

Susanne Janum

Emne: Svar: Opfølgende politikerspørgsmål fra Marcus Vesterager vedr. måling af støj - eDoc-sagsnummer: 2019-0241637

Vedhæftede filer: Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5 fra 1984.pdf; Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 fra 1984.pdf

Fra: TMFKP BA Rådhuspost

Sendt: 27. september 2019 15:17

Til: Marcus Vesterager (Borgerrepræsentationen)

Emne: Svar: Opfølgende politikerspørgsmål fra Marcus Vesterager vedr. måling af støj - eDoc-sagsnummer: 2019-0241637

Kære Marcus Vesterager

Tak for dine opfølgende spørgsmål den 19. september 2019.

I princippet betyder støjgrænserne og midlingsperiode, at man ikke overskrider støjgrænserne i fx fem minutter, hvis den midlede støj i en periode af en halv time om natten ikke medfører en samlet overskridelse af støjgrænserne.

Dog kan der også opstå spidser eller max. niveauer i en støjmåling, som fx om natten ikke må være mere end 15 dB højere end grænseværdierne. Disse spidser 'fylder' eller tæller dog ganske meget i den midlede måling, som derved hurtigt bliver meget høj og kan overskride grænseværdien.

Den måde, som forvaltningen måler støj på, er beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984. Jeg har til orientering medsendt vejledningen sammen med vejledning nr. 5/1984, som beskriver støjgrænserne. Miljøstyrelsens beskrivelse af målinger mv. er den almindelige praksis for måling og håndhævelse af støjgener i hele landet. Det er således en statslig fastlagt praksis, som også ligger til grund for sagsbehandlingen i de relevante klageinstanser.

Med venlig hilsen

Rikke Sønderris
Konstitueret vicedirektør
Byens Anvendelse

Fra: Marcus Vesterager (Borgerrepræsentationen)

Sendt: 19. september 2019 16:15

Til: TMFKP BA Rådhuspost

Emne: SV: Svar: Politikerspørgsmål fra Marcus Vesterager vedr. måling af støj. eDoc-sagsnummer: 2019-0241637

Mange tak for svaret.

Bare for at være helt sikker vil jeg gerne høre, om det det ikke principielt betyder, at kan overskride støjgrænserne i f.eks. fem minutter midt om natten, og så stadig ikke have "forbrudt" sig mod regulativerne, fordi den midlede måling ikke overskrider grænserne?

Jeg vil også gerne vide, om denne måde at måle på er noget, vi beslutter politisk her på rådhuset, eller om det kommer fra en anden instans?

Med venlig hilsen

Marcus Vesterager (Borgerrepræsentationen)

Medlem af Borgerrepræsentationen

Borgerrepræsentationen

Vejledning fra miljøstyrelsen

Ekstern støj fra virksomheder

- Vejledning nr. 5/1984
- November 1984

Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**
Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 32 66 01 00



Ekstern støj fra virksomheder

Trykt på genbrugspapir

Genoptryk 1998: 500 ekapl.

ISBN: 87-503-5287-4
ISSN 0108-6375

Stougaard Jensen / Scantryk A/S,
København
Fu 00-30

Pris kr. 70,- inkl. 25% moms

Forord

Miljøstyrelsen udsendte i 1974 vejledning nr. 3/1974: »Ekstern støj fra virksomheder«. Vejledningen har i de forløbne år fundet udstrakt anvendelse i forbindelse med behandling af sager vedrørende støjulemper. Værdifuldt erfaringsmateriale er indsamlet. Det er derfor fundet rimeligt at udbygge, justere og tydeliggøre vejledningen i lyset af de gjorte erfaringer. Resultatet af dette arbejde er nedfældet i 2. udgave af vejledning nr. 3/1974, »Ekstern støj fra virksomheder«. 2. udgave består af to vejledninger, nemlig en administrativ vejledning og en måleteknisk vejledning.

Den administrative vejledning er nærværende vejledning nr. 5/1984: »Ekstern støj fra virksomheder«.

Den måletekniske vejledning er vejledning nr. 6/1984: »Måling af ekstern støj fra virksomheder«. Denne er udarbejdet af miljøstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger, Lydteknisk Institut tilknyttet Akademiet for de tekniske Videnskaber (ATV).

De to vejledninger er udsendt med henblik på at vejlede kommunalbestyrelserne og amtsrådene vedrørende behandling af sager om ekstern støj fra virksomheder.

Det er tilstræbt, at de enkelte afsnit kan læses uafhængigt af hinanden, hvilket medfører, at der i et vist omfang forekommer gentagelser.

Endvidere har man ved udformningen af de reviderede vejledninger ønsket at give en bredere kreds af brugere en bedre mulighed for at sætte sig ind i problemerne med ekstern støj fra virksomheder. Dette ønske har betinget, at vejledningerne medtager en række uddybende forklaringer til de berørte problemer.

Det bør bemærkes, at der ved udarbejdelsen af 2. udgave af vejledningen er foretaget principielle og vigtige ændringer på enkelte punkter i forhold til 1. udgave. De vigtigste ændringer er:

1. Det er præciseret, at de vejledende grænseværdier for støjbelastning er tænkt anvendt for den enkelte virksomhed og ikke for den samlede støjbelastning fra alle relevante virksomheder.
2. Definitionen af begrebet »Baggrundsstøj« er ændret på afgørende måde. I 2. udgave betegner »Baggrundsstøj« al støj bortset fra den af virksomheden frembragte støj.

3. Der er åbnet mulighed for, at støjbelastningen i visse tilfælde kan bestemmes på grundlag af beregninger, eventuelt suppleret med simple målinger.

Det bør endelig bemærkes, at de i vejledning nr. 6/1984: »Måling af ekstern støj fra virksomheder« givne forskrifter for udførelse af støjmålinger er væsentlig mere detaljerede end de forskrifter, der findes i vejledning nr. 3/1974: »Ekstern støj fra virksomheder« og i de tidligere udgivne specialvejledninger. De nye forskrifter tilgode- ser mange af de vanskeligheder, man i de forløbne år har været udsat for i forbindelse med måling af ekstern støj fra virksomheder.

Indhold

1. Indledning	7
1.1. Generelt	7
1.2. Vejledningens indhold	8
1.3. Vejledningens anvendelsesområde	9
2. Vejledende grænseværdier for ekstern støjbelastning fra virksomheder	11
2.1. Begreber	11
2.2. Vejledende grænseværdier for støjbelastning og for maksimalværdier af støjniveauet	12
2.2.1. Generelle synspunkter vedrørende fastsættelse af vejledende grænseværdier	12
2.2.2. Tabeller over vejledende grænseværdier for støjbelastning og maksimalværdier af støjniveauer målt udendørs	15
2.2.3. Uddybende beskrivelse af områdetyperne	17
2.2.4. Forurenende virksomheder med dyrehold	21
2.2.5. Afvigelse fra den tidsmæssige definition af dag, aften og nat	22
2.2.6. Sæsonbetonede virksomheder	22
2.3. Tabeller over vejledende grænseværdier for støjbelastning og for maksimalværdier af støjniveau, som skyldes støj, der hovedsagelig transmitteres gennem bygningskonstruktioner, målt indendørs	23
3. Støj og planlægning af arealanvendelser	25
3.1. Generelle betragtninger	25
3.2. Planlægning af arealanvendelse	25
3.3. Områder, hvis anvendelse allerede er planlagt	27
3.4. Etablering af konsekvensområder	27
3.5. Tilladelse til etablering af mindre servicevirksomheder og andre virksomheder i boligområder	28
3.6. Bygherrens overvejelser ved valg af byggegrund	28
4. Godkendelse af nye særligt forurenende virksomheder.	
Fastsættelse af støjvilkår	31
4.1. Lovmæssig baggrund	31
4.2. Etablering af en ny virksomhed	31
4.3. Udvidelse eller ændring af en virksomhed	34

5. Særligt forurenende virksomheder, der er etableret før miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden den 1. oktober 1974. Behandling af sager vedrørende støjulemper	35
5.1. Lovmæssig baggrund	35
5.2. Sagsbehandling	35
5.2.1. Målsætning	35
5.2.2. Fastsættelse af støjgrænser	36
6. Andre virksomheder. Behandling af sager vedrørende støjulemper	40
6.1. Lovmæssig baggrund	40
6.2. Sagsbehandling	40
7. Retningslinier for kontrol med overholdelse af de for en virksomhed fastsatte støjgrænser	41
7.1. Målepositioner for kontrolmålinger	41
7.2. Målebetingelser	42
7.3. Måleresultatets variation	44
7.4. Overvågning af målinger	45
7.5. Ubestemthed og støjgrænser	45
7.5.1. Ubestemthed	45
7.5.2. Overskridelse af de i et påbud eller vilkår fastsatte støjgrænser ..	46
8. Tilsyn og kontrol	47
8.1. Lovmæssig baggrund	47
8.2. Sagsbehandling	47
9. Støjmålinger	49
9.1. Generelt	49
9.2. Måleinstitutioner (laboratorier, miljøkontrolenheder m.fl.)	49
9.3. Måleudstyr	50
9.4. Tilrettelæggelse af støjmålinger	50
9.5. Målepositioner	51
9.6. Målebetingelser	51
9.7. Måletidsrum	51
9.8. Støj indeholdende tydeligt hørbare toner eller tydelig hørbare impulser	51
9.8.1. Tydeligt hørbare toner	52
9.8.2. Tydeligt hørbare impulser	52
9.9. Udarbejdelse af måleprogram	52
9.10. Målerapport	53
Ordforklaringer	57

1. Indledning

1.1. Generelt

Lov nr. 372 af 13. juni 1973 om miljøbeskyttelse tilsigter – som led i den fremtidige indsats mod forureningen og miljøforringelsen – bl.a. at bekæmpe og forebygge støjulemper.

Loven skal særligt anvendes til at sikre de kvaliteter i de ydre omgivelser, som er af betydning for menneskets hygiejniske og rekreative levevilkår.

Kommunalbestyrelserne og amtsrådene er pligtige til at påse, at støjulemper bekæmpes og forebygges inden for de rammer, der er fastsat i miljøbeskyttelsesloven.

Lovens hensigt er, at enhver unødigt forurening skal undgås, hvilket i denne forbindelse vil sige enhver unødigt støjforurening. Den støjforurening, der optræder i de ydre omgivelser vil – i modsætning til støjforureningen på arbejdspladsen – normalt ikke medføre høreskader. Støjforureningen i de ydre omgivelser vil derimod medføre støjulemper, selvom støjens styrke ligger langt under styrken af den støj, der optræder på arbejdspladser. Støjulemperne kan vise sig på mange måder. Støj kan genere samtale. Støj kan påvirke menneskets nervesystem, hvilket kan give fysiologiske og psykiske effekter. Støj kan forstyrre hvile og søvn. Sidstnævnte virkning af støj er formentlig den hyppigst optrædende støjulempe.

Det må erkendes, at det ofte kan være svært i praksis helt at undgå støjulemper og miljøbeskyttelseslovens § 1, stk. 3 bestemmer da også, at der ved fastlæggelse af de konkrete miljøkrav skal foretages en afvejning af på den ene side miljøpåvirkningen og på den anden side den samfundsmæssige nytte af virksomheden samt omkostningerne ved beskyttelsesforanstaltningerne.

Ved fastsættelse af støjgrænser i en konkret sag bør man tilstræbe at komme så langt ned med støjbelastningen som det er muligt. I en konkret sag bør der kun fastsættes støjgrænser, der er højere end de vejledende grænseværdier, såfremt miljømyndigheden finder, at der foreligger så veldokumenterede og tungvejende tekniske/økonomiske grunde, at det vil være nødvendigt at acceptere, at støjen er kraftigere end svarende til de i denne vejledning anførte vejledende grænseværdier.

Det foreslås undertiden, at der i forbindelse med en klage over støj fra en virksomhed godt kan fastsættes støjgrænser, der ligger over de vejledende grænseværdier, hvis virksomheden er etableret, før klageren flyttede ind i sin bolig. Synspunkter af denne art bør ikke accepteres. Lovens hensigt, at enhver unødigt støjforurening skal undgås, gælder uden hensyntagen til hvem, der kom først.

De foreslåede vejledende grænseværdier er ikke alene tænkt anvendt ved behandling af konkrete sager vedrørende støjulemper, men de bør også lægges til grund ved planlægningen, især ved udarbejdelsen af kommuneplaner.

1.2. Vejledningens indhold

Afsnit 1 indeholder ud over nogle helt grundlæggende synspunkter om støjulemper en omtale af vejledningens indhold og anvendelsesområde.

I afsnit 2 omtales dels de vejledende grænseværdier for ekstern støj fra virksomheder dels problemerne, der er forbundet med kontrollen af, om de for en virksomhed fastsatte støjgrænser overholdes.

Endelig omtales vejledende grænseværdier for støj, der hovedsagelig transmitteres gennem bygningskonstruktioner.

Afsnit 3 behandler samspillet mellem støj og planlægning af arealanvendelser.

I afsnit 4 redegøres der for godkendelse af nye særligt forurenende virksomheder, mens afsnit 5 behandler støjsager i tilknytning til særligt forurenende virksomheder, der er etableret før miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden den 1. oktober 1974. Støjsager vedrørende andre virksomheder omtales i afsnit 6.

Afsnit 7 giver retningslinier for kontrol med overholdelse af de for en virksomhed fastsatte støjgrænser.

Afsnit 8 omtaler kommuner og amtskommuners tilsyn og kontrol.

I afsnit 9 redegøres der for en række af de problemer, der foreligger i forbindelse med udførelse af måling af ekstern støj fra virksomheder. De detaljerede tekniske forskrifter for udførelse af målinger af ekstern støj fra virksomheder er ret komplicerede og normalt kun af interesse for måleteknikere. Disse forskrifter er samlet i vejledning nr. 6/1984 »Måling af ekstern støj fra virksomheder« udarbejdet af miljøstyrelsens referencelaboratorium for støjmålinger, Lydteknisk Institut tilknyttet ATV.

Til grund for en afgørelse om nedbringelse af støj fra en virksomhed, hvor indgreb er nødvendig, bør der normalt foreligge en støjmålerapport, som redegør for den støj, de omboende er udsat for.

I afsnit 9 redegøres der derfor også for de krav, der bør stilles til en støjmålerapport. Da resultaterne af støjmålingerne er afgørende for de konklusioner, der drages

ved sagsbehandlingen, er det vigtigt, at støjmålingerne udføres af en institution, et laboratorium, en miljøkontrolenhed, eller et rådgivende ingeniørfirma, der er kvalificeret til at udføre støjmålinger.

Der findes en række sager, hvor det ikke er muligt at fremskaffe en støjmålerapport. Det er f.eks. tilfældet ved sager, der angår godkendelse af nye virksomheder. Man er i sådanne tilfælde henvist enten til et kvalificeret skøn med hensyn til den støj, som virksomheden vil give anledning til, eller til beregninger baseret på kendskab til den af støjkilderne udstrålede støj samt til lydudbredelsesforholdene. Der vil naturligvis være en vis usikkerhed knyttet til resultaterne opnået både ved skøn og ved beregninger.

Vejledningen indeholder i øvrigt en bred orientering af generel natur om forhold, der er af betydning for behandling af sager vedrørende bekæmpelse og forebyggelse af støjulemper.

1.3. Vejledningens anvendelsesområde

Denne vejlednings anvendelsesområde omfatter ekstern støj fra:

1. Virksomheder, * anlæg og indretninger, som er optaget på miljøbeskyttelseslovens bilag over særligt forurenende virksomheder m.v.
2. Virksomheder, anlæg og fritidsaktiviteter, som er omtalt i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 663 af 16. december 1982: »Bekendtgørelse af reglement om miljøbeskyttelse«.
3. Virksomheder, som er omfattet af lov nr. 237 af 8. juni 1977 om råstoffer.

I visse tilfælde gør specielle forhold sig gældende i forbindelse med denne vejlednings anvendelse.

Vejlanlæg

Vejledningen anvendes ikke ved vurdering af støj hidrørende fra den almindelige vejtrafik.

Det skal bemærkes, at lovens bestemmelser omfatter al kørsel på en virksomheds eget område.

Særlige vejledninger for visse aktiviteter:

Ved behandling af sager vedrørende støj fra knallertbaner og motorsportsbaner benyttes de retningslinier, der findes i vejledningen om støj fra motorsportsbaner, [1984].

* I loven om miljøbeskyttelse og de tilhørende bekendtgørelser omtales normalt: Virksomheder, anlæg og indretninger. I denne vejledning vil ordet »Virksomheder« blive benyttet som en fællesbetegnelse.

Skydebaner

Ved behandling af sager vedrørende støj fra skydebaner benyttes de retningslinier, der findes i Vejledning nr. 1/1979 »Støj fra skydebaner«.

Restauranter

Ved behandling af sager vedrørende støj fra restaurationer benyttes de retningslinier, der findes i Vejledning nr. 3/1982 »Støj og lugt fra restaurationer«.

Der forventes udsendt specielle vejledninger om støj fra de nedenfor nævnte virksomheder. Retningslinierne i nærværende vejledning kan i et betydeligt omfang benyttes, indtil de ny specielle vejledninger foreligger.

1. Støj fra jernbaner
2. Lufthavne og flyvepladser
3. Affaldsdeponering

Udover de ovenfor nævnte vejledninger har miljøstyrelsen udgivet følgende publikationer, som omtaler problemer i relation til ekstern støj fra virksomheder.

1. Vejledning nr. 1/1974: »Miljøhensyn ved planlægning«.
2. Miljøplan - miljøforudsætninger, December, 1983. »Vejledning og signaturer til støjkortlægning«.
3. Nyt fra Miljøstyrelsen. NFM 3. September 1978: »Måling af ekstern støj fra virksomheder. Prototypemålinger«.
4. Vejledning nr. 8/1983: »Tilsyn og kontrol med forurening fra virksomheder«.

2. Vejledende grænseværdier for ekstern støjbelastning fra virksomheder

2.1. Begreber

Det af en virksomhed frembragte støjniveau (*Lydtrykniveauet*)* kan i de simpleste tilfælde måles med en støjmåler. Dette er f.eks. tilfældet, hvis støjen stammer fra en ventilator, der udsender en konstant støj. Man placerer støjmåleren på det sted, på hvilket man ønsker at måle støjniveauet. Viserudslaget på støjmåleren angiver støjniveauet i decibel, forkortet dB. (*Lydtrykniveau i dB re 20 μ Pa, bogstavsymbol L_p*).**

Man ønsker imidlertid at få en talværdi, der er et udtryk for støjulempen. Da det menneskelige øre er mindre følsomt for dybe toner (*lave frekvenser*) end for høje toner (*høje frekvenser*), indstiller man støjmåleren sådan, at den også er mindre følsom for dybe end for høje toner. Det på støjmåleren aflæste viserudslag betegnes under disse forhold som støjniveauet i decibel A, forkortet dB(A) (*Det A-vægtede lydtrykniveau i dB - bogstavsymbol L_{pA}*).

Langt de fleste virksomheder har flere støjkilder, og disse støjkilder benyttes i kortere eller længere tid i løbet af en arbejdsdag, ligesom den af den enkelte støjkilde udsendte støj gerne varierer en del med tiden på grund af varierende driftsbetingelser. Dette indebærer, at udslaget på støjmåleren sjældent er konstant, men varierer – ofte meget – med tiden. Det er i sådanne tilfælde ikke muligt at aflæse en enkelt talværdi, der kan benyttes som et mål for støjniveauet. På grundlag af studier af ørets virkemåde og sammenhængen mellem støjniveauet i dB(A) og støjulempen har man opstillet den teori, at en »middelværdi« af det varierende støjniveau (*Det energi-ækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau i dB - bogstavsymbol L_{Aeq}*), kan benyttes som mål for støjulempe. Denne middelværdi vil i denne vejledning blive betegnet som det ækvivalente støjniveau i dB(A). Det ækvivalente støjniveau kan bestemmes inden for et vilkårligt valgt tidsrum. Tidsrum på 8 timer, 1 time og 1/2 time er ofte anvendt, se nærmere i afsnit 2.2.2.

Det er almindeligt anerkendt, at tydeligt hørbare toner i en støj medfører, at støjen er mere generende end en tilsvarende støj med samme styrke, men uden hørbare toner, selvom det ækvivalente støjniveau i dB er det samme.

*) Her og i det følgende vil de i det akustiske fagsprog benyttede ord og betegnelser blive skrevet med kursiv og placeret i parenteser.

**) I det følgende udelæses referencelydtrykket 20 μ Pa ved angivelse af grænseværdier.

Denne kendsgerning tilgodeses ved, at man giver et tillæg på 5 dB til den målte værdi af det ækvivalente støjniveau i dB(A) for at få et mere korrekt mål for støjulempen.

Som eksempel på støj, der ofte indeholder tydeligt hørbare toner, kan nævnes ventilatorstøj.

Lignende forhold gør sig gældende, hvis der findes tydeligt hørbare impulser i støjen. Der gives derfor et tillæg på 5 dB til den målte værdi af det ækvivalente støjniveau i dB(A), hvis der findes tydeligt hørbare impulser i støjen. Som eksempel på støj, der indeholder tydeligt hørbare impulser, kan nævnes støj fra bankning og nitning.

Der gives aldrig mere end ét tillæg på 5 dB, selvom begge fænomener optræder samtidigt.

Når der er foretaget en vurdering af, om der skal gives et tillæg, og herefter eventuelt gives et tillæg til den målte værdi af det ækvivalente støjniveau i dB(A), på grund af tydeligt hørbare toner eller tydeligt hørbare impulser, betegnes størrelsen som det ækvivalente, korrigerede støjniveau i dB(A) eller mere kortfattet som : støjbelastningen. (*Det energiækvivalente, korrigerede, A-vægtede lydtrykniveau i dB – bogstavsymbol L_r*).

Den vigtigste størrelse, der benyttes som mål for et varierende støjniveau, er den ovenfor beskrevne størrelse: »Det ækvivalente – eventuelt korrigerede – støjniveau i dB(A)«. Der findes imidlertid endnu en karakteristisk størrelse for et varierende støjniveau, nemlig: »maksimalværdien af støjniveauet i dB(A)« (*Maksimalværdien (tidsvægtning F) af det A-vægtede lydtrykniveau i dB*).

2.2. Vejledende grænseværdier for støjbelastning og maksimalværdier af støjniveauet*

2.2.1. Generelle synspunkter vedrørende fastsættelse af vejledende grænseværdier

Miljøbeskyttelseslovens hensigt er – som allerede nævnt i afsnit 1.1. – at sikre, at bl.a. støjulemper bekæmpes og forebygges. Da det imidlertid i praksis kan være svært eller praktisk umuligt helt at undgå støjulemper, har miljøstyrelsen – på grundlag af den idag eksisterende viden om støjens indflydelse på menneskets livsvil-

*) Det skal understreges, at ordet »grænseværdi« i denne vejledning alene benyttes i forbindelse med de af miljøstyrelsen fastsatte »vejledende grænseværdier«. De af en miljømyndighed i en konkret sag fastsatte grænser benævnes »støjgrænser«. Støjgrænser er ikke nødvendigvis identiske med de vejledende grænseværdier.

kår - i denne vejledning fremsat forslag til grænseværdier for den støj, virksomheder må påføre omgivelserne.

Det skal understreges, at grænseværdierne vedrører den støj, der påføres omgivelserne (*immissionen*) og ikke den støj, der udstråles fra virksomheder (*emissionen*). Dette betyder bl.a., at en virksomhed, der udstråler en stor støjeffekt, mest hensigtsmæssigt placeres langt fra støjfølsomme områder (eksempelvis boligområder), således at støjen dæmpes væsentligt, inden den når de områder, hvor kravet til emissionen er strengt.

Der er ikke tale om en enkelt grænseværdi, der bør overholdes alle steder. Der er tværtimod tale om en række grænseværdier, hvis størrelse afhænger af den generelle anvendelse af de områder, indenfor hvilken støjen optræder. Denne differentiering skyldes, at ulemperne fremkaldt af støj fra en virksomhed bl.a. afhænger af størrelsen af den baggrundsstøj, der optræder på stedet. Grænseværdierne i områder med et højt baggrundsstøjniveau, f.eks. erhvervs- og industriområder er således fastsat væsentligt højere end grænseværdier i områder med et lavt baggrundsstøjniveau, f.eks. boligområder.

En virksomhed skal ikke alene overholde den grænseværdi, der gælder for det område, indenfor hvilket virksomheden er beliggende. Virksomheden skal også overholde de grænseværdier, der gælder i omliggende områder, f.eks. boligområder, der belastes af støj fra virksomheden.

Der forekommer ligeledes en differentiering af grænseværdierne under hensyntagen til tidspunktet på døgnet. Støjniveauet bør således være relativt lavt om aftenen og natten, mens der kan accepteres et højere støjniveau om dagen. Et givet støjniveau medfører større støjulemper, når man vil slappe af eller sove, end når man er på arbejde.

Det skal understreges, at den omtalte differentiering også er begrundet i ønsket om, at miljømæssige hensyn ikke giver anledning til, at der stilles større krav end nødvendigt til virksomheder.

Overholdes de vejledende grænseværdier, skulle borgerne være sikre på, at de ikke udsættes for støj, der er urimelig. Det bør i denne forbindelse have i erindring, at nogle mennesker er meget støjrobuste, mens andre er meget støjfølsomme. De nævnte grænseværdier er sat så lavt, at 85-90% af naboer til virksomheden finder, at støj svarende til grænseværdierne, ikke medfører ulemper af nævneværdigt omfang.

Grænseværdierne vil normalt blive anvendt i forbindelse med fastsættelse af støj-

grænser for den enkelte virksomhed. Den totale støj, som borgerne udsættes for, vil i almindelighed være kraftigere end den støj der skyldes en enkelt virksomhed, idet der på et givet sted, ud over støjen fra den konkrete virksomhed yderligere vil være baggrundstøj.* Baggrundstøjen kan for eksempel bestå af støj fra andre virksomheder og støj fra trafik. Baggrundstøjen kan dels skyldes identificerbare støjkloder, f.eks. nærvedliggende virksomheder eller transportmidler – biler, tog og fly – der passerer tæt forbi, dels uidentificerbare støjkloder, f.eks. fjerntliggende virksomheder eller transportmidler, der passerer forbi i stor afstand.

Såfremt man ønsker at sikre, at de i tabel I i afsnit 2.2.2 anførte grænseværdier skal gælde for den samlede støjbelastning fra samtlige virksomheder i nabolaget, vil dette i almindelighed kunne opnås ved, at støjgrænserne for de enkelte virksomheder fastsættes noget lavere end de i tabellen anførte grænseværdier.

Det skal endnu engang understreges,

- 1) at en virksomhed naturligvis både bør overholde grænseværdierne gældende for det område, i hvilket virksomheden er beliggende, og grænseværdierne gældende for omliggende områder. Dette forhold er i årenes løb gentagne gange blevet overset.
- 2) at grænseværdierne er tænkt benyttet for den enkelte virksomheds bidrag til støjbelastningen og ikke for den totale støj, dvs. virksomhedsstøj plus baggrundstøj (inklusiv støj fra andre virksomheder).

* Det skal understreges, at *baggrundstøjen* er al anden støj end virksomhedsstøjen. Denne definition af baggrundstøjen afviger fundamentalt fra den i 1. udgave givne definition, jfr. afsnit 8.4 i vejledning 3/1974. Baggrundstøj karakteriseres på samme måde som virksomhedsstøj, dvs. bl.a. ved det ækvivalente støjniveau i dB(A) og ved maksimalværdien af støjniveauet i dB(A).

2.2.2. Tabeller over vejledende grænseværdier for støjbelastning og for maksimalværdier af støjniveauer målt udendørs

Tabell 1. Vejledende grænseværdier for støjbelastningen fra virksomheder målt udendørs.

Områdetype (faktisk anv.)	Tidsrum	Mandag - fredag kl. 07.00-18.00 lørdag kl. 07.00-14.00	Mandag - fredag kl. 18.00-22.00 lørdag kl. 14.00-22.00 søn- og helligdag kl. 07.00-22.00	Alle dage kl. 22.00-07.00
1. Erhvervs- og industriområder		70	70	70
2. Erhvervs- og industriområder med forbud mod generende virksomheder		60	60	60
3. Områder for blandet bolig- og erhvervsbebyggelse, centerområder (bykerne)		55	45	40
4. Etageboligområder		50	45	40
5. Boligområder for åben og lav boligbebyggelse		45	40	35
6. Sommerhusområder og offentligt tilgængelige rekreative områder. Særlige naturområder		40	35	35
7. Kolonihaveområder	Se teksten i afsnit 2.2.3			
8. Det åbne land (incl. landsbyer og landbrugsarealer)	Se teksten i afsnit 2.2.3			

Tallene er angivet som det ækvivalente, korrigerede støjniveau i dB(A) som funktion af tidsrum og områdetype.

Tabellen bør kun anvendes i forbindelse med vejledningens tekst.

Tabel II. Vejledende maksimalværdier for støjniveauet fra virksomheder målt udendørs.

Områdetype	Tidsrum	Dag	Aften	Nat
		kl. 07.00-18.00	kl. 18.00-22.00	kl. 22.00-07.00
1 og 2		-	-	-
3		-	-	55
4		-	-	55
5		-	-	50
6		-	-	50
7 og 8		-	-	-

Tallene er angivet som maksimalværdi med tidsvægtning »fast« i dB(A). Tallene er en funktion af tidsrum og områdetype.

Grænseværdierne skal som hovedregel overholdes i en højde af 1,5 m over terræn, hvilket betyder, at kontrolmålinger normalt udføres i denne højde. Er lydudbredelsesforholdene mellem støjkilde og måleposition komplicerede, f.eks. på grund af en eller flere bygninger eller støjskærme, der giver en væsentlig skjærmende virkning i en måleposition 1,5 m over terræn, kan der blive tale om at fastsætte andre højder over terræn, i hvilke de for en virksomhed fastsatte støjgrænser skal overholdes, jfr. i øvrigt afsnit 4.2 og afsnit 5.2.2.

Grænseværdierne er som hovedregel forudsat at gælde for støjen i frit felt. Der henvises til underafsnittet »Refleksioner« i afsnit 7.2. Der gives der en nærmere forklaring på begrebet »frit felt«.

I lukkede gårdrum kan måleresultaterne normalt ikke korrigeres til frit felt situationen, inden der sammenlignes med de vejledende grænseværdier, se nærmere i ovennævnte underafsnit i afsnit 7.2.

Tabel II viser, at der kun er fastsat vejledende grænseværdier for maksimalværdierne af støjniveauet i områderne af typerne 3-6 og kun for natperioden. De anførte talværdier er 15 dB højere end de i Tabel I anførte talværdier. Maksimalværdierne er fastsat af hensyn til uforstyrret søvn.

De vejledende grænseværdier i Tabel I og Tabel II vedrører støjen målt udendørs.

De for en virksomhed i gårdrum fastsatte støjgrænser skal normalt gælde for de i målepositionerne fundne værdier, idet der dog ved »+ 6 dB måling« skal korrigeres med + 6 dB for den »sidste« refleksion.

Begrundelsen for at der i gårdrum gælder specielle bestemmelser er, at refleksioner ofte giver et stort bidrag til støjen i målepositionerne, hvorved støjen ville blive kraftigere end rimeligt, hvis man fastholdt, at grænseværdierne skulle gælde fritfelsesværdierne.

De i tabellerne anførte vejledende grænseværdier for støjbelastning og for maksimalværdier af støjniveauet er fastsat som dB(A) værdier. Såfremt en støjs styrke hovedsagelig er bestemt af meget lavfrekvent støj (*frekvenser under 50 Hz*) skal man være varsom med at vurdere støjulemperne alene på grundlag af dB(A) værdien, idet denne værdi ikke giver et fyldestgørende mål for støjulemperne hidrørende fra lavfrekvent støj. Benyttes dB(A) værdien ikke desto mindre, vil man få en for mild bedømmelse af støjulemperne. Der findes imidlertid ikke idag en almen anerkendt metode til bedømmelse af ulemperne fra støj, der er udpræget lavfrekvent.

De i Tabel I anførte grænseværdier for støjbelastningen er fastsat ud fra den forudsætning, at de skal overholdes inden for de nedenfor anførte tidsrum.

For dagperioden kl. 07.00–18.00 skal grænseværdierne overholdes indenfor det mest støjbelastede tidsrum på 8 timer.

For aftenperioden kl. 18.00–22.00 skal grænseværdierne overholdes indenfor den mest støjbelastede time.

For natperioden kl. 22.00–07.00 skal grænseværdierne overholdes indenfor den mest støjbelastede halve time.

Disse tidsrum betegnes som referencetidsrum.

Såfremt en virksomhed kun arbejder inden for en del af dagperioden kl. 07.00–18.00, f.eks. kun 6 timer, gælder grænseværdierne for det ækvivalente støjniveau i dB(A) for en periode på 8 timer, dvs. 6 timer med støj og 2 timer uden støj fra virksomheden.

2.2.3. Uddybende beskrivelse af områdetyperne

Før støjgrænserne for en virksomhed fastsættes, er det nødvendigt at afgøre, hvilke af områdetyperne 1–8 virksomheden ligger i og støder op til.

Det er normalt den planlagte anvendelse af et konkret område, der er bestemmende for hvilken områdetype som et givet område skal henføres til.

Findes der imidlertid en mere støjfølsom anvendelse af et givet område, er det den faktiske anvendelse der er bestemmende ved fastlæggelse af områdetypen.

Tilsvarende tages der normalt udgangspunkt i de planlægningsmæssige områdetyper, som disse er fastlagt ved lokalplan, byplanvedtægt eller lign.

Hvor den faktiske anvendelse ikke svarer til de planlægningsmæssige – eller hvor der ikke findes en planlægningsmæssig fastlæggelse af områderne, skal miljømyndigheden i den enkelte afgørelse nøje fastlægge de relevante områders grænse og angivne områdetype.

I denne forbindelse bemærkes, at der ikke ved en planlægningsmæssig ændring af anvendelsesbestemmelserne for et givet område – herunder ved ændring af afgrænsningen mellem et eksisterende boligområde og et erhvervsområde/blandet bolig- og erhvervsområde – kan tillades en større støjbelastning af det således »omklassificerede« boligområde. Ud fra princippet om, at det er den faktiske anvendelse, der skal lægges til grund ved den miljømæssige vurdering, er det således de vejledende grænseværdier for boligområder, der bør anvendes, så længe den faktiske anvendelse fortsat er boligområde.

Med henblik på at hjælpe til en bedre forståelse af hvilke kriterier, der skal lægges til grund i forbindelse med afgørelsen, af til hvilken områdetype, et konkret område skal henføres, er der nedenfor givet supplerende oplysninger om de enkelte områdetyper.

Områdetyperne 1 og 2: Erhvervs- og industriområder

Til områdetyperne 1 og 2 henføres områder, der er udlagt eller anvendes til erhvervs- og industriformål.

Områdetype 1 omfatter områder, der primært er udlagt til eller skal udlægges til og anvendes af virksomheder, for hvilke det er vanskeligt eller meget bekosteligt at reducere den frembragte støjforurening. Der må på denne baggrund ikke placeres boliger i områdetype 1.

Områdetype 2 omfatter områder, der er udlagt til eller skal udlægges til og anvendes af almindelige erhvervs- og industrivirksomheder.

Tilladelse til – i et konkret tilfælde – at indrette en bolig i forbindelse med en virksomhed i områdetype 2, bør kun gives, såfremt det kan dokumenteres, at virksomhedens forsvarlige drift kræver, at der uden for normal arbejdstid er en person (f.eks. vagtmand eller portner) i virksomhedens umiddelbare nærhed, således at vedkommende med meget kort varsel kan træde i funktion i tilfælde af aktivering af alarm-signaler eller af andre sikkerhedsmæssige årsager. Portnerens tilstedeværelse kan i specielle tilfælde være begrundet i nødvendigheden af modtagelsen af varer (f.eks. fra udlandet) udenfor normal arbejdstid.

Tilladelsen til indretning af en bolig i forbindelse med en virksomhed begrundes ikke, at der – på grund af denne boligs eksistens – skal stilles strengere krav til den af virksomheden frembragte eksterne støj end de for området normalt gældende.

Det vil derimod være rimeligt at virksomheden sørger for, at boligen får en væsentlig bedre lydisolations mod udefra kommende støj end den lydisolations, der findes ved almindeligt boligbyggeri.

Områdetype 3: Blandet bolig- og erhvervsområde - centerområder

Til områdetype 3 henføres tre ret forskellige undergrupper.

For alle tre undergrupper gælder det, at der i sådanne områder dels findes boliger, dels virksomheder eller andre aktiviteter, der kan medføre visse støjulempelser.

De vejledende grænseværdier er af hensyn til boligerne sat væsentligt lavere end i områdetyperne 1 og 2. Hensynet til virksomhederne har på den anden side krævet, at grænseværdierne er noget højere end i områdetyperne 4 og 5, der er udlagt til og udelukkende anvendes til boliger.

Under begrebet »Blandet bolig- og erhvervsområde« henføres tre undergrupper:

- Den første undergruppe er udlagt eller anvendes til »Let industri, lager, håndværks- og værkstedsområder«.

Disse områder rummer normalt mange mindre virksomheder, ofte med tilknyttede boliger for virksomhedsindehaverne.

- Den anden undergruppe er typisk uplanlagte områder. Disse områder er kendetegnet ved, at der normalt ikke i større omfang er forbindelse mellem erhvervsaktiviteterne og boligernes indehavere.

Områder af denne type findes i mange mindre bysamfund, hvor det ikke - i hvert tilfælde ikke hidtil - har været muligt og naturligt at tilstræbe en planlægningsmæssig adskillelse af erhvervs- og boligområder.

- Den tredje undergruppe »Centerområder« er kendetegnet ved, at der i disse områder er sket en så stor koncentration af forretninger især for detailhandel, at det er nødvendigt i støjmessig henseende at ligestille dem med områder, der er udlagt til »Blandet bolig og erhverv«.

Områder af denne type findes oftest i større bysamfund. Baggrundsstøjen vil normalt primært hidrøre fra stor trafik. Da trafikken normalt er meget beskeden om aftenen og natten, er det vigtigt at sikre, at eventuelle virksomheder, der er placeret i centerområder, giver anledning til et lavt støjniveau om aftenen og natten.

Det hænder undertiden, at et område, der i øjeblikket er udlagt som et blandet bolig- og erhvervsområde, ved en lokalplan ønskes overført til et boligområde. I sådanne tilfælde bør støjvilkårene for nye virksomheder fastsættes i overensstemmelse med de vejledende grænseværdier for boligområdetyperne 4 eller 5.

