

Trafikselskabernes Miljøsynsmanual

Del 2: Støjmåling

UDARBEJDET AF:



FORCE Technology

13. juni 2017

Afdeling: Metrologi og Luftmiljø

Projektleder: Frantz Bræstrup

Sagsnummer: 116-31657.02

Telefon: +45 43 25 16 46/ +45 42 62 76 46

E-mail: fbr@force.dk

Web: www.force.dk

Park Allé 345, 2605 Brøndby

PÅ VEGNE AF:

TiD (Trafikskaberne i Danmark)

BAT

FYNBUS

NT

MIDTTRAFIK

SYDTRAFIK

MOVIA

Indholdsfortegnelse

1	Forord	3
2	Indledning	3
3	Måling af støj fra busser	4
3.1	Krav til måleudstyr	4
3.2	Krav til måletekniker	4
3.3	Håndtering af måleudstyr	4
3.4	Måleværdier	4
3.5	Baggrundsstøj	5
3.6	Måleforhold	5
3.7	Beskrivelse af måleprocedure	8
4	Rapportering og dokumentation	9
4.1	Ringkalibrering	9
4.2	Tvivlsspørgsmål	9
Bilag A	Måleskema	10

1 Forord

Denne miljøsynsmanual er del 2 af en revideret udgave af Trafikselskabet Movias miljøsynsmanual, 4. udgave, juli 2008. Del 2 indeholder en beskrivelse af de krav, der stilles til udførelse af målinger af støj fra busser i forbindelse med miljøsyn. Del 1 er en separat manual, der indeholder en beskrivelse af de krav, der stilles til udførelse af emissionsmålinger på busser. Den nye miljøsynsmanual (del 1 og del 2) har til formål at blive de danske trafikelskabers miljøsynsmanual.

Miljøsynsmanualen er udarbejdet af FORCE Technology på foranledning af Movia. Måleprocedure, grænseværdier mm. for målinger af støj fra busser er udarbejdet af DELTA, der siden 1. januar 2017 har været en del af FORCE Technology.

Miljøsynsmanualen er som nævnt opdelt i to dele:

Del 1: Emissionsmålinger på busser:

- Nitrogen- og nitrogendioxid, NO_x (sum af NO og NO₂)
- Kuldioxid, CO₂
- Sodpartikler, herunder partikelmasse (PM) samt partikelantal (PN)

Del 2: Målinger af støj fra busser:

- Støj uden for bussen
- Støj inden i bussen

Dette dokument indeholder del 2. Del 1 er udgivet i et separat dokument.

2 Indledning

Med det formål at begrænse udledningen af sodpartikler (partikelmasse (PM) samt partikelantal (PN)), NO_x-gasser (NO og NO₂) og støjgener fra køretøjer foretages der løbende kontrol med de busser, som busoperatørerne anvender på Trafikselskabernes ruter. Kontrollen foretages ved miljøsyn på de ibrugtagne busser, der indgår i driften.

Miljøsynet er til for at sikre, at kunderne og omgivelserne oplever, at transportformen sker på en sundhedsmæssig og miljøvenlig måde. Desuden sikrer miljøsynet, at busoperatørerne overholder det pågældende Trafikselskabs retningslinjer.

Revisionen af miljøsynsmanualen i forhold til måling af støj fra busser har til formålet at identificere en målemetode, som er mere repræsentativ for kundernes faktiske oplevelser – både indvendigt i bussen og udvendigt ved f.eks. stoppesteder. Den nye metode skal endvidere tage højde for, at f.eks. hybridbusser og elbusser støjer anderledes end traditionelle dieselbusser.

Miljøsyn foretages ikke som følge af dansk lovgivning. Miljøsyn er et frivilligt supplement, som det enkelte trafikelskab kan anvende og pålægge busoperatørerne at overholde. Trafikselskabet kan til enhver tid afholde et miljøsyn for kontrol af busserne.

3 Måling af støj fra busser

Den beskrevne støjmålemetode vurderet som værende repræsentativ for den støj, som kunderne oplever. Målemetoden er udarbejdet, så den er velegnet til at karakterisere støjen fra både el- og hybridbusser på lige vilkår med dieselbusser.

