



Vägledning för mätning av ljudnivå i rum med stöd av SS-EN ISO 10052/16032

Krister Larsson. Christian Simmons

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vägledning för mätning av ljudnivå i rum med stöd av SS-EN ISO 10052/16032

Krister Larsson. Christian Simmons

Abstract

A guideline for the measurement of sound pressure level in rooms according to SS-EN ISO 10052/16032

This report describes methods for the measurement in buildings of A-weighted equivalent sound pressure levels, maximum levels, C-weighted equivalent levels, as well as low frequency sound pressure levels in third octave bands.

The purpose of a measurement according to these methods is to verify whether national guidelines and building regulations are fulfilled, with respect to sounds from elevators, building service equipment or noisy activities in adjoining spaces or outdoors.

The measurement methods follow the main principles of the survey method described in the international standard SS-EN ISO 10052 or the engineering method in SS-EN ISO 16032. These methods contain additional guidelines in order to reduce uncertainty with respect to the spatial sampling of the sound field in a room as well as uncertainty caused by temporal variations in the sound source.

This report replaces the guideline SP INFO 1996:17.

Key words: sound pressure level, low frequency noise, building service equipment

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2015:02
ISBN 978-91-88001-28-3
ISSN 0284-5172
Borås 2015

Innehållsförteckning / Contents

| | |
|---|-----------|
| Abstract | 3 |
| Innehållsförteckning / Contents | 4 |
| Förord / Preface | 6 |
| Sammanfattning / Summary | 7 |
| 1 Användning | 8 |
| 2 Mätning enligt ISO 10052 – översiktsmetod | 9 |
| 2.1 Allmänt – mätprocedur | 9 |
| 2.2 Inför mätning – val av mätförhållanden | 9 |
| 2.3 Val av mikrofonpositioner | 10 |
| 2.3.1 Hörnposition (1 mätperiod) | 10 |
| 2.3.2 Rumsposition (2 mätperioder) | 11 |
| 2.4 Mättider | 11 |
| 2.4.1 Bakgrundsnivåer | 11 |
| 2.4.2 Kontinuerliga ljud | 12 |
| 2.4.3 Icke-stationärt buller (ljudnivån är inte konstant) | 12 |
| 2.5 Behov av ytterligare mätpositioner eller mätperioder | 13 |
| 2.6 Efterklangstid | 15 |
| 2.7 Utvärdering | 15 |
| 2.7.1 A- och C-vägda ekvivalentnivåer samt tersbandsnivåer | 15 |
| 2.7.2 Maximalnivåer | 16 |
| 2.8 Mätosäkerhet | 16 |
| 2.9 Redovisning av resultat | 16 |
| 3 Mätprocedur enligt ISO 16032 – teknisk metod | 18 |
| 3.1 Allmänt – mätprocedur | 18 |
| 3.2 Inför mätning – val av mätförhållanden | 18 |
| 3.3 Val av mikrofonpositioner | 19 |
| 3.3.1 Hörnposition (1 mätning) | 20 |
| 3.3.2 Rumspositioner (2 mätningar) | 20 |
| 3.4 Mättider | 20 |
| 3.4.1 Bakgrundsnivåer | 21 |
| 3.4.2 Kontinuerliga ljud | 21 |
| 3.4.3 Icke-stationärt buller (ljudnivån är inte konstant) | 21 |
| 3.5 Behov av ytterligare mätpositioner eller mätperioder | 22 |
| 3.6 Bakgrundsljud | 25 |
| 3.7 Efterklangstid | 25 |
| 3.8 Utvärdering | 25 |
| 3.8.1 A- och C-vägda ekvivalentnivåer samt tersbandsnivåer | 25 |
| 3.8.2 Maximalnivåer | 27 |
| 3.9 Mätosäkerhet | 27 |
| 3.10 Redovisning av resultat | 27 |
| 4 Definitioner och ordförklaringar | 29 |
| 5 Mätutrustning | 31 |
| 6 Referenser | 32 |

| | |
|--|-----------|
| Bilaga 1, Exempel på hantering av specifika källor | 33 |
| Bilaga 2, Exempel på mätprotokoll | 40 |
| Bilaga 3. Addering av nivåer | 41 |
| Bilaga 4 Korrektionsvärden för A-respektive C-vägning | 45 |

Förord / Preface

Denna rapport ger anvisningar om hur ljudnivåer kan mätas på ett standardiserat sätt i byggnader för att kunna jämföras med regler i exempelvis föreskrifter, allmänna råd eller standarder.

Folkhälsomyndigheten ger ut allmänna råd om buller inomhus med riktvärden för ekvivalenta och maximala ljudnivåer. Råden innehåller även specifika riktvärden för lågfrekvent buller i tredjedelsoktavbanden 31,5 – 200 Hz. Boverkets byggregler BBR innehåller föreskrifter om bullerskydd i bostäder och verksamhetslokaler, med allmänna råd om högsta tillåtna ljudnivåer. De svenska standarderna för ljudklassning av byggnader (SS 25267 och SS 25268) kan användas av byggherrar för att ställa högre krav på byggnadsverk, t.ex. ljudklass B.

Som utgångspunkt för översiktliga mätningar har den internationella standarden SS-EN ISO 10052 använts som referens, med tillägg och anvisningar för tillämpning enligt Folkhälsomyndighetens och Boverkets allmänna råd. Vid mer detaljerade mätningar kan i stället standarden SS-EN ISO 16032 tillämpas, med vissa anpassningar. Mätanvisningarna i rapporten är uppdelade i två relativt självständiga delar, en för varje metod.

Denna SP Rapport 2015:02 ersätter den tidigare mätmetoden SP INFO 1996:17, *Vägledning för mätning av ljudnivå vid låga frekvenser – fältprovning*. Rapporten bygger på de resultat som framkommit från de senaste årens forsknings- och standardiseringsarbete både nationellt och internationellt, samt praktiska erfarenheter av fältmätningar.

Anvisningarna i denna rapport har inte samma struktur som en vedertagen standard. Detta för att fokusera på användarvänlighet. Beteckningarna som används är de samma som Folkhälsomyndigheten använder i sina råd för att göra tillämpningen av metoderna så enkel som möjligt. Det kan därför förekomma skillnader mellan de beteckningar som används i denna rapport jämfört med beteckningar i standarder eller allmänna råd från andra myndigheter.

Rapporten har författats av Krister Larsson vid SP tillsammans med Christian Simmons vid Simmons akustik & utveckling AB. Även Bo Gärdhagen och Andreas Gustafson vid Gärdhagen Akustik AB har varit behjälpliga under projektets gång. Rapporten har skrivits med finansiering från Folkhälsomyndigheten (tidigare Socialstyrelsen), projektnummer 3P08456 samt 4P08015.

Sammanfattning / Summary

Denna rapport beskriver metoder för mätning i byggnader av A-vägd ekvivalent eller maximal ljudtrycksnivå, C-vägd ekvivalentnivå samt även lågfrekventa ljudtrycksnivåer i tredjedels oktavband (tersband).

Syftet med en mätning enligt dessa metoder är att verifiera om rekommendationer eller regler om buller från exempelvis hissar, installationer eller bullrande verksamheter uppfylls.

Mätmetoderna följer huvudprinciperna i översiktsmetoden i standarden SS-EN ISO 10052 eller den tekniska metoden i SS-EN ISO 16032. De ger ytterligare vägledning för att minska osäkerheter med avseende på rumslig variation av ljudfältet i ett rum samt osäkerheter orsakade av tidsvariationer hos storkällan.

Denna rapport ersätter vägledningen i SP INFO 1996:17.

Nyckelord: ljudnivå, lågfrekvent buller, installationsbuller

1 Användning

Avsikten med en mätning av ljudnivåer från olika typer av störkällor enligt vägledningarna i denna rapport är att kunna jämföra mätresultatet med riktvärden från Folkhälsomyndigheten, Boverket, standardiseringen eller motsvarande. Mätresultatet avgör om åtgärder behöver vidtas, alternativt om en ytterligare fördjupad undersökning med hjälp av akustisk expertis behöver göras. Anvisningar ges för hur lågfrekvent ljud och tidsvarierande källor ska behandlas. Som resultat redovisas ekvivalenta ljudnivåer (tidsmedelvärden) eller maximala ljudnivåer (toppvärden) med frekvensvägning A eller C, samt ekvivalenta ljudtrycksnivåer i tredjedelsoktavband 31,5-200 Hz utan frekvensvägning. Rapporten är inte avsedd för mätning av byggnadsakustiska egenskaper som t.ex. luftljudsisolering eller stegljudsnivåer i byggnad, inte heller för mätningar av ljudnivå utomhus. Vid höga ljudnivåer utomhus kan de ljudnivåer som mäts inomhus påverkas av ljudisoleringen i ytterväggar, tak, fönster och uteluftsintag.

Rapporten följer huvudprinciperna i de svenska och internationella standarderna för fältmätning av ljudnivå från installationer SS-EN ISO 10052 eller SS-EN ISO 16032, men den ger ytterligare riktlinjer för andra typer av störkällor, för mätning i tredjedelsoktav-band, för hantering av varierande ljudnivå i olika delar av ett rum samt för tidsmässiga fluktuationer i själva störkällan. Svenska och internationella standarder kan köpas från Swedish Standards Institute (www.sis.se).

Definitioner och förklaringar av de akustiska begreppen som används i rapporten presenteras i avsnitt 4. I denna rapport hanteras begreppen buller, bullernivå, ljudnivå och ljudtrycksnivå som synonyma.

I denna rapport benämns de båda mätmetoderna enligt följande:

- Förenklad mätning enligt SS-EN ISO 10052 kallas för ”översiktsmetoden” eller ”ISO 10052”.
- Detaljerad mätning enligt SS-EN ISO 16032 kallas för ”den tekniska metoden” eller ”ISO 16032”.

I många klagomålsärenden eller vid miljöinspektioner kan översiktsmetoden enligt anvisningarna i kapitel 2 i rapporten användas. Vid mätning enligt översiktsmetoden (ISO 10052) redovisas inte standardiserade ljudtrycksnivåer, men man gör en schablonmässig korrektion av den A-vägda ljudnivån för inverkan av efterklangstiden då man mäter i ett helt omöblerat rum, t.ex. innan inflyttning. Man korrigerar inte för inverkan av bakgrundsljud. Maximalnivån redovisas enligt mätanvisningarna i kapitel 2 som medelvärde av de högsta uppmätta nivåerna för att kunna jämföras med Folkhälsomyndighetens riktvärden.

Då mer noggranna och kontrollerade mätningar enligt den tekniska metoden krävs kan anvisningarna i kapitel 3 i rapporten användas. Vid mätning enligt den tekniska metoden (ISO 16032) mäter man i något fler rumspositioner och i vissa fall även under längre tid. Ljudnivåerna mäts i tredjedelsoktavband (tersband) och korrigeras till 0,5 s efterklangstid samt för inverkan av konstanta (stabila) bakgrundsljud som inte kan stängas av eller avskärmade vid mättillfället. A- eller C-vägda ljudnivåer beräknas från dessa korrigerade värden. De direktavlästa A- eller C-vägda ljudnivåerna dokumenteras, men rapporteras inte enligt ISO 16032. Den tekniska metoden bör i genomsnitt ge samma ljudnivåer som översiktsmetoden, men mätosäkerheten bör vara lägre.

Denna rapport (2015:02) ersätter mätanvisningarna i SP INFO 1996:17.

2 Mätning enligt ISO 10052 – översiktsmetod

2.1 Allmänt – mätprocedur

Mätförfarandet i detta kapitel (2) följer huvudsakligen översiktsmetoden (ISO 10052) för mätning av installationsbuller, med vissa tillägg för att minska mätosäkerheten.

Mätförfarandet kan dock tillämpas även för andra typer av störkällor. Mätningar enligt denna metod avser A- eller C-vägda ljudtrycksnivåer, maximalnivåer eller ljudtrycksnivåer i tredjedelsoktavband för lågfrekvent ljud, avlästa från mätinstrumentet.

2.2 Inför mätning – val av mätförhållanden

Mätningar utförs med fönster och dörrar stängda, men med öppna utelufts- och överluftsdon. Mätningar enligt denna rapport utförs när den aktuella störkällan/störkällorna är i representativ drift.

Hantering vid flera störkällor i samband med klagomålsärenden

Om det inte finns särskilda skäl ska de störkällor som har samma ansvariga verksamhetsutövare (exempelvis fastighetsägare eller restaurangägare) som den aktuella störkällan vara i normal drift under mätning. Övriga störkällor bör stängas av eller avskärmas om det går. Mätningen kan också ske då det är tystare, exempelvis nattetid.

- Exempel 1. Ett klagomål på ventilationsbuller i bostad utreds. Andra störkällor i bostaden, så som buller från värmeradiator, stängs inte av. Mätningen sker vid ett tillfälle då trafiken är gles.
- Exempel 2. Ett klagomål på buller i bostad från nattklubb utreds. Alla störkällor som tillhör nattklubben är i normal drift, men störkällor i bostaden som kyl- och frysskåp, ventilation och värmeradiator stängs av. Mätningen sker vid ett tillfälle då trafiken är gles.

I särskilda fall, exempelvis när störkällor från flera verksamheter bidrar till att den sammanlagda ljudnivån i en bostad eller lokal överskrider gällande regler, så kan mätningar behöva göras med var och en av dessa störkällor i drift för att underlätta en bedömning i ett senare skede.

För störkällor *som kan kontrolleras* av mätoperatören sker mätning under en given driftscykel. Driftcykler och driftsvillkor för några typer av installationer redovisas i standarden (ISO 10052) samt i bilaga 1 i denna rapport.

För störkällor *som inte kan kontrolleras* av mätoperatören mäter man när den aktuella störkällan är aktiv, exempelvis kvälls- eller nattetid vid kontroll av ljud från musik i diskotek, restaurang o dyl. För att kunna bestämma lämpliga mättillfällen kan man dels be dem som störs av bullret att dokumentera tidpunkter för ljudhändelser, men också undersöka driftstider för de verksamheter som tros orsaka störningar. Tillverkarna av installationer m.m. kan ibland bidra med värdefull information om driftstider och möjliga orsaker till buller.