Områdetyperne 4 og 5: Boligområder

Til områdetyperne 4 og 5 henføres områder for henholdsvis etageboligområder og boligområder for åben og lav boligbebyggelse.

Områdetype 6: Sommerhusområder og rekreative områder

Til områdetype 6 henføres tre undergrupper, nemlig sommerhusområder, offentligt tilgængelige rekreative områder i det åbne land og særlige naturområder. Da alle disse områder er udpræget rekreative områder, stilles der krav om et særligt lavt støjniveau.

Områdetype 7: Kolonihaveområder

Til områdetype 7 henføres kolonihaveområder. Disse områder må betragtes som rekreative områder, men da områderne meget ofte er beliggende i byområder med en del baggrundsstøj, er kravene differentierede afhængigt af hvilken planlægningssituation der er tale om.

For kolonihaveområder i det åbne land, der må sidestilles med sommerhusområder, vil kravene for områdetype 6 være gældende. Hvis områderne udlægges i eller nær byzoneområder vil kravene for områdetype 4 eller 5 være gældende.

For områder udlagt til *nyttehaver* som, til forskel for kolonihaver ikke benyttes til overnatning, vil kravene i de særlige situationer hvor der ikke er alternative planlægningsmuligheder, kunne lempes, så de svarer til områdetype 3.

De støjgrænser, som virksomheder skal overholde bør sædvanligvis fastsættes i overensstemmelse med kravene til områdetyperne 4 og 5.

Områdetype 8: Det åbne land (incl. landsbyer og landbrugsarealer)

Det er ud fra miljømæssige synspunkter ønskeligt, at niveauet af støjen fra virksomheder er meget lavt i det åbne land, ikke mindst på grund af det normalt lave baggrundsstøjniveau. Hensynet til en række virksomheder, som det er naturligt at placere i det åbne land, gør det imidlertid nødvendigt i et vist omfang at acceptere et støjniveau, der kan påføre omboende støjulempen.

Det forekommer ikke rimeligt at fastsætte generelle vejledende grænseværdier for områdetype 8. Der bør foretages en konkret vurdering for hvert enkelt område, eventuelt for hver enkelt sag.

Landbrugsdrift

Den støj der normalt opstår ved almindelige landbrugsaktiviteter må i reglen accepteres. Støj fra fjerkræfarme, svinefarme og lignende stordriftsforetagender, herunder også dem, der drives i tilknytning til almindelige landbrugsejendomme, bør begrænses, således at omboende ikke tilføjes væsentlige støjgener.

Hvis almindelige landbrugsaktiviteter giver anledning til væsentlige støjulempen i særligt støjsølsomme områder, bør disse så vidt muligt reduceres.

Tekniske installationer som ventilatorer installeret på avlsbygninger medfører ofte betydelige støjulempen selv i ret store afstande, især hvis støjen indeholder tydeligt hørbare toner.

Korn tørreanlæg, som primært bruges sidst på sommeren, kan ligeledes give betydelige støjulempen.

Det kan komme på tale at stille krav om, at støj hidrørende fra visse tekniske installationer på landbrugsejendomme holdes på et rimeligt lavt niveau.

Som udgangspunkt ved fastsættelse af støjvilkår i et konkret tilfælde, vil det være rimeligt at overveje at anvende de for områdetype 3 gældende vejledende grænseværdier for støjen ved den nærmestliggende enkeltbolig. Man bør have for øje, at det ofte vil være muligt uden større økonomiske problemer at overholde disse grænseværdier, hvis ventilatorafkast og/eller ventilatorindsugning placeres hensigtsmæssigt. Simple støjdæmpende foranstaltninger vil ligeledes kunne komme på tale.

Hvis det i en konkret sag er muligt at overholde lavere grænseværdier, f.eks. grænseværdierne for områdetyperne 4, 5 eller 6, bør disse grænseværdier selvfølgelig anvendes ved fastsættelse af støjgrænser.

Virksomheder

En virksomhed, der påfører omgivelserne en væsentlig støjbelastning, bør ikke placeres i det åbne land, med mindre det er den eneste naturlige placering af virksomheden. Blandt de virksomheder, der ofte placeres i det åbne land, skal nævnes virksomheder knyttet til råstofindvinding, vejmaterialefabrikker og byggematerialevirksomheder. Sådanne virksomheders placering vil i større eller mindre grad være bestemt af andre hensyn end de støjmæssige. Eventuelle støjgrænser må fastsættes i hvert enkelt tilfælde ud fra en vurdering af de tekniske og økonomiske muligheder for at reducere støjen.

En placering af en sådan virksomhed i det åbne land kræver i øvrigt dispensation fra zoneloven.

Som udgangspunkt ved den konkrete vurdering i forbindelse med fastsættelse af støjgrænser gældende ved nærmest liggende enkeltbolig bør der også her anvendes de grænseværdier, som gælder for områdetype 3.

Det skal understreges, at det er vigtigt at holde sig for øje, at der i det åbne land kan være planer om senere at etablere sommerhusområder, offentligt tilgængelige rekreative områder, særlige naturområder eller kolonihaver. Dette kan medføre, at man i konkrete tilfælde må fastsætte strengere krav, end den i dag foreliggende udnyttelse af områderne betinger.

Det kan undertiden være ønskeligt at placere enkelte, mindre virksomheder i landsbyer, f.eks. mindre maskinstationer. Da landsbyers fysiske udstrækning normalt er lille, vil det ikke være muligt at udlægge særlige områder til sådanne virksomheder. Landsbyer hører – set i relation til sådanne virksomheder – principielt hjemme i områdetype 5. Det kan dog i visse tilfælde komme på tale at fastsætte støjgrænser for dagperioden, der svarer til de vejledende grænseværdier hørende til områdetype 4.

2.2.4. Forurenende virksomheder med dyrehold

Ved forurenende virksomheder med dyrehold, forstås fjerkræfarme og svinefarme o.lign. stordriftsvirksomheder, endvidere hundekenneler, hundehandlere, hunde-

pensioner, pelsdyrsfarme, spec. rævefarme, rideskoler, dyrehospitaler, dyreklinikker, dyrepensioner og stalde for forsøgsdyr.

Det kan være uhensigtsmæssigt at vurdere støjen fra en virksomhed med dyrehold (specielt for hundekenneler, rævefarme m.v.) alene ud fra støjbelastningen udtrykt ved det ækvivalente, korrigerede støjniveau i dB(A). Dette skyldes dels støjens særlige karakter, dels at støjen i visse tilfælde optræder i relativt korte perioder inden for hvert døgn. Det vil i mange tilfælde være mere hensigtsmæssigt at benytte maksimalværdierne af støjniveauet frembragt af et enkelt dyrs gøen og bjæffen. Der findes ikke i øjeblikket et tilstrækkeligt stort erfaringsmateriale til, at der kan stilles et konkret forslag til vejledende grænseværdier.

Den eneste realistiske mulighed for at undgå støjulemper i forbindelse med hundekenneler, rævefarme m.v. vil være at vælge en hensigtsmæssig lokalisering af virksomheden, hvilket vil sige mindst 100 m for hundekenneler og 200 m for rævefarme til nærmeste bolig.

Opmærksomheden henledes på, at det i mange tilfælde, f.eks. ved hundekenneler, vil være rimeligt at begrænse støjulemperne om natten og aftenen ved at holde hundene indelukket i disse tidsrum.

2.2.5. Afvigelse fra den tidsmæssige definition af dag, aften og nat

Hvis en virksomheds drift kræver, at arbejdet udføres i tøholdsdrift, kan grænsen mellem nat og dag fastsættes til kl. 06.00 eller grænsen mellem aften og nat til kl. 23.00. Da der må lægges afgørende vægt på, at der gives de omboende mulighed for at få 8 timers uforstyrret søvn, bør der ikke gives en både og afvigelse.

Hvis en virksomheds arbejde kræver, at virksomheden begynder særligt tidligt om morgenen, kan grænsen mellem nat og dag fastsættes til kl. 06.00. Som typisk eksempel kan nævnes et asfaltblanding anlæg, der skal levere sine produkter hurtigst muligt efter kl. 07.00

2.2.6. Sæsonbetonede virksomheder

Der findes en række virksomheder, hvis aktiviteter er stærkt sæsonbetonede. Dette giver undertiden anledning til overvejelser om, hvorvidt det vil være rimeligt i sådanne tilfælde at afvige fra de i denne vejledning anførte vejledende grænseværdier, når der skal fastsættes støjgrænser for virksomheder.

To eksempler skal omtales:

Eksempel I

Asfaltblande anlægs aktiviteter forekommer i langt overvejende grad om sommeren. Da aktiviteterne således hovedsageligt forekommer på tidspunkter, hvor borgerne opholder sig relativt meget udendørs og ofte har åbentstående vinduer, når de opholder sig indendørs, vil det være rimeligt at fastholde grænseværdierne, selvom det drejer sig om en sæsonbetonet aktivitet.

Eksempel II

Sukkerfabrikkers hovedaktiviteter forekommer ret sent på efteråret og i begyndelsen af vinteren. Da der her er tale om aktiviteter, der optræder på tidspunkter, hvor borgerne hovedsageligt opholder sig indendørs og har vinduerne lukkede, kan det være forsvarligt at lempe de i denne vejledning anførte grænseværdier.

2.3. Tabeller over vejledende grænseværdier for støjbelastning og for maksimalværdier af støjniveau, som skyldes støj der hovedsagelig transmitteres gennem bygningskonstruktioner, målt indendørs

Hvis støj hovedsageligt bliver transmitteret gennem bygningskonstruktioner, hvilket f.eks. kan være tilfældet, når en virksomhed og en bolig eller et kontor ligger i samme bygning, gælder de i Tabel III anførte vejledende grænseværdier, for det ækvivalente, korrigerede, støjniveau i dB(A) og de i Tabel IV anførte maksimalværdier af støjniveauet i dB(A).

Tabel III. Vejledende grænseværdier for støjbelastningen fra virksomheder ved bygningstransmitteret støj målt indendørs.

Tidsrum Anvendelse	Dag og aften kl. 07.00–22.00	Nat kl. 22.00–07.00
1. Virksomheder* (bortset fra kontorer)	50	50
2. Kontorer	40	40
3. Beboelsesrum	30	25

Tallene er angivet som det ækvivalente, korrigerede støjniveau ved en efterklangstid på 1,0 s, 0,8 s og 0,5 s som funktion af tidsrum og anvendelse.

*) For de af virksomhedens lokaler, hvor der foregår støjfølsomme aktiviteter (kontorarbejde o.lign) bør grænseværdien for kontorer være gældende.

Tabel IV. Vejledende maksimalværdi for støjniveauet fra virksomheder ved bygningstransmitteret støj målt indendørs.

Anvendelse \ Tidsrum	Dag og aften kl. 07.00-22.00	Nat kl. 22.00-07.00
1. Virksomheder	-	-
2. Kontorer	-	-
3. Beboelsesrum	-	40

Tallet er angivet som maksimalværdi ved en efterklangstid på 0,5 s.

Tabel IV viser, at der kun er fastsat en grænseværdi for maksimalværdien af støjniveauet i beboelsesrum og kun for natperioden. Den anførte værdi er 15 dB højere end den i tabel III anførte talværdi.

De anførte vejledende grænseværdier for støjbelastning og maksimalværdien af støjniveau gælder for støjen målt indendørs med lukkede vinduer.

Efterklangstiden* i møblerede rum er antaget at være 0,5 s for beboelsesrum, 0,8 s for kontorer og 1,0 s for rum i virksomheder.

* Støjniveauet i et rum afhænger af, om rummet er tomt eller møbleret. Er rummet tomt, er efterklangstiden lang og støjniveauet højt, er rummet møbleret, er efterklangstiden kort og støjniveauet lavt. Det er derfor nødvendigt at fastsætte den efterklangstid, der er lagt til grund ved fastsættelsen af de vejledende grænseværdier.

3. Støj og planlægning af arealanvendelser

3.1. Generelle betragtninger

Planlægning af arealanvendelse og placering af virksomheder er et vigtigt – i mange tilfældet det vigtigste – administrative styringsmiddel til begrænsning af støjulemper.

Støjulemper i forbindelse med virksomheder kan – ligesom andre forureningsulemper – meget ofte føres tilbage til, at man ved planlægning af arealanvendelse og placering af virksomheder ikke har taget miljøhensyn i fornødent omfang.

Det er myndighedernes ansvar, at der ved planlægning sikres en hensigtsmæssig adskillelse af områder til erhvervs- og industriområder – områdetyperne 1 og 2 (se tabel 1 i afsnit 2.2.2. og den uddybende beskrivelse af områdetyperne i afsnit 2.2.3) – på den ene side, og områder for hvilke der stilles krav om lavt støjniveau – områdetyperne 4, 5, 6, 7 og 8 – på den anden side. Dette ansvar gælder både ved placering af nye erhvervs- og industriområder på steder, hvor der allerede findes støjfølsomme områder i nærheden, og ved placering af nye støjfølsomme områder, hvor der allerede findes erhvervs- og industriområder i nærheden.

Det er i en virksomheds egen interesse nøje at analysere, om den økonomiske indsats, der er nødvendig for at overholde miljøvilkårene – herunder støjvilkårene – er rimelig, hvis virksomheden placeres på en udvalgt grund, eller om det vil være klogere at finde en anden grund, hvor miljøkravene er mindre restriktive. Der henvises til en mere uddybende behandling af dette emne i afsnit 3.6.

3.2. Planlægning af arealanvendelse

Den ud fra støjmæssige synspunkter vigtigste foranstaltning i forbindelse med planlægning af arealanvendelse er, som nævnt ovenfor, at sikre en hensigtsmæssig geografisk adskillelse af områder for støjfrembringende aktiviteter og områder for støjfølsomme aktiviteter. I praksis vil det ofte være vanskeligt eller uigennemførligt at etablere et »ingenmandsland« mellem de to kategorier af områder, der er tilstrækkeligt bredt til, at man alene gennem denne foranstaltning kan opnå tilfredsstillende forhold. Det vil derfor som regel være nødvendigt at anvende supplerende foranstaltninger. Eksempler på sådanne supplerende foranstaltninger gives i det følgende.

Anvendelse af en skærmende randbebyggelse

En randbebyggelse ved ydergrænserne for områdetyperne 1 og 2 kan være en effektiv støjdæmpende foranstaltning, såfremt brugen af denne bebyggelse ikke selv giver anledning til støjende aktiviteter. En konsekvent gennemførelse af dette princip le-

der til en zoneopdeling af erhvervs- og industriområder. Virksomheder, der har en stor støjemission placeres midt i områderne, medens virksomheder, der kun udstråler en lille støjefekt – kontorbygninger, lagerbygninger m.fl. – placeres langs områdernes ydergrænser. Det vil iøvrigt i visse tilfælde også være muligt at placere den skærmende randbebyggelse ved støjfølsomme områders ydergrænser.

Der findes eksempelvis tilfælde, hvor man har placeret forretningsbygninger, der kun medfører en lille trafik, mellem en stærkt trafikeret vej og et boligområde.

Placering af en jordvold i »ingenmandsland«

En jordvold bør enten placeres tæt ved støjkilden eller tæt ved det område, der skal beskyttes mod støj. Det er muligt gennem beregninger at bestemme den nødvendige højde af jordvolden, såfremt man kender den af støjkilden udstrålede effekt, miljøkravene og de geografiske afstande. En jordvold kan som regel kun anvendes med fordel, såfremt støjkilden er tæt ved jordoverfladen, f.eks. i 0-3 m's højde. Man må yderligere gøre sig klart, at den dæmpende virkning – under forudsætning af fladt terræn – normalt kun optræder nær ved jordoverfladen, f.eks. op til en højde af 3-5 meter.

En jordvold tager megen plads. Dens bredde ved jordoverfladen er 3-5 gange jordvoldens højde plus et tillæg svarende til bredden af jordvoldens krone.

Placering af en skærm i »ingenmandslands«

Der gælder nøjagtigt de samme synspunkter for en skærm som anført ovenfor for en jordvold. En skærm har imidlertid den fordel, at den kun kræver lidt plads i sammenligning med den plads, som en jordvold kræver. En skærm placeres ofte i virksomhedens skel. Der findes en række kommercielt fremstillede skærme på markedet.

Beplantningsbælter i »ingenmandsland«

Et beplantningsbælte vil ikke give en nævneværdig dæmpning med mindre:

- a. Beplantningens bredde er 20-50 m eller mere.
- b. Beplantningen er rimelig høj dvs. mindst 8-10 m, og
- c. Beplantningen er tæt helt ned til jordoverfladen.

Beplantningen må være stedsegrøn, hvis den skal være effektiv som støjdæmpende foranstaltning hele året.

Placering af veje i »ingenmandsland«

Det foreslås undertiden, at anvende »ingenmandsland« til fremføring af veje. En vej

kan naturligvis sikre en vis afstand mellem områder for støjende aktiviteter og områder for støjfølsomme aktiviteter, men denne afstand er i de fleste tilfælde næsten betydningsløs i støjmæssig henseende. Man må ikke glemme, at en vej er en støjkilde i sig selv, hvorfor det næsten altid er en dårlig ide at placere veje i »ingenmandsland«. Det kan kun accepteres, hvis der er tale om en vej for ren lokaltrafik til mindre boligområder.

3.3. Områder hvis anvendelse allerede er planlagt

Der er ifølge sagens natur snævre grænser for administrative dispositioner m.h.t. arealanvendelse inden for områder, hvis anvendelse allerede er planlagt. Der er dog visse betydningsfulde muligheder, der bør have i erindring i det daglige arbejde.

Den ovenfor omtalte zoneopdeling af erhvervs- og industriområder bør således søges gennemført i den udstrækning, det måtte være muligt. Myndighederne bør derfor gøre virksomheder, der står overfor nyetablering, opmærksom på de fordele, der kan opnås ved at placere en virksomhed, der udsender stor støjeffekt, midt i et erhvervs- og industriområde frem for ved områdets ydergrænse.

Områder for blandet bolig- og erhvervsbebyggelse - områdetype 3 - bør holdes under nøje observation. Det bør tilstræbes at undgå opførelse af nye virksomheder eller at foretage væsentlige udvidelser af eksisterende virksomheder på grunde, der ligger i delområder, hvor hovedparten af bebyggelsen er beboelsesejendomme. Undtagelser bør kun gøres, hvis det er muligt at fastsætte støjgrænser for virksomheden, der svarer til grænseværdierne for områdetype 5. På tilsvarende måde bør det tilstræbes at undgå opførelse af nye beboelsesejendomme på grunde, der ligger i delområder, hvor hovedparten af bebyggelsen er virksomheder.

3.4. Etablering af konsekvensområder

Et konsekvensområde er et område, hvor der er lagt sådanne bånd på områdets fremtidige arealanvendelse, at der ikke kan placeres støjfølsomme anlæg eller aktiviteter, f.eks. boligbebyggelse, i konsekvensområdet.

På ikke planlagte områder, der støder op til erhvervs- og industriområder, og ikke planlagte områder, der støder op til virksomheder, som er placeret i det åbne land, er der ofte et relativt højt støjniveau. Det er - ikke mindst af hensyn til virksomhederne - ønskeligt, at der etableres konsekvensområder omkring nyplanlagte erhvervs- og industriområder og omkring nyetablerede virksomheder i det åbne land med henblik på at undgå fremtidige konfliktsituationer.

Man har i årenes løb set en del eksempler på, at virksomheder, der har etableret sig

i områder udlagt til erhvervs- og industrivirksomheder, i løbet af få år er løbet ind i alvorlige støjproblemer, fordi tilstødende områder er blevet udlagt til boligbebyggelse. En sådan konfliktsituation er meningsløs og bør forhindres af hensyn til virksomheder og de personer, der lever i boligerne. Det er klart et myndighedsansvar at sikre, at sådanne situationer ikke opstår. Etablering af konsekvensområder er en effektiv fremgangsmåde til løsning af disse problemer.

Luftfartsmyndighederne har gennem en del år været opmærksom på værdien af etablering af konsekvensområder omkring lufthavne og flyvepladser. Dette har medført, at der allerede er etableret konsekvensområder omkring nogle store provinslufthavne. Denne udvikling bør have afsmittende virkning m.h.t. etablering af konsekvensområder omkring erhvervs- og industriområder og omkring virksomheder i det åbne land.

3.5. Tilladelse til etablering af mindre servicevirksomheder og andre virksomheder i boligområder

Ud fra støjmæssige synspunkter bør der i princippet kun findes boliger i boligområder, men andre – ikke miljømæssige – hensyn, kan ofte gøre det ønskeligt at placere bl.a. mindre servicevirksomheder, f.eks. forretninger, i store boligområder. Sådanne virksomheder bør overholde de i afsnit 2 anførte vejledende grænseværdier.

I forbindelse med de overvejelser, der gøres af myndigheder og virksomheder, inden der gives tilladelse til etablering af nye servicevirksomheder og andre virksomheder i boligområder, er der en række forhold, der bør have sig for øje.

Placering af servicevirksomheder

Det er ønskeligt, at servicevirksomheder placeres på steder, hvor støjulempene bliver mindst mulige. Da trafik til og fra servicevirksomheder tit er hovedkilden til støjulempene, vil det være hensigtsmæssigt at placere servicevirksomhederne på steder, hvor der i forvejen er en del trafikstøj.

Benzinsalgssteder og taxaholdepladser kan give støjulempen størstedelen af døgnet. Restaurationer og diskoteker giver især støjulempen sent om aftenen, mens avis- og bladfordelingscentraler medfører støjulempen meget tidligt om morgenen.

3.6. Bygherrens overvejelser ved valg af byggegrund

Det er særdeles vigtigt, at en bygherre inddrager overvejelser angående miljøproblemer – herunder støjproblemer – i sine overvejelser i forbindelse med valg af byggegrund for en virksomhed. Et hensigtsmæssigt valg kan medføre væsentlige økonomiske besparelser. Nedenfor nævnes og kommenteres en række problemer, der bør

indgå i sådanne overvejelser. Disse overvejelser bygger på, at man regner med, at støjvilkårene for virksomheden vil blive fastsat i overensstemmelse med de vejledende grænseværdier.

Valg af områdetype

Områdetyperne 1 og 2 er områder, der er udlagt til erhvervs- og industriformål. Det vil derfor, ud fra støjmæssige synspunkter, være logisk at overveje placering af en ny støjende virksomhed i en af disse områdetyper. Stærkt støjende virksomheder bør primært placeres i områdetype 1.

Områdetype 3 bør kun komme på tale ved placering af mindre og lidet støjende virksomheder. Man må imidlertid gøre sig klart, at kravene til et relativt lavt støjniiveau i områdetype 3 kan medføre forskellige driftstekniske problemer, hvis man placerer en virksomhed i denne områdetype.

1. Udendørs arbejde kan af støjmæssige grunde være umuligt.
2. Man kan blive nødt til at træffe ekstraordinære lydisolerende foranstaltninger for at sikre, at indendørs støj dæmpes tilstrækkeligt, inden støjen kommer ud i det fri.
3. Det bliver vanskeligt eventuelt umuligt at arbejde på normal måde om aftenen og natten, idet det ikke vil være muligt at overholde de ret lave vejledende grænseværdier for aften- og natperioderne.
4. Eventuelt senere udvidelser af virksomheden kan vise sig umulige af støjmæssige grunde.

Områdetyperne 4 og 5 er boligområder. Virksomheder bør derfor ikke placeres i disse områder, med mindre det er små servicevirksomheder, som man af andre - ikke miljømæssige - hensyn finder det ønskeligt at placere her. Der henvises til afsnit 3.5, hvor der findes en nærmere omtale af problemerne knyttet til servicevirksomheder og »fremmede« virksomheder i boligområder.

I områdetyperne 6 og 7 bør der ikke placeres virksomheder bortset fra små lokale servicevirksomheder.

I områdetype 8 bør der kun placeres virksomheder, som naturligt hører hjemme der, se nærmere omtale af områdetyperne 8 i afsnit 2.2.3.

Omliggende områders indflydelse på valg af byggegrunde

Det er ikke tilstrækkeligt, at man i forbindelse med valg af byggegrunde sikrer sig, at det er muligt at overholde de vejledende grænseværdier for den områdetype, i hvilken virksomheden tænkes placeret. Man skal nøje overveje, om virksomheden også kan overholde grænseværdierne for de omliggende områder, der belastes af støj fra virksomheden, idet grænseværdierne for de omliggende områder kan være væsentlig lavere og derfor også vanskeligere at overholde. Dette forhold overses jævnligt, og kan medføre ubehagelige overraskelser, når virksomheden sættes i

drift. Problemerne med overholdelse af grænseværdierne for de omliggende områder kan reduceres betydeligt, eventuelt helt elimineres, såfremt man undgår at placere virksomheden på en grund, der støder umiddelbart op til omliggende områder med lave grænseværdier. Holdes der en rimelig afstand til omliggende områder med lave grænseværdier, og findes der andre, passende høje bygninger mellem byggegrunden og de omliggende områder, vil disse bygninger i mange tilfælde kunne skærme tilstrækkeligt til, at grænseværdierne for de omliggende områder kan overholdes.

Skærmende virkning af egne bygninger

Det vil være hensigtsmæssigt at udnytte den skærmende virkning af virksomhedens egne bygninger. Dette betyder, at støjende maskiner og anlæg ikke placeres på den side af bygningen, der vender over mod et støjfølsomt nabo område, men derimod placeres på den modsatte side. Denne foranstaltning vil i de fleste tilfælde være billig og enkel at gennemføre på projekteringsstadiet.

Kontakt med myndighederne

Det vil være hensigtsmæssigt inden endelige beslutninger træffes – og endnu bedre på et tidligt tidspunkt af overvejelserne – at etablere kontakt med myndighederne for at fremskaffe oplysninger, der ikke måtte være offentlig tilgængelige, f.eks. eventuelle planer om fremtidig anvendelse af ikke planlagte områder.

4. Godkendelse af nye særligt forurenende virksomheder. Fastsættelse af støjvilkår

4.1. Lovmæssig baggrund

Særligt forurenende virksomheder* er virksomheder, der er optaget på bilag til miljøbeskyttelsesloven. Disse virksomheder må ikke anlægges eller påbegyndes, før godkendelse er meddelt, jfr. lovens kapitel 5, § 35.

Ansøgning om godkendelse skal være ledsaget af de nødvendige planer, tegninger og beskrivelser til forståelse af projektet samt en angivelse af arten og omfanget af den forventede forurening. Det skal oplyses, hvilke foranstaltninger der vil blive foretaget til afhjælpning af denne forurening.

Godkendelsen skal, jfr. § 41 indeholde angivelse af de omstændigheder, der er lagt til grund ved godkendelsen, herunder placeringen af virksomheden på den faste ejendom, og de foranstaltninger, som forudsættes gennemført til begrænsning af forureningen. I godkendelsen skal tillige anføres de fastsatte vilkår med hensyn til virksomhedens etablering og drift.

4.2. Etablering af en ny virksomhed

Et af hovedpunkterne i godkendelsen af en virksomhed er de støjgrænser, som virksomheden skal overholde, dels i det område, hvor virksomheden er beliggende, dels i de omliggende områder, der belastes af støj fra virksomheden.

Ved myndighedernes fastsættelse af støjgrænserne bør både den planlagte og den faktiske anvendelse af såvel det område, hvori virksomheden tænkes etableret, som de omliggende områder have for øje. Desuden bør det erindres:

- at det er miljøbeskyttelseslovens hensigt, at enhver unødigt forurening skal undgås,
- at de for virksomheden fastsatte støjgrænser kun undtagelsesvis bør være højere end de gældende vejledende grænseværdier, der er anført i afsnit 2, dvs.:
 1. de i tabel I anførte grænseværdier for støjbelastning og
 2. de i tabel II anførte grænseværdier for maksimalværdier af støjniveauet,
 samt hvis relevant:
 3. de i tabel III anførte grænseværdier for støjbelastning, der skyldes støj, der hovedsagelig transmitteres gennem bygningskonstruktioner og
 4. de i tabel IV anførte grænseværdier for maksimalværdierne af støjniveauet, frembragt af støj der hovedsagelig transmitteres gennem bygningskonstruktioner.

* I loven om miljøbeskyttelse og de tilhørende bekendtgørelser omtales normalt: Virksomheder, anlæg og indretninger. I denne vejledning benyttes ordet »virksomheder« som en fællesbetegnelse.

Støjgrænserne skal som hovedregel overholdes i en højde af 1,5 m over terræn. Er lydudbredelsesforholdene mellem støjkilde og målepositionen komplicerede, f.eks. på grund af en eller flere bygninger eller støjskærme, der giver væsentlig skærmende virkning, kan det være rimeligt i en konkret sag at fastsætte andre højder over terræn, i hvilke de for virksomheden fastsatte støjgrænser skal overholdes. Dette er særligt vigtigt, når en virksomhed medfører støjulemper ved etageboliger i omliggende områder, se iøvrigt afsnit 2.2.2. Såfremt det er rimeligt at fastsætte andre højder, må disse højder tydeligt angives i støjvilkårene.

Det er væsentligt, at vilkårene nøje præciserer de fastsatte støjgrænser. Dette kan eksempelvis ske på den måde, det er gjort i følgende konkrete eksempel:

»Da virksomheden er beliggende i et blandet bolig- og erhvervsområde, må virksomhedens bidrag - målt udendørs - til det ækvivalente, korrigerede støjniveau i dB(A) i intet punkt i området - uden for virksomhedens egen grund - overstige de nedenfor anførte værdier:

	Dag	
Mandag-fredag	kl. 07.00-18.00	55 dB(A)
lørdag	kl. 07.00-14.00	55 dB(A)
lørdag	kl. 14.00-18.00	45 dB(A)
søn- og helligdage	kl. 07.00-18.00	45 dB(A)
	Aften	
Alle dage	kl. 18.00-22.00	45 dB(A)
	Nat	
Alle dage	kl. 22.00-07.00	40 dB(A)

Maksimalværdien af støjniveauet må om natten ikke overstige 55 dB(A).

Da de omliggende områder alle er boligområder med åben og lav boligbyggelse*, må virksomhedens bidrag til det ækvivalente, korrigerede støjniveau i dB(A) i intet punkt i disse områder overstige de nedenfor anførte værdier:

*) Normalt tages der udgangspunkt i de planlægningsmæssige områdetyper, som disse er fastlagt ved lokalplan, byplanvedtægt el.lign. Hvor den faktiske anvendelse ikke svarer til den planlægningsmæssige - eller hvor der ikke findes en planlægningsmæssig fastlæggelse af områderne, skal miljømyndigheden i den enkelte afgørelse nøje fastlægge de relevante områders grænser og angive områdetype.

	Dag	
Mandag-fredag	kl. 07.00-18.00	45 dB(A)
lørdag	kl. 07.00-14.00	45 dB(A)
lørdag	kl. 14.00-18.00	40 dB(A)
søn- og helligdage	kl. 07.00-18.00	40 dB(A)
	Aften	
Alle dage	kl. 18.00-22.00	40 dB(A)
	Nat	
Alle dage	kl. 22.000-07.00	35 dB(A)

Maksimalværdien af støjniveauet må om natten ikke overstige 50 dB(A)«

Der bør i støjvilkårene redegøres for, i hvilket omfang virksomheden selv skal dokumentere overfor miljømyndighederne, at virksomheden overholder de fastsatte støjvilkår. Der bør findes en rimelig balance mellem myndighedernes krav om en jævnlig dokumentation, og virksomhedernes ønske om at begrænse kontrolmålingernes omfang mest muligt.

Det bør kræves, at virksomheden gennemfører kontrollen efter de samme principper og med den samme omhu, som anvendes af de af myndighederne benyttede institutioner. Det bør derfor i støjvilkårene fastsættes, at virksomhedens kontrol bør ske ud fra de i afsnit 7 og afsnit 9 givne retningslinier. Det er særlig vigtigt at kræve, at målerapporten er udfærdiget i overensstemmelse med retningslinierne nedfældet i afsnit 9.10.

Det er væsentligt, at det nøje præciseres i støjvilkårene, på hvilken måde virksomheden gennem egenkontrol skal dokumentere overfor myndighederne, at støjvilkårene overholdes. Dette kan eksempelvis ske på følgende måde:

»Virksomheden skal inden tre måneder, efter at virksomheden er taget i brug, gennem målinger dokumentere overfor kommunalbestyrelsen, at ovennævnte støjvilkår er overholdt. Målingerne skal udføres under forhold hvor virksomheden er i fuld drift.

Målingerne skal udføres som angivet i miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984:

»Ekstern støj fra virksomheder« afsnit 7 og afsnit 9.

Målerapporten skal i relevante dele udfærdiges som angivet i vejledningens afsnit 9.10.

Et eksemplar af målerapporten indsendes til kommunalbestyrelsen, og et eksemplar opbevares i mindst 3 år på virksomheden.

Målingerne skal gentages, når tilsynsmyndigheden finder det påkrævet, dog højst 1 gang om året.«

Såfremt det anses for rimeligt at tillade, at støjvilkårene overtrædes i forbindelse med påregnelige særligt støjende aktiviteter, skal sådanne undtagelser anføres i godkendelsen.

Mange virksomheder vil ikke selv være i stand til at udføre kontrolmålingerne på forsvarlig måde og bør derfor engagere et kvalificeret firma eller en institution til at udføre målingerne.

4.3. Udvidelse eller ændring af en virksomhed

De virksomheder, der er optaget på miljølovens liste over særligt forurenende virksomheder, må ikke udvides eller ændres bygnings- eller driftsmæssigt på en måde, som indebærer forøget forurening, før udvidelsen eller ændringen er godkendt, jfr. lovens kapitel 5, § 35.

Godkendelsen gennemføres efter de samme principper, som gælder ved godkendelse af en ny virksomhed. De i vilkårene fastsatte støjgrænser omfatter normalt kun selve udvidelsen eller den ændrede del af virksomheden.

I nogle tilfælde vil det ikke være muligt at måle støjbelastningen frembragt af udvidelsen eller den ændrede del af anlægget. Dette forekommer f.eks. når udvidelsen eller den ændrede del ikke kan fungere alene. Det kan så komme på tale at overveje, om det gennem beregninger er muligt at godtgøre, at de støjgrænser, der ifølge denne vejledning bør gælde for nye virksomheder overholdes, eller om der skal stilles krav til reduktion af støjen fra den samlede virksomhed.

5. Særligt forurenende virksomheder, der er etableret før miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden den 1. oktober 1974. Behandling af sager vedrørende støjulemper

5.1. Lovmæssig baggrund

Virksomheder, som er optaget på miljøbeskyttelseslovens liste over særligt forurenende virksomheder, men som er etableret før lovens ikrafttræden den 1. oktober 1974, skal ikke have miljøgodkendelse med mindre virksomheden siden lovens ikrafttræden har foretaget bygnings- eller driftsmæssige ændringer, som indebærer forøget forurening, jfr. afsnit 4.3.

Sådanne bestående virksomheder kan dog ansøge om frivillig godkendelse, jfr. miljøbeskyttelseslovens § 37. Herved opnår virksomheden den retsbeskyttelse som gælder for godkendte virksomheder. Det vil sige, at virksomheden ikke kan mødes med yderligere miljøkrav fra myndighederne, med mindre virksomhedens forurening går væsentligt ud over det, som blev lagt til grund ved godkendelsen, jfr. miljøbeskyttelseslovens § 44, stk. 4.

En række virksomheder har søgt om frivillig godkendelse. Disse godkendelser har også omfattet støjforhold.

Over for bestående virksomheder, som er omfattet af lovens bilag, men som ikke har søgt om godkendelse, kan kommunalbestyrelsen meddele påbud om foretagelse af afhjælpende foranstaltninger, hvis virksomheden medfører forurening, som ikke skønnes at være uvæsentlig, jfr. miljøbeskyttelseslovens § 44 stk. 1.

Denne adgang til at meddele påbud anvendes i udstrakt grad i sager, hvor miljømyndigheden finder, at en klage over de støjulemper virksomheden påfører klageren, er berettiget.

Herudover indeholder miljøbeskyttelsesloven nogle særlige regler om, at miljøministeren (miljøstyrelsen) kan pålægge nærmere bestemte virksomheder at søge godkendelse, jfr. miljøbeskyttelseslovens §§ 36 og 38.

5.2. Sagsbehandling

5.2.1. Målsætning

Det bør ved behandling af sager vedrørende bestående virksomheder holdes for øje, at lovens hensigt er, at enhver unødigt forurening skal undgås.

Begrundelsen for at fremhæve lovens hensigt i forbindelse med de i nærværende afsnit omhandlede virksomheder er, at der for de i dette afsnit omtalte virksomheder kan blive tale om væsentlige større tekniske/økonomiske problemer i forbindelse med overholdelse af de i afsnit 2 anførte vejledende grænseværdier end ved nye virksomheder. Ved nye virksomheder har man i stor udstrækning mulighed for – gennem planmæssige foranstaltninger og ved indkøb af støjsvage maskiner – at reducere støjen hidrørende fra virksomheden. Denne mulighed eksisterer kun i begrænset omfang ved bestående virksomheder.

Målsætningen ved bestående virksomheder bør imidlertid være den samme som ved nye virksomheder, idet det dog må erkendes, at det for bestående virksomheder kan være nødvendigt at acceptere støjgrænser højere end de vejledende grænseværdier anført i afsnit 2.

5.2.2. Fastsættelse af støjgrænser

Behandlingen af sager vedrørende bestående virksomheder afviger en del fra behandlingen af sager, der angår godkendelse af nye virksomheder. Ved bestående virksomheder har man mulighed for gennem målinger at fastslå, hvilken støj virksomhederne giver anledning til, og på grundlag heraf vurdere, om støjulemperne er væsentlige. Målinger spiller derfor en stor rolle. Der bør udarbejdes en rapport over målingerne, og denne rapport bør give mulighed for en sammenligning af måleresultater og de relevante vejledende grænseværdier. Hvis måleresultaterne ligger over de vejledende grænseværdier, bør myndighederne nøje overveje at give virksomheden påbud om at nedbringe støjen, således at de vejledende grænseværdier kan overholdes. Myndighedernes overvejelser vil kunne lattes betydeligt, såfremt der ved de ovenfor omtalte målinger er foretaget en bestemmelse af de enkelte (væsentligste) støjklunders bidrag til støjbelastningen. Foranstaltninger til reduktion af støjen kan enten bestå i en reduktion af støjen eller en dæmpning af støjen under dennes udbredelse. Miljømyndighederne bør – på grundlag af de i målerapporten givne oplysninger om mulighederne for at nedbringe støjniveauet – overveje, om det er sandsynligt, at det er muligt inden for rimelige tekniske/økonomiske rammer at reducere støjbelastningen så meget, at de vejledende grænseværdier kan overholdes. Det er naturligvis virksomhedens opgave at udarbejde et egentligt projekt til støjreducerende foranstaltninger. Myndighedernes overvejelser vedrørende støjdæmpende foranstaltninger har alene til formål at helyse, om de støjvilkår, der tænkes fastlagt, kan anses for økonomisk overkommelige.

