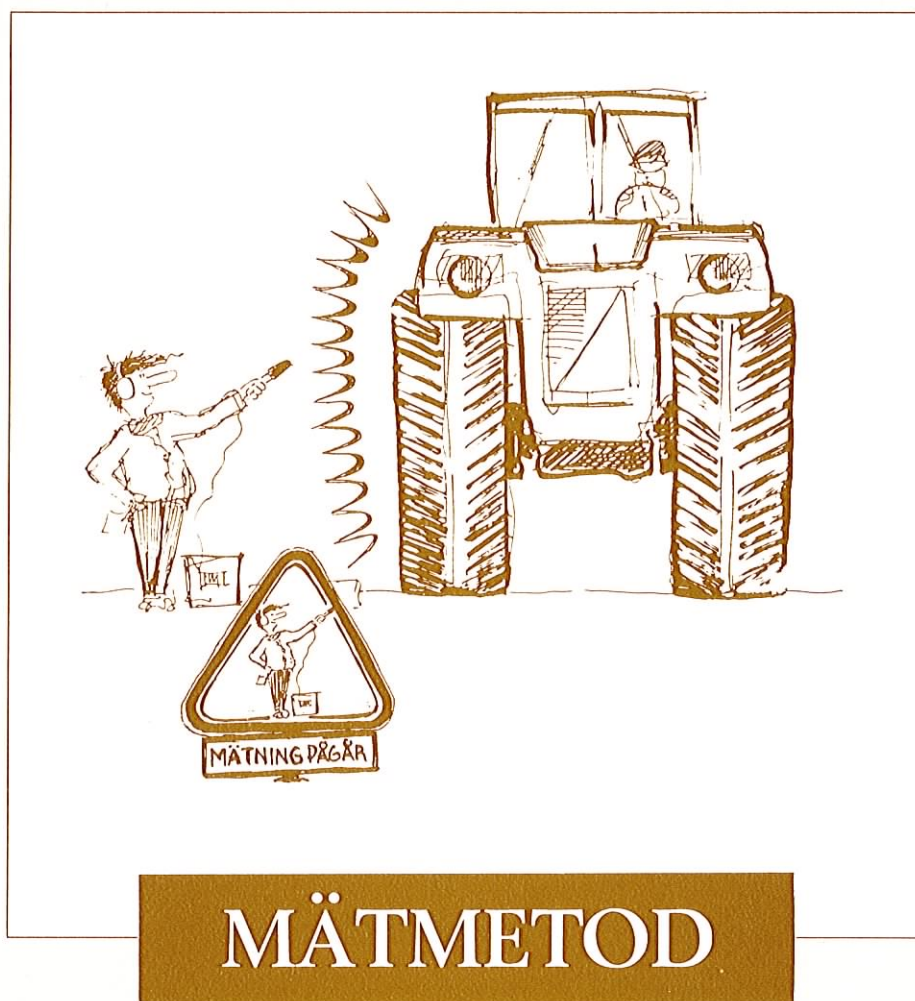


Buller från vägtrafik



MÄTMETOD

Buller från vägtrafik

MÄTMETOD

Beställningsadress:

Naturvårdverket
Informationsenheten
Box 1302
171 25 Solna
Tel: 08-799 10 00

ISBN 91-620-3298-4
ISSN 0282-7298
Upplaga: 1.000 ex
Tryckeri: Tryckindustri AB, Solna

Förord

Syftet med del 1 är att ge information för hur mätning av vägtrafikbuller såväl utomhus som inomhus bör genomföras. För mätningar utomhus är metoden tillämpbar vid mätningar i öppen terräng, nära en byggnad och tätt intill en byggnads fasadyta. Syftet med del 2 är att beskriva en förenklad mätmetod som kan tillämpas i några här definierade situationer.

I rapporten ges råd vid val av mätutrustning, mätplats och mättidpunkt liksom krav på meteorologiska förhållanden och trafikförhållanden.

Mätmetoden är en översättning och viss bearbetning av en genom NORDTEST framtagna mätmetod. NORDTEST är en gemensam organisation för de nordiska länderna med uppgift att understödja framtagandet av provningsmetoder inom det tekniska området. Mätmetoden för vägtrafikbuller fastställdes såsom en NORDTEST-metod år 1982 - publikation NT ACOU 039, som motsvaras av del 1 i denna rapport, och 1985 - NT ACOU 056 som motsvaras av del 2. NORDTESTS mätmetod bygger på tidsvägning S (Slow).

Rapporten vänder sig till tekniska handläggare inom kommuners miljö- och hälsoskyddsförvaltningar, länsstyrelsernas naturvårdsenheter, akustikkonsulter m fl.

Solna i mars 1987

Statens naturvårdsverk

Innehåll

	sid
DEL 1 MÄTMETOD FÖR VÄGTRAFIKBULLER	
1. Omfattning och tillämpning	6
2. Mätutrustning	8
Specifikationer	8
Instrument för ljudnivåmätning	9
Kalibrering	11
Instrumentkontroll	11
Meteorologiska instrument	11
3. Mikrofonplacering	12
Utomhusmätningar	12
Inomhusmätningar	15
4. Mätförfarande	17
Trafikförhållanden	17
Väg- och markförhållanden	17
Ljudnivå under dag, kväll och natt	17
Meteorologiska parametrar	19
Jämförande mätningar	21
Bakgrundsnivå	22
5. Resultat	23
Osäkerhet	23
Presentation av resultaten	24
6. Definitioner	26
A-vägd ljudtrycksnivå	26
Ekvivalent kontinuerlig ljudtrycksnivå	26
A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå	27
Maximal ljudnivå	27
Tidsperioder	27
7. Referenser	28
8. Böcker från naturvårdsverket	30

Appendix	sid
1 Mikrofonplacering framför en reflekterande yta, +3 dB-mätning	31
2 Mikrofonplacering mot en reflekterande yta +6 dB-mätning	36
3 Mikrofonplacering i akustiskt komplex miljö .	38
 DEL 2 FÖRENKLAD MÄTMETOD	
1. Omfattning och tillämpning	39
Typ A, enkel geometri	39
Typ B, ljudnivå i speciell mätpunkt	40
Typ C, jämförande mätningar	40
2. Mätutrustning	41
Specifikationer	41
Kalibrering och kontroll	41
3. Mikrofonplacering	42
Utomhusmätningar	42
Typ A1, frifältsmätning	42
Typ A2, +3dB-mätning	42
Typ B, ljudnivå i speciell mätpunkt	42
Typ C, jämförande mätningar	43
Inomhusmätningar	43
4. Mätförfarande	44
Trafikförhållanden	44
Väg- och markförhållanden	44
Beräkning av ekvivalent ljudnivå under dag, kväll, natt eller dygn	44
Meteorologiska parametrar	45
Typ C, jämförande mätningar	46
Bakgrundsnivå	46
5. Resultat	47
Osäkerhet	47
Presentation	47
6. Definitioner	48
7. Referenser	48
8. Mätprotokoll	49

Del 1 – Mätmetod för vägtrafikbuller

1. Omfattning och tillämpning

De råd avseende mätmetod för vägtrafikbuller som presenteras i denna rapport ger som huvudresultat ljudnivån utomhus och inomhus uttryckt som

- . A-vägd ekvivalent kontinuerlig ljudtrycksnivå
- . A-vägd maximal ljudtrycksnivå
- . Ljudtrycksnivån i oktavband

Mätningar av vägtrafikbuller bör normalt inte utföras om beräkningsmodell är tillämpbar. (Se SNV RR 1979:1, Beräkningsmodell för vägtrafikbuller).

Vid en bedömning av de uppmätta värdena skall dessa vara frifältsvärden eller till frifältsförhållanden korrigerade värden.

Mätmetoden är utformad så att tillfredsställande noggrannhet erhålles då trafik-, fordons- och meteorologiska förhållanden varierar. Genom anvisningar om val av mikrofonplacering säkerställs att byggnaders inverkan på mätresultaten, pga t ex reflektioner och diffraktioner, kan kontrolleras. På detta sätt kan mätresultaten reproduceras vid upprepade mätningar.

Mätningar är ofta dyra och tidskrävande att utföra beroende på bl a

- . variationer i ljudutbredningsförhållanden orsakade av förändringar i vind- och temperaturgradienter liksom förändringar i markdämpningen
- . variationer i ljudkällan på korta mätavstånd
- . variation av trafikflöde

Huvudsakligen beroende på dessa variationer måste därför mätningar ske under en längre tid och speciella betingelser måste vara uppfyllda. I mätmetoden specificeras relativt detaljerade krav på mikrofonplacering utomhus och inomhus så att oönskad inverkan av reflektioner, markdämpning och rumsegenskaper kan undvikas.

Mätning av trafikbullerimmission utomhus kan ske i fritt fält eller i närheten av ljudreflekterande fasader. Tre punkter för mikrofonplacering är speciellt intressanta eftersom de ger väl definierade och praktiskt användbara resultat.

