

ORIENTERING FRA MILJØSTYRELSENS REFERENCELABORATORIUM FOR STØJMÅLINGER

Indregulering af musikanlæg

Orientering nr. 42

JEL/CB/OWN/ilk

30. juni 2010

- **Hvordan sikrer man, at naboen til etableringen ikke udsættes for støj over grænseværdien?**
- **Hvordan plomberer man et musikanlæg?**

Indhold

1. Indledning.....	2
2. Gældende vejledninger og dokumenter.....	2
3. Indregulering af musikanlæg.....	3
3.1 Baggrundsstøj.....	4
3.2 Efterklangstid.....	4
3.3 Toner og impulser.....	5
3.4 Valg af musik / støj til musikanlægget.....	5
3.5 Udvalgelse af den bolig, hvor overskridelsen af støjgrænsen er størst.....	6
3.6 Udvalgelse af referencepunktet.....	6
3.7 Måling af lydniveaudifferens mellem musiksted og bolig.....	6
3.8 Indstilling af maksimalt tilladeligt støjniveau på musikstedet.....	7
3.9 Flere musiklokaler.....	7
3.10 Øvrig støj fra spillestedet.....	8
3.11 Plombering af anlæg.....	8
3.12 1/3-oktavanalyser.....	9
3.13 Rapportering.....	9
4. Referencer.....	11

1. Indledning

Tilsynsmyndighederne kræver jævnligt, at musikanlæg i fx caféer, diskoteker og restauranter monteres med en eller anden form for ”limiter”, der sikrer, at støjen fra musikanlægget ikke kan forårsage overskridelser af støjgrænseværdierne hos naboerne til etablisementet.

I denne orientering beskrives, hvordan man på grundlag af målinger hos naboerne og i spillestedet kan finde det maksimale lydniveau i spillestedet, der ikke medfører overskridelser af grænseværdien hos naboen. I orienteringen er desuden angivet kravet til rapportering som ”Miljømåling - ekstern støj”.

Indreguleringen tilgodeser hovedsageligt støjbelastningen fra musikanlægget. Gæsternes støj (råben, trinlyd m.m.) indgår kun indirekte i den beskrevne procedure.

Opmærksomheden henledes på, at selvom denne procedure følges, er det ikke en garanti for, at der ikke efterfølgende kan forekomme overskridelser af grænseværdien ved brug af musikanlægget. Der er en vis erfaring for, at der kan forekomme ”snyd” ved at bryde plomberinger mv. Endvidere kan måleteknikerer ikke garantere, at fx en opstillet limiter i al fremtid og i alle situationer vil dæmpe støjniveauet tilstrækkeligt. Det er dog relativt let efterfølgende at kontrollere, om indreguleringen stadig er effektiv.

2. Gældende vejledninger og dokumenter

Miljøstyrelsens vejledning nr. 3/1982: ”Støj og lugt fra restauranter” [1]

I vejledningen beskrives problemstillingerne omkring støj fra restauranter, deriblandt støj fra musik og gæster på diskoteker. Der gives gode råd om, hvilke forhold man skal være opmærksom på ved etablering af en ny restauration, og der gives forslag til bygningsmæssige forbedringer af lydisolation af eksisterende bebyggelse. Det pointeres, at der skal træffes særlige forholdsregler, når der planlægges indretning af diskotek, og det frarådes at lægge et diskotek i beboelsesejendomme. Der gives forskrifter om målinger i naboboligens opholdsrum.

Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984: ”Ekstern støj fra virksomheder” [2]

Denne vejledning er en administrativ vejledning om ekstern støj generelt. Der angives også støjgrænser for ekstern støj, der via bygningskonstruktioner udbreder sig indendørs til boliger.

Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984: ”Måling af ekstern støj fra virksomheder” [3]

Denne vejledning er en måleteknisk vejledning for måling af ekstern støj. Der gives i kapitel 6 forskrifter for måling af bygningstransmitteret støj indendørs, fx i naboboliger. Forskrifterne for de indendørs støjmålinger er mere detaljerede end anvisningerne i Vejledning 3/1982.

Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997: ”Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø” [4]

I denne orientering foreslås støjgrænser for lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer. Der angives retningslinier for udførelse af målingerne, som alle skal foregå indendørs. Afsnit 3.4.1 om målepositioner er justeret i 2010. Der gives i vejledningen ikke genetillæg for tydeligt hørbare toner fra musik, og målingerne skal ikke korrigeres for efterklangtid.