Det bør bemærkes, at begrebet »bestående virksomheder« i denne vejledning kun omfatter virksomheder, der er etableret før miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden 1. oktober 1974.

Støjbelastningen, som en virksomhed påfører et område, er større, når vinden blæser fra virksomheden mod området, end når vinden blæser fra området mod virksomheden. Det hænder derfor undertiden, at en bestående virksomhed ønsker fastsat støjgrænser for et støjfølsomt område, der er højere end de vejledende grænseværdier, under henvisning til, at vinden forholdsvis sjældent blæser fra virksomheden mod det støjfølsomme område.

Dette anføres f.eks. ofte, hvis virksomheden ligger nordøst for boligområdet.

Det er korrekt, at det antal dage af året, på hvilke vinden blæser fra nordøst er forholdsvis lille. Det er derimod ikke korrekt, at man kun ser på det antal dage, vinden blæser fra nordøst. Man skal tage alle de dage, på hvilke vindretningen ligger inden for området nordvest-nord-nordøst-øst-sydøst. (Vindhastigheden har i dette område en positiv komponent i retningen fra virksomheden til boligområdet).

Den anførte begrundelse for at fastsætte højere støjgrænser end de for området gældende vejledende grænseværdier bør derfor ikke accepteres.

Det hænder undertiden, at en bestående virksomhed ønsker, at støjgrænserne for virksomheden skal sættes højere end de vejledende grænseværdier, idet der henvises til, at der er andre virksomheder - eller andre støjkluder - der medfører lige så høje eller endog højere støjniveauer. Denne begrundelse bør ikke accepteres, da det alene er støjen fra den enkelte virksomhed, der bør være afgørende for de støjvilkår, der fastsættes. Er der andre virksomheder, der ikke overholder de vejledende grænseværdier, bør den logiske konsekvens være, at det undersøges, om støjen fra disse virksomheder bør nedbringes.

Det må dog erkendes, at det i nogle tilfælde vil være rimeligt at fastsætte støjgrænser, der ligger over de vejledende grænseværdier. Det vil således være tilfældet, hvis:

- a) Miljømyndighedernes egne overvejelser godtgør, at de tekniske/økonomiske konsekvenser af et krav om overholdelse af grænseværdierne påfører virksomheden urimelige udgifter eller driftsbetingelser.
- b) Virksomheden fremlægger så veldokumenterede og tungtvejende tekniske/økonomiske grunde, at miljømyndigheden føler sig overbevist om, at det er urimeligt at kræve grænseværdierne overholdt.

Vælger miljømyndighederne i en konkret sag at fastsætte støjgrænser, der ligger højere end grænseværdierne, vil det ikke være rimeligt at tillade værdier, der ligger mere end 5-10 dB(A) højere. Tillæg til aften- og natværdierne bør kun gives, hvor det er nødvendigt for virksomheden at arbejde i to- eller treskiftsdrift.

Såfremt miljømyndighederne finder, at et påbud om umiddelbar gennemførelse af

afhjælpende foranstaltninger, der sikrer grænseværdiernes overholdelse, medfører urimelige tekniske/økonomiske konsekvenser for virksomheden, bør det overvejes, om det vil være rimeligt at give påbud om en gradvis nedsættelse af støjen over en nærmere fastlagt tidsperiode.

De i afsnit 4.2 beskrevne retningslinier for, i hvilket omfang og på hvilken måde en virksomhed skal dokumentere overfor myndighederne, at den overholder de fastsatte støjvilkår, kan også anvendes i forbindelse med påbud overfor bestående virksomheder.

De i afsnit 4.2 anførte synspunkter med hensyn til den højde over terræn, i hvilken de for en virksomhed fastsatte støjgrænser skal overholdes, finder også anvendelse ved bestående virksomheder.

Til belysning af, hvorledes et påbud kan udformes, anføres et konkret eksempel på et påbud udstedt af X-købing kommune:

»Kommunen har modtaget klager fra beboerne i parcelhusområder S-SØ for virksomheden Chromoplast over støjulemper fra virksomheden. Der klages over støjulemper både om dagen og om aftenen. Det anføres i klageskrivelserne, at støjulemperne især optræder ved de parcelhuse, der ligger umiddelbart op til virksomheden.

Miljø- og levnedsmiddelkontrollenheden har for kommunens regning udført målinger af Chromoplasts bidrag til støjen i parcelhusområdet. Det fremgår af målerapporten, at støjbelastningen frembragt af Chromoplast i det i rapporten angivne målepunkt er som anført nedenfor. De anførte talværdier for støjbelastningen er de ækvivalente, korrigerede støjniveauer i dB(A).

Hverdage	kl. 07.00-18.00	54 dB(A)
Aften (man-fred)	kl. 18.00-22.00	50 dB(A)
Andre tidspunkter	Virksomheden er ikke i drift	

Målingerne er udført som angivet i miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984, afsnit 7 og afsnit 9. Målerapporten er udfærdiget som angivet i vejledningens afsnit 9.10.

Efter modtagelse af målerapporten besluttede kommunalbestyrelsen - i overensstemmelse med § 68 i miljøbeskyttelsesloven - skriftligt at underrette virksomheden om, at kommunalbestyrelsen agtede at meddele virksomheden påbud om nedbringelse af virksomhedens bidrag til støjbelastningen i parcelhusområdet. Konkrete støjgrænser blev anført i skrivelsen, og samtidig blev virksomheden opfordret til at bidrage med oplysninger om omkostninger, fordele og ulemper ved påbudet.

Efter modtagelse af virksomhedens kommentarer meddelte kommunalbestyrelsen virksomheden følgende påbud med hjemmel i miljøbeskyttelseslovens § 44, 1:

Idet X-købing kommunalbestyrelse finder, at virksomheden Chromoplast giver anledning til væsentlig støjforurening både i dag- og aften timerne, jfr. vedlagte støjmålerapport og kommunalbestyrelsens forhåndsvarsling, pålægger kommunalbestyrelsen virksomheden at gennemføre støjdæmpende foranstaltninger inden 4 måneder fra dato, således at virksomhedens bidrag til det ækvivalente, korrigerede støjniveau i dB(A) - målt i parcelhusområdet S-SØ for virksomhedens areal - ikke overskrider følgende værdier:

Mandag-fredag	kl. 07.00-18.00	45 dB(A)
Lørdag	kl. 07.00-14.00	45 dB(A)
	kl. 14.00-18.00	40 dB(A)
Aften	kl. 18.00-22.00	40 dB(A)

Kommunalbestyrelsen har samtidig forudsat, at virksomheden ikke er i drift uden for de nævnte tidsrum.

Virksomheden skal inden tre måneder, efter at de støjdæmpende foranstaltninger er gennemført, gennem målinger dokumentere overfor kommunalbestyrelsen, at ovennævnte støjgrænser er overholdt.

Målingerne skal udføres som angivet i miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984, afsnit 7 og afsnit 9.

Målerapporten skal i relevante dele udfærdiges som angivet i vejledningens afsnit 9.10.

Et eksemplar af målerapporten indsendes til kommunalbestyrelsen og et eksemplar opbevares i mindst 3 år på virksomheden.

Kommunalbestyrelsens afgørelse vil blive offentliggjort i Dagbladet og Aftenbladet den 1.3.1984.

Kommunalbestyrelsens afgørelse kan inden 4 uger fra offentliggørelsen påklages til miljøstyrelsen.

Eventuel klage indsendes til kommunalbestyrelsen i X-købing og skal være kommunalbestyrelsen i hænde senest den 29. marts 1984.«

6. Andre virksomheder. Behandling af sager vedrørende støjulemper

6.1. Lovmæssig baggrund

Overfor erhvervsvirksomheder, som ikke er omfattet af bilaget til miljøbeskyttelsesloven over særligt forurenende virksomheder, kan kommunalbestyrelsen meddele påbud om afhjælpende foranstaltninger, hvis virksomheden i en ikke uvæsentlig grad medfører uhygiejniske forhold eller ulemper for omgivelserne.

Det samme gælder for idrætsanlæg, fritidsklubber og lignende (organiserede) fritidsaktiviteter, som medfører væsentlige støjulemper for omgivelserne.

Der kan også meddeles påbud om afhjælpende foranstaltninger, hvis et fast anlæg, der anvendes til energiproduktion, udsender støj eller på anden måde medfører væsentlig ulempe for omgivelserne.

Reglerne herom findes i miljøreglementet (bekendtgørelse nr. 663 af 16. december 1982 af reglement om miljøbeskyttelse) kapitel 11 og kapitel 10.

6.2. Sagsbehandling

Sagsbehandlingen foretages efter samme retningslinier, som anført i afsnit 5. Det skal dog bemærkes, at der ikke kan søges om godkendelse af disse virksomheder.

7. Retningslinier for kontrol med overholdelse af de for en virksomhed fastsatte støjgrænser

7.1. Målepositioner for kontrolmålinger

Det er måleteknikerens opgave at tage stilling til antallet og placeringen af målepositionerne, når der skal udføres målinger med henblik på at kontrollere, om de for en virksomhed fastsatte støjgrænser er overholdt.

Støjgrænser er i de fleste tilfælde fastsat områdevis for de for virksomheden relevante områder. De relevante områder omfatter normalt det område, i hvilket virksomheden er beliggende, og de omliggende områder, der belastes af støj fra virksomheden. Støjgrænserne for et konkret område skal principielt overholdes på ethvert sted i området.

Måleteknikerens bør vælge målepositioner på de steder, hvor det kan forventes, at der vil være størst sandsynlighed for at støjgrænserne ikke er overholdt. Skal målinger udføres for at belyse en sag, i hvilken der foreligger en klage over støjforurening fra en virksomhed, bør mindst en af målepositionerne vælges ved klagerens bopæl.

Det vil ofte være vanskeligt at konstatere, om virksomheder beliggende i områdetyperne 1 og 2 overholder støjgrænserne i ethvert punkt inden for disse områder, idet de andre i disse områder beliggende virksomheder tit frembringer et højt støjniveau. Det vil i sådanne tilfælde normalt være tilstrækkeligt at kontrollere, at virksomheden overholder den virksomheden pålagte støjgrænse - indenfor området i hvilket virksomheden er beliggende - ved virksomhedens eget skel. Man må dog ikke vælge målepositioner på steder, hvor bygninger, skærme m.v. på virksomhedens egen grund medfører et særligt lavt støjniveau.

Det er en selvfølge, at kontrollen af om støjgrænserne overholdes ved virksomhedens eget skel skal suppleres med kontrol - efter de sædvanlige retningslinier - af støjgrænsernes overholdelse i de omliggende områder.

Normalt vil man vælge målepositioner for kontrolmålinger på de dele af de omliggende områders skel, der ligger tættest ved virksomheden. Her vil der være størst sandsynlighed for, at støjgrænserne vil blive overskredet, såfremt der er tale om frie lydudbredelsesforhold. Der bør i hvert enkelt tilfælde tages stilling til, om bygninger, støjskærme eller stærkt kuperede terrænforhold medfører, at der er størst sandsynlighed for overtrædelse i andre positioner. Er dette tilfældet, skal man naturligvis udføre kontrolmålinger i disse positioner.

Kontrolmålinger under særligt vanskelige forhold

Det må erkendes, at det i visse tilfælde kan være meget vanskeligt at kontrollere, om en virksomhed overholder de for virksomheden fastsatte støjgrænser. Et typisk eksempel er en virksomhed, der ligger tæt ved en stærkt trafikeret vej, på hvis anden side der findes et boligområde.

Trafikstøjen vil kun undtagelsesvis have et niveau, der er så lavt, at man med tilstrækkelig sikkerhed kan måle støjbelastningen, som virksomheden frembringer i boligområdet.

7.2. Målebetingelser

Resultatet af støjmålinger er i meget høj grad påvirket af de betingelser, under hvilke målingerne udføres. Det er derfor nødvendigt at gøre sig klart, hvilke målebetingelser der skal foreligge, når man gennem målinger ønsker at kontrollere, om de i denne vejledning anførte vejledende grænseværdier er overholdt. Nøjagtigt de samme problemer foreligger naturligvis, når man gennem målinger ønsker at kontrollere, om de for en virksomhed fastsatte støjgrænser er overholdt.

Nedenfor omtales kort de målebetingelser, der skal være opfyldt, hvis måleresultatet skal benyttes til en relevant sammenligning med de i denne vejledning anførte grænseværdier eller de for en virksomhed fastsatte støjgrænser.

Virksomhedens driftsforhold

Den af en virksomhed frembragte støj afhænger naturligvis af virksomhedens driftsforhold. Målingerne skal udføres under de i praksis forekommende mest støjende driftsforhold. Der kræves ofte omfattende specialviden om en virksomheds produktionsapparat og de af virksomheden producerede produkter for at fastslå, hvilke driftsbetingelser der er relevante i forbindelse med en måling. Det kan i mere komplicerede tilfælde være hensigtsmæssigt at få hjælp af en af virksomheden uafhængig specialist til at fastlægge under hvilke forhold, der skal måles.

Meteorologiske forhold

De meteorologiske forhold, og her tænkes primært på vindretningen og vindhastigheden samt lufttemperaturens afhængighed af højden over jorden, har stor indflydelse på måleresultatet. Det er derfor nødvendigt at fastlægge de meteorologiske forhold, under hvilke målingerne skal udføres. Den meteorologiske ramme, inden for hvilken man kan udføre relevante målinger, er detaljeret beskrevet i vejledning nr. 6/1984: »Måling af ekstern støj fra virksomheder«.

Baggrundsstøjen

Målemikrofonen registrerer ud over støjen fra den konkrete virksomhed tillige baggrundsstøjen. Det er altså totalstøjen, det vil sige summen af virksomhedsstøjen og baggrundsstøjen, der måles. Virksomhedsstøjen kan bestemmes ud fra totalstøjen, hvis man korrigerer måleresultatet for baggrundsstøjens indflydelse. Denne korrektion skal udføres, hvis man skal afgøre om fastsatte støjgrænser eller de vejledende grænseværdier er overholdt. Baggrundsstøjens bidrag til totalstøjen er uvæsentligt, hvis målingerne gennemføres på et tidspunkt, hvor baggrundsstøjniveauet er betydeligt lavere end niveauet af virksomhedsstøjen. Denne situation kan eventuelt opnås, hvis baggrundsstøjen er domineret af enkelte identificerbare støjkluder, der kan standses under målingernes udførelse. Der foreligger i vejledningen nr. 6/1984 »Måling af ekstern støj fra virksomheder«, en detaljeret redegørelse for, hvordan man i andre tilfælde korrigerer for baggrundsstøjens indflydelse på måleresultatet.

Refleksioner

Den støj, en virksomhed frembringer i en måleposition, er sammensat af tre bidrag, nemlig:

1. Et bidrag der skyldes støj, der transmitteres direkte fra støjkilde til måleposition.
2. Et bidrag der skyldes støj, der under transmissionen fra støjkilde til måleposition er blevet reflekteret fra terræn.
3. Et bidrag der skyldes støj, der under transmissionen fra støjkilde til måleposition er blevet reflekteret en eller flere gange fra genstande, f.eks. bygninger uden for virksomhedens egen grund.

De i tabel I og tabel II i afsnit 2.2.2. anførte vejledende grænseværdier er som hovedregel forudsat at gælde i frit felt, hvilket definitions-mæssigt er en situation, hvor de under 1 og 2 anførte bidrag forekommer, mens bidrag 3 er uden betydning.

De for en virksomhed fastsatte støjgrænser skal normalt også gælde for frit felt.

Når man gennem målinger ønsker at kontrollere, om de vejledende grænseværdier eller fastsatte støjgrænser er overholdt, skal man altså måle støjen i frit felt.

Den simpleste måde at eliminere de nævnte refleksioners indflydelse på er at vælge målepositioner, hvor der ikke i nærheden findes store genstande, som giver anledning til refleksioner, der er så kraftige ved målepositionen, at de har indflydelse på måleresultatet. Er det ikke muligt at vælge sådanne målepositioner, må man ty til vejledning nr. 6/1984: »Måling af ekstern støj fra virksomheder«, idet der i denne gives retningslinier for, hvorledes man korrigerer måleresultatet for sådanne refleksioners indflydelse. Problemerne med refleksionen fra genstande er betydelig, når der måles et etageboligområde med flere tæt ved hinanden liggende bygninger. Forholdene bliver særlig outrerede i lukkede gårdrum.

7.3. Måleresultatets variation

Udfører man en række målinger af den støj en virksomhed frembringer i en måleposition, vil man konstatere, at måleresultatet ikke er konstant, men at der er tale om en vis variation. Årsagen til denne variation skal kort omtales.

Driftsforhold

Målingerne skal, som nævnt i afsnit 7.2, udføres under de i praksis forekommende mest støjende driftsforhold. Det kan undertiden være vanskeligt at fastslå, hvilke driftsforhold, der er mest støjende. Det kan desuden være vanskeligt at etablere disse driftsforhold på de tidspunkter, man ønsker at udføre støjmålinger. Variationer i driftsforholdene fra måling til måling kan medføre en ret betydelig variation i måleresultatet. Såfremt man har kendskab til støjens variation med driftsforholdene – f.eks. støjens variation med belastningen på et kraftværk – kan man korrigere de enkelte måleresultater og dermed med rimelig tilnærmelse finde måleresultatet svarende til de mest støjende driftsforhold, selvom driftsforholdene under målingernes udførelse ikke svarer til de mest støjende.

Meteorologiske forhold

Som nævnt i afsnit 7.2 kan man ikke foreskrive, at målingerne skal udføres ved ét bestemt sæt fastlagte meteorologiske forhold, idet dette ville begrænse det antal dage, på hvilke der kan udføres målinger, til et uacceptabelt lille antal. Der er derfor fastlagt en meteorologisk ramme, der er så vid, at der kan udføres målinger på et passende stort antal dage.

Konsekvensen heraf bliver variation i måleresultatet. Såfremt afstanden mellem virksomhed og måleposition er mindre end 100–200 m, vil variationen normalt være af størrelsesordenen 2–4 dB. Er afstanden større, kan variationen blive en del større, især hvis støjilden findes nær ved jordoverfladen.

Måletidsrum

Af praktiske grunde foretages støjmålinger normalt ikke over hele dag-, henholdsvis aften- og natperioden, men kun i kortere perioder, kaldet måletidsrum.

Dette kommer især på tale, hvis støjens sendelse fra virksomheden er konstant.

I vejledning nr. 6/1984: »Måling af ekstern støj fra virksomheder« er der redegjort for de problemer, der er knyttet til anvendelse af et måletidsrum m.v.

Måleapparaturet

Såfremt man anvender præcisionsmåleudstyr, vedligeholder måleudstyret godt og kontrollerer måleudstyrets visning i forbindelse med hver måling gennem anvendelse af en kalibreret lydkilde, vil måleresultatet være så nøjagtigt, at man kan se bort fra måleapparaturets indflydelse på variationen i måleresultatet fundet ved gentagne målinger.

Overholdelse af støjgrænser

Variationen i måleresultatet ved en række gentagne målinger skaber naturligvis let et problem i forbindelse med afgørelsen af, om en fastsat støjgrænse er overholdt. Dette er omtalt i afsnit 7.5.

7.4. Overvågning af målinger

Målinger af støj fra virksomheder må ofte udføres om aftenen eller natten. Dette gælder f.eks. målinger som gennemføres i forbindelse med klager over støj, der medfører støjlempser om aftenen eller natten. Mange målinger udføres tillige om aftenen eller natten for at begrænse baggrundsstøjens indflydelse på måleresultaterne.

I sådanne tilfælde kan det være fristende at udføre målingerne ved hjælp af automatisk registrerende måleapparatur, således at man ikke behøver at opholde sig ved målepositionen i hele måleperioden. En sådan fremgangsmåde må anses for meget betænkelig. Målingerne bør overvåges af måleteknikeren selv, således at der er sikkerhed for, at støj fra uvedkommende støjkilder (trafik på offentlige veje, lufttrafik, hunde, fugle m.v.) ikke påvirker måleresultaterne på ukendt måde. Overvåges målingerne, kan måleteknikeren eventuelt stoppe målingerne, hvis baggrundsstøjniveauet inden for et kortere tidsrum bliver uacceptabelt højt. Overvågning giver ligeledes mulighed for værdifulde subjektive iagttagelser.

Det må stærkt anbefales altid at overvåge målinger, også om dagen. Undlader man helt undtagelsesvis at overvåge en måling, skal der være koblet en båndoptager til måleudstyret, således at man senere har mulighed for gennem aflytning af båndet at konstatere hvilke støjbegivenheder, der optrådte under målingen.

7.5. Ubestemthed og støjgrænser

7.5.1. Ubestemthed

De i denne vejledning anførte vejledende grænseværdier er fastsat ud fra det synspunkt, at grænseværdierne er overholdt, hvis gennemsnitsværdien af resultaterne af uendelig mange målinger - gerne kaldet den sande værdi - af støjen ligger under de vejledende grænseværdier. Et tilsvarende synspunkt skal derfor anlægges ved afgørelsen af, om de for en virksomhed fastsatte støjgrænser er overholdt.

Den sande værdi kan ikke bestemmes i praksis. Man kan imidlertid ud fra det målte støjniveau, måleværdien, bestemme et interval omkring måleværdien, inden for hvilket den sande værdi vil ligge med en vis valgt sandsynlighed. Intervallets bredde er to gange ubestemtheden på måleværdien. Intervallet placeres symmetrisk om måleværdien.

Ubestemtheden er relativt stor, hvis måleværdien er resultatet af en enkelt måling

eller gennemsnitsværdien af resultaterne af nogle få målinger. Ubestemtheden bliver relativt lille, hvis måleværdien er gennemsnitsværdien af resultaterne af mange målinger. Alle målinger skal naturligvis udføres under overholdelse af de i afsnit 7.2. anførte målebetingelser.

Ubestemtheden er ifølge ovennævnte definition afhængig af den valgte sandsynlighedsprocent. En stor sandsynlighedsprocent vil give et stort interval, det vil sige en stor ubestemthed. Miljøstyrelsen finder det hensigtsmæssigt at anvende en sandsynlighedsprocent på 90. (*Student's t, 90% dobbeltsidig, 95% enkeltsideig test*). I vejledning nr. 6/1984: »Måling af ekstern støj fra virksomheder« findes der oplysninger om hvorledes ubestemtheden fastsættes.

Er måleværdien bestemt ved måling af den eksterne støj fra en virksomhed fundet at være f.eks. 43 dB(A), og ubestemtheden i forbindelse med den udførte måling beregnet til 2 dB(A), ligger den sande værdi med 90% sandsynlighed i intervallet mellem 41 dB(A) og 45 dB(A).

7.5.2. Overskridelse af de i et påbud eller vilkår fastsatte støjgrænser

I forbindelse med forvaltningen af miljøbeskyttelsesloven er det et almindeligt princip, at der fra miljømyndighedernes side kun foretages indgreb overfor en virksomhed, såfremt det med 95% sandsynlighed kan dokumenteres, at der er tale om en overskridelse af den fastlagte støjgrænse.

En støjgrænse er overskredet, hvis måleværdien minus ubestemtheden er større end støjgrænsen. Den sande værdi af virksomhedens bidrag til støjbelastningen er da med 95% sandsynlighed større end støjgrænsen.

I det ovenfor anførte eksempel er støjgrænsen overskredet såfremt måleværdien er større end 47 dB(A), idet $47 \text{ dB(A)} - 2 \text{ dB(A)} = 45 \text{ dB(A)}$.

Hvis det konstateres, at fastsatte støjgrænser med 95% sandsynlighed er overskredet, bør miljømyndighederne overveje, hvilke reaktioner der skal anvendes.

8. Tilsyn og kontrol

8.1. Lovmæssig baggrund

»Kommunalbestyrelsen påser, med mindre andre regler fastsættes af miljøministeren, at loven og de regler, der er fastsat med hjemmel i loven overholdes« (jfr. § 48 i miljøbeskyttelsesloven).

»Kommunalbestyrelsen skal påse, at påbud eller forbud efterkommes, og at vilkår i forbindelse med godkendelser og tilladelser overholdes« (jfr. § 49 i miljøbeskyttelsesloven).

Tilsvarende tilsyn føres af amtsrådet (i hovedstadsområdet af hovedstadsrådet) for så vidt angår de virksomheder, anlæg og indretninger, der drives af kommunalbestyrelserne. Drives virksomhederne, anlæggene eller indretningerne af amtsrådet eller hovedstadsrådet, føres tilsynet af kommunalbestyrelsen i den kommune, hvor anlægget, etc. er beliggende, (jfr. § 50 i miljøbeskyttelsesloven).

8.2. Sagsbehandling

Den forpligtelse, der i henhold til § 48, § 49 og § 50 påhviler tilsynsmyndigheden med hensyn til at udøve tilsyn og kontrol med dels at påbud eller forbud efterkommes, dels at vilkår i forbindelse med godkendelser og tilladelser overholdes, er – hvad angår støjulemper – blevet efterlevet i et begrænset omfang. Det må anses for nødvendigt, at tilsyn og kontrol bliver intensiveret betydeligt i de kommende år.

Tilsyn bør gennemføres med passende mellemrum gennem uanmeldte besøg. Frekvensen afhænger af virksomhedens art og udviklingstempo.

Ved tilsynet bør det påses, at de i støjvilkårene fastsatte specielle bestemmelser bliver overholdt. Som eksempler på sådanne bestemmelser kan nævnes:

- tidsmæssige begrænsninger vedrørende virksomhedens drift (typisk eksempel: tidsrummet inden for hvilket en produktion må finde sted),
- vilkår om, at der ikke må udføres udendørs støjende arbejder og
- vilkår om, at porte og/eller vinduer skal holdes lukkede.

Ved tilsynet bør det ligeledes konstateres, om den beskrivelse af virksomheden, der er givet dels i ansøgningen om godkendelse dels i godkendelsen, stadig er i overensstemmelse med de faktiske forhold.

Det bør specielt undersøges, om der er gennemført ændringer, der eventuelt kan medføre en væsentlig forøgelse af støjen i de omliggende områder. Som eksempel på sådanne ændringer kan nævnes:

- udvidelser eller ombygninger,
- anskaffelse af nye støjende maskiner,
- indførelse af nye støjende arbejdsmetoder,
- ændring af ældre maskiner der medfører forøget støjudsendelse, og
- bygningsændringer.

Det er endelig vigtigt, at det kontrolleres, at de i støjvilkårene fastsatte bestemmelser vedrørende virksomhedens pligt til at dokumentere overholdelse af de fastsatte støjgrænser respekteres.

Det vil være hensigtsmæssigt, om den miljøkontroldenhed, der i henhold til laboratorieplanen er udpeget til at udføre støjmålinger inden for det enkelte amt, deltager i det første tilsyn- og kontrolbesøg. Ved det første besøg bør alle væsentlige faktorer i forbindelse med støjmålingerne afklares, for såvidt dette ikke allerede er sket ved udarbejdelse af støjvilkårene. Det vil f.eks. i mange tilfælde være hensigtsmæssigt at diskutere hvilke målepositioner, der bør benyttes ved virksomhedens egenkontrol. Målepositionerne bør vælges på de steder, hvor det skønnes, at der er størst sandsynlighed for, at støjgrænserne måtte være overskredet. Målingerne skal gennemføres efter de i afsnit 7 og afsnit 9 givne retningslinier.

Der kan være tale om målinger dels i forbindelse med uanmeldte besøg dels i forbindelse med anmeldte besøg. Fordele og mangler ved de to typer er omtalt i afsnit 9.4.

Der henvises iøvrigt til miljøstyrelsens vejledning nr. 8/1983 »Tilsyn og kontrol med forurening fra virksomheder«.

9. Støjmålinger

9.1. Generelt

Dette afsnit er begrænset til en omtale af de i administrativ henseende vigtigste problemer i forbindelse med gennemførelsen af støjmålinger. De detaljerede, tekniske forskrifter for udførelse af målinger af den eksterne støj fra virksomheder er ret komplicerede og normalt kun af interesse for måleteknikere. Forskrifterne er samlet i vejledning nr. 6/1984 »Måling af ekstern støj fra virksomheder«.

9.2. Måleinstitutioner (laboratorier, miljøkontroleenheder m.fl.)

Der findes en lang række institutioner, der udfører støjmålinger. Disse institutioner kan - i lyset af de her omtalte målcopgaver - skematisk inddeles i følgende fire hovedgrupper:

- A) Laboratorier der er godkendt (autoriseret) af Statens tekniske Prøvenævntil udførelse af måling af ekstern støj fra virksomheder.
- B) Miljøkontroleenheder* der i henhold til miljøministeriets laboratorieplan er godkendt til udførelse af støjmålinger.
- C) Speciallaboratorier samt egentlige lydtekniske afdelinger ved enkelte rådgivende ingeniørvirksomheder, ved enkelte større kommunale tekniske forvaltninger og ved enkelte større erhvervsvirksomheder for hvilke det gælder, at de har specialuddannet personale og det nødvendige måleudstyr til brug ved udførelse af støjmålinger.
- D) Myndigheder - herunder almindelige miljøforvaltninger og almindelige tekniske forvaltninger - almindelige rådgivende ingeniørvirksomheder samt en række erhvervsvirksomheder for hvilke det gælder, at de har personale med ret begrænset lydteknisk uddannelse og kun simple måleinstrumenter til støjmålinger.

Miljøstyrelsen arbejder for øjeblikket på at få etableret en mindre omfattende autorisationsanordning.

Ordningen vil bestå i en mulighed for at opnå autorisation alene til måling af ekstern støj efter miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984 »Måling af ekstern støj fra virksomheder«.

Kontrol med måleudstyret vil kunne finde sted på Lydteknisk Institut mod betaling.

*) Ordet benyttes som fællesbetegnelse. Betegnelsen af de enkelte institutioner varierer fra tilfælde til tilfælde.

Ordningen vil blive tilbudt både private og offentlige laboratorier.

Når denne ordning er gennemført vil miljøstyrelsen anbefale, at alene støjmålinger udført af et laboratorium, der er autoriseret til måling efter vejledning nr. 6/1984, vil kunne anvendes til behandling af sager med indgreb, i form af påbud eller forbud, overfor virksomheder.

For tiden regnes med at ordningen tidligst vil træde i kraft primo 1986, og miljøstyrelsen vil til sin tid udsende en meddelelse herom.

9.3. Måleudstyr

Miljøkontrollenhederne skal – lige som de autoriserede laboratorier – have måleudstyr af høj kvalitet. Måleinstitutionen skal i det mindste have udstyr til måling af:

- lydtrykniveau
- det ækvivalente støjniveau i dB(A)
- vibrationer
- vindhastighed og vindretning.

Måleinstitutionen bør have følgende hjælpeudstyr:

- båndoptager
- niveauskriver
- smalbåndsanalysator
- registrerende apparatur til vindhastigheds- og vindretningsmålinger.

Alt måleudstyr skal være underkastet periodisk kvalitetskontrol.

9.4. Tilrettelæggelse af støjmålinger

Støjmålinger kan udføres efter to forskellige principper:

- 1) Målinger i samarbejde med virksomheden
- 2) Uanmeldte målinger.

Man kan ved anmeldte målinger bestemme de enkelte (væsentligste) støjkilders bidrag til støjniveauet og ud fra kendskab til støjkildernes driftstid beregne det ækvivalente støjniveau. Denne fremgangsmåde giver samtidig værdifulde oplysninger om de støjkilder på virksomheden, der giver det væsentligste bidrag til støjen. Sådanne oplysninger kan som omtalt nedenfor være meget værdifulde ved vurdering af mulighederne for en reduktion af støjen.

Den første handling, der bør foretages ved behandling af en sag vedrørende støjulempen forårsaget af en virksomhed, bør – såfremt man ikke først ønsker at lave

u anmeldte målinger – består i et besøg af kommunens tekniker på virksomheden. Under besøget udføres – om muligt – orienterende støjmålinger. Orienterende målinger kan være til stor støtte ved tilsynsmyndighedens afgørelse af, om der foreligger væsentlige støjulemper.

Udføres målingerne uanmeldt, er man naturligvis henvist til at måle støjen, der udsendes under de driftsbetingelser, der forekommer på det tidspunkt, målingerne skal gennemføres. Det må derfor vurderes, om driftsforholdene i måletidsrummet er sådanne, at kravet om, at støjmålingerne skal udføres, når virksomheden støjer mest, er opfyldt. Det kan være hensigtsmæssigt at indhente eventuelle klageres syn på sagen. Endvidere vil virksomhedens ledelse naturligvis – efter målingernes afslutning – kunne give oplysning om driftstilstanden i måletidsrummet.

Uanmeldte målinger har den fordel, at man undgår, at virksomhedens driftsforhold evt. påvirkes af, at der udføres målinger. Dette gælder naturligvis specielt virksomheder, hvor man på simpel måde kan kontrollere støjudsendelsen. Til gengæld må uanmeldte målinger ofte udføres under forhold, hvor støj fra uvedkommende støj-kilder kan få forstyrrende indflydelse på resultaterne af målingerne, ligesom virksomheden ikke nødvendigvis arbejder under de for kontrolmålinger foreskrevne driftsbetingelser. Dersom målingerne foretages i samarbejde med virksomheden, er der mulighed for at belyse støjforholdene betydeligt bedre end ved uanmeldte målinger. Dette gælder specielt for mindre virksomheder, hvor de enkelte støj-kilder kun er i drift en del af arbejdstiden.

9.5. Målepositioner

Der henvises til afsnit 4.2 og 7.1 angående valg af målehøjde og målepositioner.

9.6. Målebetingelser

Der henvises til afsnit 7.2 angående målebetingelser.

9.7. Måletidsrum

Der henvises til vejledning nr. 6/1984 »Måling af ekstern støj fra virksomheder« angående måletidsrum.

9.8. Støj indeholdende tydeligt hørbar toner eller tydeligt hørbar impulser

Det er i afsnit 2.1 anført, at der skal gives et tillæg på 5 dB til den målte værdi af det ækvivalente støjniveau i dB(A), hvis støjen indeholder tydeligt hørbar toner* eller tydeligt hørbar impulser.

*) Der tales her og i det følgende om toner. Dette betyder ikke, at der nødvendigvis skal være flere toner, en enkelt tone er tilstrækkelig.

9.8.1. Tydeligt hørbare toner (Dette tillæg gives kun i den del af referencetidspunktet inden for hvilken støjen indeholder toner)

Som eksempler på støjtyper, der kan indeholde tydeligt hørbare toner, kan nævnes:

- støj fra ventilationsanlæg
- støj fra elektriske motorer
- støj fra pumper.

Det har hidtil været normal praksis at afgøre, om der findes tydeligt hørbare toner i en støj på grundlag af en subjektiv vurdering. Såfremt det er vanskeligt at opnå enighed mellem sagens parter, om hvorvidt der findes tydeligt hørbare toner, bør sagen afgøres ved en objektiv måling af toneindholdet, jfr. vejledning 6/1984.

Det hænder undertiden, især ved behandling af sager ved store virksomheder, at det kan medføre betydelige økonomiske konsekvenser, hvis der gives et tillæg på 5 dB. Hvis man ved den subjektive vurdering er i tvivl, om hvorvidt der findes tydeligt hørbare toner, bør dette afgøres ved en objektiv måling.

9.8.2. Tydeligt hørbare impulser

Som eksempler på støjtyper, der indeholder tydeligt hørbare impulser, kan nævnes:

- støj fra nitning
- støj fra bankning
- støj fra trykluftværktøj
- støj fra trykluftafblæsning
- støj fra ventilåbning.

Tillæg på grund af tydeligt hørbare impulser gives idag alene på grundlag af en subjektiv vurdering, idet der ikke foreligger en almindelig anerkendt objektiv målemetode, der kan danne basis for afgørelse af, om et tillæg skal gives.

Der findes heller ikke almindeligt anerkendte retningslinier for, hvor hyppigt impulserne skal optræde, for at der skal gives et tillæg.

9.9. Udarbejdelse af måleprogram

Det er meget vigtigt, at der udarbejdes et detaljeret måleprogram, inden målingerne igangsættes.

Et måleprogram skal omfatte:

- A. En beskrivelse af virksomheden
- B. En beskrivelse af de planlagte målinger.

ad A. **Beskrivelsen af virksomheden skal omfatte:**

- a) Kortbilag – med målestok og nordpil – der dels viser virksomhedens placering i forhold til de omliggende områder, dels angiver til hvilke områdetyper, de enkelte områder skal henføres.
Såfremt det ikke er muligt at fremskaffe egnet kortbilag, må oplysningerne gives gennem en fyldestgørende beskrivelse med målsatte skitser og nordpil.
Eventuel klagers bopæl skal markeres på kortbilag.
- b) Kortbilag – med målestok og nordpil – eller fyldestgørende beskrivelse – med målsatte skitser og nordpil – der viser selve virksomheden med angivelse af placering og arten af eventuelt dominerende støjkloder.
- c) Fyldestgørende beskrivelse af virksomhedens maskiner, anlæg og arbejdsprocesser i den udstrækning disse oplysninger er af betydning ved sagens behandling.

ad B. **Beskrivelse af de planlagte målinger skal omfatte:**

- a) Formålet med målingerne.
- b) Målepositioner – indtegnet på kortbilag eller skitser – med angivelse af mikrofonhøjder.
- c) En oversigtsmæssig beskrivelse af hvilke målinger, der planlægges udført, med angivelse af hvilke oplysninger det er tanken at indsamle gennem målingerne og databehandlingen.
- d) Redegørelse for de under målingernes udførelse ønskede driftsbetingelser for maskiner og anlæg samt forekommende særligt støjende arbejdsprocesser.
- e) Aftens beskrivelse af baggrundsstøjen, dvs. støjklodernes art og placering, baggrundsstøjens karakter og tidsmæssige variation samt redegørelse for, hvorledes eventuelle måletekniske vanskeligheder, forårsaget af baggrundsstøjen, tænkes overvundet.

Såfremt resultaterne af støjmålingerne skal benyttes i forbindelse med miljømyndighedernes sagsbehandling, bør man sikre sig, at miljømyndighederne vil acceptere måleinstitutionens rapport som grundlag for sagsbehandlingen.

9.10. Målerapport

En målerapport bør indeholde fyldestgørende oplysninger om alle relevante forhold i forbindelse med støjmålingerne, således at alle, der bliver impliceret i sagens behandling, kan få et fuldstændigt billede af støjproblemerne, i den udstrækning disse kan beskrives gennem målinger og de dertil knyttede subjektive iagttagelser.

