

Innehåll

1	Introduktion	7
1.1	Arbetsgången i korthet	7
2	Riktvärden	8
3	Definitioner	8
4	Mätutrustning	11
4.1	Instrument	11
4.1.1	Val av instrument	11
4.1.2	Personburen mikrofon	11
4.2	Kalibrering	12
4.3	Övrigt	12
5	Mätprocedurer	13
5.1	Arrangemang för stationära besökare (konserter och liknande)	13
5.1.1	Mätposition	13
5.1.2	Mätning	13
5.2	Arrangemang med mobila besökare (nattklubb, dansbana, pub och liknande)	14
5.2.1	Tidpunkt	14
5.2.2	Mätpositioner	14
5.2.2.1	Mätposition(er) för ekvivalentnivå	14
5.2.2.2	Mätposition för maximalnivå	15
5.2.3	Mätning	15
5.2.4	Automatiskt mätsystem	16
5.2.4.1	Ersättningsposition vid fast installerat mätsystem	16
5.2.4.2	Fast installerat mätsystem med färre än tre mikrofoner	16
6	Utvärdering	17
6.1	Korrektioner	17
6.1.1	Korrektion för personburen mikrofon, K_1	17
6.1.2	Korrektion för att motsvara en persons vistelse, K_3	17
6.1.3	Avståndskorrektion för mätning från ersättningsposition, K_5	18
6.2	Redovisning av mätvärde	18
6.2.1	Mätning utförd enligt avsnitt 5.1 (stationära besökare)	18
6.2.2	Mätning utförd enligt avsnitt 5.2 (mobila besökare)	18
7	Mätosäkerhet	19
7.1	Bestäm mätosäkerhetens storlek	19

8	Redovisning av resultat	20
9	Referenser	21
10	Bibliografi	21
Bilaga A	Något mer om mätosäkerhet	23
Bilaga B	Exempel på mätning och redovisning	24
B.1	Danslokal med flera stora rum	24
B.2	Mindre danslokal (ett enda rum)	25
B.3	Konsert	27
Bilaga C	Förslag på mätprotokoll	28

Förord

Förord till första utgåvan 2004

Metoden har utvecklats på uppdrag av Socialstyrelsen, projekt B1143.

Jag vill passa på att tacka Bo Pettersson och Ingrid Hellman vid Socialstyrelsen, Björn Närlundh vid Miljöförvaltningen i Göteborg samt Hans Jonasson vid SP för värdefulla råd och diskussioner. Tack även till KoM Musik & Bar och Bubbles Nightclub i Göteborg för att de ställde upp och hjälpte mig med att samla in mätdata hos dem.

Borås i december 2004

Andreas Gustafson

Förord till reviderade utgåvan 2007

Revideringen har gjorts på uppdrag av Socialstyrelsen.

Nyheter:

- Anvisade mättider för ekvivalentnivå är omarbetade. Vid arrangemang där besökare befinner sig på samma plats utvärderas numera $L_{Aeq,1h}$ och $L_{Aeq,ARR}$. Vid arrangemang där besökare rör sig omkring används $L_{Aeq,15min}$. Läs vidare under avsnitt 3 Definitioner.
- Mätosäkerhetsbudgeten har korrigerats med avseende på repeterbarhet vid val av mätposition. Därtill har mätosäkerheten vid arrangemang där besökare rör sig omkring gjorts om för att stämma med den nya definitionen av ekvivalentnivå. Se Bilaga A för mer information.
- Texten har blivit allmänt uppdaterad med ett antal förtydliganden samt fler exempel och kommentarer. Den är numera uppdelad i separata dokument för operativ tillsyn respektive egenkontroll. Titeln har justerats för att bli något mer generell.
- Ett bibliografiavsnitt med tips på litteratur att läsa har tillkommit.
- Mätprotokoll och excelfiler är uppdaterade.

Underlag från konserter, diskotek etc samlades in under Göteborgskalaset 2004 samt under september 2004. Dan Bävholm vid 7dbm electronics AB tillhandahöll ytterligare mätdata från konserter vid Hultsfredsfestivalen 2007 samt från en bluesfestival i Fjällbacka 2006. Dessutom har mätdata från ett diskotek som publicerades i [1] utvärderats. Korrektioner och standardavvikelser för personburen mikrofon är uppmätta hos SP i oktober 2004.

Många miljö- och hälsoskyddsinspektörer, ljudtekniker, verksamhetsutövare och andra personer har bidragit med värdefull feedback på den första utgåvan från 2004, stort tack alla ni! Ett särskilt tack för support och diskussioner till Johanna Bengtsson Ryberg vid Socialstyrelsen och Dan Bävholm vid 7dbm electronics AB.

Denna reviderade utgåva av SP-INFO 2004:45 ersätter tidigare version från 2004 som härmed upphör att gälla.

Borås i oktober 2007

Andreas Gustafson

Sammanfattning

Denna mätmetod beskriver hur man mäter, utvärderar och dokumenterar vilka ljudtrycksnivåer som besökare av konserter, nattklubbar, träningslokaler etc exponeras för.

Vid arrangemang där besökaren är på samma plats hela tiden (konserter, biografier och motsvarande) ska mätningen göras på den plats där ljudtrycksnivån är högst. Om arrangemanget varar längre än en timme bestäms ekvivalentnivå och maximalnivå för alla de 60-minutersperioder som arrangemanget omfattar samt ekvivalentnivån för hela arrangemangets varaktighet (vid operativ tillsyn räcker det dock med att mäta under en av 60-minutersperioderna). Är arrangemanget en timme eller kortare bestäms ekvivalentnivå och maximalnivå för den tid som arrangemanget varar.

Vid arrangemang där besökaren rör sig omkring (nattklubbar, pubar, styrketräningslokaler och liknande) mäter man ekvivalentnivå och maximalnivå under 15 minuter. Ekvivalentnivån ska bara mätas på platser där besökare uppehåller sig längre stunder medan maximalnivå får mätas överallt där besökare har tillträde. Om det finns ett dansgolv mäter man ekvivalentnivå på dansgolvet och eventuellt på en plats till beroende på hur ljudet är fördelat på platsen. Saknas dansgolv mäter man ekvivalentnivån där ljudtrycksnivån är högst. Maximalnivån mätes på platsen med högsta ljudtrycksnivån.

Mätmetoden ger anvisningar om vilka krav som ställs på mätinstrumentet samt om hur man beräknar aktuell mätosäkerhet. Myndigheter som gör tillsyn ska dra ifrån mätosäkerheten från uppmätt ljudtrycksnivå medan den som kontrollerar sin egen verksamhet istället ska redovisa uppmätt ljudtrycksnivå tillsammans med mätosäkerheten.

Använda begrepp förklaras och metodens anvisningar belyses med exempel och kommentarer.

Abstract

This method describes how to measure, evaluate and document the sound pressure levels that visitors of concerts, discoteques, fitness centres etc are exposed to.

At arrangements where visitors are staying at the same position (as is the case with concerts, cinemas etc) the measurement is done where the sound pressure level is the highest. If the arrangement lasts longer than one hour, the equivalent and maximum sound pressure levels for all comprised periods of 60 minutes as well as the equivalent sound pressure level of the complete arrangement are measured (although environmental inspectors are allowed to measure only one period of 60 minutes). At arrangements that last for one hour or shorter, the equivalent and maximum sound pressure levels are measured for the duration of the arrangement.

At arrangements where visitors are moving around (e g night clubs, pubs, gyms), the equivalent and maximum sound pressure levels are measured during 15 minutes. The equivalent sound pressure level should only be measured at places where visitors are staying a longer time while the maximum sound pressure level may be measured at all places that visitors have access to. If there is a dance floor, the equivalent sound pressure level is measured there and possibly also at one more position, depending of how the sound is distributed over the place. If there is no dance floor, the equivalent sound pressure level is measured at the position with the highest sound pressure level. The maximum sound pressure level should be measured at the spot with the highest sound pressure level.

Directions are given on how to select a sound level meter and how to calculate present measurement uncertainty. Authorities should subtract the uncertainty from the measured sound pressure level as a safety margin while the result of a self inspection should be reported as the measured sound pressure level together with the measurement uncertainty.

The necessary background information is explained and the instructions of the method are illustrated in examples and comments.

English title: Measurement of High Sound Pressure Levels – A Method for Discoteques, Concerts and Other Arrangements with an Audience. Part 2: Self Inspection.

1 Introduktion

Denna mätmetod specificerar hur man mäter och redovisar de höga ljudtrycksnivåer som besökare av olika arrangemang utsätts för. Mätmetoden är däremot inte avsedd att användas för bedömning av vilka nivåer personal exponeras för i olika arbetsmiljöer eller för bedömning av ljud från larmhögtalare eller liknande.

Metodens syfte är att alla ska utföra och dokumentera sina mätningar på samma sätt. "The result of a noise assessment is never simply a figure such as 77 dB. It is the value of specific parameters or indicators obtained under known and documented conditions." [2] Om anvisningarna följs kommer mätresultatet att hålla sig inom angiven mätosäkerhet, oberoende av vem som mäter. Detta är en nödvändig förutsättning för objektiva och rättssäkra bedömningar som i sin tur kan hjälpa till att eliminera risken för att drabbas av hörselskador på grund av höga ljudnivåer.

Utformningen är anpassad för att underlätta operativ tillsyn för miljö- och hälsoskyddsinspektörer respektive egenkontroll för verksamhetsutövare. Texten innehåller också rikligt med exempel och kommentarer för läsare som inte är närmare bekanta med akustiska mätningar.

