

Ny vejledning om måling af støj fra vejtrafik

Lene Nøhr Michelsen
Vejdirektoratet
Trafiksikkerhed og Miljø
Niels Juels Gade 13
1059 København K
lmi@vd.dk

Hugo Lyse Nielsen
Miljøstyrelsen
Transportkontoret
Strandgade 29
1410 København K
hln@mst.dk

Baggrund og formål

Støjmålinger gennemføres for at fastlægge niveauet af støjen fra vejtrafik, fx ved kontrol af virkningen af støjskærme eller andre former for støjdemping. I dag udføres støjmålinger efter anvisninger i den eksisterende vejledning fra 1982, som er udgivet af Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen. Baggrunden for at revidere vejledningen er, at der i de sidste 20 år er sket en stor udvikling inden for fagområdet. Den nye vejledning opdaterer og udbygger de gældende retningslinier for måling og dokumentation af støj fra vejtrafik. Vejledningen er udarbejdet af DELTA og udgives af Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen.

Målgruppen for vejledningen er teknikere, der skal udføre målinger, og teknikere, som skal rekvirere målinger af støj fra vejtrafik.

Udkast til den nye vejledning er i slutningen af marts 2001 sendt til høring hos Kommunernes Landsforening, Amsrådsforeningen, Frederiksberg og Københavns kommuner samt hos danske laboratorier akkrediteret til måling af ekstern støj og laboratorier med personale certificeret til 'Miljømåling - Ekstern støj' (i alt 25 offentlige og private laboratorier). Vejledningen forventes udgivet i eftersommeren 2001.

Grundlag

Den nordiske beregningsmodel for vejtrafikstøj bygger på omfattende målinger gennemført i de nordiske lande. Metoden er pålidelig, og der bruges i vidt omfang beregnede støjværdier som grundlag for beslutninger om at friholde nyopført bebyggelse for støj, opsætte støjskærme eller anvende lydisolerende vinduer. Planlægning af fremtidig vej- og boligbyggeri må i sagens natur baseres på beregnede støjniveauer.

I nogle tilfælde afviger de lokale forhold fra det, som beregningsmetoden giver mulighed for at tage hensyn til, og det er i disse tilfælde bedre at måle støjen end at beregne den. Det kan fx være situationer med mange refleksioner af lyden eller med flere støjskærme eller med flere bygninger, der skærmer for støjen.

Før det besluttes at måle støjen bør det overvejes, om det målte støjniveau kan forventes at blive mere nøjagtigt og/eller billigere at nå frem til end det tilsvarende beregningsresultat. Målinger er ofte kostbare, vejret skal fx være indenfor fastlagte rammer, og det kan føre til forgæves forsøg på at udføre målingen. Overvejelserne kan gennemføres med baggrund i anvisningerne i den nye vejledning.

Vejledningens anvendelsesområde

Målemetoden i den nye vejledning kan anvendes ved måling af ækvivalentniveau og maksimalniveau af støjen fra vejtrafik, både som det totale niveau for hele frekvensområdet og frekvensspektret af støjen.

Målingerne giver - efter omregning til årsdøgntrafik - værdier af døgnækvivalentniveauet (i frit felt), der direkte kan sammenlignes med de vejledende grænseværdier¹ for vejtrafikstøj. Hvis man måler ækvivalentniveauet for dag, aften og nat hver for sig, kan L_{den} -værdien (**D**ay, **E**vening, **N**ight) fastlægges, som af EU-kommissionen er udpeget som fælles europæisk målestørrelse for ekstern støj.

Måling af maksimalniveauet er udformet, så det er i overensstemmelse med de maksimalniveauer, man beregner i punkter nær vejen vha. af den nordiske beregningsmodel for vejtrafikstøj².

Vejledningen kan bruges til måling af støjskærms virkning. Det anbefales dog, at anvende CEN-metoder³ ved måling af støjskærms evne til at absorbere lyd og til at forhindre at lyden transmitteres gennem skærmen.

Forskrifterne i vejledningen er derimod ikke detaljerede nok til at måle forskellen mellem støjniveauer ved forskellige typer af vejbelægninger og produktgenskaber som lydreduktionsstallet for en facade. I disse tilfælde henvises der i stedet til gældende standardmetoder (henholdsvis ISO11819-1 og DS/EN ISO 140-5).