Under vissa omständigheter kan det vara nödvändigt att mäta vid flera tillfällen för att mätvärdena ska representera de ljudnivåer som råder då störningar förekommer mer än tillfälligt.

Bakgrundsbuller

Med bakgrundsbuller menas ljud från andra störkällor än dem som undersöks.

Med undantag för de störkällor som kan hanteras enligt föregående avsnitt så ska inget avdrag för inverkan av bakgrundsnivå göras vid mätning med översiktsmetoden. Bakgrundsnivån ska dock mätas före eller efter mätning med störkällan/störkällorna i drift och redovisas i mätprotokollet. Om skillnaden mellan mätresultat och bakgrundsnivå är mindre än 4 dB är mätningen troligtvis påverkad av bakgrundsnivå. Detta betyder att ljudnivån inte med säkerhet kan sägas vara orsakad av den eller de källor som undersökts vid mätningen. För att kunna bestämma vilken eller vilka störkällor som behöver åtgärdas bör en ny mätning genomföras med mindre påverkan av bakgrundsljud, exempelvis genom att köra varje störkälla var för sig.

2.3 Val av mikrofonpositioner

Avståndet mellan mikrofonpositionerna ska vara större än 1,5 m om möjligt. Avståndet från mikrofonen till störkällor, exempelvis ventilationsdon, ska också vara större än 1,5 m.

Mikrofon eller ljudnivåmätare bör monteras på stativ eller motsvarande eftersom handhållen mikrofon riskerar att störa mätresultatet, speciellt vid mätning av låga ljudnivåer.

Vid mätning av ljudnivå i vardagsrum sammanbyggt med kök kan mätning göras i var rumsdel för sig.

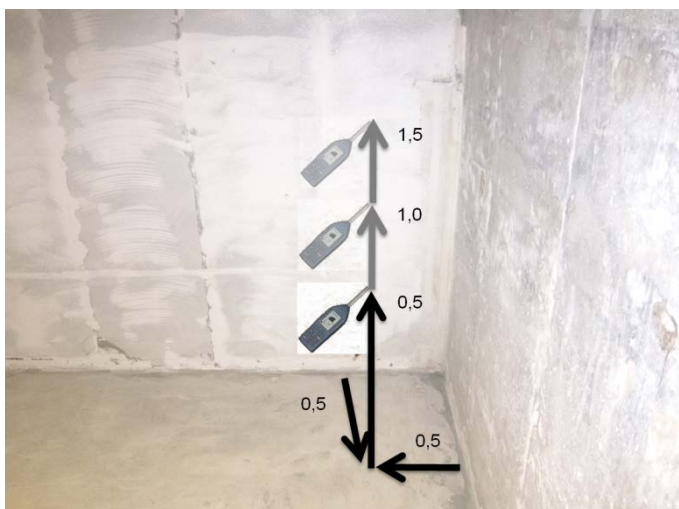
Om spridningen mellan ljudtrycksnivåerna mellan mätpositionerna eller mätperioderna är stora, upprepas mätproceduren med nya mätpositioner och mätperioder tills dess att spridningen i mätresultat uppfyller kriterier för mätosäkerhet, se avsnitt 2.5.

Samma mätprocedur används för A- eller C-vägda ljudnivåer, maximala ljudnivåer respektive för ljudnivåer i tredjedelsoktavband.

2.3.1 Hörnposition (1 mätperiod)

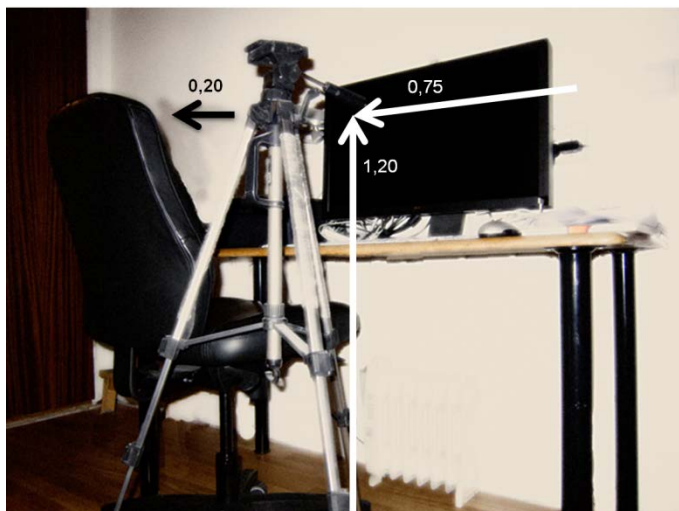
Välj först det hörn i rummet som bedöms vara det akustiskt hårdaste, d.v.s. det hörn i rummet som påverkas minst av ljudabsorberande eller ljuddiffuserande föremål, eller stora möbler, dörrar, fönster eller andra öppningar.

Avståndet från väggarna till mikrofonen i hörnpositionen ska vara 0,5 m. I första hand väljs mikrofonhöjd 0,5 m ovan golv. Om denna position inte är möjlig, exempelvis på grund av möblering, väljs höjden 1,0 m. Om denna höjd inte heller är möjlig väljs 1,5 m höjd. Om detta inte går att uppfylla, upprepa proceduren i ett annat hörn i rummet. Undantag kan göras om en säng är placerad med huvudändan i hörnet, då en mikrofon placeras 20 cm ovanför huvudkudden och 0,5 m från respektive vägg.



2.3.2 Rumsposition (2 mätperioder)

Placera mikrofonen i vistelsezonen i rummets efterklangsfält, d.v.s. minst 0,75 m från väggar samt minst 0,20 m från möbler etc. I små rum där det är svårt att uppfylla kravet kan avståndet 0,5 m från väggar accepteras som minsta avstånd. Mikrofonpositionen väljs i första hand som mest representativ för rummets användning, med hänsyn till aktuell möblering. Finns ingen sådan position, placera mikrofonen slumpmässigt i motsatt del av rummet jämfört med hörnpositionen. Positioner i rummets mitt bör undvikas, speciellt vid mätning av lågfrekvent ljud. Lämplig mikrofonhöjd för att representera en sittande person är 1,2 m och för en stående person 1,5 m. Mikrofonposition vid säng är minst 0,5 m över golvet, dock minst 0,2 m ovanför madrass/huvudkudde.



2.4 Mättider

Anvisningar för vissa störkällor ges i bilaga B i ISO 10052. I bilaga 1 i denna rapport redovisas ett antal anvisningar på svenska.

I Folkhälsomyndighetens allmänna råd används följande benämningar:

- Ekvivalent A-vägd ljudnivå $L_{Aeq,T}$
- A-vägd maximalnivå L_{AFmax}
- Ekvivalenta ljudnivåer L_{eq} i tredjedelsoktavbanden 31,5 -200 Hz

I Boverkets byggregler BBR används även

- Ekvivalent C-vägd ljudnivå L_{pCeq}

Index "T" i Folkhälsomyndighetens allmänna råd tolkas som den tidsperiod då störkällan är i representativ drift och således som att mätningarna antas utgöra representativa stickprov. Själva mättiden är normalt mycket kortare än driftstiden.

Om instrumentet tillåter genomförs mätningarna av ekvivalentnivåer, maximalnivåer och ljudnivåer i tredjedelsoktavbanden 31,5-200 Hz med fördel simultant.

Den kortaste mättiden för stabila störkällor är normalt 30 sekunder. I denna rapport motsvarar därför en mätperiod minst 30 sekunder. Antalet mätperioder som behövs (med normalt 30 sekunders mättid) beror på typen av störkälla och ljudets variation i mättrummet, se avsnitt 2.5.

2.4.1 Bakgrundsnivåer

Med bakgrundsbuller menas ljud från andra störkällor än de källor som undersöks.

- För bakgrundsnivå mäts en mätperiod (30 s) i hörnpositionen samt 2 mätperioder i rumspositionen.
- Bakgrundsnivån mäts alltid som en ekvivalentnivå, d.v.s. ett tidsmedelvärde under mättiden

- Samma mätmetod och frekvensvägning (A, C eller linjär) används som vid mätning med störkällan/störkällorna i drift. Se också avsnitt 2.2.
- Om bakgrunds nivåerna varierar kan flera avkortade mätperioder användas, exempelvis 4x8 sekunder istället för 30 sekunder. Bakgrundsljudet ska vara representativt för de ljudnivåer som gäller vid mätning med störkällorna i drift.

2.4.2 Kontinuerliga ljud

Störkällor som avger stationärt (konstant) ljud, exempelvis från ventilationsdon eller värmeradiatorer.

Ljudnivåer mäts under sammanlagt minst tre mätperioder (30 s) då störkällan är aktiv.

2.4.3 Icke-stationärt buller (ljudnivån är inte konstant)

För ljud som varierar över tid, antingen intermittent (av/på), fluktuerande (varierar hela tiden) eller impulsljud (slag, knackningar) ska mätningen normalt göras under en representativ del av störkällans driftscykel. Detta gäller även för maximalnivåer. Om ljudnivåerna varierar genomförs mätningen under flera perioder såsom anges i avsnitt 2.5. Alla korrekt uppmätta mätperioder används för bestämning av rums- och tidsmedelvärdet enligt avsnitt 2.7.

2.4.3.1 Intermittent buller (störkällan går stabilt vissa tider, av/på)

Ljudnivåer mäts under sammanlagt minst tre mätperioder (30 s) då störkällan är aktiv, dvs pauser i driften ska inte medräknas vid mätning.

2.4.3.2 Ljud från musik eller andra fluktuerande störkällor (t.ex. varvtalsstyrda maskiner)

Ljudnivåer mäts under tillräckligt antal mätperioder i varje mikrofonposition enligt anvisningarna nedan. Avsikten är att mätvärdet ska motsvara ett representativt medelvärde för ljudet under den timme det låter som mest.

Ljudnivåer från musikanläggningar kan variera mycket beroende på programmaterial. I vissa fall kan det vara lämpligt att ljudstörningen studeras genom att ett referensprogrammaterial spelas upp i musikanläggningen. Genomförs mätningen utan att kunna styra musikanläggningen så kan det vara tillräckligt att utföra totalt tre mätningar under minst 5 minuter per position, totalt minst 15 minuter. Hörnpositionen kan med fördel väljas enligt 3.3.1, dvs i det hörn som har den högsta C-vägda ljudnivån om ljudet från musiken är stabilt. Mätningen ska normalt vara övervakad, så att inga bakgrundsljud påverkar mätvärdet.

Det kan vara säkrare att mäta i ett antal korta mätperioder (30 s vardera) under den aktuella mättiden i varje mikrofonposition enligt anvisningarna och ta bort de mätperioder som har störts av bakgrundsljud eller där musikanläggningen (störkällan) av någon anledning inte har fungerat som vanligt. Den långa mättiden behövs för att säkerställa att olika programmaterial används under mätningen. Mättillfälle väljs lämpligen då det erfarenhetsmässigt är högst ljudnivå, t.ex. efter klockan 24 under fredags- eller lördagskvällar för musikanläggningar på pubar och nattklubbar.

Ljudnivåer från olika typer av verksamheter, t.ex. från närbelägna industrier, godshandling, affärslokaler, gym och liknande kan hanteras på samma sätt som musikanläggningar, där mättiden utgår från uppgifter om driftstider m.m.

Att mäta under flera 30 s mätperioder gör det möjligt att beräkna den statistiska standardavvikelsen, som indikerar hur stabilt energimedelvärdet av ljudnivån är.

2.4.3.3 Impulsljud (t.ex. från glasåtervinningskärl)

För impulsljud bestäms normalt endast A-vägd maximal ljudnivå L_{AFmax} . Mätningarna ska göras vid normalt förekommande störande ljud. Det är även lämpligt att dokumentera hur ofta störningarna förekommer.

2.5 Behov av ytterligare mätpositioner eller mätperioder

För att avgöra om fler mätpositioner eller fler mätperioder behövs görs en kontroll av skillnaden mellan högsta och lägsta A- eller C-vägda ljudtrycksnivå från alla mätperioder. Om mätningen bara avser A-vägd nivå studeras bara skillnaden i A-vägd ljudnivå, annars används C-vägd nivå.

Om skillnaden i dB, avrundad till en decimal, är större än ($>$) det sammanlagda antalet mätperioder (normalt 3) så väljs nya positioner och mätningen upprepas. Som exempel, om skillnaden är 3,0 dB räcker det med tre mätperioder men om skillnaden är 3,1 dB ska sex mätperioder tas med.