Forskrifter

Flere kommuner har udsendt forskrifter, der regulerer restaurationsdriften, herunder støjforholdene. Eksempler på sådanne forskrifter kan findes på Københavns og Aalborgs Kommunes hjemmesider.

Generelt

Generelt gælder den senest udsendte vejledning for udførelse af en bestemt type målinger. For ekstern og intern støj er det Miljøstyrelsens vejledning 6/1984 [3], mens det for lavfrekvent støj og infralyd er Miljøstyrelsens vejledning 9/1997 [4] med justeringer.

Med hensyn til toner og impulser henvises der til spørgsmål 2009-15 på Referencelaboratoriets hjemmesides spørgsmål-svar-liste [7]. Der gives ikke tonetillæg til musik, men evt. impulstillæg.

3. Indregulering af musikanlæg

Det er ofte vanskeligt at opnå et tilstrækkeligt godt signal/støjforhold under målinger hos naboen, især pga. af trafikstøj og evt. støjende personer på offentlig grund. Den angivne metode giver derfor mulighed for at måle ved kraftigere lydtrykniveauer, end der normalt forekommer i etablisementet, og derved opnå et tilstrækkeligt højt lydtrykniveau hos naboen. Ved indreguleringen kompenseres for, at der er spillet ”for højt”.

Den overordnede procedure er:

- 1) Musikanlægget indstilles til en tilstrækkelig ydelse mht. signal/støjforholdet hos naboen.
- 2) Støjen på spillestedet (L_1) måles i et referencepunkt.
- 3) Støjen i/ved boligen (L_2) måles.
- 4) Lydniveaudifferencen mellem spillestedet og boligen beregnes som,

$$\Delta L = L_1 - L_2 \quad (1)$$

idet L_2 skal korrigeres for baggrundsstøj (se afsnit 3.1), andre støjkilder (fx åbne døre, afsnit 3.7) og - hvis målingerne foregår indendørs - ligeledes korrigeres for efterklangstid (se afsnit 3.2).

- 5) Det maksimalt tilladelige støjniveau beregnes som

$$L_1' = \text{grænseværdi} + \Delta L \quad (2)$$

og musikanlægget skrues ned til dette niveau. Evt. indlægges en margin for publikums støj, hvorefter anlægget plomberes.

- 6) Med 3 musiknumre måles støjniveauet ($L_{1,\text{middel}}$) på spillestedet, og det kontrolleres med formel (1), at støjniveauet i boligen overholder støjgrænsen.
- 7) Som en ekstra kontrol kan støjen, efter at indregulering af musikanlægget er foretaget, måles i/ved boligen, men dette vil sjældent være muligt pga. af et højt baggrundsstøjniveau.

3.1 Baggrundsstøj

Støjen målt hos naboen skal korrigeres for baggrundsstøj $L_{\text{baggr.}}$:

$$L_{2,\text{baggr. korr.}} = 10 \log(10^{(L_2/10)} - 10^{(L_{\text{baggr.}}/10)}) \quad (3)$$

3.2 Efterklangstid

Hvis støjen måles indendørs hos naboen, skal der korrigeres for efterklangstiden ($t_{\text{målt}}$) ved 500 Hz med følgende formel:

$$L_{2,\text{efterkl. korr.}} = L_{2,\text{baggr. korr.}} + 10 \log(t_{\text{ref}}/t_{\text{målt}}) \quad (4)$$

hvor t_{ref} for boliger er 0,5 sek. For kontorer og øvrige rum i virksomheder er t_{ref} henholdsvis 0,8 sek. og 1 sek., jf. [3].

Rummets efterklangstid kan evt. skønnes ud fra Tabel 1 (se evt. også Referencelaboratoriets Orientering nr. 3 [6]). Det tilrådes dog, at efterklangstiden måles, når der er tale om store, irregulære eller helt tomme rum, hvor efterklangstiden kan være længere end 1 sekund. Målinger af lavfrekvent støj skal ikke korrigeres for efterklangstid.

Boliger, møblering	$t_{500\text{Hz}}$	$10 \log (0,5/t_{\text{målt}})$
	[sek.]	[dB]
Kraftigt møbleret, mindre rum	0,3	+2,2
Almindeligt møbleret	0,5	0
Sparsomt møbleret	0,7	-1,5
Ikke møbleret	1	-3,0

Tabel 1

Skøn af efterklangstiden i boliger afhængigt af rummets møblering.

3.3 Toner og impulser

Der gives ikke genetillæg for toner fra musik.

