hörselnedsättning är akustisk överbelastning av sinnesorganet, vilket orsakar s.k. *bullerskada*. Denna ljudexponering kan vara yrkesmässig, men också många fritidsmiljöer innebär potentiell risk för hörselskada. I många traditionellt bullriga arbetsmiljöer har de senaste årtiondena inneburit minskande förekomst av yrkesmässig bullerskada (Johansson & Arlinger, 2001), sannolikt på grund av såväl åtgärder i miljön som ökat användande av hörselskydd. Fritidsexponering för musik innebär ofta höga ljudnivåer men som regel väsentligt kortare exponeringstider än den yrkesmässiga exponeringen. Axelsson et al. (1994) testade hörseln på 500 slumpmässigt utvalda 18-åringar i samband med mönstring för värnplikt, men kunde inte i sina resultat se något stöd för hörselnedsättning kopplad till musikaktiviteter eller andra specifika fritidsbuller.

Hörselnedsättning kan uppstå också av *många andra orsaker*. Den i I-länder vanligaste orsaken är den *åldersbetingade* nedsättningen. Detta är en biologisk process som börjar redan i barnaåren och långsamt fortskrider. Den orsakas bland annat av att hårceller i innerörat dör, men också andra degenerativa processer ingår. Utvecklingen av denna nedsättning sker med en hastighet som tilltar med stigande ålder men hela tiden med stora individuella variationer som antas vara genetiskt styrda och leder till större nedsättning för män jämfört med kvinnor. I statistiska termer är denna åldrandeprocess väl beskriven i den internationella standarden ISO 7029 (2000).

Olika *sjukdomar* kan också drabba hörselorganet och orsaka hörselnedsättning. Sjukdomar som drabbar mellanörat kan i stor utsträckning åtgärdas kirurgiskt, medan däremot skadan är permanent när innerörat drabbats. Ärftliga hörselnedsättningar finns också, dels som medfödda, dels i former som debuterar i senare ålder.

Vid bedömning av huruvida en yrkesgrupp drabbats av hörselnedsättning på grund av sin yrkesmässiga exponering måste resultaten från hörselmätningarna jämföras med en relevant *referensdatabas*. En sådan ska redovisa hörtröskeldata som funktion av ålder hos en tillräckligt stor grupp människor som representerar alla tänkbara orsaker till hörselnedsättning utom just yrkesmässig bullerexponering. I vissa studier har databasen i ISO 7029 utnyttjats som referens, men den visar för bra hörtröskelvärden eftersom den enbart representerar det biologiska åldrandet men inte övriga faktorer. Johansson & Arlinger (2002) presenterade en svensk databas, framtagen just med syftet att representera allt utom yrkesmässig bullerexponering.

Musiker, ljudtekniker och flera andra yrkesgrupper inom musik- och underhållningsbranschen är speciella med avseende på hörseln genom att normal funktion hos detta sinne är väsentligt för yrkesutövandet. En hörselskada kan få förödande konsekvenser för det fortsatta yrkesarbetet. Förebyggande av hörselskada är därför av fundamental betydelse.

Yrkesgrupper som berörs är framför allt musiker med klassisk resp. rock/pop-musik på repertoaren, sångare, musiklärare och ljudtekniker.

Bedömning av hörselskaderisken kan i princip ske på två sätt. Det ena är att undersöka förekomsten, *prevalensen*, av hörselnedsättning hos dessa yrkesgrupper i förhållande till hörselnedsättning hos en referenspopulation som inte exponerats yrkesmässigt för potentiellt hörselskadliga ljud. Den andra vägen är studier av *temporär hörselnedsättning*, TTS (*Temporary*

Threshold Shift), efter kortvarig exponering för musik av relevant typ och ljudnivå. Om TTS uppstår efter en viss exponering kan detta indikera risk för *permanent hörselskada*, *PTS* (*Permanent Threshold Shift*), vid upprepade exponering. Om TTS uppgår till storleksordningen 40 dB eller mera anses detta kunna innebära risk för kvarstående hörselnedsättning direkt, d.v.s. att den temporära nedsättningen aldrig helt går tillbaka oavsett hur långvarig en bullervila är. En exponering som inte ger upphov till TTS ger med största sannolikhet inte heller upphov till PTS. På ett individuellt plan kan dock inte bedömning av TTS användas som en tillförlitlig indikation på risken för PTS.

Interaktionseffekter mellan buller och andra fysikaliska miljöfaktorer har påvisats i vissa arbetsmiljöer, exempelvis med organiska lösningsmedel och helkroppsvibrationer. Dessa faktorer är dock knappast relevanta för yrkesgrupper inom musikvärlden.

Den vanligaste formen att registrera påverkan på hörseln är att bestämma hörtrösklar för rena toner med hjälp av *tonaudiometri*. På senare tid har också mätningar av s.k. *otoakustiska emissioner*, OAE, utnyttjats i några studier. OAE är akustisk aktivitet som genereras av de yttre hårcellerna i innerörat, vilka utgör den mest sårbara komponenten i hörselorganet vid akustisk överbelastning.

Utöver dessa kvantitativa mått på hörselpåverkan har också några studier presenterat data från *subjektiv värdering* av hörselnedsättning, d.v.s. berörda musiker har ombetts besvara frågor avseende svårigheter att höra i mer eller mindre specificerade situationer.

Det är väl känt att det finns påtagliga *individuella skillnader* när det gäller effekter av bullerexponering på hörseln. Ett flertal faktorer är sannolikt involverade i detta såsom individuella skillnader i ytterörats (Hellström, 1993) och mellanörats anatomi, stapediusreflexens skyddseffekt (Borg et al., 1983) och innerörats egenskaper (Barrenäs & Hellström, 1993). I dagens kunskapsläge finns dock inga säkra metoder att avgöra om en enskild individ är mer eller mindre känslig och därmed löper större eller mindre risk att skadas av en given bullerexponering.

Kan musiker skilja sig från icke-musiker med avseende på förmåga att motstå hög akustisk belastning? Vissa fynd kan antyda sådana skillnader. Perrot et al. (1999) studerade 16 unga musiker (yrkesmusiker eller musikstudenter med mer än 20 års musikaktivitet) med 16 ålders- och könsmatchade personer utan speciell musikerfarenhet som kontrollgrupp. Undersökningen avsåg s.k. kontralateral suppression av otoakustiska emissioner, OAE. OAE-aktiviteten registreras först på normalt sätt i ena örat och därefter under samtidig presentation i andra örat av ett brus. Detta brus ger upphov till aktivitet i utåtledande nervtrådar i hörselnerven som reducerar OAE-svaret. Resultaten visade att i musikergruppen var denna reduktion signifikant större än i kontrollgruppen. Författarna drar slutsatsen att detta fynd kan innebära att musikerna bl.a. kan ha större motståndskraft mot uttröttnings av hörseln vid långvarig ljudexponering. Hypotesen hos forskargruppen (Collet, personlig kommunikation) är att fyndet kan bero på musikernas aktiva lyssnande och/eller den ljudträning som det omfattande musicerandet innebär – se följande avsnitt.

Kan ljudträning göra örat mindre känslig för skada? Subramaniam et al. (1992) beskrev att ljudkonditionering av försöksdjur kunde signifikant minska risken för bullerskada orsakad av en därefter presenterad kraftig ljudexponering. Denna träningseffekt gjorde att de drabbades av väsentligt mindre skada på hårceller i innerörat jämfört med en kontrollgrupp av försöksdjur som inte genomgått de 10 dyggen om 6 timmars ljudbelastning på 85 dB SPL. Senare studier (Canlon, 2006) har indikerat att skyddsmekanismen är relaterad till komplexa biokemiska processer i innerörat. Miyakita et al. (1992) lät en grupp unga försökspersoner lyssna på musik 6 tim/dag under 9 dagar. TTS uppmättes efter exponering för ett brusljud på 105 dB i 10 minuter,

varvid man fann att från den femte försöksdagen och framåt minskade storleken av den temporära hörselnedsättningen orsakad av brusexponeringen jämfört med vid projektstarten. Man tolkade detta som en yttring av samma tränings effekt som visats i studierna på försöksdjur. Musikeryrket innebär ju en riklig ljudexponering som bör innebära "vältränade" öron med förhållandevis god motståndskraft. Dock gäller ju samma resonemang för andra ljudrika yrken – det finns inget uppenbart skäl att anta att musikern skiljer sig från verkstadsarbetaren i detta avseende.

Studier av temporär hörselnedsättning, TTS

TTS-studier innebär jämförelse av hörtrösklar före en viss exponering med motsvarande värden bestämda omedelbart efter exponeringen. Exponeringen kan vara en verklig konsert eller bestå av inspelad musik som spelas upp i högtalare eller hörtelefoner.

Jerger & Jerger (1970, USA) testade 9 unga rockmusiker i samband med konserter. Grupp A (5 musiker i åldern 17-23 år) hade spelat som grupp i ca 2 år, framträdde i genomsnitt 3 ggr/vecka med 4½-5 timmars varaktighet. Grupp B (4 musiker i åldern 14-15 år) hade spelat som grupp i ca ett år, framträdde i normalt 1-2 ggr/vecka med ca 4 timmars varaktighet. Efter en konsert uppmättes TTS som mest till 40 dB vid 3 kHz i grupp A och 38 dB i grupp B. Samtliga bandmedlemmar uppvisade TTS på minst 15 dB vid minst en frekvens. Rapporten angav C-vägda ljudnivåer i området 110-120 dB för grupp A och 108-116 dB för grupp B. Tre av de 5 personerna i grupp A hade hörtröskelnivåer i området 30-70 dB HL för frekvenser över 2 kHz på åtminstone ena örat.

Rintelmann et al. (1972, USA) rapporterade resultat med TTS-mätningar från en studie där 20 unga normalhörande lyssnare exponerades för rock-musik under en timme med antingen kontinuerlig eller intermitterent presentation (3 min musik följt av 1 min tystnad) på 110 dB SPL i ljudfält. Elva personer (55 %) uppvisade TTS vid 4 kHz överstigande 20 dB. Också 1½ timme efter exponeringens slut förelåg en kvarstående TTS på i genomsnitt ca 8 dB vid 4 kHz för hela gruppen. Den kontinuerliga exponeringen orsakade i genomsnitt vid frekvenserna 1/2/3/4/6/8 kHz ca 15 dB TTS medan den intermitterenta orsakade ca 12 dB.

Axelsson & Lindgren (1978b) testade ett antal personer i popmusikvärlden: 30 var musiker, fem var ljudtekniker, fyra diskjockeys, fyra producenter och en scenarbetare. Dessutom testades 18 åhörare. Exponeringen utgjordes av popmusikkonserter med ekvivalentnivåer mellan 87 och 110 dB(A), uppmätt med personburna dosimetrar, och varaktighet mellan ca 40 minuter och 4 timmar. TTS uppmättes vid 1, 2, 3, 4, 6 och 8 kHz och redovisades för enskilda frekvenser och som medelvärden för dessa frekvenser (TTS_m). TTS var mest uttalat vid frekvenserna 3, 4 och 6 kHz med högsta värden uppgående till 35-45 dB. TTS_m uppgick som mest till 24 dB. Musikerna hade i genomsnitt ca 5 dB sämre hörtrösklar före exponeringen jämfört med åhörarna och uppvisade något mindre genomsnittlig TTS efter exponeringen med signifikant skillnad vid 3 och 6 kHz. Den totala hörselnedsättningen efter exponeringen (permanent hörselnedsättning, PTS, enligt preexponeringsaudiogram plus TTS) hos musikerna var dock genomgående i genomsnitt större hos musikerna. Sambandet mellan TTS_m och ljudnivå resp. duration redovisas. TTS_m var signifikant korrelerad med ekvivalentnivån medan däremot motsvarande samband till exponeringsdurationen inte förelåg. Vid ekvivalentnivåer överstigande ca 98 dB(A) förelåg TTS_m på 10 dB eller mera, dvs. statistiskt säkerställd påverkan på hörtröskelnivåerna.

I en senare studie (Axelsson & Lindgren, 1981a) redovisades resultat från fortsatta studier på samma material. När TTS för enbart de 15 musiker med bästa preexponeringsaudiogram jämfördes med åhörargruppens TTS minskade skillnaderna i TTS men fortfarande hade musikergruppen i genomsnitt mindre TTS än åhörargruppen vid 3 kHz trots högre ljudnivå under exponeringen (ekvivalentnivåer 102 respektive 99 dB(A)). Man fann också i genomsnitt mindre TTS för kvinnor än för män bland åhörarna, men grupperna var små (8 kvinnor och 10

män testade vid 42 tillfällen) och därmed något osäkra. De testade yrkespersonerna hade som nämnts sämre hörtrösklar än åhörargruppen. Båda grupperna uppvisade störst PTS vid 6 kHz - i genomsnitt 23 dB för musikergruppen och 15 dB för åhörargruppen.

Axelsson & Lindgren (1981b) testade 10 unga klassiska musiker med avseende på TTS efter 71 minuters spelning av musik med ljudnivåer i området 87-93 dB(A) följt av paus och ytterligare 62 minuters spelning i området 85-91 dB(A). Största genomsnittliga TTS uppmättes vid 4 kHz till 6 dB. Enstaka individer kunde uppvisa större TTS, exempelvis i storleksordningen 20 dB vid 4 och 6 kHz efter att ha spelat tvärflöjt och piccoloflöjt.

Flera TTS-studier baserade på inspelad musik återgiven via hörtelefoner under begränsad tid har presenterats. Lindgren & Axelsson (1983a) testade 10 unga försökspersoner 5 gånger med inspelad musik presenterat binauralt via hörtelefoner på 106 dB(A) under 10 minuter. Det framgår inte hur angiven ljudnivå uppmätts - i örat eller på artificiellt öra - och inte heller om den omräknats till ekvivalent ljudfältsnivå. Störst TTS förelåg i frekvensområdet 4-6 kHz och den uppgick i genomsnitt till ca 5 dB med maximala värden i storleksordningen 20 dB.

En musiker känner ju som regel väl till den musik som spelas, både den egna stämman och andra vid ensemble- och orkesterspel. Lindgren & Axelsson (1983b) undersökte i en studie huruvida TTS påverkades av om exponeringsljudet presenterades överraskande eller inte. Tio unga normalhörande försökspersoner ingick i studien. Exponeringen bestod av 100 bruspulser i oktaven 4 kHz, vardera av 0,5 s längd med ljudtrycksnivå i området 108-113 dB SPL. Bruspulserna presenterades dels direkt efter att lyssnaren tryckt på en signalknapp (predikerat brus), dels opredikerat med samma tidsmönster som det predikerade. Resultatet visade en maximal genomsnittlig TTS på ca 13 dB vid 6 kHz för båda exponeringsbetingelserna utan någon skillnad mellan dem vid någon frekvens i området 4-8 kHz.

Swanson et al. (1987, USA) testade 20 unga manliga normalhörande försökspersoner, som exponerades för samma inspelade musik (David Bowie pop/rock-musik) som använts av Lindgren & Axelsson (1983a) med 10 minuters exponeringstid. Exponeringen var binaural med hörtelefoner och ekvivalent ljudnivå 106 dB(A), uppmätt på öronsimulator. Genomsnittligt TTS uppgick till 7,1 dB vid 4 kHz och 6,9 dB vid 6 kHz.

Såväl Lindgren & Axelsson (1983a) som Swanson et al. (1987) exponerade sina försökspersoner för dels musik, dels en brussignal som framställdes med hjälp av det aktuella musikavsnittet, hade samma frekvensinnehåll och samma variationer i ljudnivå samt som presenterades på samma exponeringsnivå (106 dB(A) mätt på öronsimulator) under 10 minuter. Lindgren & Axelsson fann signifikant större TTS för brus jämfört med musik vid 2, 3, 4 och 5 kHz. Swanson et al. testade enbart vid 4 och 6 kHz. I hela gruppen om 20 personer fanns ingen skillnad i TTS mellan musik- och brusexponering. När gruppen uppdelades i två undergrupper, där hälften gillade musiken medan hälften ogillade den, påvisades skillnader. De som gillade musiken fick signifikant mindre TTS vid 6 kHz än de som ogillade den. Vid 4 kHz gick emellertid skillnaden i motsatt riktning, om än mindre. Generellt kan sägas om dessa två studier att skillnaderna är så små och grupperna så begränsade att man knappast kan dra några generella slutsatser angående inverkan av den subjektiva inställningen till ljudets karaktär med avseende på hörselskaderisken.

Drake-Lee (1992, England) testade fyra musiker i ett heavy-metal band före och efter en konsert. En av musikerna använde hörselskydd i högra örat under konserten. Ekvivalentnivån för konserten var inte känd men nivåer upp till 135 dB(A) angavs som inte ovanliga. Exponeringstiden varierade för de olika musikerna men kunde uppgå till ca 4 tim/dag. I samtliga sju oskyddade öron uppmättes TTS vid alla testade frekvenser från 250 Hz till 8 kHz med i genomsnitt från 5 till 16 dB - det senare värdet avsåg frekvensen 250 Hz. I örat med hörselskydd uppmättes TTS i området 4-8 kHz men inte i det lägre frekvensområdet.

En senare studie från Göteborgsgruppen (Hellström et al., 1998) redovisade TTS-studier på 21 unga normalhörande personer efter lyssnande på självvald inspelad musik via hörtelefoner under 1 timme. Försökspersonerna representerade tre undergrupper: vana hörtelefonlyssnare (PCP), vana högtalarlyssnare (LS) och ovana musiklyssnare (IF) med 7 personer i varje grupp. Den självvalda ljudnivån låg i genomsnitt i intervallet 90-100 dB(A), korrigerat till ekvivalent ljudfältsnivå, där LS-gruppen i genomsnitt lyssnade på högre ljudnivå (97 dB(A)) än de båda andra grupperna (91-92 dB(A)). Uppmätt TTS var också störst för LS-gruppen – i genomsnitt ca 8 dB i frekvensområdet 2-5 kHz mot 4-7 dB för de andra grupperna. En analys av sambandet mellan uppmätt individuell lyssningsnivå och genomsnittlig TTS för frekvensområdet 2-8 kHz visar att TTS ökade påtagligt när lyssningsnivån översteg ca 95 dB(A).

Nassar (2001, England) undersökte TTS efter 60 minuters exponering för musiken under en aerobics-klass. Ljudnivån var ca 92 dB(A) och 28 unga normalhörande försökspersoner ingick. Hälften exponerades och hälften utgjorde kontrollgrupp som deltog i aerobics-klass men utan musikexponering. Hörtröskelförsämringen i den exponerade gruppen var i genomsnitt 7 dB vid 4 kHz, 12 dB vid 6 kHz och 10 dB vid 8 kHz. Kontrollgruppen uppvisade signifikant bättre hörtrösklar efter övningen, sannolikt som inlärningseffekt, d.v.s. att de lärt sig att medverka bättre vid hörselmätningen.

Sadhra et al. (2002, England) presenterade TTS-data från 13 personer som tjänstgjorde i musikbarer och diskotek på ett universitetskårhus. Hörselmätningarna gjordes ca 10 minuter efter ett arbetsskifts avslutande. Ekvivalentnivåerna låg huvudsakligen i området 90-100 dB (A). I lågfrekvensområdet (0,5/1/2 kHz) var medel-TTS för dessa tre frekvenser tillsammans 8 dB för höger öra och 16 dB för vänster. I högfrekvensområdet (3/4/6 kHz) var motsvarande medelvärden 20 resp. 21 dB.

Emmerich et al. (2002) bestämde TTS hos en grupp om 34 unga personer med normala hörtrösklar före exponeringen. Denna försiggick under 4 timmar i diskotek med en medelnivå på 95 dB(A) och maxvärden överstigande 120 dB. TTS-värden upp till 20-25 dB noterades för samtliga deltagare. Två timmar efter exponeringens slut hade denna hörselpåverkan i det närmast försvunnit. I denna studie registrerades också s.k. evoked magnetic fields från hjärnbarken, vilka uppvisade temporära latensförlängningar i paritet med uppmätt TTS och med likartad återhämtningstid.

En nyligen presenterad studie (Kramer et al., 2006, USA) baserad på TTS fokuserade på möjligheten att skydda öron som exponeras för musik på hög ljudnivå med en antioxidant, NAC (N-acetylcystein), som i djurförsök tidigare har visats kunna minska bullerskada. 32 unga normalhörande försökspersoner deltog i ett dubbel-blint placebo-kontrollerat försök. Förutom hörtrösklar i frekvensområdet 1-8 kHz registrerades också otoakustiska emissioner i form av distorsionsprodukter, DPOAE. Hälften av försökspersonerna fick en enkeldos NAC och hälften placebo inför två timmars exponering för musik på en nattklubb. Var fjärde deltagare bar dosimeter under exponeringen. Ekvivalentnivåerna varierade mellan 92 och 103 dB(A) med ett genomsnitt på 98 dB(A). TTS var störst vid 4 kHz, i genomsnitt 12 dB för hela gruppen. Inga signifikanta skillnader i TTS förelåg mellan försöks- och kontrollgrupperna. DPOAE-amplituderna reducerades av exponeringen i hela frekvensområdet som testades, 2-8 kHz, mest vid 6 kHz med i genomsnitt ca 7 dB, men ingen signifikant skillnad förelåg mellan grupperna. NAC tycks således inte ha någon hörselskyddande effekt med här använd dosering. Reuter & Hammershøi (2007) testade 12 normalhörande musiker i en dansk symfoniorkester före och efter 4 timmars orkesterrepetition. Ingen signifikant förändring av hörtrösklar kunde påvisas.

Tabell 2.1 i slutet av detta avsnitt ger en övergripande sammanfattning av ovanstående TTS-studier.

Sammanfattning av TTS-studier: Den exponering som sker i samband med framförande av musik kan uppenbarligen ge upphov till temporär hörselnedsättning. Detta gäller framför allt rock- och popmusik men även klassisk musik. Ekvivalentnivåer över storleksordningen 90-95 dB(A) under en typisk konsert om någon-några timmar orsakar TTS på mer än storleksordningen 5 dB. Intermittent exponering ger mindre TTS än kontinuerlig. Ofta har anförts att attityden till musiken skulle påverka risken för hörselskada, men allt tyder på att den saknar betydelse.

Studier av permanent hörselnedsättning, PTS

a. Klassiska musiker

Axelsson & Lindgren (1981b) presenterade en ingående studie av sammanlagt 139 musiker, 120 yrkesverksamma och 19 pensionerade, majoriteten (122) män, i åldrarna från 20 till över 70 år. Stråkinstrument dominerade (n=79), följt av träblås (26), bleckblås (24), slagverk (6) och övriga (2). Tonaudiogrammen jämfördes med referensdata enligt Spoor (1967), vilka baserar sig på en kombination av selekterade och oselecterade försökspersoner och representerar av den anledningen något för bra hörtröskelvärden för olika åldersgrupper. En adekvat referensgrupp skall bestå av personer där enbart de som exponerats för yrkesmässigt buller har exkluderats (Johansson & Arlinger, 2002). Trots detta fann man inga säkerställda skillnader mellan musikerna och referensgruppen. Tyvärr presenterades huvudsakligen medelvärden för grupper utan angivande av spridning, och statistisk analys saknas i stor utsträckning.

Westmore & Eversden (1981, England) testade 34 musiker i en symfoniorkester. Man anger att i 23 av 68 öron konstaterades en hörselnedsättning av bullerskadetyp men bara 4 av dessa hade hörtröskel överstigande 20 dB HL vid 4 kHz. De personer som bedömdes ha bullerskada var i genomsnitt 44 år gamla med i genomsnitt 22 års yrkesverksamhet som musiker. De övriga var i genomsnitt 41 år gamla och hade i genomsnitt 16 års yrkesverksamhet.

Karlsson et al. (1983) rapporterade hörseldata från 392 symfonimusiker testade under åren 1973-74. 123 av dessa testades på nytt 6 år senare. Delvis användes screeningaudiometri med screeningnivån 10 dB HL. Resultaten jämfördes med medianer och övre kvartiler enligt Spoor & Passchier-Vermeer (1969), ett hårt selekterat referensmaterial som därigenom representerar ren åldersbaserad hörselnedsättning. Man fann inga skillnader mellan testpopulationen och referensdata. De största förändringarna hos dem som följdes upp 6 år senare påvisades i åldersgruppen 50-59 år. Musiker som också exponerats för buller i samband med militärtjänst uppvisade sämre hörtrösklar än de som inte exponerats för sådant.

Johnson et al. (1985, 1986, USA) testade 60 musiker i en symfoniorkester i åldrarna 24-64 år. Audiometrin utfördes också för hörfrekvensområdet upp till 20 kHz. Resultaten jämfördes med en kontrollgrupp om 30 icke-musiker över samma åldersområde. Varken inom det normala frekvensområdet eller inom hörfrekvensområdet förelåg signifikanta skillnader mellan musiker och icke-musiker. Man fann inte heller några signifikanta skillnader kopplade till instrumenttyp och därmed till musikernas placering på scenen vid konserter.

Ostri et al. (1989, Danmark) testade hörseln på 96 yrkesmusiker i ålder 22-64 år, 80 män och 16 kvinnor. Jämfört med data från ISO 7029 förelåg signifikanta avvikelser i hörtrösklar i diskantområdet för de flesta åldersgrupper. Om deras resultat jämförs med data från Johansson & Arlinger (2002) minskar dock skillnaderna, framför allt i åldrarna över 50 år, medan för de lägre åldersgrupperna skillnader i storleksordningen 5-8 dB kvarstår i medianhörtrösklar vid 6 kHz.

Royster et al. (1991) testade hörseln hos 59 av ca 100 musiker vid Chicago Symphony Orchestra, 46 män och 13 kvinnor. Mätningarna gjordes med instickshörtelefoner. Jämfört med data från ISO 7029 uppvisade alla åldersgrupper sämre värden. Jämfört med Databas B ur ISO 1999, som

representerar ett amerikanskt referensmaterial utan yrkesbullerexponering hör musikerna genomgående bättre. Jämfört med data från Johansson & Arlinger (2002) visar musikerna under 50 år sämre hörtrösklar medan bilden snarare är den motsatta vid högre åldrar. Violinister uppvisade sämre hörtrösklar på vänster öra jämfört med höger med maxvärde om i genomsnitt 6 dB vid 4 kHz medan andra instrumentalister i genomsnitt var helt symmetriska.

Obeling & Poulsen (1999, Danmark) undersökte 57 musiker i åldrarna 22-65 år från fyra olika symfoniorkestrar, 26 kvinnor och 31 män. Mätningarna genomfördes med hörtelefoner av typ Sennheiser HDA-200 och resultaten relaterades till data från ISO 7029. Efter korrektion för ålder baserat på medianvärden i ISO 7029 uppvisade musikernas genomsnittliga hörtröskelvärden ingen nedsättning. Samma bild förelåg huvudsakligen också vid analys av enskilda instrumentgrupper. Tre slagverkare uppvisade dock en lätt vänstersidig diskantnedsättning på ca 15 dB efter ålderskorrektion.

Kähäri et al. (2001a) hörselundersökte 140 symfonimusiker i åldrarna 23-64 år, 98 män och 42 kvinnor. Genomsnittsålder för männen var 42 år och för kvinnorna 37 år. Resultaten redovisades i form av medianer och 10- resp. 90-percentiler för hela audiogrammet. Vidare beräknades medelvärdet för hörtrösklarna vid 3, 4, 6 och 8 kHz och jämfördes med data från ISO 7029, d.v.s. rent åldersrelaterade hörtrösklar från selekterade grupper. Det framgår inte hur data från ISO 7029 bearbetats för att få fram detta medelvärde. Sannolikt har författarna beräknat medelvärdet för medianer resp. 10- och 90-percentiler för dessa fyra frekvenser ur ISO 7029, vilket inte ger helt jämförbara data i förhållande till de experimentella data som studien genererat eftersom dessa baserar sig på fyrfrekvensmedelvärdet för varje individ. Jämför man hörtröskeldata för tioårsgrupper i studien med data från Johansson & Arlinger (2002) fanns inga signifikanta skillnader – 90-percentilerna i musiker materialet är i flera fall bättre än motsvarande i referensmaterialet. Analysen av högfrekvensmedelvärdena visade endast tre kvinnliga öron som ligger utanför 90-percentilen, alla tre personerna yngre än 32 år. Bland männen var avvikelserna flera och även där tydligast bland yngre grupper. Männen hörtrösklar var signifikant sämre än kvinnornas i frekvensområdet 3-8 kHz.