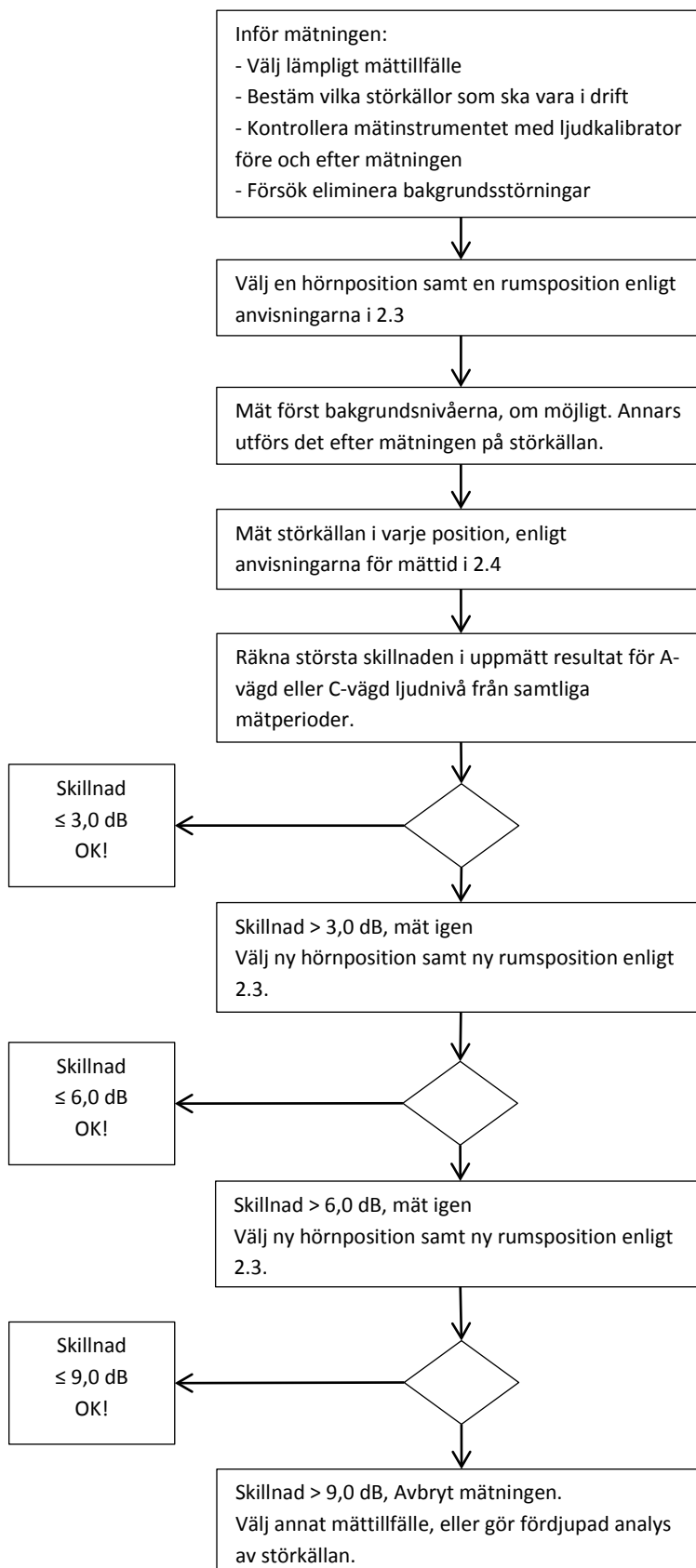
Proceduren upprepas tills dess skillnaden i dB mellan högsta och lägsta uppmätta nivå är lägre än eller lika med (\leq) antalet mätperioder. Maximalt upprepas mätproceduren 2 gånger utöver den första mätningen, d.v.s. totalt genomförs maximalt 9 mätningar i olika positioner.

- Om skillnaden är stabil kan detta bero på så kallade stående vågor (interferens mellan ljudvågor) som märks tydligast vid låga frekvenser.
 - Mätningen kan godkännas eftersom rumsmedelvärdet av många mätpositioner ändå blir stabilt.
- Om skillnaden inte är stabil och kravet på spridning inte kan uppfyllas, så beror detta troligtvis på att själva storkällan varierar i styrka.
 - Mätningen bör upprepas vid ett senare tillfälle, eller med längre mättider (se 2.4.3).
- Mätning enligt ISO 16032 kan ge något bättre noggrannhet, men måste även den göras vid representativa förhållanden för storkällan/storkällorna.
- En mer detaljerad analys av storkällan kan vara nödvändig med hjälp av akustisk expertis (se 3.2, 3.4.3 och 3.5).

Till stöd för proceduren finns exempel på mätprotokoll i bilaga 2 som kan användas på mätplatsen. Ett kalkylblad i MS Excel för utvärdering finns tillgängligt för nedladdning på SP:s hemsida, www.sp.se/akustik

Proceduren visas i flödesschemat i figur 1.

Proceduren används både för ekvivalentnivåer och maximalnivåer.



Figur 1 Flödesschema för att utvärdera behov av ytterligare mätperioder och mikrofonpositioner

2.6 Efterklangstid

Korrektion för efterklangstid på den uppmätta ljudtrycksnivån görs enligt följande:

- Uppmätta A-vägda ljudnivåer ska minskas med 3 dB i helt omöblerade rum utan ljudabsorberande material.
- Ingen korrektion tillåts i möblerade rum, i sparsamt möblerade rum eller i helt tomma rum med ljud-absorberande material på tak eller väggar
- Ingen korrektion tillåts på ljudtrycksnivåer i tersband eller C-vägda ljudnivåer

2.7 Utvärdering

2.7.1 A- och C-vägda ekvivalentnivåer samt tersbandsnivåer

För utvärdering kan ett kalkylblad i MS Excel användas som finns framtaget för metoden. Dokumentet ”SP-rapport-2015-02-Bilaga2.xlsx” finns tillgängligt på SP:s hemsida, www.sp.se/akustik

I avsnitt 2.5 beskrivs proceduren för att avgöra hur många mätperioder som skall mätas. Baserat på skillnaden mellan den högsta och lägsta nivån väljs ytterligare positioner. Utvärderingen beror därmed på antalet delmätningar som gjorts och hur stor skillnaderna varit.

För lågfrekvent buller i tersbanden 31,5 – 200 Hz bestäms resultatet genom att medelvärdesbilda mätresultaten i varje tersband från de positionerna. Resultatet betecknas med $L_{x,eq}$ där x är det aktuella tersbandet. T.ex. $L_{31,5,eq}$ är resultatet i tersbandet 31,5 Hz och $L_{100,eq}$ är resultatet i tersbandet 100 Hz. Vilket eller vilka tredjedelsoktavband som avses kan även anges i texten intill.

Om skillnad $\leq 3,0$ dB

Resultatet från mätningen bestäms som (energi-) medelvärdet av ljudnivån eller ljudnivåerna i hörnpositionen, $L_{Xeq,H}$, samt de två ljudnivåerna i rumspositionen, $L_{Xeq,R1}$ och $L_{Xeq,R2}$, enligt ekvation 1.

$$L_{Xeq} = 10 \lg \left(\frac{10^{\frac{L_{Xeq,H}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R2}}{10}}}{3} \right) \quad 1$$

Där X avser den frekvensvägning som används (A, C eller enskilda tersband).

Om skillnad $\leq 6,0$ dB

Om skillnaden mellan mätvärdena varit större än 3,0 dB, men mindre eller lika med 6,0 dB har ytterligare mikrofonpositioner enligt avsnitt 2.5 valts. Utvärderingen görs då enligt ekvation 2. Om endast A-vägd ljudnivå mäts väljs hörnet med högst A-vägd ljudnivå, annars väljs hörnet med högst C-vägd ljudnivå. Motsvarande tersbandsnivåer väljs från det valda hörnet med högst C- eller A-vägd ljudnivå.

Not: Detta skiljer sig något mot standarden men görs för att ge representativa nivåer som kan jämföras med riktvärdena i Folkhälsomyndighetens allmänna råd.

$$L_{Xeq} = 10 \lg \left(\frac{2 \cdot 10^{\frac{L_{Xeq,H}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R2}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R3}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R4}}{10}}}{6} \right) \quad 2$$

där $L_{Xeq,H} = \max(L_{Xeq,H1}, L_{Xeq,H2})$ innebär att det högsta mätvärdet från de uppmätta hörnpositionerna H_1 eller H_2 används. Fyra mätperioder används, R_1-R_4 , från två olika mikrofonpositioner i rummet och två ljudnivåer i varje position.

Om skillnad $\leq 9,0$ dB

Har skillnaden i mätvärden varit större än 6,0 dB men mindre eller lika med 9,0 dB har ytterligare mätningar i nya positioner gjorts och utvärderingen görs då enligt ekvation 3.

$$L_{Xeq} = 10 \lg \left(\frac{3 \cdot 10^{\frac{L_{Xeq,H}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R2}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R3}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R4}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R5}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R6}}{10}}}{9} \right) \quad 3$$

Där avser X den frekvensvägning som används (A, C eller enskilda tersband) och R_1-R_6 avser mätningar i rumspositionerna. $L_{Xeq,H} = \max(L_{Xeq,H1}, L_{Xeq,H2}, L_{Xeq,H3})$ avser att det högsta mätvärdet från de uppmätta hörnpositionerna används, på samma sätt som ovan. Antalet rumsmätningar ska alltid vara dubbelt så många som hörnmätningar. Beräknat energimedelvärde enligt ekvation 1-3 kommer därvid att domineras av mätperioderna med de högsta ljudnivåerna.

Om skillnad $> 9,0$ dB

Spridningen mellan mikrofonpositionerna medför att mätosäkerheten är oacceptabelt hög. Mätningen avbryts och återupptas vid ett senare tillfälle, alternativt behövs en fördjupad analys av storkällan. Inget slutresultat rapporteras. Är spridningen stabil kan orsaken vara t.ex. interferenser vid låga frekvenser och resultatet kan ändå vara giltigt. Detta ska då dokumenteras i rapporten.

2.7.2 Maximalnivåer

Bestäm den högsta registrerade ljudhändelsen (L_{AFmax}) i respektive delmätning.

Beräkna medelvärdet av dessa mätvärden enligt ekvationerna 1, 2 eller 3.

- I formlerna betyder X att frekvensvägning A har använts vid mätningen.
- Istället för ekvivalentnivå (eq) används mätvärden med tidsvägning F, *fast*.

Utvärderingen görs alltså på samma sätt för ekvivalentnivå och maximalnivå.

2.8 Mätosäkerhet

Mätosäkerheten hos mätningar enligt denna rapport bedöms vara likvärdig med mätosäkerheten enligt standarden ISO 10052. När olika jämförelser m.m. finns tillgängliga kommer detta att publiceras.

2.9 Redovisning av resultat

Resultatet från mätningen redovisas i en mät rapport som följer anvisningarna i ISO 10052. Följande punkter bör finnas med.

- mätmetod med referens till denna rapport "Översiktsmetoden i SP Rapport 2015:02" samt ISO 10052
- namn och adress för den organisation som har utfört mätningen
- namn och adress på den organisation eller person som har beställt mätningen
- mät datum
- syftet med mätningen
- adress eller fastighetsbeteckning samt rumsbenämning där mätningen genomförts
- schematisk beskrivning av mätobjekt; såsom rumsform, inredning, storkällor m.m.
- schematisk beskrivning av mikrofonpositioner
- en angivelse om mätoperatören har varit närvarande i mätrummet under mätningarna

- j) beskrivning av storkällan om denna är känd. Referensmaterial som används för musikanläggningar bör dokumenteras. För installationer beskriv relevanta aspekter och driftstillstånd (kvantitativt och kvalitativt)
 - a. särskilt för vatteninstallationer notera inställningen hos blandare om möjligt
 - b. dessutom kan följande redovisas för vatteninstallationer om möjligt:
 - i. flödestryck (kall och varm vattensystem);
 - ii. flöde / påfyllningstid för cisterner;
 - iii. tillverkare av ventil eller anordning;
 - iv. ljudklass och flöde för ventiler eller apparater klassificerade enligt EN ISO 3822-1;
 - v. flödes hastighet, statiskt tryck och flödestryck av ventilerna under provningen;
 - vi. volym och fyllningstiden för spolbehållaren (om möjligt)
- k) identifiering av mätutrustningen som använts
- l) avvikelser från mätmetoden
- m) bakgrundsnivå uttryckt som L_{Aeq}
- n) resultat uttryckta i relevanta akustiska storheter, exempelvis L_{Aeq} , L_{Ceq} , L_{AFmax} avrundade till närmaste heltal
- o) vid mätning av lågfrekvent buller ska medelvärdesbildade ljudtrycksnivåer i vart och ett av tredjedelsoktavbanden 31,5 - 200 Hz redovisas avrundade till närmaste heltal
- p) datum och underskrift

3 Mätprocedur enligt ISO 16032 – teknisk metod

3.1 Allmänt – mätprocedur

Mätförfarandet i detta kapitel (3) följer den tekniska metoden (ISO 16032) för mätning av installationsbuller, med vissa tillägg för att minska mätosäkerheten. Mätförfarandet kan dock tillämpas även för andra typer av störkällor. Mätningen avser korrigerade och sammanvägda A- eller C-vägda ljudtrycksnivåer, maximalnivåer eller ljudtrycksnivåer i tredjedelsoktavband för lågfrekvent ljud.

Vid mätning enligt den tekniska metoden (ISO 16032) korrigeras mätresultatet för inverkan av ljudabsorberande inredning genom att ”standardisera” uppmätt ljudnivå till 0,5 sekunders efterklangstid på basis av uppmätt efterklangstid i rummet, för vissa frekvenser. Uppmätta ljudnivåer korrigeras även för inverkan av konstanta bakgrundsljud.

Den tekniska metoden kan användas för att utreda hur olika störkällor bidrar till den totala ljudnivån i ett rum. Den tekniska metoden är mer komplex och tar längre tid att tillämpa än översiktsmetoden (ISO 10052), men den ger normalt något bättre noggrannhet och kan vara lämplig då de tekniska och ekonomiska följderna av eventuella korrigerande åtgärder motiverar en fördjupad studie.

Ljudnivåer mäts i tredjedelsoktavbanden 31,5 Hz till 10 000 Hz (som definieras i SS-EN 61672-1). De A-vägda ekvivalenta och maximala ljudnivåerna beräknas från alla dessa tredjedelsoktavband efter att de har korrigerats för bakgrundsljud och efterklangstid enligt avsnitten 3.6 och 3.7. Detta skiljer sig från ISO 16032 där ljudnivåer i stället mäts i oktavband. Normalt kan nivåerna i oktavband beräknas utifrån de uppmätta tersbandsnivåerna.

Notera att mätinstrumentets A-vägda och C-vägda ljudnivåer således inte används för utvärderingen i den tekniska metoden. Dock används de för att välja hörnposition, se avsnitt 3.3.1, samt för att avgöra antalet delmätningar som behövs, se avsnitt 3.5. Värdena kan också vara lämpliga att dokumentera, exempelvis vid jämförelse med andra mätningar enligt översiktsmetoden. Skiljer sig den beräknade och direktavlästa A-vägda ljudnivån mer än 5 dB kan det vara lämpligt att försöka utreda vad skillnaden beror på. Beräkningarna är ganska komplicerade och oavsiktliga fel kan uppstå.