Dessa tre mätpunkter är

a) Frifältsmätning (+0 dB-mätning)

Ljudtrycksnivån vid frifältsmätning är opåverkad av reflektioner från andra ljudreflekterande ytor än markytan. Frifältsvärdet kan användas för att uppskatta ljudnivån för större öppna områden såsom parker. Det kan även användas direkt vid jämförelse med beräknade värden och riktvärden för vägtrafikbuller.

b) +3 dB-mätning

Ljudtrycksnivån vid mätning nära fasad (ca 0,5 m), som pga reflektion är förhöjd med 3 dB i förhållande till frifältsvärdet, dvs där reflekterat ljud är ungefär lika kraftigt som direkt infallande ljud. Denna mätpunkt används även för att bestämma ljudnivån inomhus vid jämförande mätningar, se sid 21.

c) +6 dB-mätning

Ljudtrycksnivån vid mätning då mikrofonen har kontakt med fasadytan är förhöjd med 6 dB i förhållande till frifältsmätning. Denna mätpunkt kan användas för att bestämma fall b) (+3 dB-mätning) när denna endast med svårigheter kan mätas direkt, t ex då avståndet mellan väg och byggnad är mycket kort.

2. Mätutrustning

Specifikationer

En detaljerad specifikation av alla slags tillgängliga instrument för precisionsmätning av vägtrafikbuller ligger utanför ramen för denna publikation. Här skall dock ges kravspecifikationer för några vanliga instrument som också kan användas för bedömning av andra instrumenttypers lämplighet. Instrument som används vid mätning och analys skall alltid beskrivas i mät-rapporten. Beskrivningen skall innehålla uppgift om fabrikat och typ av instrument.

Om icke konventionella instrument används måste i mät-rapporten anges kalibreringsförfarande liksom viktiga funktionsprinciper angående signalbehandlingen.

Det aktuella frekvensområdet omfattar som minimum oktavbanden 125-4000 Hz. Det dynamiska området skall under hela mät- och analysförfarandet vara lägst 50 dB inom hela detta frekvensområde.*

Instrumenten skall ställas in så att det dynamiska området utnyttjas fullständigt. Det kan t ex bli nödvändigt att frekvensväga ljudsignalen med ett A-filter vid bandinspelning.

Mätinstrumenten skall användas på ett sådant sätt att överstyrning undviks. Automatisk utrustning som ej står under kontinuerlig bevakning måste förses med möjligheten att antingen

* Om det kan visas att variationerna i ljudnivån är mindre än 40 dB kan dock kravet på det dynamiska området reduceras. Det skall dock alltid vara 10 dB större än omfånget av variationerna i ljudnivån.

- registrera varaktighet och tidpunkt för eventuell överstyrning, så att resultatens tillförlitlighet därigenom kan uppskattas eller
- indikera att överstyrning skett så att berörd observationstidsperiod kan uteslutas.

Vid automatiserad mätning måste mätutrustningen kompletteras med en analog bandinspelning av ljudet, såvida inte detta erhålles automatiskt, vilket är fallet för vissa digitala och integrerande instrument. Detta är nödvändigt för att kunna kontrollera bakgrunds-nivån och när resultatens tillförlitlighet av någon anledning kan vara osäker.

Instrument för ljudnivåmätning

Ljudnivåmätare

Ljudnivåmätare eller alternativt mikrofon/förförstärkare/frekvensvägningsfilter måste uppfylla kraven i standarden IEC 651, type 1 (IEC 179 för äldre instrument) utgiven av International Electrotechnical Commission (IEC). Oktavbandsfilter skall uppfylla IEC 225.

Mätmikrofoner

Mikrofoner med diametern 13 mm eller mindre, t ex en 1/2" mikrofon, kan användas utan några inskränkningar beträffande ljudets infallsriktning. Vid användning av större mikrofoner måste dock tillverkarens anvisning beträffande riktningen av mikrofonaxeln i förhållande till ljudkällan följas, med tanke på att vägtrafikbuller utgör en mycket utsträckt ljudkälla, en sk linjekälla. Mikrofonen skall under mätningen vara försedd med vindsydd.

Vid placering av mikrofonen mot en reflekterande yta bör 1/2" mikrofon eller mindre användas vid oktavbands-mätningar, se appendix 2, sid 36.

Integrerande ljudnivåmätare, dosimeter

En integrerande ljudnivåmätare måste, förutom att uppfylla kravspecifikationen för en vanlig ljudnivåmätare, även kunna bestämma ekvivalentnivån med en noggrannhet av $\pm 0,5$ dB. Instrumentet skall vara försett med tidsvägning S (Slow) eller linjär integration under 1 s. Internationell standard för denna instrumenttyp är IEC 804.

Mätbandspelare

Bandspelarens frekvenskaraktäristik måste uppfylla kraven för ljudnivåmätare enligt IEC 651, typ 1. Dess dynamiska område skall vara större än 50 dB inom det frekvensområde som är av intresse. (Se tidigare fotnot, sid 8). Signalgivande utrustning (mikrofon och förförstärkare) skall vara försedd med direkt avläsbar skala för toppvärde. För instrument som står under kontinuerlig bevakning medger detta en tillräcklig kontroll av överstyrning. Övriga instrumentdata skall minst uppfylla kraven enligt IEC 581-4.

Ljudnivåanalysator

Detta instrument skall ha en upplösningsförmåga i steg om 2,5 dB eller mindre, dvs nivåklasserna skall vara mindre än eller lika med 2,5 dB.

Vid registrering av maximal momentannivå skall mät- och analysuppsättningen kunna ge ljudnivån motsvarande tidsvägningen S (Slow) eller 1 s.

Samplingintervallen (mätintervallen) för analog-digitalomvandling måste vara tillräckligt korta för att omvandlingsfelen skall bli mindre än 0,5 dB.

Kalibrering

Varje enskilt instrument skall kalibreras i överensstämmelse med av fabrikanten föreskrivna anvisningar. Hela mätkedjan som används för mätning och analys skall kalibreras vid åtminstone en frekvens före och efter varje mättillfälle med en akustik-kalibrator.

Instrumentkontroll

Mätinstrumentets överensstämmelse med IEC 651 respektive IEC 225 skall kontrolleras minst en gång per år

Den akustiska kalibratoren skall kontrolleras minst två gånger om året. Tillförlitliga testprogram för datahantering och datorutrustning skall användas för kontroll av utrustningen för inspelning och analys av ljudsignaler.

Meteorologiska instrument

Mätarna skall placeras på 2 eller 10 m höjd ovan mark, och på så sätt att de i möjligaste mån ger värden som är representativa för mätningen.

Vindriktningsmätare

Vindflöjel, vindstrut, vindfana e dyl för bestämning av vindriktning.

Vindhastighetsmätare

Stålkorsanemometer, propelleranemometer e dyl för bestämning av vindhastigheten.

Termometer

Termometern bör vara ventilerad och strålningsskyddad.

3. Mikrofonplacering

Utomhusmätningar

Valet av mikrofonplacering styrs till största delen av syftet med mätningen. I de fall då mätningar skall utföras för att bestämma ljudnivån före och efter förändringar i ljudemission eller ljudimmission ställs ofta inga särskilda krav på själva mikrofonplaceringen. Exempel på detta kan vara mätningar för att undersöka effekten av ändrade trafikförhållanden, vidtagna fasadåtgärder eller bullerreducerande åtgärder. Huvuduppgiften blir då i stället att försäkra sig om att mätplatsen är typisk för det aktuella området och att övriga variabler såsom meteorologiska parametrar, mätutrustning och mikrofonplacering förblir oförändrade.

Samtidiga mätningar i två eller flera punkter, när syftet är att erhålla ljudnivåskillnaden mellan dessa, brukar inte heller erbjuda några svårigheter vad gäller mikrofonplaceringen.

Då klagomål inkommit från boende bör minst en mätpunkt väljas vid typisk lägenhet. Detta är särskilt viktigt när det förekommer skärmning mellan källa och mottagarpunkt.

Det är vanligtvis närvaron av byggnader och deras lokalisering i förhållande till vägen som komplicerar valet av mätplats. Dessa problem diskuteras i detalj i appendix 1-3, sid 31-38.

Mikrofonhöjd

Mätningarna bör utföras på en eller flera av mikrofonhöjderna 2, 4 eller 6 m över markytan (se även sid 19-21). Vid kontrollmätningar väljs de höjder som specificerats i uppställda villkor.

Mätpunkter

Mätningar av vägtrafikbuller bör utföras som frifältsmätning, +3 dB-mätning eller +6 dB-mätning. Vid dessa mätningar är reflektionernas bidrag till mottagarpunkten kända varför största möjliga noggrannhet erhålls i mätresultaten.

a) *Frifältsmätning.* Väg och mätpunkt i flack, öppen terräng.

Resultat av frifältsmätningen utgörs av s k frifältsvärden där bidraget till mottagarpunkten utgörs av direktbidrag från ljudkällan och reflekterat bidrag från markytan.

Avståndet mellan mikrofon och annan reflekterande yta än mark måste minst vara dubbelt så stort som avståndet mellan mikrofon och den dominerande delen av bullerkällan. Undantag kan få göras för enstaka små reflekterande ytor och i de fall då reflektionerna är av ringa betydelse, dvs mindre än 0,5 dB. Beakta risk för fokuserings-, interferens- och diffraktionseffekter, vilket är speciellt viktigt vid oktavbandsmätning.