I en andra studie presenterade Kähäri et al. (2001b) en jämförelse av hörtrösklar hos musiker i ovanstående grupp med motsvarande data bestämda 16 år tidigare för 56 musiker som deltagit i båda studierna. Av dessa var 13 kvinnor och 43 män. Kvinnornas genomsnittsålder var 30 år och männen 34 vid den första undersökningen och alltså 46 resp. 50 år vid den andra. Data redovisades på samma sätt som i föregående undersökning, och som referensmaterial för högfrekvensmedelvärdena (3-8 kHz) användes data dels från ISO 7029, dels från en omfattande engelsk undersökning av Davis (1995). Vid båda undersökningarna låg de 13 kvinnornas hörtrösklar inom normalområdet för åldern. För männen låg det bättre örat inom normalområdet medan det sämre visade avvikelser vid det senare mättillfället. I jämförelsen med Davis' data var fyra sämre-öron sämre än 90-percentilerna medan två var bättre. Genomsnittförändringen i högfrekvensområdet var 0,7 dB/år för männen och 0,4 år för kvinnorna, vilka värden är mycket nära värdena för genomsnittet vid 3, 4 och 6 kHz enligt Johansson & Arlinger (2004), nämligen 0,7 resp. 0,3 dB/år över de aktuella åldersintervallen.

Hoffman et al. (2006, USA) undersökte 307 slagverkare i samband med en kongress för denna musikergrupp. De flesta angav klassisk musik som musikform (184), pop/rock angavs av 106 och jazz av 103. Medelåldern var 30 år och 240 (78 %) var män. Som referensdata användes medianvärden från ISO 7029, d.v.s. hörtrösklar som funktion av ålder för en starkt selekterad population. Skillnaderna mellan slagverkarnas medelhörtrösklar och ISO-standardens medianvärden varierade mellan 5 och 11 dB med något större skillnader för vänsteröron. Skillnaden var störst vid 500 Hz för högeröron och vid 500 resp. 6000 Hz för vänsteröron. Musikform hade betydelse såtillvida att de slagverkare som angav pop/rockmusik hade signifikant sämre hörtrösklar vid 2, 3 och 4 kHz i båda öronen än de som inte spelade pop/rock.

Slagverkare som använde hörselskydd av skumplasttyp under övning uppvisade signifikant bättre hörtrösklar än de som inte använde dessa hörselskydd. Professionella slagverkare uppvisade signifikant sämre hörtrösklar än amatörer, och likaså innebar användning av förstärkarsystem sämre hörtrösklar.

Reuter & Hammershøi (2007) testade 12 symfonimusiker i åldrarna 31-53 år (medel 39) med en genomsnittlig yrkesverksamhet som musiker under 16 år. Jämfört med en matchad kontrollgrupp förelåg inga skillnader i hörtrösklar.

Tabell 2.2 i slutet av detta avsnitt ger en övergripande sammanfattning av ovanstående PTS-studier avseende musiker som är yrkesverksamma i symfoniorkestrar.

b. Rock/pop/jazz-musiker

Jatho & Hellman (1970, Tyskland) testade hörseln på 65 yrkesmusiker, verksamma i dansorkester respektive storband. Bland dessa fann man 24 musiker (37 %) i åldrarna mellan 26 och 46 år med hörselnedsättning som ansågs avvika från ett eget referensmaterial. De hade mellan 12 och 36 års musikerverksamhet bakom sig. Av dessa uppvisade fem personer (8 %) diskantnedsättningar av typisk bullerskadetyp utan annan trolig förklaring än musikexponeringen.

Axelsson & Lindgren (1977) redovisade en studie avseende 69 popmusiker samt 14 andra yrkespersoner inom popmusiken (ljudtekniker, diskjockeys etc.). Genomsnittsåldern var 26 år. Gruppen uppvisade audiogram med sämsta värden vid 6 kHz där den genomsnittliga hörtröskeln uppgick till ca 18 dBHL. Detta svarar mot 90-percentilen i referensmaterial enligt Johansson & Arlinger (2002). När gruppen uppdelades i två hälfter baserat på ålder uppvisade den äldre halvan (medelålder 30,5 år) signifikant sämre hörtrösklar än de yngre (medelålder 22,5 år). Skillnaderna fanns över hela frekvensområdet och var alltså inte begränsade till diskantområdet som är mest utsatt för bullerpåverkan. Trots att gruppens hörtrösklar i diskanten var tydligt sämre än referensdata gav analysen av materialet ingen tydlig koppling till hur många år man spelat, genomsnittligt antal speltimmar per vecka eller instrument. Studien saknar dock mera detaljerad statistisk analys av ingående data.

Axelsson & Lindgren (1978a) redovisade mera data från samma material som i publikationen 1977 med tonvikt på analys av individer. 38 av de 83 personerna hade hörtrösklar överstigande 20 dB vid någon frekvens i området 3-8 kHz. Hos 13 av dessa var orsaken sannolikt annan än exponering för popmusik. Av de resterande 25 hade 18 nedsättning vid mer än en diskantfrekvens.

Axelsson et al. (1995) rapporterade en uppföljning 16 år senare av den tidigare studien där 53 av de ursprungliga 83 musikerna deltog. Av dessa var 40 fortfarande yrkesaktiva musiker eller ljudtekniker. Medelåldern för gruppen var nu 41 år. Medianhörtrösklarna översteg de från referensdata med 7 dB vid 4 kHz och med 5 dB vid 6 kHz. I området 3-6 kHz översteg 90-percentilerna referensdata med 5-7 dB. Författarna konstaterade att hörseln var förvånansvärt välbevarad. Fördelningen av hörtrösklar för enskilda öron var snarast relativt sett bättre vid denna undersökning än vid den ursprungliga.

Kähäri et al. (2003) testade 139 rock- och jazzmusiker, 43 kvinnor och 96 män, medelålder 35 resp. 37 år. Medianhörtrösklarna för kvinnorna överensstämde med referensdata (Johansson & Arlinger, 2002) för frekvenser upp till och med 4 kHz men var sämre vid 6 kHz med 6 resp. 11 dB för vänster resp. höger öra. 90-percentilvärdena uppvisade liknande mönster. För männen överensstämde medianhörtrösklarna med referensdata upp till och med 3 kHz men var sämre vid 4 och 6 kHz med 6 respektive 7 dB medan 90-percentilerna var 7 à 8 dB sämre hos musikerna jämfört med referensdata. Väsentligt här är att notera att hörtrösklarna i denna studie i likhet med flertalet andra bestämts med supraaurala hörtelefoner av typ TDH 39, vilka i ett antal

studier visats ge signifikanta avvikelser på grupper av unga strikt selekterade normalhörande lyssnare framför allt vid 6 kHz med storleksordningen 5-10 dB (Lutman & Davis, 1994).

Referensdata enligt Johansson & Arlinger (2002) är däremot bestämda med s.k.

instickshörtelefoner som inte lider av detta problem. Vid uppdelning av gruppen i låg- och högexponerade, i genomsnitt 3 resp. 32,5 timmar per vecka med i genomsnitt 19 års musikarbete i båda grupperna, påvisades inga skillnader i hörselskadebilden. Genomsnittliga hörtrösklar var t.o.m. något sämre för den lågexponerade gruppen.

Juman et al. (2004, USA) rapporterade data från undersökning av 29 steelband-musiker jämförda med en åldersmatchad kontrollgrupp om 30 personer som ej spelat i steelband eller hade haft några öronproblem. Musikerna uppvisade signifikant sämre hörtrösklar för frekvenserna 2, 3, 4 och 6 kHz.

Schmuziger et al. (2006) undersökte 42 (37 män, 5 kvinnor) icke-yrkesmässiga rock/popmusiker med minst 5 års bakgrund som aktiva amatörmusiker. Medelåldern var 33 år och den genomsnittliga exponeringstiden var 5 timmar i veckan under i genomsnitt 13 års tid. Man hade också en kontrollgrupp med 20 unga personer (medelålder 19 år). Audiometrin företogs med Sennheiser HDA200 cirkumaurala hörtelefoner som inte lider av de kalibreringsproblem vid 6 kHz som gäller för TDH39-telefonen. Medianhörtrösklarna för musikergruppen avvek endast vid 6 kHz från referensdata enligt Johansson & Arlinger (2002) och då med 7 dB. Avvikelsen från den egna kontrollgruppen vid 6 kHz uppgick till 8 dB. 75-percentilen i deras data vid 6 kHz var ca 9 dB sämre än referensdata och 12 dB sämre än för den egna kontrollgruppen.

Pang-Ching (1982, Hawaii) testade hörseln på 52 män verksamma som ledare för skolorkestrar. De undersökts ålder var från 28 till 58 år med från 1 till 28 års erfarenhet i yrkesrollen. Indelade i två åldersklasser och tre grupper avseende antal yrkesår jämfördes resultaten med åldersmatchat referensmaterial utan känd bullerexponering. Genomsnittliga skillnader uppgick till som mest 20 à 25 dB. En stor osäkerhet gäller dock referensmaterialet som härrör från en tid då standardiserad kalibrering av audiometrar saknades.

Tabell 2.3 i slutet av detta avsnitt ger en övergripande sammanfattning av ovanstående PTS-studier avseende musiker som är yrkesverksamma inom rock/pop/jazz-musiken.

c. Sångare

Steurer et al. (1998) undersökte 57 personer, 28 kvinnor och 29 män, av 82 sångare vid Wiens statsoperakör. Kvinnornas medelålder var 49 år, de hade varit professionella sångare i genomsnitt 27 år och de sjöng i genomsnitt 44 tim/vecka. Motsvarande för männen var 48 år, 24 år och 43 tim/vecka. Materialet uppdelades i åldersklasser om 10 års klassbredd, vilket innebar relativt små grupper. Angivna medelhörtrösklar var dock för alla åldergrupper och över hela frekvensområdet sämre än referensdata. Mest förvånande är påtagligt dåliga genomsnittliga hörtrösklar också vid låga frekvenser. Författarna spekulerar i en möjlig förklaring till detta i stegrat endolymfatiskt tryck i innerörat orsakat av sjungandet, men detta är rent hypotetiskt och borde i så fall också gälla blåsare. Kontrollgrupper med unga kvinnor resp. män avvek inte signifikant från 0 dB HL, vilket indikerade att mätningarna genomförts korrekt. För sångare skulle man förvänta sig mindre belastning av hörseln från en viss ljudexponering, eftersom aktiveringen av stämbanden vid sång rimligtvis ger upphov till samma aktivering av stapediusmuskulerna i mellanörat som när man talar. Denna muskelkontraktion har visats ha en väsentlig skyddseffekt (Borg et al., 1983).

d. Ljudtekniker, diskjockeys

Lee (1999, Singapore) testade 43 personer anställda i åldrarna 17-45 år (medel 24) vid fem diskotek i Singapore. Musikverksamheten pågick från kl. 22 till kl. 03, d.v.s. ca 5 timmar varje natt. Representerade yrken var servitör (25 personer), bartender (10), disk-jockey (3), kassör (3) samt en ljudtekniker och en säkerhetsvakt. Hörselmätningarna gjordes efter minst 14 timmars bullervila. En ålders-, köns- och rasmatchad kontrollgrupp om 37 personer i åldrarna 17- 44 år

(medel 25) ingick också i studien. Hörselnedsättning definierades som hörtröskelnivåer på minst 35 dB vid 4 och/eller 6 kHz på något öra. Man fann att 18 personer i testgruppen (42 %) och 5 i kontrollgruppen (13 %) uppvisade hörselnedsättning enligt detta kriterium. Denna skillnad mellan grupperna var statistiskt signifikant. Däremot förelåg ingen signifikant korrelation mellan hörselnedsättning och ålder eller antal år i diskoteksarbetet. I kontrollgruppen klagade 21 % på återkommande tinnitus mot 2,7 % i kontrollgruppen. Uppmätta ekvivalentnivåer medelst dosimetri låg i intervallet 90-95 dB(A).

Bray et al. (2004, Storbritannien) testade 23 diskjockeyer, 5 kvinnor och 18 män i åldrarna 21-41 år (medel 29 år). I genomsnitt hade de varit verksamma som diskjockey i 8 år. Tre individer uppvisade dubbelsidiga hörselnedsättningar där i varje fall två hade typisk diskantdominerad form. På basis av personburen dosimetri uppskattades den genomsnittliga ekvivalenta ljudnivån relaterat till 8 timmar till 96 dB(A).

f. Musikstuderande

Schmidt et al. (1994, Holland) testade 79 av 93 studerande i avgångsklassen från ett musikkonservatorium. En grupp om 57 medicinstuderande utgjorde kontrollgrupp. En bullertagg, definierad som hörtröskel 20 dB eller mer vid 3, 4 eller 6 kHz och trösklarna vid omgivande frekvenser minst 5 dB bättre, påvisades hos 19 % av musikstudenterna och 11 % i kontrollgruppen. Denna skillnad var inte statistiskt signifikant. Diskantnedsättning, definierad som hörtröskel minst 20 dB vid 3, 4, 6 eller 8 kHz utan att vara bullertagg, påvisades i 16 % av musikstudenterna och 23 % i kontrollgruppen. Denna skillnad var statistiskt signifikant. Hörtrösklarna i hörfrekvensområdet 8-20 kHz testades också utan att kunna påvisa några signifikanta skillnader mellan grupperna.

Fearn & Hanson (1994, England) undersökte sammanlagt 148 musikstudenter och jämförde dem med en kontrollgrupp om 82 icke-musikstudenter. Resultaten presenterades i form av förekomst av förhöjda hörtrösklar vid frekvenserna 3, 4 och/eller 6 kHz i förhållande till hörtröskeln vid 2 kHz. Av musikstudenterna hade 43 % signifikant sämre hörtrösklar definierade på detta vis medan motsvarande siffra för kontrollgruppen var 45 %. Musikstudentgruppen uppvisade dock något större andel med större nedsättningar.

Sammanfattning av studier avseende permanent hörselnedsättning

För musiker i symfoniorkestrar visar de flesta rapporterna inga eller endast små statistiskt säkerställda skillnader jämfört med relevant referensmaterial. Några studier indikerar större spridning i hörtröskeldata från musiker, d.v.s. de sämsta hörtrösklarna är sämre än förväntat enligt referensmaterialet. Två studier fann att hörtrösklarna hos yngre (under 50 år) musiker i jämförelse med referensmaterialet var sämre än hörtrösklarna hos äldre. Som regel fanns inga skillnader relaterade till instrumenttyp, möjligen med undantag för slagverkare enligt två rapporter. Normalt är uppmätta hörselnedsättningar symmetriska, men en studie rapporterar sämre vänsteröron hos violinister.

För rock/pop/jazz-musiker tycks lätt diskantnedsättning förekomma i något större utsträckning än hos symfonimusiker. Detta gäller såväl professionella som amatörmusiker. Relationen mellan hörtrösklar och musikexponering uttryckt i antal aktiva år och/eller antal speltimmar per vecka eller instrument är dock delvis motstridig i olika studier. Även i denna musikkategori tycks slagverkare uppvisa något sämre hörtrösklar, och en delgrupp som använde hörselskydd enligt en studie uppvisade bättre hörsel än de som inte använde skydd.

Sångare finns representerade i endast en studie, vars resultat visade sämre hörtrösklar än den egna kontrollgruppen, också vid låga frekvenser. I avsaknad av flera studier och med tanke på den sannolikt mindre exponeringen och aktivitet i stapediusmusklerna föreligger dock mycket

svagt stöd för att professionella sångare skulle löpa risk att drabbas av hörselnedsättning på grund av sångexponeringen.

Ljudtekniker och diskjockeys arbetar främst i miljöer med rock/pop/jazzmusik. De två rapporter som gäller dessa yrkesgrupper visar att de löper en viss risk för hörselnedsättning i likhet med musikerna i samma musikkategori. Dock tycks inte heller här någon säker relation föreligga mellan hörselnedsättning och antal år i musikexponeringen. En del men inte all serveringspersonal i dessa arbetsmiljöer har en mera intermittent exponering förutsatt att de rör sig mellan musiklokaler och kökslokaler med en förmodad lägre ljudnivå. De har å andra sidan ett problem med taluppfattning i höga musikinivåer när de ska försöka uppfatta beställningar korrekt.

Två rapporter avseende musikstuderande visade inga signifikanta skillnader gentemot matchade kontrollgrupper av studenter inom andra områden.

Otoakustiska emissioner

Delb et al. (1999, Tyskland) testade 13 unga normalhörande försökspersoner före och efter exponering för brus på 98 dB(A) under en timme i ett ljudisolerat rum. Denna exponering valdes för att någorlunda representera ljudexponeringen under en konsert eller ett diskotekbesök. En kontrollgrupp om 14 personer testades på samma sätt men utan bullerexponering. Mätningarna bestod av dels tonaudiometri, dels otoakustiska distorsionsproduktemissioner, DPOAE. Den exponerade gruppen uppvisade signifikant TTS, framför allt i området 2-6 kHz medan kontrollgruppens hörtröskelskillnader inte avvek från noll. DPOAE-registreringarna visade också signifikanta skillnader mellan exponerad och kontrollgrupp. Man identifierade de stimulusparametrar för DPOAE-registreringarna som gav bäst sensitivitet och specificitet, men konstaterade att denna metod inte tycks vara mera känslig än tonaudiometri för att tidigt detektera bullerskada.

Mansfield et al. (1999, England) testade 36 unga normalhörande försökspersoner med transient-utlösta otoakustiska emissioner, TEOAE, och korrelerade dessa med ackumulerad exponering för musik på hög ljudnivå. Högre exponering korrelerade med svagare TEOAE, framför allt i frekvensområdet 2 kHz. Inga hörtröskeldata rapporterades dock.

Utöver de registreringar av otoakustiska emissioner som Kramer et al. (2006) rapporterat före resp. efter 2 timmars exponering för musik i en nattklubb har Murray et al (1998, Australien) rapporterat en longitudinell studie där man testat 119 musiker vid Australian Opera and Ballet Orchestra med tonaudiometri, klickutlösta otoakustiska emissioner samt frågeformulär. 74 musiker har testats vid mer än ett tillfälle. Studien pågick mellan åren 1992 och 1996. Den genomsnittliga veckoexponeringen för musikerna låg i området 85-90 dB(A). I genomsnitt för den testade gruppen förelåg inga signifikanta försämringar i vare sig hörtrösklar vid 6 kHz eller klickutlösta otoakustiska emissioner över den aktuella tidsperioden. Man fann dock delgrupper som försämrats i den ena eller andra dimensionen, elva i OAE och nio i hörtröskel vid 6 kHz, men utan tydlig korrelation. Författarnas hypotes är att registrering av otoakustiska emissioner skulle kunna innebära en bättre metod än hörtröskelmätning för att tidigt upptäcka en begynnande hörselpåverkan, men den aktuella studien ger dock inget tydligt stöd för denna hypotes.

Reuter & Hammershøi (2007) registrerade OAE före och efter 4 timmars orkesterrepetition på 12 musiker i åldrarna 31-53 år. Inga signifikanta skillnader kunde konstateras.

Sammanfattning av OAE-studier: Otoakustiska emissioner genereras i innerörats yttre hårceller, och skada på dessa påverkar således emissionerna. Bullerskada innebär typiskt yttre hårcellskada. En begränsning i OAE-metoderna är att vid hörselnedsättningar överstigande 30-40

dB är sannolikheten liten för att kunna registrera några emissioner. Publicerade studier indikerar inte att OAE erbjuder större känslighet än tonaudiometri för att detektera skadeverkan på hörselorganet från bullerexponering.

Subjektiv värdering av hörselnedsättning

Fearn & Hanson (1994, England) jämförde subjektiv bedömning av hörselproblem med avseende på förmågan att uppfatta tal i bakgrundsbuller (exklusive stark musik) med hörtröskeldata för en grupp om 148 musikstudierande och 82 studierande i andra områden än musik. Som mått på uppmätt hörselnedsättning användes hörtrösklarna vid frekvenserna 3, 4 och 6 kHz relativt hörtröskeln vid 2 kHz. Ju sämre diskant hörtrösklarna var, desto högre var frekvensen av angivna problem att uppfatta tal. Generellt angav musikstudenterna dock mera sällan subjektiva hörselproblem än icke-musikstudenterna – 15,5 % mot 30,5 % i hela materialet. Förekomsten av signifikant diskantnedsättning på minst ett öra var lika stor i de två grupperna – 43 resp. 45 % för musik- resp. icke-musikstudenter. Skillnaderna fanns för alla grader av diskantnedsättning bortsett från de personer som inte hade signifikant sämre hörtrösklar i området 3–6 kHz jämfört med 2 kHz. Bland dem angav ingen i de båda studentkategorierna subjektiva hörselproblem. Författarna drog slutsatsen att den hörselträning och de musikaliska gåvor som musikstudenterna har underlättar i andra hörselsituationer än musik, t.ex. vid uppfattande av tal i buller.

Gunderson et al. (1997, USA) har presenterat en studie omfattande 31 personer yrkesverksamma vid musikklubbar i New York (24 som bartender, 4 som servitörer och 3 som ljud/ljustekniker). Ett frågeformulär om arbetsförhållanden, användning av hörselskydd och upplevda symptom p.g.a. bullerexponering fylldes i av försökspersonerna och ljudnivåmätningar utfördes med personburna dosimetrar. Bakgrundsljudnivåerna låg mellan 84 och 97 dB(A) och under föreställningarna steg nivåerna till mellan 95 och 107 dB(A) i genomsnitt. 55 % av de undersökta ansåg att de hörde sämre sedan de börjat arbeta på den aktuella arbetsplatsen. På klubbar med ljudnivåer överstigande 98 dB(A) angav ungefär en tredjedel att de ofta eller alltid upplevde hörselnedsättning efter arbetets slut. Fem av de intervjuade angav att de ofta eller alltid använde hörselskydd men ingen observerades faktiskt göra det.

Chesky & Henoch (2000, USA) har rapporterat resultat från en Internet-baserad intervju med svar från 3 293 musiker från hela USA med många olika instrument och musikformer representerade. Genomsnittsåldern var 34 år med i medeltal 11 år som yrkesmusiker och i genomsnitt 25 % av inkomsten från musicerandet. Den aktuella frågan löd: "Har du problem med hörselnedsättning?" med tre svarsalternativ: nej – lätta – svåra. Endast 1,5 % av svaren angav svåra problem, och man har därför lagt samman svarsalternativen lätta och svåra till en kategori kallad "problem med hörselnedsättning". I hela gruppen angav 22 % sådana problem. Högst problemfrekvens, 33 %, angavs av musiker som främst spelade rock/R&B/hip-hop/rap/pop medan den lägsta problemfrekvensen gällde musikkategorin kyrkomusik/gospel. Bland musklärare angav 22 % problem. I kategorin klassisk musik och opera angav 20 % problem med hörselnedsättning. Fördelat på primärt instrument var frekvensen högst för elbas med 37 % följt av munspel 33 %, trummor 32 % och trombon 31 %. Låga siffror angavs för akustisk gitarr, 14 %, piano 14 %, viola 13 % och oboe 11 %.

Agerberg (2000) skickade ut en enkät till samtliga aktiva musklärare i Musklärarnas Förening. Av 1 117 utsända återkom 626 besvarade (56 % svarsfrekvens). Av de svarande var 56 % kvinnor. Medianåldern för de svarande var ca 42 år. Medianvärdet för antalet arbetade år var 15 och ca 60 % hade tjänstgjort som enbart musklärare. På frågan "Har du någon hörselnedsättning?" svarade 33 % ja – 41,5% bland männen och 26 % bland kvinnorna. 23 % angav att hörselnedsättning eller tinnitus påverkade yrkesutövningen, 14 lärare hade fått förändrad tjänstgöring p.g.a. sina hörselproblem och åtta hade angivit att de var sjukskrivna helt eller delvis av samma orsak.

Hagberg et al. (2005) skickade ett frågeformulär till 602 personer som studerat vid Musikhögskolan i Göteborg under en 15-årsperiod från 1980 till 1995. 407 personer, 68 %, svarade på enkäten; inga signifikanta socioekonomiska skillnader förelåg mellan dem som svarade och dem som inte svarade. Genomsnittsåldern hos de svarande var 35 år med en variation från 23 till 49. Blåsinstrument var det vanligaste huvudinstrumentet. Nedsatt hörsel rapporterades av 60 personer representerande 9 187 instrumentår, vilket motsvarar en incidens av 6,5 per 1 000 instrumentår. Musiker som spelade mer än 20 timmar i veckan innan symptom på hörselnedsättning debuterade uppvisade 1,75 gånger högre incidens (justerat för ålder och kön). För musiker som övade mer än 20 timmar i veckan med stråkinstrument som huvudinstrument var incidensen 1,87 gånger högre jämfört med musiker med piano och keyboard som huvudinstrument (justerat för ålder och kön). Tretton musiker angav att de varit sjukskrivna och åtta att de slutat spela på grund av hörselproblem (tinnitus eller hörselnedsättning).

Laitinen (2005, Finland) sände ut ett frågeformulär till medlemmarna i fem olika orkestrar i Helsingforsområdet. 196 svar återkom, motsvarande 51 %. Hörselnedsättning angavs av 60 personer, motsvarande 35 % av dem som besvarat denna fråga.

Sammanfattning av subjektiva värderingar:

Subjektiv bedömning av hörselnedsättning är av naturliga skäl svårt att värdera eftersom de tillfrågade inte har någon säker referens och de flesta rapporter saknar kompletterande mätningar av hörselnedsättning. Dock kan resultaten ge en indikation av problemets omfattning och jämförelser mellan grupper kan också ge intressanta fakta.

På frågan om upplevd hörselnedsättning svarar mellan 20 och 50 % ja. För 22 (3,5 %) musklärare i Sverige ur en grupp om 626 som besvarat enkäten har faktisk hörselskada inneburit att de antingen fått förändrad tjänstgöring eller varit sjukskrivna. Musiker som spelade mer än 20 timmar i veckan svarade betydligt oftare ja på frågan, och stråkinstrument var oftare representerade i denna grupp än piano och keyboard som huvudinstrument. 21 musiker av 407 svarande (5 %) angav att de varit sjukskrivna eller slutat spela på grund av hörselproblem (tinnitus och/eller hörselnedsättning).

En amerikansk undersökning visade att rock/pop-musiker oftare angav problem med hörselnedsättning än musiker inom området klassisk musik eller opera. Bland serveringspersonal och ljudtekniker vid musikklubbar i New York angav 55 % att de ansåg sig höra sämre sedan de börjat arbeta på den aktuella arbetsplatsen.

I en engelsk studie avseende musikstuderande angav dessa mera sällan problem att uppfatta tal jämfört med kontrollgrupp trots att uppmätt hörselnedsättning inte skilde sig mellan grupperna.

Risk för fosterpåverkan för gravida

Gerhardt & Abrams (2000, USA) har i flera studier utnyttjat får som modell för att studera fosterreaktioner på externa ljud. Vid frekvenser över 0,5 kHz är dämpningen in till fostret i storleksordningen 40-50 dB, medan lägre frekvenser dämpas i mindre grad. Vid 125 Hz uppskattas dämpningen till storleksordningen 10-15 dB.

En studie från samma grupp (Huang et al., 1997) presenterade resultat från registrering av hjärnstamssvar, (ABR, Auditory Brainstem Response), från lammfoster i livmodern före resp. efter exponering för lågpasfilterat resp. högpasfilterat brus på 120 dB SPL (gränsfrekvens i båda fallen 1 kHz) under 16 timmar. Exponering för det lågfrekventa bruset orsakade signifikant förhöjning av ABR-trösklarna med 5-6 dB vid 0,5 och 1 kHz och ca 3 dB vid 2 kHz. Exponering

för det högpasfilterade bruset orsakade mindre påverkan på ABR-trösklarna – ca 2 dB vid 0,5 kHz, 3 dB vid 1 kHz och 1 dB vid 2 kHz

Kisilevsky et al. (2004, Kanada och Frankrike) studerade mänskliga fosters reaktion på pianomusik (Brahms vaggvisa) uppspelad under 5 minuter på olika medelnivå från 95 till 110 dB(A). Försöken gjordes under graviditetens sista tremånadersperiod. Fosterreaktioner observerades i form av ändrad hjärtpulsfrekvens och kroppsrörelser. Sammanlagt 122 foster i normala graviditeter testades. Under graviditetsveckorna 28-34 reagerade fostren först vid ljudnivåer på 105 dB(A) och högre, medan från vecka 35 och framåt reaktion också erhöles vid 95 dB(A). Intressant är att notera att fosterreaktionen hade olika karaktär beroende på fostrets ålder.