Fremgangsmåde ved måling

Den nye vejledning indeholder retningslinier for hvordan målinger af støj fra vejtrafik praktisk gennemføres og dokumenteres. Det omfatter definitioner af:

- Ækvivalentniveauer
- Tidsrum (måle-, observations- og referencetidsrum)
- Maksimalniveauer
- Sammenlignende målinger
- Frekvensbånd
- Ubestemthed på måleresultatet

Måling af støj fra vejtrafik kan gennemføres over et måletidsrum uden afbrydelser for at fastlægge støjen i netop det tidsrum, eller støjen i måletidsrummet kan betragtes som en stikprøve af støjen i en længere periode.

¹ Vejledning nr. 3/1984 fra Miljøstyrelsen: 'Trafikstøj i boligområder. Støjhensyn i kommunal- og lokalplanlægning og ved projektering af boligbebyggelse'.

² Rapport nr. 178 fra Vejdirektoratet: 'Beregningsmodel for vejtrafikstøj', 1998.

³ 'CEN prEN 1793: 1997 Road Traffic Noise Reducing Devices' Part 1 and 2.

Antallet af køretøjer, der passerer i måletidsrummet, skal tælles og der skal passere tilstrækkeligt mange køretøjer til at sikre at ubestemtheden på målingerne ikke bliver for stor. Målingerne bør afbrydes mens der kører helt specielle køretøjer, som fx landbrugsmaskiner, forbi.

Fartgrænsen skal noteres, og det anbefales at den gennemsnitlige fart måles, fx med en radar eller ved med et stopur at måle den tid, det tager tilfældigt udvalgte køretøjer at passere en kendt strækning.

Vejen skal være tør; vejstrækningen og det omgivende terræn skal være fri for sne og is. Jorden må ikke være frossen eller gennemvædet af regn, medmindre det specielt er sådanne forhold, man ønsker at undersøge.

Vejbelægningens type og alder skal registreres, og overfladetemperaturen måles på et sted, der er repræsentativt for temperaturen i køresporerne. Vejbelægningens overfladestruktur er afgørende for støjen fra kontakten mellem dæk og vejbane. En ru og ujævn overflade giver mere støj end en glat og jævn overflade. Ved ældre og slidte vejbelægninger er der et højere støjniveau end ved belægninger, der endnu ikke er slidte.

Efter udlægning af en vejbelægning øges støjniveauet gradvist med 1-2 dB i løbet af de første år, som følge af efterkomprimering og hærkning af belægningen samt afslidning af fint materiale, hvorved belægningen bliver mere ru. I den nordiske beregningsmodel for vejtrafikstøj er der en oversigt over relative støjniveauer ved forskellige vejbelægninger, som kan anvendes ved vurdering og sammenligning af måleresultater.

Analysen af støjsignalet kan ske på stedet, eller båndoptagelser kan analyseres senere i laboratoriet. Mikrofonen skal være udstyret med en vindskærm. Det anbefales at lytte til det registrerede støjsignal vha. hovedtelefoner af god kvalitet for at sikre, at signalets vej gennem instrumenterne er stabil, uden forvrængning og fri for elektrisk støj.

Vejledningen indeholder detaljerede krav til måleudstyr og målepositioner for både udendørs og indendørs målinger.

Ændringer i den nye vejledning

I forhold til vejledningen fra 1982 er der sket en opdatering af :

- Vejrets indflydelse herunder et nyt 'meteorologiske vindue' samt ubestemtheden på måleresultatet
- Definitionen af det maksimale støjniveau
- Kravene til dokumentation

For at måleresultaterne skal kunne anvendes som grundlag for myndighedernes afgørelser i sager om støj fra vejtrafik, skal målingerne udføres som 'Miljømåling – vejtrafikstøj'. Det vil sige, at de skal udføres efter vejledningen af personer, der er certificeret eller akkrediteret til at udføre den type målinger.

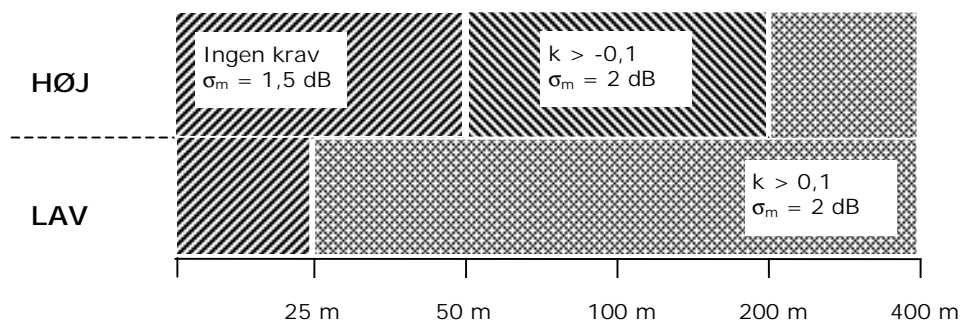
Målinger udført på anden måde er 'orienterende målinger'. Resultatet af orienterende målinger kan alene anvendes til foreløbige vurderinger samt til at afgøre, om der er behov for en 'Miljømåling – vejtrafikstøj'.