3.2 Inför mätning – val av mätförhållanden

Mätningar enligt denna rapport utförs när den aktuella störkällan/störkällorna är i representativ drift, enligt följande indelning:

- Mätningar utförs med fönster och dörrar stängda, men med öppna utelufts- och överluftsdon.
- Vid mätning med *alla störkällor i drift* jämförs det slutliga mätresultatet normalt med de regler som gäller för kontinuerliga, bredbandiga ljud, exempelvis $L_{Aeq} = 30$ dB.
- Vid mätning av *vissa typer av störkällor* som har särskilda regler, exempelvis $L_{Aeq} = 25$ dB från musikanläggningar, bör övriga störkällor inom den bostad eller lokal där mätning görs stängas av eller avskärmade vid mätning. Detta kan gälla exempelvis trafikbuller, aktiviteter inom byggnaden, luftventiler, kyl- och frysskåp eller värmeradiatorer. Mätningen kan också genomföras vid en tidpunkt när det är tystare, exempelvis nattetid. Särskilda byggregler finns för ljud från

installationer med tydligt hörbara toner eller variationer eller impulser såsom hissar, WC eller tvättmaskin.

- De störkällor som i normala fall kan förväntas vara i samtidig drift inom samma verksamhet som den studerade störkällan ska dock vara i drift även vid mättillfället.
- Om flera störkällor eller flera verksamheter bidrar till den sammanlagda ljudnivån i en bostad eller lokal, kan mätningar behöva utföras med var och en av dessa störkällor i drift. Särskilda krav kan då behöva riktas mot de som ansvarar för respektive störkälla, så att den sammanlagda ljudnivån inte överskrider gällande regler vid representativa driftsförhållanden.
- Inspelningar och urval av opåverkade mätperioder godtas som ett sätt att minimera inverkan av bakgrundsljud. Analyserna ska då avse perioder som är representativa för störkällan/störkällorna. Inspelningsutrustning ska uppfylla kraven enligt avsnitt 5.
- Den kvarvarande bakgrundsnivån (efter att någon eller några störkällor har stängts av enligt ovan) mäts och redovisas separat.

För störkällor *som kan kontrolleras av mätoperatören* sker mätning under en given driftscykel. Driftcykler och driftsvillkor för några typer av installationer redovisas i standarden samt i bilaga 1 till denna rapport.

För störkällor *som inte kan kontrolleras av mätoperatören* görs mätningen när den aktuella störkällan är aktiv, exempelvis kvälls- eller nattetid vid kontroll av ljud från musik i diskotek, restaurang, o dyl. För att kunna bestämma lämpliga mättillfällen kan dels de som störs av bullret ombes att dokumentera tidpunkter för ljudhändelser, men också studera driftstider för de verksamheter som tros orsaka störningar. Tillverkarna av installationer m.m. kan ibland bidra med värdefull information om driftstider och möjliga orsaker till buller. Verksamhetsutövare bör ha kännedom om vid vilka tidpunkter deras verksamhet alstrar buller.

Under vissa omständigheter kan det vara nödvändigt att mäta vid flera tillfällen för att mätvärdena ska representera de ljudnivåer som råder då störningar förekommer mer än tillfälligt. Växlingar i vind och temperatur kan orsaka rörelser som skapar ljud i en byggnad. Installationer kan vara i drift vid vissa yttemperaturer. Årstidsvariationer kan påverka ljudutbredningen över längre avstånd, exempelvis om markdämpningen påverkas av snötäcke eller vegetation. Man måste således orientera sig väl om de förhållanden som råder vid störning för att bestämma representativa mättillfällen.

3.3 Val av mikrofonpositioner

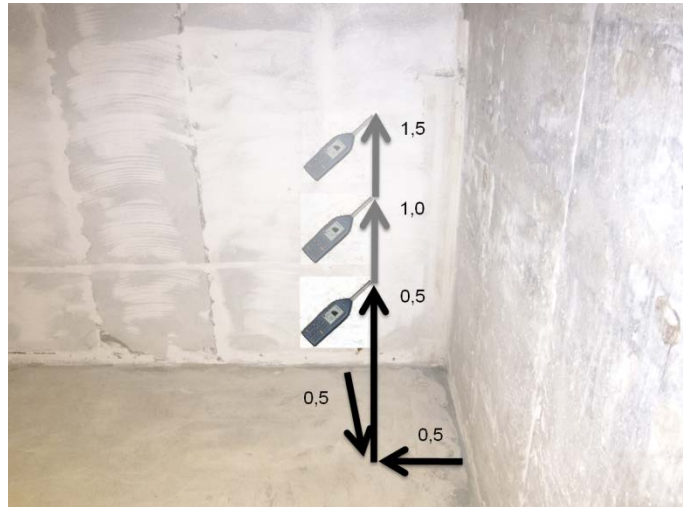
Avståndet mellan mikrofonpositionerna ska vara större än 1,5 m om möjligt. Avståndet från mikrofonen till störkällor som exempelvis ventilationsdon ska också vara större än 1,5 m.

Mikrofon eller ljudnivåmätare bör monteras på stativ eller motsvarande eftersom handhållen mikrofon riskerar att störa mätresultatet, särskilt vid mätning av låga ljudnivåer.

Vid mätning av ljudnivå i vardagsrum sammanbyggt med kök kan mätning göras i var rumsdel för sig.

3.3.1 Hörnposition (1 mätning)

Läs av den C-vägda ljudtrycksnivån på mätinstrumentet i alla hörn och välj ut den position som ger högst nivå för fortsatta mätningar, med storkällan i representativ drift. Avståndet från väggarna till mikrofonen i hörnpositionen ska vara 0,5 m. I första hand väljs mikrofonhöjd 0,5 m ovan golv. Om denna position inte är möjlig, exempelvis på grund av möblering, väljs höjden 1,0 m. Om denna höjd heller inte är möjlig väljs 1,5 m höjd. Om detta inte är genomförbart, undantas det hörnet från mätningen.



Undantag från mät höjden kan göras om en säng är placerad med huvudändan i hörnet, då en mikrofon placeras 20 cm ovanför huvudkudden och 0,5 m från väggarna. Finns det ett ventilationsdon eller annan storkälla i hörnet (närmare än 1,5 m) ska ett annat hörn väljas.

Urvalsmetoden är rimligt enkel om storkällan är kontinuerlig men kan vara besvärlig om ljudnivån varierar oregelbundet. Om ljudnivån inte går att bestämma med säkerhet vid urvalet väljs det hörn som bedöms som akustiskt hårdast på samma sätt som i 2.3.1.

3.3.2 Rumspositioner (2 mätningar)

Ljudnivån ska mätas i två rumspositioner. Placera mikrofonen i vistelsezonen i rummets efterklangsfält, dvs minst 0,75 m från väggar samt minst 0,20 m från möbler etc. Placera mikrofonen i två slumpmässigt valda mätpositioner, minst 1,5 m från varandra och från hörnpositionen, med olika höjd över golvet (mellan 0,5 m och 1,5 m) och minst 1,5 m från en storkälla i rummet. I små rum där det är svårt att uppfylla kravet kan avståndet 0,5 m från väggar accepteras som minsta avstånd. Mikrofonposition vid säng är minst 0,5 m över golvet dock minst 0,2 m ovanför madrass/huvudkudde. Finns det en storkälla i rummet som befinner sig närmare mätmikrofonen än 1,5 m, t.ex. ett nedsänkt ventilationsdon, görs en särskild mätning av denna och rapporteras separat. Se vidare i ISO 16032.

Observera att om spridningen mellan ljudtrycksnivåerna mellan mätpositionerna eller mätperioderna är stora, upprepas mätproceduren med nya mätpositioner och mätperioder tills dess att spridningen i mätresultat uppfyller kriterier för mätosäkerhet, se avsnitt 3.5.

Samma mätproceduren används för ekvivalenta ljudnivåer och maximala ljudnivåer.

3.4 Mättider

Anvisningar för vissa storkällor ges i bilaga B i ISO 16032. I bilaga 1 i denna rapport redovisas ett antal anvisningar på svenska.

I Folkhälsomyndighetens allmänna råd används följande benämningar:

- Ekvivalent A-vägd ljudnivå $L_{Aeq,T}$
- A-vägd maximalnivå L_{AFmax}
- Ekvivalenta ljudnivåer L_{eq} i tredjedelsoktavbanden 31,5 -200 Hz

I ljudklassningsstandarden för bostäder, SS 25267, liksom i ISO 16032 och ISO 10052 används samma beteckningar som i FoHM:s allmänna råd, men utan indexet T .

I Boverkets byggregler BBR är index utan ” T ” men kompletterat med ” p ” för att precisera att det är ljudtryck som avses, och där används även

- Ekvivalent C-vägd ljudnivå L_{pCeq}

Index ” T ” tolkas som den tidsperiod då störkällan är i representativ drift och att mätningarna således antas utgöra representativa stickprov. Själva mätperioden är normalt mycket kortare än driftstiden. Mätperioden anges i sekunder, minuter eller timmar, exempelvis som 30 s, 10 m, 24 h. Observera att index ” nT ” används i BBR och i ISO 16032 för att beteckna en ljudnivå som korrigerats för efterklangstid (standardiserad till 0,5 s). För att minska risken för förväxling är det bättre att skriva den tidsperiod som avses i indexet istället för ett ” T ”.

- Det är väsentligt att ange alla index enligt ovan, eftersom både tids- och frekvensvägningar påverkar mätvärdet. Mätvärden med olika vägningar kan inte jämföras med varandra

Om instrumentet tillåter genomförs mätningarna av ekvivalentnivåer, maximalnivåer och ljudnivåer i tredjedelsoktavbanden 31,5-200 Hz med fördel simultant.

Antalet mätperioder (med 30 sekunders mättid) beror på typen av störkälla.

3.4.1 Bakgrundsnivåer

Med bakgrundsbuller menas ljud från andra störkällor än de källor som undersöks.

- För bakgrundsnivå genomförs en mätperiod (30 s) per mikrofonposition.
- Bakgrundsnivån mäts alltid som en ekvivalentnivå, d.v.s. ett tidsmedelvärde under mättiden.
- Samma mätmetod och frekvensvägning (A, C eller linjär i tersband) används som vid mätning med störkällan/störkällorna i drift. Se vidare i avsnitt 3.6.
- Om bakgrundsnivåerna varierar kan flera avkortade mätperioder användas, exempelvis 4x8 sekunder istället för 30 sekunder. Bakgrundsljudet ska vara representativt för de ljudnivåer som gäller vid mätning med störkällorna i drift.

3.4.2 Kontinuerliga ljud

Störkällor som avger stationärt (konstant) ljud, exempelvis från ventilationsdon eller värmeradiatorer. Ljudnivåer mäts under sammanlagt minst tre mätperioder (30 s) då störkällan är aktiv.

3.4.3 Icke-stationärt buller (ljudnivån är inte konstant)

För ljud som varierar över tid, antingen intermittent (av/på), fluktuerande (varierar hela tiden) eller impulsljud (slag, knackningar) ska mätningen normalt göras under en representativ driftscykel för störkällan. Detta gäller även maximalnivåer. Om ljudnivåerna varierar mellan cyklerna mäts flera perioder. Alla korrekt uppmätta mätperioder används för bestämning av rums- och tidsmedelvärdet enligt avsnitt 3.8.

3.4.3.1 Intermittent buller (störkällan går stabilt vissa tider av/på)

Ljudnivåer mäts under sammanlagt minst tre mätperioder då störkällan är aktiv, d.v.s. pauser i driften ska inte medräknas vid mätning.

3.4.3.2 Ljud från musik eller andra fluktuerande storkällor (t.ex. varvtalsstyrda maskiner)

Ljudnivåer mäts under tillräckligt antal mätperioder (30 s vardera) i varje mikrofonposition enligt anvisningarna nedan. Avsikten är att mätvärdet ska motsvara ett representativt medelvärde för ljudet under den timme som det låter som mest.

Ljudnivåer från musikanläggningar kan variera mycket beroende på programmaterial. I vissa fall kan det vara lämpligt att ljudstörningen studeras genom att ett referensprogrammaterial spelas upp i musikanläggningen. Genomförs mätningen utan att kunna styra musikanläggningen så kan det vara tillräckligt att mätning utförs under sammanlagt minst 10 minuter per position, totalt minst 30 minuter fördelat över en timme. Mätningen ska normalt vara övervakad, så att inga bakgrundsljud påverkar mätvärdet.

Det kan vara säkrare att mäta i ett antal korta mätperioder (30 s vardera) under den aktuella mättiden i varje mikrofonposition enligt anvisningarna och ta bort de mätperioder som har störts av bakgrundsljud eller där musikanläggningen (storkällan) av någon anledning inte har fungerat som vanligt. Den långa mättiden behövs för att säkerställa att olika programmaterial används under mätningen. Mättillfälle väljs lämpligen då det erfarenhetsmässigt är högst ljudnivå, t.ex. efter klockan 24 under fredags- eller lördagskvällar för musikanläggningar på pubar och nattklubbar.

Om mätningen utförs under en lång tid eller i flera mätpunkter samtidigt, exempelvis en hel natt eller motsvarande, och övervakad av inspelning, tas medelvärde över den mest bullrande timmen, eller under hela mätperioden om mätperioden är kortare än en timme.

Ljudnivåer från olika typer av verksamheter, t.ex. från närbelägna industrier, godshantering, affärslokaler, gym och liknande kan hanteras på samma sätt som musikanläggningar, där mättiden utgår från uppgifter om driftstider m.m.

Att mäta under flera 30 s mätperioder gör det möjligt att beräkna den statistiska standardavvikelsen, som indikerar hur stabilt energimedelvärdet av ljudnivån är.

3.4.3.3 Impulsljud (t.ex. från glasåtervinningskärl)

För impulsljud bestäms normalt endast A-vägd maximal ljudnivå L_{AFmax} . Mätningarna ska göras vid normalt förekommande störande ljud. Det är även lämpligt att dokumentera hur ofta störningarna förekommer.