Impulser fra musikken dæmpes normalt så meget i bygningskonstruktionen, at lyden, som når frem til boligen, ikke længere har en ”skarp” impulskarakt. Vurderingen heraf er dog subjektiv, da der p.t. ikke findes nogen godkendt metode til objektiv vurdering af impulsers hørbarhed. Hvis det vurderes, at der forekommer tydeligt hørbare impulser indendørs hos naboen, efter at anlægget er indreguleret, skal det maksimalt tilladelige støjniveau L_1 reduceres med 5 dB.

3.4 Valg af musik/støj til musikanlægget

Når niveaudifferencen mellem spillestedet og boligen skal måles, skal den anvendte musik indeholde dominerende tromme- og baslyd, fordi baggrundsstøjen ofte er væsentlig i den nedre del af frekvensområdet. Man kan med fordel benytte lyserød støj, som indeholder relativt meget lavfrekvent energi. Der er p.t. ingen retningslinier for valget af musikken (eller ”senderumsstøjen”) ved niveaudifferensmålingen. Der findes i sagens natur ikke et bestemt stykke musik eller en støjtype, som er bedst egnet, fordi lydisolationen frekvensmæssigt set er forskellig fra musiksted til musiksted og derfor bevirker, at musikken dæmpes forskelligt. Der kan i målesituationen eksperimenteres med forskellige musikstykker fra musikstedets musiksamling, idet der udvælges det musikstykke, der giver det største lydtrykniveau i/ved boligen. Man kan selv medbringe en CD med egnede musikstykker, eller man kan anvende lyserød støj, evt. spektralt formet i forhold til typisk forekommende musikspektre.

3.5 Udvalgelse af den bolig, hvor overskridelsen af støjgrænsen er størst

Det bør undersøges, om der har været klager over støjen, idet der også bør måles ved/i klagers bolig. Der kan med fordel udføres orienterende målinger for at finde den bolig eller det rum, hvor overskridelsen af støjgrænsen er størst.

Udvalgelsen af den bolig, hvor støjen skal måles, afhænger bl.a. af

- beliggenheden af det lokale i spillestedet, hvor støjniveauet er kraftigst
- bygningskonstruktionen
- lydets veje til nærmeste bolig (fx via bygningsdele eller åbne døre)
- støjgrænsen (intern støj/ekstern støj [2], lavfrekvent støj og infralyd [4] eller lokale/kommunale forskrifter eller påbud fra miljømyndigheden)

Grænserne for *intern støj* er nævnt i [2] og anvendes, når boliger ligger i - eller grænser op til - spillestedets ejendom, idet lyden da hovedsageligt transmitteres gennem bygningskonstruktionen. Der kan samtidigt forekomme udefrakommende støj fx fra spillestedets ventilationsanlæg eller åbne døre, og dette støjbidrag indgår også i den indendørs støj.

Grænserne for den *eksterne støj* kontrolleres i målepunkter ved boligens udendørs skel eller på facaden. Facademålinger benyttes ofte, når der er tale om gårdrum, som spillestedet og boligen vender ud til.

3.6 Udvalgelse af referencepunktet

Spillestedets stationære musikanlæg bør benyttes ved måling af nabostøjen. Støjen i lokalet måles i et nemt identificerbart punkt, fx midt på dansegulvet (referencepunktet). Punktet må ikke være placeret i rummets symmetriplaner.

3.7 Måling af lydniveaudifferens mellem musiksted og bolig

Lydniveaudifferensen mellem spillestedets mest støjfyldte lokale og boligens mest støjfølsomme opholdsrum måles. Musikstedets stationære musikanlæg bør benyttes, og støjen herfra måles i det nævnte referencepunkt (fx på dansegulvet). Anlægget indstilles til at spille så kraftigt, at støjbidraget i boligen overstiger baggrundsstøjen (helst mere end 10 dB over baggrundsstøjen). Eventuelle mixer pre-gain indstilles til maksimum, der indstilles til maksimal bas, og evt. Loudness funktion slås til.

Hvis det stationære musikanlæg ikke kan spille højt nok, kan lydniveaudifferensen alternativt måles med et medbragt lydanlæg, selv om flanketransmissionsforholdene kan være forskellige

for de to anlæg, afhængigt af det stationære anlægs aktuelle placering og monterings/ophængning.

Baggrundsstøj i og ved boligen er næsten altid et problem, hvorfor målingerne bør foregå på tidspunkter med lav baggrundsstøj.

Indendørsstøjmålinger (i boligen) udføres som beskrevet i [4].

Udendørsmålinger udføres som beskrevet i [3], fx som en ”+6 dB-måling” på boligens facade.