Den svenska försvarsmakten har nyligen granskat kunskapsområdet och sammanställt råd och riktlinjer för gravida och ammande arbetstagare (Försvarsmakten, 2006). Man skriver där avseende buller:

"Daglig yrkesmässig bullerexponering under 8 timmar överstigande 85 dB(A) har relaterats till ökad risk för tillväxthämning hos fostret. Med tillämpning av försiktighetsprincip skall inte den maximalt tillåtna ljudnivån överstiga 100 dB(A), exkl. enstaka kraftig exponering.--- --- Om exponeringsnivåerna understiger de gränsvärden som gäller för arbetsmiljön och som anges i Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller (AFS 2005:16) finns det i dagsläget ingenting som talar för någon risk för fostrets utveckling."

Sammanfattning av fosterstudier:

Hos gravida som exponeras för musik på hög nivå reagerar fostret med ändrad hjärtfrekvens och rörelse under graviditetens senare del när fostrets hörsel fungerar. Den akustiska dämpning som moderns vävnader och fostervätskan ger tillsammans med att fostrets ytter- och mellanöron är vätskefyllda torde dock innebära försumbar risk för hörselskada eller annan påverkan på fostret när gällande gränsvärden för yrkesmässig bullerexponering ej överskrids.

Övergripande sammanfattning

Är musiker exceptionella avseende hörselkänslighet?

Musiker lever i en ljudrik arbetsmiljö och deras öron bör därför vara "vältränade" och därmed förhållandevis motståndskraftiga mot bullerbelastning. Det finns dock ingen vetenskapligt dokumenterad grund att anta att de skiljer sig i detta avseende från andra personer med ljudrik arbetsmiljö, t.ex. verkstadsarbetare.

Den skillnad mellan musiker och icke-musiker som påvisats vad gäller otoakustiska emissioner och påverkan av ljudstimulering i motsatta örat kan innebära större motståndskraft mot bullerbelastning, men inte heller här kan vi vara säkra på att det är just musikexponering som förklarar skillnaden, utan förklaringen kan vara den samma som för ljudträningen. Inga starka skäl talar således för att musiker skulle vara mindre sårbara än icke-musiker med avseende på bullerskada.

Däremot gäller naturligtvis att musiker är exceptionella i bemärkelsen att en hörselskada kan påverka deras förutsättningar för yrkesutövande mer än för andra yrkesgrupper.

Hörselnedsättning

Undersökningar baserade på bestämning av temporär hörselpåverkan visar att den exponering som sker i samband med framförande av musik uppenbarligen kan ge upphov till temporär hörselnedsättning. Detta gäller framför allt rock- och popmusik men även klassisk musik. Ekvivalentnivåer över storleksordningen 90-95 dB(A) under en typisk konsert om någon-några timmar orsakar TTS på mer än storleksordningen 5 dB.

Studier av permanent hörselnedsättning visar för musiker i symfoniorkestrar som regel inga eller endast små statistiskt säkerställda skillnader jämfört med relevant referensmaterial. Några studier indikerar större spridning i hörtröskeldata från musiker, d.v.s. de sämsta hörtrösklarna är sämre än förväntat enligt referensmaterialet. Två studier fann att hörtrösklarna hos yngre (under 50 år) musiker i jämförelse med referensmaterialet var sämre än hörtrösklarna hos äldre. Som regel fanns inga skillnader relaterade till instrumenttyp, möjligen med undantag för slagverkare enligt två rapporter. Normalt är uppmätta hörselnedsättningar symmetriska, men en studie rapporterar sämre vänsteröron hos violinister.

För rock-/pop-/jazzmusiker tycks lätt diskantnedsättning förekomma i något större utsträckning än hos symfonimusiker. Detta gäller såväl professionella som amatörmusiker. Relationen mellan hörtrösklar och musikexponering uttryckt i antal aktiva år och/eller antal speltimmar per vecka eller instrument är dock delvis motstridig i olika studier. Även i denna musikkategori tycks slagverkare uppvisa något sämre hörtrösklar, och en delgrupp som använde hörselskydd enligt en studie uppvisade bättre hörsel än de som inte använde skydd.

Sångare finns representerade i endast en studie, vars resultat visade sämre hörtrösklar än den egna kontrollgruppen, också vid låga frekvenser. I avsaknad av flera studier och med tanke på den sannolikt mindre exponeringen och aktivitet i stapediusmusklerna finns dock mycket svagt stöd för att professionella sångare skulle löpa risk att drabbas av hörselnedsättning på grund av sångexponeringen.

Ljudtekniker och diskjockeys arbetar främst i miljöer med rock/pop/jazzmusik. De två rapporter som gäller dessa yrkesgrupper visar att de löper en viss risk för hörselnedsättning i likhet med musikerna i samma musikkategori. Dock tycks inte heller här någon säker relation finnas mellan hörselnedsättning och antal år i musikexponeringen. En del men inte all serveringspersonal i dessa arbetsmiljöer har en mera intermittent exponering förutsatt att de rör sig mellan musiklokaler och kökslokaler med en förmodad lägre ljudnivå. De har å andra sidan ett problem med taluppfattning i höga musikinivåer när de ska försöka uppfatta beställningar korrekt.

Hörselkontroller

För intervall mellan hörselkontroller är den allmänna regeln att ju högre ljudnivåer som de anställa exponeras för, desto kortare intervall – typiskt i området 1–5 år. Detta är då relaterat till sannolikheten att det ska hinna hända något som mätningen reagerar på i form av förändringar. Ur den aspekten skulle man kunna säga att musikerna skulle undersökas med kanske 3–5 års intervall. Men härutöver finns andra väsentliga aspekter på hörselmätningar, nämligen pedagogiska och psykologiska aspekter där musikerna har en särställning jämfört med t.ex. den genomsnittliga verkstadsarbetaren p.g.a. sitt beroende av fullgod hörsel. Pedagogiskt blir varje undersökningstillfälle en påminnelse om detta till alla parter, både musiker och arbetsgivare/arbetsledning. Psykologiskt innebär varje hörselkontroll att musikerna får klara fakta att förhålla sig till när det gäller individens hörselstatus. Med hänsyn till dessa aspekter bör man betrakta 2-årsintervall som en rimlig kompromiss.

Viktigt att se till är ju att hörselkontrollerna görs av kunnig personal och med adekvat utrustning. Utrustningen bör bestå av ett väl ljudisolerat mättrum, där försökspersonen placeras under testet med undersökaren utanför, en korrekt kalibrerad audiometer och en utbildad testare som använder standardiserad metodik.

Den primära mätmetoden för att bedöma hörselstatus är tonaudiometri, d.v.s. bestämning av hörtrösklar för rena toner i frekvensområdet 125-8000 Hz. Registrering av otoakustiska emissioner erbjuder inte större känslighet för upptäckt av skada på hörselorganet.

Upplevelse av hörselproblem:

I undersökningar baserade på frågeformulär anger ofta 30–50 % av musiker att de hade hörselnedsättning eller upplevde svårigheter att uppfatta tal i vissa situationer. En engelsk studie av musikstudenter visade att dessa angav hörselproblem mindre ofta än icke-musikstudenter trots likartad omfattning av uppmätt hörselnedsättning.

Risk för fosterpåverkan hos gravida:

Den akustiska dämpning som moderns vävnader och fostervätskan ger tillsammans med att fostrets ytter- och mellanöron är vätskefyllda torde innebära att risken är försumbar för hörselskada eller annan påverkan på fostret när gällande gränsvärden för yrkesmässig bullerexponering ej överskrids.

Referenser

- Agerberg T (2000) *Musiklärarens tinnitus och hörselskador*. Stockholm: Lärarnas Riksförbund.
- Axelsson A, Eliasson A & Israelsson B (1995) *Hearing in pop/rock musicians: a follow-up study*. *Ear and Hearing*, 16, 245-253.
- Axelsson A & Lindgren F (1977) *Factors increasing the risk for hearing loss in 'pop' musicians*. *Scandinavian Audiology*, 6, 127-131.
- Axelsson A & Lindgren F (1978a) *Hearing in pop musicians*. *Acta Otolaryngologica*, 85, 225-231.
- Axelsson A & Lindgren F (1978b) *Temporary threshold shift after exposure to pop music*. *Scandinavian Audiology*, 7, 127-135.
- Axelsson A & Lindgren F (1981a) *Pop music and hearing*. *Ear and Hearing* 2, 64-69.
- Axelsson A & Lindgren F (1981b) *Hearing in classical musicians*. *Acta Otolaryngologica*, Suppl 377, 3-74.
- Axelsson A, Rosenhall U & Zachau G (1994) *Hearing in 18-year old Swedish males*. *Scandinavian Audiology*, 23, 129-134.
- Barrenäs ML & Hellström PA (1996) *The effect of low level acoustic stimulation on susceptibility to noise in blue- and brown-eyed young human subjects*. *Ear and Hearing*, 17, 63-68.
- Borg E, Nilsson R & Engström B (1983) *Effect of the acoustic reflex on inner ear damage induced by industrial noise*. *Acta Otolaryngologica*, 96, 361-369.
- Bray A, Szymanski M & Mills R (2004) *Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and an examination of sound levels in nightclubs*. *Journal of Laryngology and Otology*, 11, 123-128.
- Canlon B, Meltser I, Johansson P & Tahera Y (2006) *Glucocorticoid receptors modulate auditory sensitivity to acoustic trauma*. *Hearing Research*, available online 14 July 2006.
- Chesky K & Hensch MA (2000) *Instrument-specific reports of hearing loss: Differences between classical and nonclassical musicians*. *Medical Problems of Performing Artists*, 15, 35-38.
- Davis A (1995) *Hearing in adults*. London: Whurr Publications.

Delb W, Hoppe U, Liebel J & Iro H (1999) *Determination of acute noise effects using distortion product otoacoustic emissions*. *Scandinavian Audiology*, 28, 67–76.

Drake-Lee AB (1992) *Beyond music: auditory temporary threshold shift in rock musicians after a heavy metal concert*. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 85, 617-619.

Emmerich E, Richter F, Hagner H, Giessler F, Gehrlein S & Dieroff HG (2002) *Effects of discotheque music on audiometric results and central acoustic evoked neuromagnetic responses*. *International Tinnitus Journal*, 8, 13–19.

Fearn RW & Hanson DR (1994) *Hearing disability in music and non-music students*. *British Journal of Audiology*, 28, 57-58.

Försvarsmakten (2006) *Försvarsmaktens råd och riktlinjer för gravida och ammande arbetstagare*. Stockholm: Försvarsmakten.

Gerhardt KJ & Abrams RM (2000) *Fetal exposure to sound and vibroacoustic stimulation*. *Journal of Perinatology*, 20, S21-30.

Gunderson E, Moline J & Catalano P (1997) *Risks of developing noise-induced hearing loss in employees of urban music clubs*. *American Journal of Industrial Medicine*, 31, 75-79.

Hagberg M, Thiringer G & Brändström L (2005) *Incidence of tinnitus, impaired hearing and musculoskeletal disorders among students enrolled in academic music education - a retrospective cohort study*. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 78, 575-583.

Hellström PA (1993) *The relationship between sound transfer functions from free sound field to the eardrum and temporary threshold shift*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 94, 1301-1306.

Hellström PA, Axelsson A & Costa O (1998) *Temporary threshold shift induced by music*. *Scandinavian Audiology*, 27, Suppl 48, 87-93.

Hoffman JS, Cunningham DR & Lorenz DJ (2006) *Auditory thresholds and factors contributing to hearing loss in a large sample of percussionists*. *Medical Problems of Performing Artists*, 21, 47-58.

Huang X, Gerhardt KJ, Abrams RM & Antonelli PJ (1997) *Temporary threshold shifts induced by low-pass and high-pass filtered noises in fetal sheep in utero*. *Hearing Research*, 13, 173-182.

ISO 1999 (1990) *Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*. Geneva, International Organization for Standardization.

ISO 7029 (2000) *Acoustics – Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age*. Geneva, International Organization for Standardization.

Jatho K & Hellmann H (1972) *Zur Frage des Lärm- und Klangtraumas des Orchestermusikers*. *Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*, 20, 21-29.

Jerger J & Jerger S (1970) *Temporary threshold shift in rock-and-roll musicians*. *Journal of Speech Hearing Research*, 13, 221-224.

Johansson M & Arlinger S (2001) *The development of noise-induced hearing loss in the Swedish County of Östergötland in the 1980's and the 1990's*. *Noise and Health*, 3, 15-28.

- Johansson M & Arlinger S (2002) *Hearing threshold levels for an otologically unscreened, non-occupationally noise-exposed population in Sweden*. *International Journal of Audiology*, 41, 180-194.
- Johansson, M & Arlinger S (2004) *Evaluation of occupationally noise-induced hearing loss*. *Noise and Health*, 6, 35-41.
- Johnson DW, Sherman RE, Aldridge J & Lorraine A (1985) *Effects of instrument type and orchestral position on hearing sensitivity for 0.25 to 20 kHz in the orchestral musician*. *Scandinavian Audiology*, 14, 215-221.
- Johnson DW, Sherman RE, Aldridge J & Lorraine A (1986) *Extended high frequency hearing sensitivity. A normative threshold study in musicians*. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*, 95, 196-202.
- Juman S, Karmody CS & Simeon D (2004) *Hearing loss in steelband musicians*. *Otolaryngology Head and Neck Surgery*, 131, 461-465.
- Karlsson K, Lundquist PG & Olaussen T (1983) *The hearing of symphony orchestra musicians*. *Scandinavian Audiology*, 12, 257-264.
- Kisilevsky BS, Hains SMJ, Jaquet AY, Granier-Deferre C & Lecaunet JP (2004) *Maturation of fetal responses to music*. *Developmental Science*, 7, 550-559.
- Kramer S, Dreisbach L, Lockwood J, Baldwin K, Kopke R, Scranton S & O'Leary M (2006) *Efficacy of the antioxidant N-acetylcysteine (NAC) on protecting ears exposed to loud music*. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17, 265-278.
- Kähäri K, Axelsson A, Hellström PA & Zachau G (2001a) *Hearing assessment of classical orchestral musicians*. *Scandinavian Audiology*, 30, 13-23.
- Kähäri K, Axelsson A, Hellström PA & Zachau G (2001b) *Hearing development in classical orchestral musicians. A follow-up study*. *Scandinavian Audiology*, 30, 141-149.
- Kähäri K, Zachau G, Eklöf M, Sandsjö L & Möller C (2003) *Assessment of hearing and hearing disorders in rock/jazz musicians*. *International Journal of Audiology*, 42, 279-288.
- Laitinen H (2005) *Factors affecting the use of hearing protectors among classical music players*. *Noise and Health*, 7, 21-29.
- Lee LT (1999) *A study of the noise hazard to employees in local discotheques*. *Singapore Medical Journal*, 40, 571-574.
- Lindgren F & Axelsson A (1983a) *Temporary threshold shift after exposure to noise and music of equal energy*. *Ear and Hearing*, 4, 197-201.
- Lindgren F & Axelsson A (1983b) *Temporary threshold shift after exposure to predicted and unpredicted noise*. *Scandinavian Audiology*, 12, 241-244.
- Lutman ME & Davis AC (1994) *The distribution of hearing threshold levels in the general population aged 18-30 years*. *Audiology*, 33, 327-350.
- Mansfield JD, Baghurst PA & Newton VE (1999) *Otoacoustic emissions in 28 young adults exposed to amplified music*. *British Journal of Audiology*, 33, 211-222.

- Miyakita T, Hellström PA, Frimanson E & Axelsson A (1992) *Effect of low level acoustic stimulation on temporary threshold shift in young humans*. *Hearing Research*, 60, 149-155.
- Murray N, LePage E & Mikl K (1998) *Inner ear damage in an opera theatre orchestra as detected by otoacoustic emissions, pure tone audiometry and sound levels*. *Australian Journal of Audiology*, 20, 67-78.
- Nassar G (2001). *The human temporary threshold shift after exposure to 60 minutes' noise in an aerobics class*. *British Journal of Audiology*, 35, 99-101.
- Obeling L & Poulsen T (1999) *Hearing ability in Danish symphony orchestra musicians*. *Noise and Health*, 2, 43-49.
- Ostri B, Eller N, Dahlin E & Skylv G (1989) *Hearing impairment in orchestral musicians*. *Scandinavian Audiology*, 18, 243-249.
- Pang-Ching GK (1982) *Hearing levels of secondary school band directors*. *Journal of Auditory Research*, 22, 284-288.
- Perrot X, Micheyl C, Khalfa S & Collet L (1999) *Stronger bilateral efferent influences on cochlear biomechanical activity in musicians than in non-musicians*. *Neuroscience Letters*, 262, 167-170.
- Reuter K & Hammershøi D (2007) *Distortion product otoacoustic emission of symphony orchestra musicians before and after rehearsal*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121, 327-336.
- Rintelmann WF, Lindberg RF & Smitley EK (1972) *Temporary threshold shift and recovery patterns from two types of rock and roll music presentation*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 51, 1249-1255.
- Royster JD, Royster LH & Killion MC (1991) *Sound exposures and hearing thresholds of symphony orchestra musicians*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 89, 2793-2803.
- Sadhra S, Jackson CA, Ryder T & Brown MJ (2002). *Noise exposure and hearing loss among student employees working in university entertainment venues*. *Annals of Occupational Hygiene*, 46, 455-463.
- Schmidt JM, Verschuure J & Brocaar MP (1994). *Hearing loss in students at a conservatory*. *Audiology*, 33, 185-194.
- Schmuziger N, Patscheke J & Probst R (2006). *Hearing in nonprofessional pop/rock musicians*. *Ear and Hearing*, 27, 321-330.
- Spoor A (1967) *Presbycusis values in relation to noise induced hearing loss*. *International Audiology*, 6, 48-57.
- Spoor A & Passchier-Vermeer W (1969). *Spread in hearing levels of nonnoise exposed people at various ages*. *International Audiology*, 8, 328-337.
- Steurer M, Simak S, Denk DM & Kautzky M (1998). *Does choir singing cause noise-induced hearing loss?* *Audiology*, 37, 38-51.
- Subramaniam M, Henderson D, Campo P & Spongr V (1992). *The effect of 'conditioning' on hearing loss from a high frequency traumatic exposure*. *Hearing Research*, 58, 57-62.

Swanson SJ, Dengerink HA, Kondrick P & Miller CL (1987). *The influence of subjective factors on temporary threshold shifts after exposure to music and noise of equal energy*. *Ear and Hearing*, 8, 288-291.

Westmore GA & Eversden ID (1981) *Noise-induced hearing loss and orchestral musicians*. *Archives of Otolaryngology*, 107, 761-764.

Tabell 2.1: Sammanfattning av TTS-studier

Studie	Musiktyp	Exponering	Spec. faktorer	Försökspersoner	Fp ålder	Resultat
Jørgen & Jørgen 1970	Rockmusik	Konsert 4-5 tim, 110-120 dB(C)		9 musiker	14-15 resp 17-23 år	Alla hade TTS på minst 15 dB vid minst en frekvens. Max TTS 40 dB vid 3 kHz.
Rintelman & al 1972	Rockmusik	I tim kontinuerlig resp. intermittent (3 min musik/1 min tyst), 110 dB SPL	Jämförelse kontinuerlig-intermittent exponering	20 kvinnliga lyssnare	18-22 år	11/20 hade TTS > 20 dB vid 4 kHz efter kontinuerlig exponering. Efter 1 1/2 tim kvarstående TTS på i genomsnitt 8 dB vid 4 kHz. Kontinuerlig exponering gav i genomsnitt ca 15 dB TTS vid 1/2 3/4 6/8 kHz, intermittent gav ca 12 dB medel-TTS.
Axelsson & Lindgren 1978b, 1981a	Popmusik	Konsert, L_{Aeq} 87-110 dB, 0,7-4 tim		30 musiker, 5 ljudtekniker, 4 DJ, 4 producer, 18 lyssnare	Medelålder 27 år	Max uppmätt TTS 35-45 dB. TTS _m (3/4/6kHz) max 24 dB, signifikant korrelerad till L_{Aeq} men ej till duration. Vid L_{Aeq} > 98 dB förelåg TTS _m på 10 dB eller mera (=statistiskt säkerställd påverkan).
Axelsson & Lindgren 1981b	Klassisk musik	71 min i 87-93 dB(A)+ paus + 62 min i 85-91 dB(A)		10 klassiska musiker, 5 kvinnor, 5 män	Medelålder 35 år	Max genomsnittligt TTS 6 dB vid 4 kHz. Enstaka individ upp till 20 dB vid 4 och 6 kHz (flöjt, pickolafflöjt)
Lindgren & Axelsson 1983a	Rock/pop-musik	Hörrel.yssning 106 dB(A), 10 min		10 frivilliga	16-17 år	Störst TTS vid 4-6 kHz, i genomsnitt ca 5 dB med max ca 20 dB.
Lindgren & Axelsson 1983a	Brus med samma frekvensinnehåll o. styrkevariationer som musiken ovan	Hörtelefonyssning binauralt, 106 dB(A), 10 min	Uppskattad resp. icke-uppskattad musik	10 frivilliga	16-17 år	Större TTS för bruset än musiken i området 1-5 kHz med skillnader på 2 - 3,5 dB i genomsnitt.
Lindgren & Axelsson 1983b	Bruspulser runt 4 kHz	100 pulser à 0,5 s på 108-113 dB SPL	Förutsägbart resp. icke-förutsägbart buller	10 frivilliga	17-37 år, medel 21 år	Ingen skillnad relaterad till förutsägbart-icke förutsägbart. Maximal genomsnittlig TTS på ca 13 dB vid 6 kHz.
Swanson et al 1987	Rock/pop-musik	Hörtelefonyssning binauralt, 106 dB(A), 10 min		20 frivilliga	18-22 år	Genomsnittligt TTS 7 dB vid 4 och 6 kHz.
Swanson et al 1987	Brus med samma frekvensinnehåll o. styrkevariationer som musiken ovan	Hörtelefonyssning binauralt, 106 dB(A), 10 min	Uppskattad resp. icke-uppskattad musik	20 frivilliga	18-22 år	Ingen skillnad i TTS vid 4 eller 6 kHz mellan brus och musikexponering. Lyssnare som uppskattade musiken fick något mindre TTS av musiken vid 6 kHz men något mera TTS vid 4 kHz, men skillnaderna var små..
Drake-Lee 1992	Heavy metal	Konsert, nivåer upp till 135 dB(A)		4 musiker	25-37 år	TTS i genomsnitt mellan 5 och 16 dB i hela frekvensområdet 250-8000 Hz, störst vid 250 Hz.
Hellström et al 1998	Självvald musik	Binaural hörtelefon en timme, självvalda ljudnivåer 90-100 dB(A)	Vana hörtelefonyssnare (PCP), vana högtalarlyssnare (LS), ovana musiklyssnare (IF)	21 frivilliga utan musikexponering	13-30 år, medel 15 år	Störst TTS för LS-gruppen, i genomsnitt 8 dB för 2-5 kHz mot 4-7 dB för de andra grupperna. LS valde högre ljudnivå - 97 dB(A) mot 91-92 dB(A) för PCP och IF. TTS ökade tydligt när nivån översteg ca 95 dB(A)
Nassar 2001	Aerobics-musik	92 dB(A) under 60 min		28 normalhörande fp, hälften kontrollgrupp utan musikexponering	Medelålder 21 år	TTS i exponerad grupp i genomsnitt 7 dB/4 kHz, 12 dB/6 kHz, 10 dB/8 kHz. Kontrollgruppen närmast negativ TTS (inlärningsseffekt)
Sadhra 2002	Musikbarer, diskotek på universitetskärrhus	L_{Aeq} 90-100 dB		13 personer som arbetade i bar/diskotek	20-40 år	Medel-TTS för 0,5/1/2 kHz tillsammans 8 resp 16 dB för höger resp. vänster öra. I området 3/4/6 kHz medelvärdet 20 resp. 21 dB.
Emmerich 2002	Diskoteksmusik	Medelnivå 95 dB(A), max >120 dB(A), 4 timmar		34 normalhörande	18-24 år	TTS upp till 20-25 dB uppmättes direkt efter exponeringen. Två timmar senare var TTS närmast borta.