Beroende på vad som ska mätas används den ena av två något olika mätanvisningar:

- Mätning på arrangemang för stationära besökare, d v s arrangemang där besökarna befinner sig på samma plats under arrangemanget. Avsedd för konserter, teaterföreställningar, biografier, spinningpass m m.
- Mätning på arrangemang för mobila besökare, d v s arrangemang där besökarna rör sig omkring. Används på diskotek, nattklubbar, dansbanor, pubar, styrketräningslokaler och liknande.

Anvisningarna är uppdelade i separata dokument för operativ tillsyn respektive egenkontroll.

1.1 Arbetsgången i korthet

1. Lär dig definitionerna i avsnitt 3.
2. Välj mätinstrument enligt avsnitt 4.
3. Gör mätningar enligt avsnitt 5. Använd mätprotokollet i Bilaga C, alternativt ditt eget motsvarande, till de anteckningar du gör under mätningarna.
4. Bestäm aktuell mätosäkerhet enligt avsnitt 7. Detta kan ofta göras i förväg, innan mätningen.
5. Korrigera och utvärdera resultatet enligt avsnitt 6.
6. Redovisa mätningen enligt avsnitt 8.

Mätresultat från egenkontroller redovisas med sitt mätosäkerhetsintervall utskrivet. Vid operativ tillsyn presenteras däremot mätresultatet med mätosäkerheten avräknad som säkerhetsmarginal för att förenkla diskussioner med berörda parter.

SP har tagit fram excelfiler som kan underlätta beräkningarna av mätresultatet. Dessa och mätmetoden i pdf-format är samlade i zip-filen SP_INFO_2004_45.zip som finns att ladda ned från www.sp.se (du hittar den under *Publikationer*, välj t ex *Utökad sökning* och sök efter *Typ: SP-INFO, År: 2004, Nummer: 45*).

2 Riktvärden

Gällande riktvärden för ekvivalentnivå och maximalnivå återfinns i *Socialstyrelsens allmänna råd (SOSFS 2005:7) om höga ljudnivåer* [3].

Vid arrangemang med stationära besökare ska $L_{Aeq,1h}$, $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} inte överskrida riktvärdena för ekvivalentnivå respektive maximalnivå.

Vid arrangemang med mobila besökare ska $L_{Aeq,15min}$ och L_{AFmax} inte överskrida riktvärdena för ekvivalentnivå respektive maximalnivå.

Uppmätta mätvärden ska korrigeras enligt avsnitt 6.1.3 innan de får jämföras mot riktvärdena för ekvivalentnivå respektive maximalnivå.

3 Definitioner

Följande definitioner gäller när mätmetoden används. Mer information om akustiska grundbegrepp hittar man exempelvis i [4] och [5].

- Arrangemang med *stationära besökare* avser arrangemang där besökaren befinner sig på samma plats hela tiden såsom konserter, teaterföreställningar, biografier, spinningpass etc.
- Arrangemang med *mobila besökare* avser arrangemang där besökaren rör sig omkring. Exempel på sådana arrangemang är diskotek, nattklubbar, dansbanor, pubar, styrketräningslokaler.
- *Operativ tillsyn* avser i detta sammanhang tillsynsmyndigheternas arbete med att se till att Socialstyrelsens riktvärden för höga ljudtrycksnivåer efterföljs. (I SFS 1998:900 [6] definieras operativ tillsyn som ”sådan tillsyn som utövas direkt gentemot den som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd”.)
- *Egenkontroll*: avser i detta sammanhang verksamhetsutövarens arbete med att se till att Socialstyrelsens riktvärden för höga ljudtrycksnivåer inte överskrids.
- *Ljudtrycksnivå* (L_p , dB) används normalt som mått på hur starkt ett ljud är. Det är en logaritmisk skala (efterliknar hur vår hörsel fungerar) som definieras som

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\tilde{p}}{p_{ref}} \right)^2 \quad (1)$$

där referensljudtrycket $p_{ref} = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa är valt för att 0 dB ungefär ska motsvara människans hörseltröskel. \tilde{p} är ljudtryckets effektivvärde.

- Örats känslighet varierar beroende på vilken frekvens ljudet har och därför brukar ljudnivåmätare *frekvensväga* det ljud som ska mätas för att anpassa mätvärdet till hur hörseln uppfattar ljudet. Det finns flera olika s k vägningsfilter varav det mest använda är *A-filtret*. A-filtret efterliknar i grova drag örats förmåga att höra olika frekvenser och det kan användas för att bedöma risk för hörselskada. Ljudtrycksnivå uppmätt med A-filter kallas *A-vägd ljudtrycksnivå* (L_{pA} , dB).
- *Maximalnivån* (L_{max} , dB) är den högsta ljudtrycksnivån under en viss tid. Maximalnivån påverkas ofta av vilken *tidsvägning* som ljudnivåmätaren är inställd på (d v s hur snabbt mätaren reagerar). I denna mätmetod används tidsvägning F (fast, integrationstid 1/8 s). Den A-vägda maximalnivån mätt med tidsvägning F bör för tydlighets skull betecknas L_{AFmax} .

Anm: L_{AFmax} kan underskatta riskerna med mycket korta ljudpulser eftersom tidsvägningen F är relativt långsam. För mätning av impulsljud är L_{Cpeak} ett bättre mått, se t ex [7].

- *Ekvivalentnivån*¹ (L_{eq} , dB) är ett energimedelvärde över en specificerad *mättid* T (betecknas ofta $L_{eq,T}$ med T utskrivet i klartext, t ex $L_{eq,10minuter}$ eller $L_{eq,24h}$) som skiljer sig från vanliga aritmetiska medelvärden genom att ta mycket större hänsyn till inslag av höga ljudtrycksnivåer. Ekvivalentnivån mäts med hjälp av s k integrerande ljudnivåmätare. Den A-vägda ekvivalentnivån för tidsperioden T betecknas vanligen $L_{Aeq,T}$.

Om ekvivalentnivån har olika (konstanta) värden L_{eq1} , L_{eq2} , L_{eq3} ,... under tidsintervallerna T_1 , T_2 , T_3 ,... kan ekvivalentnivån för den totala tidsperioden $T_{tot} = T_1 + T_2 + T_3 + \dots$ beräknas ur

$$L_{eq,T_{tot}} = 10 \cdot \log_{10} \left(T_1 \cdot 10^{0,1 \cdot L_{eq1}} + T_2 \cdot 10^{0,1 \cdot L_{eq2}} + T_3 \cdot 10^{0,1 \cdot L_{eq3}} + \dots \right) - 10 \cdot \log_{10} (T_{tot}) \quad (2)$$

- $L_{Aeq,1h}$ är den A-vägda ekvivalentnivån över mättiden 60 minuter. I denna mätmetod gäller att den första mätperioden ska starta då arrangemanget startar. Därpå följande 60-minutersperioder börjar när föregående period upphör.

Ex: För ett arrangemang som startar kl 15.47 kommer således 60-minutersperioderna att hamna som kl 15.47-16.47, kl 16.47-17.47, kl 17.47-18.47 etc.

Om arrangemanget börjar alternativt slutar under en 60-minutersperiod (men i sin helhet är längre än 60 minuter) mäter man endast under den tid då arrangemanget är igång varvid resten av timmen räknas in som om den var tyst. $L_{Aeq,1h}$ beräknas i ett sådant fall enligt

$$L_{Aeq,1h} = L_{Aeq,T_s} + 10 \cdot \log_{10} (T_s) - 17,8 \quad (3)$$

där L_{Aeq,T_s} är ekvivalentnivån mätt under mättiden T_s . T_s , som i ekvation (3) ska anges i minuter, är den del av 60-minutersperioden då arrangemanget var igång.

Observera att vid arrangemang som varar upp till en timme ska $L_{Aeq,ARR}$ mätas istället för $L_{Aeq,1h}$ (se $L_{Aeq,ARR}$ nedan samt avsnitt 5.1.2).

Ex: En biofilm börjar kl 20.30 och slutar kl 22.10. När $L_{Aeq,1h}$ för perioden 20.30-21.30 är uppmätt noteras värdet och ljudnivåmätaren nollställs. Sedan mäts L_{Aeq,T_s} för perioden 21.30-22.10 varpå $L_{Aeq,1h}$ för perioden 21.30-22.30 beräknas m h a ekvation (3). Om L_{Aeq,T_s} uppmättes till 87,0 dB blir $L_{Aeq,1h}$ för den andra timman $87,0 + 10 \cdot \log_{10}(40) - 17,8 = 85,2$ dB.

- Med $L_{Aeq,ARR}$ avses i denna mätmetod den A-vägda ekvivalentnivån för ett enskilt arrangemang med stationära besökare (en konsert, en biofilm, en teaterföreställning etc). Mättiden T är här lika lång som arrangemangets tidslängd, med start och slut vid samma tider som arrangemanget.

Anm: Vill man samtidigt bestämma $L_{Aeq,1h}$ och $L_{Aeq,ARR}$ vid arrangemang som är längre än en timme mäter man lämpligen $L_{Aeq,1h}$ för de hela timmar som arrangemanget omfattar samt L_{Aeq,T_s} för den sista delen av arrangemanget (se exempel ovan). Slutligen beräknas $L_{Aeq,ARR}$ med hjälp av ekvation (2).