Resultat av frifältsmätningar kan användas vid direkt jämförelse med riktvärden och beräknade värden enligt beräkningsmodell utan korrektion för reflektionsbidrag. Erhållet frifältsvärde kan alltså användas för bedömning av markområdets användning vid upprättandet av planer

Om byggnader skall uppföras utefter en sida av vägen skall till den uppmätta ljudnivån adderas 3 dBA nära de oskärmade byggnadsytorna för att på detta sätt ta hänsyn till reflektioner från byggnaderna, se ref 13.

I de fall då vägen går genom bebyggelse orsakar byggnaderna reflektioner och diffraktion i ljudfältet även om själva mätplatsen ligger i ett stort och öppet område. Om en eller flera byggnader uppförs i detta område kommer ljudnivån vid fasaderna mot vägen även i detta fall att bli 3 dBA högre än värdena från mätplatsen i det öppna området. Lokal skärmning och reflektion som kan innebära att resultatet ej blir representativt för det aktuella området i sin helhet måste undvikas vid val av mikrofonplacering.

b) + 3dB-mätning. Ljudnivån nära byggnader.

Mikrofonen placeras ca 0,5 m från byggnadens fasad. Mikrofonen får inte placeras direkt framför ett fönster. Avståndet från mikrofon till närmaste hörn eller tak på byggnaden skall vara minst 2 m.

Fasadytans ojämnheter får ej överskrida $\pm 0,3$ m och mikrofonen skall placeras på sådant sätt att fokuserande effekter undviks. Fönstren skall vara stängda men en mindre öppning för exempelvis hållare för mikrofonen eller mikrofonkabel tillåts.

Dessa krav medför normalt att den uppmätta ljudnivån ligger inom 1,0 dBA av frifältsvärdet + 3 dB. Med frifältsvärdet menas här den ljudnivå som skulle finnas på samma mätplats men utan byggnad. Om högre noggrannhet i ljudnivån eller i oktavbandsnivån önskas hänvisas till appendix 1-3, sid 31-38. Rekommendationerna i dessa appendix skall också följas om ovan angivna mätvillkor ej kan uppfyllas.

För mätresultat erhållna enligt +3 dB-mätning subtraheras 3 dBA så att jämförelse kan göras med riktvärden för vägtrafikbuller.

c) +6 dB-mätning och akustiskt komplex miljö

Se appendix 2 och 3, sid 36-38.

Inomhusmätningar

Mätresultaten beror av rumsakustiska fenomen varför noggrannheten bestäms av var i rummet mikrofonen placeras. I detta avsnitt ställs därför krav på antal mikrofonplaceringar i rummet och deras inbördes placering.

A-vägda ljudtrycksnivåer, L_{Aeq} och L_{Amax}

Välj slumpmässigt minst 3 mikrofonplaceringar i rummet. Avståndet mellan dem måste vara större än 0,5 m mätt parallellt med vägg och golv. Alternativt kan en kontinuerligt rörlig mikrofon användas så att dess projektion på vägg och golv täcker åtminstone 20 % av respektive yta under mättidsperioden. I båda fallen måste avståndet mellan mikrofon och rumsytorna överstiga 0,5 m. Avståndet till byggelement med dominerande ljudtransmission, vanligtvis fönster eller ventilationsöppningar, skall överstiga 1,0 m.

Oktavbandsmätning

Välj slumpmässigt minst 6 mikrofonplaceringar i rummet. Alternativt kan användas en kontinuerligt rörlig mikrofon så att dess projektion på vägg och golv täcker åtminstone 40 % av respektive yta under mättidsperioden. I båda fallen måste avståndet mellan mikrofon och rumsytorna överstiga 0,5 m och avståndet till byggelement med dominerande ljudtransmission 1,0 m.

Medelvärdesbildning

Denna sammanvägning måste göras av mätningar av ljudtrycksnivån för både A-vägda nivåer (L_{Aeq} och L_{Amax}) och för oktavbandsnivåer såvida inte en rörlig mikrofon använts.

Den energiekvivalenta kontinuerliga ljudtrycksnivån (som i fortsättningen här benämns ekvivalentnivån) i rummet fås genom följande uttryck:

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{1}{N} (10^{0,1L_{eq1}} + 10^{0,1L_{eq2}} \dots + 10^{0,1L_{eqN}})$$

där

N = antal mikrofonplaceringar

$L_{eq1}, L_{eq2} \dots L_{eqN}$ = ekvivalentnivån i position 1,2 ...N

Den maximala ljudtrycksnivån, L_{Amax} , är rumsmedelvärdet av högsta A-vägda nivå eller oktavbandsnivå erhållna under mättidsperioden när antingen tidsvägningen S (Slow) eller linjär integration under 1 s använts.

Se även "Jämförande mätningar" sid 21.

4. Mätförfarande

Trafikförhållanden

Mättidsperioden skall omfatta passage av minst 500 fordon vid mätning av L_{Aeq} , L_{Amax} eller oktavbandsnivå. Antalet fordonspassager anges med antalet tunga fordon separat. Mättidsperioden skall anges.

Vägens hastighetsbegränsning skall anges och det rekommenderas att fordonens medelhastighet uppskattas t ex genom att mäta tiden för slumpmässigt utvalda fordon att passera en känd sträcka. Om fordon med dubbdäck förekommer skall också detta påpekas i mätprotokollet.

Väg- och markförhållanden

Vägen skall vara torr. Vägen och omgivande mark får inte vara snötäckta eller isiga. Marken får ej heller vara frusen eller vattenmättad.

Ljudnivå under dag, kväll och natt

Den maximala ljudtrycksnivån, L_{Amax} , är av särskilt intresse för bedömning av sömnstörningar. Oftast är dock erhållen maximalnivå under dagtid lika med samma värde nattetid. Mätningarna kan då utföras under dagtid. Om det däremot är känt eller misstänks att dessa värden kan vara signifikant skilda måste mätningarna ske nattetid.

Vid mätning av ekvivalentnivå under dag, kväll eller natt måste tidigare givet krav angående antalet fordon,

se sid 17, vara uppfyllt liksom de krav som här specificeras för minsta observationstidsperiod.

Mätningar dagtid

Med dagtid avses kl 06-18.

För att erhålla en uppskattning av ljudnivån under en speciell veckodag med en noggrannhet av ± 1 dB, måste mätningar ske under en observationstidsperiod av minst 5 timmar den dagen. (För definition av tidsperiod se sid 27.) Trafikdata som erhållits under mättidsperioden kan användas för att kontrollera om förhållandena är typiska för den platsen, t ex i jämförelse med ett årsmedelvärde.

Mätningar kvällstid och natttid

Erforderlig observationstidsperiod för kväll (kl 18-22) och natt (kl 22-06) är på motsvarande sätt hela periodens 4 timmar respektive 8 timmar. Vid denna tidsperiod erhålls ungefär samma noggrannhet, nämligen ± 1 dB. Mätningarna måste ibland fortsätta vid annat tillfälle så att 500 fordonspassager uppfylles.

Ekvivalentnivå för dygn

Ekvivalentnivån under 24 timmar fås ur ekvationen

$$L_{eq,24} = 10 \lg \frac{1}{24} (\Delta t_d 10^{0,1L_d} + \Delta t_k 10^{0,1L_k} + \Delta t_n 10^{0,1L_n})$$

där L_d , L_k , L_n är ekvivalentnivån för

dag	(tidsperiod	Δt_d	timmar)
kväll	("	Δt_k ")
natt	("	Δt_n ")

och så att $\Delta t_d + \Delta t_k + \Delta t_n = 24$ timmar

Alternativt kan $L_{eq,24}$ uppskattas genom uttrycket

$$L_{eq,24} = L_d - 2 \text{ dB}$$

med en noggrannhet av $\pm 0,5$ dB för de flesta vägar.

Förenklat mätförfarande

Såsom ett alternativ till dessa tidsödande mätningar kan följande förenklade mätförfarande tillämpas om de genomsnittliga trafikförhållandena under erforderlig tidsperiod är kända

- * välj en mättidsperiod som uppfyller givna krav, se sid 17 under rubrikerna "Trafikförhållanden" och "Väg- och markförhållanden". Registrera antalet passager av tunga och lätta fordon liksom fordonens medelhastighet
- * jämför de uppmätta trafikförhållandena med kända genomsnittliga trafikförhållanden, och om det är befogat
- * korrigerera den uppmätta ljudnivån genom att använda en beräkningsmetod (t ex Beräkningsmodell för vägtrafikbuller, SNV RR 1979:1).

Meteorologiska parametrar

De viktigaste meteorologiska parametrarna är vindriktning, vindhastighetens och temperaturens variation med höjden ovan mark. De meteorologiska parametrarna bör mätas på en representativ plats i öppen terräng mellan ljudkälla och mätpunkt.

Vindriktningen och vindhastigheten bör företrädesvis mätas på 10 m höjd ovan mark. Vindriktningen kan med

rimlig noggrannhet uppskattas på basis av en mätning på lägre höjd, t ex 2 m, om ej byggnader eller liknande finns i närheten av vindriktningsmätaren.

Inverkan av meteorologiska parametrar ökar med ökande avstånd mellan ljudkälla och mottagare.