Det nye 'meteorologiske vindue'

Kravet til vejret under målingerne afhænger af højden (h_s) af støjkilden, som kan sættes til 0,5 m over vejbanen, højden (h_R) af målepositionen og afstanden (d) mellem støjkilden og målepositionen. Når

højden af støjilden og højden af målepositionen er større end 1/10 af afstanden mellem støjilden og målepositionen, kan man måle støj fra vejtrafik uanset hvordan vejret er. For afstande på 50-100 m kræves der i så fald målepositioner 5-10 m over terræn.

Vejrets indflydelse på støjens udbredelse karakteriseres ved krumningen k af lydbanerne under påvirkning af vindhastigheds- og temperaturgradienter i den nederste del af atmosfæren. Figur 1 angiver kravene til krumningen k af lydbanerne ved almindeligt anvendte højder af målepositionen.



Figur 1 Krav til krumningen k ved forskellige kombinationer af højder og afstande.

Der skelnes i figur 1 mellem 'høje' og 'lave' situationer, se figur 2. En kildehøjde på 2 m svarer til, at vejbanen er 1,5 m over terræn. Er vejbanen mindre end 1,5 m over terrænet, kræves der en mikrofonhøjde på mindst 4 m for at situationen kan karakteriseres som 'høj'. Måler man i lavere positioner er kravene til vejret skrapere og/eller ubestemtheden på måleresultatet er større.

	Kildehøjde ≥ 2 m, mikrofonhøjde $\geq 1,5$ m
HØJ:	Hvis kildehøjden < 2 m, skal mikrofonhøjden > 4 m

LAV:	Kildehøjde < 2 m, mikrofonhøjde 1,5-2 m

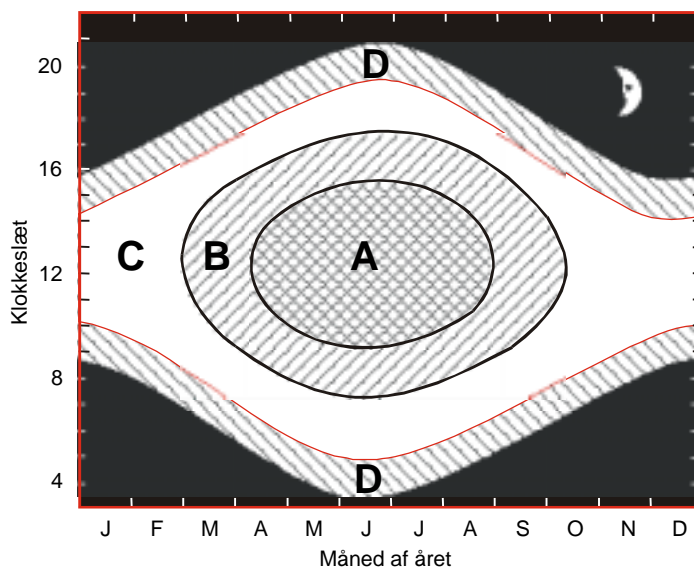
Figur 2 Krav til kildehøjder og mikrofonhøjder i 'høje' og 'lave' situationer.

I figur 3 er det angivet hvor stor medvindskomponenten under forskellige forhold skal være, hvis lydbanernes krumning k skal være større end henholdsvis -0,1 og 0,1. I den øverste del af figuren er det for hver af årets måneder vist, i hvilke tidsrum solhøjden og dermed temperaturgradienten er indenfor forskellige rammer.

Område A svarer til midt på dagen om sommeren og område B repræsenterer morgen- og aftentimerne om sommeren samt tiden omkring middag om foråret og om efteråret. Område C omfatter dagtimerne udover tiden mærket A og B.

Område D angiver tiden fra solopgang til 1½ time efter solopgang samt fra 1½ time før solnedgang til solnedgang. I disse timer kan der forekomme store lokale variationer i temperaturgradienten, så der må kun måles nær ved vejen i disse tidsrum.

Om natten kræves der en vindhastighed på 2 m/s eller derover, hvis det er klart vejr, og blot en lille medvindskomponent, hvis skydækket er større en 6/8.