Ex: En teaterföreställning börjar kl 21.10 och slutar kl 23.25. $L_{Aeq,1h}$ mäts för perioderna 21.10-22.10 samt 22.10-23.10 och befinns vara 84,2 dB respektive 82,5 dB. För den avslutande tidsperioden 23.10-23.25 uppmäts L_{Aeq,T_s} till 87,1 dB. Med hjälp av ekvation (2) får vi att $L_{Aeq,ARR}$ blir

$$L_{Aeq,ARR} = 10 \cdot \log_{10} \left(60 \cdot 10^{8,42} + 60 \cdot 10^{8,25} + 15 \cdot 10^{8,71} \right) - 10 \cdot \log_{10} (135) = 84,0 \text{ dB}$$

- $L_{Aeq,15min}$ är den A-vägda ekvivalentnivån över mättiden 15 minuter. I denna mätmetod gäller att mätperioden ska starta vid helt klockslag, kvart över, halvt klockslag eller kvart i. Med andra ord ska $L_{Aeq,15min}$ mätas kl 17.00-17.15, 17.15-17.30, 17.30-17.45, 17.45-18.00 etc. $L_{Aeq,15min}$ används vid arrangemang med mobila besökare, se avsnitt 5.2.3.

¹ Med ekvivalentnivå menas egentligen den *ekvivalenta kontinuerliga ljudtrycksnivå* som är den konstanta ljudtrycksnivå som har samma energiinnehåll som den uppmätta signalen.

Om arrangemanget börjar alternativt slutar under en 15-minutersperiod mäter man endast under den tid då arrangemanget är igång varvid resten av kvarten räknas in som om den var tyst. $L_{Aeq,15\text{min}}$ beräknas i ett sådant fall enligt

$$L_{Aeq,15\text{min}} = L_{Aeq,T_s} + 10 \cdot \log_{10}(T_s) - 11,8 \quad (4)$$

där L_{Aeq,T_s} är ekvivalentnivån mätt under mättiden T_s . T_s , som i ekvation (4) ska anges i minuter, är den del av 15-minutersperioden då arrangemanget var igång.

- $L_{Aeq,1h\text{-löpande}}$ är den A-vägda löpande ekvivalentnivån för de senast förflutna 60 minuterna (avser alltså i varje ögonblick ekvivalentnivån för timman omedelbart innan). $L_{Aeq,1h\text{-löpande}}$ kan användas för att underlätta övervakning av ljudtrycksnivån vid egenkontroll av arrangemang med stationära besökare (se avsnitt 5.1.2).
- *Mätposition*: den plats som mätmetoden anvisar att mätning ska ske på.
- *Ersättningsposition*: Istället för den av metoden anvisade mätpositionen kan man välja en annan lämplig plats att mäta ifrån, en ersättningsposition. Ljudtrycksnivån som mäts vid ersättningspositionen ska korrigeras (korrektionsfaktor K_s) för att ge samma resultat som i den av metoden anvisade mätpositionen. Kan t ex användas för att mäta ljudtrycksnivå under en konsert från mixerplats.
- *Mätosäkerhet* (här förkortad *MO*): Mätresultat kan aldrig bli helt exakta, de har alltid en viss mätosäkerhet vars storlek varierar med förutsättningarna. Vid redovisning av resultat måste därför samtidigt mätosäkerheten anges. Oftast, liksom i denna mätmetod, redovisas mätosäkerheten som det intervall (*konfidensintervall*) mätresultatet med 95 % sannolikhet ligger inom.

Ex: $L_{Aeq} = 67 \pm 2$ dB med 95 % konfidensintervall betyder att det sanna värdet med 95% sannolikhet är högre än 65 dB och lägre än 69 dB. Samtidigt är det 1 chans på 20 att det sanna värdet ligger utanför intervallet.

4 Mätutrustning

För att göra mätningarna behöver man en ljudnivåmätare och en kalibrator som ska uppfylla vissa minimikrav. Vid varje mättillfälle ska ljudnivåmätaren kontrolleras mot kalibratorm. Båda instrumenten skall regelbundet verifieras hos ett kalibreringslab.

4.1 Instrument

För att utföra mätningarna behövs en ljudnivåmätare och en akustisk kalibrator (ljudnivåkalibrator).

4.1.1 Val av instrument

Ljudnivåmätaren ska minst uppfylla kraven för en klass 2 ljudnivåmätare enligt SS-EN 61672 och kalibratorm minst kraven för klass 2 akustiska kalibratorer enligt SS-EN 60942.

Utöver de grundläggande kraven för en ljudnivåmätare ska instrumentet kunna mäta den A-vägda ekvivalenta kontinuerliga ljudtrycksnivån (L_{Aeq}) under valfri mättid samt den A-vägda maximala ljudtrycksnivån med tidsvägning F (L_{AFmax}) i enlighet med SS-EN 61672. Instrumentet ska klara av att registrera båda dessa mätstorheter *samtidigt*.

Anm: Ovanstående standarder är relativt nya. Tidigare fanns fyra noggrannhetsklasser, typ 0 till 3, som specificerades i IEC 60651 och IEC 60804. Instrument som minst uppfyller kraven för typ 2 enligt IEC 60651 och IEC 60804 kan också användas [2].

Om någon form av inspelning utförs för analys i efterhand (bandspelare, dator etc) ska även denna utrustning ingå i kalibreringkedjan och uppfylla kraven på linjäritet, dynamik och frekvensrespons.

Anm: Handhavande av ljudnivåmätaren ska ske enligt tillverkarens anvisningar.

Kontrollera särskilt hur instrumentets och kalibratorms noggrannhet påverkas av temperaturen om de är tänkta att användas för utomhusarrangemang. Klass 2 ljudnivåmätare går t ex inte att använda vid temperaturer under 0 °C.

Mikrofonen ska förses med anpassat vindsydd vid blåsigt väder. Vindsyddet får inte bli vått eftersom det då kan påverka mätvärdet.

För att det ska vara praktiskt att göra mätningarna för hand behöver det gå att läsa av och nollställa ekvivalent- och maximalnivå direkt på instrumentet på ett smidigt sätt.

Oftast underlättas mätningarna ifall den momentana A-vägda ljudtrycksnivån L_{pA} går att avläsa samtidigt som L_{Aeq} och L_{AFmax} mätes.

4.1.2 Personburen mikrofon

Mätinstrumentets mikrofon ska normalt antingen vara fastsatt på ljudnivåmätaren som hålls enligt tillverkarens anvisningar eller placeras på ett stabilt mikrofonstativ. Vid mätningar enligt föreliggande anvisningar är det därutöver tillåtet att ha personburen mikrofon. Mikrofonen ska i sådant fall antingen vara placerad vid mätteknikerns bröstficka alternativt vid dennes krage (se Figur 1). Mikrofonen får inte vara skyld av kläder eller dylikt eftersom detta kan ge felaktiga mätresultat.



*Figur 1 Godkända mikrofonplaceringar för personburen mikrofon.
Vänster: vid bröstficka, höger: vid krage.*

Då personburen mikrofon används kommer kroppens närvaro att påverka mätvärdet. Därför måste mätvärdet korrigeras i efterhand (se avsnitt 6.1.1). Mätosäkerheten blir större än då mikrofonen är fastsatt direkt på ljudnivåmätare eller placerad på stativ (se avsnitt 7).

4.2 Kalibrering

Hela mätkedjan (den utrustning som används för mätning, lagring och analys av mätsignalen) ska kontrolleras mot en akustisk kalibrator vid minst en frekvens i området 200 Hz - 1 kHz direkt före och efter mätningarna. Om mätsignalen lagras ska kalibreringssignalen lagras på samma sätt som mätsignalen. Om det avlästa värdet har ändrat sig mer än 0,5 dB mellan kalibreringstillfällena uppfylles ej fordringarna för denna mätmetod.

Vid användning av fast installerad utrustning för kontinuerlig automatisk mätning² ska mätsystemet minst en gång per vecka kontrolleras mot akustisk kalibrator. Resultatet från kontrollen ska noteras.

Ifall skillnaden mellan avläst ljudtrycksnivå och kalibrators kalibrerade ljudtrycksnivå är större än 0,5 dB ska avvikelsen noteras i protokollet och följas upp genom att ljudnivåmätaren kalibreras mot ytterligare en kalibrator, helst vid en annan frekvens.

Anm: Såväl kalibratoren som ljudnivåmätaren kan vara orsaken till avvikelsen. Avvikelserna kan vara större vid andra frekvenser än den kalibrerade. Som exempel kan nämnas att en punktering av mikrofonens membran ofta bara ger ett fel om några tiondels dB vid 1 kHz samtidigt som felet vid lägre frekvenser kan vara avsevärt större (i storleksordningen 10 dB). Därför bör mätvärden bara korrigeras med uppmätt avvikelse efter att både kalibratoren och ljudnivåmätaren kontrollerats var för sig.

Ljudnivåmätarens överensstämmelse med SS-EN 61672 (alternativt IEC 60651 när tillämpligt) ska verifieras minst en gång vartannat år. Den akustiska kalibratoren ska kalibreras minst en gång per år. Kalibreringarna ska utföras med spårbarhet till nationella eller internationella normaler. Kalibreringsvärde och giltigt temperaturområde bör noteras väl synligt på kalibratoren.

4.3 Övrigt

Den klocka som används för att bestämma aktuella klockslag bör visa korrekt tid inom ± 1 minut.

² Kan vara aktuellt vid egenkontroll.

5 Mätprocedurer

Det finns två olika mätprocedurer. Den första är avsedd för arrangemang med stationära besökare (besökaren befinner sig på samma plats under arrangemanget), exempelvis konserter, teaterföreställningar, biografier, spinningpass etc. Denna mätprocedur ska även användas vid arrangemang där flera artister uppträder (konserter med förband, musikfestivaler och liknande).

Den andra mätproceduren är avsedd för diskotek, nattklubbar, dansbanor, pubar, styrketräningslokaler och liknande arrangemang med mobila besökare (besökaren rör sig omkring).

Generellt gäller att mätningar endast ska göras på platser som är avsedda för besökare. Mätpositioner där ljud från publiken signifikant påverkar mätresultatet ska undvikas (en lösning kan vara att använda en ersättningsposition, se avsnitt 3 och 6.1.3).