Målemetoden omfatter:

- Målinger af støjen eksternt og internt i bussen.
- En karakterisering af eventuelle toner i støjen og identificering af unødigt støj fra bussen.

Målingerne omfatter således de mest støjende og mest betydende hændelser i buskørslen.

3.1 Krav til måleudstyr

Lydtrykmåleren skal overholde kravene i standarden IEC 61672-1:2002 klasse 1 og være sporbart kalibreret inden for det seneste år.

Lydtrykmåleren kalibreres med en akustisk kalibrator før og efter hver måleserie. Findes der afvigelser mellem kalibreringerne på mere en 1 dB, er målingerne ugyldige og skal tages om. Der skal som minimum kalibreres før og efter hver ny bus, så data fra hver enkelt bus er sporbare.

3.2 Krav til måletekniker

Det skal kunne dokumenteres, at måleteknikeren har relevant uddannelse til at udføre lydmålinger med erfaring fra tilsvarende opgaver og med fornødent kendskab til lydudbredelse og måleteknik generelt, herunder kalibrering af benyttet udstyr, kvalitetssikring og reproducerbarhed af målinger.

Dette svarer som minimum til, at personen har gennemgået et praktisk kursus for støjmåling el. lign og er bekendt med Miljøstyrelsens generelle retningslinjer for eksterne støjmålinger.

Personen er som udgangspunkt kvalificeret, dersom vedkommende er personcertificeret eller akkrediteret til "Miljømåling – ekstern støj" i henhold til Miljøstyrelsens godkendelsesordning. Denne ordning er beskrevet på www.referencelaboratoriet.dk.

3.3 Håndtering af måleudstyr

Mikrofonen/lydtrykmåler placeres på et stativ, så den foreskrevne målehøjde og -afstand kan holdes stabilt. Alternativt kan lydtrykmåleren holdes i en armslængde ud fra kroppen i den foreskrevne måleposition. Det anbefales, at interne målinger udføres håndholdt, for at undgå overstyring fra vibrationer i stativet. Det er et krav, at der benyttes vindskærm på mikrofonen under alle målinger.

3.4 Måleværdier

Alle måleværdier og resultater angives i dB re 20 µPa.

Eksterne målinger skal rapporteres som maksimalværdier af det registrerede A-vægtede lydtrykniveau L_{pAmax} , målt med lydtrykmåleren i stilling FAST.

Interne målinger skal rapporteres som det energiækvivalente, A-vægtede lydtrykniveau L_{Aeq} midlet over den tid, det tager bussen at tilbagelægge målestrækningen (fra A til B i figur 1).

Baggrundsstøj rapporteres ligeledes som L_{Aeq} -niveau midlet over minimum 10 sekunder.

3.5 Baggrundsstøj

Baggrundsstøjen ved de eksterne målinger skal være mindst 10 dB lavere end måleresultatet, for at et måleresultat er gyldigt. Baggrundsstøjen måles i samme måleposition som selve målingen uden uvedkommende forbikørsler eller andre forstyrrende begivenheder. Der måles ikke baggrundsstøj ved de interne målinger. Baggrundsstøj rapporteres som L_{Aeq} over minimum 10 sekunder.

3.6 Måleforhold

Målepladsen skal være plan og jævn, af vel vedligeholdt vej med asfalt, beton eller fliser uden betydende skader eller reparationer som f.eks. huller, løse sten eller grus. Der må således ikke være "bump" fra f.eks. kørsel over fliser eller huller i belægningen.

3.6.1 Måleposition (eksterne målinger)

Mikrofonen skal stå uforstyrret, og der skal være frit mellem bussen og mikrofonen under målingerne.

Det anbefales at udføre målingerne uden reflekterende skærme eller bygninger i en afstand af 20 m fra midten af målelinjen (se Figur 1). Er dette ikke muligt, kan resultatet korrigeres efter nedenstående tabel:

Tabel 1: Korrektion af måleværdi.