En rapportens indhold kan opdeles i elleve hovedafsnit.

- A Beskrivelse af virksomheden.
- B Måleprogram.
- C Meteorologiske forhold under målingerne.

- D Faktorer der har midlertidig indflydelse på lydudbredelsen.
- E Driftsbetingelser.
- F Anvendt måleudstyr.
- G Måletidsrum.
- H Måleresultater.
- I Subjektive iagttagelser.
- J Muligheder for reduktion af støjen.
- K Øvrige oplysninger.

Målerapporten skal dateres og underskrives.

ad A Beskrivelse af virksomheden

Se afsnit 9.9 punkt A.

ad B Måleprogram.

De relevante dele af det i afsnit 9,9, punkt B beskrevne, planlagte måleprogram overføres til målerapporten efter eventuel nødvendig justering under hensyntagen til de faktiske forhold i forbindelse med målingernes udførelse.

ad C Meteorologiske forhold under målingerne.

De meteorologiske forhold under målingerne rapporteres.

ad D Redegørelse for faktorer der har midlertidig indflydelse på lydudbredelsesforholdene under målingerne, f.eks.

- midlertidige indendørs støjdæmpende eller støjskærmende foranstaltninger på virksomheden, som f.eks. lydabsorberende eller afskærmende genstande (materialer etc.) i nærheden af støjkilderne,
- midlertidigt lukkede vinduer, døre eller porte,
- midlertidigt afskærmende genstande på eller udenfor virksomhedens grund (parkerede lastbiler, materialcoplager etc.).

ad E Redegørelsen for driftsbetingelserne under målingerne må omfatte omhyggelig beskrivelse af driftsbetingelser for alle væsentlige støjkilder og anlæg samt beskrivelse af særligt støjende arbejdsprocesser.

Denne redegørelse kan eventuelt gives i forbindelse med måleresultaterne, hvis dette gør rapporten mere overskuelig.

ad F Det anvendte måleudstyr bør nøje registreres.

ad G Måletidsrum.

Der må redegøres både for måletidsrum og observationstidsrum med angivelse af dato og klokkeslet.

Disse oplysninger kan eventuelt gives sammen med måleresultaterne.

ad H Måleresultaterne skal omfatte:

- a) Støjniveauet i dB(A) uden korrektion,
- b) Støjbelastningen i dB(A) med eventuel korrektion.
- c) Den tidsmæssige variation af støjbelastningen (dag-aften-nat).
- d) Maksimalværdien af lydtrykniveauet i dB(A) (tidsvægtning F).
- e) Eventuel frekvenssammensætning af støjen, hvis disse oplysninger skønnes af betydning ved sagens behandling.
- f) Relevante måleresultater for baggrundsstøjen.
- g) Måleresultatets variation, jfr. afsnit 7.3.
- h) Øvrige måleresultater som måtte være af interesse.

ad I) Subjektive iagttagelser skal omfatte:

- a) En vurdering af det relative bidrag fra de enkelte væsentlige støjkloder til måleresultaterne, eventuel suppleret med måleresultater for de enkelte støjkloders bidrag.
- b) Eventuelle toner om muligt med skøn over tonenhøjde (frekvenser).
- c) Eventuelle impulser.
- d) Vurdering af støjens ulempermessige omfang.

ad J Vurderingen af mulighederne for en reduktion af støjen skal indeholde:

- a) Omtale af eventuelle hidtil gennemførte støjreducerende foranstaltninger.
- b) Principper for tænkelige yderligere støjreducerende foranstaltninger med en vurdering - om muligt - af størrelsesordenen af den opnåelige støjreduktion og størrelsesordenen af den tilhørende økonomiske indsats, idet det bemærkes, at der ikke skal udarbejdes et konkret projektforslag.

Der henvises til den i afsnit 5.2.2 givne nærmere omtale af anvendelsen af denne vurdering.

ad K Øvrige oplysninger.

- a) Virksomhedens navn og adresse samt kontaktperson.
- b) Rekvirenten af støjmålingerne. Navn og adresse.
- c) Eventuel klagers navn og adresse.
- d) Klagerens bedømmelse af støjulempene inden for måletidsrummet - hvis han er orienteret om målingernes gennemførelse - set i relation til de støjulemper, som han »normalt« føler sig udsat for.
- e) Sagsbehandlerens navn.

Oplysningerne under K, vil med fordel kunne gives i indledningen til rapporten.



Ordforklaring

Lydtrykniveau (støjniveau) L_p i dB

Lydtrykniveauet (støjniveau) L_p er defineret i ligningen

$$L_p = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right) \text{ dB,}$$

hvor p er lydtrykket (i Pa) og p_0 er referencelydtrykket $20 \mu\text{Pa}$.

Maksimalværdi af lydtrykniveauet (støjniveauet) i dB

Maksimalværdien af lydtrykniveauet (støjniveauet) er den største værdi lydtrykniveauet (støjniveauet) antager som funktion af tiden, idet måleinstrumentet skal indstilles på tidsvægtning F.

A-vægtet lydtrykniveau (støjniveau) L_{pA} i dB

Det A-vægtede lydtrykniveau (støjniveau) L_{pA} i dB er den værdi af lydtrykniveauet (støjniveauet), der opnås, når man anvender det i IEC 651 definerede frekvensvægtende netværk A.

Energiækvivalent, konstant, A-vægtet lydtrykniveau (støjniveau) $L_{Aeq,T}$ i dB bestemt for tidsperioden T

Det energiækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau (støjniveau) $L_{Aeq,T}$ er det A-vægtede lydtrykniveau af en lyd (støj) med et konstant lydtrykniveau (støjniveau), som inden for tidsperioden T har samme akustiske energi som den betragtede lyd (støj), hvis lydtrykniveau (støjniveau) normalt varierer inden for tidsperioden.

Støjbelastning

Støjbelastningen i dB er det energiækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau (støjniveau) af en støj, efter at der er udført en korrektion, der tager hensyn til, at lyden (støjen) indeholder tydeligt hørbare tone(r), eller tydeligt hørbare impulser.

Ordforklaringen af de nedenfor anførte ord refererer specielt til disse ord anvendelse i denne vejledning.

Vejledende grænseværdier for støjbelastning

Vejledende grænseværdier for støjbelastning er de af Miljøstyrelsen anbefalede maksimale værdier for støjbelastning under forskellige forhold (tidspunkt på døgnet og anvendelsen af det område, hvor støjbelastningen forekommer).

Støjgrænser

Støjgrænser er de maksimale værdier for støjbelastning, som forekommer i de støjvilkår, som en miljømyndighed fastlægger for en virksomhed.

Baggrundsstøj

Baggrundsstøj er al anden støj end støjen fra den konkrete virksomhed.

Områdetyper

Betydningen af de i denne vejledning anvendte områdetypebetegnelse findes i afsnittene 2.2.2 og 2.2.3.

Efterklangstid

Efterklangstid for et rum er den tid, det tager lydtrykniveauet at falde til det lydtrykniveau, der ligger 60 dB under det lydtrykniveau, der forekommer i det øjeblik, en lydkilde i rummet afbrydes.

ISBN: 87-503-5287-4

ISSN 0108-6375

Stougaard Jensen / Scantryk A/S,
København

Fu 00-30

Pris kr. 70,- inkl. 25% moms



Vejledning fra miljøstyrelsen



Måling af ekstern støj fra virksomheder

- Vejledning nr. 6/1984
- November 1984

Miljø- og Energiministeriet **Miljøstyrelsen**
Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 32 66 01 00

**Måling af
ekstern støj
fra virksomheder**

Trykt på genbrugspapir

Genoptryk 1996: 400 ekpl.

ISBN: 87-503-5287-3

ISSN 0108-6375

Stougaard Jensen / Scantryk A/S,
København

Fu 00-30

Pris kr. 70,- inkl. 25% moms

FORORD

I forbindelse med miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden den 1. oktober 1974 udsendte Miljøstyrelsen i begyndelsen af 1974 en række vejledninger, heriblandt Miljøstyrelsens vejledning nr. 3/1974 om ekstern støj fra virksomheder.

Vejledningen har siden miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden været anvendt som administrationsgrundlag for såvel centrale som decentrale myndigheder. Vejledningen har endvidere været anvendt af rådgivende ingeniører og virksomheder i forbindelse med etablering af nye virksomheder og ved udvidelse eller ændring af eksisterende virksomheder.

På grundlag af de i den forløbne tid indhøstede erfaringer og som følge af den udvikling, der er sket på det måletekniske område, har Miljøstyrelsen nu fundet det hensigtsmæssigt at revidere vejledningen fra 1974. Man har samtidig fundet det hensigtsmæssigt at opdele vejledningen i to dele. Dette skyldes ikke mindst den udvikling, der er sket på det måletekniske område.

For at sikre den nødvendige kvalitet af støjmålinger og for at være i stand til at yde vejledning til miljø- og levedemiddel-laboratorier og til andre, der beskæftiger sig med støjmålinger, har Miljøstyrelsen 1. januar 1977 truffet aftale med Lydteknisk Institut under ATV om at varetage opgaven som Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger.

Det har på denne baggrund været naturligt at lade Referencelaboratoriet¹⁾ udarbejde den her foreliggende måletekniske vejledning, der er et supplement til den samtidigt udsendte vejledning nr. 5/1984 fra Miljøstyrelsen: Ekstern støj fra virksomheder. Den her foreliggende vejledning er især henvendt til de teknikere, som skal varetage støjmålinger, hvis resultater skal danne grundlag for afgørelser i henhold til miljøbeskyttelsesloven.

Miljøstyrelsen

1) DELTA Vibration & Akustik (Tidligere Lydteknisk Institut), bygning 356, Akademivej, 2800 Lyngby, tlf. (45) 93 12 11, Fax 45 93 19 90

INDHOLD

	Side
1. MÅLEINSTRUMENTER	6
1.1 Generelt	6
1.2 Specifikationer	6
1.3 Kalibrering	8
1.4 Instrumentkontrol	8
1.5 Overvågning	8
2. MÅLETIDSRUM OG MÅLEPROCEDURE	9
2.1 Betegnelser for tidsrum	9
2.2 Stationær støj	12
2.3 Intermitterende støj	12
2.4 Fluktuerende støj	14
3. MÅLEBETINGELSER	17
3.1 Baggrundsstøj generelt	17
3.2 Støj genereret af vind	18
3.3 Korrektion for baggrundsstøjens indflydelse	20
3.3.1 LAeq	21
3.3.2 LpAmax	22
3.3.3 Eksempel	23
3.4 Meteorologiske forhold	26
3.5 Meteorologisk ramme	29
3.6 Måling af meteorologiske parametre	29
3.6.1 Vindhastighed	30
3.6.2 Vindretning	30
3.6.3 Temperaturgradient	31
4. MÅLERESULTATERS NØJAGTIGHED	34
4.1 Generelt	34
4.2 Instrumenter, kalibrering mv.	35
4.3 Varierende støjudsendelse	36
4.4 Varierende dæmpning under lydets udbredelse	36
4.5 Vurdering af måleresultaters nøjagtighed	39
4.5.1 En måling af LAeq	39
4.5.2 Flere målinger af LAeq	40
4.5.3 LAeq for flere driftstilstande	42
4.5.4 LpAmax	43

5.	MÅLEPOSITIONER UDENDØRS	44
5.1	Valg af målepositioner generelt	44
5.2	Bidrag fra refleksioner generelt	44
5.3	Fritfeltmåling	49
5.4	"+3 dB måling"	50
5.5	"+6 dB måling"	53
5.6	Komplekse refleksionsforhold	55
6.	MÅLEPOSITIONER INDENDØRS	57
7.	KORREKTION FOR INDHOLD AF TONER	58
7.1	Generelt	58
7.2	Objektiv målemetode for toner i støj	59
7.3	Ikke stationære forhold	63
8.	KORREKTION FOR STØJENS VARIGHED	65
9.	KORREKTION FOR EFTERKLANGSTID	67
9.1	Generelt	67
9.2	Måling af efterklangstid	69
9.3	Korrektionsprocedure	70
10.	ADDITION AF STØJBIDRAG	70
11.	RAPPORTERING - HUSKELISTE	73
12.	SYMBOLLISTE	74
13.	REFERENCER	77

1. MÅLEINSTRUMENTER

1.1 Generelt

Det skal altid angives i målerapporten, hvilke instrumenter der har været i brug ved dataindsamling og databehandling. Instrumenterne beskrives ved fabrikat, type nr. og identifikationsnr. Det angives, hvornår instrumentet senest er kontrolleret og/eller rekalkibreret.

Instrumentindstillinger, som har særlig betydning for måleresultaterne, skal beskrives i målerapporten, f.eks. tidsvægtning, samplingprocedure og programmering af digitalt udstyr etc.

Alle instrumenter skal betjenes efter de retningslinier, som er givet af fabrikanten.

1.2 Specifikationer

Lydtrykmålere skal opfylde kravene i IEC-publikation 179 eller IEC-651 (type I eller II). Det samme gælder eventuelle alternative systemers mikrofon, forstærker, filter og vægtningskredsløb.

Ved måling af maksimalværdien, L_{pAmax} , af det A-vægtede lydtrykniveau anvendes tidsvægtning FAST (F).

I tilfælde, hvor der foretages niveauskriverregistrering (jfr. afsnit 2.4), er det hensigtsmæssigt at anvende tidsvægtning FAST (F) for den samlede måleopstilling.

Ved skønsmæssig bestemmelse af det energiækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau, L_{Aeq} , anvendes normalt tidsvægtning SLOW (S) (jfr. afsnit 2).

Der findes endnu ingen internationale standarder for integrerende måleinstrumenter. Indtil sådanne standarder foreligger, anerkendes resultater af målinger udført med kommercielt tilgængelige instrumenter under forudsætning af, at

- L_{Aeq} bestemmes ud fra definitionen udtrykt ved

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \quad [1.1]$$

idet $p_A(t)$ er øjebliksværdien af det A-vægtede lydtryk på tidspunktet t [Pa]

p_0 er referencelydtrykket = 20 μ Pa

t_1 og t_2 er henholdsvis start- og sluttids- punktet for måletidsrummet

eller ud fra eventuelle instrumentmæssige tilnærmelser til denne formel.

- Visningen af L_{Aeq} under referencebetingelser som defineret i IEC-651, afsnit 9.1 og 9.2.1, skal være korrekt med en tolerance på $\pm 0,7$ dB.
- A-vægtning og niveauområdeskift, følsomhed over for forskellige miljøpåvirkninger samt retningskarakteristik opfylder kravene opstillet herom i IEC-651 for type 1 instrumenter.

Andet måleudstyr, som f.eks. statistisk fordelingsanalysator, niveauekriver, båndoptager mv., kan anvendes i den udstrækning, signalbehandlingen foregår i overensstemmelse med de relevante afsnit i IEC-651 for lydtrykmålere af type 1 eller II.

Anvendes båndoptagelse som led i måleproceduren, bør frekvens-lineariteten med indstillingen "lineær", et eventuelt A-vægtningsfilter samt eventuelle attenuatorer overholde samme tolerancer som gældende for IEC-651 type 1 lydtrykmålere. Hvis dette ikke kan opnås, må der tages hensyn til de derved opståede øgede tolerancer ved vurderingen af måleresultaterne, jfr. afsnit 4.

Mikrofonen bør under måling altid være forsynet med vindskærm.

Det anbefales at anvende vindretnings- og vindhastighedsfølere koblet til en registrerende enhed, der muliggør bestemmelse af såvel middelvindretning som middelvindhastighed over på hinan-

den følgende 10 min. perioder. Den foretrukne placering af følerne er 10 m over terræn. Andre højder kan eventuelt anvendes, jfr. afsnit 3.6.

1.3 Kalibrering

Måleopstillingen skal kalibreres af brugeren i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger i betjeningsvejledningen for hvert enkelt instrument.

Hele det akustiske målesystem skal kalibreres ved mindst én frekvens med passende mellemrum, som minimum ved begyndelse og afslutning af en måling.

1.4 Instrumentkontrol

Instrumenterne skal kontrolleres jævnligt efter de til enhver tid gældende retningslinier. Kontrollen skal give sporbar dokumentation for instrumenternes tilstand på tidspunktet for kontrollens udførelse. Nærmere oplysninger kan fås hos Miljøstyrelsen eller Referencelaboratoriet.

Lydtrykmålere og mikrofoner bør kontrolleres mindst én gang hvert andet år. Akustiske kalibratorer bør kontrolleres mindst én gang årligt.

1.5 Overvågning

Under målingerne bør det sikres, at signalernes vej gennem måleopstillingen er stabil samt fri for forvrængning og elektrisk støj.

I tilfælde, hvor ikke alle instrumenter i en måleopstilling er udstyret med overstyringsindikatorer, er det hensigtsmæssigt at anvende spidaværddiviserende instrumenter eller en anden form for indikation af overstyring af instrumenterne. Medhør - eventuelt ved hjælp af hovedtelefoner - vil på enkel vis kunne afsløre ustabile forbindelser, forvrængning samt elektrisk støj i måleopstillingen.

Hvis det er muligt at foretage båndoptagelse, er dette ønskeligt af dokumentationshensyn, også i tilfælde hvor båndoptagelsen ikke er nødvendig for den videre databehandling.

Anvendes undtagelsesvis en uovervåget, automatiseret måleopstilling, er en båndoptagelse nødvendig for identifikation af støjkilderne.

2. MÅLETIDSRUM OG MÅLEPROCEDURE

2.1 Betegnelser for tidsrum

Med henblik på at opnå en ensartet sprogbrug introduceres i dette afsnit nogle betegnelser for forskellige tidsrum. Betegnelserne er anvendt i overensstemmelse med principperne i [ISO 1996].

Der anvendes følgende hovedbegreber:

- **Referencetidsrum:** Det/de tidsrum, for hvilke(t) L_{Aeq} skal bestemmes i henhold til afsnit 2.2 i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984. For dagperioden drejer det sig om det mest støjbelastede 8 timer lange tidsrum mellem kl. 07 og kl. 18, for aftenperioden den mest støjbelastede time i tiden kl. 18-22, og for natperioden den mest støjbelastede halve time i tiden kl. 22-07.
- **Observationstidsrum:** Det/de tidsrum, i hvilke(t) støjen fra virksomheden overvåges.
- **Måletidsrum:** Det/de tidsrum, hvori dataindsamling (integration) foregår.

Såvel observationstidsrum som måletidsrum må ved enhver måleopgave vælges under hensyntagen til den konkrete situation. Dette behandles nærmere i afsnit 3 og 4.

I figur 2.1 er til illustration af betydningen af de omtalte begreber vist to (konstruerede) eksempler på det A-vægtede lydtrykkniveau $L_{pA}(t)$ som funktion af tiden t .

I figur 2.1.a betragtes $L_{pA}(t)$ i observationstidsrummet kl. 18-22. Referencetidsrummet er som nævnt i time. Det antages, at

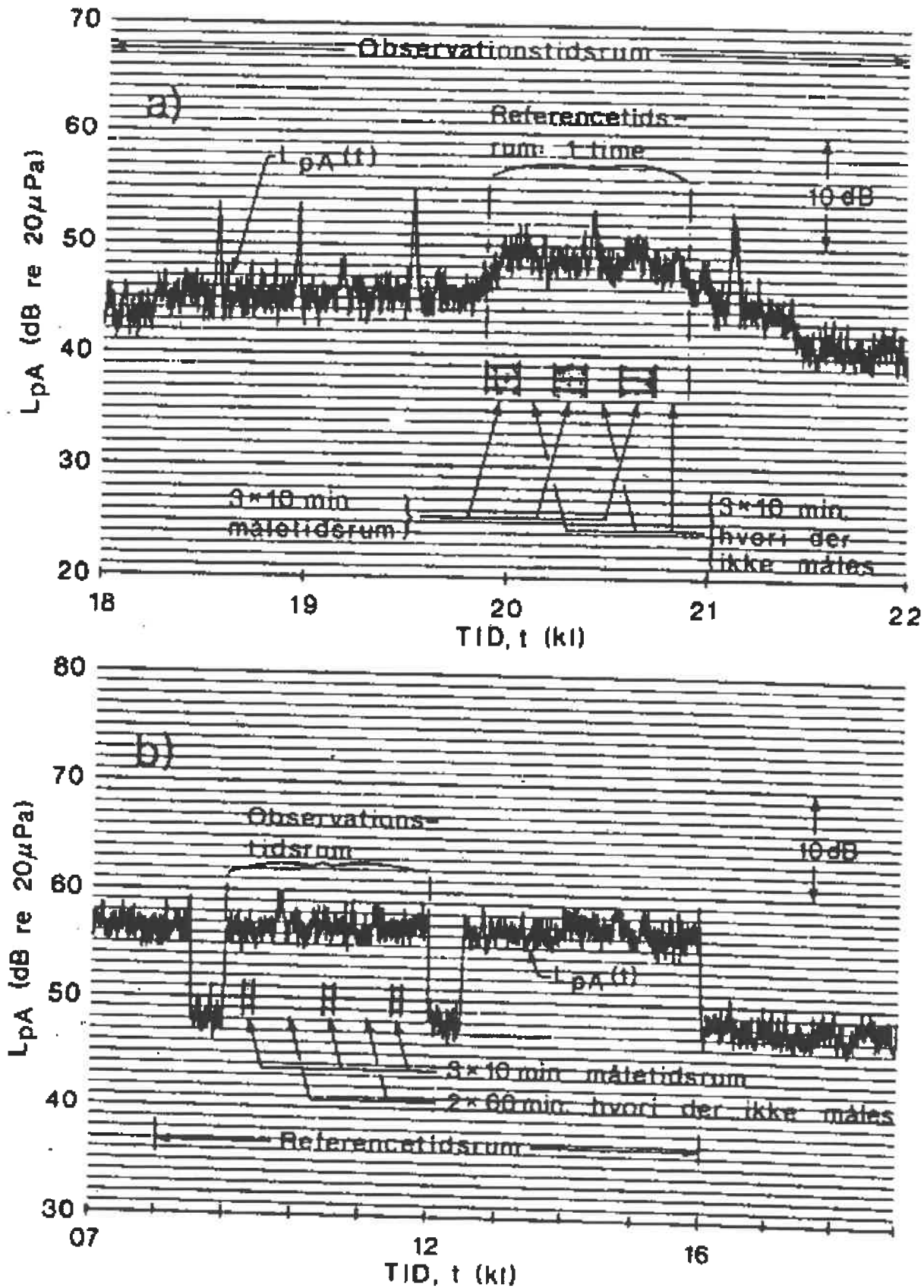
det i det konkrete tilfælde ikke på forhånd er klart, hvornår den mest støjbelastede time forekommer. Derfor foretages båndoptagelse af støjen i målepositionen i hele tidsrummet kl. 18-22. Figuren viser en niveauskriverregistrering af $L_{pA}(t)$ udskrevet enten direkte på målestedet eller i laboratoriet. På basis af denne registrering, eventuelt suppleret med målte værdier af L_{Aeq} pr. 10 min., udvælges timen kl. 19.55-20.55 som repræsenterende den mest støjbelastede time.

L_{Aeq} for referencetidsrummet kan bestemmes ved måling (integration) over hele tidsrummet kl. 19.55-20.55. Eventuelt kan L_{Aeq} bestemmes som vist på basis af stikprøver udtaget ved en såkaldt samplingprocedure, hvorved der f.eks. integreres over de viste tre 10 min. lange måletidsrum adskilt af 10 min. tidsrum, hvori der ikke måles. Sampling (stikprøveudtagning) er mest relevant ved måling over lange tidsrum samt i tilfælde, hvor man med samme udstyr ønsker at måle i flere målepositioner inden for samme observationstidsrum. Dette skal ikke omtales nærmere her, hvor formålet blot er at illustrere begrebernes principielle betydning.

I figur 2.1.b er tilsvarende vist $L_{pA}(t)$ tæt ved en virksomhed med næsten konstant støjudsendelse i tidsrummet kl. 07-16, kun afbrudt af frokost- og middagspause. Referencetidsrummet er de mest støjbelastede 8 timer. Da det på forhånd vides, at $L_{pA}(t)$ er nogenlunde konstant, kan observationstidsrummet begrænses til f.eks. ca. 3 timer placeret kl. 09-12. Inden for denne tid måles L_{Aeq} over 3 måletidsrum, hver af 10 min. varighed, adskilt af pauser på ca. 60 min., hvor der ikke måles i den betragtede måleposition. På basis af disse få og kortvarige observationer og med kendskab til driftstilstandens tidsmæssige variation kan L_{Aeq} for referencetidsrummet på 8 timer beregnes. Dette behandles mere indgående i afsnit 8 og 10.

Det ses af eksemplerne, at observationstidsrummet kan være såvel kortere som længere end referencetidsrummet.

Afhængigt af virksomhedens driftsforhold kan det være relevant at registrere støjudsendelsen over flere observationstidsrum, f.eks. på forskellige dage.



Figur 2.1 Illustration af betydningen af forskellige betegnelser for tidsrum, jfr. teksten.

I visse tilfælde anvendes betegnelsen (jfr. i øvrigt afsnit 8):

- Driftstidsrum: Den/de del(e) af et referencetidsrum, i hvilke(n) en given driftstilstand forekommer.

2.2 Stationær støj

Ved stationær støj forstås her støj, hvis A-vægtede lydtrykniveau kun varierer lidt som funktion af tiden. Det kan eksempelvis være støjen i et punkt i nærheden af et ventilationsanlæg, der kører konstant. Et eksempel på registrering af det A-vægtede lydtrykniveau $L_{pA}(t)$ som funktion af tiden for en stationær støj er givet i figur 2.2.

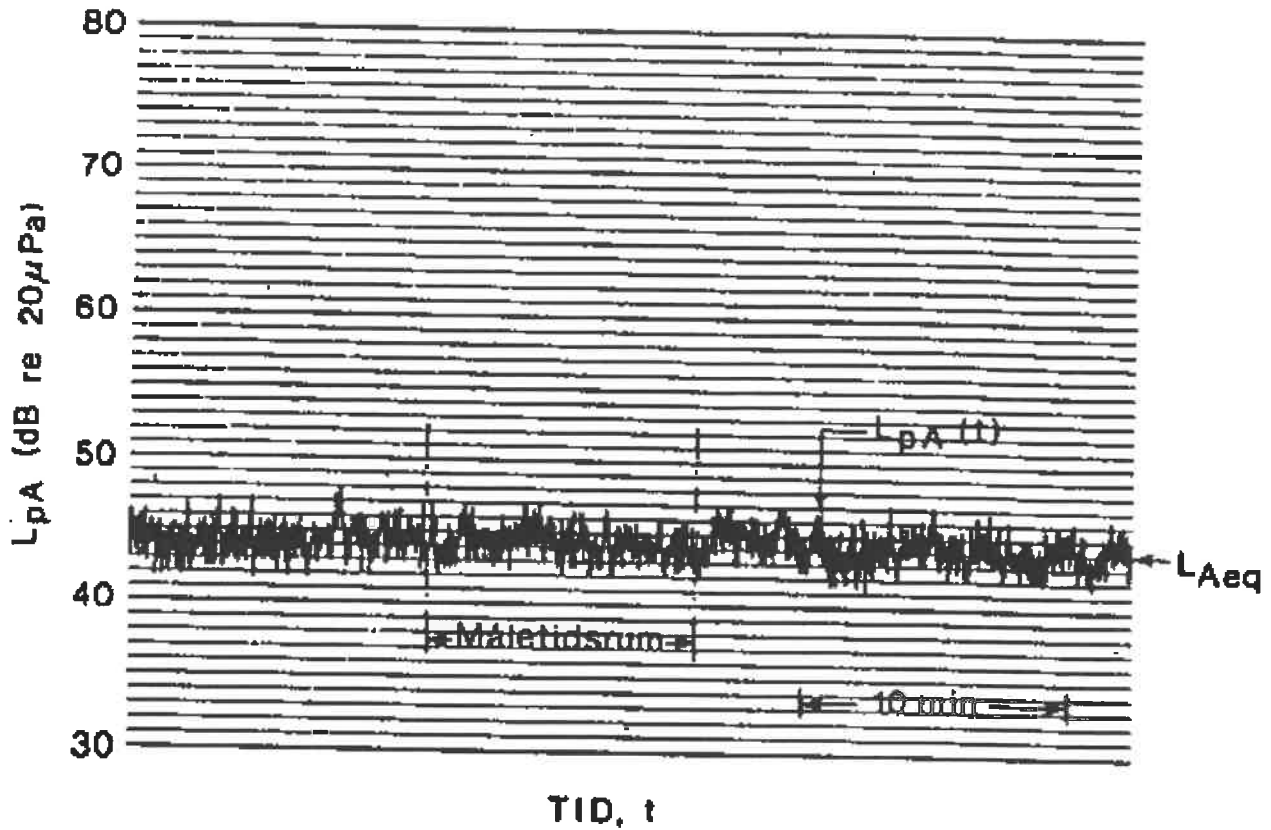
Konstateres det ved aflæsning af visererudslaget på en lydtrykmåler (tidsvægtning SLOW (S)), at fluktuationerne af det A-vægtede lydtrykniveau er mindre end ± 2 à 3 dB omkring en middelværdi, kan L_{Aeq} med rimelig nøjagtighed skønnes som denne middelværdi af visererudslaget.

Visererudslagets variation må iagttages i tilstrækkeligt lang tid i hver måleposition. Normalt bør måletidsrummet være på ca. 10 min. jfr. afsnit 4.3-4.4.

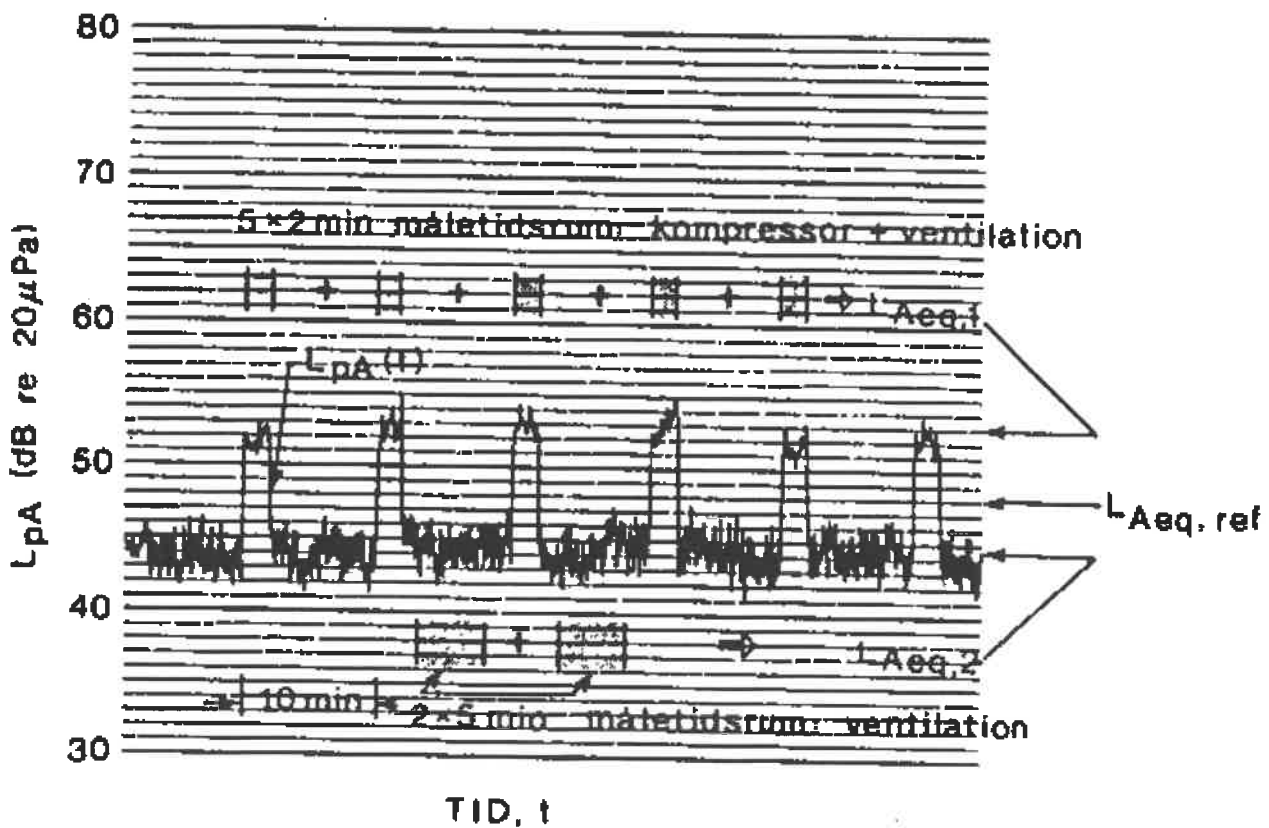
2.3 Intermitterende støj

Ved intermitterende støj forstås her støj, hvis A-vægtede lydtrykniveau med regelmæssige mellemrum antager forskellige, hver for sig stationære værdier svarende til forskellige driftstilstande for virksomheden. Som eksempel herpå kan nævnes støjen i nærheden af en kompressor, hvis drift styres af luftbehovet.

For intermitterende støj bestemmes L_{Aeq} som for stationær støj (afsnit 2.2) for hver driftstilstand, idet der anvendes et måletidsrum på ca. 10 min. for hver driftstilstand. I figur 2.3 er vist et (konstrueret) eksempel til illustration. En virksomheds støj udsendes af en kompressor samt et ventilationsanlæg. Kompressoren kører i 2 min. ca. hvert 10. min. $L_{Aeq,1}$ af støjen fra kompressor og ventilationsanlæg, $L_{Aeq,1}$ bestemmes ved måling i de viste fem måletidsrum à 2 min.: $L_{Aeq,1} = 53 \text{ dB re } 20$



Figur 2.2 Illustration af stationær støj.



Figur 2.3 Illustration af intermitterende støj.

μPa . L_{Aeq} af støjen fra ventilationsanlægget alene bestemmes ved måling i de viste to måletidsrum à 5 min.: $L_{Aeq,2} = 44,5$ dB re 20 μPa .

2.4 Fluktuerende støj

Ved fluktuerende støj forstås her støj, hvis A-vægtede lydtrykniveau varierer med mere end ± 2 à 3 dB (tidsvægtning SLOW (S)) samt tidsmæssigt på tilfældig måde. Fluktuationerne kan dels skyldes variationer i virksomhedens driftstilstand, og dels variationer i reduktionen af lydtrykniveauet under lydens udbredelse forårsaget af varierende meteorologiske forhold. Som et almindeligt forekommende eksempel på fluktuerende støj kan nævnes støjen fra trafik på en virksomheds areal.

Da det A-vægtede lydtrykniveau varierer mere end ± 2 à 3 dB (SLOW (S)), og da dets tidsmæssige variation er uregelmæssig, er det nødvendigt at bruge integrerende måleudstyr for at bestemme L_{Aeq} med rimelig nøjagtighed.

Når man skal beskrive støjen fra en virksomhed, er det hensigtsmæssigt at opdele virksomhedens driftsforhold i forskellige "tilstande". Opdelingen bør foretages, så virksomhedens støjudsendelse ved hver driftstilstand er konstant. Den nødvendige længde af måletidsrummet afhænger hovedsageligt af, hvor kompliceret virksomhedens driftstilstand er. Som omtalt i afsnit 4.4 vil der i løbet af ca. 10 min. være midlet over de hurtige, meteorologisk betingede fluktuationer af lydtrykniveauet.

Forudsætningen om "konstant støjudsendelse" indebærer, at eventuelle variationer af driftsforholdene må ske med periodetider af størrelsesordenen 1 min. eller mindre. Langsomme variationer bør i princippet behandles ved, at man beskriver flere forskellige driftstilstande, sådan at støjudsendelsen ved hver driftstilstand er rimeligt konstant. På basis af driftsstatistiske oplysninger og resultater af målinger af støjen fra hver driftstilstand kan man beregningsmæssigt fastlægge L_{Aeq} i hver måleposition på et forsvarligt grundlag. Forekommer i specielle

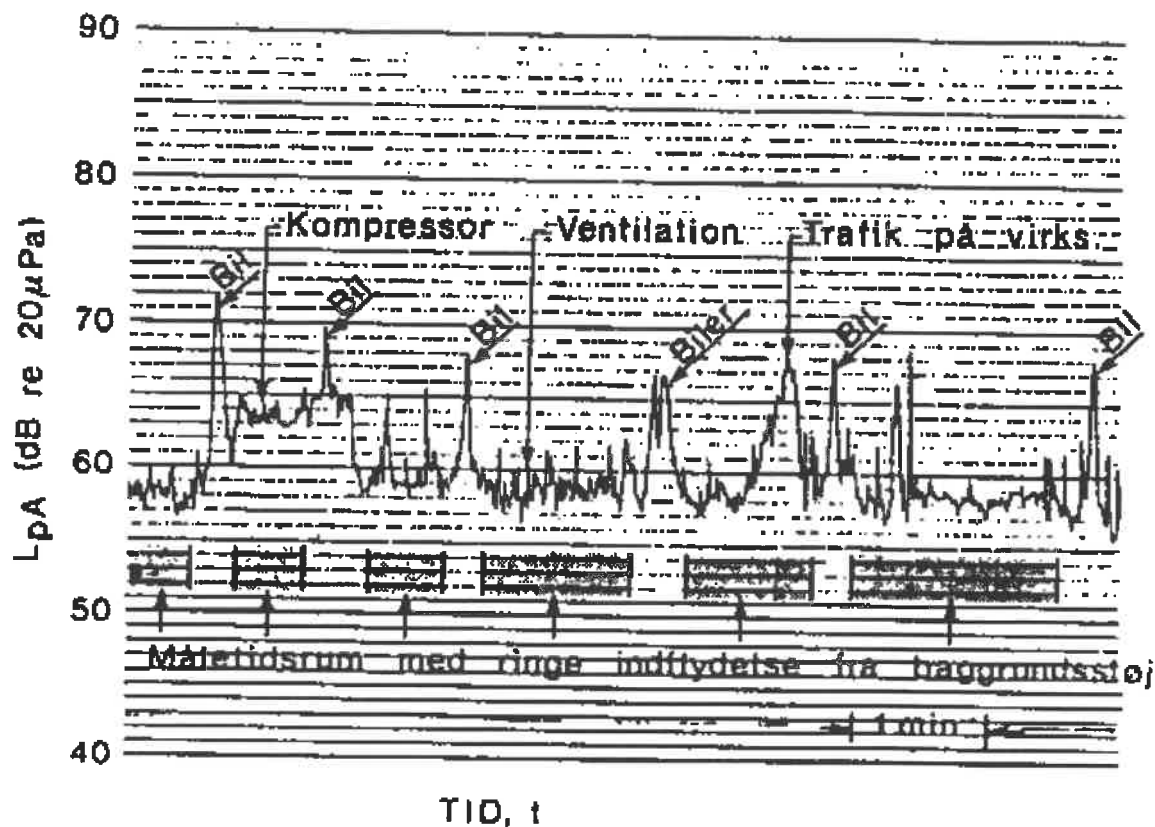
tilfælde periodisk varierende driftsforhold, bør man måle L_{Aeq} over eksakt én eller over flere end tre perioder.