5.1 Arrangemang för stationära besökare (konserter och liknande)

Välj ut platsen med högst ljudtrycksnivå och mät där. Vid arrangemang som varar upp till en timme mäts $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} . Om arrangemanget varar mer än en timme ska $L_{Aeq,1h}$, $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} bestämmas.

5.1.1 Mätposition

Som mätposition väljs platsen där den högsta ljudtrycksnivån finns. Ljudtrycksnivån kan övervakas från mixerplats eller annan lämplig ersättningsposition genom att uppmätta värden korrigeras enligt avsnitt 6.1.3 (korrektion K_5).

Om ljudet huvudsakligen verkar komma från en riktning ska mikrofonen, alternativt kroppen om personburen mikrofon används, riktas åt detta håll.

Mikrofon på stativ placeras ca 1,5 m över marken. Ifall mikrofonen sitter på en handhållen ljudnivåmätare hålls mätaren enligt tillverkarens anvisningar. Om ovanstående mäthöjder inte är ändamålsenliga placeras mikrofonen i första hand i öronhöjd men även annan lämplig höjd får väljas.

Se Bilaga B för ett exempel på hur mätposition kan väljas.

5.1.2 Mätning

Det finns tre storheter att mäta:

- A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå för varje hel 60-minutersperiod med start då arrangemanget börjar, $L_{Aeq,1h}$
- A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå för hela arrangemanget, $L_{Aeq,ARR}$
- A-vägd maximal ljudtrycksnivå med tidsvägning F , L_{AFmax} för hela arrangemanget. L_{AFmax} ska alltid mätas parallellt med mätning av ekvivalentnivå

Är arrangemangets längd en timme eller kortare ska $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} mätas.

För arrangemang som pågår längre än en timme ska $L_{Aeq,1h}$ bestämmas för alla berörda 60-minutersperioder. Därtill ska $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} bestämmas för hela arrangemangets varaktighet.

Anm: För att få fram L_{AFmax} för hela arrangemanget kan det vara praktiskt att registrera L_{AFmax} per 60-minutersperiod och i efterhand ta ut det högsta mätta värdet.

Ex 1: Ett spinningpass börjar kl 18.30 och slutar kl 19.15. Här ska $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} mätas för tidsperioden 18.30-19.15.

Ex 2: En konsert börjar kl 19.10 och slutar kl 20.55. $L_{Aeq,1h}$ ska mätas för de två 60-minutersperioderna (19.10-20.10 och 20.10-21.10) medan $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} ska mätas för tidsperioden 19.00-20.45.

Se vidare under avsnitt 3 för vägledning om hur man kan bestämma $L_{Aeq,1h}$ och $L_{Aeq,ARR}$ samtidigt med en integrerande ljudnivåmätare.

Anm: Den som har möjlighet att mäta $L_{Aeq,1h-löpande}$ (se avsnitt 3) kan ha nytta av detta för att underlätta övervakning av ljudtrycksnivån vid arrangemang som varar längre än en timme; om man ser till att $L_{Aeq,1h-löpande}$ håller sig under riktvärdet kommer även $L_{Aeq,1h}$ och $L_{Aeq,ARR}$ att klara sig.

Vid arrangemang där flera artister uppträder i följd (konserter med förband, musikfestivaler och liknande) ska varje konsert eller motsvarande föreställning behandlas var för sig. $L_{Aeq,1h}$, $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} bestäms alltså för varje enskild konsert som om övriga konserter inte fanns. På samma sätt skall varje spinningpass, filmföreställning etc mätas och bedömas för sig.

5.2 Arrangemang med mobila besökare (nattklubb, dansbana, pub och liknande)

Ekvivalentnivå mäts bara där besökare uppehåller sig längre stunder sig medan maximalnivån får mätas överallt där besökare har tillträde. Om det finns dansgolv mäts A-vägd ekvivalentnivå under 15 minuter både på dansgolvet och den plats utanför dansgolvet som har högst ljudtrycksnivå. Saknas dansgolv mäts den A-vägda ekvivalentnivån där ljudtrycksnivån är högst. A-vägd maximalnivå mäts på platsen med högst ljudtrycksnivå.

5.2.1 Tidpunkt

Minimikravet är att mätningen ska göras vid den tidpunkt då ljudtrycksnivån är som högst.

Anm: Om det är tveksamt under vilken 15-minutersperiod nivån är som högst mäts ljudtrycksnivån lämpligen under alla de 15-minutersperioder då ljudtrycksnivån skulle kunna vara som högst. Detta blir särskilt viktigt om ljudtrycksnivån är så hög att marginalen till riktvärdet är liten (inklusive mätosäkerhet och eventuella korrekationer). I vissa fall kan ett automatiskt mätsystem som kontinuerligt mäter ljudtrycksnivån vara en bra lösning.

5.2.2 Mätpositioner

Börja med att översiktligt kontrollera hur ljudtrycksnivån varierar mellan olika områden. Välj sedan ut mätposition(er) enligt kriterierna nedan.

Allmänt gäller att om ljudet i huvudsak verkar komma från en riktning ska mikrofonen, alternativt kroppen om personburen mikrofon används, riktas åt detta håll.

Mikrofon på stativ placeras ca 1,5 m över marken. Ifall mikrofonen sitter på en handhållen ljudnivåmätare hålls mätaren enligt tillverkarens anvisningar. Om ovanstående mäthöjder inte är ändamålsenliga placeras mikrofonen i första hand i öronhöjd men även annan lämplig höjd får väljas.

5.2.2.1 Mätposition(er) för ekvivalentnivå

Mätpositionerna för *ekvivalentnivå* ska väljas inom områden där besökare uppehåller sig och inte till platser där de bara vistas kort tid eller passerar förbi.

Anm: Med områden där besökare uppehåller sig avses platser där besökare kan befinna sig en betydande andel av hela vistelsen på stället. Exempel på sådana områden är bardisk, dansgolv, bord etc. Platser som toaletter, trappor, kö till garderob, ytor för passage är exempel på platser där besökare normalt inte befinner sig längre stunder.

Om det finns dansgolv

Utse en mätposition på dansgolvet där ljudtrycksnivån är representativ för hela dansgolvet. Om det finns flera dansgolv väljes det med högst ljudtrycksnivå.

Välj också ut den mätposition utanför dansgolvet (alternativt utanför alla dansgolv, ifall det finns flera) där den högsta ljudtrycksnivån finns.

Den av ovanstående två mätpositioner som har högst ljudtrycksnivå kallas mätposition 1 och den andra kallas mätposition 2. Mätposition 2 får utgå om ljudtrycksnivån där uppenbart är densamma som i mätposition 1.

Anm: Med ”representativ för hela dansgolvet” menas att den uppmätta ljudtrycksnivån idealt sett motsvarar ett medelvärde av ljudtrycksnivåerna över hela dansgolvet. Välj därför inte en mätposition där ljudtrycksnivån är tydligt högre eller lägre än på övriga platser inom dansgolvet.

Om dansgolv saknas

Välj mätposition 1 som den plats där den högsta ljudtrycksnivån finns. När dansgolv saknas utgår mätposition 2.

5.2.2.2 Mätposition för maximalnivå

Mätposition 3 väljes som den plats där den högsta ljudtrycksnivån finns. Mätposition 3 får väljas inom alla områden som besökare har tillträde till.

Anm 1: Mätposition 3 kan t ex vara en plats där besökare kan gå förbi en högtalare som spelar stark musik.

Anm 2: Ofta finns det inga stora lokala ljudtrycksvariationer utan ljudtrycksnivån är jämnt fördelad över platsen. I en sådan situation väljs mätposition 3 till samma plats som mätposition 1.

5.2.3 Mätning

Mätposition 1

Mät $L_{Aeq,15min}$ (d v s A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå under 15 minuter med start vid helt klockslag, kvart över, halvt klockslag eller kvart i).

Mätposition 2 (endast om det finns dansgolv)

Välj det ena av följande alternativ:

Alternativ 1: Mät A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå under 15 minuter (med start vid godtyckligt klockslag).

Alternativ 2: Mät A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå i mätposition 1 och 2 samtidigt under minst en minut (se Ex 2 nedan).

Anm alternativ 1: Mätvärdet i mätposition 2 används enbart för att bestämma hur stor skillnaden i ljudtrycksnivå är till mätposition 1 (och därmed hur stor korrektion K_3 ska vara). Mätningen bör därför göras direkt före eller efter mätningen i mätposition 1. Under mätningarna i mätposition 1 och 2 får ljudet från musiken inte genomgå betydande generella nivåändringar som kan orsaka att den beräknade skillnaden i ljudtrycksnivå blir felaktig.

Mätposition 3

Mät A-vägd maximal ljudtrycksnivå med tidsvägning $F(L_{AFmax})$ under 15 minuter.

Ex 1: Efter en första översiktlig kontroll av ljudtrycksnivåerna på en mindre pub utan dansgolv befanns baren vara platsen med högst ljudtrycksnivå. Eftersom puben inte hade något dansgolv utgick mätposition 2. Då ljudtrycksnivån var jämnt fördelad längs den lilla bardisken valdes godtyckligt en plats vid bardisken ut som både mätposition 1 och 3. Slutligen mättes L_{Aeq} och L_{AFmax} samtidigt mellan kl 22.45-23.00.

Ex 2: Två tekniker utrustade med varsin ljudnivåmätare hjälptes åt att mäta på en nattklubb med dansgolv. Vid den första översiktliga kontrollen konstaterade de att ljudtrycksnivån behövde mätas i alla tre mätpositionerna. De började med att den ena personen mätte ekvivalentnivå under 15 minuter i mätposition 1 och den andra maximalnivå i mätposition 3 under 15 minuter. Därefter mätte de med var sin ljudnivåmätare, under 1 minut (samtidigt), ekvivalentnivån i mätposition 1 och 2 (enligt alternativ 2 under stycket *Mätposition 2* ovan).