Afstand til reflekterende flader	4 m fra mikrofonen	5 m fra mikrofonen	6 m fra mikrofonen	7 m fra mikrofonen	>8 m fra mikrofonen
Korrektion af måleværdi	-0,9 dB	-0,8 dB	-0,6	-0,5 dB	Ingen korrektion

Målinger udført med reflekterende flader tættere end 4 m fra mikrofonen accepteres ikke af hensyn til måleusikkerheden.

3.6.2 Måleposition (interne målinger)

Mikrofonen skal stå uforstyrret 1,2 m over gulvet. Der måles både over forreste og bageste aksel.

3.6.3 Vejrforhold

Ved de eksterne målinger skal vejret være roligt med vindstyrke mindre end 4-5 m/s ved målepositionen og uden regn. Kørebanen skal være tør.

3.6.4 Unødig støj

Unødig støj er ikke acceptabelt. Unødig støj dækker over bremseskrig, raslen fra karosseri og interieur etc. Hvis der konstateres unødig støj fra bussen, skal dette udbedres, inden en repræsentativ måling kan udføres. Dette gælder både de interne og de eksterne målinger.

Hvis der konstateres unødig støj internt eller eksternt fra bussen, som ikke detekteres i forbindelse med målingerne, kan det kræves, at der foretages en separat måling af problemet. Målemetoden for denne specielle måling følger ikke nødvendigvis de i målerapporten angivne målemetoder. Det kan f.eks. være blæser- og ventilationsstøj, hvor blæseren tvinges i gang til maksimal drift inden for normalområdet.

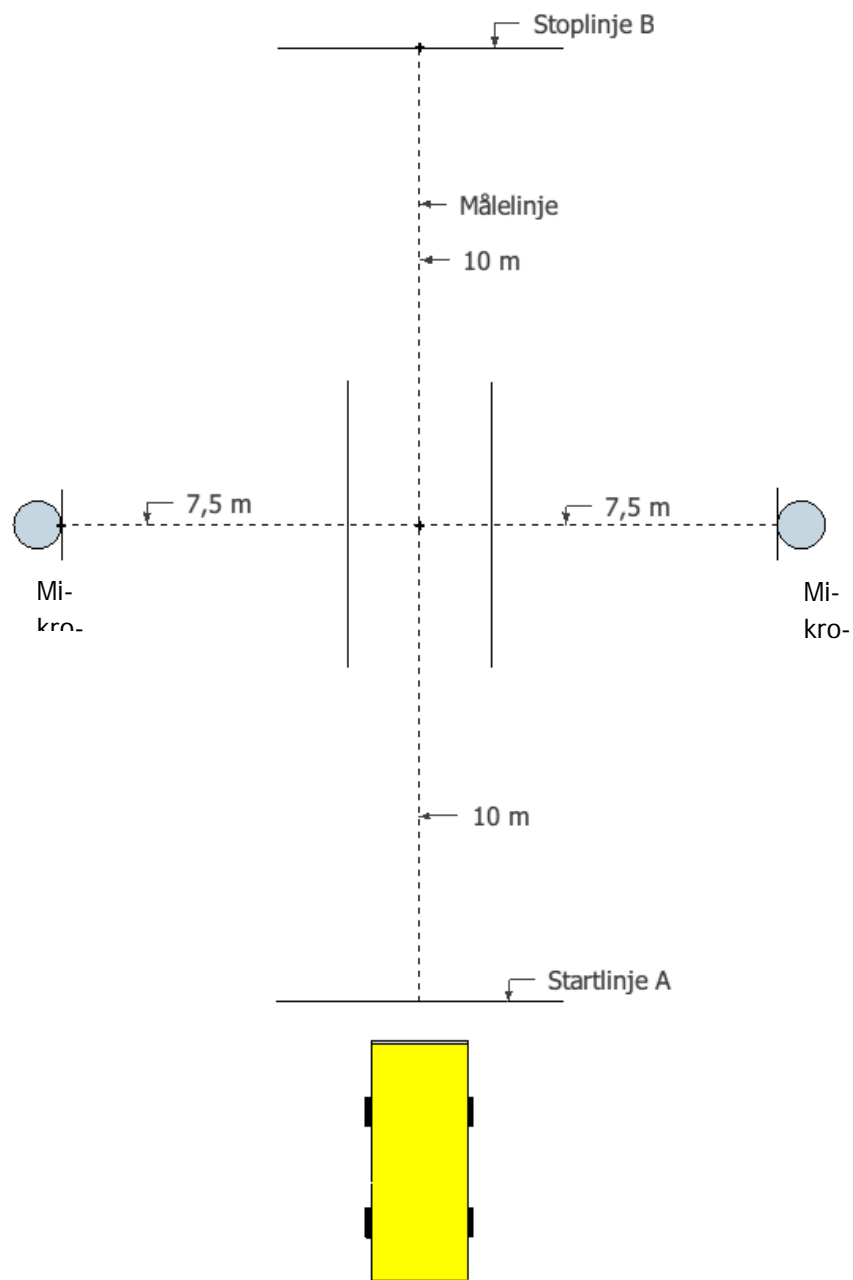
Hverken hele eller dele af bussen må støje mere end den i kontrakten specificeret støjgrænse.