3.5 Behov av ytterligare mätpositioner eller mätperioder

För att avgöra om fler mätpositioner eller fler mätperioder behövs görs en kontroll av skillnaden mellan högsta och lägsta A- eller C-vägda ljudtrycksnivå från alla mätperioder.

Om skillnaden i dB, avrundad till en decimal, är högst 3,0 dB behövs inga nya mätperioder, om skillnaden är större än eller lika med 3,1 dB väljs två nya rumspositioner och mätningen upprepas. Hörnpositionen bibehålls. Som exempel, om skillnaden är 3,0 dB räcker antalet mätperioder men om skillnaden är 3,1 dB ska sex mätperioder tas med, d.v.s. två mätperioder i den utvalda hörnpositionen samt fyra perioder i rumspositionerna.

Proceduren upprepas till dess skillnaden i dB mellan högsta och lägsta uppmätta nivå är lägre än antalet mätperioder.

Till stöd för proceduren finns exempel på mätprotokoll i bilaga 2 som kan användas i samband med mätningen. Ett kalkylark i MS Excel för utvärdering finns tillgängligt för

nedladdning på SP:s hemsida. Proceduren innebär en mindre avvikelse från anvisningarna i ISO 16032. Erfarenheter visar att man bör lägga större vikt på tidsfluktuationer i själva störkällan och att samtliga mätpositioner och mätperioder bör användas vid bedömningen av erforderligt antal mätperioder.

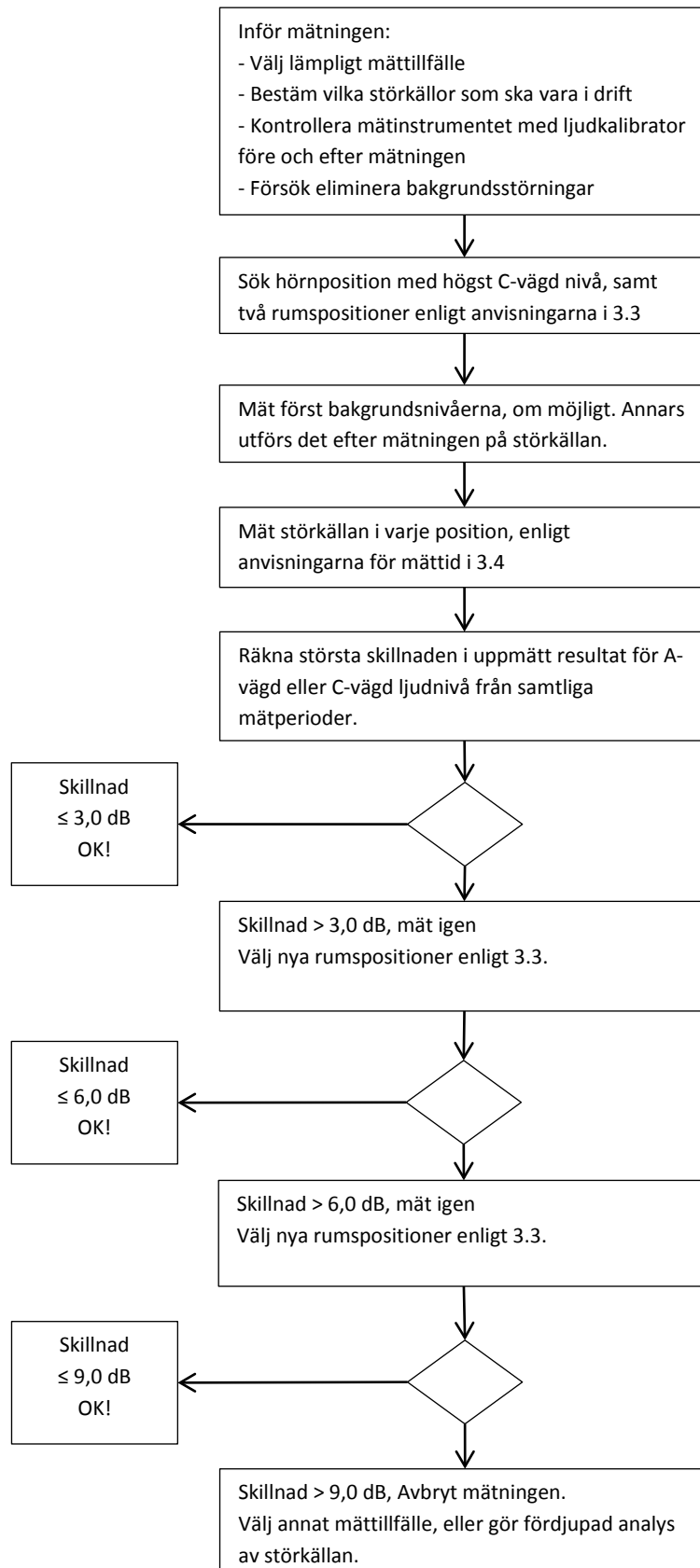
Proceduren visas i flödesschemat i figur 2.

Proceduren används både för ekvivalentnivåer och maximalnivåer.

Maximalt upprepas mätproceduren 2 gånger utöver den första mätningen, dvs totalt genomförs maximalt 9 mätningar i sex olika rumspositioner och i den utvalda hörnpositionen.

- Om skillnaden är stabil kan detta bero på så kallade stående vågor (interferens mellan ljudvågor) som märks tydligast vid låga frekvenser.
 - Mätningen kan godkännas eftersom rumsmedelvärdet av många mätpositioner ändå blir stabilt.
- Om skillnaden inte är stabil och kravet på spridning inte kan uppfyllas, så beror detta troligtvis på att själva störkällan varierar i styrka.
 - Mätningen bör upprepas vid ett senare tillfälle, eller med längre mättider (se 3.4.3).

En mer detaljerad analys av störkällan kan vara nödvändig med hjälp av akustisk expertis, exempelvis genom att köra varje störkälla var för sig, mäta i smalband (FFT), att spela in ljudet i rummet och nära de aktuella störkällorna simultant o. dyl..



Figur 2 Flödesschema för att utvärdera behov av ytterligare mätperioder och mikrofonpositioner

3.6 Bakgrundsljud

Med bakgrundsbuller menas ljud från andra störkällor än de som mäts. Ljud från installationer, musikanläggningar m.m. blir mer påtagliga då bakgrundsnivån är låg, t.ex. under kvälls- och nattetid. En bakgrundsnivå på 20 dBA brukar bedömas som mycket tyst, men är inte helt ovanlig i sovrum som inte vetter mot trafikleder o. dyl..

Bakgrundsnivån ska mätas före eller efter mätning med störkällan/störkällorna i drift och redovisas i mätprotokollet. Om skillnaden mellan mätresultat och bakgrundsnivå är mindre än 4 dB är mätningen troligtvis påverkad av bakgrundsnivå. Detta betyder att ljudnivån inte med säkerhet kan sägas vara orsakad av den eller de installationer som man har haft i drift vid mätningen. För att kunna bestämma vilken eller vilka störkällor som behöver åtgärdas bör en ny mätning genomföras med mindre påverkan av bakgrundsljud.

Om bakgrundsnivåerna varierar kan flera avkortade mätperioder användas, t.ex. sekundvis eller 4x8 sekunder istället för 30 sekunder. Korrektion för kvarvarande bakgrundsljud görs enligt ISO 16032, avsnitt 8, men i tersband i stället för oktavband. Förutsättningen för korrigering är att ljudnivån kan bestämmas tillräckligt noggrant, dvs att det kvarvarande bakgrundsljudet är mer eller mindre konstant. Om bakgrundsnivåerna varierar så mycket att ett stabilt medelvärde inte kan beräknas anges detta i rapporten.

3.7 Efterklangstid

Efterklangstiden mäts i samma positioner som ljudnivån, i tredjedelsoktavband 100-5000 Hz. De uppmätta ljudnivåerna i dessa band korrigeras för efterklangstiden enligt ISO 16032. I övriga tredjedelsoktavband korrigeras inte uppmätta ljudnivåer. Korrektion för efterklangstid får ej göras i rum med ljudabsorberande material enbart på tak eller enbart på väggar.

3.8 Utvärdering

3.8.1 A- och C-vägda ekvivalentnivåer samt tersbandsnivåer

För utvärdering kan kalkylarket i MS Excel som finns framtaget för metoden användas. Dokumentet "SP-rapport-2015-02-Bilaga2.xlsx" finns tillgängligt på SP:s hemsida www.sp.se/akustik. Inledningsvis medelvärdesbildas de ovägda tersbandsnivåerna, därefter korrigeras de för bakgrundsnivå samt efterklangstid och slutligen beräknas önskad frekvensvägning, A eller C. Korrektionsvärden för A respektive C vägning redovisas i bilaga 4 till denna rapport.

För lågfrekvent buller i tersbanden 31,5 – 200 Hz bestäms resultatet genom att medelvärdesbilda mätresultaten i varje tersband från alla positionerna. Resultatet betecknas med $L_{x,eq}$ där x är det aktuella tersbandet t.ex. är $L_{31,5,eq}$ resultatet i tersbandet 31,5 Hz och $L_{100,eq}$ är resultatet i tersbandet 100 Hz. Vilket eller vilka tredjedelsoktavband som avses kan även anges i texten intill.

3.8.1.1 Medelvärdesbildning av ljudtrycksnivåer

I avsnitt 3.5 beskrivs proceduren för att avgöra hur många mätperioder som skall mätas. Baserat på skillnaden mellan den högsta och lägsta nivån väljs ytterligare positioner och fler mätningar genomförs. Utvärderingen beror därmed på antalet delmätningar som gjorts och hur stor skillnaderna varit. Antalet rumsmätningar ska vara dubbelt så många som antalet hörnmätningar. Beräknat medelvärde enligt ekvation 4, 5 eller 6 kommer därmed att domineras av mätperioderna med de högsta ljudnivåerna.

Observera att om mätning görs med tvåkanalsinstrument, där ljudnivåerna mäts samtidigt i ett hörn respektive i en rumsposition, måste man korrigera hörnmätningarna i ekvationerna nedan vid medelvärdesbildningen eftersom det blir för många hörnvärden annars.

Om skillnad $\leq 3,0$ dB

Resultatet från mätningen är energimedelvärdet av tre mätperioder, varav en mätning i den utvalda hörnpositionen, $L_{Xeq,H}$, samt två mätningar i två olika rumspositioner, $L_{Xeq,R1}$ och $L_{Xeq,R2}$, enligt ekvation 4.

$$L_{Xeq} = 10 \lg \left(\frac{10^{\frac{L_{Xeq,H}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Xeq,R2}}{10}}}{3} \right) \quad 4$$

där X avser det aktuella tersbandet.

Om skillnad $\leq 6,0$ dB

I de fall spridningen i mätresultat varit större än 3,0 dB, men mindre eller lika med 6,0 dB har mätningar i ytterligare positioner genomförts och utvärderingen görs då enligt ekvation 5.

Not: Detta skiljer sig något mot standarden men görs för att ge representativa nivåer som kan jämföras med riktvärdena i Folkhälsomyndighetens allmänna råd.

$$L_{Xeq} = 10 \lg \left(\frac{\sum_{i=1}^2 10^{\frac{L_{Xeq,Hi}}{10}} + \sum_{j=1}^4 10^{\frac{L_{Xeq,Rj}}{10}}}{6} \right) \quad 5$$

där H_i är mätperiod i för den utvalda hörnpositionen, R_j är rumsposition j , och X avser det aktuella tersbandet.

Om skillnad $\leq 9,0$ dB

I de fall spridningen i mätresultat varit större än 6,0 dB, men mindre eller lika med 9,0 dB har mätningar i ytterligare positioner genomförts och utvärderingen görs då enligt ekvation 6.

$$L_{Xeq} = 10 \lg \left(\frac{\sum_{i=1}^3 10^{\frac{L_{Xeq,Hi}}{10}} + \sum_{j=1}^6 10^{\frac{L_{Xeq,Rj}}{10}}}{9} \right) \quad 6$$

där H_i är mätperiod i för den utvalda hörnpositionen, R_j är rumsposition j , och X avser det aktuella tersbandet.

Om skillnad $> 9,0$ dB

Spridningen mellan mikrofonpositionerna medför att mätosäkerheten är oacceptabelt hög. Mätningen avbryts och återupptas vid ett senare tillfälle, alternativt behövs en fördjupad analys av storkällan. Inget slutresultat rapporteras. Är spridningen stabil kan orsaken vara t.ex. interferenser vid låga frekvenser och resultatet kan ändå vara giltigt. Detta ska då dokumenteras i rapporten.

3.8.1.2 Korrektion för bakgrunds nivåer och efterklangstid

Resultatet från ekvation 4, 5 eller 6 korrigeras för bakgrunds nivå enligt ISO 16032, men görs i tersband i stället för oktavband se 3.6. Då resultatet korrigeras för efterklangstid görs detta enligt ISO 16032, men i tersbanden 100 Hz – 5000 Hz i stället för oktavband. Övriga tersband korrigeras inte för efterklangstid. Se 3.7.

3.8.1.3 Frekvensvägning

Resultatet från ekvation 4,5 eller 6 med korrektioner enligt 3.8.1.2 vägs samman till en A-vägd respektive C-vägd nivå enligt ekvation 7 respektive 8. I bilaga 4 redovisas korrektionstermer för A respektive C vägning i tersband.

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i+A_i)} \quad 7$$

där n är antalet tersband, L_i är det ovägda resultatet i tersband i och A_i är korrektionstermen för A-vägningen i tersband i enligt bilaga 4.

$$L_{Ceq} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i+C_i)} \quad 8$$

där n är antalet tersband, L_i är det ovägda resultatet i tersband i och C_i är korrektionstermen för C-vägningen i tersband i enligt bilaga 4.

3.8.2 Maximalnivåer

Bestäm den högsta registrerade ljudhändelsen (L_{AFmax}) i respektive delmätning. Beräkna medelvärdet av dessa mätvärden enligt ekvationerna 4, 5 eller 6.

- I formlerna betyder X att frekvensvägning A har använts vid mätningen.
- Istället för ekvivalentnivå (eq) används mätvärden med tidsvägning F, *fast*.