Se Bilaga B för ytterligare två exempel på mätningar.

5.2.4 Automatiskt mätsystem

Som ett alternativ till att utföra mätningarna för hand med ljudnivåmätare enligt anvisningarna i avsnitt 5.2.2 och 5.2.3 kan man använda ett fast installerat, automatiskt mätsystem som registrerar ljudtrycksnivåerna i de mätpositioner som anges i avsnitt 5.2.2.

Används ett automatiskt mätsystem som löpande registrerar ljudtrycksnivå ska $L_{Aeq,15min}$ kunna utvärderas (d v s L_{Aeq} för mättiden 15 minuter med start vid helt klockslag, kvart över, halvt klockslag eller kvart i).

5.2.4.1 Ersättningsposition vid fast installerat mätsystem

Om det av praktiska anledningar inte går att permanent placera en mikrofon vid någon (eller några) av mätpositionerna i avsnitt 5.2.2 ska lämplig ersättningsposition väljas så nära mätpositionen som möjligt och det mätta värdet korrigeras enligt avsnitt 6.1.3 (korrektion K_5).

5.2.4.2 Fast installerat mätsystem med färre än tre mikrofoner

Enligt kriterierna i avsnitt 5.2.2 kan det behövas upp till tre mätpositioner. Då ett fast installerat mätsystem ska användas monteras helst en separat mätmikrofon vid varje mätposition. Men även mätsystem med färre mätmikrofoner än antalet mätpositioner kan användas:

- Ifall kriterierna i avsnitt 5.2.2 ger att mätning ska göras i alla tre mätpositionerna men det installerade mätsystemet bara har tillgång till två mikrofoner ska dessa placeras i mätposition 1 respektive 3.
- Är utfallet av kriterierna i avsnitt 5.2.2 att mätning ska göras i alla tre mätpositionerna men mätsystemet endast har en mikrofon ska denna placeras på platsen med den högsta ljudtrycksnivån, mätposition 3. Både ekvivalentnivå och maximalnivå ska då mätas i denna position. Detsamma gäller ifall kriterierna i avsnitt 5.2.2 ger att mätning ska göras i mätposition 1 och 3 men inte i mätposition 2.
- Behövs det enligt kriterierna i avsnitt 5.2.2 separata mätmikrofoner i mätposition 1 och 2 men mätsystemet endast har en mikrofon ska denna placeras i mätposition 1.

Om ingen mätning görs i mätpositon 2 ska korrektion K_3 sättas till 0 dB.

6 Utvärdering

Utvärderingen består av två steg:

1. Bestäm korrektioner och mätosäkerhet för den aktuella mätsituationen enligt avsnitt 6.1 respektive avsnitt 7
2. Korrigera uppmätt ljudtrycksnivå med ovanstående korrektioner enligt avsnitt 6.2. Den korrigerade ljudtrycksnivån ska avrundas till närmaste hela dB och mätosäkerheten avrundas uppåt till hela dB innan de redovisas tillsammans och jämförs mot riktvärden.

6.1 Korrektioner

Korrektionerna K_2 och K_4 används enbart vid operativ tillsyn och återges därför inte här.

6.1.1 Korrektion för personburen mikrofon, K_1

Om personburen mikrofon används (se avsnitt 4.1.2 för godkända mikrofonplaceringar på kroppen) kommer instrumentet att visa ett för högt värde³. Därför ska mätvärdet korrigeras med

$$K_1 = -2,5 \text{ dB om ljudet till stor del kommer från en riktning}^4$$

$$K_1 = -1,0 \text{ dB i annat fall}$$

Vid mätning med mikrofon som är fastsatt på ljudnivåmätare eller sitter på ett mikrofonstativ är $K_1 = 0$ dB.

Både uppmätt ekvivalentnivå och maximalnivå korrigeras med K_1 dB.

6.1.2 Korrektion för att motsvara en persons vistelse, K_3

Uppmätt ekvivalentnivå från mätning utförd enligt avsnitt 5.2 (mobila besökare) ska i vissa fall korrigeras för att motsvara den ekvivalentnivå en besökare på ett dansställe exponeras för. Uppmätt maximalnivå korrigeras inte.

Saknas mätvärde från mätposition 2 ska ingen korrektion göras ($K_3 = 0$).

Bestäm ΔL enligt

$$\Delta L = L_{Aeq, mätposition 1} - L_{Aeq, mätposition 2}$$

Ifall ΔL blir mindre än eller lika med 2 dB ska ingen korrektion göras ($K_3 = 0$ dB). För fall då ΔL är större än 2 dB fås K_3 ur Tabell 1.

Tabell 1 K_3 som funktion av skillnad i L_{Aeq} mellan mätposition 1 och 2.

$2 \text{ dB} < \Delta L \leq 4 \text{ dB}$	\rightarrow	$K_3 = -1,0 \text{ dB}$
$4 \text{ dB} < \Delta L \leq 6 \text{ dB}$	\rightarrow	$K_3 = -1,5 \text{ dB}$
$6 \text{ dB} < \Delta L \leq 9 \text{ dB}$	\rightarrow	$K_3 = -2,0 \text{ dB}$
$9 \text{ dB} < \Delta L \leq 20 \text{ dB}$	\rightarrow	$K_3 = -2,5 \text{ dB}$
$\Delta L > 20 \text{ dB}$	\rightarrow	$K_3 = -3,0 \text{ dB}$

³ Ljudet som reflekterats mot kroppen når mikrofonen i stort sett samtidigt som det infallande ljudet. Samverkan mellan det infallande och reflekterade ljudet gör att ljudtrycksnivån blir högre vid mikrofonen än i omgivningen, en skillnad som vi korrigerar för med hjälp av K_1 . Korrektionens storlek beror på med vilken vinkel ljudet faller in mot kroppen.

⁴ som exempelvis ofta blir fallet vid konserter utomhus och i vissa fall inomhus där man har en högtalارانläggning vid scenen som förstärker ljudet för hela publiken.

6.1.3 Avståndskorrektion för mätning från ersättningsposition, K_5

Avståndskorrektionen K_5 är skillnaden mellan ljudtrycksnivån i mätpositionen och i den valda ersättningspositionen. I första hand används skillnaden mellan den A-vägda ekvivalenta ljudtrycksnivån i mätpositionen ($L_{Aeq,MP}$) och i ersättningspositionen ($L_{Aeq,EP}$):

$$K_5 = L_{Aeq,MP} - L_{Aeq,EP} \quad (5)$$

Korrektionen bestäms lämpligen med en jämförelsemätning enligt gängse metoder. Rosa brus kan användas. Om korrektionen bestäms genom beräkningar ska akustiken i omgivningen och de använda högtalarnas egenskaper beaktas.

Ljudtrycksnivån i mätpunkten beräknas sedan som

$$L_{Aeq,MP} = L_{Aeq,EP} + K_5 \quad (6)$$

Anm 1: Om ljudets frekvensgång i ersättningspositionen avviker mycket från frekvensgången i mätpositionen finns risk att ovanstående A-vägda avståndskorrektion kommer att ge fel resultat. Välj därför en ersättningsposition där ljudets frekvensgång stämmer bra med den i mätpositionen. Undvik exempelvis ersättningspositioner där ljudets frekvensgång påverkas av reflexer (från väggar etc) eller av skärmande föremål.

Anm 2: Värdet på K_5 kan underskattas om jämförelsemätningen görs utan publik närvarande (eftersom publiken vanligen absorberar ljud). Med en underskattad korrektion K_5 finns risk att ljudtrycksnivån på den mest utsatta platsen blir för hög när ljudmätningen sker från ersättningspositionen. Korrektionens storlek kan variera över tiden också av andra anledningar, t ex på grund av förändrade temperaturgradienter i luften vid konserter utomhus. Under längre arrangemang kan det därför bli nödvändigt att kontrollmäta K_5 med jämna mellanrum.

Anm 3: K_5 blir ibland negativ. Detta kan t ex hända om man använder ett line array eller delay-system med liten avståndsdämpning i kombination med en hög mikrofonplacering där ljudet inte absorberas av publiken. När mätosäkerheten beräknas ska dock korrektionens absolutbelopp användas (d v s $|K_5|$). Se avsnitt 7.1 respektive Bilaga A.

Avståndskorrektionen får även göras per ters- eller oktavband (motsvarande ekvation 5 och 6 ovan men per frekvensband). Därigenom minskas riskerna som omnämns i Anm 1 ovan. Korrektionen ska då åtminstone mätas upp och användas i oktavbanden 63-8000 Hz resp tersbanden 50-10000 Hz. När avståndskorrektionens bidrag till mätosäkerheten beräknas ska de enskilda frekvensbandens korrektioner först summeras samman till ett A-vägt värde.

Om en ersättningsposition inte använts är $K_5 = 0$ dB.

6.2 Redovisning av mätvärde

Räkna samman uppmätta ekvivalent- och maximalnivåer med korrektionerna enligt nedan. Avrunda de korrigerade ekvivalent- och maximalnivåerna till närmaste hela dB innan de redovisas. Mätosäkerheten (MO) ska avrundas uppåt till hela dB. Jämför slutligen de redovisade värdena med Socialstyrelsens riktvärden. Redovisa korrigerade värden tillsammans med mätosäkerheten som ett intervall enligt

$$L_{Aeq} = \text{Korrigerat } L_{Aeq} \pm MO$$

$$L_{AFmax} = \text{Korrigerat } L_{AFmax} \pm MO$$

där MO kan bestämmas enligt avsnitt 7. Redovisa även K_3 och K_5 i förekommande fall.