Reuter & Hammershøi 2007	Symfoniorkester	Variation mellan 70 och 90 dB(A), $L_{Aeq,4h}$ 77-83 dB, 4 tim exponering	Repetitioner i full orkester	12 musiker	31-53 år, medel 39	Ingen signifikant TTS förelåg efter 4 tim exponering.
--------------------------	-----------------	---	------------------------------	------------	--------------------	---

Tabell 2.2: Sammanfattning av studier av PTS hos symfoniorkestermusiker

Författare	Musiker	Referensmaterial	Resultat
Axelsson & Lindgren, 1981	120 yrkesverksamma och 19 pensionerade yrkesmusiker. 122 män, 20 – över 70 år	Spoor, 1967.	Inga säkerställda skillnader mellan musikerna och ref men statistisk analys saknas i stor utsträckning.
Westmore & Eversden, 1981	34 musiker, medelålder		23 av 68 testade öron bedömdes ha bullerskada men bara fyra av dem hade hörtröskel överstigande 20 dB vid 4 kHz. Åldersintervall för dessa 23 var 30-60 år, medel 44. med 15-30 års yrkesverksamhet.
Karlsson et al., 1983	392 musiker, majoriteten män Av dessa omtestades 123 efter 6 år.	Spoor&Passchier-Vermeer, 1969	Inga skillnader påvisades i median eller övre kvartilvärderna för hörtrösklarna jämfört med ref. Största förändringar vid uppföljning fanns i åldersgruppen 50-59 år.
Johnson et al., 1985, 1986	60 musiker (42 män, 18 kvinnor) i åldern 24-64 år. Hörseltest också i högfrequensområdet upp till 20 kHz	Egen åldersmatchad kontrollgrupp om 30 icke-musiker	Inga signifikanta skillnader mellan musiker och kontrollgrupp. Inga signifikanta skillnader mellan olika instrumentgrupper.
Ostri et al., 1989	96 musiker i åldern 22-64 år. 80 män och 16 kvinnor	ISO 7029	De flesta åldersgrupperna hörde sämre än ref i diskantområdet. Jämfört med Johansson&Arlinger (2002) har musikerna under 50 år sämre hörtrösklar medan för de äldre skillnaderna avtar.
Royster et al., 1991	59 musiker, 46 män och 13 kvinnor	ISO 7029 resp. ISO 1999 Databas B	Alla åldersgrupper uppvisade sämre hörtrösklar än ISO 7029 men bättre än ISO 1999 Databas B. Jämfört med Johansson&Arlinger (2002) har musikerna under 50 år sämre hörtrösklar medan de äldre snarare hör bättre. Violinister uppvisade sämre hörsel i vänster öra med i genomsnitt 6 dB vid 4 kHz medan andra instrumentgrupper var huvudsakligen symmetriska.
Obeling & Poulsen, 1999	57 musiker i åldrarna 22-65 år., 31 män och 26 kvinnor.	ISO 7029	Inga signifikanta hörselnedsättningar efter korrektion med medianvärden enligt ISO 7029. Samma resultat för enskilda instrumentgrupper med undantag för tre slagverkare.
Kähäri et al., 2001a	140 musiker mellan 23 och 64 år, 98 män och 42 kvinnor	ISO 7029	Jämfört med Johansson&Arlinger (2002) föreligger inga signifikanta skillnader i hörtrösklar. Männen hörtrösklar var signifikant sämre än kvinnornas i frekvensområdet 3-8 kHz.
Kähäri et al., 2001b	56 musiker testade vid två tillfällen med 16 års mellanrum. 43 män och 13 kvinnor, medelålder 34 resp. 30 år vid första undersökningen.	ISO 7029; Davis, 1995	Kvinnornas hörtrösklar inom normalområdet för åldern vid båda tillfällena. Genomsnittförändringen i högfrequensområdet var 0,7 dB för männen och 0,4 år för kvinnorna vilket överensstämmer med Johansson&Arlinger (2002)
Hoffman et al., 2006	307 slagverkare – 184 spelade klassisk musik, 106 pop/rock, 103 jazz. Medelålder 30 år. 240 män, 67 kvinnor	ISO 7029	Slagverkarnas medianhörtrösklar 5-11 dB sämre än ref. Vänsteröron något sämre. Pop/rock-musiker hade sämre hörtrösklar än övriga vid 2, 3 och 4 kHz. Slagverkare som använde hörselskydd hade signifikant bättre hörtrösklar. Professionella uppvisade signifikant sämre hörtrösklar än amatörer.
Reuter & Hammershøi, 2007	12 musiker i symfoniorkester	Ålders- och könsmatchad kontrollgrupp, icke-musiker	Ingen signifikant skillnad i hörtrösklar

Tabell 2.3: Sammanfattning av studier av PTS hos rock-/pop-/jazzmusiker

Författare	Musiker	Referensmaterial	Resultat
Jatho & Hellman, 1970	65 yrkesmusiker i dansorkester resp. storband	Eget referensmaterial	24 (37%) av 65 hade hörselnedsättning som avvek från referensmaterialet. Fem av dessa hade diskantnedsättning av bullerskadetyper som bedömdes orsakad av musikexponering.
Axelsson & Lindgren, 1977	69 musiker och 14 andra yrkespersoner. Medelålder 26 år.	Inget	Genomsnittlig hörröskel vid 6 kHz var 18 dB vilket motsvarar 90-percentilen i Johansson&Arlinger (2002). Den äldre hälften (medelålder 30,5 år) hade signifikant sämre hörrösklar över hela frekvensområdet än den yngre (medelålder 22,5). Hörrösklarna visade ingen korrelation till antal musikerår, antal speltimmar per vecka eller instrument.
Axelsson & Lindgren, 1978	69 musiker och 14 andra yrkespersoner. Medelålder 26 år.	Inget	38 av de 83 personerna hade hörrösklar >20 dB HL vid någon frekvens i området 3-8 kHz. Hos 25 bedömdes orsaken vara musikexponering
Pang-Ching, 1982	52 ledare för skolorkestrar	Egen åldersmatchad kontrollgrupp utan känd bullerexponering	Genomsnittliga skillnader jämfört med referensmaterialet uppgick till som mest 20 à 25 dB. Referensdata dock av tveksamt värde.
Axelsson et al., 1995	53 musiker och andra yrkespersoner. Uppföljning av Axelsson&Lindgren 1977, 1978 16 år senare. 40 personer fortfarande yrkesaktiva. Medelålder 41 år.	ISO 7029	Medianhörrösklarna översteg referensdata med 7 dB vid 4 kHz och 5 dB vid 6 kHz. I området 3-6 kHz översteg 90-percentilerna referensdata med 5-7 dB.
Kähäri et al., 2003	139 rock- och jazzmusiker, 96 män och 43 kvinnor, medelålder 37 resp. 35 år.	ISO 7029	Hörrösklarna för kvinnorna överensstämde väl med ISO7029 och också med Johansson&Arlinger (2002) för frekvenser upp t.o.m. 4 kHz men var sämre vid 6 kHz. Männen hörrösklar överensstämde med ref t.o.m. 3 kHz men var sämre vid 4 och 6 kHz. Vid jämförelse mellan låg- och högexponerade (3 resp 32,5 tim/vecka) med ca 19 års verksamhet i båda grupperna förelåg inga skillnader – medelhörrösklarna var t.o.m. något sämre i den lågexponerade gruppen.
Juman et al., 2004	29 steelband-musiker	Egen åldersmatchad kontrollgrupp om 30 personer utan steelband-exponering.	Musikerna uppvisade signifikant sämre hörrösklar än kontrollgruppen för frekvenserna 2, 3, 4 och 6 kHz.
Schmuziger et al., 2006	42 icke-yrkesmässiga musiker med > 5 års verksamhet som aktiva amatörer. Medelålder 33 år, genomsnittlig exponering 5 tim/vecka i 13 år.	Egen kontrollgrupp om 20 unga personer (medelålder 19 år).	Musikerna avvek från kontrollgruppen med i genomsnitt 8 dB vid 6 kHz. Jämfört med Arlinger&Johansson (2002) avvek de endast vid 6 kHz och där med 7 dB. 75-percentilen för musikerna vid 6 kHz var 12 dB sämre än egna kontrollgruppens och ca 9 dB sämre än Johansson&Arlinger (2002).

3. Tinnitus, ljudöverkänslighet, distorsion och diplakusis

Tinnitus

Tinnitus är en upplevelse av ett ljud i någon form utan att ljudet kan härledas till en extern ljudkälla. Det kan upplevas i ett eller båda öronen alternativt i huvudet.

Tinnitus kan indelas i två former; en subjektiv och en mer ovanlig, objektiv form. Vid objektiv tinnitus är det möjligt att objektivt avlyssna eller registrera tinnitus i hörselgången på den drabbade personen. Vid den klart dominerande formen, subjektiv tinnitus, är det endast personen själv som kan uppfatta och uppleva sin tinnitus.

Alla människor kan då och då uppleva kortare perioder med tinnitus, även om det inte föreligger någon hörselskada. Många upplever tinnitus efter en kväll på krogen eller efter en konsert och dagen efter är tinnitus borta. Detta är en temporär form av tinnitus som ett tecken på att hörselsystemet varit överexponerat. Det är först när tinnitus blir permanent som den kan upplevas besvärande och begränsande. Många gånger börjar tinnitus smygande på samma sätt som en hörselnedsättning. Oftast uppträder tinnitus tillsammans med en hörselnedsättning, men så är inte alltid fallet (Rubinstein, 1993; Axelsson & Ringdahl, 1989). Vanligt är att människor först märker av sin tinnitus i tyst miljö, kanske då man lägger sig för natten och det är relativt tyst. Vid de tillfällen som permanent tinnitus är utlöst av ljudstark musik (eller av andra höga ljudnivåer) kan människor ofta påtala på dagen när och hur det började.

Tinnitus kan upplevas olika av olika människor och även låta på många olika sätt, till exempel som sus, pip, vattenfall eller som ett maskinljud. Det kan upplevas som ett ensamt ljud eller som kombinationer av flera ljud. Förutom att tinnitus kan variera i karaktär kan det också variera i styrka vilket naturligtvis påverkar upplevelsen av besvär.

Svårighetsgradering kan ske i tre steg (Axelsson & Ringdahl, 1989; Holgers, 2000):

- I Man hör tinnitus endast i tysta miljöer och påverkas inte negativt.
- II Man hör tinnitus även i vardagsmiljöer men man kan bortse från ljudet och påverkas inte negativt.
- III Man påverkas tydligt negativt av tinnitus som försämrar livskvaliteten till exempel genom att ständigt vara närvarande, försämma taluppfattbarheten, påverka insomning och sömn.

Vid en genomgång av litteraturen framkommer olika prevalenssiffror beroende på var och hur studierna är utförda. Det är bland annat viktigt att skilja på temporär tinnitus och permanent tinnitus. Eftersom temporär tinnitus ofta är ett symptom på överexponering av någon form kan det vara av intresse och bör beaktas då man diskuterar och gör riskbedömning.

Axelsson & Ringdahl visade i sin stora Göteborgsundersökning 1989, baserad på 2 378 individer, att tinnitus förelåg hos 14 procent och blev vanligare med stigande ålder och att tinnitus var vanligare bland män (16,5 procent) än bland kvinnor (12 procent) och vanligare på vänster öra än på höger. Johansson & Arlinger (2003) visade att 13 procent av 590 slumpmässigt utvalda personer hade tinnitus. Även de fann att förekomsten ökade med stigande ålder och att tinnitus var vanligare bland män än hos kvinnor. Coles (1984) fann spontan tinnitus som varade över 5

minuter hos 15 procent och i en italiensk undersökning (Quaranta et al., 1996) hade 14,5 procent tinnitus (utan könsskillnader).

I en undersökning från England (Palmer et al., 2001) visade det sig att av män i åldersspannet 16-65 år hade 6 procent ständig tinnitus och 27 procent tinnitus "då och då". Motsvarande siffror för kvinnor var 3 och 25 procent. Den största andelen med ständig tinnitus fann man i den äldsta åldersgruppen 55-65 år (13 procent av männen och 4 procent av kvinnorna). I en stor polsk undersökning (10 349 personer) fann man att 20 procent av gruppen hade tinnitus och att förekomsten var högst i de äldsta åldergrupperna (Fabijanska et al., 1999).

Sammanfattning tinnitus

Enligt svenska undersökningar har 10-20 procent av den svenska befolkningen ofta/alltid tinnitus och av dessa har ca 1 procent svåra besvär. Flera studier har visat att förekomsten av tinnitus ökar med stigande ålder samt att förekomst av tinnitus är vanligare bland män.

Hyperakusis

Den normala känsligheten för starka ljud varierar från individ till individ och orsaken till detta är till största delen genetisk. Hyperakusis å andra sidan, som betyder "*en abnorm ljudkänslighet*", innebär en ökad känslighet för ljud som i normala fall inte upplevs som störande eller obehagliga. Vanligt är också att det är specifika ljud som upplevs som särskilt obehagliga och till och med smärtsamma men idag finns ännu ingen enad definition av hyperakusis. Vid hyperakusis behöver inte en hörselnedsättning förekomma, men många av de personer som har tinnitus har också hyperakusis.

Anari et al. (1999) undersökte 100 konsekutiva patienter som sökt medicinsk hjälp för hyperakusis. Tjugofem av patienterna var musiker, musiklärare, diskjockey eller ljudtekniker. Debuten var oftast plötslig och musik angavs som en vanlig källa till problemet. 86 procent av patienterna hade också tinnitus. De fann att genomsnittspatienten var ca 10 år yngre än tinnituspatienten. Detta kan tolkas som stöd för en teori framlagd av Jastreboff & Hazell (1993), som anser att hyperakusis är en hörselskada som ofta föregår tinnitus.

I en polsk undersökning av 10 349 personer visade det sig att 15 procent angav sig lida av hyperakusis. Förekomsten var högre bland äldre och i de delar av landet som var industriellt utvecklade och hade högst socioekonomisk status (Fabijanska et al., 1999).

Andersson et al. (2002) rapporterade förekomst av hyperakusis i åldern 16-79 år. Datainsamlingen skedde på två olika sätt, dels genom enkätutskick med vanlig post och dels genom en länk till samma enkät placerad på en svensk kvällstidnings hemsida. Det visade sig att 6-8% (postgruppen) och 8-9 % (internetgruppen) rapporterade hyperakusis. De fann att 10-20 % av dem som angav hyperakusis också angav tinnitus jämfört med 5-9 % av dem som inte led av hyperakusis. I åldersgruppen 16-30 år var prevalensen av hyperakusis c:a 5 %, mellan 31 och 50 år c:a 10 %, och mellan 51 och 79 år 10-15 %.

Sammanfattning hyperakusis

Hyperakusis innebär en abnormt ökad känslighet för starka ljud som normalt inte upplevs som obehagliga. Det finns få epidemiologiska studier där prevalens rapporteras; de flesta undersökningar har skett i kliniska patientgrupper som sökt sjukvården för tinnitus eller hyperakusis. En svensk undersökning visade att 6-9 % av en undersökt population angav hyperakusis, och en polsk undersökning rapporterade resultatet 15 procent.

Distorsion och diplakusis

En person som upplever hörseldistorsion hör det inkommande ljudet som sprucket, orent och förvrängt. Diplakusis som betyder *dubbelhörande* innebär i praktiken att en person kan uppfatta ett ljuds tonhöjd på olika sätt i höger och vänster öra eller att en ton som fysikaliskt endast innehåller en frekvens upplevs som två och ibland två mycket disharmoniska toner. Detta är särskilt besvärande för de yrkesgrupper som använder sin hörsel på ett mycket noggrant sätt för att lyssna och tolka ljud (Chasin, 1996; Kähäri, 2002). Både problemet med distorsion och med diplakusis verkar vara beroende av ljudets frekvens och nivå. Det finns idag inte tillräcklig kunskap kring uppkomst och behandling av distorsion och diplakusis men troligtvis beror problemen ofta på samma grundorsak som tinnitus eller hyperakusis, nämligen hårcellskada i innerörat.

Orsaker till tinnitus, hyperakusis, distorsion och diplakusis

Orsaken eller orsakerna till tinnitus, hyperakusis, distorsion och diplakusis varierar och kan grovt indelas i *hörsel/ljudrelaterade och somatiskt/psykosomatiskt relaterade*.

Idag anses ålder, hörselnedsättning och bullerexponering (eller exponering för höga ljudnivåer) vara de vanligaste orsakerna till tinnitus och ljudöverkänslighet (Coles et al., 1981; Axelsson & Ringdahl, 1989; Quaranta et al., 1996; Fabijanska, 1999). Det är sannolikt att förutom en perifer skada i hörselorganet också funktioner i de centrala hörselbanorna är inbegripna. I de fall då tinnitus och ljudöverkänslighet utgör en reaktion på en skadad funktion i innerörat kan förklaringen vara att den onormala signalöverföringen orsakar fel- och övertolkningar av hörselcentra i hjärnbarken. Detta kan innebära att ljudet i sin tur upplevs som obehagligt starkt, orent, "trasigt" eller att man hör ett så kallat fantomljud (Eggermont & Sininger, 1995; Henry et al., 2005). Skadan kan också påverkas av rubbad balans i de utåtleddande nervledningsbanor som löper därifrån, det s.k. efferenta systemet (Jastreboff & Hazell, 1993).

Muskulära spänningstillstånd och muskuloskeletala besvär i övre delen av ryggen, nacken och käken som påverkar nerver och blodtillförsel till hörselorganet har också studerats och funnits kunna vara en orsak till tinnitus (House, 1981; Rubinstein, 1993; Sanchez et al., 2002). Dessa spänningstillstånd och besvär kan påverkas av statiskt, muskelbelastande arbete och/eller spänningstillstånd till följd av dåliga arbetsställningar, buller, stress, utmattningssyndrom (House, 1981; Rubinstein, 1993; Sanchez et al., 2002).

Samband mellan stress och besvär av tinnitus har också påvisats (Erlandsson, 2000). Höga krav och liten kontroll över arbetssituationen, rädsla över att utveckla framtida arbetsskador och en alltför komplex arbetssituation kan generera stresseffekter (Karasek & Theorell, 1990; Liljeholm Johansson & Theorell, 1999; Liljeholm Johansson et al., 2001). Faktorer som påverkar stress (krav, kontroll och socialt stöd) och deras samband med tinnitus och ljudöverkänslighet har studerats bland musikergrupper. (Kähäri et al., 2003a). I studien fann man dock inget som stödde denna hypotes för gruppen rock/jazzmusiker. Depression, oro och ångest har påvisats kunna öka svårighetsgraden av tinnitus (Zöger et al., 2006; Holgers & Juul, 2006).

Orsaken till hyperakusis kan till exempel också vara anatomiska/neurofysiologiska skador eller sjukdomar, som till exempel en icke fungerande ansiktsnerv eller stapediusreflex. Resultatet blir att inkommande ljud inte dämpas på normalt vis i mellanörat och därför upplevs patologiskt starkt (Katzenell & Segal, 2001; Nelson & Chen, 2004). Andra orsaker kan vara depression, skallskada, hormonella och infektionssjukdomar och Williams syndrom (Katzenell & Segal, 2001). Fortfarande är dock mycket oklart kring hyperakusis' etiologi och mekanismer.

Behandling av tinnitus och hyperakusis

Många gånger lindras tinnitus eller själva upplevelsen av tinnitus över tid, och det kan vara svårt att avgöra om det är tinnitus som faktiskt blivit svagare eller om det snarare är så att personen har vant sig. Vid behandling av ljudkänslighet var tidigare den vanligaste behandlingsformen att man lät den drabbade ha det så tyst som möjligt d.v.s. hörselskydd på och sjukskrivning i det akuta skedet. Idag är behandlingsmetoden den omvända. Sakta tillvänjning för ljud sker ofta med hjälp av en så kallad ljudstimuleringsapparat. Principen är en typ av hörapparat, en s.k. *masker*, som istället för att förstärka ljud avger ett ljud. Samma masker används för behandling av tinnitus. Andra verksamma behandlingsformer är kognitiv beteendeterapi, avslappningsövningar, mental träning, individuell och gruppterapi. Även akupunktur och naturläkemedel (Ginko Biloba) och visst vitamin (B12) har prövats som behandling av tinnitus, dock utan säkra påvisbara lyckade resultat.

Förekomst av tinnitus, hyperakusis, distorsion och diplakusis bland musikexponerade

Det finns idag flera yrkesgrupper som är beroende av en fullgod hörsel, men för exempelvis en musiker eller ljudtekniker är det särskilt viktigt att hörseln fungerar utan brister. Att som musiker drabbas av till exempel hyperakusis eller problem med hörseldistorsion kan innebära en yrkesmässig katastrof. I praktiken kan detta innebära att hörselns dynamiska arbetsområde krymper, och hörselskadan inverkar negativt på förmågan att rätt uppfatta tonhöjd, klangfärg och snabba, dynamiska musikaliska förlopp. Förmågan att höra lika mellan vänster och höger öra kan också begränsas vilket kan vara förödande för ett spatialt lyssnande.

Musiker

Schmuziger et al. (2006) undersökte 42 ickeprofessionella musiker mellan 21 och 50 år (medelåldern var 33 år). Alla hade varit intensivt musikexponerade under de senaste fem åren men utan annan bullerbelastning. De fann att 26 procent av musikerna var ljudöverkänsliga och 17 procent rapporterade tinnitus. Som jämförelse för denna åldersgrupp kan noteras att Andersson et al. (2002) fann en förekomst av hyperakusis om 7-8 % och Johansson & Arlinger (2003) fann att ca 10 % av männen angav tinnitus.

Kähäri et al. (2002) redovisade undersökningar av klassiska och rock/jazzmusikers hörselstatus. Resultaten visade att det inte var traditionella bullerutlösta hörselnedsättningar som tycktes vara det stora besväret i dessa yrkesgrupper utan snarare förekomsten av tinnitus, ljudöverkänslighet och även i viss mån distorsion och diplakusis. Andelen hörselskador bland 139 rock/jazzmusiker när man räknar in tinnitus, ljudöverkänslighet, distorsion och diplakusis till hörselnedsättning var hög (74 procent) (Kähäri et al., 2003b). Tinnitus och distorsion var signifikant vanligare bland män medan hyperakusis var vanligare bland kvinnorna. Få av de drabbade hade ett enskilt symptom, över hälften hade besvärliga kombinationer av skador. Rock/jazzmusikerna uppvisade en något sämre hörsel än klassiska musiker. Men efter jämförelse med en annan studie (Kähäri et al., 2001) visade det sig att andelen hörselskador inte skilde sig signifikant mellan rock/jazz- och klassiska musiker.

En undersökning bland 196 klassiska orkestermusiker (Laitinen, 2005) visade att 33 procent upplevde "ibland till alltid" tinnitus efter musikexponering och 43 procent upplevde smärta ibland till alltid efter musikexponering. På frågan om musikerna upplevde distorsion angav 4 procent detta som ett problem.

Från the Association of British Orchestras rapporterades att 49 procent av träblåsarna hade tinnitus ibland eller ofta. Träblåsarna var också den orkestergrupp som uppvisade högsta andelen av ljudöverkänslighet med 27 procent jämfört med 10-18 procent i violin, altfiol och

brassektionerna. Studien baserades på 400 orkestermusiker och presenterades initialt i rapporten "A sound ear" (Wright Reid, 2001).

I en hörselundersökning av 50 panninister (oljefatsmusiker) från Trinidad (Griffiths & Samaroo, 1995) visade det sig att 72 procent rapporterade tinnitus varav drygt 50 procent upplevde sin tinnitus efter musikexponering, efter både föreställning och repetition.

Under en slagverkskonferens lät Hoffman et al., (2006) 315 slagverkare testa sin hörsel och besvara frågor rörande sin hörsel och hörselskyddsanvändning. Gruppen delades också in i professionella och amatörmusiker. Resultaten visade att 58 procent av de professionella och 42 procent av amatörmusikerna hade tinnitus ibland eller alltid. De fann dock ingen korrelation med tinnitus avseende ålder, kön, audiogram, exposition, eller typ av slagverk som spelades.

Musiklärare

Agerberg presenterade 2000 en rapport kring 626 musiklärares hörselsituation. Undersökningen visade att drygt 1/3 av musiklärarna upplevde sig ha en hörselnedsättning. Cirka 25 procent av lärarna hade besvär med tinnitus och de flesta av dessa personer ansåg att höga ljudnivåer från musik varit den utlösande faktorn. Så många som närmare 60 procent av de 626 musiklärarna var överkänsliga för ljud och av dessa tyckte ca 70 procent att känsligheten ökade efter musikexponering.

Restauranganställda

Gunderson et al. (1997) lät bland annat 31 anställda på musikklubbar besvara frågor kring hörseln. Det visade sig att de som arbetade på de mer ljudstarka musikklubbarna var också de som upplevde mer tinnitus. Lee (1999) jämförde 46 diskotekanställdas upplevelser av tinnitus med resultaten från 37 personer från en åldersmatchad kontrollgrupp. Resultaten visade att 21 procent av de anställda klagade över tinnitus mot endast 3 procent i kontrollgruppen. Anmärkningsvärt är att den största andelen tinnitusdrabbade fanns i den yngsta åldersgruppen samt hos dem som varit anställda kortast tid.

Musikexponerade ungdomar

Musik spelar en stor roll i barns och ungdomars liv. Förutom musiker och andra anställda som i någon form exponeras för stark musik finns några undersökningar som visar förekomsten av tinnitus bland ungdomar som lyssnar på musik. I en undersökning som Artister och musiker mot tinnitus gjort för Socialstyrelsen (Hellqvist, 2002) tillfrågades 316 ungdomar i åldrarna 15-20 år om de hade tinnitus. Resultatet visade att 64 procent av ungdomarna alltid eller ibland upplevde temporär tinnitus efter musikexponering och av dessa 64 procent hade 22 procent dagliga besvär.

Widén & Erlandsson (2004) lät 1 285 studerande i åldern 13-19 år besvara en enkät med bland andra frågor om permanent tinnitus och hyperakusis. Det visade sig att 9 procent av ungdomarna uppgav att de hade permanent tinnitus och 17 procent hyperakusis, framförallt bland de äldre studenterna.

En nyligen publicerad stor webbaserad undersökning visade att 61 procent av 9693 ungdomar hade temporär tinnitus efter musikkonserter och 43 procent hade temporär tinnitus efter klubbbesök (Chung et al., 2005).

Musikstudenter

Hagberg et al. (2005) studerade bl.a. förekomst av tinnitus bland totalt 407 före detta musikhögskolestudenter i åldrarna 23-57 år och fann en förekomst av 24 procent.

Övriga musikexponerade

Davis (1989) fann att cirka 10 procent av en stor engelsk population upplevde mer än 5 minuter tinnitus efter musikexponering. Holgers & Juul (2006) undersökte 95 konsekutiva tinnituspatienter varav 55 var 8-22 år. Av de 55 personerna angav 54 procent att deras tinnitus börjat hastigt efter musikexponering.

Sammanfattning av förekomst av tinnitus, hyperakusis, distorsion och diplakusis bland musikexponerade

Efter en genomgång av litteraturen inom området är det nödvändigt att poängtera att det är ett problem att så olika forskningsmetoder använts vid genomförandet av studier kring tinnitus och hyperakusis. De flesta studier är dock eniga om att för musiker och andra yrkesgrupper som är exponerade för stark musik gäller att tinnitus, hyperakusis och även i viss mån distorsion och diplakusis förekommer i förhållandevis hög utsträckning, högre än hos kontrollgrupper. Orsaken till detta är med stor sannolikhet de höga ljudnivåer som dessa grupper periodvis är exponerade för.

Referenser

Agerberg T (2004). *Musiklärarens tinnitus och andra hörselskador*. D-uppsats, Musikhögskolan, Göteborgs Universitet.

Anari M, Axelsson A, Eliasson A & Magnusson L (1999). *Hypersensitivity to sound*. *Scandinavian Audiology*; 28, 219-230.

Andersson G, Lindvall N, Hursti T & Carlbring P (2002). *Hypersensitivity to sound (hyperacusis): a prevalence study conducted via the Internet and post*. *International Journal of Audiology*, 41, 545-554.

Axelsson A & Ringdahl A (1989) *Tinnitus – a study of its prevalence and characteristics*. *British Journal of Audiology*, 23, 53-62.

Chasin M (1996) *Musicians and the prevention of hearing loss*. San Diego: Singular Publishing Group, pp 22-22, 39-39, 154.

Chung JH, Des Roches CM, Meunier J & Eavey RD (2005). *Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique*. *Pediatrics*, 115, 861-867.

Coles R, Davis A & Haggard M (1981). *Epidemiology of tinnitus*. In: *Tinnitus*, Ciba Foundation Symposium. London, Pitman Books Ltd., 85, 16-34.

Coles R (1984) *Epidemiology of tinnitus: (1) Prevalence*. *Journal of Laryngology and Otology*, 9, 7-15.

Davis AC (1989) *The prevalence of hearing impairment and reported hearing disability among adults in Great Britain*. *International Journal of Epidemiology*, 18, 911-917.

Eggermont JJ & Sininger Y (1995) *Correlated neural activity and tinnitus*. In: J Vernon (Ed) *Mechanisms of tinnitus*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 21-34

Erlandsson S (2000) *Psychological profiles of tinnitus patients*. In: Tyler R. (Ed) *Handbook on tinnitus*. San Diego: Singular Publishing Group, pp. 25-58.

Fabijanska A, Rogowski M, Bartnik G & Skarzynski H (1999) *Epidemiology of tinnitus and hyperacusis in Poland*. *Proceedings of the Sixth International Tinnitus Seminar*, 569-571.

- Griffiths SK & Samaroo AL (1995) *Hearing sensitivity among professional panninists*. Medical Problems of Performing Artists, 10, 11-17.
- Gunderson E, Moline J & Catalano P (1997) *Risks of developing noise-induced hearing loss in employees of urban music clubs*. American Journal of Industrial Medicine, 31, 75-79.
- Hagberg M, Thiringer G & Brandström L (2005) *Incidence of tinnitus, impaired hearing and musculoskeletal disorders among students enrolled in academic music education--a retrospective cohort study*. International Archives of Occupational Environmental Health, 78, 575-583.
- Hellqvist C (2002) *Rapport: Höga ljudnivåer; ungdomars beteenden, kunskaper och attityder*. Socialstyrelsen.
- Henry JA, Dennis KC & Schechter MA (2005) *General review of tinnitus: prevalence, mechanisms, effects, and management*. Journal of Speech, Language and Hearing Research, 48, 1204-1235.
- Hoffman JS, Cunningham DR & Lorenz DJ (2006) *Auditory thresholds and factors contributing to hearing loss in a large sample of percussionists*. Medical Problems of Performing Artists, 21, 47-58.
- Holgers KM (2000) *Tinnitus Vårdprogram*. Socialstyrelsen.
- Holgers KM & Juul J (2006) *The suffering of tinnitus in childhood and adolescence*. International Journal of Audiology, 45, 267-272.
- House P (1981) *Personality of the tinnitus patient*. Ciba Foundation Symposium 85: 193-203.
- Jastreboff P & Hazell J (1993) *Neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications*. British Journal of Audiology, 27, 7-17.
- Johansson M & Arlinger S (2003) *Prevalence of hearing impairment in a population in Sweden*. International Journal of Audiology, 42, 18-28.
- Karasek R & Theorell T (1990) *Healthy work*. New York: Basic books.
- Katzenell U & Segal S (2001) *Hyperacusis: Review and clinical guidelines*. Otology & Neurotology, 22, 321-327.
- Kähäri K, Axelsson A, Hellström PA & Zachau G (2001) *Hearing assessment of classical musicians*. Scandinavian Audiology, 30, 13-23.
- Kähäri K (2002) *The influence of music on hearing. A study in classical and rock/jazz musicians*. Akademisk avhandling, ISBN 91-628-5339-2, Göteborgs Universitet.
- Kähäri K, Eklöf M, Zachau G, Sandsjö L & Möller C (2003a). *Associations between hearing and psychosocial working conditions in rock/jazz musicians*. Medical Problems of Performing Artists, 18, 98-105.
- Kähäri K, Zachau G, Eklöf M, Sandsjö L & Möller C (2003b). *Assessment of hearing and hearing disorders in rock/jazz musicians*. International Journal of Audiology, 42, 279-288.
- Laitinen H (2005). *Factors affecting the use of hearing protectors among classical music players*. Noise & Health, 7, 21-29.