Utvärderingen görs alltså på samma sätt för ekvivalentnivå och maximalnivå.

3.9 Mätosäkerhet

Mätosäkerheten hos mätningar enligt denna rapport bedöms vara likvärdig med mätosäkerheten enligt standarden ISO 16032. När olika jämförelser finns tillgängliga kommer detta att publiceras.

3.10 Redovisning av resultat

Resultatet från mätningen redovisas i en mät rapport som följer anvisningarna ISO 16032. Följande punkter bör finnas med.

- a) mätmetod med referens till denna rapport "SP Rapport 2015:02" och teknisk metod
- b) namn och adress för den organisation som har utfört mätningen
- c) namn och adress på den organisation eller person som har beställt provningen
- d) mät datum
- e) syftet med mätningen
- f) adress eller fastighetsbeteckning samt rumsbenämning där mätningen genomförts
- g) schematisk beskrivning av mätobjekt; såsom rumsform, inredning, storkällor m.m.
- h) schematisk beskrivning av mikrofonpositioner
- i) en angivelse om mätoperatören har varit närvarande i mät rummet under mätningarna
- j) beskrivning av storkällan om denna är känd. Vilket programmaterial som använts för musikanläggningar bör redovisas. För installationer beskriv relevanta aspekter och driftstillstånd (kvantitativt och kvalitativt)
 - a. särskilt för vatteninstallationer notera inställningen hos blandare
 - b. dessutom kan följande redovisas för vatteninstallationer:
 - i. flödestryck (kall och varm vattensystem);
 - ii. flöde / påfyllningstid för cisterner;
 - iii. tillverkare av ventil eller anordning;
 - iv. ljudklass och flöde för ventiler eller apparater klassificerade enligt EN ISO 3822-1;

- v. flödes hastighet, statiskt tryck och flödestryck av ventilerna under provningen;
- vi. volym och fyllningstiden för spolbehållaren (om möjligt)
- k) identifiering av mätutrustningen som använts
- l) avvikelser från mätmetoden
- m) bakgrunds nivå uttryckt som L_{Aeq}
- n) resultat uttryckta i relevanta akustiska storheter, exempelvis L_{Aeq} , L_{Ceq} , L_{AFmax} avrundade till närmaste heltal
- o) vid mätning av lågfrekvent buller ska medelvärdesbildade ljudtrycksnivåer i vart och ett av tredjedelsoktavbanden 31,5 - 200 Hz redovisas avrundade till närmaste heltal
- p) datum och underskrift

4 Definitioner och ordförklaringar

I denna rapport används följande begrepp och beteckningar. Beteckningarna är något förenklade jämfört med i ISO 10052 och ISO 16032, som benämns ”standarderna” i detta avsnitt om inget annat anges i texten.

Medelvärdesbildad ljudtrycksnivå i rum

Medelvärdesbildning av ljudtrycksnivåer sker på två sätt:

- som ett tidsmedelvärde för ljudtrycksnivåer som varierar över tid
- som ett rumsmedelvärde för ljudtrycksnivåer mätta i olika positioner

Tidsmedelvärdena beräknas som ett energimedelvärde under hela mättiden, T , d.v.s. det motsvarar den konstanta nivå som innehåller lika mycket ljudenergi som det tidsvarierande ljudet under mättiden. Tidsmedelvärde kallas också ekvivalentnivå. Den matematiska definitionen kan hittas i standarderna. Ekvivalentnivå mäts för A- och C-vägda nivåer, samt för lågfrekvent buller i tersband.

$$L_{Aeq}, L_{Ceq}, L_{eq}$$

Rumsmedelvärde beräknas också som ett energimedelvärde, dvs att ljudenergin från mätperioder i olika positioner medelvärdesbildas enligt ekvation 7, som formlerna 1-6 bygger på.

$$\bar{L}_{eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{eq,i}}{10}} \right) \quad 7$$

där $L_{eq,i}$ är tidsmedelvärdet i position i . Rumsmedelvärde bestäms för A- och C-vägda nivåer, maximalnivåer och för lågfrekvent buller i tersband.

Ljudtrycksnivå från hissar och tekniska installationer

Installationer är tekniska system som är avsedda att betjäna byggnaden för att uppfylla kraven i Boverkets byggregler (BBR) på tillgänglighet, hygien, hälsa och miljö, exempelvis ventilationssystem, värmesystem etc. Installationsbuller kan bestämmas med olika frekvensvägning samt med olika tidsvägning. I standarderna används beteckningen L_{XY} för att beteckna ljudtrycksnivå från installationer. X representerar den frekvensvägning som används (A eller C) och Y representerar aktuell tidsvägning (F *fast*, eller eq *ekvivalentnivå*).

Störkälla

Källan som orsakar ljudstörningen som undersöks i det enskilda fallet t.ex. ett ventilationssystem, en hiss, en nattklubb eller ett glasåtervinningskärl.

Mätperiod

Effektiv mättid i varje mikrofonposition. För stationärt, intermittent och bakgrundsbuller är normalt en mätperiod 30 s. För fluktuerande buller kan längre mätperioder behövas. Mätperioden kan delas upp i kortare delar t.ex. 4x8 s. för att undvika problem med exempelvis störningar från bakgrundsbuller.

Mikrofonposition

Punkt i rummet där mikrofonen placeras för att mäta en mätperiod.

Hörnposition

Punkt i rummet nära ett hörn. Ljudnivån är ofta högre i hörnpositioner jämfört med nära mitten av ett rum, särskilt när lågfrekvent ljud förekommer. Minst en hörnposition ska alltid mätas enligt både översikts- och teknisk metod i denna rapport.

Rumsposition

Punkt i rummet där ljudfältet antas vara diffust. Ljudfältet är mindre påverkat av närfält från väggreflexer. Vid mätning enligt översiktsmetoden används en rumsposition för att representera två mikrofonpositioner, d.v.s. två mätperioder mäts i rumspositionen. Vid teknisk metod mäts två rumspositioner

Delmätning

En delmätning består av mätning i tre mikrofonpositioner, en i hörn och två i rummet. I varje mikrofonposition genomförs en mätperiod, normalt 30 s. För översiktsmetoden används samma rumsposition för två mikrofonpositioner. En delmätning kan behöva upprepas med nya mikrofonpositioner för att uppfylla kraven på mätosäkerhet.

A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå

L_{Aeq} (skrivs ibland även L_{pAeq})

Ekvivalent ljudtrycksnivå mätt med A-vägningsfilter.

C-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå

L_{Ceq} (skrivs ibland även L_{pCeq})

Ekvivalent ljudtrycksnivå mätt med C-vägningsfilter.

Linjär ljudtrycksnivå

L_{eq} (skrivs ibland även L_{peq})

Ekvivalent ljudtrycksnivå mätt i tredjedelsoktavband 31,5 – 200 Hz, utan något frekvensvägningsfilter, eller med Z-vägningsfilter.

Tersband, eller tredjedelsoktavband

Filter med en tredjedels oktav bandbredd. Används för att filtrera ut ljud med frekvenser inom ett smalt frekvensband. Används vid mätningar av lågfrekvent buller.

Lågfrekvensljud, eller lågfrekvent buller

Lågfrekvent ljud eller buller avses här ljud med frekvenser upp till och med 200 Hz tersbandet, normalt mätt i tredjedelsoktavbanden 31,5 till 200 Hz. Tredjedelsoktavband benämns också tersband.

Resultatet i tersband kan betecknas med $L_{x,eq}$ där x är det aktuella tersbandet. Exempel $L_{31,5,eq}$ är ljudtrycksnivån i tersbandet 31,5 Hz och $L_{100,eq}$ är resultatet i tersbandet 100 Hz. Man kan också ange vilket eller vilka tredjedelsoktavband som avses i texten intill. För lågfrekvent ljud används ingen frekvensvägning, dvs varken A-vägning eller C-vägning.

Maximal ljudtrycksnivå

L_{AFmax} (skrivs ibland även L_{pAFmax})

Vid användning av denna vägledning avses ett medelvärde av de högsta uppmätta A-vägd ljudtrycksnivåerna från storkällan under ett antal mätperioder vid måttillfället, med tidsvägning F, *fast*, dvs 125 ms integrationstid.

Stationärt buller, kontinuerligt buller

Buller vars nivå endast varierar obetydligt under observationsperioden, t.ex. ventilationsbuller.

Icke-stationärt buller,

Samlingsbegrepp för fluktuerande eller intermittent buller, eller impulsjud

Fluktuerande buller

En typ av icke-stationärt buller vars nivå varierar kontinuerligt och i avsevärd grad under observationsperioden. Exempelvis förstärkt musik, frekvensstyrda pumpar, buller från bilverkstad, värmepumpar.

Intermittent buller

Buller från källor som typiskt växlar mellan att vara av eller på, t.ex. kylkompressorer. Ljudnivån faller flera gånger under observationsperioden plötsligt till bakgrundsbullrets nivå, samtidigt som ljudnivån förblir vid en stationär nivå under 1 sekund eller mer när källan är aktiv.

Impulsjud

Buller som består av kortvariga transienta ljud som slag, knäppningar etc. T.ex. glasinsamlingskärl.

Bakgrundsbuller

Buller från andra störkällor än den störkälla man mäter. Exempelvis buller från trafik från en närliggande trafikerad gata under en mätning av ventilationsbuller. Bakgrundsbuller kan påverka en mätning och ska alltid mätas och redovisas.

5 Mätutrustning

Det som sägs beträffande mikrofon, filter och integrerande instrument i standardernas avsnitt 5 tillämpas i denna rapport.

Ljudnivåmätare ska uppfylla kraven för klass 0 eller 1 enligt SS-EN 61672, som ersätter tidigare standarder IEC 60651 och IEC 60804 och skiljer sig från dessa på vissa punkter, men ljudnivåmätare som uppfyller klass 0 eller 1 enligt äldre standarder uppfyller i allmänhet även den nya standarden SS-EN 61672. Utrustningen ska klara att analysera tredjedelsoktavband från en och samma tidssignal. Filter ska uppfylla kraven enligt SS-EN 61260.

Mikrofonen ska vara av diffusfältstyp. För ljudnivåmätare med frifältsmikrofon ska korrektion till diffusfält göras enligt standarderna.

Om någon form av inspelning utförs för analys i efterhand (bandspelare, datormedium etc.), ska även denna utrustning ingå i kalibreringskedjan och uppfylla kraven på linjaritet och frekvensrespons. Observera att många portabla inspelningsinstrument komprimerar ljudet (MP3 o. dyl.) och de uppfyller inte nämnda krav. Vissa instrument justerar ljudnivån automatiskt för att undvika överstyrning, inte heller sådana kan användas för mätning enligt denna metod. Instrument med så kallade wav-format komprimerar inte ljudet, men utrustningen måste ändå kontrolleras så att den inte överstyrs eller tillför bakgrundsljud. Inspelning på hårddisk som ger upphov till klickande ljud bör inte användas.

6 Referenser

I denna rapport hänvisas till följande publikationer

SS-EN ISO 10052:2004, *Byggakustik – Fältmätningar av luft- och stegljudsisolering samt buller från installationer – Överslagsmetod (ISO 10052:2004)*

SS-EN ISO 10052:2004/A1:2010, *Byggakustik – Fältmätningar av luft- och stegljudsisolering samt buller från installationer – Överslagsmetod – Tillägg 1 (ISO 10052:2004/Amd 1:2010)*

SS-EN ISO 16032:2004, *Byggakustik – Mätning av buller från installationer i byggnader – Teknisk metod (ISO 16032:2004)*

Folkhälsomyndighetens allmänna råd om buller inomhus (FoHMFS 2014:13)

BFS 2011:6, med ändringar t.o.m. BFS 2014:3 - BBR 21. *Boverkets föreskrifter och Allmänna råd*

Bullerskydd i bostäder och lokaler, ISBN 978-91-86045-40-1, Boverket november 2008. Tillgänglig på www.boverket.se

SS-EN 61672 *Elektroakustik - Ljudnivåmätare - Del 1 – 3*, (=IEC 61672, ersätter tidigare IEC 60651 och IEC 60804)

SS-EN 61260 *Akustik - Filter för oktavband och delar av oktavband*

Bilaga 1, Exempel på hantering av specifika källor

B1. 1. Allmänt

I standarden för översiktsmetoden SS-EN ISO 10052 [1] samt i motsvarande standard för den tekniska metoden SS-EN ISO 16032 [2] beskrivs hur vissa vanliga typer av installationer kan hanteras vid ljudmätningar. Standardernas anvisningar gäller i de fall ingen nationell standard finns, vilket är fallet i Sverige. I denna bilaga sammanfattats anvisningarna på svenska samt kompletteras med anvisningar som beskrivs i Boverkets handbok "Bullerskydd i bostäder och lokaler" [3] samt Nordtest technical report 203 [4].

Vid en sonderande mätning kan man utgå från de förhållanden som råder och dokumentera dessa. Avsikten med anvisningarna i denna bilaga är att ge enhetliga förutsättningar för mätning och öka reproducerbarheten (mellan olika mättillfällen), vilket har visat sig vara väsentligt i samband med rättstvister och liknande. För att avgöra med säkerhet om kraven uppfylls, bör man således följa anvisningarna i denna bilaga. Man bör därvid överväga de tekniska och ekonomiska konsekvenserna av ett krav som riktas mot en verksamhetsutövare och jämföra dessa med merkostnader för mer detaljerade mätningar.

Anvisningar gäller för sanitetsinstallationer, mekanisk ventilation, värme och kylsystem, hissar, sopnedkast, pannor, fläktar, tvättmaskiner pumpar och andra installationer. De gäller även för motordrivna garageportar och musikanläggningar samt ger några generella anvisningar som kan tillämpas för andra ljudkällor än de uppräknade. För utförligare dokumentation hänvisas till standarderna.