Støjen via en åben dør til musikstedet kan give et markant større bidrag i boligen, end når døren er lukket. I dette tilfælde skal niveaudifferencen også beregnes med åben dør. Hvis døren fx er åben i 10 % af tiden (og lukket i 90 % af tiden) beregnes støjniveauet i/ved boligen som

$$L_2 = 10 \log(0,1 * 10^{L_{2, \text{åben dør}/10}} + 0,9 * 10^{L_{2, \text{lukket dør}/10}}) \quad (5)$$

Lydniveaudifferencen beregnes som $\Delta L = L_1 - L_2$, hvor L_1 er lydniveauet i referencepunktet på spillestedet, og L_2 er lydniveauet i/ved boligen, korrigeret for åbne døre, baggrundsstøj og evt. også efterklangstid, hvis målingerne foretages indendørs.

3.8 Indstilling af maksimalt tilladeligt støjniveau på musikstedet

Anlægget indstilles til maksimalt at give L_1' i referencepunktet (fx på dansegulvet), jf. formel (2). Musikanlægget plomberes ved denne indstilling.

Med støjbegrænseren aktiv afspilles 3 musiknumre, mens der foretages en måling af det A-vægtede, energiækvivalente lydtrykniveau ($L_{1, \text{middel}}$) i referencepunktet. Det kontrolleres med formel (6), at støjen i/ved boligen efter indregulering ikke overskrider støjgrænsen, dvs.

$$L_{2, \text{middel}} = L_{1, \text{middel}} - \Delta L \leq \text{grænseværdi} \quad (6)$$

Alternativt kan der i stedet for 3 musikstykker benyttes ”musikformet” lyserød støj.

3.9 Flere musiklokaler

Hvis der er flere lokaler med hvert sit musikanlæg, skal proceduren udføres for hvert af anlæggene. Hvis anlæggene skal kunne benyttes samtidigt, skal indreguleringen udføres i forhold til summen af anlæggenes støjbidrag.

3.10 Øvrig støj fra spillestedet

Indreguleringen af anlægget skal tage hensyn til spillestedets øvrige støjkloder fx ventilationsanlæg. I den beskrevne procedure er det stiltiende antaget, at støjbidraget fra musikanlægget er den altdominerende støjkilde, og at det derfor er tilstrækkeligt kun at nedbringe støjen herfra til grænseværdien. Men spillesteder har ofte andre støjkloder (ventilationsanlæg, støj fra gæster, døre der åbnes m.m.). Det skal derfor vurderes, om disse støjkloder bidrager væsentligt til støjen hos naboen, og det kan i givet fald være nødvendigt at måle støjen herfra og ”give plads” til støjkloderne ved at regulere musikanlægget til under grænseværdien med en vis margin. Marginen afhænger bl.a. af, om støjniveauet indreguleres til fx 70 dB eller til 90 dB i etablerementet. Støjen fra gæster kan have stor betydning i førstnævnte tilfælde, og der bør her indlægges en passende margin. I sidstnævnte tilfælde er gæsternes bidrag til totalstøjen ofte lille, hvorfor det formodentlig ikke er nødvendigt at indlægge en margin.

Der skal gives et 5 dB-tillæg, hvis der er tydeligt hørbare toner fra etablerementets ventilationsanlæg eller lignende. Dette tonetillæg skal indgå i beregningen af L_1' , jf. bemærkningen i afsnit 3.3.

3.11 Plombering af anlæg

Når anlægget er indreguleret til at overholde støjgrænsen efter den beskrevne metode, skal det plomberes. Denne plombering kan foregå på mange måder, som helt afhænger af musikanlæggets udformning og bestykning.

Til selve plomberingen kan der benyttes ståltråd med plasticplomber, lakforsegling eller klæbende mærkater, der flosser let, når de fjernes.

Limiter/begrænser. Der kan indsættes en elektronisk boks, fx lige før udgangsforstærkeren, som sikrer, at signalniveauet herefter holdes under en bestemt grænse. Boksen fås i mange fabrikater og kvaliteter. Boksen kan ofte låses med et kodeord. Nogle bokse har en frontplade, som kan skrues på efter indreguleringen. Andre har et hul ind til et lille skrue-potentiometer, som indreguleres og derefter fx tildækkes med en mærkat eller en (aflåselig) dæklade.

Mekanisk stop på skydepotentiometer. Der kan pålimes eller skrues en ”stopklods”, som master-potentiometret ikke kan passere.