Mätavstånd <30 m

Om avståndet mellan vägmitt och mätpunkt är <30 m är de meteorologiska parametrarnas inverkan på mätresultatet så ringa att det inte är nödvändigt att uppställa några krav på de meteorologiska förhållandena.

Mätavstånd 30-100 m

För avstånd mellan 30 och 100 m, när varje skärmnings-effekt är mindre än cirka 10 dB, måste vindriktningen vara sådan att det finns en vindkomponent i riktning från vägen till mätpunkten.

Vindhastigheten måste vara större än 2 m/s på 10 m höjd ovan mark. Detta förhållande är normalt uppfyllt när vindhastigheten är större än 1 m/s på 2 m höjd. Se även sid 22 angående vindbrus.

Mätavstånd >100 m

För avstånd överstigande 100 m gäller lika krav som för avståndet 30-100 m med tillägget att vindhastigheten ej får överstiga 5 m/s på 2 m höjd. Dessutom tillkommer kravet att himlen skall vara helt molntäckt under mätningarna. Mikrofonhöjden skall vara minst 4 m ovan mark. Resultatet skall anses gälla för denna höjd och lägre höjd. I fall där t ex lokala skärmningseffekter nära byggnader söks, kan det naturligtvis vara önskvärt att använda lägre mikrofonhöjder. Mätningarna skall

upprepas tidigast 2 veckor efter det första mättillfället. Det högsta av de två uppmätta nivåerna skall utgöra slutresultat.

Jämförande mätningar

Jämförande mätningar kan utföras då ljudnivån i en referenspunkt är känd och då ljudnivån i en intilliggande mätpunkt söks. Detta förfarande kan tillämpas för att söka såväl inomhus- som utomhusnivån.

Erforderlig mättid är densamma för mätningar inomhus och utomhus.

Ljudnivån inomhus

Om utomhusnivån är känd, kan inomhusnivån enkelt bestämmas genom användning av två mikrofoner under relativt kort mättid. Den ena mikrofonen skall då placeras utomhus på plats där ljudnivån är känd. Den andra mikrofonen skall placeras inomhus och omväxlande i de tre eller sex mikrofonplaceringar som specificerats tidigare. Se sid 15.

Mättidsperioden för vardera mikrofonuppställningarna måste omfatta minst 10 fordonspassager vid mätning av A-vägd ljudtrycksnivå och 20 fordonspassager vid oktavbandsmätningar.

Om en rörlig mikrofon används inomhus skall mättidsperioden omfatta minst 30 fordonspassager vid mätning av A-vägd ljudtrycksnivå och 60 fordonspassager vid oktavbandsmätningar. Inomhusnivån erhålls genom att den kända utomhusnivån minskas med tids- och rumsmedelvärdet av skillnaden mellan de erhållna ljudnivåerna utomhus och inomhus.

Ljudnivån utomhus

Om utomhusnivån i en mätpunkt söks och nivån i en annan närbelägen punkt är känd kan ett liknande mätförfarande vad beträffar antalet fordonspassager tillämpas. I så fall måste avståndet mellan de båda mätpunkterna understiga 30 m. Dessutom måste skillnaden i uppskattad skärmningseffekt för de båda punkterna vara mindre än 10 dB.

Bakgrundsnivå

Vid mätning av vägtrafikbuller kan bakgrundsnivån påverka mätresultatet. Mätningarna kan behöva avbrytas under korta tidsperioder för att undvika inverkan av högt bakgrundsljud såsom buller från flygplan, tåg och uttryckningsfordon. Den totala utvärderade mättidsperioden måste uppfylla de krav som tidigare ställts på trafikförhållanden och meteorologiska förhållanden.

Bakgrundsnivån, inklusive instrumentbrus, måste vara minst 10 dB lägre än den slutliga ekvivalentnivån som erhållits vid mätningarna. Om endast maximal ljudnivå söks, måste bakgrundsnivån under den tid som den maximala ljudnivån inträffar, understiga maximalnivån med 10 dB. Dessa krav måste vara uppfyllda både vid mätning av A-vägd ljudtrycksnivå och vid oktavbandsmätningar.

Vinden påverkar mikrofonen och alstrar ett vindbrus som kan omöjliggöra mätningar vid höga vindhastigheter. Vindbrus i mikrofonenheten skall därför kontrolleras för att säkerställa att detta bakgrundsljud inte påverkar mätresultaten. Detta är speciellt väsentligt vid vindhastigheter över 5 m/s vid mikrofonen.

5. Resultat

Osäkerhet

Varje mätresultat är behäftat med en viss osäkerhet. Det är viktigt att bedöma hur stor denna osäkerhet är. Till slutresultatets osäkerhet bidrar mätinstrumenten, variationer i ljudkällan (trafikförhållanden) och variationer i ljudutbredning.

Resultatens noggrannhet kommer till viss del att bero på mätinstrumenten. Det är dock inget större problem att genom föreskriven användning av tillgänglig precisionsutrustning hålla instrumentens noggrannhet inom $\pm 1,5$ dB även vid användning av relativt komplexa mätkedjor. Dock kan denna siffra lätt fördubblas vid bristande instrumentunderhåll och kalibrering samt felaktig användning.

Om kraven på mikrofonplacering följs kan normalt fel beroende på val av mätplats reduceras till mindre än ± 1 dB.

Vid inomhusmätningar kan rumsberoende effekter på 2-3 dB eller ibland mer uppträda och få accepteras, speciellt för de lägsta av de aktuella frekvenserna.

Osäkerheten i ekvivalentnivå beroende på förändringar i den kontinuerliga bullerkällan kan reduceras till ungefär $\pm 0,5$ dB genom de krav som är givna under "Trafikförhållanden", sid 17.

Inverkan av meteorologiska parametrar ökar med avståndet från källan. Uppskattningsvis reduceras inflytandet av de meteorologiska förhållandena i de

flesta fall till mindre än ± 3 dB på ett avstånd av 500 m genom de krav som är preciserade på sid 19-20. Detta gäller dock inte för fall med hög skärnings-effekt.

Detta betyder att med noggrann uppmärksamhet på potentiella felkällor är det möjligt att erhålla en uppskattning av ekvivalentnivån utomhus inom ± 3 dB av det korrekta värdet när mätpunkten befinner sig nära vägen. Med upprepade mätningar i samma mätpunkt och med samma mätutrustning, torde det vara möjligt att reducera skillnaden till ± 2 dB.

Presentation av resultaten

För att kunna bedöma ljudmätningars användbarhet bör lämpligen mätprotokollet, se del 2, fyllas i under mätningarnas utförande.

Mätrapporten skall innehålla följande information

- * Plankarta över mätplatsen med redovisning av vägar, mätpunkter, omgivande terräng, vegetation och bebyggelse.
- * Profilkarta utvisande mikrofonplaceringar i förhållande till väg, terräng, byggnader, reflekterande ytor etc.
- * Beskrivning eller ritning av mikrofonplaceringar inomhus, rumsdimensioner, material, möblering, fönster, ventilationsöppningar, fasadkonstruktion och andra faktorer som väsentligt kan påverka ljudnivån inomhus.

Ovanstående information kan till viss del ges i form av tydliga fotografier.

- * Mät- och analysinstrument.
Typ enligt IEC standard, fabrikat och modell.
Kort beskrivning av samplingmetod,
omvandlingsprocedur från analog till digital form,
databehandlingsprogram m m.
- * Kalibreringsmetod
- * Mät- och observationstidsperiod och datum.
- * Meteorologiska parametrar.
Vindhastighet och vindriktning.
Temperatur mätt på 2 eller 10 meters höjd ovan mark
mellan väg och mätpunkt.
- * Trafikförhållanden
Trafikflöde, antal tunga och lätta fordon under mät-
perioden.
Hastighetsbegränsning och om så är möjligt en upp-
skattning av fordonens medelhastighet baserad på
hastighetsberäkningar av ett slumpmässigt urval av
fordon.
Uppskattning av andelen fordon med dubbdäck.
Körmonster, dvs köbildning eller fritt flytande
trafik.
- * Vägförhållanden.
Vägbeläggning och dess kondition.
Lutning, antal körfält.
Trafikljus eller andra trafikreglerande åtgärder.
- * Bakgrundsnivå
Beskrivning av källan, tidsvariation, A-vägd
ljudtrycksnivå och spektrum (åtminstone vid
oktavbandsmätningar).
- * Mätresultat. Uppmätta ljudnivåer i L_{Aeq} , L_{Amax}
eller oktavband.
- * Vem som utfört mätningarna.

6. Definitioner

A-vägd ljudtrycksnivå

Ljudnivå (L_A) i dBA är en med frekvensfilter A-vägd ljudtrycksnivå. Ljudnivån har visat sig vara väl korrelerad till bullrets störande verkan, varför den kommit att användas i omgivningshygieniska sammanhang. Referensljudtryck är 20 μ Pa. Se vidare IEC-publication 651.

Ekvivalent kontinuerlig ljudtrycksnivå

Ljudtrycksnivån (L_{eq}) används för att karaktärisera en i tiden varierande ljudnivå och är en form av medelnivå som under en given tidsperiod innehåller en kontinuerlig mängd akustisk energi.