Lee LT (1999). *A study of the noise hazard to employees in local discotheques*. Singapore Medical Journal, 40, 571-574.

Liljeholm Johansson Y & Theorell T (1999). *Orkestrarnas psykosociala arbetsmiljö, Delrapport. Stressforskningsrapport nr 283*. Stockholm: Statens Institut för Psykosocial Miljömedicin (IPM).

Liljeholm Johansson Y, Engqvist K, Lindén J, Ramel E, Sandgren M, Theorell T & Torkelsson E (2001). *Artisters hälsa och arbetsmiljö*. Stockholm: Statens Institut för Psykosocial Miljömedicin (IPM), ISBN 91-631 – 0769-4.

Nelson JJ & Chen K (2004). *The relationship of tinnitus, hyperakusis and hearing loss*. Ear, Nose & Throat Journal, 83, 472-476.

Palmer K. T, Coggon D, Syddall H. E, Pannet B & Griffin MJ (2001). *Occupational exposure to noise and hearing difficulties in Great Britain*. London: Health and Safety Executive. HSE contract research report 361.

Quaranta A, Assennato G, & Sallustio V (1996). *Epidemiology of hearing problems among adults in Italy*. Scandinavian Audiology, 25 (42) 7-11.

Rubinstein B (1993). *Tinnitus and craniomandibular disorders- is there a link?* Swedish Dental Journal, 95, 1-46.

Sanchez T, Guerra G, Lorenzi M, Brandão A & Bento R (2002). *The influence of voluntary muscle contraction on tinnitus onset and modulation*. Proceedings from the Seventh International Tinnitus Seminar, 103-107.

Schmuziger N, Patscheke J & Probst R (2006). *Hearing in nonprofessional pop/rock musicians*. Ear & Hearing, 27, 321-330.

Widén S, & Erlandsson S (2004). *Self-reported tinnitus and noise sensitivity among adolescents in Sweden*. Noise and Health, 7, 29-40.

Wright Reid A (2001). *A sound ear. Exploring the issues of noise damage in orchestras*. London: Association of British Orchestras (ABO).

Zöger S, Svedlund J & Holgers KM (2006). *Relationship between tinnitus severity and psychiatric disorders*. Psychosomatics, 47 (4) 282-288.

4. Psykologiska aspekter på hörselskador hos musiker

Musik skiljer sig från de flesta andra potentiellt hörselskadande ljud genom att de flesta som exponeras för det vill lyssna på det, och att en hög ljudnivå ofta ses som något eftersträvänsvärt. Det inledande avsnittet i det här kapitlet behandlar frågan om en sådan positiv inställning till ljudet påverkar hörselskaderisken.

De psykologiska konsekvenserna av hörselskador är naturligtvis i allt väsentligt desamma oavsett om de orsakats av musik eller andra ljud (för översikter se t.ex. Arlinger, 2003; Jakes, 1989), och det finns därför ingen anledning att behandla de frågorna i detta sammanhang. Däremot får hörselskador speciella konsekvenser för musiker och andra som har musiken som yrke och detta oavsett vad som orsakat skadan. Det andra avsnittet i det här kapitlet tar upp dessa problem.

Kan psykologiska faktorer påverka risken för hörselskador hos musiker?

En spridd uppfattning är att en positiv inställning till ett ljud minskar risken för att exponeringen ska leda till en hörselskada. Det fåtal kontrollerade studie som gjorts av hur attityden till ljudet påverkar hörsel-effekten har alla av naturliga skäl behandlat TTS (temporära, övergående, tröskelhöjningar). I det första avsnittet nedan ges en genomgång av resultaten i dessa studier. I det andra avsnittet behandlas resultat från PTS-studier (av permanenta tröskelhöjningar) som har relevans för denna fråga. Avslutningsvis behandlas andra typer av hörselskador än hörselnedsättning. Flera av de studier som tas upp i dessa avsnitt har tidigare berörts i kapitlen om hörselnedsättning och tinnitus.

TTS-studier

Föreställningen att en positiv inställning till ljudet ger ett skydd mot hörselskador har förmodligen ett av sina ursprung i en studie av Lindgren & Axelsson (1983), som visade att popmusik gav mindre TTS än ett brusljud med samma frekvensinnehåll och ekvivalentnivå. Men den skillnad som man fann i denna studie låter sig inte utan vidare tolkas som effekter av den subjektiva bedömningen av ljuden. Eftersom jämförelserna gjordes mellan två olika ljudexponeringar går det inte att utesluta att skillnaden i TTS-effekt skulle kunna förklaras av andra akustiska egenskaper än frekvensinnehåll och ekvivalentnivå. En bättre jämförelse vore mellan grupper som skilde sig i värderingen av en och samma exponering. Swanson et al., (1987) gjorde en sådan studie och fick ett visst, men inte särskilt starkt, stöd för att den subjektiva värderingen kan påverka TTS.

Det är att märka att ingen av dessa studier tyder på att en positiv inställning till ljudet minskar ljudets effekt på hörseln; en rimligare tolkning, som stämmer bättre med resultaten, är att man blir särskilt känslig för ljud som man ogillar (detta är också den tolkning som görs i artiklarna). I en tidig studie av Hörmann et al. (1970) testades detta direkt genom en jämförelse mellan TTS-effekten av ett ljud under tre betingelser: när det signalerade att man lyckats i en arbetsuppgift, att man misslyckats i den, eller när ljudet var orelaterat till prestationen. De fann att TTS blev störst när ljudet kunde ses som bestraffning, men att det inte var någon skillnad mellan belöningsbetingelsen och den neutrala betingelsen.

Det är också bara för den negativa effekten av att man uppfattar ljudet som obehagligt som någon välgrundad fysiologisk mekanism har föreslagits. Obehagliga ljud kan leda till hormonella reaktioner och öka sympaticusaktiviteten, vilket skulle kunna öka hörselorganens känslighet för

ljud bl.a. genom att minska genomblödningen och syretillförseln till cochlean. Flera studier, huvudsakligen av djur, har visat att starka ljud kan få sådana effekter (Nuttall, 1999). Dessa fysiologiska reaktioner under exponering för starka ljud är en del av den fysiologiska stressreaktionen på genomblödningen av perifera organ; i stresstillstånd omdirigeras blodflödet så att genomblödningen av skelettmuskulaturen gynnas på bekostnad av bl.a. det perifera blodflödet. Även andra aspekter av den fysiologiska stressreaktionen skulle kunna påverka risken för hörselnedsättning och andra hörselproblem (Horner, 2003). Ett visst stöd gavs också denna hypotes av Dengerink et al. (1982) som fann att TTS korrelerade med den perifera vasokonstriktionen så att de som visade störst vasokonstriktion också hade den största TTS.

Om detta är riktigt skulle även stressreaktioner på andra förhållanden än ljudet kunna påverka känsligheten. Ett djurförsök har gett ett visst stöd för sådana effekter av en extrem stressmanipulation (Muchnik et al., 1980), men en uppföljning av detta försök kunde inte påvisa en sådan effekt (Muchnik et al., 1992).

Klassisk betingning av stapediusreflexen är en annan mekanism som teoretiskt skulle kunna förklara varför musik skulle påverka hörseln mindre än mycket annat buller. Genom att förloppet i musiken ofta är predicerbart finns förutsättningar för att reflexen skulle kunna utlösas då höga nivåer förväntas. För en sådan effekt talar studier som påvisat en sådan föregripande stapediusreflexaktivitet (Marshall et al., 1975; Yonovitz, 1976). Mot betydelsen av detta för TTS talar det försök av Lindgren & Axelsson (1983) som visade att TTS inte blev mindre av förutsägbart ljud än av ett oförutsägbart (för detaljer se avsnittet om hörselnedsättning).

Sammanfattningsvis finns det välgrundade teoretiska modeller för hur obehags- och stressreaktioner, skapade av ljudet eller av andra förhållanden, skulle kunna öka risken för hörselskador, och några försök pekar också på att sådana förhållanden kan ha betydelse för TTS. Effekten skulle dock behöva replikeras i ytterligare försök för att kunna betraktas som välbelagd. Inget stöd, vare sig teoretiskt eller empiriskt, finns för att en positiv inställning till ljudet skulle verka skyddande på hörseln och leda till mindre TTS än en emotionellt neutral inställning. Att man tycker om ett ljud skulle då alltså inte innebära något skydd mot hörselskada, men att man tycker att det är obehagligt skulle möjligen kunna öka risken för hörselpåverkan.

PTS-studier

Ett viktigt skäl till att man spekulerat om att en positiv värdering av ljudet minskar hörselskaderisken är att man i flera studier funnit färre hörselskadade musiker än man skulle vänta utifrån ljudexponeringens ekvivalentnivå (Axelsson & Lindgren, 1981; McBride et al., 1992; Obeling & Poulsen, 1999). Den alternativa förklaringen till dessa resultat är naturligtvis att ekvivalentnivån bara fångar upp en del av de ljudegenskaper som är kritiska för hörselskaderisken. Tillräckligt många musiker har också hörselproblem för att det ska stå klart att en eventuell skyddande effekt inte kan vara särskilt stark. Ingen övertygande teori har som nämnts heller presenterats för hur en sådan skyddseffekt skulle kunna uppstå. Ingen studie har heller kunnat visa att subjektiva värderingar av ljudexponeringen påverkar risken för att en permanent hörselskada ska uppstå.

Det måste dock här påpekas att frånvaron av stöd för en sådan attitydeffekt kan bero på att den skulle vara svår att påvisa även om den finnes. För att kunna utesluta andra förklaringar skulle man ju behöva jämföra förekomsten av hörselskador i grupper som exponeras för samma ljud men som har olika attityder till detta. Det torde vara ytterligt svårt att finna sådana grupper. Därför går det inte att utesluta att det faktum att musiker sällan plågas av sin ljudexponering skulle kunna bidra till att hörselskadefrekvensen är lägre än för de flesta andra yrkesgrupper som exponeras för höga ljudnivåer.

Större möjligheter borde finnas för att undersöka sambandet mellan stressnivå och hörselskaderisk, men frågan har sällan studerats. Kähäri et al. (2003) frågade musikergruppen både om psykosociala arbetsförhållanden och subjektiva hörselbesvär och bedömde dessutom hörseln med tonaudiometri. De samband man fann mellan psykosociala arbetsförhållanden och olika typer av hörselskador var genomgående mycket låga och skilde sig mellan män och kvinnor och mellan olika typer av hörselproblem. Däremot står det klart att stress och psykologiska personegenskaper har mycket stor betydelse för hur allvarliga besvär som hörselskadan ger (Jakes, 1989; Luterman, 1997).

Frågan är då om det finns anledning att tro att eventuella stresseffekter skulle vara särskilt kritiska för musiker i allmänhet eller för någon grupp av musiker? En översikt över tidiga studier av dessa frågor ges av Wills & Cooper (2003). En svensk studie av musiker i en symfoniorkester (Liljeholm-Johansson & Theorell, 1999) pekar på att musikerna upplever att prestationskraven är höga och att möjligheterna att kontrollera den egna arbetssituationen är mycket begränsade, vilket är en kombination av arbetsförhållanden som visat sig vara särskilt ogynnsam ur hälsosynpunkt. Andra stressande aspekter av musikerns arbetssituation som framhållits är att musikeryrket innebär att synas, höras och betygsättas hela tiden, av sig själv och andra. Konkurrens- och samarbetsproblem, missnöje med repertoar, hot mot den konstnärliga integriteten, ekonomisk otrygghet, obekväma arbetstider, och konflikter mellan arbete och familj är ytterligare förhållanden som visat sig kunna bidra till stressen (Fetter, 1993; Kähäri et al., 2003; Parasuraman & Purohit, 1999; Raeburn et al., 2003; Sternbach, 1993; Wills, 2003). Det mycket stora antalet studier om "music performance anxiety" som publicerats indikerar också att kraven är mycket pressande för många musiker (Gabrielsson, 2003). Parasuraman & Purohit (1999) visade att också "boredom stress" kan vara ett problem bland musiker i en symfoniorkester; musikerna kan känna sig uttråkade och tycker ofta att deras kompetens underutnyttjas. Samtidigt ska påpekas att studier av orkestermusiker oftast har visat att arbetstillfredsställelsen är mycket hög i denna grupp (Allmendiger & Hackman, 1996; Kivimäki & Jokinen, 1994).

Musiker kan dock inte behandlas som en enhetlig grupp i dessa avseenden. Arbetsvillkoren skiljer sig t.ex. mycket mellan musikerna i en symfoniorkester och rockmusiker och mellan musiker som uppträder inför publik och studiomusiker. Det är därför inte överraskande att två svenska studier, en om klassiska musiker och en om rock- och jazzmusiker, gav delvis mycket skilda bilder av förhållandena. Theorell et al. (1987) jämförde några yrkesgrupper utifrån kravkontroll-stöd-modellen. De klassiska musikerna, en liten grupp på 36 personer, visade sig främst skilja sig från andra i att de upplevde mindre möjligheter att påverka beslut. En intervjustudie av pensionerade symfoniorkestermusiker (Smith, 1988) gav bilden av att man utan större problem accepterade denna begränsning och att orkestern retrospektivt betraktades som en mycket fördelaktig arbetsmiljö.

Även Kähäri et al. (2003) utgick från kravkontroll-stöd-modellen i en studie av rock- och jazzmusiker med tjänstemän som referensgrupp. I denna musikergrupp var den allmänna tendensen att musikernas psykosociala förhållanden genomgående var bättre än för tjänstemännen, med undantag för det sociala stödet där grupperna inte skilde sig. Musikerna upplevde sig också som klart mindre stressade. Det finns alltså inget stöd för att musiker generellt har större stressproblem än andra yrkesgrupper med annan typ av ljudexponering.

Sammanfattningsvis finns det mycket svagt stöd för att musikernas psykosociala arbetssituation och deras uppskattning av musiken skulle påverka risken för att ljudexponeringen skulle ge hörselskador.

Andra hörselskador

I en avhandling från Göteborgs universitet (Kähäri, 2002) redovisades undersökningar av klassiska- och rock/jazzmusikers hörselstatus. I dessa undersökningar visade det sig att det inte

var traditionella bullerutlösta hörselnedsättningar som var det stora besväret i dessa yrkesgrupper utan snarare förekomsten av tinnitus, ljudöverkänslighet och även i viss mån distorsion och diplakusis.

De mekanismer som skulle kunna innebära att stress ökar risken för hörselnedsättning har även antagits kunna ha en liknande roll i uppkomsten av tinnitus och andra hörselstörningar (Horner, 2003; Simpson et al., 1974). Det empiriska stödet för sådana effekter är dock mycket svagt.

Ett stort antal studier har behandlat psykologiska karakteristika hos tinnituspatienter (för översikt se Erlandsson, 2000). Vid tolkningen av dessa måste man hålla i minnet att de behandlar personer som lider särskilt mycket av sina problem, och alltså inte alla kan ses som representativa för personer med tinnitus. Eftersom det i allmänhet också rör sig om tvärsnittsstudier är orsaksriktningen mellan de psykiska besvären och tinnitusbesvären också oklar. Ett exempel på en sådan studie är den av Zöger et al. (2001) som fann en överfrekvens av depression och ångest bland tinnituspatienter och att endast sju procent av patienterna angav att de hade haft tinnitusbesvär innan de fick dessa psykiatriska symptom. I en senare studie (Zöger et al., 2006) fann man att tinnitussymptomets svårighetsgrad hade samband med depressions- och ångestsymptomens styrka, vilka förklarade ungefär 20 procent av variansen i tinnitusbesvärens styrka. Samma forskargrupp fann att patienter med allvarlig tinnitus i större utsträckning led av ångestsymptom, psykosocial stress och en allmänt låg funktionsnivå (Holgers et al., 2005). I en grupp 8-20-åriga pojkar fann man också likartade samband (Holgers & Juul, 2006). Sambandet mellan tinnitus och depressions- och ångestsymptom förefaller alltså vara väl belagt. Däremot återstår det att visa om de korrelationer som man funnit står för ett orsakssamband och, om de gör det, i vilken riktning detta orsakssamband går.

Klara belägg finns däremot för att variationer i stressnivån kan påverka hur starka symptom man upplever (Andersson et al., 1997) och psykologiska metoder är därför en central del av behandlingen av tinnituspatienter.

Sammanfattningsvis finns det inga klara belägg för att psykologiska faktorer bidrar till uppkomsten av dessa besvär. Däremot vet vi att tinnitus är särskilt vanliga i psykiatriska patientgrupper och att symptomen ofta tilltar i stresstillstånd.

Musikers reaktioner på hörselskador och risken för hörselskador

Att få en hörselskada innebär problem för alla människor, men problemen blir naturligtvis särskilt stora för grupper vars yrke kräver god hörsel. Därmed blir också problemen av ett annat slag för musikern än för de flesta industriarbetare. En långt utvecklad förmåga att uppfatta fina nyanser i klangfärg, tonhöjd, duration och ljudstyrka är för musikern en central del av den professionella kompetensen. Även en hörselskada som för en icke-musiker skulle ses som en bagatell kan därför upplevas som mycket besvärande av musikern. En mindre tonhöjdsdistorsion (diplakusis) är bagatellartad för nästan alla andra yrkesgrupper, men kan av musikern ses som ett hot mot möjligheten att nå den kvalitet på prestationen som han begär av sig själv, och ytterst göra det omöjligt att utöva musikeryrket. Tinnitus och hyperakusis kan av liknande skäl upplevas som ett hot mot möjligheten att fortsätta som musiker.

Hörselproblem har därför också särskilt stora konsekvenser för självkänslan bland musiker, och det är också något som man oftast har undvikit att tala med kolleger om. De allvarliga konsekvenserna av en hörselskada gör också att musiker är mer oroliga än de flesta andra yrkesgrupper för att få problem med hörseln. När man i en studie av orkestermusiker i Storbritannien och Tyskland ställde frågan om hur oroad man var av olika arbetsmiljöproblem, var också buller det som man var mest oroad för (Harper, 2002). I linje med detta fann Kähäri et al. (1998) att 63 procent av de klassiska orkestermusikerna angav att de kände oro inför framtida negativ hörselutveckling.

Hörselskadornas betydelse för musiker visades också av Laitinen & Poulsen (2006) som fann att musiker i symfoniorkestrar rapporterade sjunkande livskvalitet med stigande antal hörselsymptom. Någon kontrollgrupp som inte bestod av musiker ingick dock inte i denna studie och det är därför inte helt säkert att detta visar att musiker är särskilt känsliga för hörselproblem.

Sammanfattningsvis kan hörselnedsättning, tinnitus och andra hörselskador få särskilt allvarliga konsekvenser för musiker och de upplevs därför också som ett särskilt stort hot av denna grupp.

Sammanfattande slutsatser

- Det finns inget stöd för att en positiv inställning till ljudet skulle minska risken för hörselskada. Däremot finns det visst stöd för att ljud som upplevs som obehagliga leder till större TTS än emotionellt neutrala eller positiva ljud. Att man tycker att ett ljud är obehagligt skulle alltså möjligen kunna öka risken för hörselpåverkan.
- Den ökade risken för hörselpåverkan skulle i så fall kunna vara en effekt av att den fysiologiska stressreaktionen ökar känsligheten hos hörselorganet.
- Många aspekter av musikers arbetsförhållanden kan bidra till att göra arbetet stressande, men arbetsvillkoren skiljer sig mycket mellan olika musikergrupper.
- Inga studier har påvisat att risken för PTS påverkas av attityd till ljudet eller av stress.
- Samband har påvisats mellan psykiatriska symptom och förekomsten av tinnitus och besvärens styrka, och besvären är ofta mest påträngande i stresstillstånd. Inga studier har dock kunnat påvisa att psykologiska förhållanden har betydelse för uppkomsten av tinnitus.
- Hörselnedsättning, tinnitus och andra hörselskador kan få särskilt allvarliga konsekvenser för musiker, och de upplevs därför också som ett särskilt stort hot av denna grupp.

Referenser

Allmendiger J & Hackman J R (1996). *Organisations in changing environments: the case of East German symphony orchestras*. Administration Science Quarterly, 41, 337-369.

Andersson G, Hägnebo C & Yardley L (1997). *Stress and symptoms of Ménière's disease: A time-series analysis*. Journal of Psychosomatic Research, 43, 595-603.

Arlinger S (2003). *Negative consequences of uncorrected hearing loss – a review*. International Journal of Audiology, 42 Suppl 2:2S17-20.

Axelsson A & Lindgren F (1981). *Pop music and hearing*. Ear and Hearing, 2, 64-69.

Dengerink J, Dengerink H & Chermak G (1982). *Personality and vascular responses as predictors of temporary threshold shift*. Ear and Hearing, 3, 196-202.

Erlandsson S (2000). *Psychological profiles of tinnitus patients*. In R. Tyler (Ed.), Handbook on tinnitus (pp. 25-58). San Diego: Singular Publishing.

- Fetter D (1993). *Life in the orchestra*. Maryland Medical Journal, 42, 289-292.
- Gabrielsson A (2003). *Music performance research at the millennium*. Psychology of Music, 31, 221-272.
- Harper B S (2002). *Workplace and health: A survey of classical orchestral musicians in the United Kingdom and Germany*. Medical Problems of Performing Artists, 17, 83-92.
- Holgers K-M, Zöger S & Svedlund K (2005). *Predictive factors for development of severe tinnitus suffering – further characterisation*. International Journal of Audiology, 44, 584-592.
- Holgers K & Juul J (2006). *The suffering of tinnitus in childhood and adolescence*. International Journal of Audiology, 45, 267-272.
- Horner K C (2003). *The emotional ear in stress*. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 27, 437-446.
- Hörmann H, Mainka G & Gummlich H (1970). *Psychische und physische Reaktionen auf Geräusch verschiedener subjektiver Wertigkeit*. Psychologische Forschung, 33, 289-309.
- Jakes S (1989). *Emotional factors in hearing loss*. In A. K. Broome (Ed.), Health psychology: Processes and applications (pp. 362-374). Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
- Kivimäki M & Jokinen M (1994). *Job perception and well-being among symphony orchestra musicians: a comparison with other occupational groups*. Medical Problems of Performing Artists, 9, 73-76.
- Kähäri K R (2002). *The influence of music on hearing. A study in classical and rock/jazz musicians*. Göteborg: Institutionen för Otolaryngologi, Göteborgs universitet.
- Kähäri K, Axelsson A, Hellström PA & Zachau G (1998). *Aspects on the occupational environment for orchestra musicians with a special emphasis on hearing and sound levels*. Poster presented at NAS conference 18-21 June 1998, Reykjavik, Island 1998: 170-172.
- Kähäri K, Eklöf M, Sandsjö L, Zachau G & Möller C (2003). *Associations between hearing and psychosocial working conditions in rock/jazz musicians*. Medical Problems of Performing Artists, 18, 98-105.
- Laitinen H & Poulsen T (2006). *Hearing protection and hearing symptoms in Danish symphony orchestras*. Paper presented at Euronoise 2006, Tampere.
- Liljeholm-Johansson Y & Theorell T (1999). *Orkestrarnas psykosociala miljö*. Stockholm: Institutet för psykosocial medicin.
- Lindgren F & Axelsson A (1983). *Temporary threshold shifts after exposure to music and noise of equal energy*. Ear and Hearing, 4, 197-201.
- Luterman D (1997). *Emotional aspects of hearing loss*. Volta Review, 99, 75-83.
- Marshall I, Brandt J F & Marston L E (1975). *Anticipatory middle-ear reflex activity from noisy toys*. Journal of Speech and Hearing Disorders, 40, 320-326.
- McBride D, Gill F, Proops D, Harrington M, Gardiner K & Attwell C (1992). *Noise and the classical musician*. British Medical Journal, 305, 1561-1563.

- Muchnik C, Hildesheimer M & Rubinstein M (1980). *Effect of emotional stress on hearing*. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 228, 295-298.
- Muchnik C, Sahartov E, Peleg E & Hildesheimer M (1992). *Temporary threshold shift due to noise exposure in guinea-pigs under emotional stress*. *Hearing Research*, 58, 101-106.
- Nuttall A L (1999). *Sound-induced cochlear ischemia/hypoxia as a mechanism of hearing Loss*. *Noise & Health*, 2, 17-31.
- Obeling L & Poulsen T (1999). *Hearing ability in Danish symphony orchestra musicians*. *Noise & Health*, 2, 43-49.
- Parasuraman S & Purohit Y (1999). *Distress and boredom among orchestra musicians: the two faces of stress*. *Journal of Occupational Health Psychology*, 4, 142-151.
- Raeburn S D, Hipple J, Delaney W & Chesky C (2003). *Surveying popular musicians' health status using convenience samples*. *Medical Problems of Performing Artists*, 18, 113-119.
- Simpson G C, Cox T & Rotschild D R (1974). *The effects of noise stress on blood glucose level and skilled performance*. *Ergonomics*, 17, 481-487.
- Smith D W (1988). *The great symphony orchestra – a relatively good place to grow old*. *International Journal of Aging and Human Development*, 27, 233-247.
- Sternbach D (1993). *Addressing stress-related illness in professional musicians*. *Maryland Medical Journal*, 42, 283-288.
- Swanson S J, Dengerink H A, Kondrick P & Miller C L (1987). *The influence of subjective factors on temporary threshold shifts after exposure to music and noise of equal energy*. *Ear and Hearing*, 8, 288-291.
- Theorell T, Ahlberg-Hultén G, Berggren T, Sigala F, Svensson J & Wallin B M (1987). *Arbetsmiljö, levnadsvanor och risk för hjärtsjukdom (Stressforskningsrapporter nr 195)*. Stockholm: Statens institut för psykosocial miljömedicin.
- Wills G I (2003). *Forty lives in the bebop business: mental health in a group of eminent jazz musicians*. *British Journal of Psychiatry*, 183, 255-259.
- Wills G & Cooper C L (1988). *Pressure sensitive. Popular musicians under stress*. London: Sage.
- Yonovitz A (1976). *Classical conditioning of the stapedius muscle*. *Acta Otolaryngologica*, 82, 11-15.
- Zöger S, Svedlund J & Holgers K-M (2001). *Psychiatric disorders in tinnitus patients without severe hearing impairment: 24-month follow-up of patients at an audiological clinic*. *Audiology*, 40, 133-140.
- Zöger S, Svedlund J & Holgers K (2006). *Relationship between tinnitus severity and psychiatric disorders*. *Psychosomatics* 47, 282-288.

5. Hörselskydd, skärmar och akustik

Inledning

Vid utövande av eller lyssnande på musik finns behov av speciella hörselskydd. Generellt har man sällan behov av speciellt stor dämpning, men i gengäld ska dämpningen vara densamma vid alla frekvenser så att man undgår en oönskad färgning av ljudbilden. Vanliga hörselskydd är inte lämpliga i samband med musik.

Generellt används hörselskydd att skydda hörseln mot för starka ljud. Hörselskydd finns både som hörselgångsproppar och som kåpor, och båda typerna finns i ett stort antal olika utföranden. Formellt hör hörselskydd till arbetsmiljöskydd (som skyddsglasögon, hjälmar, skyddsskor etc.) och ska därför följa de EU-direktiv som gäller området personliga skydd (personal protective equipment, PPE). Man kan därför bara köpa hörselskydd som är CEMärkta, dvs. uppfyller en lång rad krav på akustisk dämpning, mekaniskt utförande, hållbarhet etc.