Et kabinet uden på anlægget. En primitiv, men håndværksmæssig omstændelig løsning, er at omkrænse anlægget med en kasse med passende huller til køleluft, som hindrer adgang til limiter eller masterkontrol.

Limiter med feedback mikrofon. Til denne type limiter hører en mikrofon, der måler lydtrykniveauet på et bestemt sted i spillestedet og på det grundlag regulerer lydstyrken.

Som eksempel forhandles der løsninger, hvor målefølsomheden for feedbackfunktionen er størst i det lavfrekvente område. Overskrides det tærskelniveau, som anlægget er indreguleret til, indikeres det fx ved en blinkende advarselsslampe. Hvis der ikke skrues ned for anlægget indenfor fx 45 sekunder, slukkes strømmen til anlægget. Fordelen med dette anlæg er, at det reagerer på al støjen i rummet – også de højlydte gæster. Anlægget er især velegnet i festlokaler, beboerrum, forsamlingshuse og ungdomsklubber.

3.12 1/3-oktavanalyser

Den beskrevne procedure kan også udføres på basis af 1/3-oktav spektre. Dette er en mere omstændelig fremgangsmåde, fordi analyserne skal udføres på stedet, men den har flere fordele, fx:

- a) Baggrundsstøj- og efterklangstidskorrektioner kan udføres mere præcist.
- b) Lydniveaudifferensspektret kan udnyttes til at dæmpe visse frekvenser mere end andre ved limiteringen.
- c) Den lavfrekvente støj $L_{pA,LF}$ (10-160 Hz) kan nemt beregnes/udlæses, hvilket er praktisk, når der stilles krav til $L_{pA,LF}$.

3.13 Rapportering

Kravet til udformning af rapporter af typen ”Miljømåling - ekstern støj” er angivet i Udredning fra Referencelaboratoriet RL20/1996 [5]. Der kan også hentes inspiration i [3].

Desuden bør rapporten indeholde oplysninger om:

1. Musikanlæggets bestykning.
2. Plomberingsmetode og evt. fabrikat og modeltype, hvis der anvendes en limiter/begrænser. Det anbefales at tage billeder af plomberingen, ledningsforbindelser m.m. og gengive dem i rapporten om indreguleringen. Derved er det lettere for tilsynsmyndigheden at kontrollere indreguleringen.
3. Højtaltarnes og referencepunktets beliggenhed i musiklokalet (fx angivet på skitse og på fotos).
4. Målepunkternes beliggenhed i/ved boligen (fx angivet på skitse og på fotos).
5. Det A-vægtede lydtrykniveau målt i referencepunktet i etablisementet efter plombering af musikanlægget.

6. Det A-vægtede lydtrykniveau i/ved boligen beregnet eller evt. målt efter plombering af musikanlægget, hvis det er muligt pga. baggrundsstøj. Maksimalniveauet $L_{pA,max}$ med tidsvægtning FAST angives for natperioden. Evt. angives det lavfrekvente støjniveau $L_{pA,LF}$.
7. Indstillingerne af musikanlæggets lydstyrkekontrol ved den udførte plombering.
8. Angivelse af de valgte musikstykker og dets varighed. Beskrivelse af evt. stationært støjsignal anvendt til måling af lydniveaudifferencen.
9. Evt. kurve over den målte lydniveaudifferens (ΔL) og spektrum for støjen i sende- og modtagerrum efter indregulering ($L_{1,middel}$ og $L_{2,middel}$).
10. Øvrige støjkloder, fx åbne døre.
11. Baggrundsstøj i/ved boligen.
12. Målt eller skønnet efterklangstid 1/1-oktavnådet ved 500 Hz.

4. Referencer

- [1] Miljøstyrelsens vejledning nr. 3/1982: *"Støj og lugt fra restaurationer"*, 1982.
- [2] Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984: *"Ekstern støj fra virksomheder"*, 1984.
- [3] Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984: *"Måling af ekstern støj fra virksomheder"*, 1984.
- [4] Miljøstyrelsens orientering nr. 9/1997: *"Lavfrekvent støj, infralyd og vibrationer i eksternt miljø"*, 1997.
- [5] Udredning fra Referencelaboratoriet RL20/96: *"Kvalitetskrav til "Miljømåling – ekstern støj" (senest opdateret 13. maj 2008).*
- [6] Orientering nr. 3 fra Referencelaboratoriet RL40/85: *"Indendørs måling af virksomhedsstøj"*.
- [7] Spørgsmål-svar-liste (FAQ) på www.referencelaboratoriet.dk. 2009-15: *Toner og impulser i støj fra restaurationer, diskoteker, spillesteder mv.*