(Uttrycket ekvivalentnivå används ofta i denna publikation för att förenkla texten)

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \quad \text{dB}$$

L_{eq} = den ekvivalenta kontinuerliga ljudtrycksnivån
 $t_2 - t_1$ = en specificerad mätperiods längd med starttidpunkten t_1 och sluttidpunkten t_2
 $p(t)$ = momentana ljudtrycket som funktion av tiden
 p_0 = referensljudtrycket 20 μ Pa

A-vägd ekvivalent ljudtrycksnivå

Ljudnivån, L_{Aeq} , är ekvivalent kontinuerlig ljudtrycksnivå A-vägd med frekvensfilter.

Maximal ljudnivå

Den maximala ljudnivån (L_{Amax}) eller oktavbandsnivån mätt med tidsvägningen S (Slow) eller med linjär integration under 1 s. Referensljudtryck är 20 μ Pa. Ej definierad i ISO/DIS 1996/1.

Tidsperioder

Mättidsperiod avser den tid under vilken kvadraten på ljudtrycket integreras och medelvärdet bildas.

Observationstidsperiod avser den totala tid under vilken mätning av den A-vägda ekvivalenta ljudtrycksnivån (eller maximala ljudnivån) utföres antingen kontinuerligt eller diskontinuerligt genom en samplingteknik.

Liknande definitioner tillämpas vid mätning av oktavbandsnivåer. Exempel på användningen av sådana definitioner av tidsperioder ges i appendix A, ISO/DIS 1996/1.

7. Referenser

1. IEC-publikation 225. Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sounds and vibrations.
2. IEC-publikation 651. Sound level meters.
3. ISO 31/7. Quantities and units of acoustics.
4. ISO/R 131. Expression of the physical and subjective magnitudes of sound or noise.
5. ISO 1683. Acoustics - Preferred reference quantities for acoustic levels.
6. ISO 140/V. Acoustics - Measurements of sound insulation in buildings and of building elements. Part V: Field measurements of airborne sound insulation of facade elements and facades.
7. ISO/DIS 1996/1. Acoustics - Description and measurements of environmental noise - Part 1: Basic quantities and procedures.
8. IEC-publikation 581 - High fidelity audio equipment and systems; minimum performance requirements.
9. Beräkningsmodell för vägtrafikbuller, RR 1979, del I och II. Statens naturvårdsverk, Stockholm 1979.
10. Retningslinjer for vegtrafikkstøy - planlegging og behandling etter bygningsloven. Miljøvern-departementet, Oslo, 29 augusti 1979.
11. Lindblad S et al. Vägtrafikbuller. Rekommendationer för mikrofonplacering vid mätning av bullerimmission från vägtrafik, 1977, Lund. SNV pm 1063. Uppdragsgivare: Nordiska ministerrådet.
12. Storeheier S Å. Måling av støyimmissjon fra vegtrafikk. Akustisk laboratorium, NTH, STF44 A78025, 1978, Trondheim.
13. Thomasson S-I. Inverkan av reflexion från ändlig fasad. Univ. i Lund. TVBA-3002, 1979, Lund. Uppdragsgivare: Statens naturvårdsverk

14. Lindblad S. Reproducerbarhet vid mätning av trafikbuller inomhus. Univ. i Lund. U79-1 och U79-3, 1979, Lund. Uppdragsgivare: Statens naturvårdsverk.
15. Nordmark K och Ognedal T A. Målmeter för lydisolasjon i vinduer. Hovedoppgave 1978, Univ. i Trondheim.
16. Larsson, C, Israelsson, S. Beskrivning och krav på meteorologiska parametrar vid ljudnivåmätningar. Stockholm 1980, SNV pm 1388.
17. Israelsson, S. Ljudutbredning i de marknära skikten. Uppsala universitet, meteorologiska institutionen, 1979.
18. NORDTEST. Nordtest method NT ACOU 039. Road traffic: Noise, 1982.
19. NORDTEST. Nordtest method NT ACOU 056. Road traffic: Noise-Simplified Method, 1985.

8. Böcker från naturvårdsverket

En förteckning över verkets böcker som berör buller kan rekquireras från naturvårdsverkets informationsenhet, se nedan.

Ett urval av naturvårdsverkets böcker:

Råd och riktlinjer	Beställningsnr
Externt industribuller - allmänna råd	38-04488-9
Beräkningsmodell för vägtrafikbuller	
Del I: Beräkningsmodell	38-04657-1
Del II: Bakgrundsmaterial	38-04658-X
Buller från skjutbanor - allmänna råd	38-06515-0
Prövning enligt miljöskyddslagen	
- allmänna råd	38-07488-5
Tillsyn enligt miljöskyddslagen	
- allmänna råd	38-08132-6
Meddelanden	
Bullersanering - handledning	38-05390-X
Flygbuller	38-06918-0
Buller från motorsportbanor	
- beräkningsmodell	38-08223-3
Metod för immissionsmätning av externt industribuller	7590-211-7
Buller från finkalibriga vapen	
- beräkningsmodell	7590-213-3
Rapporter	
Buller från spårbunden trafik	
- beräkningsmodell	620-3059-0
Hörstyrka hos ljud från högspänningsledningar	620-3035-3
Högspänningsledningar	620-3147-3
Buller utomhus från villavärmepumpar	620-3104-X
Buller från terrängskotrar, förslag till mätmetod	7848-019-1
Vibrationsstörningar i bostäder	7848-025-6
Faktablad	
Vad är buller?	7590-646-5
Buller och sömn	620-9014-3

Böckerna kan rekquireras från Naturvårdsverket, Informationsenheten, Box 1302, 171 25 Solna, tel: 08-799 10 00

Appendix 1

Mikrofonplacering framför en reflekterande yta, +3 dB-mätning

Denna rekommendation omfattar mätningar i det område framför en reflekterande yta där reflekterat ljud är av samma storleksordning som direkt infallande ljud. I figur 1 visas mikrofonplacering framför en fasad eller annan reflekterande yta vid +3 dB-mätning. Avståndet från mikrofonen (M) till den reflekterande ytan är d , mätt längs en linje vinkelrät mot den reflekterande ytan. Avståndet mellan denna linje och närmaste kant på den reflekterande ytan är b (mätt horisontellt) och c (mätt vertikalt). För att undvika kanteffekter i det frekvensområde som specificerats i avsnitt 2, sid 8, skall följande villkor gälla:

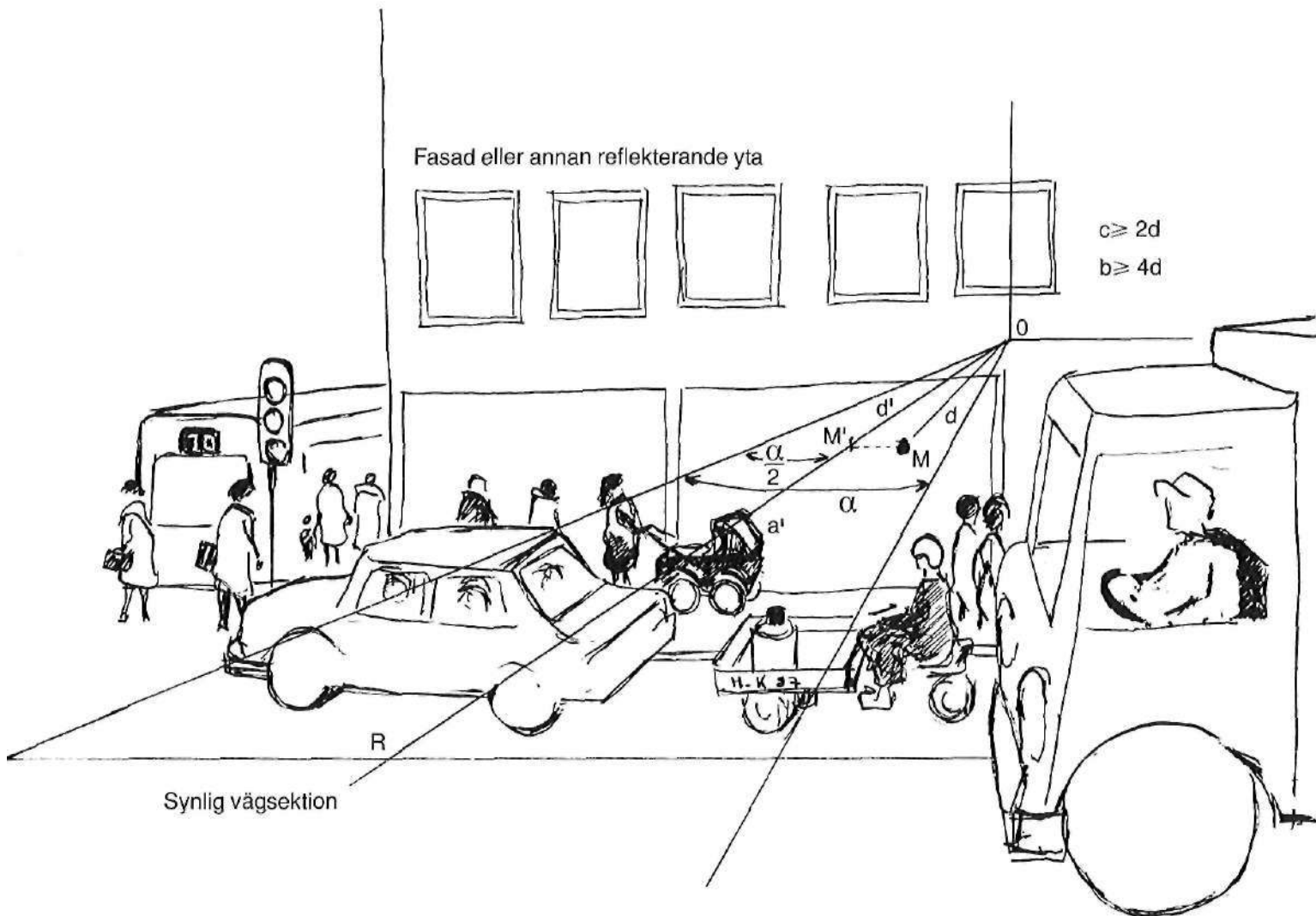
$$b \geq 4 d \quad \text{och} \quad c \geq 2 d \quad (1)$$

Om detta första villkor inte är uppfyllt, hänvisas till appendix 3.