Befinner man sig på en arbetsplats med skadligt buller är det väsentligt att man använder hörselskydd hela den tid man befinner sig i bullret. Tar man av skyddet en kort tid reduceras den effektiva skyddseffekten avsevärt. Det är bättre att använda ett hörselskydd med måttlig dämpning hela tiden än ett kraftigt dämpande skydd endast en del av tiden. Som tumregel bör man välja hörselskydd så att ljudnivån innanför skyddet (den nivå som brukaren utsätts för) ligger mellan 75 och 80 dB(A). H-M-L-metoden kan användas för att välja hörselskydd efter detta kriterium. H-, M- och L-värdena anger hörselskyddets dämpning vid Höga, Mitt- och Låga frekvenser (ISO 4869-2, 1994).

Översikt över olika typer av hörselskydd

Proppar: Vanliga hörselgångsproppar kan vara tillverkade av skumplast, glasdun/plastfolie, gjutna i akryl eller silikon eller framställda efter avtryck av brukarens ytteröra och hörselgång. Några proppar är försedda med ett snöre att bäras om halsen när propparna inte används. Andra är försedda med en bygel som pressar propparna mot hörselgångarna.

Kåpor: Vanliga kåpor är försedda med en bygel som pressar kåpor mot huvudet. Hjässbygel är den vanligaste bygelformen men det finns också kåpor med bygel som placeras i nacken eller under hakan. Kåpornas tätningring som ligger an mot huden är vanligen fylld med skumplast under en mjuk plastfolie för att ge en flexibel tätning.

De vanliga hörselskydden innehåller inte någon form av elektronik och kallas därför passiva hörselskydd. De innehåller inte heller akustiska filter eller andra detaljer som kan påverka dämpningen. De ger samma dämpning för både svaga och starka ljud och kallas därför linjära skydd. De vanliga skydden är alltså både passiva och linjära. Som regel ökar dämpningen med frekvensen upp till ca. 1 kHz varefter dämpningen håller sig någorlunda konstant.

Olinjära hörselskydd är försedda med ett (passivt) akustiskt filter som gör att dämpningen ökar vid mycket höga ljudnivåer. Olinjära hörselskydd finns som proppar och kåpor och mätningar har visat att den olinjära effekten inträder vid nivåer långt över de 115 dB som är maximalt tillåten nivå i arbetsmiljön.

Elektroniska hörselskydd av kåptyp är utrustade med mikrofoner, inbyggda högtalare och elektronik. Denna typ fungerar så att omgivningsljudet fångas av mikrofonen och sänds ut via högtalaren inne i kåpan. Hörselskyddet är försett med automatisk förstärkningskontroll så att ljudnivån innanför kåpan inte kan överskrida ca 85 dB SPL. Vid ljudnivåer klart under 85 dB går ljuden direkt via elektroniken, men om ljudnivån blir högre reduceras förstärkningen i elektroniken och vid nivåer över 85 dB spärrar elektroniken och hörselskyddet fungerar som ett rent passivt skydd.

En *hörapparat* kan fungera på samma sätt som ett elektroniskt hörselskydd, men eftersom en hörapparat är avsedd att kompensera för en hörselnedsättning, som typiskt uppträder vid höga frekvenser, och dessutom kan avge ganska höga ljudtrycksnivåer, ska apparaten vara inställd på ett annat sätt än normalt för att kunna fungera som hörselskydd. Det förutsätter dessutom att hörapparaten och dess hörselgångsinsats sluter tätt i hörselgången.

Aktiva hörselskydd innehåller också elektronik men här med avsikt att begränsa ljudnivån under kåpan med hjälp av aktiv bullerdämpning med motfasljud. Denna funktion är effektiv vid låga frekvenser där den passiva dämpningen hos vanliga skydd är minst. Aktiva hörselskydd används i speciellt kraftiga bullermiljöer, t.ex. i maskinrum på fartyg och i helikoptrar. Observera skillnaden mellan elektroniska och aktiva hörselskydd.

Hörselskydd för musiker är hörselgångsproppar försedda med speciella former av filter som har till uppgift att ge hörselskyddet samma dämpning vid alla frekvenser. Detta är väsentligt för att hörselskyddet inte ska färga ljudbilden så som de flesta vanliga skydd gör. Se vidare längre fram.

Typiska dämpningsvärden för vanliga hörselskydd

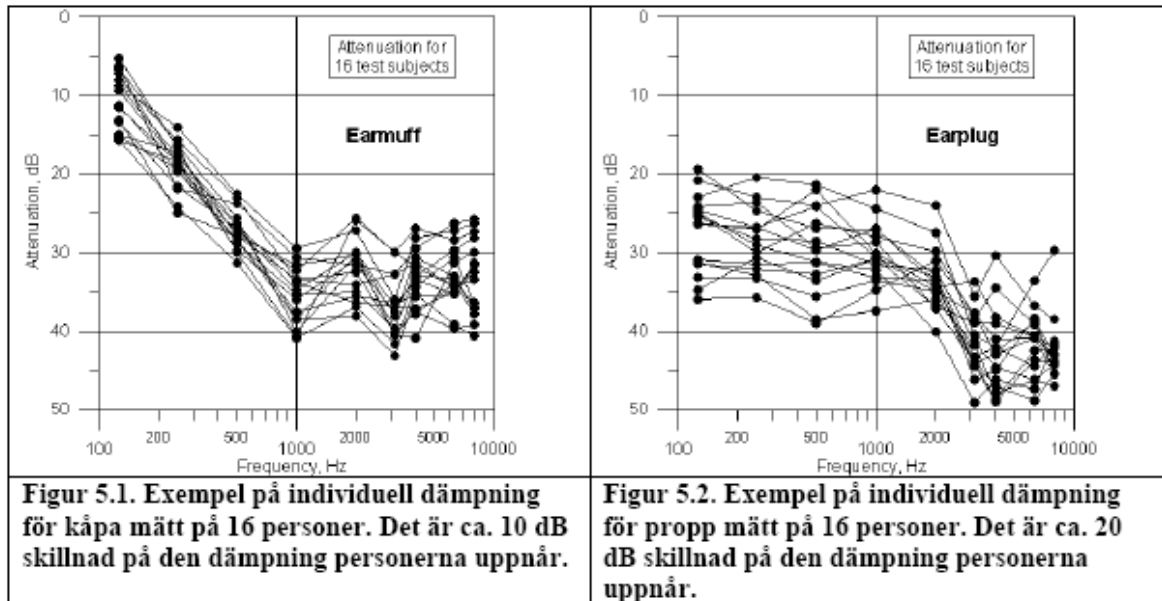
I Tabell 5.1 visas några typiska dämpningsvärden för vanliga hörselskydd. Värdena har bestämts enligt den standardiserade metoden i ISO 4869-1 (1990), som går ut på att bestämma hörtrösklarna vid olika frekvenser för 16 personer dels med, dels utan hörselskyddet på. Dämpningen beräknas som skillnaden mellan de två hörtrösklarna för varje frekvens. De värden som visas i tabellen är medelvärden och standardavvikelse – det senare är ett mått på hur stor variation det är mellan de 16 försökspersonernas resultat.

Tabell 5.1: Typiska dämpningsvärden i dB för hörselskydd av resp. kåp-och propptyp. Standardavvikelsen visas kursivt.

	Frekvens, Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Kåpa	Medeldämpning	9,1	12,9	25,0	30,5	32,4	41,0	36,4
	<i>Standardavvikelse</i>	2,2	2,4	2,7	3,7	2,4	2,5	4,2
Propp	Medeldämpning	18,1	24,8	30,5	30,5	31,6	36,9	40,4
	<i>Standardavvikelse</i>	8,6	10,1	9,8	7,1	3,8	4,3	4,8

Den dämpning som kan uppnås varierar mycket från person till person. Lägg märke till att standardavvikelsen är mycket större för proppar än för kåpor. Detta avspeglar större individuella skillnader mellan personernas dämpningsdata, se Figur 5.1 och 5.2. För proppar ser man ofta ett variationsområde på ca. 20 dB från minsta till största dämpningsvärde för en given frekvens, medan för kåpor variationsområdet typiskt är omkring 10 dB. Den stora variationen för proppar anses främst bero på att det är svårare för brukaren att sätta in proppen korrekt i hörselgången.

De skillnader i dämpning som olika personer uppvisar ska man tänka på när man väljer hörselskydd. Man kan inte räkna med att alla uppnår den dämpning som är angiven för det aktuella skyddet.



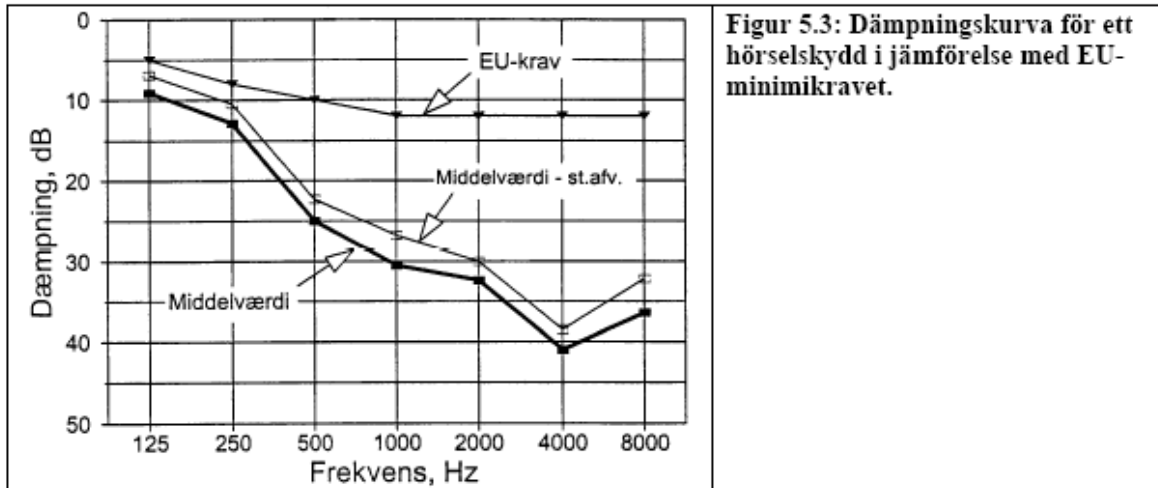
De presenterade dämpningsvärdena har uppnåtts under kontrollerade förhållanden i ett laboratorium. I praktiken finner man ofta mindre dämpningsvärden. Detta beror t.ex. på att proppar inte sätts in korrekt i hörselgången eller att kåpor inte sluter tätt mot huvudet. Tätningen kan t.ex. lätt försämrats på grund av glasögonskallar eller kraftigt hår. Gamla och styva tätningssringar kan också orsaka dålig tätning.

CE-märkning av hörselskydd innebär bl.a. krav på en viss minimidämpning - se Tabell 5.2. Minimidämpningen beror på frekvensen och beräknas som medelvärdena för försökspersonerna minus standardavvikelsen. På detta sätt håller man sig på den säkra sidan och tar hänsyn till att inte alla personer uppnår lika stor dämpning.

Tabell 5.2: Krav på minsta dämpning (beräknat som medeldämpning minus en standardavvikelse).

EU krav	Frekvens, Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Minimidämpning, dB	5	8	10	12	12	12	12

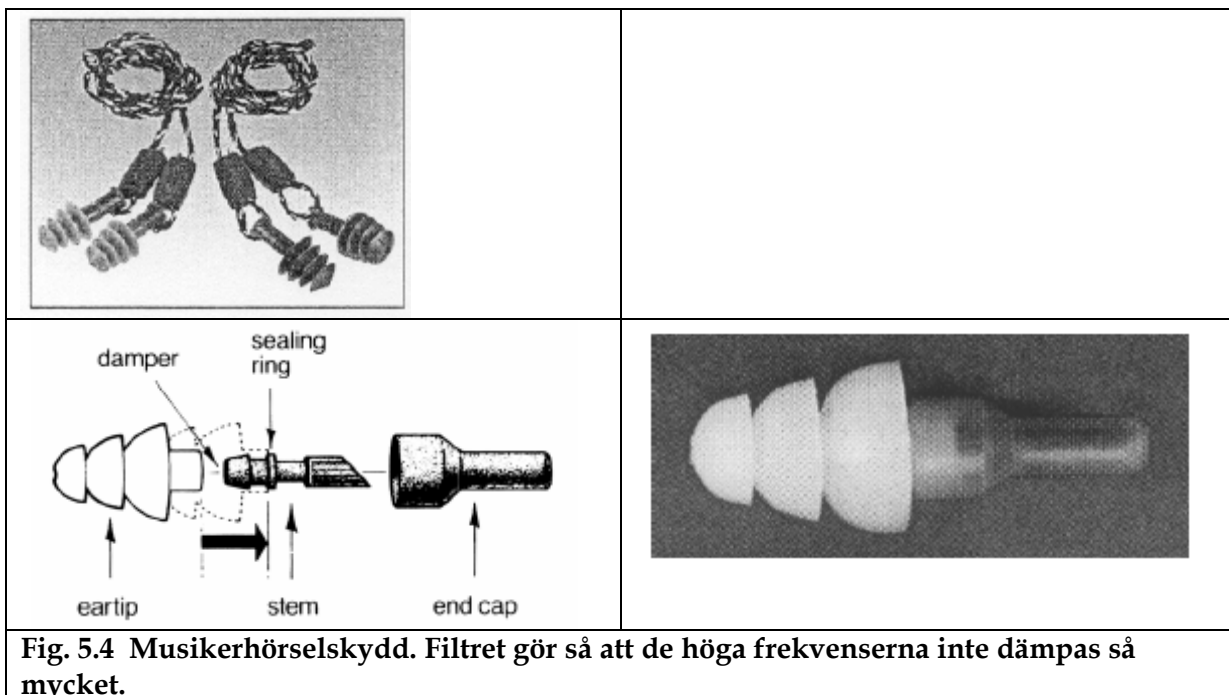
Den feta kurvan i Figur 5.3 visar medelvärden för kåpan i Tabell 5.1. Den tunna kurvan är medelvärden minus standardavvikelsen. Dessutom är EU-kravet inritat i figuren. Som man kan se klarar detta skydd EU-kravet utan problem. Musikerhörselskydd som inte dämpar så mycket kan ha svårigheter med att uppfylla EU-kravet.



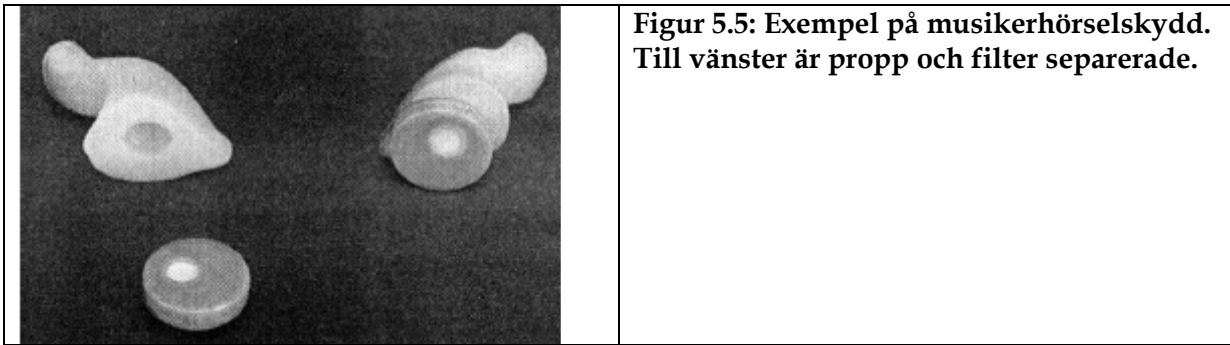
Musikerhörselskydds dämpning

Musikerhörselskydd ger principiellt samma dämpning vid alla frekvenser så att skyddet inte färgar ljudbilden på samma sätt som vanliga hörselskydd. Detta uppnås genom att förse skyddet med ett filter som har till uppgift att *reducera* dämpningen vid höga frekvenser.

Två exempel på hörselgångsproppar som har nästan frekvensoberoende dämpning visas i fig. 5.4. I båda skydden finns ett filter inbyggt i skaftet på proppen. Dessa proppar kan användas av alla och kräver inte individuell anpassning.




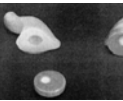
En annan typ av musikerhörselskydd är baserat på ett standardfilter som monteras i en individuellt anpassad hörselgångspropp. Själva proppen görs efter en avgjutning av hörselgången på samma sätt som man framställer proppar till hörapparater, se Figur 5.5. Filtrets funktion påverkas av hålrummet i hörselgången mellan propp och trumhinna och det är därför nödvändigt med en noggrann individuell anpassning. Filtret finns i tre versioner som principiellt ger en dämpning på respektive 9dB, 15 dB och 25 dB (se Killion 1993). I Tabell 5.3 visas dämpningsvärden för musikerhörselskydd.



Figur 5.5: Exempel på musikerhörselskydd. Till vänster är propp och filter separerade.

För vanliga proppar finner man stora variationer i dämpningsvärdena från person till person och denna variation gör sig också gällande för musikerproppar. Det betyder att den enskilda brukaren inte kan garanteras att få en dämpning motsvarande värdena i Tabell 5.3, men att det faktiskt kan vara avvikelser på plus eller minus 3-4 dB.

Tabell 5.3: Fabrikantdata (dämpning och standardavvikelse i dB) för hörselgångspropparna i fig. 5.4 och ungefärliga dämpningsdata för proppen i fig. 5.5 (15 dB-versionen) (ur Killion 1993) och typiska standardavvikelser för sådana proppar (ur Andersen 1997).

	Frekvens [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	Medeldämpning	23	21,3	21,5	24,3	30,8	28,6	39,4
	Standardavvikelse	5,9	6,2	5,3	5,5	5,9	6,3	6,4
	Medeldämpning	14,5	15,3	16,9	18,9	22,5	19,8	24,6
	Standardavvikelse	3,8	2,8	2,5	3,0	3,4	2,8	2,6
	Medeldämpning	15	14	14	13	12	12	18
	Standardavvikelse	5,2	2,7	2,1	3,6	2,9	4,7	4,1

När hörselgången stängs med en propp uppträder den så kallade ocklusionseffekten. Den innebär att man upplever ljuden från den egna stämman på ett annat sätt än normalt, att man t.ex. upplever att ljuden från tugg rörelser blir starkare, att man hör sina fotsteg osv. På grund av ocklusionseffekten har sångare och blåsare (för vilka ljudkällan är i tät kontakt med huvudet) ofta problem med att vänja sig vid att använda musikerproppar.

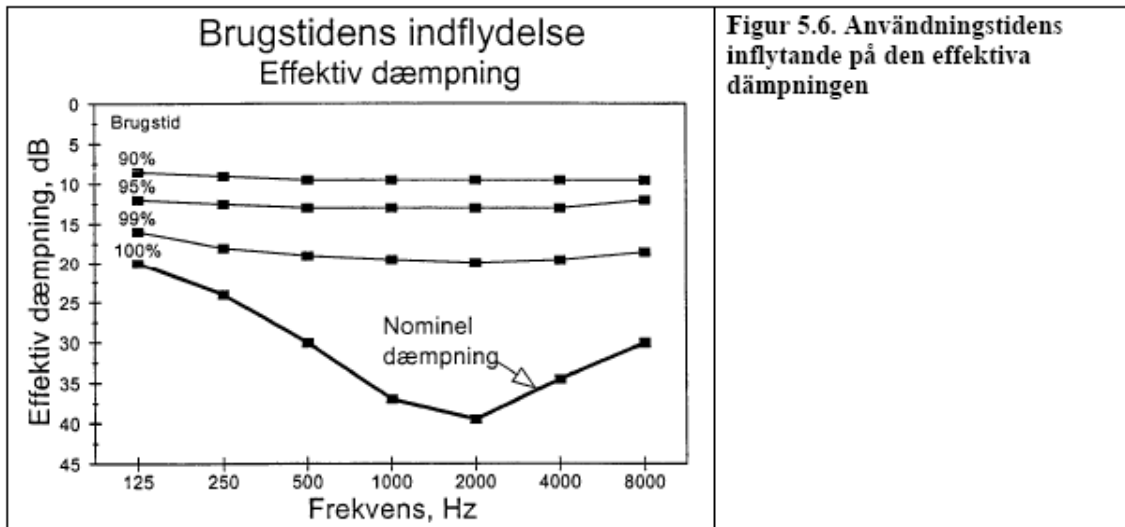
Bedömning av hörselskydds dämpning

Till en given bullersituation bör man välja hörselskydd som dämpar tillräckligt mycket utan att dämpa för mycket. Detta görs enklast med hjälp av den s.k. H-M-L-metoden. H-, M- och L-värdena som anges för ett hörselskydd motsvarar dämpningen vid höga, mitt- och låga frekvenser. Metoden beskrivs i den internationella standarden ISO 4869-2 (1994), där det framgår att H-, M- och L-värdena är beräknade på basis av de detaljerade dämpningsvärdena (som t.ex. från Tabell 5.1). För att använda metoden exakt ska man känna till den aktuella ljudnivån mätt med A-vägning och helst också mätt med C-vägning.

Använd hörselskyddet hela tiden

Det är speciellt viktigt att man använder hörselskyddet hela den tid man exponeras för den höga ljudnivån. Skyddet skyddar självfallet endast när man använder det. Även om man tar av skyddet bara en kort tid kan man utsättas för en betydande bullerdos. Hörselskyddets effekt ska ses som en produkt av dämpning och användningstid, alltså ett dosmått. Figur 5.6 visar ett exempel på den skyddseffekt man kan förvänta sig om man bara använder skyddet en del av den

tid man exponeras för bullret. 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.



Hörselskyddets dämpningsdata visas som den feta kurvan i Figur 5.6. Man kan självfallet bara räkna med denna dämpning så länge man bär skyddet. Om man bara använder det 90 % av den tid man befinner sig i bullret motsvarar detta en effektiv dämpning på bara c:a 10 dB. Detta innebär att om man använder det högdämpande skyddet 90 % av tiden motsvarar detta samma dämpning som att använda ett skydd med 10 dB dämpning hela tiden.

Vid utövande av eller lyssnande på musik är de speciella musikerpropparna väl lämpade genom att de ger en begränsad men som regel tillräcklig dämpning som är närmast oberoende av frekvensen. Skydden är relativt komfortabla och kan lätt användas under hela exponeringstiden.

Litteratur om användning av hörselskydd i samband med musik

Orkestermusiker

I samband med två stora kongresser i USA för slagverkare undersökte Curk & Cunningham (2006) användningen av hörselskydd hos såväl professionella som amatörmusiker. Vid den ena kongressen intervjuades 111 slumpmässigt utvalda deltagare. Vid den andra kongressen deltog 400 frivilliga som erbjöds hörselprov och som därefter fyllde i ett frågeformulär om hörselskyddsanvändning. De 300 första fick dessutom ett par hörselskydd av typ Etymotic ER-15. Ett halvår senare tillsändes deltagarna ett frågeformulär om hörselskyddsanvändningen under detta halvår. Resultaten visade att 77 % (av 172 svarande) nu använde skydd oftare än tidigare. En fjärdedel av personerna hade köpt nya skydd efter den första intervjun. Man använde hörselskydd oftare i samband med övning än vid konserter. Musikerna var generellt medvetna om risken för hörselskador och hade kännedom om vad hörselskydd kan göra. Som negativt med hörselskydd angavs att de förvränger ljudet, de är för dyra, de är för svåra att sätta in i hörselgången och att de är obehagliga att bära. Musikerna var klara över att en hörselnedsättning är permanent och inte kan repareras. Information till slagverkarna om risken att få en hörselskada åstadkom en ökande användning av hörselskydd.

Hoffman et al. (2006, USA) har gjort hörselmätningar och intervjuat försökspersonerna om deras musikaliska exponeringshistorik. Audiogrammen jämfördes med en ålders- och könsmatchad referensgrupp. Slagverkarnas hörsel var signifikant sämre än referensgruppens, men skillnaderna var små. Hörseln var sämst på vänster öra. Man fann hörselnedsättning hos 39 % av slagverkarna mot 9 % i referensgruppen. Slagverkare som använde hörselskydd av skumplasttyp under övning uppvisade signifikant bättre hörtrösklar än de som inte använde dessa hörselskydd. Professionella slagverkare uppvisade signifikant sämre hörtrösklar än amatörer, och likaså innebar användning av förstärkarsystem sämre hörtrösklar.

Rudel et al. (2006) har mätt otoakustiska emissioner på medlemmar av Staatskapelle Weimar, Semperoper Dresden och elever från Musikgymnasiums Belvedere Weimar. De undersöktas ålder varierade mellan 11 och 69 år. Med hjälp av ett frågeformulär bedömdes ärftliga hörselproblem, tidigare öronsjukdomar, tinnitus etc. Man frågade också om intresse för hörselskydd, användning av hörselskydd och eventuella problem i samband med användningen. Musikerna var uppmärksamma på risken för hörselskador och intresserade sig för förebyggande åtgärder. De testade hörselskydden användes dock bara av 1,5 % av musikerna. Det är nödvändigt med en bättre utbud av och tillgång till hörselskydd.

Laitinen (2005, Finland) konstaterade att det inte är vanligt att använda hörselskydd bland musiker trots att ljudnivåerna ofta är över 85 dB(A). Ett frågeformulär använt vid fem större orkestrar i Helsingfors visade att endast 6 % av musikerna använde hörselskydd. Nästan alla musiker var upptagna av frågan om de hade normal hörsel. 31 % ansåg att de hade en större eller mindre hörselnedsättning. Personer som hade någon form av hörselrelaterat symptom (tinnitus, hyperakusis, smärta i örat, irritation i hörselgången etc.) använde oftare hörselskydd än personer utan symptom. Motivation och träning är nödvändigt för att öka bruket av hörselskydd bland orkestermusiker.

Laitinen & Poulsen (2006) genomförde en studie om hörselskydd, hörselproblem och arbetsmiljö för musiker i tre danska symfoniorkestrar. Orkestrarna besöktes av författarna och fick information om hörselskydd och hörselskador. Ett frågeformulär besvarades av 146 musiker. Resultaten visade att musikerna använde hörselskydd i viss utsträckning, men detta skedde ofta oregelbundet och ibland bara i ena örat. Användningen var lägst vid egna övningar och undervisning och något bättre vid övning med orkester och vid framförande. Bara 13 % vände sig vid hörselskydd direkt, för 15 % tog det viss tid, 43 % hade inte vant sig vid dem men använde ibland ändå, och 29 % avstod från att använda hörselskydd på grund av för stora svårigheter. Musikerna oroade sig för sin hörsel. Ju flera symptom från hörsel eller öron de hade, desto oftare använde de hörselskydd. Musikerna uppvisade olika former av symptom, och musiker med symptom upplevde mera stress och sämre livskvalitet jämfört med kollegor utan symptom. Hörselvård för musiker är således en komplicerad verksamhet, och mera kunskap behövs.

Baserat på musikinstrumenters frekvenskaraktäristik gav Chasin (1996) en tabell med rekommenderade hörselskydd för olika instrumentgrupper. De föreslagna skydden är nästan genomgående Etymotic Research ER-15, eventuellt modifierat med avseende på hörfrekvensdämpningen. Han nämner också vikten av att pröva sig fram.

González & Armendáriz (2001, Spanien) har företagit mätningar i en symfoniorkester och i en övningslokal. I orkestern varierade de A-vägda ljudnivåerna från 84 dB (violin) till 92 dB (trumpeter). Toppnivåer (peak) på upp till 123 dB uppmättes vid trumpeter. I övningslokalen låg ekvivalentnivåerna mellan 86 och 99 dB(A) beroende på instrument. Toppnivåer (peak) uppmättes till 102 dB (oboe), 120 dB (xylofon) och 131 dB (caja - liten trumma). Generellt var musikerna bekymrade för sin hörsel på grund av buller (=musik). 44 % av musikerna använde

skumplastproppar nu och då vid extrema tillfällen. 20 % av musikerna ansåg hörselskydd acceptabla. De flesta fann dem obekväma och att de hade negativ påverkan på spelandet. 23 musiker hade anskaffat speciella musikerproppar men menade att de inte var nödvändiga i övningssituationen när inga andra instrument störde. Slutsatsen var att musikerskydd kan vara nödvändigt för några musiker/instrument, men att de inte får påverka musikerns förutsättningar att utföra sitt arbete.