Tidsrum	Skydække	Mindste medvindskomponent, hvor	
		$k > -0,1$	$k > 0,1$
A	8/8 helt tæt 6/8 - 8/8 < 6/8	0,4 1,2 2,0	1,3 2,0 2,7
B	8/8 helt tæt 6/8 - 8/8 < 6/8	0,2 0,9 1,6	1,2 1,7 2,3
C	8/8 helt tæt 6/8 < 4/8	0 0,3 0,8	0,9 1,3 1,7
Nat	6/8 - 8/8 < 6/8	0	> 0,1 Vindhastigheden skal være > 2 m/s
D		Kun målinger nær vejen	

Figur 3 Krav til medvindskomponent [m/s] og tidsrum af døgnet ved forskelligt skydække.

Lydbanernes krumning k kan fastlægges ved måling eller ved beregning. Krumningen fastlægges ud fra forskellen mellem henholdsvis vindhastighed og lufttemperatur 10 m og 0,5 m over terræn vha. følgende formel:

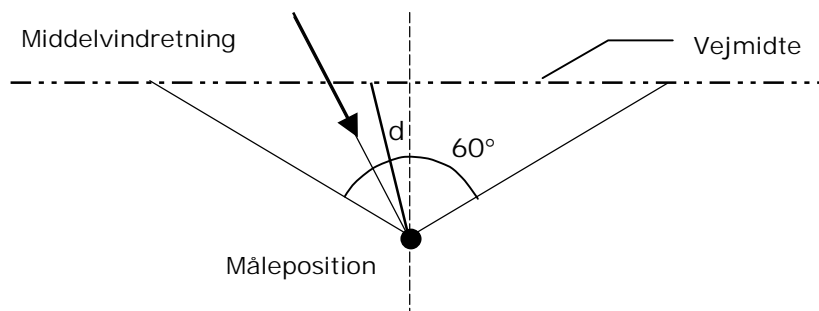
$$k = \frac{0,6 \cdot \Delta T + \Delta u}{3,2}$$

hvor ΔT er forskellen mellem lufttemperaturen 10 m og 5 m over terræn
 Δu er forskellen mellem vindhastighedens komponent i udbredelsesretningen henholdsvis 10 m og 5 m over terræn.

Måling af forskellen i lufttemperatur er vanskelig, og det anbefales alene at måle vindhastigheden 10 m over terræn og derpå fastlægge krumningen ved beregning. Der er ingen anden øvre grænse for vindhastigheden end at vinden ikke må give anledning til for kraftig baggrundsstøj.

Positive værdier af krumningen svarer til at lydbanerne afbøjes nedad, fx i medvind. Når krumningen er lig med 0, er lydbanerne rette linier. Negative værdier af krumningen svarer til, at lydbanerne afbøjes opad, fx i modvind og på en varm sommerdag.

Middelvindretningen skal være indenfor $\pm 60^\circ$ omkring en linie fra målepositionen vinkelret på vejen, jf. figur 4.



Figur 4 Det tilladte område på $\pm 60^\circ$ for middelvindretningen samt afstanden d langs vinkelhalveringslinien, som benyttes ved fastlæggelse af standardafvigelsen σ_m .

Ubestemthed på måleresultatet

Ubestemtheden er det interval i [dB] omkring måleresultatet, indenfor hvilket den 'sande værdi' af støjniveauet med 90% sandsynlighed befinder sig. Den samlede ubestemthed på måleresultatet fastlægges vha. følgende formel:

$$\delta = 1,65 \cdot \sigma \quad \text{hvor } \delta \text{ er ubestemtheden}$$

σ er standardafvigelsen i [dB]

Hvis ubestemtheden er for stor, bør der gennemføres flere målinger, og middelværdien af måleresultaterne benyttes.

Den totale standard ubestemthed σ bestemmes ved ophobning af bidragene fra måleinstrumenterne σ_i , fra forskellene i køretøjernes støjudsendelse σ_k , fra refleksionerne fra flader i nærheden af mikrofonen σ_r og fra variationer i støjens udbredelse pga. forskelle i vejret σ_m .

$$\sigma = \sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_k^2 + \sigma_m^2 + \sigma_r^2}$$

Den meteorologisk betingede standardafvigelse σ_m er vist i figur 1. Værdierne i figuren gælder for uskærmet, porøst terræn. Der foreligger ikke oplysninger om ubestemtheden i skærmede målepositioner, og det anbefales indtil videre at bruge værdierne i figur 1. Hvis hele terrænet mellem vej og måleposition er hårdt, kan σ_m sættes lig med nul.