I praksis er man ofte henvist til blot at gentage målingen over flere af de i afsnit 4.4 anbefalede 10 min. lange måletidsrum.

Store variationer (i forhold til standardafvigelseerne angivet i afsnit 4.4) i de således målte værdier af $L_{Aeq,10 \text{ min}}$ indikerer, at opdelingen i driftstilstande er utilstrækkelig. Målingerne bør gentages mindst 3 à 5 gange, hver med 1-½ times mellemrum, inden for hvert observationstidsrum. I enkelte tilfælde vil en virksomheds driftsforhold være så komplicerede, at man på forhånd må opgive at definere et rimeligt antal driftstilstande med konstant støjindsendelse (f.eks. ved busterminaler, rangerbanegårde og lignende). I så fald er man henvist til at foretage kontinuert registrering af støjen over observationstidsrum af længden dage (hhv. aftener eller natter) og i ekstreme tilfælde endog over flere sådanne observationstidsrum adskilt af mellemrum på mindst et døgn.

I situationer, hvor måleresultatet ikke påvirkes uacceptabelt af baggrundsstøj, kan L_{Aeq} -bestemmelsen (integrationen) uden problemer udføres direkte på målestedet. Eventuelt kan dataindsamlingen afbrydes i tidsrum med for kraftig baggrundsstøj, jfr. også afsnit 3.

I mere komplicerede tilfælde anbefales det at foretage en separat dataindsamling - ved registrering af støjsignalet på magnetbånd - og foretage databehandlingen (dvs. integrationen) i laboratoriet. Under dataindsamlingen observeres på målestedet, hvilke støjkluder der bidrager væsentligt til det A-vægtede lydtrykniveau i målepositionen. Disse informationer kan eksempelvis indtales på et særligt kommentarspor på magnetbåndet eller noteres på en niveauekriverregistrering, som foretages under dataindsamlingen. Ved databehandlingen kan integrationen foretages for tidsrum, hvor baggrundsstøjen ikke har været uacceptabelt kraftig, jfr. illustrationen i figur 2.4.



Figur 2.4 Illustration af fluktuerende støj.

Ønskes ud over L_{Aeq} også den maksimale værdi, L_{pAmax} , af det A-vægtede lydtrykniveau bestemt, kan en niveauskriveregistrering eventuelt udnyttes direkte. Det må da nøje sikres, at hele måleopstillingens dynamiske karakteristisk svarer til tidsvægtningen FAST (F). Bestemmelsen af L_{pAmax} sker sikrest ved aflæsning af et meter med tidsvægtning FAST (F).

Ved at foretage observationer under dataindsamlingen kan man sikre, at kun maksimalværdier, som forekommer som følge af aktiviteter på virksomheden, indgår i måleresultatet. L_{pAmax} bør normalt bestemmes som den aritmetiske middelværdi $\overline{L_{pAmax}}$ af L_{pAmax} observeret ved mindst 5 forskellige forekomster af den driftstilstand, der giver anledning til L_{pAmax} , jfr. også afsnit 4.5.4.

3. MÅLEBETINGELSER

3.1 Baggrundsstøj generelt

Ved måling af ekstern støj fra en virksomhed registrerer mikrofonen samtidigt støjen fra virksomheden og støjen fra andre, uvedkommende støjkilder. Det måleresultat, man opnår, repræsenterer summen af støjen fra virksomheden og baggrundsstøjen. Denne sum kaldes her totalstøjen i målepositionen. De vejledende grænseværdier i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 omhandler udelukkende den pågældende virksomheds bidrag til totalstøjen. For at opnå et måleresultat, der kan sammenlignes med grænseværdierne, må resultatet af målingen (af totalstøjen) korrigeres for eventuel indflydelse fra baggrundsstøjen. Dette forudsætter, at bidraget fra baggrundsstøjen kan måles eller bestemmes på anden måde.

Målinger bør udføres, sådan at baggrundsstøjens indflydelse på måleresultatet bliver mindst mulig, jfr. afsnit 3.3.

Baggrundsstøjen er i almindelighed fluktuerende. Fluktuerende støj kan beskrives ved forskellige karakteristiske størrelser. Her vil blive anvendt dels det energiækvivalente, A-vægtede lydtrykkniveau, $L_{Aeq,b}$, af baggrundsstøjen. Endvidere benyttes den værdi, $L_{pA,95,b}$, som baggrundsstøjens A-vægtede lydtrykkniveau overakrider i 95% af det betragtede tiderum. $L_{pA,95,b}$ benyttes som mål for de lavest forekommende A-vægtede lydtrykkniveauer i målepositionen, som de ville være, hvis virksomheden ikke var i drift.

I mange tilfælde kan baggrundsstøjen registreres, mens den betragtede virksomhed er standset. Kan dette ikke lade sig gøre, må man forsøge at fremskaffe et skøn over baggrundsstøjen i målepositionen på anden vis. I visse tilfælde kan man måle i et andet, repræsentativt punkt i nabolaget, hvor lydtrykkniveauet af støjen fra virksomheden er væsentligt mindre end lydtrykkniveauet af baggrundsstøjen. Valget af et sådant punkt er vanskeligt. For at sikre, at baggrundsstøjen er den samme i de to punkter, må der nemlig tages hensyn til en lang række forhold,

f.eks. afstandene til baggrundsstøjens kilder, den skærmende virkning af bygninger og lignende, samt indflydelsen fra øvrige topografiske og meteorologiske forhold.

I særlige tilfælde kan man være henvist til at vurdere baggrundstøjens indflydelse ud fra resultatet af en beregning, f. eks. af L_{Aeq} fra vejtrafikstøj [Nordisk, 1978]. Baggrundstøj fra en anden virksomhed kan eventuelt vurderes på basis af resultatet af måling nær ved denne anden virksomhed, kombineret med en beregnet reduktion af lydtrykniveauet i større afstand [Kragh et al., 1982]. I situationer, hvor det ikke er muligt at korrigere for baggrundstøjens indflydelse på måleresultatet, er man henvist til at beregne virksomhedens bidrag til totalstøjen. Støjen fra virksomheden måles da nær virksomheden, og beregningsmetoden i [Kragh et al., 1982] benyttes til at beregne støjen i de aktuelle punkter længere fra virksomheden.

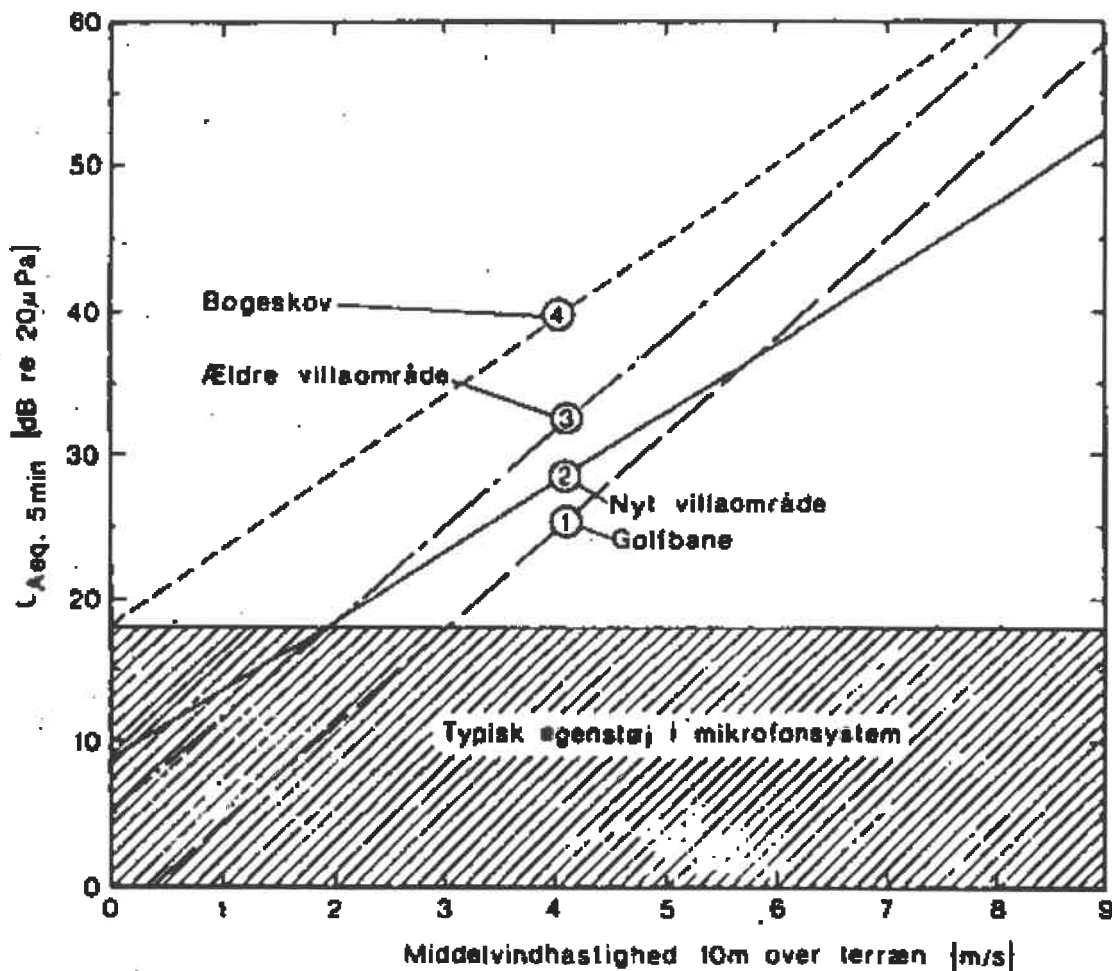
3.2 Støj genereret af vind

En speciel og meget vigtig kilde til baggrundstøj er vinden. Dels skabes omkring selve mikrofonen og vindskærmen en vis støj, og dels giver vinden anledning til støj i form af raslen og susen i blade og anden vegetation mv. Denne støj er vanskelig at vurdere ved selve målingen. Medhør som nævnt i afsnit 1.5 er en hjælp til at konstatere, om der eventuelt er problemer med støj genereret af vind.

Lydteknisk Institut har gennemført en række målinger af vindstøjen [Jakobsen, 1983a] (såvel støjen fra vindens påvirkning af mikrofon og vindskærm som støjen fra raslende blade og lignende) i fire forskelligt bevoksede områder, fjernt fra andre kilder til baggrundstøj. Vindstøjen blev målt med en mikrofon forsynet med standard vindskærm (skumkugle, 95 mm diameter) og anbragt 1,5 m over terræn. Samtidigt blev middelvindhastigheden 10 m over terræn målt i nærheden i et frit beliggende punkt. Vindstøjen blev integreret i 5 minutter og vindhastigheden midlet over samme tidsrum.

Resultatet af en statistisk behandling af måleresultaterne ses på figur 3.1. De fire områder var:

- 1) En åben og frit beliggende golfbane med tætklippet græs og langt til den nærmeste højere vegetation.
- 2) Et ca. 5 år gammelt villaområde med åben struktur. Spredt og sparsom bevoksning, ingen træer over ca. 4 m højde.
- 3) Et ca. 15 år gammelt villaområde med mange hække. Tæt og velholdt bevoksning, flere træer op til ca. 8 m højde.
- 4) En bøgeskov med underbevoksning, træer op til ca. 15 m højde.



Figur 3.1 $L_{Aeq,5 \text{ min.}}$ af vindstøj målt 1,5 m over terræn som funktion af middelvindhastigheden 10 m over terræn i fire forskellige bevoksede områder. (Områdebeskrivelser: se teksten) [Jakobsen, 1983a]

Villaområderne var udvalgt som repræsentative for forskellige, typiske grader af bevoksning. Mens område 2 vurderes som repræsentativt for nyttilplantede områder, udstykninger og lignende, vil der utvivlsomt kunne findes kvarterer med tættere og/eller højere vegetation end område 3. Det kan derfor forventes, at lydtrykniveauet af vindstøjen i sådanne kvarterer vil være højere, end hvad der er fundet for område 3, men næppe højere end resultaterne fra område 4, skoven.

Figur 3.1 viser, at lydtrykniveauet af vindstøjen ved vindhastigheder under 2 m/s er af samme størrelse som egenstøjen i almindeligt anvendte mikrofonsystemer, på nær i områder med meget høj og tæt bevoksning. Vindstøjen tiltager jævnt med vindhastigheden. Stigningen er omkring 6 dB pr. m/s.

Den tidsmæssige variation og den frekvensmæssige sammensætning af vindstøjen er yderst forskellig i de fire typer af områder. I åbne, ubevoksede områder, hvor støjen fra vegetationen er ubetydelig, er vindstøjen meget lavfrekvent og udviser store, pludselige variationer fremkaldt af de enkelte vindstød. I bevoksede villaområder er støjen mere højfrekvent og har et noget jævner tidsmæssigt forløb. I skov er vindstøj omtrent lige kraftig i hvert 1/1 oktavbånd ("pink noise") og varierer kun lidt og yderst jævnt med tiden.

Oplysningerne i figur 3.1 bør ikke anvendes til at vurdere L_{Aeq} af vindstøjen med henblik på at korrigere for dens indflydelse på måleresultater. Derimod kan figuren anvendes til at afgøre, under hvilke vindforhold det er muligt at gennemføre støjmålinger. Således vil det eksempelvis være forbundet med vanskeligheder at kontrollere, hvorvidt et krav på $L_{Aeq} \leq 35$ dB re 20 μ Pa er overholdt i grænsen til et villaområde, hvis det blæser med en middelvindhastighed på 4 m/s.

3.3 Korrektion for baggrundstøjens indflydelse

Det er hensigtsmæssigt at måle støjen fra en virksomhed i tidsrum, hvor baggrundstøjens indflydelse på måleresultatet er lille. Denne situation forekommer oftest om natten, hvor tra-

fikken generelt er mindre, og hvor vindhastigheden som regel er mindre end om dagen.

Ofte stammer en del af baggrundsstøjen fra enkelte, særligt støjende begivenheder (f.eks. passage af fly, tog, lastbiler etc.). I sådanne tilfælde kan man eventuelt afbryde målingen, så længe baggrundsstøjen giver et utilladeligt stort bidrag til totalstøjen, jfr. også afsnit 2.4.

3.1 L_{Aeq}

Det forudsættes her, at følgende størrelser er bestemt:

$L_{Aeq,t}$ = L_{Aeq} af totalstøjen

$L_{Aeq,b}$ = L_{Aeq} af baggrundsstøjen

L_{Aeq} af støjen fra virksomheden, $L_{Aeq,v}$, bestemmes som følger:

• $L_{Aeq,t} - L_{Aeq,b} > 10$ dB: $L_{Aeq,v} = L_{Aeq,t}$

Den fejl, der begås ved at antage, at $L_{Aeq,v} = L_{Aeq,t}$ er mindre end 0,5 dB.

• $L_{Aeq,t} - L_{Aeq,b} < 3$ dB: Ny måling

$L_{Aeq,v}$ kan ikke bestemmes med rimelig nøjagtighed. Målingen må gentages i et tidsrum med mindre baggrundsstøj. Eventuelt må avancerede målemetoder eller kombineret måling og beregning tages i brug.

Er den målte værdi af $L_{Aeq,t}$ betydeligt mindre end en støjgrænse, hvis overholdelse skal kontrolleres, er det selvsagt oftest unødvendigt at gentage målingen.

• 3 dB $\leq L_{Aeq,t} - L_{Aeq,b} < 10$ dB:

$$L_{Aeq,v} = 10 \log \left\{ 10^{\frac{L_{Aeq,t}}{10}} - 10^{\frac{L_{Aeq,b}}{10}} \right\} \quad [3.1]$$

Eventuelt kan diagrammet i figur 3.2 bruges til bestemmelse af $L_{Aeq,v}$. Som indgangsparameter anvendes differensen $L_{Aeq,t} - L_{Aeq,b}$. Ved hjælp af diagrammet bestemmes en korrektion, som skal adderes til $L_{Aeq,t}$, hvorefter $L_{Aeq,v}$ er bestemt.

3.3.2 L_{pAmax}

Korrektion af resultater af måling af maksimalværdien L_{pAmax} af det A-vægtede lydtrykniveau sker principielt på samme måde som korrektion af L_{Aeq}.

En sådan korrektion er i praksis kun mulig at gennemføre på et sikkert grundlag i situationer, hvor baggrundsstøjen er stationær. Er baggrundsstøjen fluktuerende, kan man ofte gennemføre målingen af L_{pAmax} på et tidspunkt, hvor det vides, at baggrundsstøjens indflydelse på totalstøjen er så ringe, at der kan ses bort fra den.

Det antages, at følgende størrelser er bestemt:

L_{pAmax,t} = L_{pAmax} af totalstøjen

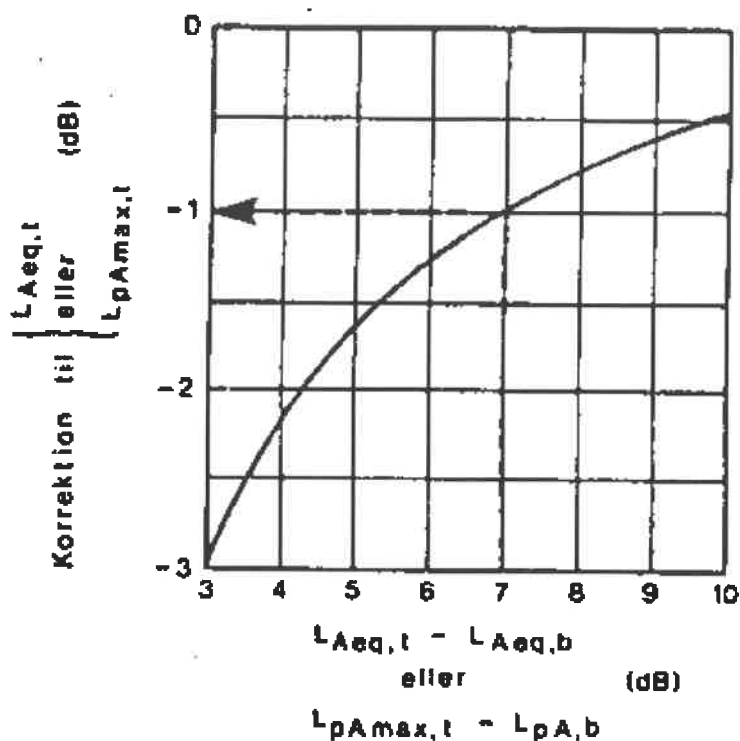
L_{pA,b} = A-vægtet lydtrykniveau af baggrundsstøjen på det tidspunkt, hvor L_{pAmax,t} forekommer.

Den søgte værdi af L_{pAmax} af støjen fra virksomheden bestemmes af udtrykket

$$L_{pAmax,v} = 10 \log \left\{ 10^{\frac{L_{pAmax,t}}{10}} - 10^{\frac{L_{pA,b}}{10}} \right\} \quad [3.2]$$

idet der tages de ovenfor under L_{Aeq} nævnte hensyn til forskellen mellem L_{pAmax,t} og L_{pA,b}. Eventuelt kan diagrammet i figur 3.2 anvendes.

I tilfælde, hvor baggrundsstøjen er stationær, anvendes udtrykket eller diagrammet umiddelbart. Er baggrundsstøjen fluktuerende, hvilket ofte er tilfældet, må det sikres, at L_{pAmax,t} rent faktisk skyldes støjen fra virksomheden og ikke baggrundsstøj (en forbikørsel, hundegøden eller lignende). Dette kan som regel sikres ved observationer foretaget under målingernes gennemførelse.



Figur 3.2 Korrektion for indflydelse af baggrundsstøj.

Eksempel:

$$L_{Aeq,t} = 61 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

$$L_{Aeq,b} = 54 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

$$L_{Aeq,t} - L_{Aeq,b} = 7 \text{ dB}$$

$$\text{Korrektion: } -1,0 \text{ dB}$$

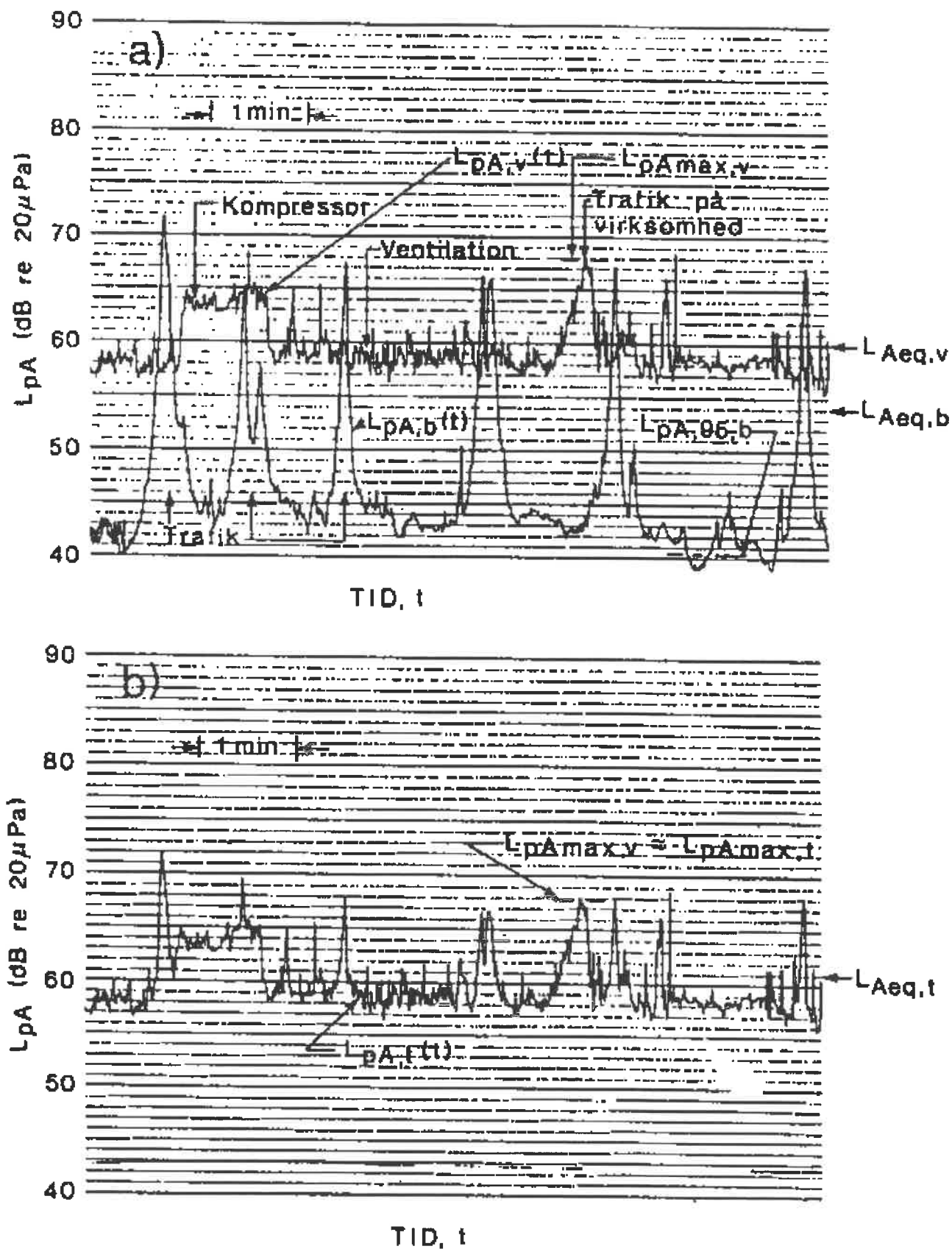
$$L_{Aeq,v} = L_{Aeq,t} + \text{korrektionen}$$

$$= 61 - 1,0 = 60 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

Ved fluktuerende baggrundsstøj er det et problem at få bestemt $L_{pA,b}$ på netop det tidspunkt, hvor $L_{pAmax,t}$ forekommer. En sådan bestemmelse, der kun kan blive skønsmæssig, må baseres på observationer foretaget under målingen, eventuelt suppleret med iagttagelser og målinger i punkter i nabolaget.

3.3 Eksempel

I figur 3.3 er vist et konstrueret eksempel. Der er i figurens del a) vist det A-vægtede lydtrykniveau (bestemt med en integrationstid svarende til tidsvægtning FAST (F)) $L_{pA,v}(t)$ af



Figur 3.3 Eksempel til illustration af begreberne støj fra virksomheden, baggrundsstøj samt totalstøj.

støjen fra en virksomhed, som funktion af tiden t . Støjen stammer blandt andet fra et ventilationsanlæg, som udsender en stationær støj. I målepositionen er L_{pA} fra ventilatoren 58-59 dB re 20 μ Pa. I en del af det betragtede tidsrum kører en kompressor på virksomheden. I dette tidsrum øges $L_{pA,v}$ til ca. 64 dB re 20 μ Pa. Henimod slutningen af det betragtede tidsrum foregår der materialetransport på virksomhedens areal. På det tidspunkt, hvor køretøjet er nærmest målepositionen, registreres den højeste værdi af $L_{pA,v}(t)$, som forekommer inden for det betragtede tidsrum, $L_{pAmax,v} = \text{ca. } 68 \text{ dB re } 20 \mu\text{Pa}$.

I målepositionen forekommer også baggrundsstøj i form af støj fra lokal trafik på en mindre vej samt almindelig uidentificerbar støj fra fjernere støjkilder. Baggrundsstøjen kan karakteriseres ved blandt andet $L_{Aeq,b}$, som i det viste eksempel er ca. 54 dB re 20 μ Pa. De lavest forekommende værdier af det A-vægtede lydtrykniveau af baggrundsstøjen karakteriseres ved $L_{pA,95,b}$, som er ca. 40 dB re 20 μ Pa.

Ved en måling i målepositionen vil man registrere den totale støj, hvis A-vægtede lydtrykniveau $L_{pA,t}(t)$ som funktion af tiden er illustreret i figur 3.3.b.

Det er muligt ved iagttagelser foretaget under registreringen af $L_{pA,t}(t)$ at konstatere, at $L_{pAmax,v}$ med rimelig tilnærmelse er lig med $L_{pAmax,t}$ på det tidspunkt, hvor $L_{pAmax,v}$ forekommer.

Virksomhedens bidrag $L_{Aeq,v}$ til støjbelastningen bestemmes i følgende 3 trin:

1. $L_{Aeq,t}$ bestemmes i laboratoriet på basis af registreringen af $L_{pA,t}(t)$. $L_{Aeq,t} = 61 \text{ dB re } 20 \mu\text{Pa}$.
2. Ved måling af baggrundsstøjen i en anden måleposition med tilsvarende beliggenhed i forhold til vejen bestemmes derefter $L_{Aeq,b}$, som forudsættes også at repræsentere baggrundsstøjen i målepositionen ved virksomheden. Subsidiært beregnes på basis af trafikale og topografiske oplysninger $L_{Aeq,b} = 54 \text{ dB re } 20 \mu\text{Pa}$.

3. Derefter bestemmes $L_{Aeq,v}$ enten ved hjælp af formeludtrykket [3.1] eller diagrammet figur 3.2:

$$L_{Aeq,v} = \left\{ \begin{array}{l} 10 \log \left(10^{\frac{61}{10}} - 10^{\frac{54}{10}} \right) \\ 61 - 1;0 \end{array} \right\} = 60 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

3.4 Meteorologiske forhold

Resultatet af en måling af støjen fra en virksomhed er i almindelighed stærkt påvirket af de meteorologiske forhold, der hersker under målingen. Virkningen på måleresultatet er større, jo større afstanden er mellem støjkilde og måleposition.

Hvis afstanden mellem støjkilde og måleposition er mindre end 25 m, er de meteorologiske forholds indflydelse på måleresultatet så lille, at det ikke er nødvendigt at stille krav til de meteorologiske forhold under målingen. Se dog afsnit 3.2 om støj genereret af vind.

En lidt speciel meteorologisk betingelse er snedækket terrænoverflade. Lydudbredelsen påvirkes så stærkt af anlaget, at resultater af målinger udført ved snedækket terrænoverflade normalt ikke bør benyttes ved bedømmelse af ekstern støj fra virksomheder.

De vigtigste meteorologiske faktorer er vindens retning samt vindhastighedens og temperaturens variation med højden over terræn (vindhastigheds- og temperaturgradienten).

De meteorologiske forholds indflydelse på lyds udbredelsesforhold har været genstand for omfattende undersøgelser i de senere år. Derved er der sket en vis afklaring. Det følgende repræsenterer de konklusioner, man indtil nu har draget af undersøgelserne.

Det er nødvendigt kort at ridsse de meteorologiske forholds principielle virkemåde op. Detaljerede oplysninger kan f.eks. findes i [Israelsson, 1979]. Her betragtes kun de vigtigste fæ-

nomener, som forekommer i lav højde (se principskitserne i figur 3.4).

Lydhastigheden øges med voksende temperatur. Dette bevirker, at lydbølgebanerne krummes opad, når temperaturen aftager med højden z (negativ temperaturgradient, $\Delta T/\Delta z < 0$). Lydbølgebanerne krummes nedad, når temperaturen øges med voksende højde z over terræn (positiv temperaturgradient, $\Delta T/\Delta z > 0$ = inversion).

Vindens hastighed u varierer med højden z . Ved terrænoverfladen er vindhastigheden lille. Vindhastigheden øges med voksende højde over terræn. Vindhastighedsprofilets udseende afhænger af terrænets ruhed. Forøgelsen af vindhastigheden bevirker en nedadbøjning af lydbølgerne i medvind samt en opadbøjning af lydbølgerne i modvind.

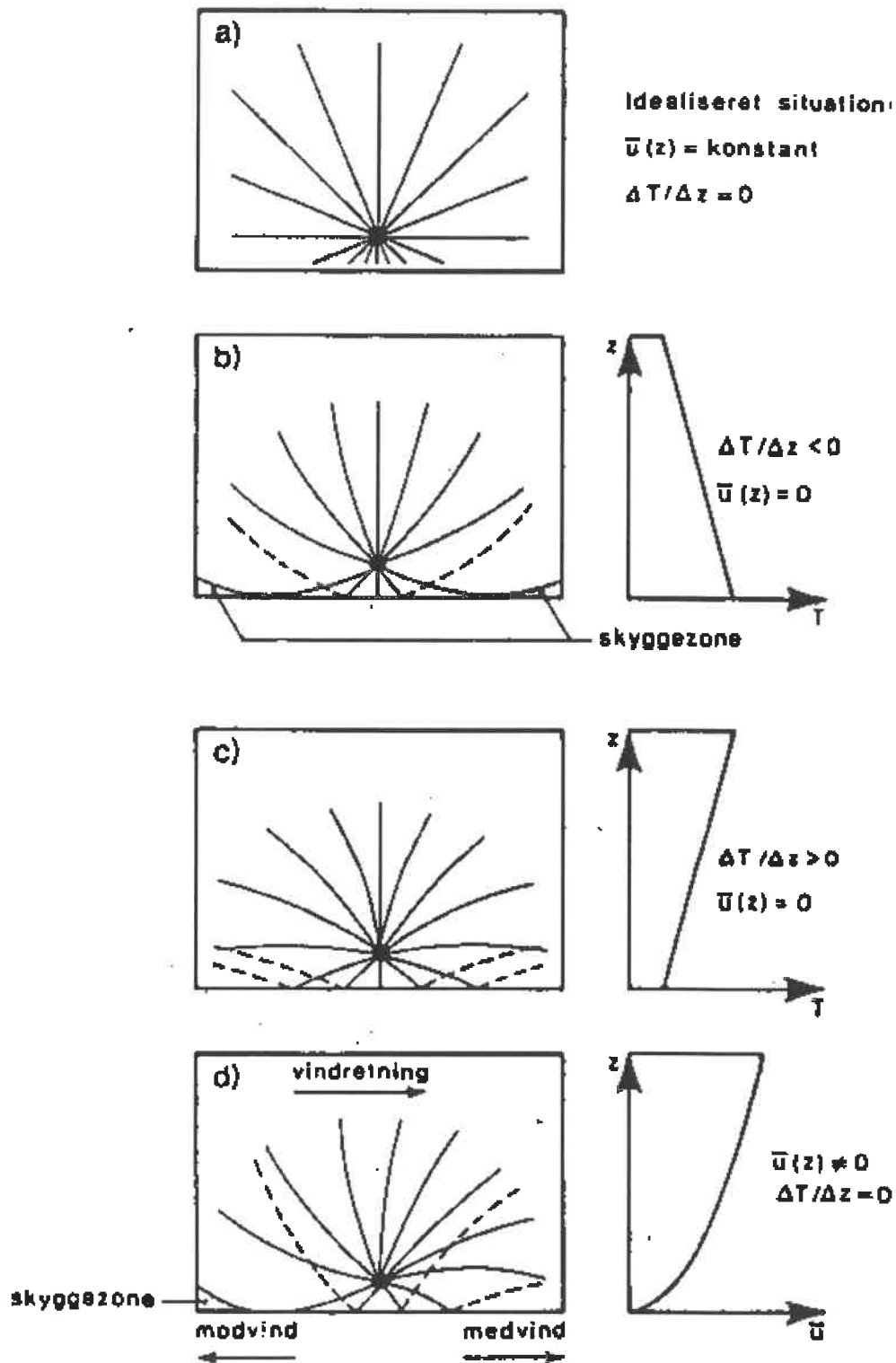
Krumningen af lydbølgebanerne påvirker lydtrykniveauet. Både terrænoverfladens og eventuelle skærmes virkning afhænger af krumningen. Vindhastighedsgradienten og temperaturgradienten optræder i varierende kombinationer. Dette komplicerer situationen meget i forhold til de enkle skitser, som er vist i figur 3.4.

Man har forsøgt at finde frem til så let observerbare meteorologiske betingelser som overhovedet muligt, som trods den forenkede beskrivelse af virkeligheden alligevel giver sikkerhed for at opnå rimeligt reproducerbare måleresultater.

Det har vist sig, at det er hensigtsmæssigt at kræve, at der skal være tale om en vis, men ikke for kraftig nedadbøjning af lydbølgebanerne. De måleresultater, man opnår under sådanne forhold, repræsenterer hyppigt forekommende, høje værdier af lydtrykniveauet.

De betingelser, som må kræves overholdt for at sikre den omtalte nedadbøjning af lydbølgebanerne, er:

- Middelvindretningen skal være fra støjkilde til måleposition (medvind) med en tilladt afvigelse på $\pm 45^\circ$.
- Middelvindhastigheden målt 10 m over terræn skal være mindre end 5 m/s.



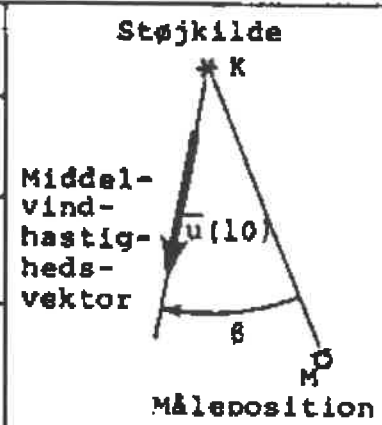
Figur 3.4 Principskitser, som illustrerer lydbølgernes udbredelse under forskellige meteorologiske forhold.

- a) Retlinet udbredelse
- b) Negativ temperaturgradient
- c) Positiv temperaturgradient
- d) Vindhastighedens indflydelse

- Ved middelvindhastigheder på 2-5 m/s kræves en temperaturgradient, målt mellem 0,5 m og 10 m over terræn, i intervallet $\pm 0,05^\circ\text{C}/\text{m}$.
- Ved middelvindhastigheder på mindre end 2 m/s (incl. vindstille) skal den tilsvarende temperaturgradient være mellem $0^\circ\text{C}/\text{m}$ og $+0,05^\circ\text{C}/\text{m}$.

3.5 Meteorologisk ramme

De krav til de meteorologiske forhold, som er opstillet i afsnit 3.4, er resumeret i figur 3.5. Måling kan udføres, når kravene I eller II er opfyldt. Er afstanden mellem støjkilde og måleposition mindre end 25 m, stilles dog ingen krav til de meteorologiske forhold.

Parameter	Krav		Støjkilde 
	situation I	situation II	
$ \bar{u}(10) $ [m/s]	$2 \leq \bar{u}(10) \leq 5$	$0 \leq \bar{u}(10) < 2$	Middel- vind- hastig- heds- vektor
β [°]	$-45 \leq \beta \leq 45$		
$\Delta T/\Delta z$ [°C/m]	$-0,05 < \Delta T/\Delta z < 0,05$	$0 < \Delta T/\Delta z < 0,05$	

Figur 3.5 Meteorologisk ramme.

$|\bar{u}(10)|$ = middelvindhastighed 10 m over terræn (længden af middelvindhastighedsvektoren)

β = middelvindretning rel. linien KM

$\Delta T/\Delta z$ = temperaturgradient, målt mellem 0,5 m og 10 m over terræn

3.6 Måling af meteorologiske parametre

For at sikre, at en støjmåling udføres under forhold, der er inden for den meteorologiske ramme, er det nødvendigt at registrere de meteorologiske forhold under støjmålingen. Der henvises til [Jakobsen, 1981] for oplysninger om måleudstyr mv.

De meteorologiske parametre bør måles på et repræsentativt sted i åbent terræn mellem støjilden og målepositionen. De opstillede krav gælder middelværdier over 10 min. lange måletidsrum samtidigt med støjmålingen.