Cederstam (2006) har undersökt om musiker och icke-musiker har olika inställning till användning av hörselskydd vid lyssning på musik med hög ljudnivå. Trots att man kunde förvänta sig sådan skillnad visade dock inte resultaten detta. Det kan möjligen bero på att musikerna i undersökningen inte hade musicerandet som sin huvudsysselsättning och att icke-musikerna var starkt musikintresserade.

Wright Reid (2001) refererar – på basis av en undersökning baserad på frågeformulär bland 500 engelska musiker – att ganska många musiker (i synnerhet träblåsare) är bekymrade för sin hörsel. Bland träblåsarna använde 65 % proppar under konserter och bland stråkarna 55 %. Man upplevde att intonationen blir svår, man kan bara höra sitt eget instrument, och det är svårt när ljudnivån skiftar från mycket kraftigt till mycket svagt (t.ex. hos Mahler eller Strauss).

Personal

Gunderson et al. (1997, USA) har undersökt ljudnivåer i åtta musikklubbar för att värdera risken för hörselskada hos personalen (bartender, serveringspersonal, ljus- och ljudtekniker), tillsammans 31 personer. Bakgrundsnivåerna låg mellan 84 och 97 dB(A), men under föreställningar varierade nivåerna från 95 till 107 dB(A). Endast 16 % av personerna angav att de regelmässigt använde hörselskydd. Författarna konkluderade att personalen har en betydlig risk för att få en bullersakad hörselskada. Det är nödvändigt att utveckla ett förebyggande hörselvårdsprogram och öka användningen av hörselskydd.

Publik, lyssnare

Publiken är självfallet inte på arbete när de är på en konsert, men det kan ändå vara relevant att veta något om publikens användning av hörselskydd.

Inställningen till hörselskydd undersöktes bland publiken vid rockkonserter i Toronto (Bogoch et al., 2005). Undersökningen genomfördes med hjälp av frågeformulär som besvarades av 204 personer. De hade en genomsnittsalder av 21 år och drygt hälften var män. Lite mer än hälften av personerna menade att det är sannolikt eller mycket sannolikt att man kan få hörselskador av rockkonserter, men 80 % angav att de aldrig använde hörselskydd vid sådana tillfällen. Personer som hade upplevt tinnitus eller annan hörselpåverkan var klart mera benägna att använda hörselskydd. Om proppar utdelades vid ingången menade många att de skulle använda dem vid framtida konserter.

Olsen-Widen & Erlandsson (2004) har bland unga svenskar undersökt om inställningen till buller beror på ålder och socio-ekonomisk status. Samtidigt har man undersökt användning av hörselskydd på diskotek och vid pop-konserter. Undersökningen omfattade 1285 personer. Med stigande ålder får de unga en mera negativ och kritisk inställning till buller. Med stigande socialt status får man en mera kritisk inställning till buller och använder därför oftare hörselskydd. Användningen av skydd på diskotek och vid konserter beror på om man hade upplevt hörselproblem som t.ex. tinnitus. Personer som spelar på sin fritid använde oftare hörselskydd på diskotek och vid konserter. Om man på förhand är rädd för sin hörsel ökar sannolikheten för att man använder hörselskydd. Cirka 30 % använde hörselskydd vid konserter.

Widén et al. (2006) har undersökt skillnaden mellan svensk och amerikansk ungdom med hänsyn till inställning till buller och användningen av hörselskydd vid popkonserter. Från Sverige deltog

179 personer och från USA 203 i åldrarna 17 till 21 år. Resultaten visar att män är något mindre kritiska till buller än kvinnor och att amerikanska män är mindre kritiska än svenska män. Vid konserter använde 27 % av männen hörselskydd mot 37 % bland kvinnorna. Bland konsertbesökarna hade 6 % permanent tinnitus. 61 % av de svenska konsertbesökarna använde hörselskydd.

Weichbold & Zorowka (2003) har undersökt om en hörselskyddskampanj bland unga personer i Österrike kunde ändra/öka användningen av hörselskydd vid diskoteksbesök. 169 studenter deltog i undersökningen och fyllde i ett frågeformulär före kampanjen och igen ett år efter kampanjens avslutande. De blev bl.a. tillfrågade om hur ofta man gick på diskotek och om man använde proppar under diskoteksbesök. Antalet personer som gick på diskotek mer än 10 gånger på ett halvt år gick ned från 34 % före kampanjen till 24 % efter kampanjen. Den generella ändringen i antalet diskoteksbesök var inte signifikant. Antalet personer som använde proppar under diskoteksbesök steg från 0 % till 3,7 %. Man konkluderade att kampanjen hade mycket liten effekt på ungdomens användning av proppar och omfattningen av diskoteksbesök.

Zeigler & Taylor (2001, USA) undersökte om en tinnituskampanj hade inflytande på musikstuderandes användning av hörselskydd och andra hörselbevarande åtgärder. 248 studenter deltog fördelat på 200 från en statlig högskola och 48 från en privat. 9 % angav att de hade tinnitus i någon grad. På frågan om vad som var orsaken till deras tinnitus var det vanligaste svaret "vet inte", följt av "påverkad av buller under en längre period". De flesta studenterna använde inte hörselskydd under prov eller konserter. Vid en uppföljande undersökning 30 veckor efter kampanjen angav 86 % att de inte hade ändrat sina vanor med avseende på hörselskyddsanvändning. Studenterna på den privata högskolan använde signifikant oftare hörselskydd än studenterna på den större högskolan. Detta kunde bero på att studenterna vid den mindre högskolan under tinnituskampanjen hade hört om flera exempel på tinnitusdrabbade än de på den större högskolan.

Skärmar

Generellt

Det är ett rimligt antagande att en skärm som är uppsatt bakom en musiker i en symfoniorkester kan skydda mot ljudet från instrument placerade bakom musikern. Det har genomförts en del försök med sådana skärmar, men det är svårt att finna data som dokumenterar skärmarnas skyddseffekt.

Skärmen måste vara väsentligt större än ljudens våglängd för man ska få en avskärmande effekt. Vid stämtonen 440 Hz är våglängden c:a 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 kan vara ganska effektiv vid de harmoniska övertonerna.

För att en skärm ska ha någon effekt ska den befinna sig ganska nära musikerns huvud. Skärmen kan skydda en musiker mot ljud som kommer bakifrån, men skärmen verkar också som en reflektor för ljud som kommer framifrån. Därigenom kan skärmen faktiskt ha en verkan som är motsatt den avsedda. Skärmen har dessutom ofta en lätt rundning omkring musikerns nacke, men för att undgå fokuseringsproblem ska rundningen inte vara för utpräglad.

I en symfoniorkester ska orkestermedlemmarna vara synliga för publiken och musikerna ska kunna se dirigenten. Därför används ofta genomskinliga skärmar av plexiglas, och skärmarna kan inte utan vidare bekläs med absorberande material.

I ett operaorkesterdike är orkestern inte direkt synlig för publiken. Det ger lite flera frihetsgrader när det gäller utformning av skärmar. De behöver inte vara genomskinliga utan kan t.ex. vara klädda med absorberande material på den nedre delen av skärmen. I orkesterdiket är det väsentligt för musikerna att kunna se dirigenten men i motsats till för en symfoniorkester är utseendet mindre väsentligt.

En musiker som sitter med en skärm *framför* sig får ljudet från sitt eget instrument reflekterat tillbaka till sig själv. Det innebär att skärmen kan öka ljudnivån på denna musikers plats. Lite förenklat kan man säga att man på detta sätt riskerar att flytta problemet från en musiker till en annan.

För rytmisk musik är det vanligt att slagverkare avskärmas med stora genomskinliga skärmar hela vägen runt musikern. Härigenom dämpas de ljud som övriga orkestermedlemmar utsätts för. Av hänsyn till slagverkaren kläds skärmarna invändigt med absorberande material på den nedre delen av skärmarna. I många orkestrar pågår försök med utformning och placering av olika skärmar.

Litteratur om skärmar

Effekten av skärmar har undersökts av Camp & Horstman (1992). Klara plastskärmar placerades i öronhöjd för en sittande person. Storleken på skärmen anges ej men var sannolikt c:a 60 x 60 cm. Mikrofonen var placerad c:a 17 cm från skärmen. Man gav bara begränsade upplysningar om mätningarna som företogs med både rena toner och bredbandiga signaler. Resultaten från mätningarna med rena toner anges i tabell 5.4 där också våglängden visas som jämförelse.

Tabell 5.4: Dämpning i dB av 60x60 cm skärm vid olika frekvens

Frekvens, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	6000
Dämpning, dB	0	1	-2	8	9	13	15	17
Våglängd, cm (ca.)	536	268	134	68	34	17	8	6

Mättekniken är inte överbevisande. Dämpningen är "largely dependent upon the position and the angle of the microphone (or ear) relative to the screen". Skärmen ger alltså begränsad effekt bortsett från de högsta frekvenserna. Med bredbandssignaler uppnådde man en ändring av den C-vägda ljudtrycksnivån på 2 dB (med/utan skärm) och en dämpning på 3 dB mätt i dB(A).

I fig. 5.7 visas en skärm som placeras ganska nära musikerns huvud. När musikern förväntar sig starkt ljud från de omgivande musikerna, aktiverar musikern skärmen genom att luta sitt huvud bakåt in i skärmen. På så sätt uppnås en dämpning som framgår av tabell 5.5.



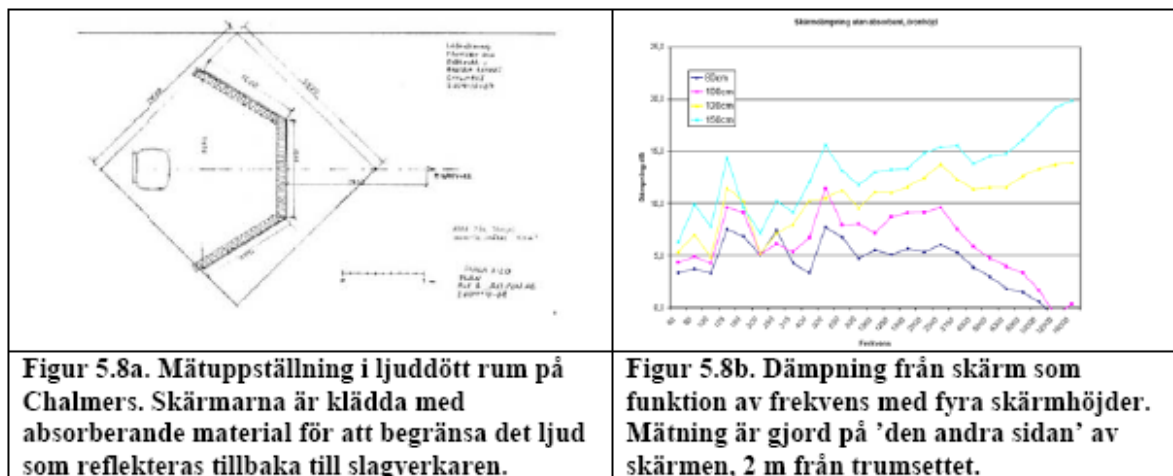
Figur 5.7 Skärm som placeras i närheten av musikerns huvud

Tabell 5.5: Angiven dämpning i dB för skärmen i fig. 5.7.

Frekvens, Hz	250	500	1000	2000	4000
Dämpning, dB	2	2	5	16	22

Mätningarna har gjorts på personer med minimikrofoner vid eller i örat. Erfarenheterna från musiker som använt denna skärmtyp är blandade.

I samband med akustikprojektet Kähari et al., 2006 har man mätt effekten av att ställa upp skärmar runt ett trumset. Man mätte både i ett ljuddött rum och i den aktuella spellokalen. I ljuddött rum mätte man på 2 m avstånd från trumsetet och med mikrofonen placerad 120 cm resp. 170 cm över golvet. Skärmhöjder var 80, 100, 120 och 150 cm. Se Figur 5.8a. Resultaten visas i Figur 5.8b. En dämpningseffekt på 5 till 15 dB kan uppnås, beroende på frekvens och skärmhöjd.



Figur 5.8a. Mätuppställning i ljuddött rum på Chalmers. Skärmarna är klädda med absorberande material för att begränsa det ljud som reflekteras tillbaka till slagverkaren.

Figur 5.8b. Dämpning från skärm som funktion av frekvens med fyra skärmhöjder. Mätning är gjord på 'den andra sidan' av skärmen, 2 m från trumsettet.

Placering av musiker i orkestern

Om platsen tillåter är det en fördel att öka avståndet mellan musikerna. Härigenom reduceras påverkan från närsittande musiker. Wright Reid (2001) anger en rad möjligheter att dämpa ljudpåverkan. I en symfoniorkester är det en fördel att lyfta upp mässingsblåsare $\frac{1}{2}$ eller 1 m. De kan härigenom spela 2-3 dB svagare. Man uppnår dessutom att blåsarna kan spela över huvudet på de musiker som sitter framför. Det är bra med 2 m fri golvyta framför orkestern. Det förbättrar högfrequenstransmissionen från stråkarna. Skärmar i 45 graders vinkel kan placeras bakom hornisterna för att kasta ljudet framåt. Träblåsarna kan också med fördel lyftas upp, men då kan mässingsblåsarna, beroende på placeringen, behöva lyftas ytterligare. I ett orkesterdike är utrymmet som regel begränsat och därför har man sällan möjlighet att skapa olika nivåer i höjddled.

Rumsakustik

God akustik i musiksammanhang är ett stort forskningsområde i sig själv. Det ligger utanför denna rapports ramar att ge en tillfredsställande översikt över detta ämne. God akustik kan bedömas från publikens sida och från musikernas sida, och detta kan ibland leda till motstridiga krav. Akustikprojektet i Göteborg (Kähari et al., 2006) har visat att det är möjligt att inreda och utrusta en musiklokal så att den blir tillfredsställande för alla parter. I konsertsalar för konstmusik ska det självfallet vara god akustik för publiken, men där ska också vara god akustik för orkestern. Det är t.ex. väsentligt att den enskilda musikern kan höra de andra instrumenten i orkestern. Detta är ett stort problem i många konsertlokaler som annars beröms för sin goda akustik.

Ljudnivån i ett rum bestäms av ljudkällans utstrålade akustiska effekt och rummets akustiska egenskaper. Ju hårdare gränsvytor rummet har, desto högre blir ljudnivån på grund av reflexion i gränsvytorna. Genom att förse lokalen med ljudabsorberande material sänks allmännivån i rummet. Detta innebär dock en akustik som kan upplevas som torr och död i musiksammanhang, vilket gör att detta sällan är en realistisk åtgärd i lokaler för framträdande. Däremot kan det vara ett meningsfullt alternativ i övnings- och repetitionslokaler.

Högtalare bör placeras med avseende på plats, höjd och riktning så att ljudnivån blir så likformig som möjligt för dem som ska uppfatta högtalarljudet. I-örat-monitorering av musiken från en ensemble kan ha fördelen av möjligheten till individuell reglering av ljudnivån. Om hörtelefonerna är slutet kopplade till hörselgångarna finns möjlighet till lägre ljudnivå än i rummet.

I lokaler för dansmusik kan s.k. ljudtak bidra till att skapa en relativt jämn ljudnivå över den del av rummet där musiken är önskvärd, dvs. över dansgolvet, medan övriga delar av lokalen, som exempelvis utnyttjas för servering, får en lägre ljudnivå. Detta arrangemang kan vara fördelaktigt för såväl publik som serveringspersonal och ev. musiker. Om förstärkarna som driver högtalarna dessutom är försedda med automatisk förstärkningsreglering med relativt långa tidskonstanter kan den maximala ljudnivån begränsas utan att musikens naturliga dynamik märkbart påverkas.

Musikers exponering påverkas i hög grad av lokalens utformning. Lokalutformningen utgör därmed inte bara en viktig infallsvinkel för att förbättra ljudåtergivningen utan också för att reducera risken för påverkan (Daum, 1988; Chasin & Chong, 1995; Teie, 1998). Bristfälligt utformade lokaler anses utgöra en särskild komplikation för kategorin rockmusiker (Kähari et al., 2006).

Fokus har under senare år även riktats på musikerns och gruppens placering i lokalen (Sataloff, 1991; Hall & Santucci, 1995; Groothoff, 1999; Lockwood et al., 2001) liksom orkesterutrustningens positioner (Chasin & Chong, 1995). I en studie av Henoch & Chesky (2000) konstaterades således att dessa positioner kunde väsentligt påverka ljudexponeringen.

För att minska ljudexponeringen för exempelvis personal som arbetar med servering och försäljning bör utrymmen för sådan verksamhet placeras så långt från musiken som möjligt, exempelvis baren placerad långt från dansutrymmet. Avskärmning av sådana utrymmen kan också bidra till att sänka ljudnivåerna där.

Utomhuskonserter

Högtalare bör placeras med avseende på höjd och riktning så att ljudnivån blir så likformig som möjligt för publiken. Det betyder vid stora arrangemang många högtalare distribuerade ut över publikområdet. Ljudet till högtalarna ska fördröjas så att man tar hänsyn till ljudets utbredningshastighet och därigenom undgår obehagliga ekoeffekter. Med ett korrekt inställt system kan alla höra ljudet tydligt och samtidigt uppleva att ljudet kommer från scenen. För musikerna kan I-örat-monitorering av musiken från ensemblen ge möjlighet till individuell reglering av ljudnivån. Om hörtelefonerna är slutet kopplade till hörselgångarna finns möjlighet till lägre ljudnivå än på scenen.

Vid Roskilde-festivalen i Danmark har man i mer än 10 år seriöst arbetat med att undgå problem på grund av för höga ljudnivåer från orkestrarna. Man har fokus på fyra områden: begränsning av eventuella hörselskador, jämn fördelning av ljudnivån i publikområdet, reduktion av ljudnivån för publiken, begränsning av ljudnivån för festivalens grannar. Projektet sköts av Roskilde Kulturservice i samarbete med Roskilde Kommuns Miljöavdelning, som bl.a. företar ljudmätningar i och omkring festivalområdet. Man har satt en övre gräns för ljudnivån. Ljudnivåerna och ljudutbredningen är starkt påverkade av vädret, i synnerhet temperatur och vindförhållanden. Under senare år har man konstaterat märkliga mätresultat som sannolikhet beror på ändring i luftens temperaturprofil från dag till kväll. Temperaturprofilen visar luftens temperatur som funktion av höjden över marken. (Kontaktperson: Henrik Christiansen@roskilde-festival.dk.)

Sammanfattning

Hörselskydd påverkar hörbarheten av svaga ljud, upplevelsen av den egna rösten och i viss utsträckning förmågan att lokalisera ljudkällor. Tillvänjning till den förändrade ljudbilden behövs därför.

För att uppnå avsedd skyddsverkan bör hörselskyddet bäras under hela exponeringstiden.

Hörselgångsproppar speciellt avsedda för musiklyssning finns tillgängliga med olika grad av dämpning, som är relativt likformig över hela frekvensområdet, vilket medger normal balans mellan bas och diskantljud. Såväl standardmodeller som individuellt gjutna proppar finns; de senare medger varierbar dämpning från ca 9 till ca 25 dB, bestämt av det inbyggda utbytbara akustiska filtret.

Skärmar kan användas för att minska ljudutbredningen från en ljudkälla. Graden av ljuddämpning är relaterad till skärmens storlek och är generellt större för diskant- än för basljud. Skärmens baksida bör vara försedd med ljudabsorberande material för att reducera ljudreflexion i skärmen.

Musikernas placering i förhållande till varandra påverkar ljudexponeringen. En ökning av avstånden mellan musikerna är gynnsam. Också placeringen i vertikalled är viktig. Genom att blåsare i en symfoniorkester placeras högre än framförvarande musiker utsätts dessa för 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. I-örat-monitorering av musiken från en ensemble har fördelen att den medger individuell reglering av ljudnivån. Om hörtelefonerna är kopplade ljudtätt till hörselgångarna finns möjlighet till lägre ljudnivå än i rummet.

Ljudnivån i ett rum bestäms av ljudkällans utstrålade akustiska effekt och rummets akustiska egenskaper. Ju hårdare gränssytor rummet har, desto högre blir ljudnivån på grund av reflexion i gränssytorerna. Genom att förse lokalen med ljudabsorberande material sänker man allmännivån i rummet. Detta innebär dock en akustik som kan upplevas som torr och död i musiksammanhang, vilket gör att detta endast i begränsad omfattning är en realistisk åtgärd i lokaler för framträdande. Däremot kan det vara ett meningsfullt alternativ i övnings- och repetitionslokaler.

Användning av hörselskydd i bullrig miljö, framför allt hörselskydd av musikertyp med likformig dämpning i hela frekvensområdet, ger inte sällan bättre taluppfattning för normalhörande i starkt buller än vad som erhålls utan hörselskydd. Detta bör vara aktuellt för t.ex. serveringspersonal.

Referenser

Andersen BK (1997) *Måling af høreværns dæmpning via fritfeltsaudiometri* (på danska). Odense: Teknisk Audiologisk Laboratorium, DELTA Akustik & Vibration.

Bogoch I, House RA & Kudla I (2005) *Perceptions about hearing protection and noiseinduced hearing loss of attendees of rock concerts*. Canadian Journal of Public Health-Revue Canadienne de Sante Publique, 96, 69-72.

Camp JE & Horstman SW (1992) *Musician sound exposure during performance of Wagner's Ring Cycle*. Medical Problems of Performing Artists, 7, 37-39.

Cederstam M (2006) *Jämförelse av attityder till hög ljudnivå från musik mellan musiker och icke-musiker*. Stockholm: Karolinska Institutet.

Chasin M (1996) *Musicians and the prevention of hearing loss*. San Diego: Singular Publishing Group.

Chasin M & Chong J (1995) *Four environmental techniques to reduce the effect of music exposure on hearing*. Medical Problems of Performing Artists, 10, 66-69.

Curk AE & Cunningham DR (2006) *A profile of percussionists' behaviors and attitudes toward hearing conservation*. Medical Problems of Performing Artists, 21, 59-64.

Daum MC (1988) *Hearing loss in musicians*. Report, Center for Safety in the Arts: 6.

González JG & Armendáriz PC (2001) *El ruido y los músicos de orquesta sinfónica*. Proceedings, XII Congreso Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, Valencia, Spain, <http://www.mtas.es/insht/research/PCaceresP.htm>.

- Groothoff B (1999) *Incorporating effective noise control in music entertainment venues? Yes it can be done*. *Journal of Occupational Health and Safety (Aust. NZ)*, 15, 543-550.
- Gunderson E, Moline J & Catalano P (1997) *Risks of developing noise-induced hearing loss in employees of urban music clubs*. *American Journal of Industrial Medicine*, 31, 75-79.
- Hall JWI & Santucci M (1995) *Protecting the professional ear: conservation strategies and devices*. *Hearing Journal*, 48, 37-45.
- Henoch MA & Chesky K (2000) *Sound exposure levels experienced by a college jazz band ensemble – Comparison with OSHA risk criteria*. *Medical Problems of Performing Artists*, 15, 17-22.
- Hoffman JS, Cunningham DR and Lorenz DJ (2006) *Auditory thresholds and factors contributing to hearing loss in a large sample of percussionists*. *Medical Problems of Performing Artists*, 21, 47-58.
- ISO-4869-1 (1990) *Acoustics - Hearing Protectors - Part 1: Subjective method for the measurement of sound attenuation*. Geneva: International Organization for Standardization.
- ISO-4869-2 (1994) *Acoustics - Hearing Protectors - Part 2: Estimation of effective A-weighted sound pressure levels when hearing protectors are worn*. Geneva: International Organization for Standardization.
- Killion MC (1993) *The parvum bonum, plus melius fallacy in earplug selection*. Copenhagen: Proceedings, 15th Danavox symposium, Kolding, Denmark.
- Kähari K, Berntson A, Sjösten P & Hellquist C (2006) *Akustikprojektet i Göteborg*. Göteborg: Arbetslivsinstitutet.
- Laitinen H (2005) *Factors affecting the use of hearing protection among classical music players*. *Noise & Health*, 7, 21-29.
- Laitinen H & Poulsen T (2006) *Hearing protection and hearing symptoms in Danish symphony orchestras*. Proceedings, Euronoise 2006, Tampere.
- Lockwood AH, Salvi RJ & Burkhard RF (2001) *Tinnitus and the performer*. *Medical Problems of Performing Artists*, 16, 133-135.
- Olsen-Widén SE & Erlandsson SI (2004) *The influence of socio-economic status on adolescent attitude to social noise and hearing protection*. *Noise & Health*, 7, 59-70.
- Rudel L, Emmerich E & Richter F (2006) *Audiologie von Berufsmusikern*. Köln: Proceedings, Deutsche Gesellschaft für Audiologie.
- Sataloff RT (1991) *Hearing loss in musicians*. *American Journal of Otology*, 12, 122-127.
- Teie PU (1998) *Noise-induced hearing loss and symphony orchestra musicians: risk factors, effect, and management*. *Maryland Medical Journal*, 47, 13-18.
- Weichbold V & Zorowka P (2003) *Effects of a hearing protection campaign on the discotheque attendance habits of high-school students*. *International Journal of Audiology*, 42, 489-493.
- Widén SE, Holmes AE & Erlandsson SI (2006) *Reported hearing protection use in young adults from Sweden and the USA: Effect of attitude and gender*. *International Journal of Audiology*, 45, 273-280.

Wright Reid A (2001) *A Sound Ear*. London: Association of British Orchestras.

Zeigler MC & Taylor JA (2001) *The effects of tinnitus awareness survey on college music majors' hearing conservation behaviors*. *Medical Problems of Performing Artists*, 16, 136- 143.

6. Repertoar, arbetsplanering och organisation

I följande avsnitt ges en sammanfattning av forskning genomförd med inriktning på musikexponering och risker utifrån repertoar dvs. typ av musik och teknik under vilken musiken utövas, den situation vid vilken musiken utövas, arbetsförhållanden samt fysiska och organisatoriska faktorer av betydelse för exponering och risk.

Sammanställningen baseras på forskningsrapporter och projekt där fokus ofta legat på musik med höga eller företrädesvis höga nivåer. Bristen på övergripande studier, d.v.s. musikexponeringar som även innefattar framträdanden vid låga ljudnivåer, lågnivåalstrande instrument, kortvarigt eller blandat musicerande, bör poängteras. En rimlig bedömning torde vara att merparten musicerande idag bedrivs under förhållanden där risken för skadlig påverkan på hörseln är låg eller försumbar.

Musikens karaktär

Huvuddelen av hittillsvarande forskning har ägnats studier kring exponeringsförhållanden och risker vid olika typer av musikframträdanden samt det sätt på vilket exponering och risk påverkas av typ av instrument.

Ljudnivåer, exponeringstider och därmed risker kan givetvis variera inom musikstilar och instrument. Repertoar snarare än musikstil och instrument kan vara en mer avgörande faktor inte bara vid enskilda exponeringstillfällen utan även för musikerns sammantagna exponering/risk. Delar av såväl rockkonserter som symfonier kan således genomföras vid mycket låga nivåer och därmed utan risker för hörselskador. Genomförd hörsel/musikforskning har inte oväntat huvudsakligen fokuserats på analyser kring situationer och förhållanden under vilka man antagit att det finns en risk för påverkan. Redovisningen och slutsatser från dessa studier ger således en begränsad bild av verkliga risker snarare än en beskrivning av musikexponeringen i dess komplexa helhet.

Repertoar

Ett flertal studier har fokuserats på frågeställningar kring vilka typer av musikstilar som ger de högsta exponeringsnivåerna (Thom et al., 2005). En generell slutsats är att de högsta nivåerna och skaderiskerna förekommer i samband med förstärkt musik, med stora kraftfulla högtalarsystem och vid musicerande i större grupper. Akustisk musik i mindre grupper utan förstärkning förknippas genomgående med väsentligt lägre ljudnivåer och därmed mindre risker. Höga musikinivåer kan givetvis även förekomma i mindre grupper, i synnerhet då den förstärkta musiken utförs i små eller på annat sätt olämpliga lokaler.

Flertalet undersökningar framhåller därför också rock-/jazzmusik och klassisk musik som de mest uttalade ur hörselskaderisksynpunkt (Arnold & Miskoloczy-Fodor, 1960; Lebo & Oliphant, 1968; Dey, 1970; Axelsson & Lindgren, 1981a, b; Westmore & Eversden, 1981; Jansson & Karlsson, 1983; Royster et al., 1991; McBride, 1992; Jaroszewski & Rakowski, 1994; Sabesky & Korczynski, 1995; Gunderson et al., 1997; Teie, 1998; Henoeh & Chesky, 2000; Chesky & Henoeh, 2000; Laitinen et al., 2003).