3.6.5 Tonetillæg

I tilfældet, hvor den målte støj indeholder hørbare toner eller hyl, pålægges den målte værdi et tonetillæg på basis af en subjektiv vurdering efter skalaen vist i Tabel 2. Denne skala benyttes både ved interne og eksterne målinger. Toner skal i denne sammenhæng tolkes som mislyde, "hyl" eller toner fra gear, ventilation og/eller elektriske komponenter. Det er altså ikke hensigten at tildele en dieselmotor et tonetillæg for den normale motorlyd, som afhænger af omdrejningstallet. Derimod skal toner eller hvislende lyde fra en eldrevet bus medtages og gives tillæg efter Tabel 2.

Tabel 2: Vurderingsskema til bestemmelse af tonetillæg for hørbare toner i den målte støj.

Vurdering af toner i støjen	Ikke hørbar	Netop hørbar	Moderat hørbar	Tydeligt hørbar	Fremtrædende	Dominerende
Tonetillæg	0 dB	+1 dB	+2 dB	+3 dB	+4 dB	+5 dB



Figur 1: Skitsering af måleområde. Afstande er angivet fra midtpunktet af kørelinjen (målelinjen) til hhv. mikrofonpositioner på siden, startlinje A og stoplinje B.

3.7 Beskrivelse af måleprocedure

De interne og eksterne målinger udføres som accelerationsmålinger. Før udførelse af målingerne optegnes de fire linjer: startlinjen (A), stoplinjen (B) samt de to kørelinjer, der placerer bussen i en 3 m bred kørebane centreret om målelinjen (se Figur 1).

Der foretages en accelerationsmåling, hvor bussen holder stille ved startlinjen (A) og accelererer kraftigst. Bussen skal som minimum accelerere indtil bagenden passerer linje B. Der måles tre accelerationer på hver side af bussen.

Motoren skal desuden være i driftsvarm tilstand.

3.7.1 Eksterne målinger

De eksterne målinger udføres 7,5 m fra kørelinjen i en højde af 1,5 m over terræn (se Figur 1). Lydmålingen startes, umiddelbart før bussen passerer startlinjen (A), og stoppes, når bussen netop har passeret stoplinjen (B). Der måles tre gange på hver side af bussen. Hver måling omfatter således minimum 6 forbikørsler.

Måleværdien fra hver passage noteres i måleskemaet med 1 decimal. Gennemsnittet af måleværdierne fra hver side af bussen beregnes, inden korrektion for reflekterende flader eller tonetillæg medregnes. Det højeste støjbidrag rapporteres som resultatet af accelerationsmålingen.

Denne måling forventes at tage maksimalt 10 minutter.

3.7.2 Interne målinger

De interne støjmålinger udføres over forreste og bageste aksel i 1,2 m højde over gulvet. I tilfælde af overstyring af måleudstyret ved kraftige, impulsagtige vibrationer under kørsel anbefales det at udføre den interne måling håndholdt med mikrofonen i en armlængde fra kroppen.