3.6.1 Vindhastighed

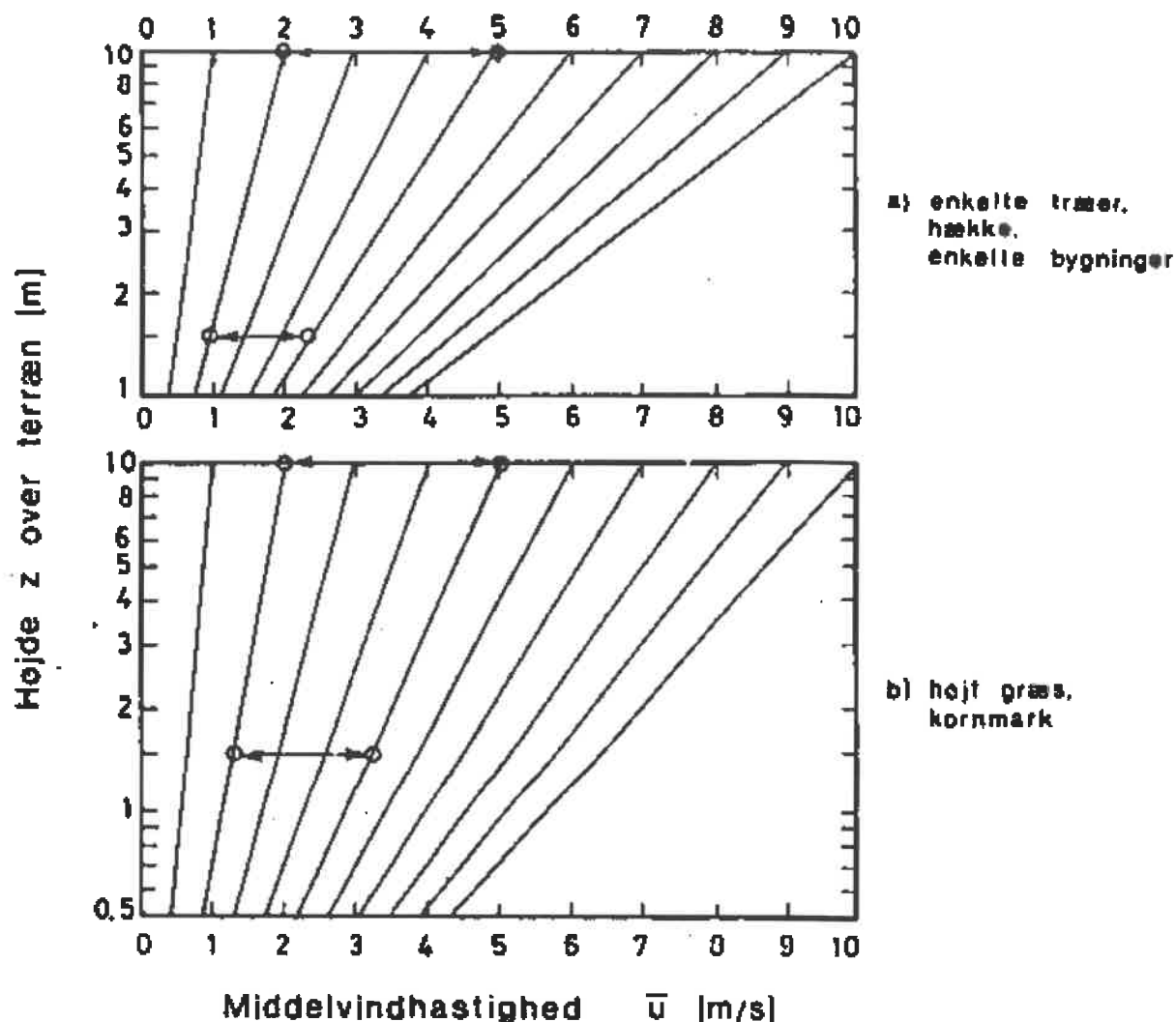
Vindhastigheden måles 10 m over terræn, hvis afstanden mellem støjkilde og måleposition er 200 m eller mere. Ved afstande under 200 m kan vindhastigheden 10 m over terræn skønnes på basis af måling af vindhastigheden i lavere højde. Hertil kan nomogrammerne i figur 3.6 anvendes.

Som udgangspunkt for nomogrammerne er valgt vindhastigheden 10 m over terræn. Det ses eksempelvis, at vindhastighedsintervallet 2-5 m/s 10 m over terræn svarer til intervallet 1,0 - 2,4 m/s i 1,5 m højde ved terrænoverflade type a) og til intervallet 1,3 - 3,2 m/s ved terrænoverflade type b). Nomogrammerne i figur 3.6 er gyldige for fladt, åbent land ved såkaldt neutral vertikal temperaturgradient, dvs. normalt ved en negativ temperaturgradient på ca. 1°C pr. 100 m. Denne situation optræder i overskyet vejr med et tykt lag af skyer. Der må advares mod at bruge nomogrammerne for situationer med store temperaturgradienter samt for andre typer af terrænoverflade end angivet i figuren.

3.6.2 Vindretning

Vindretningen bør fortrinsvis måles 10 m over terræn. Vindretningen kan med rimelig nøjagtighed vurderes på basis af en registrering i lavere højde, ned til 1,5 m, i tilfælde hvor der ikke findes større bygninger og lignende i nærheden af vindretningsføleren.

For udstrakte støjilder må kildens akustiske centrum anvendes ved fastlæggelse af kravet til vindretningen. I tilfælde, hvor det er vanskeligt at definere støjildens akustiske centrum, må der gennemføres en worst case vurdering.



Figur 3.6 Nomogrammer, som viser sammenhængen mellem vindhastighed og højde over terræn ved forskellige terrænoverflader. På figurerne er med pile illustreret vindhastighedsintervallet 2-5 m/s i 10 m højde og de tilsvarende vindhastighedsintervaller i 1,5 m højde. Efter [Larsson et al., 1980]

3.6.3 Temperaturgradient

Den temperaturgradient, som er relevant for udbredelsen af lyden fra en kilde placeret nær terræn, vurderes på basis af forskellen mellem temperaturen henholdsvis 10 m og 0,5 m over terræn.

Det er forbundet med store måletekniske problemer at udføre en tilstrækkelig præcis måling af temperaturgradienten. Derfor er

man i mange tilfælde henviset til at nøjes med at foretage en vurdering. I det følgende er givet vejledning til støtte for sådanne vurderinger.

Temperaturgradienten varierer med solindstrålingen. Denne er en funktion af solhøjden og skydækket.

Temperaturgradienten udviser i klart, stille vejr om sommeren en typisk døgnvariation med store negative værdier midt på dagen, meget små værdier omkring 1½ time efter solopgang og 1½ time før solnedgang og meget store positive værdier om natten.

Hvis det er tæt skyet, eller der er stærk blæst, er døgnvariationen mindre udpræget. De negative værdier midt på dagen og de positive værdier om natten er da numerisk mindre.

Om vinteren er temperaturgradienten positiv i en større del af døgnet end om sommeren. Der kan forekomme ekstremt store positive temperaturgradienter over snedækkede terrænoverflader. Dette er af mindre betydning i denne sammenhæng, fordi målinger ikke bør udføres, når terrænoverfladen er snedækket.

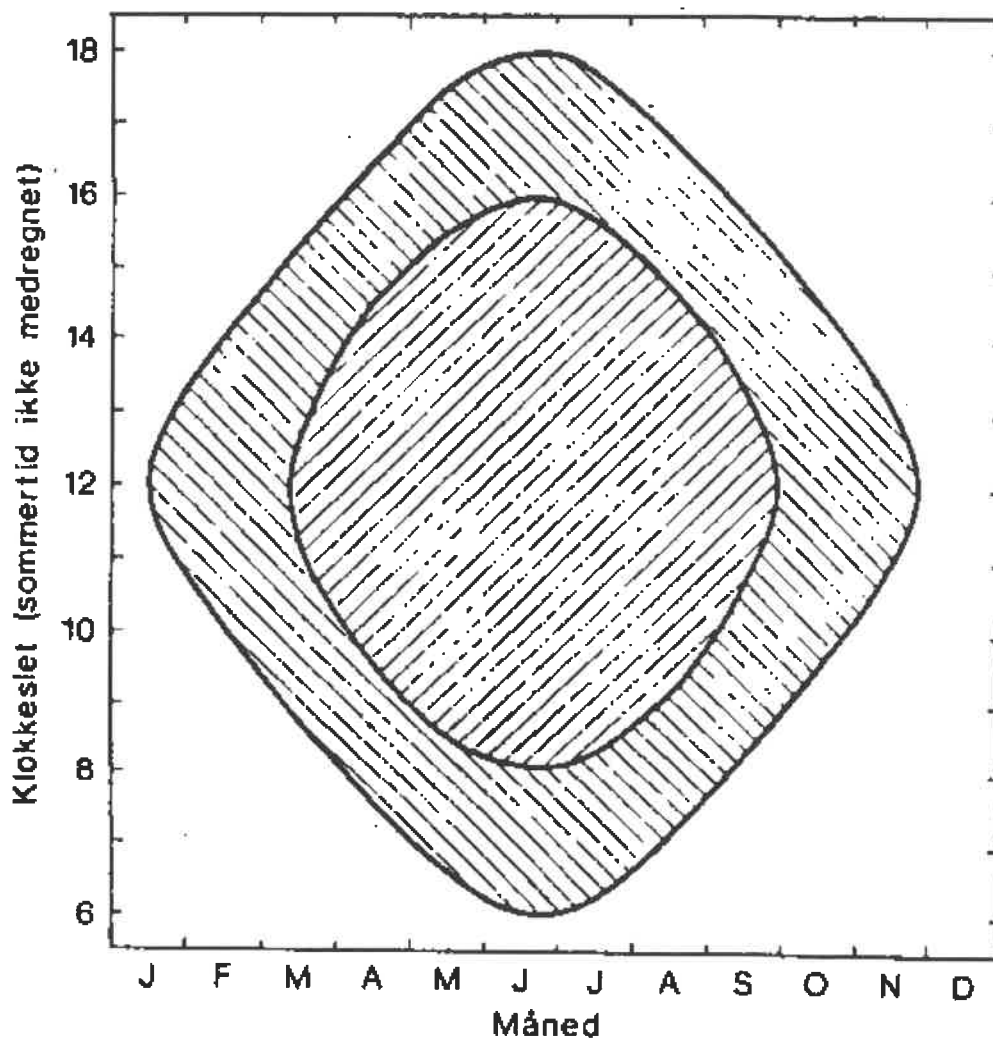
Temperaturgradientens størrelse kan skønnes på grundlag af observeret solhøjde og skydække. I figur 3.7 er givet en skematisk afgrænsning, som er gyldig under forudsætning af rimeligt jævnt og åbent terræn og en vindhastighed 10 m over terræn på 3 m/s (svag til let vind).

$\Delta T/\Delta z > -0,05^\circ\text{C}/\text{m}$ om dagen ¹⁾ kræver ved skydække 8/8, at solhøjden $< 30^\circ$ ved skydække 0-6/8, at solhøjden $< 15^\circ$
$\Delta T/\Delta z < 0,05^\circ\text{C}/\text{m}$ om natten ¹⁾ kræver at skydækket $> 4/8$




1) Mellem solopgang og solnedgang og vice versa.

Figur 3.7 Skematisk afgrænsning af forudsætninger for moderat temperaturgradient.

I figur 3.8 er på grundlag af solhøjdens døgn- og årstidsvariation optegnet de tidsrum, hvori temperaturgradienten kan forventes at være større end $-0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$. Det ses, at næsten hele dagen vil temperaturgradienten være under ("mere negativ end") $-0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$ om sommeren, medmindre der er meget tætte skyer.



Figur 3.8 Sammenhæng mellem årstid, tidspunkt på dagen, skydække og temperaturgradient.

-  $\Delta T/\Delta z$ større end $-0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$, eventuelt positiv, uanset skydækket.
-  $\Delta T/\Delta z$ større end $-0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ved 6/8 skydække og derover, dvs. tæt skyet til overskyet.
-  $\Delta T/\Delta z$ kun større end $-0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$, når det er helt overskyet med tætte, tykke skyer.

Om vinteren er temperaturgradienten om dagen næsten altid større end $-0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$. I klart vejr kan den endog være positiv, i reglen mindre end $0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$. På vinternætter kræves mere end 4/8 skydække, før temperaturgradienten er mindre end $0,05^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

Hvis vindhastigheden 10 m over terræn er over 3 m/s og/eller terrænet er kraftigt kuperet (eller f.eks. bebygget), er temperaturgradientens numeriske værdi mindre end svarende til angivelserne i figur 3.7 og 3.8. Hvis derimod vindhastigheden er meget lav, kan temperaturgradienterne numerisk blive meget store, især om natten.

Under regn og efter regn er temperaturgradienten typisk meget lille.

4. MÅLERESULTATERS NØJAGTIGHED

4.1 Generelt

Ethvert måleresultat er behæftet med en vis usikkerhed. Det er vigtigt at vurdere, hvor stor denne usikkerhed er ved en konkret måleopgave, og at give oplysning herom i målerapporten. De følgende afsnit giver vejledning om denne vurdering.

Hvis man kunne måle støjen fra en virksomhed ved en given driftstilstand uendeligt mange gange i den samme måleposition, ville man kunne forvente, at måleresultaterne fordelte sig efter en såkaldt normal (Gaussisk) fordeling. En sådan fordeling beskrives ved sin middelværdi og standardafvigelse. Middelværdien ville være den "sande" værdi af støjen i målepositionen. Standardafvigelsen ville være et mål for, hvor store variationer der var fra måling til måling.

Når man i praksis udfører en støjmåling, tager man en "stikprøve" af støjen ved den aktuelle driftstilstand. I målerapporten skal man angive, hvor god overensstemmelse der er mellem måleresultatet og den sande værdi. Man kan forbedre denne overensstemmelse ved at tage flere stikprøver og bruge gennemsnits-

værdien af stikprøveresultaterne som estimat af den sande værdi.

Måleværdien betegner i det følgende resultatet af en enkelt måling eller gennemsnitsværdien af flere måleresultater. Omkring måleværdien kan man fastlægge et (konfidans)interval med en vis bredde. Den halve bredde af konfidansintervallet kaldes her ubestemtheden, δ . Den sande værdi findes med en vis sandsynlighed (konfidensgrad) inden for konfidansintervallet.

Ubestemtheden afhænger af standardafvigelsen σ , af antallet af måleresultater og af den valgte konfidensgrad. I afsnit 4.2-4.4 gives en vurdering af størrelsen af forskellige bidrag til σ . Fastsettelsen af ubestemtheden omtales i afsnit 4.5.

Standardafvigelsen σ betragtes i det følgende som i hovedsagen sammensat af to typer af bidrag, nemlig kildebetingede bidrag, σ_k , og meteorologisk betingede bidrag, σ_m . Der gælder da følgende sammenhæng:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_k^2 + \sigma_m^2} \quad [4.1]$$

I specielle tilfælde er både σ_k og σ_m så små, at måleinstrumenternes bidrag σ_i til σ bør medregnes. [4.1] bliver da:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_k^2 + \sigma_m^2} \quad [4.1.a]$$

4.2 Instrumenter, kalibrering mv.

Rent instrumentmæssige forhold, kalibrering mv. giver i sig selv et vist bidrag til usikkerheden på måleresultatet. Under forudsætning af, at instrumenterne er behandlet forskriftsmæssigt, herunder kontrolleret og kalibreret, er dette bidrag oftest af mindre betydning. Man må generelt aldrig forvente at kunne bestemme den absolutte værdi af det A-vægtede lydtrykniveau mere nøjagtigt end svarende til en standardafvigelse $\sigma_i = 0,25-0,5$ dB.

4.3 Variierende støjjudsendelse

Som allerede nævnt i afsnit 2.4 bør man karakterisere støjjudsendelsen fra en virksomhed ved resultater af målinger ved forskellige driftstilstande, der hver for sig giver anledning til konstant støjjudsendelse. Ideelt bør bidraget σ_k - som følge af variationer i kildens støjjudsendelse - til den resulterende værdi af σ altså være ubetydeligt.

I praksis vil der ofte være tale om en vis større eller mindre tidsmæssig variation i støjjudsendelsen. Undertiden kan σ_k vurderes på grundlag af kendskab til støjkildernes egenskaber. I andre tilfælde må σ_k vurderes på basis af resultater af mindst 3 uafhængige målinger i kort afstand fra virksomheden, hvor de meteorologisk betingede spredningsbidrag er små ($\sigma_m = 0$). Værdien af σ_k estimeres da ved størrelsen s_k :

$$s_k = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{i=1}^N L_{Aeq,i}^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N L_{Aeq,i} \right)^2 \right]} \quad [4.2]$$

hvor N er antallet af målinger og $L_{Aeq,i}$ er resultatet af måling nr. i . Beregning af standardafvigelser og middelværdier udføres med fordel ved brug af en lommeregner med indbyggede standard statistikprogrammer.

Måleresultater bør for at kunne anses for at være statistisk uafhængige i reglen indsamles med mindst et døgn mellemrum. I tilfælde, hvor fluktuationer i støjjudsendelsen forekommer mange gange i løbet af en time, kan målingerne gentages med tidsmellemrum ned til en time. Måletidsrummet bør som hovedregel være 10 minutter ved hver måling.

4.4 Variierende dæmpning under lydets udbredelse

Variationer i lydtrykniveauets reduktion under udbredelsen giver et væsentligt bidrag til måleusikkerheden. Dette delbidrag til σ som følge af meteorologiske forholds indflydelse betegnes σ_m .

Et foreløbigt resultat af de seneste års undersøgelser [Larsson, 1980], [Lindblad, 1979], [Eriksson, 1979] kan konkluderes i følgende:

Der forekommer fluktuationer i lydtrykniveauet i en måleposition som følge af turbulensfenomener i luften langs lydens transmissionsvej. Fluktuationerne forekommer, selv om virksomheden udsender stationær støj. Periodetiden for fluktuationerne er typisk af størrelsesordenen 1 min. For at minimere spredningsbidraget fra disse hurtige fluktuationer, er det nødvendigt at midle (integrere) over mere end ca. 4 min. Det anbefales at midle over måletidsrum af 10 min. varighed.

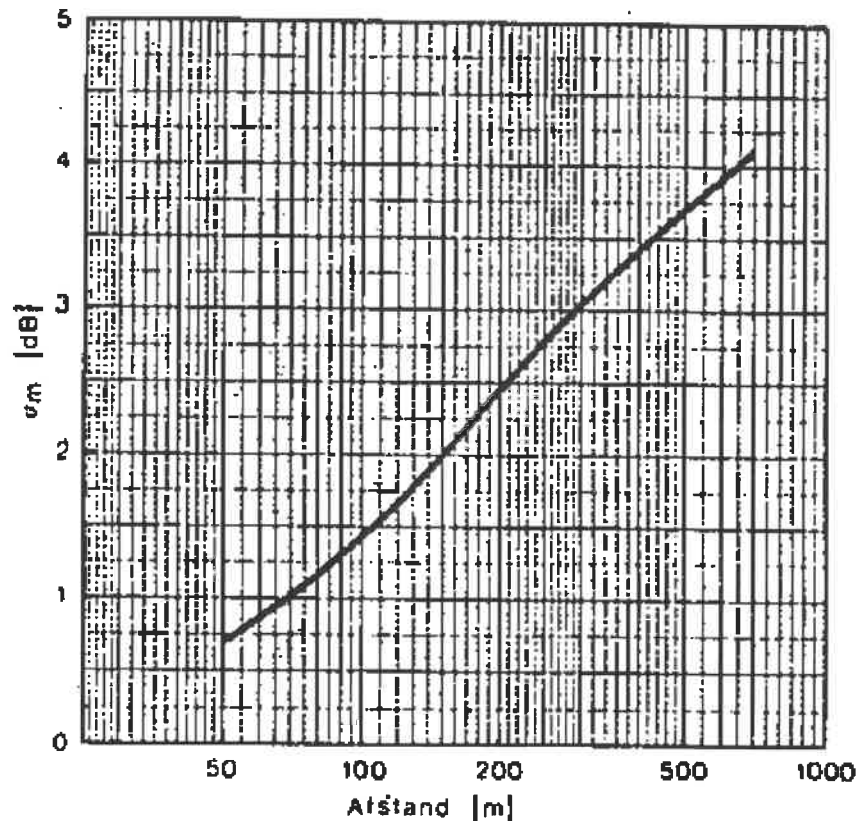
Ved opstillingen af den ramme for de meteorologiske forhold, som er gengivet i afsnit 3.5, har man opnået at afgrænse nogle lydudbredelsesmæssigt stabile vejrforhold. Herved begrænses måleresultaternes variation.

I figur 4.1 er givet nogle vejledende værdier af σ_m som funktion af afstanden mellem støjkilde og måleposition. Værdien af σ_m øges med voksende afstand.

Kurven, som gælder for $L_{Aeq,10 \text{ min.}}$, er fastlagt på grundlag af resultater af 1/1 oktavbåndmålinger af støjen fra en lydkilde 1,25 - 1,5 m over terræn med mikrofonhøjde 1,25 - 1,5 m over terræn [Larsson, 1980], [Storeheier, 1981]. Lydudbredelsen skete over en græsbevokset terrænoverflade.

Vejrforholdene under målingerne var inden for den meteorologiske ramme fra afsnit 3.5. Ændringer i de meteorologiske forhold giver i en sådan situation store ændringer i terrænets indflydelse på lydudbredelsen. De angivne σ_m -værdier repræsenterer et rimeligt "worst case" med "ugunstige" lydudbredelsesforhold set fra et reproducerbarhedssynspunkt: lav støjkilde, lav måleposition og porøs terrænoverflade. I 1/1 oktaven med centerfrekvens 500 Hz konstateredes væsentligt større værdier af σ_m . Dette "worst case" omfatter også situationer med skærmning og med "delvis" skærmning. Hermed menes, at en udtrakt støjkilde er delvist skærmet, eller at de krumme lydbølgebaner

fra en støjkilde [Kragh, 1982 og 1983] passerer skærmen omkring dens top. I så fald vil variationer i de meteorologiske forhold - selv inden for den meteorologiske ramme fra afsnit 3.5 - kunne give store variationer i støjen i målepositionen.



Figur 4.1 Vejledende angivelse af σ_m som funktion af afstanden mellem støjkilde og måleposition.

Ved måling af L_{Aeq} af bredbåndet støj fra højt placerede kilder kan man forvente, at σ_m er betydeligt mindre end angivet i figur 4.1. Det samme gælder målepositioner i stor højde samt situationer med lydudbredelse over hårdt og kombineret hårdt og porøst terræn.

Under sådanne "gunstige" lydudbredelsesforhold, set fra et reproducerbarhedssynspunkt, kan man forvente σ_m -værdier, som er af størrelsesordenen det halve af værdierne i figur 4.1 [Storeheier, 1981 og 1982], [Jakobsen et al., 1983b], [Carlsen, 1983].

De vejledende σ_m -værdier kan bruges ved grove vurderinger af σ_m , og dermed σ , i situationer, hvor man kun gennemfører én en-

kelt måling. Ønskes en sikrere vurdering, må man udføre gentagne målinger, jfr. afsnit 4.5.2. Det anbefales så vidt muligt at udføre gentagne målinger.

Figur 4.1 er baseret på resultater af målinger af stationær støj. Den kan derfor ikke umiddelbart bruges til at vurdere om for kortvarige støjbegivenheder (slaglyde, støj fra skydevåben). Ubestemtheden på resultater af sådanne målinger må i stedet vurderes som angivet i afsnit 4.5.4.

4.5 Vurdering af måleresultaters nøjagtighed

Der skelnes i det følgende mellem situationer, hvor man på basis af et enkelt måleresultat ønsker at vurdere, om en given støjgrænse er overholdt eller overskredet, samt situationer, hvor vurderingen baseres på resultaterne af flere målinger.

I afsnittene 4.5.1 og 4.5.2 forudsættes L_{Aeq} af støjen fra en virksomhed bestemt af støjudsendelsen ved en enkelt driftstilstand. I afsnit 4.5.3 omtales kort fastsættelsen af ubestemtheden på en værdi af L_{Aeq} fremkommet ved addition af bidrag fra forskellige driftstilstande.

Vurderingen af nøjagtigheden af resultater af måling af L_{pAmax} omtales i afsnit 4.5.4.

4.5.1 En måling af L_{Aeq}

Ønskes på grundlag af resultatet af én enkelt måling af 10 min. varighed under vejrforhold inden for den meteorologiske ramme fra afsnit 3.5 foretaget en vurdering af, om en given støjgrænse er overholdt eller overskredet, kan man gå frem på følgende måde. Måleværdien er $L_{Aeq,0}$, og ubestemtheden $\delta = \sigma \cdot 1,7$, hvor σ er standardafvigelsen bestemt på basis af formel [4.1], afsnit 4.3 og afsnit 4.4.

- Hvis $L_{Aeq,0} + \sigma \cdot 1,7 \leq$ støjgrænsen, er støjgrænsen med 95% sandsynlighed eller mere overholdt. [4.3]
- Hvis $L_{Aeq,0} - \sigma \cdot 1,7 \geq$ støjgrænsen, er støjgrænsen med 95% sandsynlighed eller mere overskredet.

I tilfælde, hvor σ er for stor til, at en vurdering af denne karakter findes tilstrækkelig, må der foretages gentagne målinger. Dette vil forekomme i situationer, hvor der ikke er tale om en meget klar forskel mellem måleværdi og støjgrænse.

Eksempel a

En 10 min. lang måling af L_{Aeq} 200 m fra en lavt placeret støjkilde gav $L_{Aeq,0} = 45,3$ dB re 20 μ Pa.

Det instrumentbetingede spredningsbidrag, $\sigma_i = 0,5$ dB, var uden betydning.

Kilden vurderes som stationær, $\sigma_k \leq 1$ dB

Af figur 4.1 ses, at $\sigma_m = 2,5$ dB

Resultaterne fås af [4.1]

$$\sigma \leq \sqrt{1,0^2 + 2,5^2} = 2,7 \text{ dB}$$

Idet $L_{Aeq,0} + \sigma \cdot 1,7 = 45,3 + 2,7 \cdot 1,7 = 49,9 < 50$ dB re 20 μ Pa, kan støjgrænsen 50 dB re 20 μ Pa med mere end 95% sandsynlighed anses for overholdt.

Idet $L_{Aeq,0} - \sigma \cdot 1,7 = 45,3 - 2,7 \cdot 1,7 = 40,7 > 40$ dB re 20 μ Pa, kan støjgrænsen 40 dB re 20 μ Pa med mere end 95% sandsynlighed anses for overskredet.

4.5.2 Flere målinger af L_{Aeq}

Foreligger resultaterne af N statistisk uafhængige observationer $(L_{Aeq,0})_i$, $i = 1 \dots N$, af L_{Aeq} af støjen fra en virksom-

hed (ved en given driftstilstand), anvendes den i det følgende skitserede vurderingsmetode. For at opnå, at måleresultaterne er statistisk uafhængige, bør de i reglen indsamles med mindst et døgn mellemrum. Konstatere man under overvågning af målingerne, at der inden for observationstidsrummet optræder tydeligt skift i vejrliget (middelvindretning, -hastighed, skydække mv.), kan man undtagelsesvis indsamle mere end ét måleresultat i hver måleposition inden for samme døgn.

Middelværdien m (på energibasis) af måleresultaterne beregnes ved hjælp af udtrykket:

$$m = 10 \log \left\{ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{(L_{Aeq,o})_i}{10}} \right\} \quad [4.4]$$

Hvis forskellen mellem det største og det mindste måleresultat er mindre end 5 dB, kan m med tilstrækkelig nøjagtighed beregnes som den aritmetiske middelværdi:

$$m \approx \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (L_{Aeq,o})_i \quad [4.4.a]$$

Standardafvigelsen σ estimeres ved størrelsen s beregnet på grundlag af måleresultaterne:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left\{ \sum_{i=1}^N (L_{Aeq,o})_i^2 - \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N (L_{Aeq,o})_i \right]^2 \right\}} \quad [4.5]$$

Vurderingen gennemføres som angivet i udtrykkene [4.7], idet ubestemtheden δ på middelværdien beregnes som:

$$\delta = s \cdot \frac{t_{H-1}}{\sqrt{N}} \quad [4.6]$$

- Hvis $m + s \cdot t_{N-1}/\sqrt{N} < \text{støjgrænsen}$, er støjgrænsen med 95% sandsynlighed eller mere overholdt.

[4.7]

- Hvis $m - s \cdot t_{N-1}/\sqrt{N} < \text{støjgrænsen}$, er støjgrænsen med 95% sandsynlighed eller mere overskredet.

Størrelsen t_{N-1} er gengivet i tabel 4.1 for forskellige værdier af N , sammen med forholdet t_{N-1}/\sqrt{N} .

N	2	3	4	5	6	$7 \leq N \leq 9$	$10 \leq N \leq 15$	≥ 16
t_{N-1}	6,3	2,9	2,4	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7
$\frac{t_{N-1}}{\sqrt{N}}$	4,5	1,7	1,2	0,95	0,82	$0,73 \geq \frac{t_{N-1}}{\sqrt{N}} \geq 0,62$	$0,58 \geq \frac{t_{N-1}}{\sqrt{N}} \geq 0,45$	$\frac{1,7}{\sqrt{N}}$

Tabel 4.1 Udvalgte værdier fra Student's t-fordeling svarende til 90% konfidensinterval. Bruges værdierne ved ensidet test opnås 95% konfidensgrad.

Eksempel b

Tænkes i samme situation som i eksempel a udført 3 uafhængige målinger med følgende resultater. $L_{Aeq,10 \text{ min.}} =$ hhv. 45,3, 48,1 og 47,7 dB re 20 μPa , fås $m = 47,2$ dB re 20 μPa og $s = 1,51$ dB. Af tabel 4.1 fås $t_{N-1}/\sqrt{N} = 1,7$.

Idet $m + s \cdot t_{N-1}/\sqrt{N} = 47,2 + 1,51 \cdot 1,7 = 49,8$ dB re 20 μPa , kan støjgrænsen 50 dB re 20 μPa med mere end 95% sandsynlighed anses for overholdt.

Idet $m - s \cdot t_{N-1}/\sqrt{N} = 47,2 - 1,51 \cdot 1,7 = 44,6$ dB re 20 μPa , kan støjgrænsen 45 dB re 20 μPa med lidt mindre end 95% sandsynlighed anses for overskredet.

4.5.3 L_{Aeq} for flere driftstilstande

I situationer, hvor L_{Aeq} for et referencetidsrum af støjen fra en virksomhed bestemmes ved addition (jfr. afsnit 10) af bidrag

fra forskellige driftstilstande, er fastsættelsen af værdien af σ mere vanskelig.

Værdien af σ kan i sådanne tilfælde "meget på den sikre side" sættes lig med σ for den af driftstilstandene, hvis bidrag er mest usikkert bestemt. I visse tilfælde vil det være hensigtsmæssigt at gennemføre en vægtning af ubestemthederne på de indgående L_{Aeq} -bidrag. Ved denne vægtning bør der tages hensyn til såvel varigheden af hver driftstilstand som størrelsen af hvert L_{Aeq} -bidrag. Dette er detaljeret omtalt i [Eriksson, 1981], [SNV, 1984], hvortil der henvises.

4.5.4 L_{pAmax}

L_{pAmax} bør bestemmes som den aritmetiske middelværdi ($\overline{L_{pAmax}}$) af resultater af målinger udført ved mindst fem forekomster af den driftstilstand, der giver anledning til L_{pAmax} . Disse målinger bør gennemføres med mindst 2 min. mellemrum. Eksempelvis bør tømning af containere på forskellige steder på en virksomheds areal principielt betragtes som forskellige driftstilstande.

Nøjagtigheden af L_{pAmax} kan i almindelighed ikke vurderes, hvis man alene måler ved fem forekomster af den betragtede driftstilstand.

I tilfælde, hvor en sådan vurdering ønskes, kan man gennemføre et antal statistisk uafhængige målinger - i N grupper à 5 målinger. En vurdering kan derpå gennemføres på følgende måde. Først bestemmes middelværdien ($\overline{L_{pAmax}})_k$ pr. gruppe nr. k af målinger:

$$(\overline{L_{pAmax}})_k = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (L_{pAmax})_i \quad [4.8]$$

Derpå bestemmes middelværdien og et estimat af standardafvigelsen for de N middelværdier ($\overline{L_{pAmax}})_k$ ($k = 1 \dots N$) under anven-

delse af udtryk analogt med [4.6] og [4.5]. Måleresultatet vurderes endelig som angivet ved udtrykkene [4.7].

5. MÅLEPOSITIONER UDENDØRS

5.1 Valg af målepositioner generelt

De forhold, som set fra et administrativt synspunkt bør lægges til grund for valget af målepositioner, er behandlet i afanit 7.1 i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984, hvortil der henvises.

Der skal måles i de punkter omkring en virksomhed, hvor det er mest sandsynligt, at fastsætte støjgrænser eller vejledende grænseværdier er overskredet. Det er måleteknikerens opgave at udvalge disse punkter.

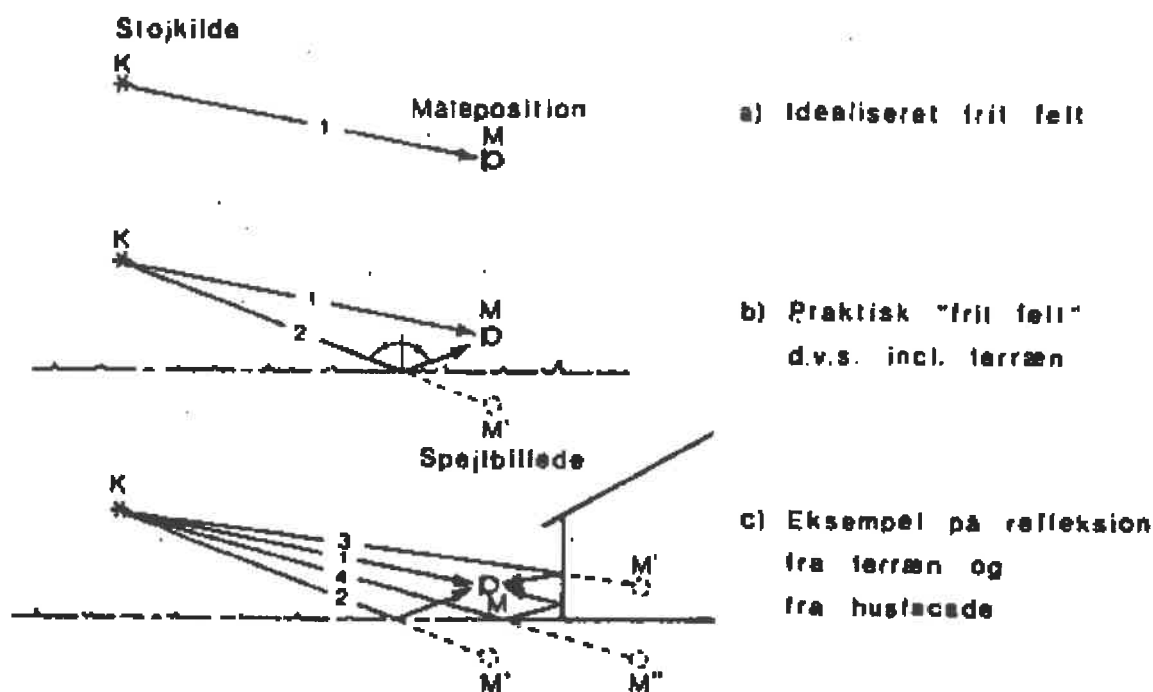
Det A-vægtede lydtrykniveau øges med voksende højde af målepositionen over terræn. Dette er særligt udtalt, når der forekommer skærmning langs støjens transmissionsvej fra kilde til måleposition.

Målingerne bør i almindelighed udføres 1,5 m over terrænoverfladen. Ved kontrolmålinger måles selvsagt i de højder, som er specificeret i de konkrete vilkår eller påbud. I klagesager bør mindst én måleposition vælges ved klagerens bolig. Dette kan ved etageboliger indebære valg af målepositioner i større højde end 1,5 m over terrænoverfladen.

I det følgende gives nogle retningslinier for, hvordan man bør placere målepositionen i forhold til lydreflekterende flader for at opnå veldefinerede måleresultater.

5.2 Bidrag fra refleksioner generelt

Lydtrykket i målepositionen opbygges som summen af lydtrykkene i lydbølger, som ankommer til målepositionen ad forskellige veje. Dette er illustreret i figurerne 5.1 og 5.2.



Figur 5.1 Illustration af transmissionsveje. Lodret snit.

- 1: Direkte
- 2: Via refleksion fra terræn
- 3: Via refleksion fra bygningsfacade
- 4: Via refleksion fra terræn og bygningsfacade

I figur 5.1 er dels vist

- a) en teoretisk situation; ideelt frit felt. Der eksisterer kun én transmissionsvej; direkte fra kilde til måleposition.

Endvidere er vist

- b) det, som i denne vejledning er benævnt "frit felt". Til målepositionen ankommer - ud over den direkte transmitterede lydenergi - et refleksionsbidrag fra terrænoverfladen. Transmissionsvej 2 er karakteriseret ved, at vinklen mellem normalen til terrænoverfladen og henholdsvis den indfaldende og den reflekterede lydbølges bane er lige store. Bidrag fra refleksioner kan betragtes som bidrag der kommer fra støjkilden til fiktive målepositioner (M' og M''), som er målepositionens spejlbilleder i de reflekterende flader.

I figur 5.1 er endelig vist

- c) de transmissionsveje, 3 og 4, som yderligere findes mellem kilde og måleposition, når der nær målepositionen findes en lodret, lydreflekterende flade, f.eks. en bygningsfacade.

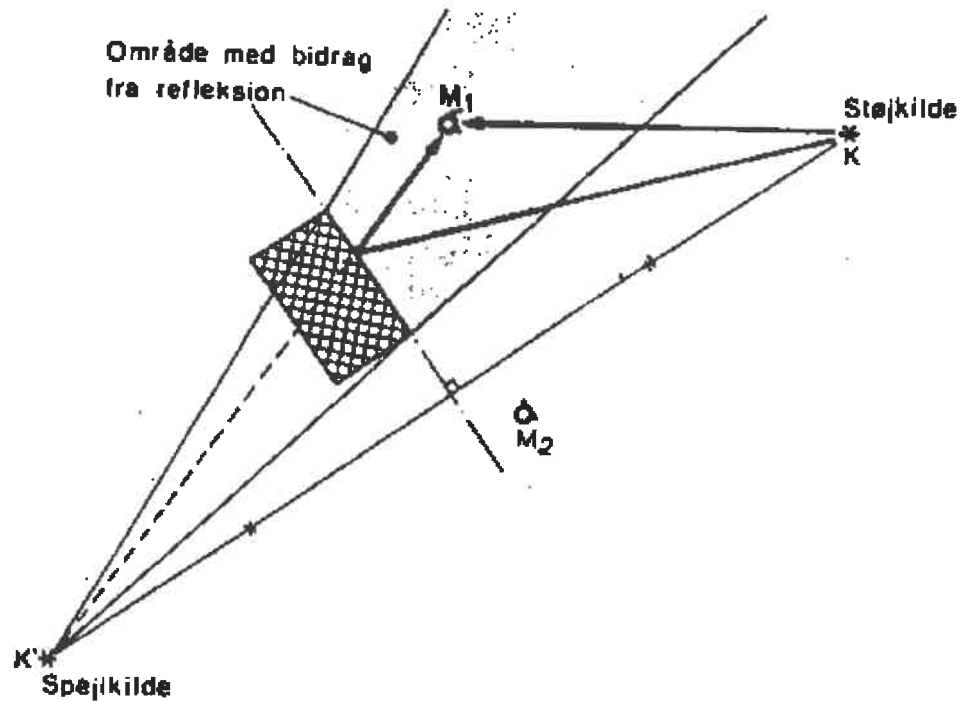
Grænseværdierne i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 er opstillet under den forudsætning, at der til bidraget fra den direkte transmitterede lyd alene adderer sig bidrag fra refleksioner fra terrænoverfladen og eventuelt fra flader på bygninger og lignende på virksomhedens areal (disse sidstnævnte er af overskuelighedsgrunde ikke medtaget i figur 5.1).