Standardafvigelsen σ_m fastlægges for en afstand svarende til afstanden fra målepositionen til vejens midterlinie, målt langs vinkelhalveringslinien mellem middelvindretningen og normalen fra målepositionen til vejens midte, jf. figur 4. I større afstande kan den meteorologisk betingede standardafvigelse beregnes vha.:

$$\sigma_m = 1 + \frac{d}{400} \quad \text{hvor } d \text{ angives i [m]}$$

σ_m angives i [dB]

Definition af det maksimale støjniveau

Maksimalniveauet kan have betydning for søvnforstyrrelser. Værdien målt om dagen svarer normalt til værdien målt om natten. Hvis der er mulighed for at værdierne er forskellige, bør målingen foretages om natten.

Det maksimale A-vægtede lydtrykniveau L_{AFmax} med tidsvægtning F er defineret som det niveau, som kun overskrides af 5% af de mest støjende køretøjer af den pågældende kategori.

Forskellige kategorier af køretøjer giver forskellige maksimalniveauer ved forbikørsel. Som regel er de maksimale støjniveauer ved tunge køretøjers forbikørsel højere end de maksimale støjniveauer fra person- og varebiler. For hver kategori er der i en given måleposition en vis spredning af maksimalniveauer omkring middelværdien for kategorien, både fordi køretøjerne er individuelt forskellige og fordi deres fart og køremåde varierer.

Maksimalniveauet bør fastlægges ved måling af støjen fra mindst 30 køretøjer af den pågældende kategori. Den værdi af maksimalniveauet som kun overskrides af 5% af køretøjerne, fastlægges som:

$$L_{AFmax} = m + 1,65 \cdot s$$

Hvor m er den aritmetiske middelværdi
 s er standardafvigelsen af stikprøven

Krav til dokumentation i form af målerapport

Rapporten skal dokumentere samtlige forhold, som kan have betydning for den efterfølgende sagsbehandling. Målet med rapporten er at dokumentere resultater, forhold under målingen og forudsætninger for omregning m.v., så målingen vil kunne gennemføres af andre med samme resultat.

Målingerne skal udføres i overensstemmelse med retningslinierne i den nye vejledning. I rapporten skal måleresultatet angives med tilhørende ubestemthed, og der skal redegøres for eventuelle omregninger af ækvivalentniveauer og for spredningen af maksimalniveauer. Endvidere skal der gives en regningsmæssig vurdering af virkningen af refleksioner.

I vejledningen er det angivet, hvilke oplysninger rapporten bør indeholde. Det omfatter bl.a. oplysninger om måletidsrum, det anvendte måleudstyr, målepositioner og plan over målestedet. Rapporten skal også belyse:

- *Vejret* (vindhastighed og -retning, vindhastighedskomponent, skydække, lydbanernes krumning, lufttemperatur samt anvendt måleudstyr)
- *Trafikken* (trafikmængde, andel tunge køretøjer i måletidsrummet, skiltet hastighed, om muligt gennemsnitshastigheden baseret på målinger af tilfældigt udvalgte køretøjers fart samt køremønstret, fx kørsel med acceleration, deceleration eller jævn kørsel)
- *Vejstrækningen* (vejbredde, antal kørebaner, stigning, vejbelægningens type, alder, vedligeholdelsestilstand og temperatur samt trafiklys eller andre former for trafikregulering).
- *Baggrundsstøjen* (oprindelse, ækvivalentniveau, tidsvariation og frekvensspektrum ved oktavbåndsmålinger)

I vejledningens bilag er der et eksempel på en korrekt målerapport.

Støjniveau på udendørs opholdsarealer

De vejledende grænseværdier, som gælder for vejtrafikstøj, er angivet som fritfeltværdier, hvilket er lydtrykniveauet uden tillæg af refleksion fra den aktuelle bygning. Det skyldes, at det især er den støj som rammer bygningsfacaden og transmitteres ind i bygningen, der er interessant. I den nye vejledning anvises det, at målingerne sker:

- enten i såkaldt frit felt, dvs. uden påvirkning af reflekteret lyd fra den bygning, der måles ved,
- eller i valgte positioner, så den reflekterede lyd er kendt, og måleresultatet derfor kan korrigeres for refleksionerne før det sammenholdes med de vejledende grænseværdier.

På udendørs opholdsarealer anbefales det, at det aktuelt forekommende støjniveau måles og rapporteres, så *alle* refleksioner medtages i måleresultaterne.

Efter høringsrunden er denne anbefaling det eneste udestående spørgsmål. Hvis anbefalingen skal følges, vil det også være en ændring af gældende praksis med altid at anvende fritfeltværdier. Den endelige vejledningstekst er i skrivende stund ikke fastlagt.