Linjekälla

Detta avsnitt omfattar mätningar av ekvivalentnivå där vägen är synlig i en siktinkel större än 60° sett från punkten O, dvs $\alpha > 60^\circ$ i figur 1. Punkten O kan betraktas som representativ för mätplatsen när vinkeln α bestäms. Avstånden a' och d' mäts längs vinkelns bisektris, dvs den linje som delar vinkel α mitt itu. M' är den punkt på bisektrisen som befinner sig vinkelrätt mot M och på avståndet d' från den reflekterande ytan.

Appendix 1



Figur 1 Mikrofonplacering framför en reflekterande yta,
+3 dB-mätning

- MO = det vinkelräta avståndet från mät punkt till
reflekterande yta
RO = bisektris till vinkel α
a' = avståndet R-M'
d' = avståndet M'-O
M' är definierad på sid 31

Det andra villkoret för mikrofonplacering säkerställer att det reflekterade ljudet och direktljudet har ungefär samma ljudtrycksnivå, dvs summan är lika med den direkta ljudtrycksnivån adderad med 3 dB.

Det andra villkoret lyder:

$$d' \leq 0,1 a' \quad (2)**$$

Det tredje villkoret säkerställer att korrelationen mellan direkt och reflekterat ljud saknar betydelse (summan av direkt och reflekterat ljudtryck är lika med den direkta ljudtrycksnivån +3 dB, med ett fel som är mindre än cirka $\pm 0,5$ dB). För mätningar av A-vägda ljudtrycksnivåer skall gälla att

$$d' \geq 0,5 m \quad (3)**$$

eller vid oktavbandsmätningar

$$d' \geq 1,6 m \quad (4)**$$

** I trånga gatusektioner kan det vara svårt att uppfylla villkor 2 och 3, alternativt 4. Genom att minska mätningarnas noggrannhet till ± 1 dB kan dessa villkor skrivas om på följande sätt:

$$d' \leq 0,2 a' \quad (2a)$$

$$d' \geq 0,3 m \quad (3a)$$

$$d' \geq 1,1 m \quad (4a)$$

och på liknande sätt för villkoren 5 och 6 alternativt 7

$$d' \leq 0,1 a' \quad (5a)$$

$$d' \geq 0,5 m \quad (6a)$$

$$d' \geq 2,7 m \quad (7a)$$

Appendix 1

Punktkälla

Detta avsnitt omfattar mätningar av ekvivalentnivå då vägen är synlig i en siktinkel mindre än 60° sett från punkten O, och alla mätningar av maximalnivåer. Villkoren motsvarar de tidigare givna (noggrannhet cirka $\pm 0,5$ dB). Villkoret

$$d' \leq 0,05 a' \quad (5)**$$

säkerställer att den direkta och den reflekterade ljudtrycksnivån är ungefär lika.

För att interferens inte skall uppträda måste vid mätningar av A-vägda ljudtrycksnivåer dessutom gälla att

$$d' \geq 1,0 \text{ m} \quad (6)**$$

eller vid oktavbandsmätningar

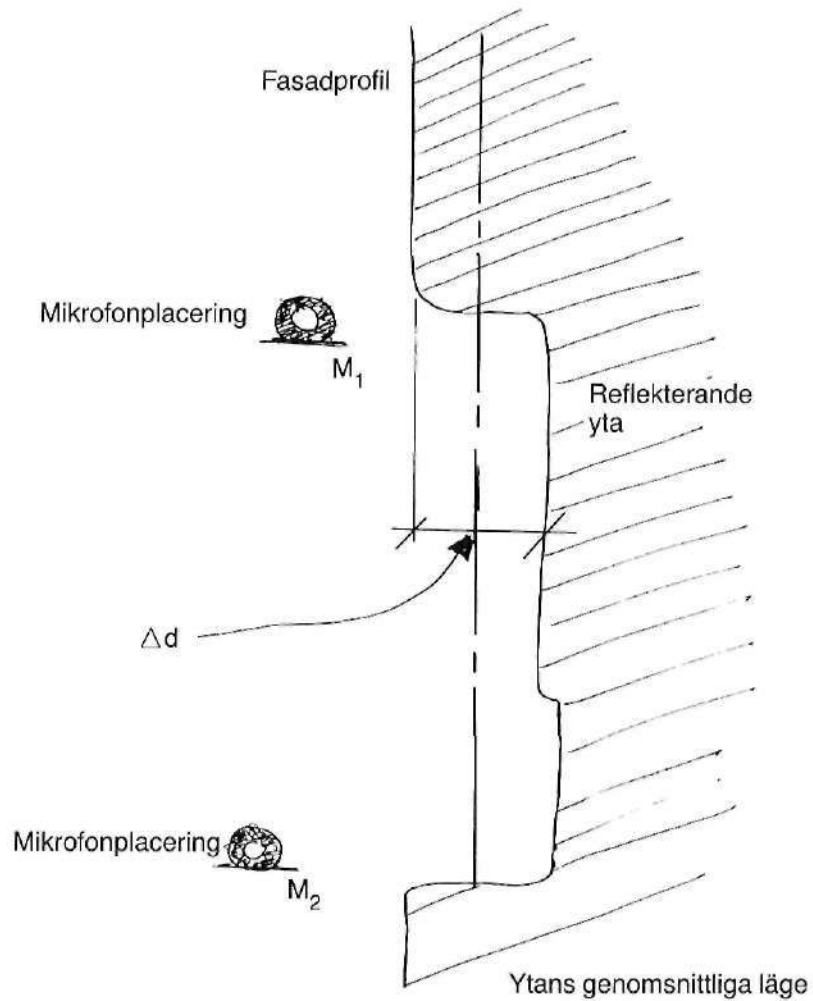
$$d' \geq 5,4 \text{ m} \quad (7)**$$

Ojämn reflekterande yta

När den reflekterande ytan är ojämn skall avstånden d och d' i figur 1 mätas till ytans genomsnittliga läge. Avståndet Δd får inte överstiga 1,0 m vid mätningar av A-vägd ljudtrycksnivå respektive 0,08 m vid oktavbandsmätningar. Mikrofonen skall helst placeras mitt för en punkt där ytan skär genom linjen för det genomsnittliga läget, se figur 2.

Hänsyn måste tas vid val av mikrofonplacering så att placering framför fönster undviks liksom placeringar där flerfaldiga reflektioner, fokusering eller resonans kan uppstå. Detta är särskilt viktigt då oktavbandsvärden söks för en punktkälla.

Mätresultat erhållna enligt +3 dB-mätning skall reduceras med 3 dB om jämförelse skall kunna göras med frifältsvärden.



Figur 2 Mikrofonplacering framför ojämn reflekterande yta

Appendix 2

Mikrofonplacering mot en reflekterande yta, +6 dB-mätning

Denna mikrofonplacering kan användas för mätning av punkt- och linjekälla och för bestämning av ekvivalent-/maximal ljudtrycksnivå. Mikrofonplaceringen får endast användas då fasadytan är hård och jämnheten är $\pm 0,05$ m. Försiktighet måste iakttas så att reflektioner från utbuktningar i ytan undviks. Avståndet till ytans kanter (se figur 1) skall vara

$$b > 1,0 \text{ m och } c > 1,0 \text{ m} \quad (8)$$

Mikrofonen kan placeras som visas i figur 3 med mikrofonmembranet utmed väggen eller tillsammans med en stödplatta. Stödplattan bör inte vara mindre än $0,5 \times 0,7$ m. Avståndet från mikrofonen till plattans kanter och symmetriaxel skall överstiga $0,1$ m.

Stödplattan skall vara av hårt och styvt material för att undvika absorption och resonans inom det aktuella frekvensområdet. Stödplattan kan t ex vara en målad spånskiveplatta eller gipsskiva med en tjocklek av $19-25$ mm, alternativt en 5 mm tjock aluminiumplatta med minst 3 mm dämpningsmaterial på den yta som är vänd mot fasaden.