Lydenergi, som transmitteres til målepositionen via refleksioner fra bygningsfacader og lignende nær målepositionen, betragtes som uvedkommende i forbindelse med måling af den støj, der udsendes fra kilden. Måling af ekstern støj fra virksomheder bør derfor så vidt muligt udføres som fritfeltsmålinger. I tilfælde, hvor dette ikke kan lade sig gøre, må målingerne udføres under sådanne omstændigheder, at det er muligt at korrigere for indflydelsen fra uvedkommende refleksionsbidrag. I nogle tilfælde er en sådan korrektion ikke mulig, f.eks. ved måling i en måleposition i et gårdrum, hvortil en virksomhed udsender støj, jfr. afsnit 5.6.

Indflydelsen fra refleksionsbidrag er vanskelig at vurdere, idet der er tale om en kompleks samvirken af mange faktorer: støjens frekvens, båndbredde og indfaldsvinkel, størrelsen af og afstanden til reflekterende flader mv. Retningslinierne i det følgende er opstillet med henblik på at sikre, at bidrag fra refleksioner ikke påfører måleresultatet fejl på mere end 1 dB. Retningslinierne er givet dels i form af krav udledt ved "teoretiske" analyser af idealiserede situationer, dels i form af praktiske håndregler.

Der skelnes mellem måling i henholdsvis "frit felt", i "+3 dB området", i "+6 dB området" samt måling ved "komplekse refleksionsforhold". I figur 5.2 er vist eksempler på mulige målepositioner. I målepositionen M_1 forekommer bidrag fra refleksion

fra bygningens facade. Det område foran bygningen, hvortil der ankommer lydenergi reflekteret fra facaden er illustreret. Målepositionen M_2 er placeret i nærheden af bygningen på en sådan måde, at der ikke ankommer lydenergi til M_2 reflekteret fra bygningens facade. Illustrationen er forenklet ved, at lydets bølgelængde er forudsat at være lille. Der er set bort fra virkningen af diffraktion ved facadens kanter.



Figur 5.2 Illustration af refleksion fra bygningsfacade. Plan.

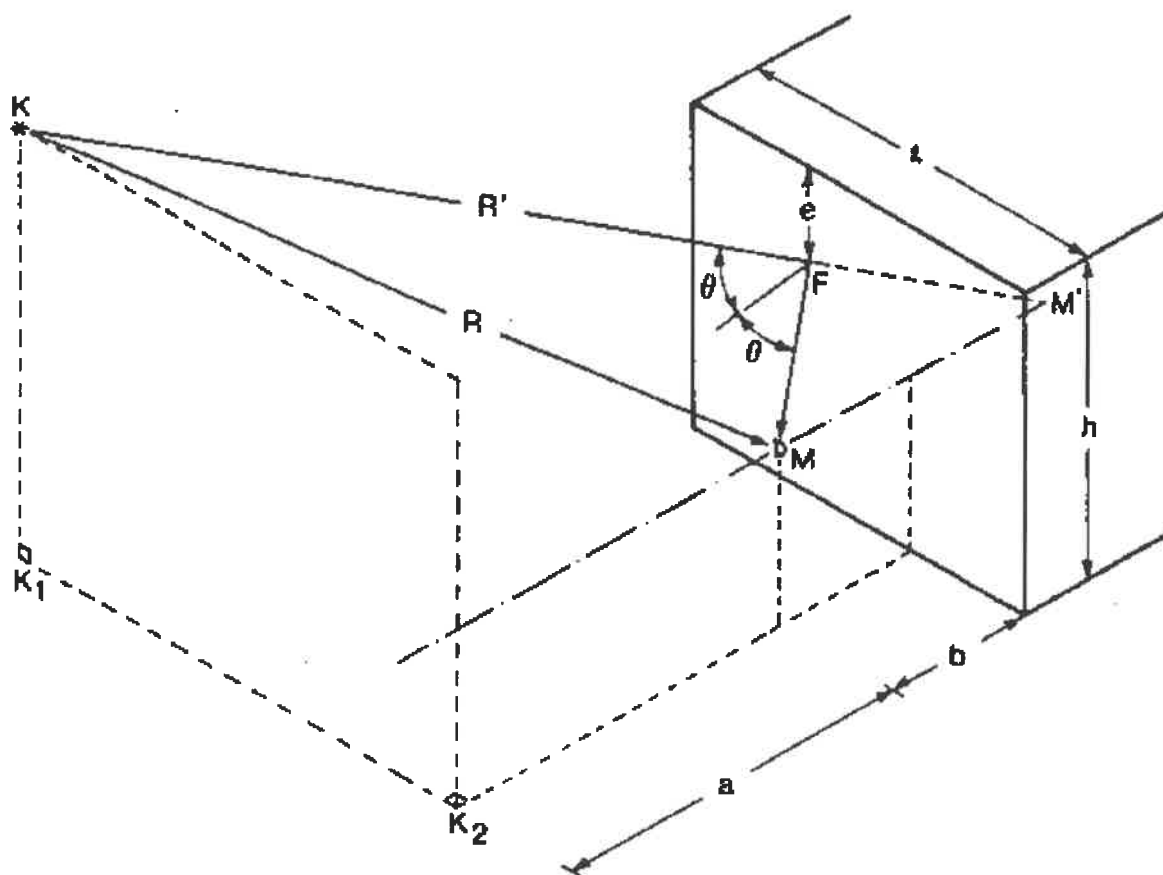
Ved en generel behandling af problemstillingen må anvendes den komplicerede konfiguration i figur 5.3. Der henvises i øvrigt til [Lindblad, 1977, 1981], [Thomasson, 1979], [Rindel, 1981]. I figuren er støjkilden betegnet med K , og målepositionen med M . Den reflekterende bygningsfacade har højden h og længden l . Afstanden fra M til facaden er b , målt vinkelret på facaden.

Støjkilden K 's projektion på den vandrette terrænoverflade er benævnt K_1 , og dette punkts projektion på en lodret plan gennem M vinkelret på facaden er benævnt K_2 . K_2 's vinkelrette afstand fra facaden er $a + b$.

M's spejlbillede er benævnt M' . Afstanden fra K til M er kaldt R , og afstanden fra K til M' er kaldt R' .

Linien fra K til M' skærer facadens plan i punktet F. Den mindste afstand fra punktet F til facadens afgrænsning er kaldt e . e kan være såvel en lodret som en vandret afstand.

Vinklen mellem de indfaldende lydbølgers retning (KM') og normalen til facaden er benævnt θ .



Figur 5.3 Illustration af de geometriske karakteristika, som indgår ved vurderingen af bidrag fra refleksion fra bygning-facader mv.

I figuren er støjkilden forudsat at være punktformet. Dette kan antages at være tilfældet, når målepositionens afstand R fra støjkildens akustiske centrum er større end støjkildens største udstrækning [Kragh et al., 1982]. Er støjkilderne på en virksomhed fordelt over et større område, må der foretages en opde-

ling i delområder. Afstanden fra hvert delområdes akustiske centrum til målepositionen skal være større end delområdets største udstrækning. Hvert delområde repræsenteres af en punktkilde. Vurderingen af refleksionernes betydning baseres på det delområde, der giver de strengeste krav til målepositionens placering som beskrevet i det følgende.

De krav, som er formuleret nedenfor, er baseret på analyser af en idealiseret situation, nemlig en uendeligt stor, fuldstændigt lydreflekterende flade placeret i et i øvrigt frit felt. Der må derfor ske modifikationer af kravene, når der i virkeligheden ikke ideelle verden er tale om dels facader af endelige dimensioner og dels om tilstedeværelsen af en mere eller mindre porøs terrænoverflade mellem støjkilde og måleposition. Terrænets indflydelse synes heldigvis at være ringe [Thomasson, 1979]. De krav, der er stillet til dimensionerne af de reflekterende flader, har karakter af at være kvalificerede skøn støttet af teoretiske overvejelser, mere end af at være verificerede kendsgerninger. Noget tilsvarende gælder kravene til facadernes jævnhed og lydreflekterende egenskaber. Derfor er eksempelvis angivelsen af en typisk facadedimension på $4 \times 8 \text{ m}^2$ kun en angivelse af en størrelsesorden. Facader på $3 \times 8 \text{ m}^2$ og $3 \times 6 \text{ m}^2$ er i denne forbindelse af samme størrelsesorden.

5.3 Fritfeltmåling

Resultater af fritfeltmålinger kan sammenlignes med støjgrænser og med de vejledende grænseværdier i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 uden korrektion for refleksionsbidrag.

Som resultater af måling i frit felt kan regnes resultater opnået i målepositioner, hvortil der ikke ankommer lydenergi reflekteret fra lodrette flader nær målepositionen. En sådan måleposition er f.eks. vist i figur 5.2: pos. M_2 .

I målepositioner (f.eks. pos. M_1 , figur 5.2), hvortil der ankommer reflekteret lydenergi, kræves det, at bidraget fra spejlkilden er så lille, at det ikke øger lydtrykniveauet af den direkte transmitterede lyd alene med mere end 1 dB. Spejl-

kildens bidrag skal være ca. 6 dB mindre end bidraget fra den direkte transmitterede lyd, jfr. figur 10.1. Idet det forudsættes, at lydtrykniveauet aftager med 6 dB for hver gang afstanden fra støjkilden fordobles, må det kræves, at

$$R' \geq 2 \cdot R \quad [5.1]$$

for at måleresultatet kan anses for en fritfeltsværdi. R' er afstanden fra støjkilden K til målepositionens spejlbillede M' , og R er afstanden fra støjkilden K til målepositionen M , figur 5.3. Kravet [5.1] er uafhængigt af frekvensen.

Når den reflekterende flade ikke er meget stor, er det ikke altid nødvendigt at kræve afstandskravet [5.1] opfyldt. Der kan uden videre ses bort fra indflydelsen af facader af parcelhuse og lignende (af størrelsesordenen 4 m x 8 m), når afstanden MF figur 5.3, er større end ca. 50 m.

5.4 "+3 dB måling"

Før resultater af "+3 dB målinger" sammenlignes med støjgrænser eller med de vejledende grænseværdier i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984, skal der trækkes 3 dB fra måleresultatet.

I et vist område foran, men ikke for tæt på, en reflekterende facade kan bidraget fra den direkte transmitterede lydenergi og den reflekterede lydenergi antages at være lige store, nemlig hvor afstandene R og R' er næsten ens (figur 5.3). Summen af disse bidrag vil derfor være 3 dB højere end bidraget fra den direkte transmitterede lyd alene (jfr. afsnit 10).

For at fejlen ved at antage dette skal være mindre end 1 dB, må vilkåret

$$b \leq 0,1 \cdot a \quad [5.2]$$

være opfyldt.

Hvis M placeres meget tæt ved facaden, kan man ikke addere bidragene fra direkte transmitteret og reflekteret lydenergi som

angivet i afsnit 10. I så fald skal man nemlig tage hensyn til lydbølgernes indbyrdes faseforhold. Der kræves en vis afstand fra facaden, før man kan se bort fra denne virkning. Korrelationen mellem trykvariationerne i direkte transmitterede og reflekterede lydbølger skal være ringe. Den nødvendige afstand afhænger af støjens frekvens og båndbredde samt af indfaldsvinklen θ . Ved måling i 1/1 oktavbånd kræves for fejl ≤ 1 dB, at

$$b \geq \frac{\lambda_c}{\cos \theta} \quad [\text{m}] ; \quad \lambda_c = \frac{340}{f_c} \quad [\text{m}] \quad [5.3]$$

hvor λ_c er lydets bølgelængde ved oktavbåndets centerfrekvens f_c [Hz].

Det må sikres, at facaden er stor nok til, at forudsætningerne for udledelsen af vilkårene [5.2-3] er opfyldt. Som håndregel kan angives, at målepositionen skal placeres inden for det trekantede område, som er vist i figur 5.4. Facaden skal mindst være af størrelsesordenen $4 \times 8 \text{ m}^2$.

I figur 5.4 er længden af trekantens grundlinie bestemt af, at afstanden til facadens afgrænsninger skal være mindst $1/\cos\theta$ [m].

Det reflekterede lydfelts retning bestemmes som retningen af den lyd, der reflekteres fra facadens midtpunkt. Områdets udstrækning er begrænset til afstanden r fra facadens midtpunkt i den reflekterede lyds retning.

Afstanden r afhænger af facadens mindste udstrækning, af indfaldsvinklen og af lydets bølgelængde:

$$r = \frac{(l \cdot \cos \theta)^2}{2 \cdot \lambda} \quad [5.4.a]$$

eller

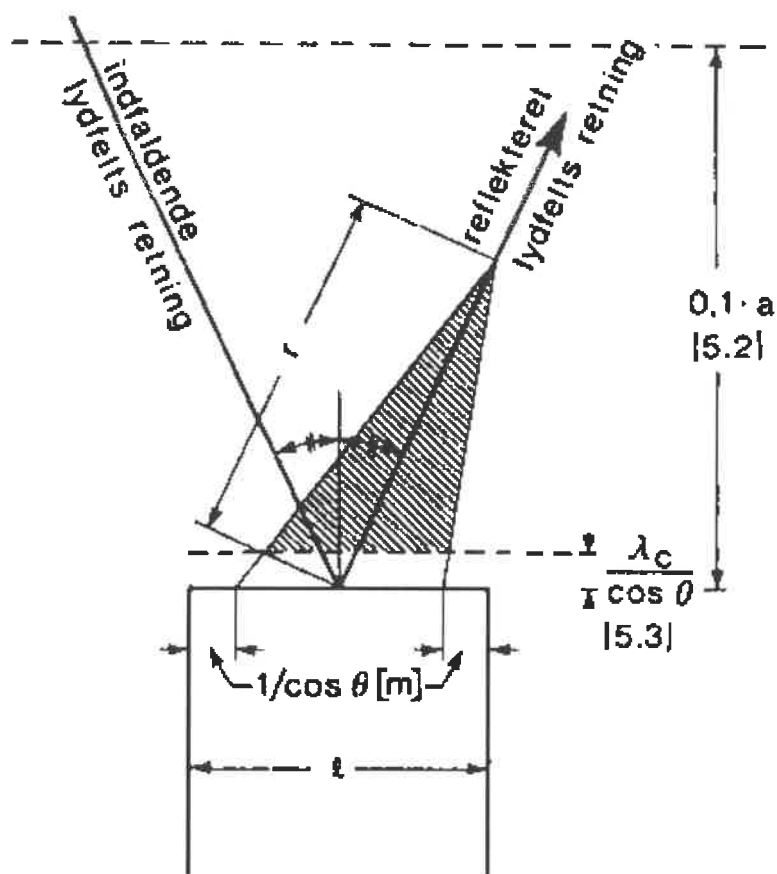
$$r = \frac{(2 \cdot h \cdot \cos \theta)^2}{2 \cdot \lambda} \quad [5.4.b]$$

[5.4.b] anvendes, når $l > 2 \cdot h$. l er facadens længde og h dens højde. θ er vinklen mellem det indfaldende lydfelts retning og

facadens normal i punktet F, figur 5.3. λ er lydets bølgelængde. r bestemmes af bølgelængden ved de laveste frekvenser, som dominerer måleresultatet. r er størst for $\theta = 0^\circ$ og aftager med voksende værdi af θ , særligt hurtigt ved værdier af θ over 45° .

Støjen må ikke være domineret af tonekomponenter. I så fald må målingen udføres som fritfeltsmåling eller eventuelt +6 dB måling.

Vilkårene [5.2-3] er også illustreret i figur 5.4.



Figur 5.4 Planskitse med illustration (skraveret) af område for placering af målepositionen ved "+3 dB-måling".

Kravene i [5.5] dækker de fleste af de i praksis forekommende situationer ved "+3 dB måling":

$$1,5 \text{ m} \leq b < 0,1 \cdot a \quad [5.5]$$

[5.5] er opstillet på basis af [5.2-3], idet det er forudsat,

- at L_{Aeq} er bestemt af hvid støj i et 1/1 oktavbånd eller bredere omkring $f_c \geq 250$ Hz,
- at $\theta \leq 30^\circ$,
- at facadedimensionerne er af størrelsesordenen 4×8 m² eller mere,
- at målepositionen placeres inden for et område af typen skravet i figur 5.4 ($1/\cos\theta = 1$ m, $\lambda_0/\cos\theta = 1,5$ m, $r = 15$ m).

Støjen vil ofte være mere bredbåndet og/eller højfrekvent end forudsat i [5.5]. I så fald vil kravet $b \geq 1,5$ m kunne ændres, sådan at en mindre afstand er tilstrækkelig.

5.5 "+6 dB måling"

Før resultater af "+6 dB målinger" sammenlignes med støjgrænser eller med de vejledende grænseværdier i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984, skal der trækkes 6 dB fra måleresultatet.

I visse tilfælde kan det være hensigtsmæssigt at måle ganske tæt ved en reflekterende flade. Her er trykvariationerne i de direkte transmitterede lydbølger og de reflekterede bølger stærkt korrelerede. Derved sker der med tilnærmelse en fordobling af lydtrykkets amplitude. Dette svarer til, at lydtrykniveauet forøges med 6 dB i forhold til lydtrykniveauet i frit felt.

Betingelsen for, at dette er tilfældet med en fejl på mindre end 1 dB, er

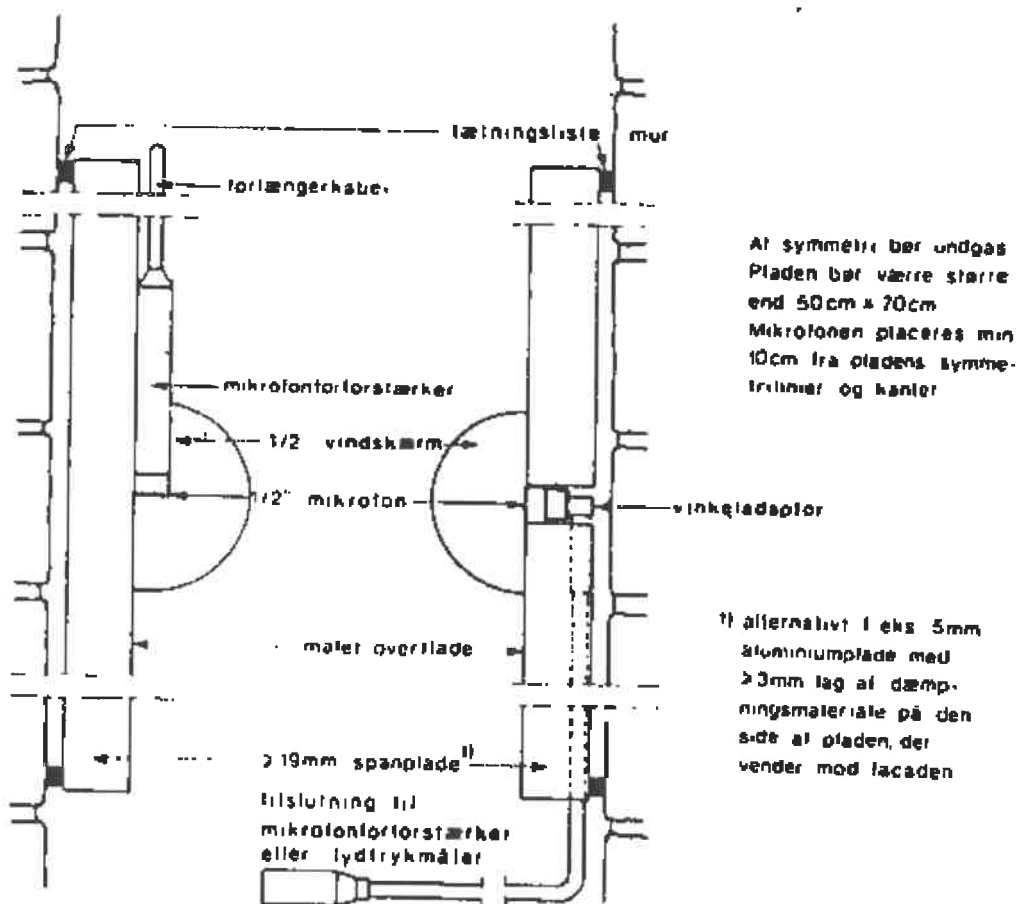
$$b \leq \frac{0,07 \cdot \lambda}{\cos \theta} \quad [5.6]$$

λ er bølgelængden [m] ved den højeste frekvens, som har betydning for måleresultatet. θ er lydets indfaldsvinkel, figur 5.3.

Hertil kommer, at facaden skal være plan og totalt lydreflekterende ved de betydende frekvenser. Disse krav er kritiske ved høje frekvenser, hvor bølgelængden λ er lille.

Facaden skal mindst være af størrelsesordenen $4 \times 8 \text{ m}^2$, og mikrofonen skal have en vis mindsteafstand, e , fra facadens afgrænsning, for at diffraktion ved kanterne ikke påvirker måleresultatet uacceptabelt. Her er de laveste frekvenser kritiske. Ved måling af ekstern støj fra virksomheder er det i reglen tilstrækkeligt, at $e \geq 1 \text{ m}$.

To forslag til mikrofonmontering er vist i figur 5.5. Pladen sikrer, at facaden kan betragtes som plan og totalt reflekterende selv ved høje frekvenser. Er facaden i sig selv totalt reflekterende (af beton, sten eller lignende), kan mikrofonen monteres uden plade.



Figur 5.5 Eksempler på mikrofonmontering ved måling i "+6 dB området".

Anvendes trykmikrofon, er systemets frekvenskarakteristik retlinet ved 1/1 oktav højere frekvenser, end hvis man anvender fritfeltsmikrofon.

I praksis er kravet [5.7] oftest tilstrækkeligt ved måling af ekstern støj fra virksomheder:

$$b \leq 0,01 \text{ m} = \frac{1}{2}'' \quad [5.7]$$

[5.7] er opstillet på basis af [5.6], idet det er forudsat,

- at L_{Aeq} er bestemt af støj i frekvensområdet under 2 kHz,
- at facadens afvigelse fra en plan flade er ≤ 25 mm inden for en cirkel med centrum i målepositionen og radius 1 m,

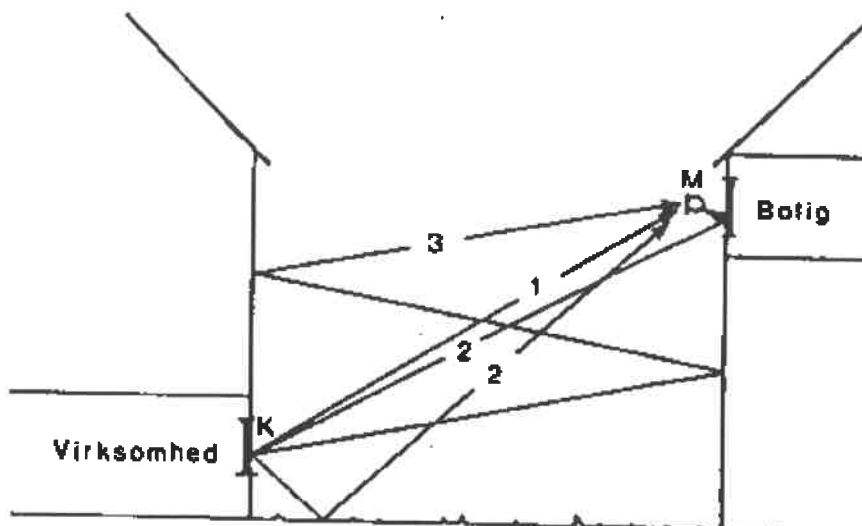
5.6 Komplekse refleksionsforhold

I nogle tilfælde er refleksionsforholdene mere komplicerede end forudsat i de foregående afsnit. Et eksempel herpå er den situation, at en virksomhed er placeret i en baggård med beboelse i bygningerne, som afgrænser gårdrummet.

Den støj, virksomheden udsender, reflekteres gentagne gange mellem bygningsfacaderne, før den når målepositionen, se illustrationen i figur 5.6. Derved forøges L_{Aeq} i målepositionen i forhold til en situation med "frit felt". Det kan ikke på enkel vis afgøres, hvor stor forøgelsen bliver.

I sådanne situationer foreslås det at udføre måling efter retningslinierne i afsnit 5.5, dvs. "+6 dB måling". +6 dB refererer her til forøgelsen af lydtrykniveauet som følge af den "sidste" refleksion for hver transmissionsvej med mere end én refleksion.

Det fremgår umiddelbart af figur 5.6, at der ikke kan gives en entydig definition af afstanden a (jfr. figur 5.3). Dette er baggrunden for, at +3 dB måling som specificeret i afsnit 5.4 ikke kan gennemføres. Der foreligger muligheden for i analogi med målinger i lukkede rum at måle i flere målepositioner og danne en middelværdi af måleresultatet. Denne middelværdi vil repræsentere måling i "+3 dB området". Fremgangsmåden vil formentlig være for kompliceret i praksis.



Figur 5.6 Illustration af gentagne refleksioner i gård-
rum. Transmissionveje

- 1: Direkte lyd
- 2: Via 1 refleksion
- 3: Via 2 refleksioner
- :
- etc.

Ved at gennemføre en +6 dB måling og trække 6 dB fra måleresultatet opnås et mål for den lydenergi, der rammer boligens facade (den "indfaldende lydenergi", som på grund af de gentagne refleksioner vil være større end den indfaldende lydenergi i et frit felt).

Skal støjen på udendørs opholdsarealer i gården vurderes, må L_{Aeq} måles direkte på sådanne arealer. Eventuelt kan L_{Aeq} skønnes med tilnærmelse ved at trække 3 dB fra resultatet af +6 dB målingen.

Mod den foreslåede fremgangsmåde kan indvendes, at virksomheden "straffes" for, at den er beliggende i et lukket gårdrum i forhold til en identisk virksomhed placeret, hvor der ikke finder gentagne lydrefleksioner sted. En korrektion til "frit felt"-værdi er imidlertid ikke mulig at foretage med rimelig nøjagtighed, og set fra beboersynspunkt er det mindre interessant, om en eventuelt generende støj kommer direkte fra virksomheden og via én refleksion fra terrænet i gården, eller om støjen ankommer via gentagne refleksioner fra terræn og facader.

Tilsvarende forhold findes i punkter inde i bebyggede områder, hvor komplicerede refleksionsforhold vanskeliggør bestemmelsen af "frit felts"-værdien af L_{Aeq} .

6. MÅLEPOSITIONER INDENDØRS

Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 indeholder vejledende grænseværdier for støj indendørs. Disse grænseværdier anvendes som grundlag for vurdering, når støjen fra en virksomhed transmitteres til boliger eller andre støjfølsomme arealer beliggende i samme bygning som virksomheden. I sådanne tilfælde kan det være nødvendigt at gennemføre støjmålinger indendørs.

Måleresultatet vil - som følge af rumakustiske fænomener, som ikke skal omtales her - være afhængigt af, hvor mikrofonen placeres. Variationen fra sted til sted i rummet afhænger af mange faktorer. Især den kendsgerning, at støj fra virksomheder har meget varierende frekvensmæssig sammensætning, gør det vanskeligt at fastsætte generelle regler for det nødvendige antal målepositioner samt for deres indbyrdes placering i rummet.

Som håndregel anbefales anvendt mindst 3 målepositioner fordelt i rummet. Den aritmetiske middelværdi af resultaterne fra de forskellige målepositioner bruges som måleresultat.

Afstanden mellem målepositionerne bør være større end den halve bølgelængde. Derved sikres, at den indbyrdes korrelation mellem måleresultaterne er ringe. Sammenhængen mellem bølgelængde og frekvens er

$$\lambda = \frac{340}{f} \quad [\text{m}] \quad [6.1]$$

hvor λ er bølgelængden og f er frekvensen i Hz.

Målepositionerne bør placeres i større afstand end en kvart bølgelængde fra rummets begrænsningsflader. Derved undgår man, at måleresultaterne påvirkes af specielle forhold i lydfeltet ved rummets begrænsningsflader.

Det er bølgelængden af de mest lavfrekvente komponenter, som har betydning for måleresultatet, der skal bruges ved fastlæggelse af de nødvendige afstande.

De nævnte regler kan være svære at overholde i praksis, fordi man ofte skal måle lavfrekvent støj - med stor bølgelængde - i små rum. Reglerne bør da følges bedst muligt. Afvigelser fra reglerne medfører forøgelse af variationen i måleresultaterne fra måleposition til måleposition.

I nogle tilfælde er det nødvendigt at korrigere måleresultatet for rummets efterklangstid. Dette er omtalt i afsnit 9.

7. KORREKTION FOR INDHOLD AF TONER

7.1 Generelt

Erfaringen viser, at støj med indhold af hørbare tonekomponenter virker mere generende end støj uden et sådant toneindhold. Toner kan f.eks. forekomme i støj fra ventilationsanlæg og som hvinen eller brummen fra roterende maskiner.

Dette er baggrunden for, at resultatet af den fysiske måling af det A-vægtede lydtrykniveau eventuelt skal korrigeres før sammenligning med en vejledende grænseværdi eller en støjgrænse.

Under målingen foretages en subjektiv vurdering af, om støjen indeholder tydeligt hørbare toner. Er dette ikke tilfældet, anvendes måleresultatet direkte.

Hvis det ved den subjektive vurdering konstateres, at der findes en eller flere tydeligt hørbare toner i støjen, gives et tillæg på 5 dB til måleresultatet.

Hvis det ved den subjektive vurdering konstateres, at støjen indeholder en eller flere toner, men det ikke med sikkerhed kan afgøres, om tonen (tonerne) kan siges at være tydeligt hørbar, foretages en objektiv måling efter retningslinierne i afsnit 7.2. På basis af resultatet af denne objektive måling afgøres,

om der skal gives et tillæg på 5 dB til måleresultatet eller ikke.

I situationer, hvor der kun periodevis forekommer toner i støjen, tildeles et eventuelt tillæg alene for de tidsrum, hvor tonen (tonerne) er tydeligt hørbar.

Som følge af interferens kan lydtrykkniveauet af en tone variere temmelig meget ved selv forholdsvis små flytninger af målepositionen. De lokale minima i tonens styrke, som skyldes interferens, er uden interesse for den gene, en virksomhed eventuelt påfører de omkringboende. Derfor bør man - både ved den subjektive vurdering og ved valg af stedet for en objektiv måling - ved lytning opsøge en position, hvor tonen forekommer kraftig.

7.2 Objektiv målemetode for toner i støj

Den objektive måling gennemføres i tre trin:

1. trin: Der foretages frekvensanalyse af støjen.
2. trin: Lydtrykkniveauet af tonen, samt den øvrige støjs lydtrykkniveau inden for et kritisk bånd omkring tonen, bestemmes på basis af resultatet af denne frekvensanalyse.
3. trin: Det afgøres, om der skal gives et tillæg på 5 dB.

Fremgangsmåden i hvert af de tre trin er beskrevet i det følgende. Det principielle i fremgangsmåden er omtalt i [Holm Pedersen, 1978].

Det forudsættes her, at såvel toner som støj er stationære. I afsnit 7.3 omtales ikke-stationære forhold.

1. TRIN: Frekvensanalyse

Frekvensanalysen gennemføres som smalbandsanalyse. For at sikre, at hørbare toner kan observeres i det resulterende frekvensspektrum, anvendes en effektiv analysebåndbredde, som er mindre end eller svarende til angivelserne i tabel 7.1.

Ved analog frekvensanalyse er det ofte hensigtsmæssigt at gennemføre en orienterende frekvensanalyse med større båndbredde før den egentlige analyse.

Tonens frekvens [Hz]	20-63	63-200	200-630	630-2k	2k-6,3k	6,3k-20k
Effektiv absolut båndbredde	20 Hz	20 Hz	20 Hz	22 Hz	57 Hz	126 Hz
relativ	32%	10%	3,5%	2,8%	2%	1,6%

Tabel 7.1 Anbefalede største effektive analysebåndbredder ved forskellige placeringer af tone i frekvensspektrum.

Den objektive vurdering af tonens hørbarhed påvirkes ikke af, om analysen udføres med konstant absolut båndbredde [Hz] eller med konstant relativ båndbredde [%]. Den benyttede analysebåndbredde har heller ingen indflydelse på vurderingen, når analysen blot gennemføres med tilstrækkeligt lille båndbredde.

Den effektive båndbredde er ofte større end analysatorens "nominelle" båndbredde. Der må tages hensyn til dette ved valget af analysebåndbredde og ved vurdering af analysens resultat. Tilsvarende skal der tages hensyn til specielle egenskaber ved den benyttede analysator, som kan have indflydelse på analyseresultatet (f.eks. Hanning-vægtning ved FFT-analyse).

2. TRIN: Bestemmelse af lydtrykniveauet af toner og øvrig støj

Resultatet af frekvensanalysen er et frekvensspektrum. Af dette frekvensspektrum skal lydtrykniveauet af tonerne bestemmes. Endvidere skal lydtrykniveauet af den øvrige støj inden for et såkaldt kritisk bånd indeholdende den/de tydeligste tone/toner bestemmes. De kritiske bånd defineres i denne forbindelse som frekvensbånd med båndbredder som angivet i tabel 7.2.

Centerfrekvens, $f_{c,krit}$	20 - 500 Hz	Over 500 Hz
Båndbredde, kritisk bånd	100 Hz	20% af $f_{c,krit}$

Tabel 7.2 Definition af bredden af kritiske bånd i forskellige frekvensområder.

Det kritiske bånd, inden for hvilket lydtrykniveauet af den øvrige støj skal bestemmes, placeres normalt symmetrisk omkring tonens frekvens. Forekommer der flere - i frekvens tæt liggende - toner, placeres det kritiske bånd på en sådan måde, at det omfatter så mange toner som muligt.

Lydtrykniveau af tonerne

Lydtrykniveauet af en tone aflæses af frekvensspektret. Forekommer der flere toner inden for samme kritiske bånd, skal det samlede lydtrykniveau af alle toner inden for båndet bestemmes.

Lydtrykniveauerne af de enkelte toner adderes som beskrevet i afsnit 10.

Lydtrykniveauet af den øvrige støj

Ud fra frekvensspektret skal endvidere bestemmes lydtrykniveauet af den øvrige støj inden for det aktuelle kritiske bånd, som det ville have været, hvis der ikke var toner i støjen. Lydtrykniveauet af den øvrige støj varierer normalt med frekvensen. Middelværdien af lydtrykniveauet inden for det aktuelle kritiske bånd dannes visuelt ved aflæsning af frekvensspektret, idet der ses bort fra de maksima, som skyldes tilstedeværelsen af toner.

Den aflæste værdi er lydtrykniveauet, $L_{p, støj, middel}$, inden for et frekvensbånd svarende til den anvendte analysebåndbredde. Lydtrykniveauet, $L_{p, krit. bånd}$, af støjen indeholdt i hele det aktuelle kritiske bånd bestemmes ved hjælp af følgende udtryk:

$$L_{p,\text{krit.bånd}} = L_{p,\text{støj,middel}} + 10 \log \frac{\text{kritisk båndbredde}}{\text{eff.analysebåndbr.}} \quad [7.1]$$

3. TRIN: Tildeling af tillæg

Ud fra de fundne lydtrykniveauer af henholdsvis toner og øvrig støj bestemmes en kriteriestørrelse ΔL_{ts} defineret som

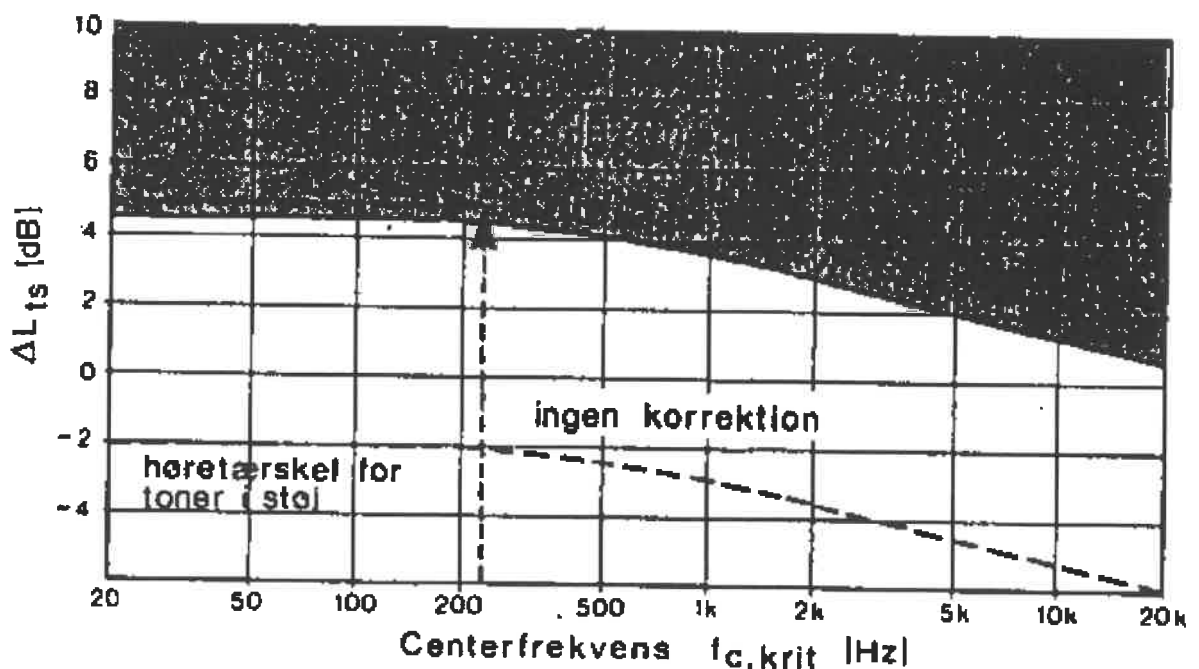
$$\Delta L_{ts} = L_{p,\text{tone}} - L_{p,\text{krit.bånd}} \quad [7.2]$$

$L_{p,\text{tone}}$ er lydtrykniveauet af tonen/tonerne.