Relevanta storheter att mäta är maximalnivå, L_{AFmax} , eller ekvivalentnivå med relevant frekvensvägning, L_{Aeq} alternativt L_{Ceq} , eller tredjedels oktavband L_{eq} 31,5 Hz – 200 Hz. I anvisningarna används beteckningen L_{max} för bestämning av maximalnivå, samt L_{eq} för bestämning av ekvivalentnivåer oavsett vilken frekvensvägning som används (A- C- eller tersband).

B1. 2 Sanitet - vatteninstallationer

Sanitetsinstallationer delas upp i tappvattenkranar, duschar, badkar och WC. För ljudmätningar på vattenkranar ska avloppet från diskbänken, duschkabinen eller badkaret normalt vara öppet under mätningen så att vattnet kan rinna ut. För hoar och badkar är även ljud under tömning relevant, se vidare avsnittet om detta. För WC är ljud från spolning och fyllning av cistern relevant, men även stomljud från normal användning av toaletten, se vidare avsnitt om WC. Normalt mäts ljudtrycksnivån enbart i omgivande rum (t.ex. grannbostäder) och inte i det rum där installation är monterad.

B1. 2.1 Allmänna driftförhållanden

Alla funktioner och inställningar i vattensystemet ska vara i normal drift (vattentryck, flöde osv). Kranar (armaturer) ska vara helt öppna, eller när detta inte är fallet ska inställningen redovisas i mät rapporten. Mätning och rapportering av tryck och flödes hastighet för ventilen är valfria.

L_{max} :

Den maximala ljudtrycksnivån vid varje mikrofonposition bestäms för ett visst driftsvillkor och driftscykel som föreskrivs nedan. Mätning ska starta innan utrustningen aktiveras och stoppas efter det att driftcykeln är avslutad.

L_{eq} :

För tappvattenkranar utförs mätningen med kranen inställd i den position som orsakar den högsta ljudtrycksnivån (se B1. 2.2, driftcykel för den ekvivalenta ljudtrycksnivån).

B1. 2.2 Tappvattenkranar

a) Driftsförhållanden

L_{max} och L_{eq} :

Om armaturens utlopp är rörlig ska det placeras i den position som ligger närmast mitten av hon (för ytterligare driftsförhållanden, se B1. 2.1).

b) Driftcykler

L_{max} :

- Kranar med ett inlopp: Öppna kranen helt, vänta några sekunder och stäng sedan av kranen.
- Shuntventiler med liknande oberoende kranar för varmt och kallt vatten: Öppna varmvattenkranen helt, öppna därefter kallvattenkranen, vänta några sekunder, stäng först varmvattenkranen och stäng därefter kallvattenkranen.
- Shuntventiler med dubbel funktion för flöde och temperatur: Öppna ventilen helt med inställning medeltemperatur, sänk först temperaturen till den lägsta, och höj sedan temperaturen till den högsta, vänta tills den maximala temperaturen har uppnåtts och stäng därefter av ventilen.
- Shuntventiler med oberoende kontroller för flöde och temperatur: Öppna ventilen för flödet helt med inställning medeltemperatur, sänk först temperaturen till den lägsta och höj sedan temperaturen till den högsta, vänta tills den maximala temperaturen har uppnåtts och stäng därefter flödesventilen.
- Blandarventiler: Öppna kranen helt med inställning medeltemperatur, minska temperaturen till ett minimum och öka därefter temperaturen till den högsta och stäng därefter kranen.

L_{eq} :

- Integrationstiden är ca 30 s .
- Armaturer med ett inlopp: öppna kranen och hitta positionen som orsakar den högsta ljudtrycksnivå. Kranarna ska hållas i detta läge under mätningen.
- Shuntventiler med liknande oberoende kontroller för varmt och kallt vatten: öppna både varma kranen och kalla kranen och hitta positionen som orsakar den högsta ljudtrycksnivå. Kranarna ska hållas i detta läge under mätningen.
- Shuntventiler med en dubbel kontrollfunktion för flöde och temperatur: öppna kranen och hitta positionen som orsakar den högsta ljudtrycksnivån vid inställning medeltemperatur. Flödet ska hållas i detta läge under mätningen. Mät också ljudtrycksnivån med inställning varmvattenläge respektive kallvattenläge. Mätresultatet är det högsta av de tre nivåerna.
- Shuntventiler med oberoende kontroller för flöde och temperatur, och termostatventiler: öppna och hitta flödespositionen som orsakar den högsta ljudtrycksnivå vid inställning medeltemperatur. Kranen ska hållas i detta läge under mätningen. Kontrollera ljudtrycksnivå med kranen i varmvattenläge respektive kallvattenläge. Det högsta av de tre nivåerna är mätresultat.

B1. 2.3 Duschkabin

a) Driftsförhållanden

L_{max} och L_{eq} :

Duschen ska placeras i väggfästet i sitt högsta läge över golvytan och duschen ska vara riktad mot golvet i kabinen (för ytterligare driftförhållanden , se B1. 2.1).

b) Driftscykel

Mätningen utförs enligt B1. 2.2.

Om det krävs en distinktion mellan ljudtrycksnivån från vatten som slår mot golvet i hytten och ljudtrycksnivån från ventiler, ska vattnet tappas av ljudlöst vid mätning av enbart ventiler.

B1. 2.4 bad (badkar)

a) Driftsförhållanden

L_{\max} och L_{eq} :

Om badets kran är en kombination av ett munstycke uteslutande för fyllning av badet och en separat dusch, ska de två funktionerna betraktas var för sig. Om det inte finns något väggfäste, ska duschen hållas på en höjd ovanför botten av karet på cirka 1,5 m. Tömning av badet ska ske samtidigt med mätningen (för ytterligare driftsförhållanden se B1. 2.1).

b) Driftscykel

L_{\max} och L_{eq} :

Mätningen utförs enligt B1. 2.2 och, om badkaret är försett med en dusch, enligt B1. 2.3. Om det krävs en distinktion mellan ljudtrycksnivån med ursprung från vatten som studsar på botten av badkaret och ljudtrycksnivån från ventiler, ska vatten tappas av ljudlöst (mätning av enbart ventiler).

B1. 2.5 Fyllning och tömning hoar och bad

a) Driftsförhållanden

L_{\max} och L_{eq} :

Om ljudtrycksnivån från påfyllning och tömning av hoar och bad ska mätas för sig, ska bottenpluggen vara stängd och hon/badet fyllt till hälften av den maximala nivån under mätningen. Varmt och kallt vatten blandas lika med kranen (kranarna) i helt öppet läge (för ytterligare driftsförhållanden se B1. 2.1). Pluggen öppnas och en ny mätning görs under tömningsperioden.

b) Driftscykel

L_{\max} :

Mätningen utföres först under fyllningen och sedan under tömningsperioden.

L_{eq} :

Integrationstiden är lika med påfyllningsperioden och tömningsperioden.

B1. 2.6 Vattenklosett (WC)

a) Driftsförhållanden

L_{\max} och L_{eq} :

Ljudet från en vattenklosett (WC) består dels av ljudet från spolning av vattnet och dels av ljud som genereras när cisternen återfylls. I fallet med en cistern mäts ljudtrycksnivån när matningsventilen är helt öppen och tills matningsventilen har stängt (för ytterligare driftsförhållanden se B1. 2.1).

b) Driftscykel

L_{\max} :

Mätningen genomföres under en full spolnings/påfyllnings cykel.

NOT 1 Den maximala ljudtrycksnivån som genereras uteslutande från spolning kan bestämmas genom att fylla sju liter vatten från en hink direkt i WC skålen inom ca 3 s.

L_{eq} :

Tidsintegrationen ska motsvara en hel spolning / påfyllningscykel.

NOT 2 För en vattenklosett (WC) bör den ekvivalenta ljudtrycksnivån kompletteras med den maximala A -vägda ljudtrycksnivån uppmätt enligt B1. 2.6 .

För stomburet ljud från som uppstår vid normal användning av WC kan den metod som beskrivs i Nordtest Teknisk rapport 203 [4] tillämpas (med vår översättning från engelska): I avsnitt 7.5.3.4 i Nordtestrapporten förslås en mätmetod enligt följande: *Ett speciellt mätrör konstrueras med 750 mm längd och 36,8 mm innerdiameter, ett rör med 40 mm ytterdiameter och tryckklass PN6 borde vara lämpligt. Den ena ändan av röret försluts med en konisk gummipropp med största diameter 40 mm och minsta 34-35 mm. Proppens längd bör vara 35 mm. I mitten på proppen borrar ett hål med diametern 5 mm. Röret monteras sedan med underkanten av proppen 1,0 m över vattenspegeln i toaletten och fylls sedan med vatten. Röret ska ta 20 s att tömma, och tiden kan justeras genom att trycka in alternativt dra ut proppen lite grann. Ljudtrycksnivån mäts i mottagarrummet under de 20 s det tar för röret att bli tomt. Det slutliga resultatet beräknas som ett energimedelvärde av tre på varandra följande rörtömningar.*

B1. 3 Mekanisk ventilation

a) Driftsförhållanden

L_{max} och L_{eq} :

Den del av ett ventilationssystem som placeras i en bostad består normalt av ventiler för komfortventilation i vardagsrum och toaletter samt spiskåpor i kök. Generellt ska manuella system ställas in på läget med den högsta ljudtrycksnivån, normalt den maximala hastigheten och/eller det helt öppna läget för ventilen. Innan mätningarna ska det kontrolleras att systemet är injusterats till korrekt luftflöde.

NOT 1 I byggföreskrifter kan det anges att manuella ventilationssystem bör mätas på en lägre inställning än maximum för mätning i bostaden som systemet tillhör .

NOT 2 Köksfläktar som är anslutna till ett ventilationssystem som är gemensam för hela byggnaden kan generera ett avsevärd ljud när ventilen är helt stängd . En mätning med huvan i detta driftläge kan vara lämpligt.

b) Driftscykel

L_{max} :

Kontinuerlig drift . Mättiden är ca 30 s.

L_{eq} :

Integrationstiden är ca 30 s.

B1. 4 Värme och kylsystem

a) Driftsförhållanden

L_{max} och L_{eq} :

För enskilda värmesystem ska mätningen utföras under samtidig drift av brännaren under full belastning, cirkulationspump, fläkt och bränsleframatning (max normalt vattenflöde, max normalt luftflöde). Kylsystem ska vara inställt på läget med den högsta ljudtrycksnivå.

b) Driftscykel

 L_{\max} :

För värmesystem, starta från kalla förhållanden. Manövrera vid full belastning. Öppna och stäng långsamt varje apparat (kranar för värmeelement, regulatorer för luftdon) och stanna. För kylsystem ska mättiden vara ca 30 s.

 L_{eq} :

Integrationstiden är ca 30 s .

OBS För värmesystem bör den ekvivalenta ljudtrycksnivån kompletteras med den maximala A -vägda ljudtrycksnivå för varje apparat (kranar för värmeelement i drift; regulatorer för don) enligt B1.4.

 L_{\max} och L_{eq} :

För mätning av ljudtrycksnivåer från radiatorer vattenflödet ska stabiliseras på termostaten läge för den högsta möjliga rumstemperatur. Efter att söka efter termostaten positionen som orsakar maximal konstant bullernivå.

B1. 5 Hiss

a) Driftsförhållanden

 L_{\max} och L_{eq} :

Hissen ska belastas med 1 eller 2 personer. Lasten och antalet personer i hissen under mätningen ska redovisas.

b) Driftscykel

 L_{\max} och L_{eq} :

Starta hissen från lägsta möjliga våningsplan. Stanna vid varje mellanvåningsplan. Öppna och stäng hissdörren (utan tvång om den öppnas manuellt). När hissen har kommit fram till den högsta våningen, kalla tillbaka den direkt till den lägsta möjliga nivån och öppna och stäng sedan dörren.

OBS För mätningar på hissar ska helst den ekvivalenta ljudtrycksnivån åtföljas åtminstone av maximal A - vägd ljudtrycksnivå.

B1. 6 Sopnedkast

a) Driftsförhållanden

Sopnedkastet ska vara fritt från avfall.

b) Driftscykel

 L_{\max} :

Från högsta våningen sänds två objekt samtidigt. Föremålen ska bestå av ett rör med öppna ändar och en längd på 0,1 meter tillverkade av mjukgjord polyvinylklorid eller ett material med liknande egenskaper. Den nominella yttre diameter ska vara 50 mm, och godsets tjocklek 3 mm. Vikten per meter längd ska vara 0,7 kg/m. Ljud från sopnedkast ska enbart bestämmas som den maximala ljudtrycksnivån .

Provning med vanliga hushållssopor kan vara användbart i tillsynsändamål men ger osäkrare värden på grund av lägre reproducerbarhet.

B1. 7 Pannor, fläktar , pumpar och annan extra serviceutrustning

a) Driftsförhållanden

Kontinuerlig drift under normala (belastade) förhållanden.

b) Driftscykel

L_{max} och L_{eq} :

För manuellt, elektriskt styrda apparater ska en cykel med start - drift - stop användas. För automatiskt styrd serviceutrustning ska en hel cykel användas (inklusive start/stopp om det är relevant). Integrationstiden för mätning av den ekvivalenta ljudtrycksnivån ska motsvara varaktigheten av arbetscykeln.

B1. 8 Motordriven garageport

a) Driftsförhållanden

L_{max} och L_{eq} :

Garageporten ska vara i normal drift.

b) Driftscykel

L_{max} :

Öppna och stäng porten.

L_{eq} :

Integrationstiden ska motsvara en hel cykel för att öppna och stänga dörren.

B1. 9 Tvättmaskiner

Följande kompletterar anvisningar för tvättmaskin

Vid provning av ljud från tvättmaskiner som centrifugerar kan man belasta maskinen med en böjd stålplåt som fästs mot tvättrummans insida längs cirka 25-35 procent av trummans omkrets. Belastningens vikt bör vara cirka 0,3 kg för mindre maskiner och 1,0 kg för lite större fastighetsmaskiner (för gemensam tvättstuga), dock högst vad maskinen kan arbeta med, utan att eventuella överlastskydd löser ut eller det finns risk för skador på grund av obalanskrafter. Provning med våta textilier te.x. som en hopknuten badhanduk (eller några i större maskiner) i trumman kan vara användbart i tillsynsändamål men ger osäkrare värden på grund av lägre reproducerbarhet.