Anm: Tänk på att den verkliga ljudtrycksnivån kan ligga vid intervallets övre gräns.

6.2.1 Mätning utförd enligt avsnitt 5.1 (stationära besökare)

$$\text{Korrigerat } L_{Aeq,1h} = \text{Uppmätt } L_{Aeq,1h} + K_1 + K_5$$

$$\text{Korrigerat } L_{Aeq,ARR} = \text{Uppmätt } L_{Aeq,ARR} + K_1 + K_5$$

$$\text{Korrigerat } L_{AFmax} = \text{Uppmätt } L_{AFmax} + K_1 + K_5$$

6.2.2 Mätning utförd enligt avsnitt 5.2 (mobila besökare)

$$\text{Korrigerat } L_{Aeq,15min} = \text{Uppmätt } L_{Aeq,mätposition1} + K_1 + K_3 + K_5$$

$$\text{Korrigerat } L_{AFmax} = \text{Uppmätt } L_{AFmax} + K_1 + K_5$$

7 Mätosäkerhet

I detta avsnitt presenteras hur aktuell mätosäkerhet (MO) kan beräknas i ett normalfall. Mer bakgrundsinformation till nedanstående uttryck återfinns i Bilaga A som också ger viss vägledning åt den som vill beräkna mätosäkerheten på egen hand.

7.1 Bestäm mätosäkerhetens storlek

Mätosäkerheten kan beräknas som

$$MO = 2 \cdot \sqrt{\sigma_1^2 + 1 + \frac{|K_5|}{a}}$$

där

σ_1 kan utläsas ur Tabell 2,

$a = 10$ utomhus respektive $a = 5$ inomhus.

Ex 1: Under en utomhuskonsert övervakades ljudtrycksnivån från mixerplats med en ljudnivåmätare klass 2 monterad på stativ. Avståndskorrekturen K_5 mättes upp till -2 dB (se avsnitt 6.1.3). Enligt Tabell 2 är σ_1 för ljudnivåmätaren 0,75 dB. Mätosäkerheten MO blir därmed

$$MO = 2 \cdot \sqrt{0,75^2 + 1 + \frac{2}{10}} = 2,7 \text{ dB}$$

Ex 2: Med hjälp av en handhållen klass 1 ljudnivåmätare mättes ljudtrycksnivån på en pub. Från Tabell 2 får vi att $\sigma_1 = 0,5$ dB och då är mätosäkerheten

$$MO = 2 \cdot \sqrt{0,5^2 + 1 + 0} = 2,2 \text{ dB}$$

Tabell 2 Värde på σ_1 för några olika typer av mätutrustning vid temperaturer kring rumstemperatur och i övrigt gynnsamma mätförhållanden^{5,6}.

	Ljudnivåmätare klass 1	Ljudnivåmätare klass 2
Ej personburen mikrofon	0,5 dB	0,75 dB
Personburen mikrofon vid bröstficka	1,2 dB	1,3 dB
Personburen mikrofon vid krage	1,5 dB	1,6 dB

⁵ Exempelvis kan det vara nödvändigt att ta hänsyn till att ljudnivåmätaren och/eller kalibratorm har större mätosäkerhet vid temperaturer som avviker mycket från rumstemperatur.

⁶ Värdena avser L_{Aeq} . Motsvarande underlag för L_{AFmax} saknas men kan i vissa fall antas bli större.

8 Redovisning av resultat

När man dokumenterar resultatet från en mätning, t ex i en rapport, bör följande uppgifter finnas med:

- a) Mätande instans namn och adress.
- b) Identifikationsnummer på mätrapporten.
- c) Mätdatum.
- d) Mätteknikerns namn.
- e) Vilken mätmetod som använts (SP-INFO 2004:45, reviderad 2007, Del 2: Egenkontroll).
- f) Namn och adress eller motsvarande på mätobjektet (konserten, nattklubben etc).
- g) Schematisk beskrivning av mätplatsen, exempelvis rumsform, inredning, möblering, högtalarplaceringar m m. Redovisa alltid valda mätpositioner.
- h) Identifiering av mätutrustningen som använts.
- i) Om personburen mikrofon använts ska placeringen (brösthicka eller krage) redovisas.
- j) A-vägd ekvivalent och maximal ljudtrycksnivå ska korrigeras enligt avsnitt 6.1.3 och avrundas till närmaste hela dB. Vid egenkontroll ska aktuell mätosäkerhet avrundas uppåt till hela dB och redovisas i direkt anslutning till redovisat värde (t ex $L_{Aeq,1h} = 92 \pm 3$ dBA). Redovisa därtill klockslag för mätningens start och slut samt storleken hos korrektionerna K_3 respektive K_5 i förekommande fall.
- k) Temperatur vid mättillfället.
Anm: Temperaturen måste inte alltid mätas, en skattning är ofta tillräcklig (t ex "rumstemperatur"). I de fall temperaturen kan påverka ljudnivåmätarens och kalibrators noggrannhet krävs mätning med termometer, se tillverkarens specifikationer.
- l) Datum och underskrift.

Resultat från egenkontroller dokumenteras lämpligen i en loggbok.

9 Referenser

- [1] Babisch, W, Bohn, B; ”Schallpegel in Diskotheken und bei Musikveranstaltungen – Teil III: Studie zur Akzeptanz von Schallpegelbegrenzungen in Diskotheken”, Umweltbundesamt, Berlin, 2000.
- [2] ”Environmental Noise”, Brüel & Kjær Booklet, BR 1626-12, 2001. PDF-fil kan laddas ned gratis från Brüel & Kjærs hemsida www.bksv.com.
- [3] Socialstyrelsens allmänna råd (SOSFS 2005:7) om höga ljudnivåer, Socialstyrelsen, 2005. Finns även att ladda ned som pdf från www.socialstyrelsen.se.
- [4] Kleiner, M; ”Audioteknik & Akustik”, Kompendium, Institutionen för Teknisk Akustik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
- [5] ”Measuring Sound”, Brüel & Kjær Primer, BR 0047-13, Danmark 1984. PDF-fil kan laddas ned gratis från Brüel & Kjærs hemsida www.bksv.com.
- [6] ”Förordning (1998:900) om tillsyn enligt miljöbalken”, Miljödepartementet, 1998, del av Svensk Författningssamling som finns på Sveriges Riksdags hemsida www.riksdagen.se.
- [7] AFS 2005:16; ”BULLER – Arbetsmiljöverkets föreskrifter om buller samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna”, Arbetsmiljöverket, 2005, ISBN 91-7930-455-9. Finns att ladda ned som pdf från www.av.se.
- [8] Payne, R.; ”Uncertainties associated with the use of a sound level meter”, NPL report DQL-AC 002, 2004, ISSN 1744-0599.
- [9] ”Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement” (GUM), International Organisation of Standardisation, ISO, 1995, ISBN 92-67-10188-9.

10 Bibliografi

För ytterligare orientering i ämnet rekommenderas här ett urval texter.

- [10] SP-INFO 2005:51, ”Ljudnivåmätare lämpliga för diskotek, konserter, mm”, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Finns att ladda ned som pdf från www.sp.se.
- [11] Arlinger, S, Hagerman, B, Ytterlind, Å; ”Ljuv musik och öronproppar – Om hörsel, musik och hörselskador”, Prevent, 2001, ISBN 91-7522-725-8.
- [12] SS-ISO 1999; ”Akustik – Bestämning av yrkesmässig bullerexponering och uppskattning av bullerorsakad hörselskada”, SIS Standardiseringen i Sverige, 1995.
- [13] Guignard, J C; ”A basis for limiting noise exposure for hearing conservation”, University of Dayton Research Institute, 1973, report no UDRI-TR-73-29. Prepared for the Environmental Protection Agency, EPA report no EPA-SS0/9-FJ-001-A.
- [14] Barry, J P, Thomas, I B; ”A Clinical Study to Evaluate Rock Music, Symphonic Music and Noise as Sources of Acoustic Trauma”, Journal of the Audio Engineering Society, May 1972, Volume 20, Number 4.
- [15] Berglund, B, Lindvall, T, Schwela, D; ”Guidelines for Community Noise”, World Health Organization, Genève, 1999. Finns att ladda ned som pdf från WHO:s hemsida www.who.int (dokumentnamn a68672.pdf).

- [16] DIN 15905-5 Entwurf; "Maßnahmen zum Vermeiden einer Gehörgefährdung des Publikums durch hohe Schallemissionen elektroakustischer Beschallungstechnik", januari 2006, ICS 97.200.10.
- [17] The Noise Council; "Code of Practice on Environmental Noise Control at Concerts", 1995, ISBN 0 900103 51 5.
- [18] "Verordnung 814.49 über den Schutz des Publikums von Veranstaltungen vor gesundheitsgefährdenden Schalleinwirkungen und Laserstrahlen", Bundesamt für Gesundheit BAG, Schweiz.
- [19] Babisch, W; "Schallpegel in Diskotheken und bei Musikveranstaltungen – Teil I: Gesundheitliche Aspekte", Umweltbundesamt, Berlin, 2000.
- [20] Babisch, W, Bohn, B; "Schallpegel in Diskotheken und bei Musikveranstaltungen – Teil II: Studie zu den Musikhörgewohnheiten von Oberschülern", Umweltbundesamt, Berlin, 2000.

Bilaga A

Något mer om mätosäkerhet

Det finns en rad faktorer som tillsammans bestämmer mätosäkerheten (MO) för de uppmätta ljudtrycksnivåerna, nedan ges en kortfattad bakgrund. Mätosäkerheten ska bestämmas i enlighet med principerna i GUM⁷. I normalfallet kan mätosäkerheten beräknas enligt schablonen i avsnitt 7.