$L_{p,\text{krit.bånd}}$ er lydtrykniveauet af den øvrige støj i det aktuelle kritiske bånd med centerfrekvens $f_{c,\text{krit}}$.

ΔL_{ts} er et mål for, hvor kraftig tonen er i forhold til den øvrige støj.

I diagrammet i figur 7.1 opsøges punktet med abscissen $f_{c,\text{krit}}$ og ordinaten ΔL_{ts} . Er dette punkt beliggende på eller over kriteriekurven i figuren, skal der gives et tillæg på 5 dB til måleresultatet. Ligger punktet under kriteriekurven, skal måleresultatet ikke korrigeres.



Figur 7.1 Kriteriekurve for korrektion for toneindhold i støj.

Eksempel

I figur 7.2 er vist resultatet af en frekvensanalyse af en stationær støj.

Af figuren fremgår, at

$$L_{p, \text{tone}} = 61 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

$$L_{p, \text{støj, middel}} = 42 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

Heraf beregnes:

$$L_{p, \text{krit. bånd}} = 42 + 10 \log(100/3,75) = \underline{56,3 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}}$$

$$\text{og altså } \Delta L_{ts} = 5 \text{ dB}$$

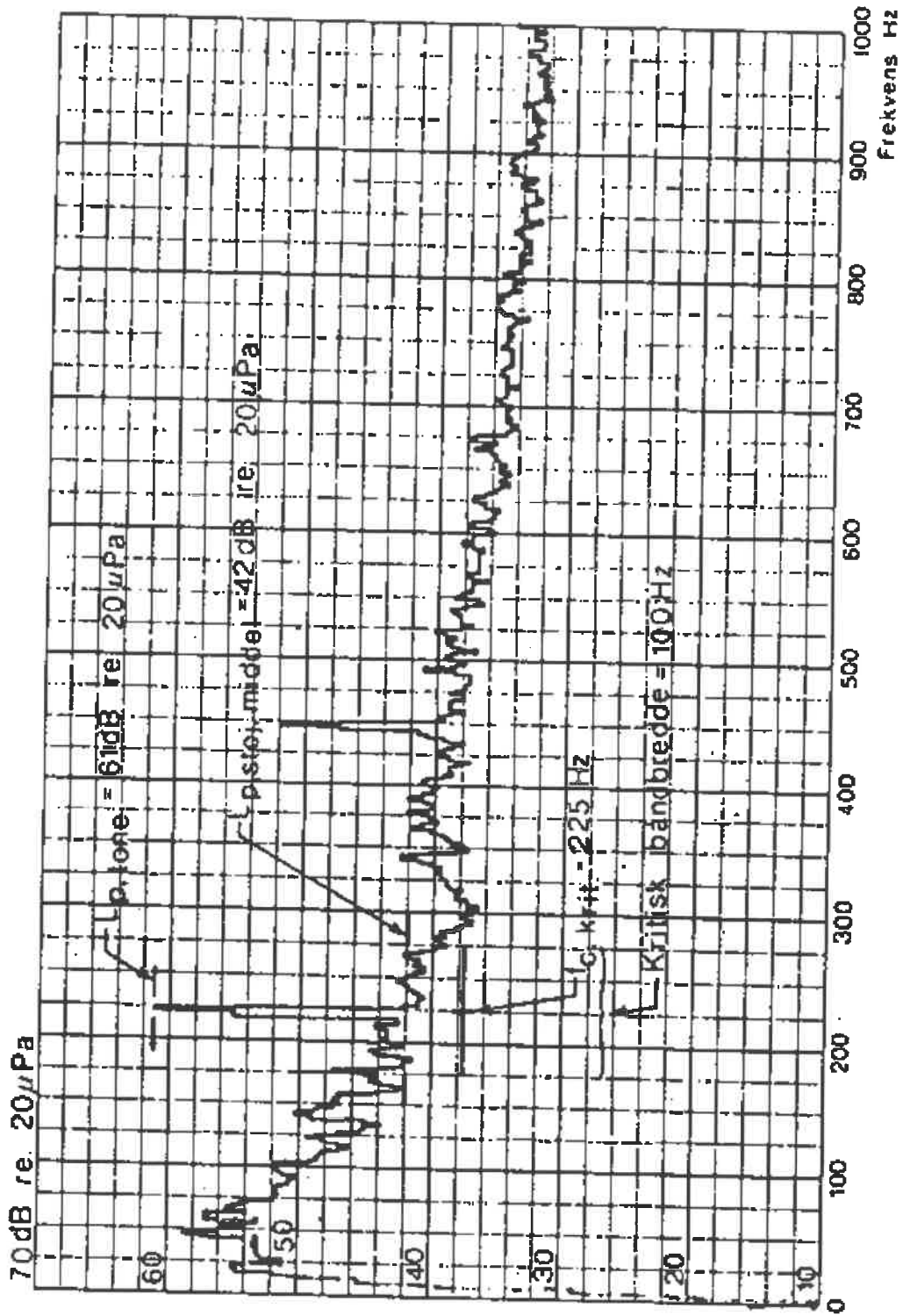
Af figur 7.1 ses, at punktet med abscissen $f_{c, \text{krit.}} = 225 \text{ Hz}$ og ordinat $\Delta L_{ts} = 5 \text{ dB}$ netop ligger over kriteriekurven. Måleresultatet skal følgelig tildeles et tillæg på 5 dB.

7.3 Ikke-stationære forhold

I afsnit 7.2 var det forudsat, at såvel toner som støj var stationære. Dette er oftest tilfældet, når det er aktuelt at gennemføre analyser for at fastlægge toneindholdet i støj. Hvis forholdene undtagelsesvis er ikke-stationære, anvendes følgende retningslinier.

Hvis lydtrykniveauet af en tone fluktuerer (f.eks. ved forekomst af stødtonefænomener), mens lydtrykniveauet af den øvrige støj i det aktuelle kritiske bånd er konstant, sættes lydtrykniveauet af tonen lig med den størst forekommende værdi. Lydtrykniveauet af tonen måles med tidsvægtning FAST (F). Lydtrykniveauet af den øvrige støj bestemmes med en passende lang integrationstid.

Hvis lydtrykniveauet af tonen og den øvrige støj i det aktuelle kritiske bånd varierer på samme måde (f.eks. som følge af variationer i udbredelsesforholdene), foretages analysen som beskrevet i afsnit 7.2. Eventuelt vælges en integrationstid, der er lang i forhold til periodetiden for variationerne.



Full Scale Level 70
 f S Frequency 1 kHz
 Weighing Hanning
 Average Mode Lin.
 No of Spectra 128

Comments:
 Effektiv filter-
 båndbredde: 3.75 Hz

Integrations-
 tid: 51 sek.

Figur 7.2 Illustration af fremgangsmåde ved objektiv måling af toneindhold i støj.

Hvis forholdet mellem lydtrykniveauet af tonen og lydtrykniveauet af den øvrige støj i det aktuelle bånd varierer indbyrdes, gennemføres gentagne analyser til belysning af forholdene. Tillæg for tydeligt hørbar tone tildeles herefter alene i de tidsrum, hvor Δ_{ts} ligger over kriteriekurven i figur 7.1.

8. KORREKTION FOR STØJENS VARIGHED

Som et vigtigt led i beskrivelsen af støjen fra en virksomhed skal L_{Aeq} af støjen fra virksomheden bestemmes for de såkaldte referencetidsrum angivet i afsnit 2.1.

Der kan forekomme tilfælde, hvor en virksomhed kun er i drift i en begrænset del, driftstidsrum, af et eller flere af disse referencetidsrum. L_{Aeq} for et referencetidsrum kan i sådanne tilfælde bestemmes ved måling af L_{Aeq} inden for driftstidsrummet og efterfølgende korrektion for, at dette tidsrum er kortere end referencetidsrummet.

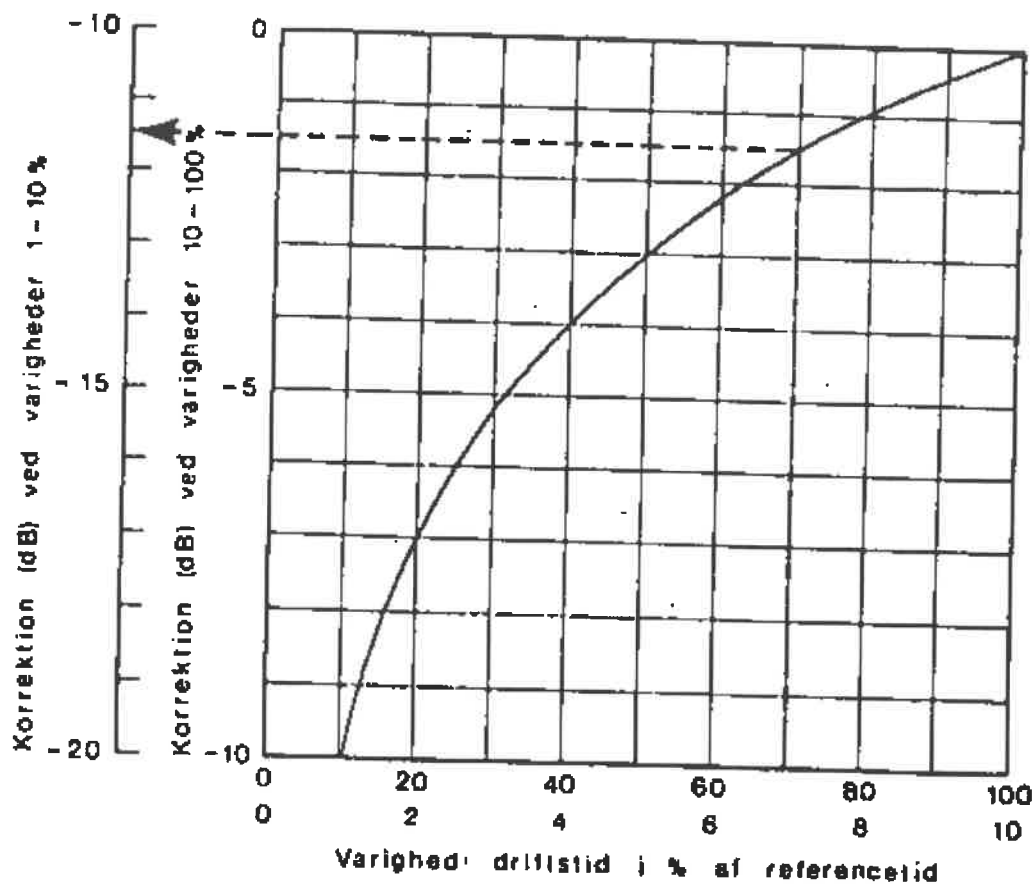
Følgende udtryk benyttes:

$$L_{Aeq,ref} = L_{Aeq,drift} + 10 \log(\Delta_{drift}/\Delta_{ref}) \quad [8.1]$$

Heri er

$L_{Aeq,ref}$	=	L_{Aeq} for referencetidsrummet
$L_{Aeq,drift}$	=	L_{Aeq} målt for driftstidsrummet
Δ_{drift}	=	driftstidsrummets (målingens) varighed
Δ_{ref}	=	referencetidsrummets varighed

Alternativt kan figur 8.1 benyttes, idet varigheden af driftstidsrummet - udtrykt som % af referencetidsrummet - bruges som indgangsparameter. I diagrammet kan værdien af korrektionen for den mindre varighed aflæses. Diagrammet er opbygget, sådan at samme kurve benyttes i to intervaller: ved varigheder mellem 10% og 100% benyttes ordinataksen nærmest kurven; ved varigheder mellem 1% og 10% benyttes ordinataksen til venstre.



Figur 8.1 Korrektion for varighed.

Eksempel: Varighed 7%
Korrektion: -11,5 dB

Forekommer der flere driftstilstande, for hver af hvilke såvel L_{Aeq} som varigheden er bestemt, kan L_{Aeq} for referencetidsrummet af den samlede støj fra virksomheden bestemmes som

$$L_{Aeq,ref} = 10 \log \left\{ \frac{1}{\Delta t_{ref}} \sum_{i=1}^n \Delta t_{drift,i} \cdot 10^{\frac{L_{Aeq,drift,i}}{10}} \right\} \quad [8.2]$$

idet bidragene fra hver driftstilstand, markeret ved index i , herved summeres som angivet i afsnit 10. Samtidigt korrigeres for forskelle i driftstilstandenes varigheder.

Anvendes diagrammet i figur 8.1, bestemmes først en korrektion til L_{Aeq} for hver driftstilstand ud fra dens varighed. Derefter korrigeres de målte værdier af L_{Aeq} for hver driftstilstand. De

således korrigerede værdier repræsenterer bidraget fra hver driftstilstand til L_{Aeq} for referencetidsrummet. Disse "tidsnormerede" bidrag summeres endelig (se afsnit 10), hvorved det samlede L_{Aeq} for referencetidsrummet er bestemt.

Eksempel

En virksomheds støjudsendelse består af støjen fra en kompressor samt støjen fra et ventilationsanlæg. Det vides, at driften er meget regelmæssig, jfr. eventuelt figur 2.3. Ca. hvert 10. min. kører kompressoren i 2 min. Denne driftstilstand giver anledning til en stationær støj i den betragtede måleposition: $L_{pA} = L_{Aeq} = 53$ dB re 20 μ Pa. Støjen fra ventilationsanlægget giver konstant $L_{pA} = L_{Aeq} = 44,5$ dB re 20 μ Pa over hele arbejdstiden kl. 07-16.

Driftstilstand	Varighed %	$L_{Aeq, drift}$ dB re 20 μ Pa	Korrektion dB	Bidrag til $L_{Aeq, ref}$ dB re 20 μ Pa
1. Kompr. + vent.	20	53	+7	46
2. Vent.	80	44,5	+1	43,5

Tabel 8.1 Varighedskorrektion af eksemplets delbidrag.

Forskel mellem varighedskorrigerede delbidrag: $46 - 43,5 = 2,5$ dB
 Tillæg til største delbidrag (figur 10.1) 1,9 dB
 Resulterende $L_{Aeq, ref} = 46 + 1,9 = 48$ dB re 20 μ Pa

9. KORREKTION FOR EFTERKLANGSTID

9.1 Generelt

De vejledende grænseværdier for støj indendørs i afsnit 2.3 i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1984 er fastsat under forud-

sætning af, at efterklangstiden er 0,5 sek. i beboelsesrum, 0,8 sek. i kontorer og 1,0 sek. i øvrige rum i virksomheder.

I rum, hvor efterklangstiden er kortere end anført, vil - alt andet lige - lydenergien udsendt af en virksomhed give anledning til et lavere lydtrykniveau, og i rum med længere efterklangstid til et højere lydtrykniveau end forudsat. Vurderingen af den støj, virksomheden påfører omgivelserne, bør være uafhængig af den konkrete udformning, herunder møblering, af det betragtede rum. Derfor er det i princippet nødvendigt at normere måleresultatet til standardiserede akustiske forhold, dvs. efterklangstiden i rummet.

Efterklangstiden bør derfor principielt måles, og resultatet af støjmålingen korrigeres som omtalt i afsnit 9.3. I reglen kan man med god tilnærmelse korrigere A-vægtede lydtrykniveauer ved brug af efterklangstiden ved 500 Hz.

I mange tilfælde vil det - i betragtning af størrelsen af de øvrige bidrag til ubestemtheden på måleresultatet - være berettiget at nøjes med et skøn over efterklangstidens størrelse. Som grundlag for dette skøn kan nævnes, at efterklangstiden ved 500 Hz typisk varierer fra 0,2 sek. i små, tæt møblerede rum med mange tekstiler til 1 sek. i store, sparsomt møblerede rum.

Efterklangstiden er normalt forskellig ved forskellige frekvenser. Når værdien af L_{Aeq} bestemmes af bidrag fra andre frekvenskomponenter i støjen end området omkring 500 Hz, bør man måle såvel lydtrykniveau som efterklangstid i forskellige frekvensbånd (f.eks. 1/1 oktav). Derefter korrigeres lydtrykniveauet i hvert frekvensbånd svarende til den relevante efterklangstid. Endelig korrigeres svarende til IEC-kurve A, og de korrigerede bidrag pr. 1/1 oktav til L_{Aeq} adderes som beskrevet i afsnit 10. Den skitserede fremgangsmåde er i bedste fald meget tidskrævende. Proceduren bør derfor alene anvendes i situationer, hvor det skønnes at være af væsentlig betydning for udfaldet af sammenligningen mellem måleresultat og grænseværdi at tage hensyn til efterklangstidens frekvensafhængighed.

9.2 Måling af efterklangstid

Efterklangstiden i et rum er defineret som den tid, det varer, fra en lydkilde afbrydes, til lydtrykniveauet i rummet er aftaget med 60 dB. Efterklangstiden bestemmes på basis af en registrering af lydtrykniveauets tidsmæssige forløb efter ophør af lydudsendelse i rummet.

Som lydkilde kan benyttes en højttaler, der udsender bredbåndet eller oktavbåndfiltreret støj. Endvidere kan anvendes en impulslydkilde, som f.eks. en signalpistol eller en oppustet papirspose, der "knales".

Der kan gennemføres båndoptagelse på målestedet med efterfølgende databehandling i laboratoriet, eller man kan foretage registrering af lydtrykniveauets tidsmæssige forløb direkte på målestedet.

Benyttes bredbåndet støj eller en impulslydgiver, må der foretages filtrering i forbindelse med registreringen af lydtrykniveauet som funktion af tiden.

Der findes kommercielt tilgængelige målesystemer designet direkte til efterklangstidsmåling. Sådanne instrumenter kan naturligvis også anvendes.

Der henvises til speciallitteraturen, herunder fabrikantanvisninger, om den rette brug af de indgående instrumenter. Specielt må det sikres, at der ikke forekommer overstyring af instrumenterne. Endvidere skal signal/støjforholdet være tilstrækkeligt i hele det betydende frekvensområde.

Vejledning om principperne for måling af efterklangstid kan fås i f.eks. [DS/ISO 3382], selv om den ikke umiddelbart er tænkt anvendt på den her omhandlede problemstilling.

Den målte efterklangstid afhænger af såvel lydkilde- som mikrofonplacering. Der bør derfor gennemføres flere målinger. Midelværdien af måleresultaterne benyttes ved korrektionen.

9.3 Korrektionsprocedure

$$L_{\text{korrigeret}} = L_{\text{målt}} + 10 \log(t_{\text{ref}}/t_{\text{målt}}) \quad [9.1]$$

Heri er

$L_{\text{korrigeret}}$ = det korrigerede lydtrykniveau

$L_{\text{målt}}$ = det målte lydtrykniveau
{ begge enten A-vægtet eller pr. 1/1 oktav }
{ dB re 20 μ Pa }

t_{ref} = $\begin{cases} 0,5 \text{ sek. i beboelsesrum} \\ 0,8 \text{ sek. i kontorer} \\ 1,0 \text{ sek. i øvrige rum i virksomheder} \end{cases}$

$t_{\text{målt}}$ = den målte efterklangstid [sek.]
(ved 500 Hz eller pr. 1/1 oktav)

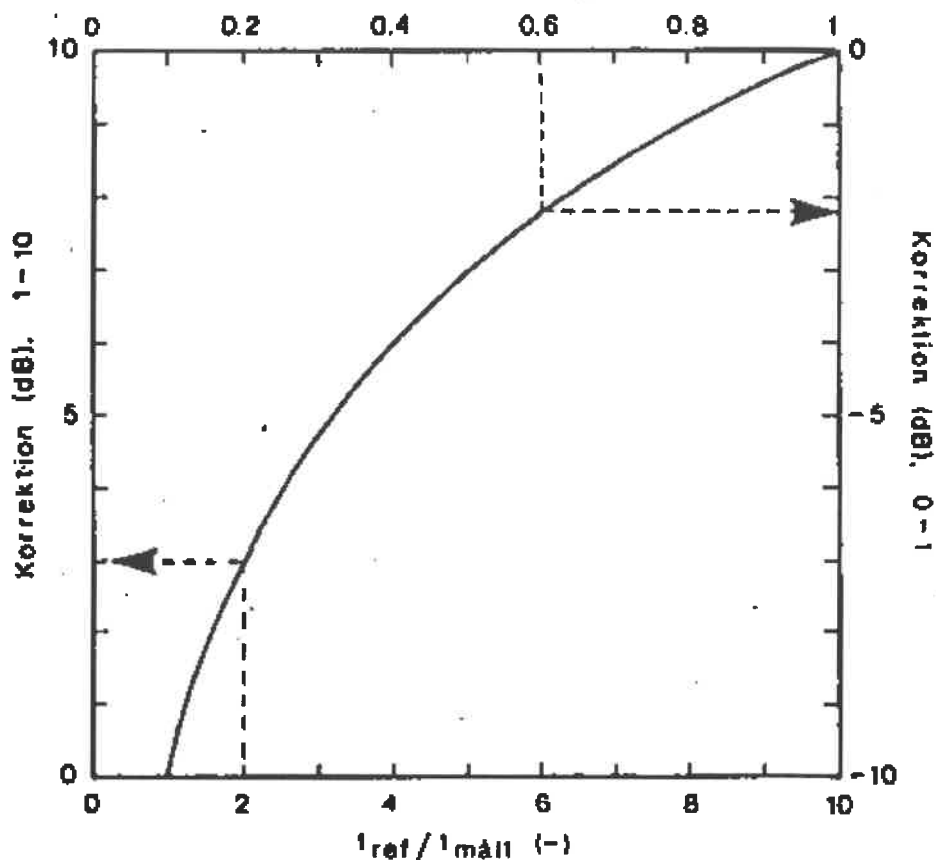
Eventuelt kan værdien af korrektionsleddet $10 \log(t_{\text{ref}}/t_{\text{målt}})$ bestemmes ved hjælp af diagrammet i figur 9.1. For værdier af forholdet $t_{\text{ref}}/t_{\text{målt}}$ mellem 1 og 10 benyttes den nederste abs-
cisseakse og ordinataksen til venstre. For værdier mellem 0 og 1 benyttes øverste abs-
cisseakse og ordinataksen til højre. Der henvises til eksemplerne i figuren.

10. ADDITION AF STØJBIDRAG

Ønskes lydtrykniveauet $L_{\text{Aeq}}(\text{total})$ af den samlede støj fra flere støj-
kilder bestemt, anvendes udtrykket

$$L_{\text{Aeq}}(\text{total}) = 10 \log \left\{ \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{\text{Aeq},i}}{10}} \right\} \quad [10.1]$$

hvor $L_{\text{Aeq},i}$ er L_{Aeq} fra støjkilde nr. i . Bemærk, at det er
nødvendigt før addition af L_{Aeq} -værdier at "tidsnormere" dem,
dvs. at korrigere som angivet i afsnit 8, så alle bidrag har
samme varighed. Addition af lydtrykniveauerne af flere toner
(afsnit 7.2) udføres på samme måde som addition af tidsnormere-
de L_{Aeq} -værdier.

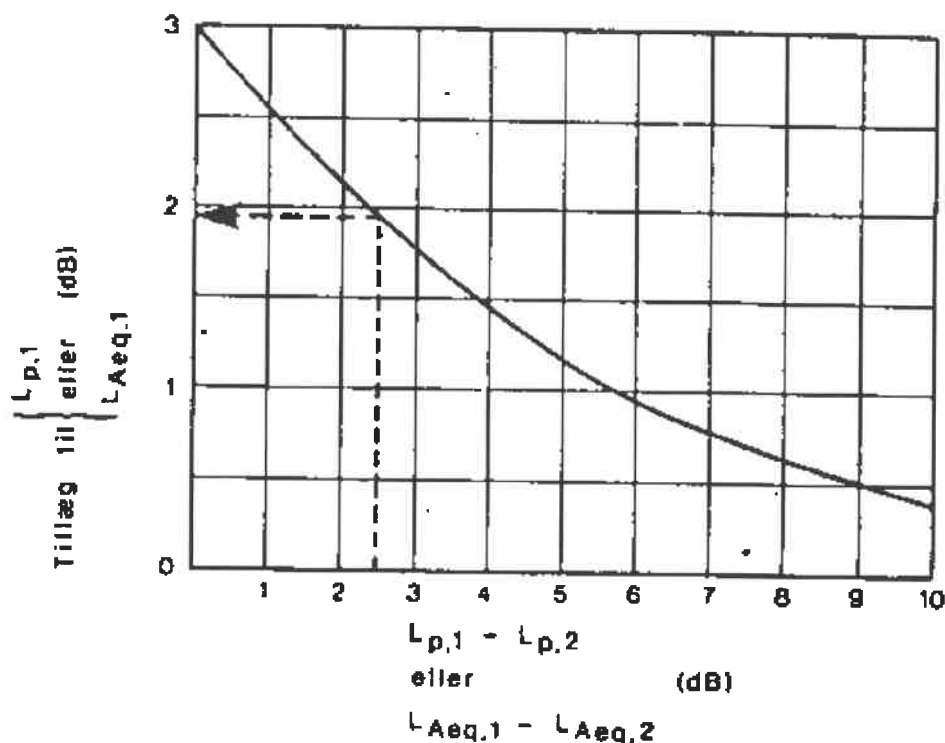


Figur 9.1 Korrektion for efterklangstid.

Eksempel 1 $L_{Aeq,målt} = 28$ dB re 20 μ Pa i bolig
 $t_{målt} = 0,83$ sek. (middøl af 3 målinger)
 $t_{ref}/t_{målt} = 0,5/0,83 = 0,6$ [-]
 korrektion = -2,2 dB
 $L_{Aeq,korr} = 28 - 2,2 = \underline{26}$ dB re 20 μ Pa

Eksempel 2 $L_{Aeq,målt} = 38$ dB re 20 μ Pa i kontor
 $t_{målt} = 0,4$ sek.
 $t_{ref}/t_{målt} = 0,8/0,4 = 2,0$ [-]
 korrektion = 3,0 dB
 $L_{Aeq,korr} = 38 + 3,0 = \underline{41}$ dB re 20 μ Pa

Alternativt kan diagrammet i figur 10.1 bruges: ønskes to værdier adderet, dannes differensen. Denne bruges som indgangsparameter. Af diagrammet bestemmes et tillæg, som adderes til den største værdi. Dermed er summen bestemt. Ønskes flere end to delbidrag adderet, adderes først de to mindste delbidrag, og summen af disse adderes til det tredjemindste delbidrag o.s.v.



Figur 10.1 Diagram til brug ved addition af bidrag fra to støjkilder.

Eksempel:

$$L_{Aeq,1} = 46 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

$$L_{Aeq,2} = 43,5 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

$$L_{Aeq,1} - L_{Aeq,2} = 2,5 \text{ dB}$$

Korrektion til

$$L_{Aeq,1} = 1,9 \text{ dB}$$

$$L_{Aeq}(\text{total}) = L_{Aeq,1} + \text{korrektion} = 46 + 1,9 = 48 \text{ dB re } 20 \text{ } \mu\text{Pa}$$

11. RAPPORTERING - HUSKELISTE

Nedenfor er opstillet en huskeliste til brug ved udarbejdelse af rapporter om støjmålinger. Der henvises til "Måling af ekstern støj fra virksomheder. Prototypemålinger" (Nyt fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1978) for vejledning om udformning af rapporten. Rapporten skal beskrive:

- 1) Formålet med målingerne.
- 2) Måleresultater: L_{Aeq} , L_r og eventuelt L_{pAmax} pr. måleposition og pr. referencetidsrum.
- 3) Ubestemthed på måleresultaterne: 6 pr. måleresultat, jfr. afsnit 4.
- 4) Målepositioner, herunder kortbilag med målestok og nordpil samt i nødvendigt omfang målsatte skitser, mikrofonhøjde og placering i forhold til reflekterende flader.
- 5) Virksomhedens omgivelser (herunder fornødent kortmateriale) i form af indholdet af lokalplaner mv. samt den faktiske arealanvendelse.
- 6) Støjklidernes art og placering (herunder ligeledes fornødent kortmateriale) samt driftsbetingelser (herunder f. eks. belastning/effektforbrug o.l. samt varigheder) og omfang af eventuelle støjreducerende foranstaltninger.
- 7) Fremgangsmåden ved målingernes gennemførelse, herunder referencetidsrum, observationstidsrum, måletidsrum, overvågning mv.
- 8) Instrumenter: type, fabrikat, identifikationsnr., kalibreringsprocedure, dato for seneste kontrol og/eller rekalkibrering.
- 9) Målebetingelser, herunder baggrundstøj (kilders art, placering, støjens karakter og karakteristiske lydtryk niveauer) samt meteorologiske forhold (middelvindretning og -hastighed, temperaturgradient).
- 10) Støjens karakter, herunder indhold af tonekomponenter og impulser, eventuelt anvendte korrektioner samt en vurdering af, om støjen er specielt lavfrekvent.
- 11) Databehandling i øvrigt, herunder eventuelle korrektioner for indflydelse fra baggrundstøj, varighed mv.
- 12) Rekvirent, herunder kontaktpersons navn, adresse og telefonnummer.
- 13) Virksomheden, herunder kontaktpersons navn, adresse og telefonnummer.

- 14) Eventuelle klagere, navn, adresse og telefonnummer.
- 15) Måleinstitution, herunder sagbehandlers navn, adresse og telefonnummer.

Det vil normalt være hensigtsmæssigt, at måleinstitutionen - som supplement til målerapporten - giver en orientering om mulighederne for reduktion af støjen. En sådan orientering givet på baggrund af iagttagelser foretaget under rekognosceringer og under gennemførelse af målinger vil ofte være af værdi for den senere sagsbehandling. Oplysninger om mulighederne for reduktion af støjen kan gives i et følgebrev til målerapporten. Selve rapporten bør være rent teknisk beskrivende.

12. SYMBOLLISTE

Symbol	[enhed]	
F		Punkt på facade, hvorfra reflekteret lyd når måleposition
K		Støjkilde: punktkilde eller akustisk centrum af udstrakt kilde
K ₁ , K ₂		Projektioner af K
K'		Spejlbillede af K i reflekterende flade
L	[dB]	Niveau (level), f.eks. L _p = lydtrykniveau [dB re 20 µPa]
M		Måleposition
M ₁ , M ₂		Måleposition nr. 1 og 2
M', M''		Spejlbillede af M i reflekterende flade(x) ved én hhv. to refleksioner
N	[-]	Antal måleresultater eller grupper af måleresultater
R	[m]	Afstand fra støjkilde til måleposition
R'	[m]	Afstand fra støjkilde til spejlbillede af måleposition

T	[°C]	Lufttemperatur
a	[m]	Afstand vinkelret på reflekterende flade
b	[m]	Afstand fra reflekterende flade til M
e	[m]	Mindste afstand fra P til reflekterende flades afgrænsning
f	[Hz]	Frekvens
h	[m]	Højde af reflekterende flade
l	[m]	Længde af reflekterende flade
m	[dB re 20 µPa]	Energimiddelværdi af $L_{Aeq,0}$
n	[-]	Totalt antal bidrag, som skal adderes
p	[Pa]	Lydtryk
r	[m]	Udstrækning af område for "+3 dB-måling"
s	[dB]	Estimat af standardafvigelse
t	{ [s] [-]	Tid, efterklangstid Testparameter (Student's t)
u	[m/s]	Vindhastighed (u = middelvindhastighed)
z	[m]	Højde over terræn
δ	[dB]	Ubestemthed = halv bredde af 90% konfidensinterval
Δ	[dB][s] mv.	Interval, f.eks. Δ, Δt
θ	{ [°] [radianer]	Vinkel mellem indfaldende lydbølges retning og normalen til reflekterende flade
λ	[m]	Bølgelængde
σ	[dB]	Standardafvigelse

Indikerer middelværdi (aritmetisk), f.eks. L_{pAmax}

Indices

A	A-vægtning, f.eks. L_{pA} = A-vægtet lydtrykniveau
b	Baggrundsstøj, f.eks. $L_{pA,b}$ = A-vægtet lydtrykniveau af baggrundsstøj
c	Center, f.eks. f_c = centerfrekvens af oktavbånd
eq	(Energi)ækvivalent, f.eks. L_{Aeq} = energiækvivalent A-vægtet lydtrykniveau
i	Nr., f.eks. nr. på støjkilde, hvis bidrag skal adderes til bidrag fra andre støjkilder Instrument(-betinget bidrag til ubestemthed)
k	Kilde(-betingede lydtrykniveaufluktuationer) Nr. på gruppe af L_{pAmax} -målinger
krit.	Kritisk bånd
m	Meteorologisk (betingede lydtrykniveaufluktuationer)
max	Maksimalværdi, f.eks. L_{pAmax} = maksimal værdi af det A-vægtede lydtrykniveau (FAST(F))
p	(Lyd)tryk (pressure), f.eks. L_p = lydtrykniveau
r	Rating (level), dvs. L_{Aeq} korrigeret for eventuelt tone- og/eller impulsindhold og/eller informationsindhold
s	Støj, f.eks. ΔL_{ts}
t	Totalstøj, f.eks. $L_{Aeq,t}$ = energiækvivalent A-vægtet lydtrykniveau af totalstøjen, dvs. støjen fra virksomheden samt baggrundsstøjen Tone, f.eks. ΔL_{ts}
v	Virksomhedsstøj, f.eks. $L_{pAmax,v}$ = maksimal værdi af det A-vægtede lydtrykniveau af støjen fra virksomheden
o	Referenceværdi Observeret resultat

- 95 95% fraktil af den kumulative hyppighedsfordeling, f.eks. $L_{pA,95}$ = den værdi af det A-vægtede lydtrykniveau, som overskrides i 95% af det betragtede tidsrum

13. REFERENCER

H.E.A. Brackenhoff, P.M. Buis, A. von Meier: "Handleiding meten en rekenen industrielawail". ICG-Rapport nr. IL-HR-13-01, Delft, 1981.

O. Carlsen: "2. sammenlignende støjmåling". Redegørelse No. 4, fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger. Lydteknisk Institut, Lyngby 1983.

DS/ISO 3382: "Akustik - Måling af efterklangstid (Acoustics - Measurement of reverberation time in auditoria)", 1978.

P. Eriksson, S. Lindblad: "Systemvillkor för skattning av industribuller". Rapport TVBA-3001, Lund, december 1979.

P. Eriksson, S. Lindblad: "On Estimation of Environmental Industrial Noise". Lund Institute of Technology, Department of Building Acoustics, Report TVBA-3006, april 1981.

IEC-publication 179: "Precision sound level meters".

IEC-publication 651: "Sound level meters".

ISO 1996: "Acoustics - Description and Measurement of Environmental Noise", Part 1: "Basic Quantities and Procedures", Layout for ISO/DIS 1996/1 ISO/TC 43, December 1979. Part 2: "Land Use Planning", ISO/TC 43 SC 1 N415, 1980-03-15.

S. Israelsson: "Ljudutbredning i de marknära luftskikten". Meteorologiska institutionen, Uppsala Universitet, 1979.

J. Jakobsen: "Vindmåling i forbindelse med udendørs støjmåling". Redegørelse No. 3 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger. Lydteknisk Laboratorium, Lyngby 1981.

J. Jakobsen: "Wind Noise. Measurements of Wind-Generated Noise from Vegetation and Microphone System". Lydteknisk Institut, rapport nr. 108, Lyngby 1983a.

J. Jakobsen, B. Andersen: "Noise Immission from Industry. Measurement and Prediction of Environmental Noise from Industrial Plants." Lydteknisk Institut, rapport nr. 105, Lyngby 1983b.

J. Kragh, B. Andersen, J. Jakobsen: "Environmental Noise from Industrial Plants. General Prediction Method". Lydteknisk Laboratorium, rapport nr. 32, Lyngby 1982.

J. Kragh: "Måling og beregning af eksternt støj fra virksomheder. En statusrapport". Lydteknisk Institut, rapport nr. 107, Lyngby 1983.

C. Larsson, S. Israelsson: "Beskrivning och krav på meteorologiska parametrar vid ljudnivåmätningar". Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1388, Stockholm 1980.

C. Larsson, S. Israelsson: "Meteorologiska parametrars inverkan på ljudutbredningen från en punktkälla". Del 2. Meteorologiska institutionen, Uppsala Universitet, 1980.

S. Lindblad, P. Eriksson: "Förslag till immissionsmetod för externt industribuller. Mark I". Rapport TVBA-7009, Lund, utgivet (1980).

S. Lindblad et al.: "Rekommendationer för mikrofonplacering vid mätning av bullerimmission från vägtrafik". Med bilag. Lund 1977. Publiceret af Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1063, Stockholm 1978.

S. Lindblad: "Statusrapport oktober 1979, Externt industribuller, delprojekt A.1". Universitetet i Lund, Avdelningen för byggnadsakustik.

S. Lindblad: "Okorreleret nivå tillskott för plan våg framför ändlig facad. Underlag för bedömning av område för +3 dB-mätning". Rapport TVBA-3009, Lund 1981.

Nordisk Beregningsmodel for Vejtrafikstøj. Vejdatalaboratoriet, Rapport 23, København 1978, 2. udgave 1981.

T. Holm Pedersen: "Forslag til objektiv målemetode for hørbare toner i støj". Proceedings, Nordisk Akustisk Selskabs Møde, NAM-78, p. 145-148, Odense 1978.

J.H. Rindel: "Lydrefleksion og -absorption". Noter til kursus 5142, Bygnings- og rumakustik, Notat P. Laboratoriet for Akustik, Lyngby 1981.

SNV, 1984: "Metod för immissionsmätning av externt industribul-
ler" (endnu upubliceret anviasning fra Statens Naturvårdsverk,
Stockholm).

S.Å. Storeheier: "Lydutbredelse utendørs. Høyt plassert lydkil-
de over porøs mark". ELAB rapport STF44 A79017, Trondheim 1979.

S.Å. Storeheier: "Outdoor Sound Propagation above Soft Ground.
Some Results from Field Measurements". ELAB rapport STF44
A81055, Trondheim 1981.

S.Å. Storeheier, K.H. Liasjø: "Måling og beregning av ekstern
industriøstøy" ELAB-rapport STF44 A82091, Trondheim 1982.

S.-I. Thomasson: "Inverkan av reflexion från ändlig fasad".
Rapport TVBA-3002, Lund 1979.

VDI 2714: "Schallausbreitung im Freien". VDI Richtlinie VDI-
2714 Entwurf, Düsseldorf 1976.