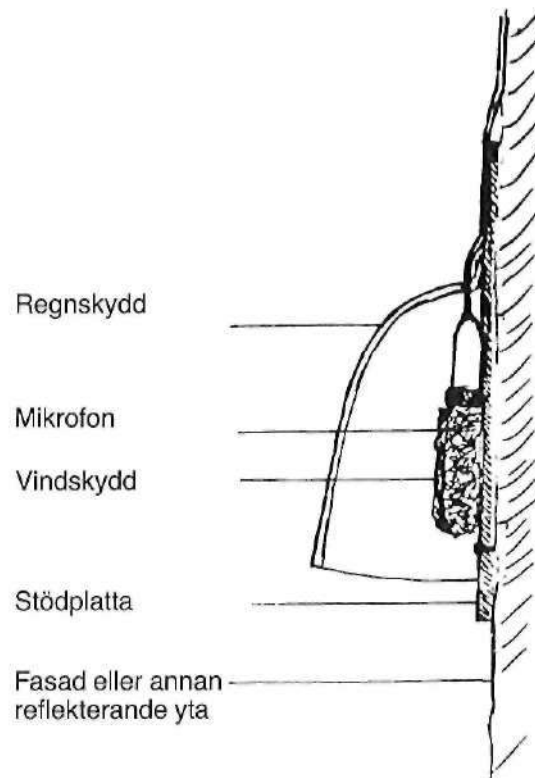
Mikrofonen kan användas utan stödplatta om väggen är av betong, sten eller liknande hårt material.

I så fall måste ytan ha en jämnhet av $\pm 0,01$ m i hela området inom 1 m radie från mikrofonen.***

*** Vid oktavbandsmätningar måste mikrofonen vara av dimensionen $1/2$ tum eller mindre.

Mikrofonen får inte placeras framför fönster.

Mätresultat erhållna enligt 6 dB-mätning skall reduceras med 6 dB om jämförelse skall kunna göras med frifältsvärden och 3 dB om inomhusnivån skall uppskattas.



Figur 3 Mikrofonplacering mot en reflekterande yta,
+6 dB-mätning

Appendix 3

Mikrofonplacering i akustiskt komplex miljö

Denna rekommendation omfattar mätningar nära små reflekterande ytor, i områden för flerfaldiga reflektioner, då diffraktionsfenomen uppträder etc.

Mikrofonplacering kan väljas enligt appendix 1 eller 2 om syftet med mätningarna är att bestämma ljudnivån i en speciell punkt på eller nära en given reflekterande yta (t ex framför ett speciellt sovrum eller en uteplats).

Restriktionerna givna i villkor (1) i appendix 1 kan ibland försummas såvida inte ljudnivån skall betecknas som representativ för ett större område eller en hel byggnad.

Om mätningar måste utföras i komplex omgivning för att erhålla en representativ ljudnivå för ett flertal platser eller byggnader måste inverkan av lokala reflektioner, skärmar eller kanter undvikas. Även om detta görs kan erhållet resultat vara osäkert. Det lättaste sättet att erhålla ett mer tillförlitligt värde är att upprepa mätningarna på flera platser inom det aktuella området. På detta sätt kan en indikation på resultatens säkerhet erhållas och möjliggöra att ett medelvärde för området erhålles. Detta medelvärde kan betraktas som +3 dB-mätning. (Se även sid 21)

Linjekällans längd

Vid uppskattning av α , d' och a' är det värt att lägga märke till att den effektiva längden hos "linjekällan" kan bli utökad genom reflektioner. Liknande förhållande uppträder när delar av vägen bidrar till ljudnivån utan att vara synliga från mikrofonen. Om osäkerhet råder angående källans effektiva längd används de villkor som specificerats för "punktkälla", appendix 1.

Del 2 – Förenklad mätmetod

1. Omfattning och tillämpning

Mätningar av vägtrafikbuller bör i första hand göras med utgångspunkt från värden som beräknats med hjälp av en beräkningsmetod, t ex "Beräkningsmodell för vägtrafikbuller" (SNV RR 1979:1). Om mätningar är nödvändiga att utföra bör de normalt utföras enligt del 1. I några mätsituationer är det dock möjligt att förenkla det ganska komplicerade mätförfarande som specificerats i ovan nämnd mätmetod.

Den förenklade mätmetoden skall endast användas vid mätning av den A-vägda ekvivalenta ljudtrycksnivån. Den skall inte tillämpas i andra situationer än dem som är givna här, eftersom mätnoggrannheten då minskar avsevärt.

Typ A, enkel geometri

Denna typ av mätningar omfattar de situationer då ljudnivån inte är särskilt beroende av vald mikrofonplacering. Den uppmätta ljudnivån skall vara representativ för ett större område eller en byggnad. Komplicerade faktorer såsom lokalt varierande skärmningseffekter eller reflektioner förekommer inte. Mätpunkterna kan vara av två typer, nämligen

typ A1 frifältsmätning

Inga reflekterande ytor förutom markytan.

typ A2 +3 dB-mätning

Mikrofonplacering nära en större relativt plan byggnadsyta.

Typ B, ljudnivå i speciell mätpunkt

Denna typ av mätningar omfattar mätning av ljudnivån i en väldefinierad mätpunkt i akustiskt komplex miljö. Uppmätt ljudnivå blir endast giltig för denna mätpunkt och kan förändras väsentligt om mikrofonen flyttas. (Exempel på denna typ av mätningar kan vara att ljudnivån söks utanför ett speciellt sovrumsfönster omgivet av andra byggnader. Erhållen ljudnivå utanför detta fönster är då inte samma som den utanför övriga fönster i byggnaden.)

Typ C, jämförande mätningar

Ljudnivån i en punkt har bestämts i en referenspunkt (I) genom användning av beräkningsmodell, genom mätning enligt del 1 eller enligt typ A ovan. Ljudnivån i en annan intilliggande mätpunkt (II) kan erhållas genom simultana mätningar under kort tid i punkt I och II med hjälp av skillnaden i mätvärde mellan punkterna. I en del fall är själva värdet på skillnaden intressant, t ex vid fasadmätningar.

2. Mätutrustning

Specifikationer

En integrerande ljudnivåmätare skall användas. Denna skall uppfylla kraven i standarden IEC 651, typ 1. Mikrofonen skall ha en största diameter på 14 mm. Vindskydd skall användas.

Kalibrering och kontroll

Mätutrustningen skall kalibreras vid åtminstone en frekvens före och efter varje mättillfälle. Kontroll av instrumentens överensstämmelse med IEC 651 skall utföras minst en gång om året.

Den akustiska kalibratoren skall kontrolleras minst två gånger om året. En person skall vara närvarande under hela mättillfället för att undvika inverkan av oönskat ljud och för att säkerställa att ingen överstyrning av instrumenten sker.

3. Mikrofonplacering

Utomhusmätningar

Mätningar skall normalt endast utföras då avståndet från vägmitt till mikrofonuppställningen understiger 30 m. (För större avstånd ges undantag i avsnitt "Meteorologiska parametrar" på sid 45).) Mikrofonhöjden skall normalt inte understiga 2 m ovan mark. Om så är möjligt väljes mikrofonhöjderna 2, 3, 4 eller 6 m.

Typ A1, frifältsmätning

Avståndet mellan mikrofon och annan reflekterande yta än mark måste minst vara dubbelt så stort som avståndet mellan mikrofon och den dominerande delen av bullerkällan. Undantag kan få göras för små reflekterande ytor och för de fall då det kan visas att reflektionerna är försumbara ($< 0,5$ dB). Detta innebär också att den som mäter inte får stå nära mikrofonen under mätningarnas utförande.

Typ A2, +3 dB-mätning

Mikrofonen skall placeras 0,5-2 m från byggnadens fasad. Mikrofonen får inte placeras direkt framför ett fönster. Avståndet från mikrofon till närmaste hörn eller tak på byggnaden skall vara minst 2 m. Fasadytan skall vara slät och ojämnheterna får ej överskrida $\pm 0,3$ m. Fönster nära mikrofonen måste hållas stängda för att undvika inverkan av oregelbundna reflektioner.

Typ B, ljudnivå i speciell mätpunkt

Mikrofonens placering i förhållande till alla reflekterande, skärmande eller ljudabsorberande element skall beskrivas i detalj.

Typ C, jämförande mätningar

Den nya mikrofonplaceringen (II) skall vara inom 30 m från referensmätpunkten (I). Skillnaden i skärnings-effekt mellan de båda punkterna skall understiga cirka 10 dB.

Inomhusmätningar

Inomhusnivåer bör endast mätas genom typ C-mätningar, benämnda "jämförande mätningar", sid 21. Referensmikrofonen (I) placeras utanför byggnaden i området för +3 dB-mätning. Mikrofonen som används inomhus (II) skall under mätningens utförande placeras i tre skilda mätpunkter, såvida inte en kontinuerligt rörlig mikrofon används. (Se vidare del 1.) Mikrofonplaceringarna inomhus väljes slumpmässigt. Avståndet mellan mikrofonplaceringarna mätt parallellt med väggar och golv måste vara större än 0,5 m. Avståndet mellan mikrofon och rumsytorna måste överstiga 0,5 m. Avståndet till byggelement med dominerande ljudtransmission, vanligtvis fönster eller ventilationsöppningar, skall överstiga 1,0 m.