Den utvidgade mätosäkerhetens storlek, som baseras på en kombination av standardavvikelser multiplicerad med täckningsfaktorn 2 för att ge ett konfidensintervall⁸ på ca 95 %, beräknas enligt

$$MO = 2 \cdot \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}$$

där

σ_1 : Mätinstrumentets onoggrannhet, täckningsfaktor 1. Några exempel finns i Tabell 2 där värdena som gäller icke personburen mikrofon hämtats från [8] medan värdena för personburen mikrofon baseras på mätningar gjorda hos SP.

σ_2 : Standardavvikelse för repeterbarhet vid val av mätpositioner. Om underlag för att bestämma storleken på σ_2 saknas kan σ_2 sättas till 1 dB.

Anm: Repeterbarheten vid val av den plats där ljudtrycksnivån är högst har en enkelsidig fördelningsfunktion (är man felplacerad blir ljudtrycksnivån alltid för låg) och går egentligen inte att summera med övriga standardavvikelser på ovanstående enkla sätt. Angivna mätosäkerheter i avsnitt 7 baseras på följande approximationer:

Den enkelsidiga fördelningsfunktionen ersätts med en normalfördelning när mätosäkerheten vid egenkontroll beräknas. Eftersom mätosäkerheten vid operativ tillsyn hanteras som en enkelsidig korrektion utelämnas mätpositionens osäkerhet vid alla mätningar utom när $L_{Aeq,15min}$ mäts där det finns ett dansgolv (avsnitt 5.2, mobila besökare).

σ_3 : Standardavvikelse för avståndskorrektion enligt avsnitt 6.1.3. Om annat underlag saknas föreslås att σ_3 skattas som

$$\sigma_3 = \sqrt{\frac{|K_5|}{a}}$$

där $a = 10$ utomhus och $a = 5$ inomhus.

Anm: Förslaget ovan om hur σ_3 kan skattas är endast ett antagande som inte har verifierats med mätningar.

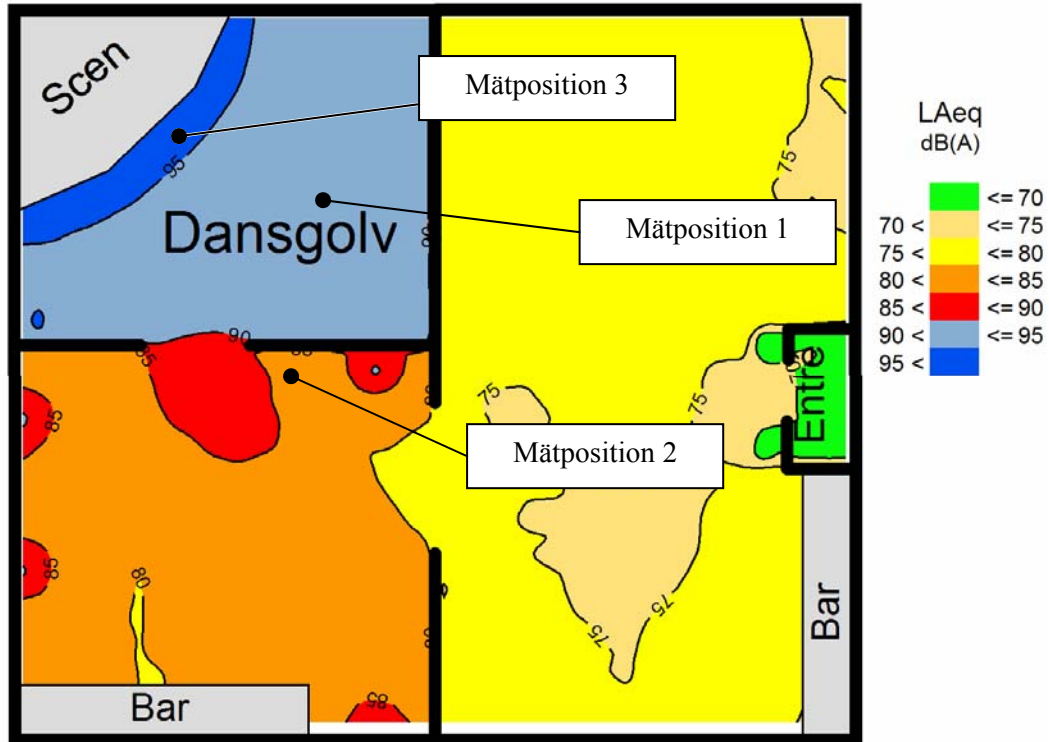
⁷ Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement [9].

⁸ Sannolikheten att den verkliga ljudtrycksnivån ligger inom det angivna intervallet är 95 %.

Bilaga B

Exempel på mätning och redovisning

B.1 Danslokal med flera stora rum



Figur 2 Ljudtrycksnivåer på en större nattklubb utritade som ljudnivåkonturer. Val av mätpunkter enligt avsnitt 5.2.1.

I Figur 2 visas ett exempel på en större nattklubb med dansgolvet i ett separat rum där det också finns en scen med plats för ett dansband. I rummet med dansgolvet uppehåller sig enbart folk som dansar. I de andra rummen finns bord och stolar och där är också ljudtrycksnivån lägre.

Mätning enligt avsnitt 5.2 (mobila besökare):

- Området med den högsta ljudtrycksnivån är i detta fall rummet med dansgolvet. Mätposition 1, där ljudtrycksnivån ska vara representativ för områdets ljudtrycksnivå, kan exempelvis väljas som indikerat. $L_{Aeq,15min}$ mäts kl 22.45-23.00 med resultatet 93,2 dBA.
- Om man undantar dansgolvet (och platser där besökare bara passerar förbi) så är platsen med den högsta ljudtrycksnivån vid borden närmast dansgolvet i det rum som angränsar till dansgolvet. Mätposition 2 väljs enligt bilden och L_{Aeq} mätt under 15 minuter blir 84,3 dBA.
- Det ställe i nattklubben där den högsta ljudtrycksnivån uppträder är direkt framför scenen som blir mätposition 3. L_{AFmax} mäts under 15 minuter och resultatet blir 103,1 dBA.

Utvärdering

Korrekktioner:

- Mätningen har gjorts med en handhållen ljudnivåmätare och därmed blir $K_1 = 0$ dB.
- Enligt avsnitt 6.1.2 blir $\Delta L = 93,2 - 84,3 = 8,9$ dB och ur Tabell 1 får vi då att $K_3 = -2,0$ dB.
- Vår ljudnivåmätare är av klass 2. Vi beräknar mätosäkerheten enligt avsnitt 7 till $MO = 2 \cdot \sqrt{0,75^2 + 1 + 0} = 2,5$ dB

Redovisning:

Från avsnitt 6.2.2 får vi att

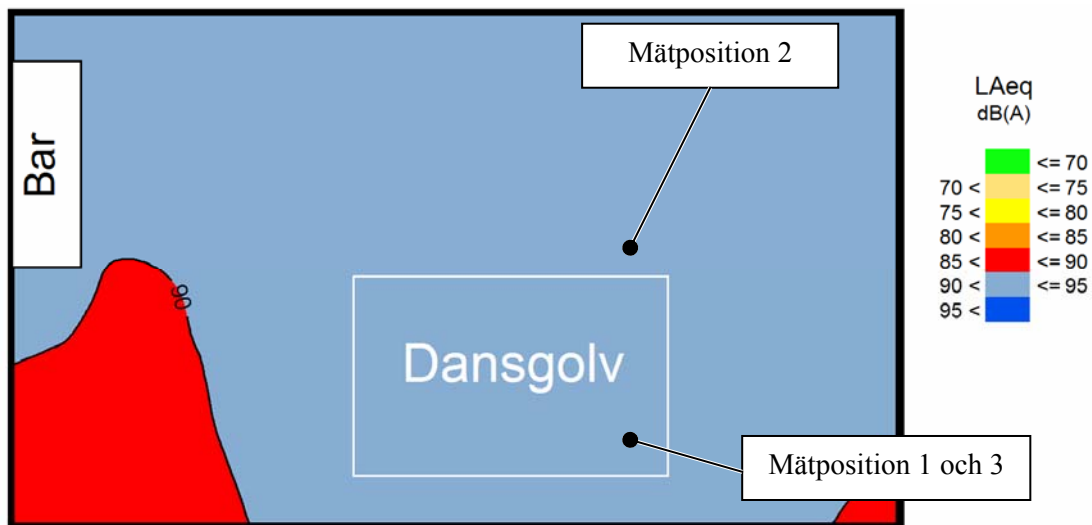
korrigerat $L_{Aeq,15min} = 93,2 + 0 - 2,0 + 0 = 91,2$ dBA och

korrigerat $L_{AFmax} = 103,1 + 0 + 0 = 103,1$ dBA.

De korrigerade nivåerna avrundas till närmaste hela dB medan mätosäkerheten avrundas uppåt till hela dB. Slutligen redovisas nivåerna med mätosäkerheten inkluderad som ett intervall

$L_{Aeq,15min} = 91 \pm 3$ dBA och $L_{AFmax} = 103 \pm 3$ dBA

B.2 Mindre danslokal (ett enda rum)



Figur 3 Ljudtrycksnivåer på en mindre nattklubb utritade som ljudnivåkonturer. Val av mätpunkter enligt avsnitt 5.2.1.

I Figur 3 visas ett exempel på en mindre nattklubb där allt inryms i ett enda rum. Dansgolvet, där den kraftigaste ljudanläggningen finns, är centralt placerat och det finns fler högtalare på andra platser i lokalen. Stolar och bord finns utplacerade i hela lokalen.

Mätning enligt avsnitt 5.2 (mobila besökare):

En handhållen klass 1 ljudnivåmätare används.