Rock-/jazzmusiken liksom den klassiska musiken kan utövas på olika sätt och med vitt skilda innehåll och karaktär, d.v.s. repertoar. Betydelsen av repertoar kan ses i perspektiv av främst det sätt på vilket exponering och risk kan variera över tid. Ljudexponeringen för vissa grupper ligger sannolikt, beroende på repertoarens rikriktning, på genomgående höga nivåer. Som exempel på sådan exponering kan nämnas den bland hårdrockmusiker. Vismusikers ljudexponering ligger

av samma repertoarmässiga skäl vanligtvis på genomgående lägre nivåer. För huvuddelen musiker gäller dock att exponering och risker kan variera högst väsentligt beroende på den repertoar som musikern eller gruppen framträder med.

Rock/jazz-musiken och i viss mån blues framhålls också i flertalet studier, beroende på sin utpräglade repertoar, som generellt sett mer högexponerande än den klassiska musiken (Gunderson et al., 1997; Chesky & Henoeh, 2000; Kähäri et al., 2004). Skillnader har även påvisats i nivå/frekvenshänseende, där rockmusiken genomgående genererar högre nivåer i lågfrekvensområdet och den klassiska musiken i högfrekvensområdet (Lebo & Oliphant, 1969). Stora skillnader kan givetvis även här uppträda beroende på repertoar inom respektive musikstilar. Till andra kategorier med generellt sett höga ljudnivåer och därmed risker kan räknas soulmusik och militärmusik (Karlsson et al., 1983). Till repertoarkategorin med jämförelsevis låga ljudnivåer och risker kan räknas bl. a. kyrkomusik (Chesky & Henoeh, 2000).

Kategoriseringen av högnivåexponerade och lågnivåexponerade grupper som utgångspunkt för en riskbedömning kompliceras dock av en mängd andra samverkande faktorer, bl.a. exponeringstid och intermittens (variation). Kähäri (2002) påvisade bättre hörtrösklar bland högexponerade än bland lågexponerade rock-/jazzmusiker. Riskbedömningen kan således inte enbart avgränsas till musikstil eller repertoar.

Teknisk utveckling

Musikers exponering påverkas i hög grad av branschens tekniska utveckling. Framträdanden och musikproduktion har påverkats starkt av den snabba utvecklingen inom elektroakustiken. Akustiska instrument har framför allt inom populärmusiken i allt större omfattning kompletterats med eller ersatts av nya system för förstärkning och ljudproduktion. Generellt sett kan hävdas att denna utveckling har möjliggjort en allt mer komplex ljudexponering, högre ljudnivåer och längre exponeringstider. Utvecklingen av ny teknik har öppnat möjligheter till kontroll och reglering. Som exempel på denna utveckling kan nämnas användandet av "in-ear-monitoring" med möjligheter till egen kontroll av den förstärkta musiken.

Den tekniska utvecklingen inom musikbranschen har lagt starkt fokus på nya system för lyssnande, där de mobila systemen under senare år genomgått en dramatisk utveckling i MP3-spelare, mobiltelefoner etc. Konsekvenserna ur risksynpunkt kan i första hand här ses ur ett exponeringstidsperspektiv. Fler människor, musiker inkluderade, lyssnar idag allt oftare och under allt längre tider på musik. Exponeringstiderna via den mobila tekniken förstärks av ett allt bredare utbud och nyttjande och spridning av musik via Internet.

Musikexponeringen i lokaler och vid öppna arrangemang har undergått snabba tekniska utvecklingar på flera plan. Fokus har riktats på allt kraftfullare ljudåtergivning via förstärkningsanläggningar men också på riktade högtalarsystem, bl.a. Line Arraysystem som "kastar" ljudet långt bak i publikhavet. Systemet har utvecklats för att samtidigt reducera ljudexponeringen mot publiken längre fram invid scenen. Nya tekniker har också utvecklats för att begränsa eller rikta musikkjuden mot mottagarna via lokalutförningar av olika slag, t.ex. högtalartak som riktar ljudet ner mot ett avgränsat område.

En särskild kategori av musiklyssnande återfinns i fordon, där nya lyssningssystem och inte minst förstärkningssystem utvecklats snabbt under senare år. Musiklyssnandet i fordon har allt sedan installerandet av ljudanläggningar i kupén visats sig utgöra en påtaglig del i den yrkesförarmässiga exponeringen, främst bland långtradarchaufförer med långa körtider (Landström et al., 1988). Musiken från interna högtalarsystem i kupén överskrider (med 20 - 30 dB) vanligtvis inte bara momentana bullernivåer utan även den ekvivalenta exponeringsnivån i kupén från motor, fläktar, däck eller andra externa ljudkällor. Utvecklingen av ljudanläggningar för musiklyssnandet i personbilar har varit under stark tillväxt.

Sammanfattningsvis är musikens karaktär av avgörande betydelse för både exponering och risk. Skaderisken är vanligtvis högre vid musicerande i större grupper och vid nyttjande av elektronisk förstärkningsteknik och kraftfulla högtalarsystem. Repertoaren inom rock/jazz och olika former av modern musik liksom klassisk musik innebär av dessa skäl största risker. Den generella ökningen vad gäller musikexponering i samhället kopplas i hög grad till en ökad spridning och tillgänglighet via bärbara musikspelare och Internet.

Övning och framträdande

Exponeringssituation och risker bland musiker har i huvudsak fokuserats på förhållanden i samband med föreställningar. Endast ett fåtal jämförande studier finns genomförda kring förhållanden under övningar och repetition.

Övningar och repetition

I vissa studier har visats att övningar och repetitioner ofta utförs vid lägre ljudnivåer och därmed risker än föreställningar (Early & Horstman, 1996). Bedömningarna kompliceras dock av svårigheterna av att få en tydlig bild av övningarnas omfattning och karaktär. Bidraget till den sammantagna musikexponeringen och därmed risken för belastning på hörseln bedöms vara särskilt stor för gruppen rock-/jazzmusiker. Övningar och repetitioner kräver särskilda beaktanden eftersom dessa situationer inte på samma sätt som framträdandet låter sig bedömas eller kontrolleras i ett systematiskt åtgärdsarbete (Early & Horstman, 1996; Laitinen, 2003).

Framträdanden

Ljudnivåerna och därmed hörselskaderisker beskrivs i flertalet studier som högre under föreställningar än under övningar och repetitioner (Early & Horstman, 1996; Laitinen, 2003). Det sätt på vilket övningar och framträdanden påverkar den sammantagna risken avgörs givetvis i hög grad av exponeringstider och intermittens. Enstaka framträdanden vid en hög nivå kan ibland föregås av en sammantagen lång exponeringstid om än vid lägre nivåer.

Exponeringsrisken påverkas samtidigt av hur musicerandet blandas med pauser och därmed hörselvila. Det är troligt att övningar och repetitioner innefattar fler avbrott och därmed oftare hörselvila än framträdanden.

Sammanfattningsvis är skaderisken vanligen högre i samband med framträdanden än under övning och repetition, påverkat inte minst av sämre förutsättningar för pauser och hörselvila.

Yrkesgrupper

I nedanstående avsnitt ges en beskrivning av olika yrkesgruppers exponering och risker och hur detta påverkas av den musik som utövas, d.v.s. repertoar, arbetsplanering och därmed möjligheterna att påverka exponeringen.

Musiker

Riskbedömningen kring musikers ljudexponering har huvudsakligen fokuserats på instrumentalister i orkestergrupper. Risken för påverkan begränsas då huvudsakligen till analyser runt den arbetsrelaterade exponeringen, främst i samband med framträdanden. Som tidigare nämnts finns ett stort antal studier kring exponering och risker i samband med rock-/jazzkonserter, symfonier och vid användning av olika instrument.

Den arbetsrelaterade exponeringen tycks generellt sett lättare att bedöma för vissa yrkesmusiker. Musiker i symfoniorkestrar har sannolikt mer reglerade speltider än exempelvis rock-/jazzmusiker. Till den exponering som räknas in under framträdanden skall vid riskbedömningen givetvis även adderas den exponering som sker i samband med övningar och repetitioner.

Vid sidan om instrumentalister finns även andra musiker engagerade. Höga nivåer har rapporterats vid körframträdanden (Steurer et al., 1998). Exponeringsriskerna för bl. a. dirigenter beskrivs i en mindre avgränsad studie av Mikl (1995) som relativt små.

En särskild kategori utgörs av de frilansande musikerna. Den sammantagna musikexponeringen för denna kategori kan bli både komplex och inte minst tidsmässigt varierande i sin omfattning. Det är troligt att denna kategori av musiker också underkastas en mindre systematisk arbetsmiljökontroll än de med mer fast koppling till grupp eller orkester.

Till riskbedömningen för utvecklingen av hörselskador bland musiker bör även läggas deras generellt sett långa livsmusikexponering, som ofta startar i unga år och slutar högt upp i ålder. För yrkesverksamma musiker är livsexponeringstiden för höga ljudnivåer oftast längre än för exempelvis en verkstadsarbetare eller snickare. Vanligtvis startar musicerandet i mycket unga år och pågår genom hela livet. Musiker är dock inte enbart utsatta för höga ljudnivåer från musik utan i likhet med övrig befolkning även annat samhälls- och fritidsbuller, vilket självfallet bidrar till den totala livstidsexponeringen.

Tekniker

Till grupper med exponering för i många fall höga ljudnivåer från musik kan räknas diskjockeyer (Sadhra et al., 2002; Bray et al., 2004) och ljudtekniker (Teie, 1998). Diskjockeyer och ljudteknikers relation till ljudnivåer och risker vid musiklyssnande kan betraktas utifrån olika perspektiv. Å ena sidan håller dessa kategorier i mångt och mycket exponeringen i "sina händer". Å andra sidan underkastas dessa grupper omgivningens krav på ljudåtergivning. Exponeringsförhållandena kompliceras dessutom i många fall av yrkesrelaterade lyssningskrav och krav på taluppfattbarhet. Till exponeringsriskerna för gruppen ljudtekniker/studiomusiker/diskjockeyer skall också räknas ett flitigt användande av hörtelefoner med ofta bristfälligt reglerade lyssningsnivåer.

Lokalpersonal

Besväret av ljudexponeringen för service- och administrativ personal på restauranger och under konserter ökas av behovet av att kunna samtala samt av annat bakgrundsbuller vid sidan av musiken. Användningen av hörselskydd begränsas många gånger av behovet av att tydligt kunna uppfatta tal från gäster, kunder eller annan personal (Darcy, 1977; Meyer-Bisch, 1996; Gunderson et al., 1997; Lee, 1999).

Musiklärare

Förhållandevis få rapporter finns publicerade kring musiklärarens ljudexponering och hörselstatus. Belastningsskadeproblemet har uppmärksammats i betydligt större utsträckning än hörselskadeproblemet. Bristen på studier av denna yrkesgrupp är anmärkningsvärd eftersom det inom denna kategori bör förekomma både sammantaget långa exponeringstider och i vissa fall även höga exponeringsnivåer för ljud. Musiklärare exponeras i många fall för genomsnittet av idag förekommande instrument och musikstilar. Det är troligt att många lärare vid sidan om sin lärarroll utövar egen musik enskilt eller i grupp. Musiklärarnas exponering för ljud liksom deras hörselpåverkan finns belyst i rapporter av Agerberg (2004) och Cederquist (1992). En komplicerande faktor i musiklärarnas yrkesutövning är att musikundervisningen ofta genomförs i små lokaler och/eller i lokaler med dålig dämpning. Pedagogiska tillvägagångssätt och strategier för att i samband med musikundervisning föra ut kunskap om musikens hörselskadande inverkan, attityder till musik och risker samt hur musikens hörselskadande inverkan kan motverkas finns beskriven i en rapport från Texas University, Centre for Music & Medicine (Chesky, 2006).

Övriga yrkesgrupper

Musikexponering aktualiserar ett stort antal yrkesgrupper förutom de som arbetar i miljöer där musik utgör ett huvudinslag i verksamheten (konserter, diskotek, etc.). Musiken har under senare år således blivit ett allt mer påtagligt inslag vid olika typer av nöjesarrangemang. Musiken utgör inte sällan den avgörande delen i ljudexponeringen. Som exempel kan nämnas arenaidrotter (ishockey, volleyboll, basket, baseball, motorsport), spellokaler, biografier, bad, motionslokaler, etc. Den genomsnittliga nivån under ett antal ishockeymatcher var ca 80 dB(A) med maximala ljudnivåer på ca 105 dB(A). Ljudnivåerna vid ett antal biografbesök varierade i samma undersökning mellan 70 och 75 dB(A) med maximala ljudnivåer kring ca 95 dB(A) (Fransson, 2004).

Påtagliga musikexponeringar har under senare år utvecklats i olika typer av motionslokaler (gym, aerobics, etc.). Ljudnivåerna i dessa lokaler har ofta visat sig kunna nå hörselskadliga nivåer (runt 100 dB(A)). Exponeringsrisken för besökare uppvägs av de förhållandevis korta exponeringstiderna, men instruktörer med både längre och mer frekventa musikexponeringar löper en risk (Byström & Landström, 1999; Bengtsson et al., 2000).

Skaderisken vid musicerande berör sammanfattningsvis förutom enskilda musiker även ett antal andra yrkesgrupper, bl.a. ljudtekniker, diskjockeyer, serveringspersonal, musiklärare samt instruktörer i motionslokaler. Förhöjda skaderisker inom dessa grupper förklaras ofta av begränsade förutsättningar och rutiner för att kontrollera och åtgärda nivåerna på den musik som man exponeras för samt arbetsrelaterade behov eller krav på närhet till musiken.

Arbetsmiljöfaktorer

Riskbedömning för musikers bullerexponering påverkas i likhet med andra yrkesgrupper av ett antal arbetsrelaterade faktorer, bl.a. lokalernas fysiska utformning, hur verksamheten organiseras och inte minst arbetstider.

Lokaler och positioner

Musikers exponering påverkas i hög grad av lokalens utformning. Lokalutformning utgör därmed inte bara en viktig infallsvinkel för att förbättra ljudåtergivningen utan också för att reducera risken för påverkan (Daum, 1988; Chasin & Chong, 1995; Teie, 1998). Bristfälligt utformade lokaler anses utgöra en särskild komplikation för kategorin rockmusiker (Sandell et al., 2006).

Fokus har under senare år även riktats på musikerns och gruppens placering i lokalen (Sataloff, 1991; Hall & Santucci, 1995; Groothoff, 1999; Lockwood et al., 2001) liksom orkesterutrustningens positioner (Chasin & Chong, 1995). I en studie av Henschel & Chesky (2000) konstaterades således att dessa positioner kunde väsentligt påverka risken ur ljudexponeringssynpunkt. Musiker med placering framför blåsare och slagverk visade sig i en studie av Westmore & Eversden (1981) ha sämre hörsel än övriga musiker i orkestern. En förhöjd risk för hörselpåverkan på det högexponerade örat påtalades i en studie av Ostri et al. (1989). I en studie av Johnson & Sherman (1985) påvisades å andra sidan inga skillnader i exponeringshänseende vare sig med hänsyn till placering i orkestern eller till typ av instrument för den enskilde musikern. Resultat från denna undersökning baseras på studier av större orkestrar.

Andra spelplatser

Kontroll och åtgärder av den yrkesmässiga exponeringen liksom annan typ av exponering försvåras ofta av förhållandet att merparten av utövandet sker i tillfälliga miljöer eller miljöer svåra att påverka, exempelvis tillfälliga lokaler för övning och repetition, tillfälliga scenuppsättningar och inte minst utomhusmiljöer.

Exponeringstider/arbetstider

Exponeringsrisken för musiker påverkas starkt av exponeringstider och pauser. Risken för rockmusiker bedöms i detta avseende vara högre än flertalet andra grupper inom musikbranschen. Beaktandet av och förutsättningar för regelbundna och anpassade pauser är dåligt utbredd bland utövare av den nyare populärmusiken bl.a. rockmusik (Thom et al., 2005).

Riskbedömningen för musiker när det gäller påverkan på hörseln följer samma riktlinjer som annan typ av bullerexponering. Musikers exponering karaktäriseras vanligtvis av en stor variation i såväl nivå- som frekvenshänseende. I många fall har exponeringen utpräglade perioder av höga exponeringsnivåer blandat med perioder av lägre eller mycket låga nivåer. Den enskilda musikexponeringen under en dag eller under flera dagar präglas genomgående dessutom av kortare eller längre avbrott. Riskbedömningen för musikers ljudexponering skall i likhet med andra yrkesgruppers exponering baseras på den ekvivalenta ljudnivån som utgör en form av genomsnittlig ljudtrycksnivå under en given tidsperiod. Det av Arbetsmiljöverket föreskrivna gränsvärdet på 85 dB(A) kan tolereras som en genomsnittlig nivå under en 8 timmars arbetsdag (AFS 2005:16). Riskbedömningen innebär att musikens exponeringsnivåer måste vägas samman med de tider under vilken den exponerade utsätts under ett dygn.

Exponeringsriskens omedelbara koppling till både nivå och exponeringstid belyser vikten av hörselvila. Med hörselvila menas perioder under vilket musikern eller lyssnaren inte utsätts för kraftigt ljud. 5-15 minuters vila i "tyst" miljö möjliggör en ur hörselskadesynpunkt mycket välbehövlig återhämtning av örats funktioner.

Arbetsorganisation

Ett viktigt tillvägagångssätt för att åtgärda den arbetsrelaterade exponeringen är utnyttjandet av arbetsorganisatoriska modeller. Vid The Australian Opera and Ballet Orchestra har en modell utarbetats för detta ändamål. Ljudnivåerna registreras här vid varje föreställning och för de deltagande musikerna. Ekvivalentnivån 85 dB(A) får ej överstigas under en 8timmarsperiod. I fall så sker begränsas det fortsatta musicerandet den dagen, vilket kan innebära att vissa musiker som deltagit i en förmiddagsföreställning tas ut från orkestern och ersätts av andra under kvällsföreställningen (Murray & LePage, 2002).

Alternativ i arbetsorganisatoriska hänseenden för musiklärare beskrivs också i Agerbergs rapport (2004). Som exempel på sådana åtgärder nämns vikten av regelbundna och väl tilltagna raster eller uppehåll i musikträningen, att endast undervisa i halvklasser med spel på instrument, att växla undervisningen och ge utrymme för annan alternativ musikundervisning, att även tjänstgöra i andra ämnen än musik, samt vikten av organiserade hörselkontroller och ett organiserat miljöarbete. Betydelsen av den senare insatsen kan sannolikt beskrivas som den viktigaste åtgärden inte bara för musiker utan för samtliga yrkesgrupper inom musikbranschen.

Det systematiska arbetsmiljöarbetet inom musikbranschen kompliceras ofta av osäkra anställningsförhållanden och arbetsgivaransvar. Ansvaret för lokaler och arrangemang vilar på arbetsgivaren och/eller verksamhetsutövaren, på vilka därmed också vilar ett ansvar vad gäller kontroll av ljudnivåer och att kontrakterad ljudpolicy följs. Efterlevnaden av detta ställer krav på att både arbetsgivare och inte minst ljudtekniker har den kompetens och utrustning som krävs för kontroller (Sandell et al., 2006). Kompetens och utrustning för ett effektivt förebyggande åtgärdsarbete är tyvärr många gånger kraftigt eftersatt.

Skaderisken vid musicerande påverkas sammanfattningsvis av ett antal enskilda och samverkande faktorer. Till dessa skall räknas lokalens utformning, placering i lokalen, exponeringstider samt hur spelningar, pauser och kontroller organiseras.

Sammanfattning

- Musikens karaktär är av avgörande betydelse för exponering och riskförhållanden. Skaderisken är vanligtvis högre vid musicerande i större grupper och vid nyttjande av elektronisk förstärkningsteknik och kraftfulla högtalarsystem.
- - Skaderisken är vanligtvis högre i samband med framträdanden än under övning och repetition, påverkat inte minst av förutsättningarna för pauser och hörselvila.
- - Skaderisken vid musicerande berör förutom enskilda musiker även ett antal andra yrkesgrupper, bl.a. ljudtekniker, diskjockeyer, serveringspersonal, musiklärare samt instruktörer i motionslokaler. Förhöjda skaderisker inom dessa grupper förklaras ofta av begränsade förutsättningar och rutiner för att kontrollera och åtgärda nivåerna på den musik som man exponeras för samt arbetsrelaterade behov eller krav på närhet till musiken.
- - Skaderisken vid musicerande påverkas av en antal enskilda och samverkande faktorer. Till dessa skall räknas lokalens utformning, placering i lokalen, exponeringstider samt hur spelningar, pauser och kontroller organiseras.

Referenser

Agerberg T (2004) *Musiklärarens tinnitus och andra hörselskador*. Göteborg: Musikhögskolan, Göteborgs universitet.

AFS 2005:16. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, Buller*. Solna: Arbetsmiljöverket.

Arnold G & Miskolczy-Fodor MD (1960) *Pure-tone thresholds of professional pianists*. Archives of Otolaryngology, 71, 938-947.

Axelsson A. & Lindgren F (1981a) *Clinical noise research: Hearing in classical musicians*. Acta Otolaryngologica, Suppl 377, 3-74.

Axelsson A & Lindgren F (1981b) *Pop music and hearing*. Ear and Hearing, 2(2), 64-69.

Bengtsson C, Byström M & Landström U (2002) *Ljudnivåvakt som åtgärd mot höga ljudnivåer i motionslokaler*. Umeå: Arbetslivsrapport, 200:21.

Bray A, Szymanski M & Mills R (2004) *Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and an examination of sound levels in nightclubs*. Journal of Laryngology and Otology, 118, 123-128.

Byström M & Landström U (1999) *Buller och fysisk ansträngning i motionslokaler*. Umeå: Arbetslivsrapport, 1999:21.

Cederquist C-O (1992) *Musiklärarnas arbetsmiljö i grundskolan och gymnasium*. Stockholm: Lärarnas Riksförbund.

Chasin M & Chong J (1995) *Four environmental techniques to reduce the effect of music exposure on hearing*. Medical Problems of Performing Artists, 10, 66-69.

Chesky K (2006) *Hearing conservation in school of music: The UNT model*, Hearing Review, March 2006, 44-48. (http://www.hearingreview.com/issues/articles/2006-03_05.asp).

- Chesky K & Henoeh MA (2000) *Instrument-specific reports of hearing loss: Differences between classical and nonclassical musicians*. *Medical Problems of Performing Artists*, 15, 35-38.
- Darcy FJ (1977) *Noise exposure of live music groups and other employees in night clubs*. *American Industrial Hygiene Association*, 38, 410 - 412.
- Daum MC (1988) *Hearing loss in musicians*. Center for Safety in the Arts: 6.
- Dey FL (1970) *Auditory fatigue and predicted permanent hearing defects from rock-and-roll music*. *New England Journal of Medicine*, 282, 467-470.
- Early KL & Horstman SW (1996) *Noise exposure to musicians during practice*. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 11, 1149-1153.
- Fransson A (2004) *Buller, ljud och nöjen. En studie kring upplevelser, attityder och besvär*. Umeå: Miljö- och hälsoskyddsprogrammet, Umeå Universitet.
- Groothoff B (1999) *Incorporating effective noise control in music entertainment venues? Yes, it can be done*. *Journal of Occupational Health and Safety (Austr. NZ)*, 15, 543-550.
- Gunderson E, Moline J & Catalano P (1997) *Risks of developing noise-induced hearing loss in employees of urban music clubs*. *American Journal of Industrial Medicine*, 31, 75-79.
- Hall JWI & Santucci M (1995) *Protecting the professional ear: conservation strategies and devices*. *Hearing Journal*, 48, 37-45.
- Henoeh MA & Chesky K (2000) *Sound exposure levels experienced by a college jazz band ensemble: Comparison with OSHA risk criteria*. *Medical Problems of Performing Artists*, 15, 17-22.
- Jansson E & Karlsson K (1983) *Sound levels recorded within the symphony orchestra and risk criteria for hearing loss*. *Scandinavian Audiology*, 12, 215-221.
- Jaroszewski A & Rakowski A (1994) *Loud music induced thresholds shifts and damage risk prediction*. *Archives of Acoustics*, 19, 311-321.
- Johnson DW & Sherman RE (1985) *Effects of instrument type and orchestral position on hearing sensitivity for 0.25 to 20 kHz in the orchestral musician*. *Scandinavian Audiology*, 14, 215-221.
- Karlsson K, Lundquist PG & Olaussen T (1983) *The hearing of symphony orchestra musicians*. *Scandinavian Audiology*, 12, 257-264.
- Kähäri KR (2002) *The influence of music on hearing – a study in classical and rock/jazz musicians*. Göteborg: Göteborgs Universitet.
- Kähäri KR, Zachau G, Eklöf M & Möller C (2004) *The influence of music and stress on musicians' hearing*. *Journal of Sound and Vibration*, 277, 627-631.
- Landström U, Lindblom Häggqvist S & Löfstedt P (1988) *Low frequency noise in lorries and correlated effects on drivers*. *Journal of Low Frequency Noise and Vibration*, 3, 104 - 109.
- Laitinen H & Poulsen T (2006) *Hearing protection and hearing symptoms in Danish symphony orchestras*. In Proceedings of Euronoise 2006, Tampere, 2006.

- Laitinen HM, Toppila EM, Olkinuora PS & Kuisma K (2003) *Sound exposure among the Finnish National Opera personnel*. Applied Occupational and Environmental Hygiene, 18, 177-182.
- Lebo CP & Oliphant KP (1968) *Music as a source of acoustic trauma*. Laryngoscope, 78, 1211-18.
- Lee LT (1999) *A study of the noise hazard to employees in local discotheques*. Singapore Medical Journal, 40, 571 - 574.
- Lockwood AH, Salvi RJ & Burkhard RF (2001) *Tinnitus and the performer*. Medical Problems of Performing Artists, 16, 133-135.
- McBride D (1992) *Noise and the classical musician*. British Medical Journal, 305, 1561-1563.
- Meyer-Bisch C (1996) *Epidemiologic evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players, discotheques, rock concerts) - High definition audiometric survey on 1364 subjects*. Audiology, 35, 121-142.
- Mikl K (1995) *Orchestral music: an assessment of risk*. Acoustics Australia, 23, 51.
- Murray, N & LePage E (2002) *A nine-year longitudinal study of the hearing of orchestral musicians*. International Congress of Audiology, Melbourne.
- Ostri B, Eller N, Dahlin E & Skylv G (1989) *Hearing impairment in orchestral musicians*. Scandinavian Audiology, 18, 243-249.
- Peters C, Thom J, McIntyre E, Winters M, Teschke K and Davies H (2005) *Noise and hearing loss in musicians*. Report, School of Occupational and Environmental Hygiene, Vancouver.
- Royster JD, Royster LH & Killion MC (1991) *Sound exposures and hearing thresholds of symphony orchestra musicians*. Journal of the Acoustical Society of America, 89, 2793-2803.
- Sabesky IJ & Korczynski RE (1995) *Noise exposure of symphony orchestra musicians*. Applied Occupational and Environmental Hygiene, 10, 131-135.
- Sadhra S, Jackson CA, Ryder T & Brown MJ (2002) *Noise exposure and hearing loss among student employees working in university entertainment venues*. Annals of Occupational Hygiene, 46, 2597-3603.
- Sandell J, Berntson A, Sjösten P, Blomgren G & Kähäri K (2006) *Acoustic intervention of a live music club*. Submitted for publication.
- Sataloff RT (1991) *Hearing loss in musicians*. American Journal of Otology, 12, 122-127.
- Steurer M, Simak S, Denk D & Kautzky M (1998) *Does choir singing cause noise-induced hearing loss?* Audiology, 37, 38-51.
- Teie PU (1998) *Noise-induced hearing loss and symphony orchestra musicians: risk factors, effects, and management*. Maryland Medical Journal, 47, 13-18.
- Westmore GA & Eversden ID (1981) *Noise-induced hearing loss and orchestral musicians*. Archives of Otolaryngology, 107, 761-764.