Medelvärde för den A-vägda ekvivalentnivån i rummet fås genom följande uttryck:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \frac{1}{3} (10^{0,1L_{Aeq1}} + 10^{0,1L_{Aeq2}} + 10^{0,1L_{Aeq3}})$$

där

L_{Aeq1} , L_{Aeq2} och L_{Aeq3} är ekvivalentnivån i mikrofonplaceringarna 1, 2 och 3.

Med hjälp av detta medelvärde och värdet i en referenspunkt utomhus kan skillnaden mellan utom- och inomhusnivån erhållas.

4. Mätförfarande

Trafikförhållanden

Mättiden skall omfatta passage av lägst 500 fordon. För mätningar enligt typ C, benämnda "jämförande mätningar", sid 46, ges dock undantag. Antalet passager av lätta och tunga fordon liksom mättiden skall registreras. Vägens hastighetsbegränsning skall anges. Fordonens medelhastighet skall uppskattas för de fall då erhållen ljudnivå skall jämföras med beräknade värden eller då uppmätt ljudnivå måste korrigeras med hänsyn till trafikförhållandena. Fordonens medelhastighet kan uppskattas genom att mäta tiden då slumpmässigt utvalda fordon passerar en känd sträcka. Om fordon försedda med dubbdäck förekommer skall detta påpekas i mätrapporten.

Väg- och markförhållanden

Vägen skall vara torr. Vägen och omgivande mark får inte vara snötäckta eller isiga. Marken får ej heller vara frusen eller vattenmättad.

Beräkning av ekvivalent ljudnivå under dag, kväll, natt eller dygn

Om de genomsnittliga trafikförhållandena vid mätfallet är kända, behövs som regel inte mätningar utföras under hela den tidsperiod för vilken värden på ljudnivån söks. Istället kan då följande förenklade mätförfarande tillämpas.

- * välj en mättidsperiod som uppfyller givna krav, se sid 44. Registrera antalet passager av tunga och lätta fordon liksom fordonens medelhastighet.
- * Jämför de uppmätta trafikförhållandena med kända genomsnittliga trafikförhållanden.
- * Korrigera den uppmätta ljudnivån för trafiksammansättning och -frekvens genom att använda en allmänt accepterad beräkningsmetod (t ex Beräkningsmodell för vägtrafikbuller).

Meteorologiska parametrar

Mätavstånd <30 m

Inga ytterligare specifikationer än de tidigare givna behövs när avståndet mellan vägmitt och mikrofon är mindre än 30 m. Vad beträffar vindbrus, se "Bakgrundsnivå, sid 46. Inverkan av meteorologiska parametrar blir betydelsefull först för större avstånd.

Mätavstånd 30-100 m

Mätningar kan utföras enligt denna förenklade mätmetod om följande villkor är uppfyllda.

- . Varje skärmningseffekt måste vara mindre än cirka 10 dB.
- . Vindriktningen måste vara sådan att det finns en vindkomponent i riktning från vägen till mottagaren.
- . Vindhastigheten skall vara större än 1 m/s på 2 m höjd ovan mark.

Typ C, jämförande mätningar

Mätperioden skall omfatta minst 30 fordonspassager. Vid inomhusmätningar skall mätperioden omfatta minst 10 fordonspassager för var och en av de 3 valda mikrofonplaceringarna.

Bakgrundsnivå

Mätningarna kan behöva avbrytas under korta tidsperioder för att undvika inverkan av högt bakgrundsljud såsom buller från flygplan, tåg eller utryckningsfordon. Den totala utvärderade mättidsperioden måste uppfylla de krav som uppställts ovan.

Bakgrundsnivån, inklusive instrumentbrus, måste minst vara 10 dB lägre än den slutliga ekvivalentnivå som erhålles vid mätningarna. Vindbrus i mikrofonenheten skall kontrolleras för att säkerställa att detta bakgrundsljud inte påverkar mätresultaten. Detta är speciellt väsentligt vid vindhastigheter över 5 m/s.

5. Resultat

Osäkerhet

Instrumentfelet kan hållas inom $\pm 1,5$ dB om mätinstrumenten används på föreskrivet sätt. Osäkerheten i ekvivalentnivå beroende på förändringar i den kontinuerliga bullerkällan kan reduceras till cirka ± 1 dB genom de krav som är givna, se sid 44. (I del 1 motsvarar värdet $\pm 0,5$ dB mätfelets standardavvikelse.) För mätningar enligt typ A1 och typ A2 är det möjligt att hålla mätfelen inom ± 3 dB. Inverkan av reflekterande ytor är då beaktade i detta värde. För mätningar enligt typ B erhålls troligen inte någon ökad osäkerhet beroende på val av mikrofonplacering vilket gör att mätfelet kan antas vara något mindre än ± 3 dB.

För inomhusmätningar kan därutöver rumsberoende effekter av storleksordningen ± 2 dB oftast förväntas. I övriga fall överskrids normalt inte de givna värdena på mätfelen. Mätningarnas noggrannhet kan dock minska väsentligt vid bristande instrumentunderhåll och kalibrering liksom felaktig användning.

Om mätavståndet överstiger 30 m måste hänsyn tas till meteorologiska parametrar.

Presentation

Mätresultat och mätförfarande bör dokumenteras på blankett, se mätprotokoll. Detta protokoll tjänar även som en checklista och bör fyllas i under mätningarnas utförande.

6. Definitioner

Se del 1

7. Referenser

1. Beräkningsmodell för vägtrafikbuller Del I och II, Statens naturvårdsverk, RR 1979:1,2.
2. Road traffic: Noise-Simplified Method. NORDTEST method NT ACOU 056 Stockholm 1985.
3. IEC-publication 651. Sound level meters.
4. ISO/DIS 1996/1.
Acoustics - Description and Measurements of Environmental Noise - Part 1: Basic Quantities and Procedures.

8. Mätprotokoll

MÄTPROTOKOLL. METOD FÖR MÄTNING AV VÄGTRAFIKBULLER ENLIGT NORDTEST NT ACOU 039/056							
mätplats, kartref				datum - - namn			
mätinstrument				mikrofoner			
Planbild. Här anges avstånd från mikrofon till väg och reflekterande ytor. Beskrivning av markyta, vegetation och byggnader. Vindriktning.				Profil. Mikrofonhöjd, vägbankens höjd, skärmhöjd etc			
skyltad hastighet		vägens stigning		vägbeläggning		vägbanans beskaffenhet, förekomst av dubbdäck	
anm							
mättidsperiod							
mikrofonplacering hänv. till bild							
antal fordon lätta/tunga							
medelhastighet km/h							
1:a obs	vind...m/s, ...m över m.y.						
	temp....C, ...m över m.y.						
	molnighet ¹						
2:a obs	vind...m/s, ...m över m.y.						
	temp....C, ...m över m.y.						
	molnighet ¹						
bakgrundsnivå L _{Aeq} dBA							
uppmätt nivå L _{Aeq} dBA							

1) molnighet anges i åttondelar. Ex: halva himlen täckt av moln anges med siffran 4.

Fyll bara i en sida. Bifoga om möjligt ett ex av rapporten!

REGISTRERINGSUPPGIFT

RAPPORT

Organisation
SNV

Institution eller avdelning
Trafikenheten

Adress
Statens naturvårdsverk
Box 1302
171 25 SOLNA

Telefon (även riktnr)
08-799 10 00

SNV projektbeteckning	Ärendebeteckn (diar.nr)	INTERNT SNV Skall publiceras som:
Utgivningsår/mån 1987-03	Kontraktsnr (anslagsgivares)	
Rapportförfattare (efternamn, tilltalsnamn)		
		Allmänna råd
		SNV Informerar
		SNV Rapport X

Rapportens titel och undertitel (originalspråk samt ev översättning till svenska och/eller engelska)

Buller från vägtrafik - Mätmetod

Sammanfattning av rapport (fakta med huvudvikt på resultatet)

Syftet med rapporten är att ge information om hur mätning av vägtrafikbuller såväl utomhus som inomhus bör genomföras. I rapporten ges råd vid val av mätutrustning, mätplats och mättidpunkt liksom krav på meteorologiska förhållanden och trafikförhållanden.

Mätmetoden är en översättning och viss bearbetning av en genom NORDTEST framtagna mätmetod.

Förslag till nyckelord samt ev anknytning till näringsgren och geografiskt område (t ex vattendrag, sjöar, län vid fältstudier m m)

Buller, vägtrafikbuller, mätning, mätmetod

Övriga bibliografiska uppgifter (t ex rapportserie, nr, år eller tidskrift, volym, år, sid) SNV Rapport 3298	ISSN 0282-7298
	ISBN 91-620-3298-4

Beställningsadress för rapporten (om annan än ovan) Naturvårdsverket Informationsenheten Box 1302, 171 25 SOLNA	Språk Svenska
	Antal sid inkl bil 49

Tidskriftens/Rapportseriens titel
SNV Rapport

Fylls i av naturvårdsverket	IRS	GEO	WAT
	LAK	CAS-nr	
	Nyckelord		
		Dokumenttyp	Rapportnummer