- Ljudtrycksnivån på dansgolvet är jämnt fördelad och vi kan därför välja mätposition där godtyckligt. Dansgolvet har högst ljudtrycksnivå i lokalen och blir därför mätposition 1. Eftersom ljudet inte kommer från någon tydlig riktning behöver vi inte bry oss om hur vi riktar mikrofonen. Vi väljer att mäta $L_{Aeq,15min}$ mellan kl 23.15-23.30 med resultatet 94,7 dBA.

- Endast ett par meter utanför dansgolvet finns bord att stå vid utplacerade. Dansgolvet undantaget är det här platsen med den högsta ljudtrycksnivån och vi väljer att mäta mätposition 2 medan vi står vid ett av borden. Inte heller här kommer ljudet från en tydlig riktning. L_{Aeq} mäts i 15 minuter och blir 93,5 dBA.
- Då ingen särskild position där ljudtrycksnivån är lokalt högre än på andra platser kunnat hittas använder vi mätningen från dansgolvet för att få ett värde på maximalnivån (vår ljudnivåmätare registrerar L_{Aeq} och L_{AFmax} samtidigt). L_{AFmax} blir 103,4 dBA.

Utvärdering

Korrekktioner:

- Mätningen har gjorts med en handhållen ljudnivåmätare och K_1 blir därför 0 dB.
- Enligt avsnitt 6.1.2 blir $\Delta L = 94,7 - 93,5 = 1,2$ dB och därmed är $K_3 = 0$ dB.
- Vi har använt ett klass 1-instrument och enligt avsnitt 7.1 blir mätosäkerheten $MO = 2,2$ dB.

Redovisning:

Från avsnitt 6.2.2 får vi att:

$$\text{korrigerat } L_{Aeq,15min} = 94,7 + 0 + 0 = 94,7 \text{ dBA och}$$

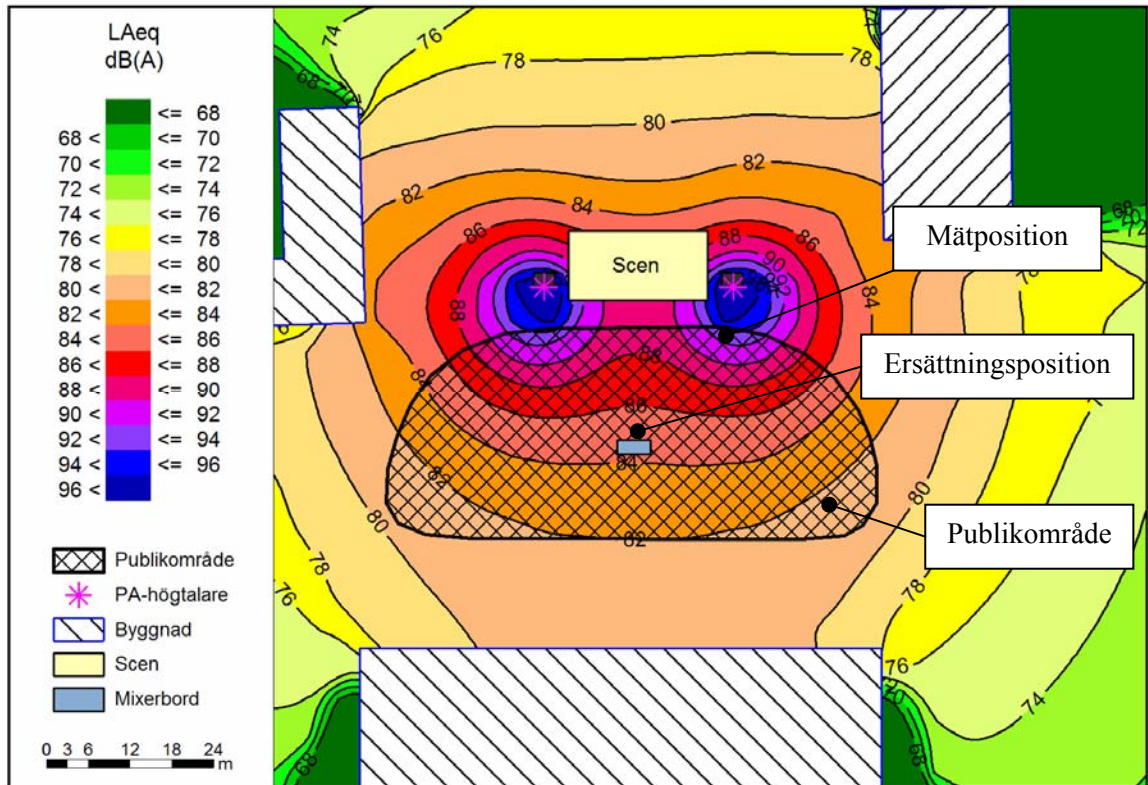
$$\text{korrigerat } L_{AFmax} = 103,4 + 0 = 103,4 \text{ dBA.}$$

De korrigerade nivåerna avrundas till närmaste hela dB och mätosäkerheten avrundas uppåt till hela dB. Slutligen redovisas nivåerna med mätosäkerheten inkluderad som ett intervall

$$L_{Aeq,15min} = 95 \pm 3 \text{ dBA}$$

$$L_{AFmax} = 103 \pm 3 \text{ dBA}$$

B.3 Konsert



Figur 4 Ljudtrycksnivåer under första timmen vid en utomhuskonsert utritade som ljudnivåkonturer. Val av mätpunkt enligt avsnitt 5.1.1 samt val av ersättningsposition enligt avsnitt 6.1.3

Figur 4 visar ett exempel med en utomhuskonsert. Platsen med högst ljudtrycksnivå var längst fram vid högtalarna. Ljudteknikern har valt att mäta från en ersättningsposition vid mixerbordet. Konserten pågår mellan kl 19.30-20.55.

Mätning enligt avsnitt 5.1:

Mätningarna görs med en klass 2 ljudnivåmätare monterad på stativ.

I samband med soundcheck mätes avståndskorrekturen för ersättningspositionen upp till $K_5 = 6,8$ dB (avsnitt 6.1.3).

Mätosäkerheten för mätningarna blir därmed enligt avsnitt 7.1

$$MO = 2 \cdot \sqrt{0,75^2 + 1 + \frac{6,8}{10}} = 3,0 \text{ dB}$$

För att vara på säkra sidan ska alltså ljudtrycksnivån i mätpunkten ligga minst 3 dB under riktvärdet (och ljudtrycksnivån i ersättningspositionen ytterligare 6,8 dB lägre).

Enligt anvisningarna i avsnitt 5.1.2 ska $L_{Aeq,1h}$ bestämmas för alla de 60-minutersperioder arrangemanget omfattar. Därtill ska $L_{Aeq,ARR}$ och L_{AFmax} mätas för hela arrangemangets varaktighet.

A-vägd ekvivalent och maximal ljudtrycksnivå mäts parallellt kl 19.30-20.30. Klockan 20.30 antecknas mätarens visade värden, $L_{Aeq} = 84,6$ dB och $L_{AFmax} = 95,2$ dB. Direkt därefter nollställs ljudnivåmätaren och mätningen fortsätter till konsertens slut kl 20.55. Mätaren visar då $L_{Aeq} = 88,9$ dB och $L_{AFmax} = 99,0$ dB.

Den okorrigerade $L_{Aeq,1h}$ för den andra timmen (kl 20.30-21.30) beräknas med ekvation (3) i avsnitt 3:

$$L_{Aeq,1h} = 88,9 + 10 \cdot \log_{10}(25) - 17,8 = 85,1 \text{ dB}$$

och den okorrigerade $L_{Aeq,ARR}$ beräknas med ekvation (2) i avsnitt 3:

$$L_{Aeq,ARR} = 10 \cdot \log_{10} (60 \cdot 10^{8,46} + 25 \cdot 10^{8,89}) - 10 \cdot \log_{10} (85) = 86,4 \text{ dB}$$

Redovisning:

Värdena korrigeras enligt avsnitt 6.2.1:

$$\text{Korrigerat } L_{Aeq,1h} = 84,6 + 0 + 6,8 = 91,4 \text{ dBA (kl 19.30-20.30)}$$

$$\text{Korrigerat } L_{Aeq,1h} = 85,1 + 0 + 6,8 = 91,9 \text{ dBA (kl 20.30-21.30)}$$

$$\text{Korrigerat } L_{Aeq,ARR} = 86,4 + 0 + 6,8 = 93,2 \text{ dBA}$$

$$\text{Korrigerat } L_{AFmax} = 99,0 + 0 + 6,8 = 105,8 \text{ dBA}$$

De korrigerade nivåerna avrundas till närmsta hela dB och mätosäkerheten avrundas uppåt till hela dB. Slutligen redovisas nivåerna med mätosäkerheten inkluderad som ett intervall

$$L_{Aeq,1h} = 91 \pm 3 \text{ dBA (kl 19.30-20.30)}$$

$$L_{Aeq,1h} = 92 \pm 3 \text{ dBA (kl 20.30-21.30)}$$

$$L_{Aeq,ARR} = 93 \pm 3 \text{ dBA}$$

$$L_{AFmax} = 106 \pm 3 \text{ dBA (hela konserten)}$$

Bilaga C

Förslag på mätprotokoll

Även väl utförda mätningar riskerar att bli värdelösa om man inte efteråt kan minnas (ibland även bevisa) hur de utförts. Därför är det viktigt att dokumentera hur man mäter. Använd gärna det bifogade mätprotokollet. Eftersom det är tänkt att kunna användas vid olika situationer behöver antagligen inte alla rutor fyllas i vid samma mätning.

Eller gör ditt eget skraddarsyddna mätprotokoll som passar just dina mätningar.