B1. 10 Andra typer av installationer

a) Driftsförhållanden

För andra typer av installationer som inte nämns här ska driftförhållandena för normal användning väljas ut för mätningen.

b) Driftscykel

För andra typer av installationer som inte nämns här, ska en driftscykel för normal användning väljas för mätningen. Integrationstiden för mätning av den ekvivalenta ljudtrycksnivån ska motsvara varaktigheten av arbetscykeln.

B1. 11 Ljud från musikanläggningar och andra ljudkällor med fluktuerande (varierande) ljudnivå

Ljudnivåer från musik kan variera mycket beroende på programmaterial. Om möjligt kan man ordna så att ett referensprogram spelas upp i musikanläggningen. Genomförs mätningen utan att kunna styra musikanläggningen så ska mätning göras under sammanlagt minst 5 minuter per position, totalt 15 minuter enligt översiktsmetod (ISO 10052). Vid mätning enligt teknisk metod (ISO 16032) tas dubbla antalet mätperioder med 5 minuters mellanrum, det vill säga man fördelar mätperioderna över minst 60 minuter. Mätningen bör vara övervakad, så att inga bakgrundsljud påverkar mätvärdet.

Det kan vara säkrare att mäta i ett antal korta mätperioder (30 s vardera) under den aktuella mättiden i varje mikrofonposition enligt anvisningarna och ta bort de mätperioder som har störts av bakgrundsljud eller där musikanläggningen (störkällan) av någon anledning inte har fungerat som vanligt. Den långa mättiden behövs för att säkerställa att olika programmaterial används under mätningen. Mättillfälle väljs lämpligen då det erfarenhetsmässigt är högst ljudnivå, exempelvis klockan 24 under fredags- eller lördagskvällar för musikanläggningar.

Ljudnivåer från olika typer av verksamheter, t.ex. från närbelägna industrier, återvinningsstationer, godshantering, affärslokaler, gym och liknande kan hanteras på samma sätt som vid musikanläggningar, där mättiden utgår från uppgifter om driftstider m.m.

Att mäta under flera 30s mätperioder medger en beräkning av den statistiska standardavvikelsen, som indikerar hur stabilt energimedelvärdet av ljudnivån är.

Referenser

[1] SS-EN ISO 10052:2004, *Byggakustik – Fältmätningar av luft- och stegljudsisolering samt buller från installationer – Överslagsmetod (ISO 10052:2004)*

[2] SS-EN ISO 16032:2004, *Byggakustik – Mätning av buller från installationer i byggnader – Teknisk metod (ISO 16032:2004)*.

[3] *Bullerskydd i bostäder och lokaler*, ISBN 978-91-86045-40-1, Boverket november 2008. Tillgänglig på www.boverket.se

[4] Nordtest tec report 203. *Measurements of the acoustical properties of buildings – additional guidelines*. H. Olesen, Delta Akustik & Vibration, Århus 1992. ISSN 0283-7234. Tillgänglig på www.nordtest.info

Bilaga 3. Addering av nivåer

Enligt en rättelse till standarden, SS-EN ISO 10052:2004/A1:2010, ska man beräkna ett logaritmiskt medelvärde (energimedelvärde) av en ljudnivå som mätts upp i en hörnposition och två ljudnivåer som mätts upp i rummet. Hur denna beräkning ska genomföras visas här på tre sätt för att underlätta tillämpningen. Att formeln blir så komplicerad beror på att man först måste ”avlogaritmera” ljudnivåerna i decibel, sedan beräkna ett vanligt medelvärde av ljudtrycken (i kvadrat), och till sist beräkna logaritmen av detta medelvärde.

1. Formeln för beräkning av det logaritmiska medelvärdet enligt formel 14 i SS-EN ISO 10052:2004/A1:2010 är

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left(\frac{10^{\frac{L_{Aeq,1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Aeq,2}}{10}} + 10^{\frac{L_{Aeq,3}}{10}}}{N} \right)$$

där

$L_{Aeq,1}$ är den första ljudnivån, uppmätt i ett av hörnen, med en decimal

$L_{Aeq,2}$ är den första ljudnivån, uppmätt i rummet, med en decimal

$L_{Aeq,3}$ är den andra ljudnivån, uppmätt i rummet, med en decimal

N är antalet mätperioder

L_{Aeq} byts till L_{AFmax} om det är den A-vägda maximalnivån som ska bestämmas

L_{Aeq} byts till L_{eq} om det är ekvivalentnivåer i ett tredjedelsoktavband som har mätts upp, utan A-vägning. Upprepa beräkningen för alla tredjedelsoktavband 31,5-200 Hz

Har mätningen gjorts 2 gånger i hörn och 4 gånger i rumsposition, så summeras alla 6 bidragen och nämnaren ändras till 6. Motsvarande görs för 3 hörnmätningar och 6 rumsmätningar, då ändras nämnaren till 9 för att ge rätt medelvärde

Medelvärdena L_{Aeq} , L_{eq} och L_{AFmax} anges avrundade till närmaste heltal, i decibel, exempelvis ” $L_{Aeq} = 28$ dB” Avrundningen görs sist, efter att energimedelvärdet har beräknats.

2. Om Excel eller motsvarande används kan formeln ovan skrivas såhär:

- $L = \text{Avrunda}(10 * \text{LOG}((10^{(A1/10)} + 10^{(A2/10)} + 10^{(A3/10)})/3); 0)$
- där A1, A2 och A3 är de celler där tre uppmätta ljudnivåerna anges, avrundade till en decimal. Man skriver ”=Avrunda(Cell:1)”
- Vid 6 mätperioder respektive 9 mätperioder förlängs formeln till
- $L = \text{Avrunda}(10 * \text{LOG}((10^{(A1/10)} + 10^{(A2/10)} + 10^{(A3/10)} + 10^{(A4/10)} + 10^{(A5/10)} + 10^{(A6/10)})/6); 0)$
- $L = \text{Avrunda}(10 * \text{LOG}((10^{(A1/10)} + 10^{(A2/10)} + 10^{(A3/10)} + 10^{(A4/10)} + 10^{(A5/10)} + 10^{(A6/10)} + 10^{(A7/10)} + 10^{(A8/10)} + 10^{(A9/10)})/9); 0)$

3. Följande tabell och diagram visar hur det logaritmiska medelvärdet av tre mätningar kan skattas. Jämför först den högsta ljudnivån med den näst högsta, $L_{Aeq,1} - L_{Aeq,2}$ och jämför sedan den högsta med den tredje högsta, $L_{Aeq,1} - L_{Aeq,3}$. Gå in i tabellen eller på diagrammets axlar och ut till skärningspunkten. Diagrammets kurva visar hur många dB som ska dras av från den högsta nivån; ΔL_{Aeq} . Ligger avläsningspositionen mellan två kurvor kan ett värde interpoleras fram, eller med hjälp av tabellen nedan. Medelvärdet L_{Aeq} är lika med $L_{Aeq,1} - \Delta L_{Aeq}$.

I tabellen och diagrammet visas ett exempel: Ljudnivåerna 30, 25 och 23 dB har mätts upp. Skillnaden mellan den högsta och näst högsta blir 5 dB och för den tredje högsta 7

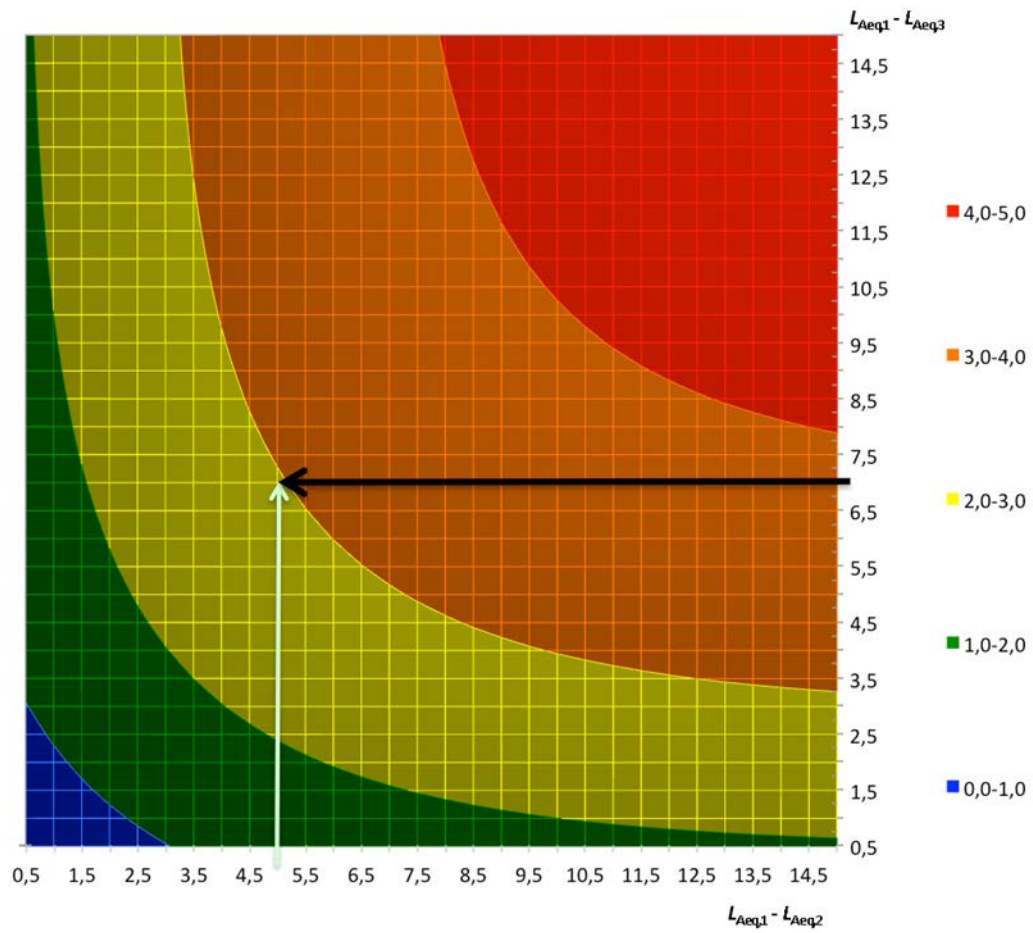
dB. I skärningspunkten får man ut korrektionen ΔL_{Aeq} 3,0 dB. Det logaritmiska medelvärdet blir då $30 - 3,0 \text{ dB} = 27 \text{ dB}$. Detta värde är 1 dB högre än om ett enkelt (aritmetiskt) medelvärde beräknats direkt av de tre dB-talen. Är skillnaderna större, t.ex. 11 och 9 dB, så blir medelvärdet $30 - 4,0 = 26 \text{ dB}$, vilket är 3 dB högre än det aritmetiska medelvärdet av de tre dB-talen. Den högsta nivån bestämmer till ganska stor del det logaritmiska medelvärdet, vilket bör stämma bättre med hur ljudnivån uppfattas subjektivt.

Diagrammet kan i princip användas även för 6 eller 9 mätperioder, även om det är omständligt. Börja då med de 3 lägsta ljudnivåerna och summerar dem till ett energimedelvärde. Därefter tas de 3 näst lägsta och upprepar beräkningen, därefter de 3 högsta och upprepar beräkningen. Slutligen väger man samman dessa 3 delberäknade ljudnivåer till ett slutligt mätresultat.

Tabell B3.1. Beräkning av det logaritmiska medeltalet av tre mätvärden, med korrektionsterm ΔL_{Aeq}

| 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 12 | 12,5 | 13 | 13,5 | 14 | 14,5 | 15 | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | |
| 1 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | |
| 1,5 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | |
| 2 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,6 |
| 2,5 | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | |
| 3 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | |
| 3,5 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | |
| 4 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | |
| 4,5 | 1,3 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | |
| 5 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | |
| 5,5 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | |
| 6 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | |
| 6,5 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | |
| 7 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | |
| 7,5 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | |
| 8 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | |
| 8,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | |
| 9 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | |
| 9,5 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | |
| 10 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | |
| 10,5 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | |
| 11 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | |
| 11,5 | 1,8 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | |
| 12 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | |
| 12,5 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | |
| 13 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | |
| 13,5 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,5 | |
| 14 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,5 | |
| 14,5 | 1,9 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | |
| 15 | 1,9 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | |

Diagram B3.2. Beräkning av det logaritmiska medeltalet av tre mätvärden, med korrektionsterm ΔL_{Aeq}



Bilaga 4 Korrektionsvärden för A-respektive C-vägning

Tabell 4.1 A- och C-vägningskorrektioner

| Frekvens (Hz) | A (dB) | C (dB) |
|---------------|--------|--------|
| 31,5 | -39,4 | -3,0 |
| 40 | -34,6 | -2,0 |
| 50 | -30,2 | -1,3 |
| 63 | -26,2 | -0,8 |
| 80 | -22,5 | -0,5 |
| 100 | -19,1 | -0,3 |
| 125 | -16,1 | -0,2 |
| 160 | -13,4 | -0,1 |
| 200 | -10,9 | 0,0 |
| 250 | -8,6 | 0,0 |
| 315 | -6,6 | 0,0 |
| 400 | -4,8 | 0,0 |
| 500 | -3,2 | 0,0 |
| 630 | -1,9 | 0,0 |
| 800 | -0,8 | 0,0 |
| 1000 | 0 | 0 |
| 1250 | 0,6 | 0,0 |
| 1600 | 1,0 | -0,1 |
| 2000 | 1,2 | -0,2 |
| 2500 | 1,3 | -0,3 |
| 3150 | 1,2 | -0,5 |
| 4000 | 1,0 | -0,8 |
| 5000 | 0,5 | -1,3 |
| 6300 | -2,0 | -2,0 |
| 8000 | -3,0 | -3,0 |
| 10000 | -4,4 | -4,4 |

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Rapport 2015:2015:02

ISBN 978-91-88001-28-3

ISSN 0284-5172