Der foretages støjmålinger i bussen uden passagerer. Bussen holder i tomgang ved startlinjen (A). Lydmålingen startes umiddelbart, før bussen passerer startlinjen (A) og stoppes, når bussen netop har passeret stoplinjen (B). Målingerne skal udføres under kørsel på plant og jævnt underlag med vel vedligeholdt asfalt uden huller.

Der måles over ét kørselsforløb – både ved forreste og bageste aksel.

Ventilationen skal være tændt på fuld drift under målingen, hvis det er muligt. Alternativt skal indstillingen af ventilationen være som ved almindelig drift.

De målte værdier fra begge målepositioner (forreste og bageste aksel) måles som de energiekvivalente, A-vægtede lydtrykniveauer, L_{Aeq} , midlet over den tid accelerationen fra A til B tager. Måleværdierne rapporteres i måleskemaet. Som endeligt måleresultat noteres den største af de to værdier i skemaet.

Ventilationens driftstilstand under målingerne noteres i skemaet (Fuld drift/normal drift i % af fuld drift).

De interne målinger forventes at tage maksimalt 5-10 minutter.

4 Rapportering og dokumentation

Måleresultater skal indføres på en blanket (se Bilag A), som vedlagte måleskemaer el. lign. og videregives til Trafikselskabet ved hjælp af en elektronisk database, som Trafikselskabet skal have adgang til. Den elektroniske udgave af målingerne herunder rådata, skal indeholde en tids- og datokode, som automatisk genereres af computeren/dataopsamlingsystemet. Det skal fremgå af dokumentationen for den enkelte måling, hvilken måletekniker, der har udført målingerne. De pågældende måleinstanser skal desuden oprette en mappe, der skal indeholde følgende dokumentation.

- Resultater fra løbende kalibrering/justering af måleudstyret.
- Oplysninger om fejl og reparationer på måleudstyr.
- Resultater fra ringkalibrering.

Resultaterne fra miljøtilsynsmålingerne er Trafikselskabets ejendom og må ikke offentliggøres eller anvendes af operatører eller måleinstansen i anden forbindelse uden Trafikselskabets tilladelse.

4.1 Ringkalibrering

For at sikre éns målinger uafhængigt af målestedet skal måleteknikeren deltage i en ringkalibrering (sammenlignende støjmåling) én gang årligt. Ved den årlige ringkalibrering møder en måletekniker op på et nærmere angivet sted medbringende måleudstyret. Trafikselskabet stiller en eller flere busser til rådighed, som skal måles. Resultatet fra ringkalibreringen indføres på skema i miljøsynsmappen, og en kopi fremsendes til Trafikselskabet.

4.2 Tvivlsspørgsmål

I tilfælde af begrundet uenighed mellem busoperatøren og målefirmaet er Trafikselskabet øverste myndighed. Trafikselskabet kan kræve dokumentation for kalibreringsinterval og kalibreringsprotokol fra det firma, der udfører målingerne.

Bilag A Måleskema

Dato:	
Målested:	
Måleobjekt (bus type og ID)	
Udført af:	
Vejrforhold:	

Ekstern måling – Acceleration – Igangsættelse							
Alle værdier er i dB							
	Målt L_{pAmax}			Gennemsnit	Korrektion for reflekterende objekt	Tonetillæg	Bidrag inkl. tonetillæg
Busside	1	2	3				
Højre							
Venstre							
						Maksimalbidrag, L_{pAmax}	
						Baggrundsstøj, L_{Aeq}	

Intern måling – Kørselsforløb			
Alle værdier er i dB			
Måleposition	Målt L_{Aeq}	Tonetillæg	Bidrag inkl. tonetillæg
Forreste aksel			
Bageste aksel			
			Højest målte værdi

Driftstilstand af intern ventilation ved måling: _____% af fuld drift.

SAMMENFATNING	
<input type="checkbox"/> Bussen er bestået støjtest	<input type="checkbox"/> Bussen er IKKE bestået støjtest
Årsag:	
<input type="checkbox"/> Eksterne måleresultater over grænseværdi	
<input type="checkbox"/> Interne måleresultater over grænseværdi	
<input type="checkbox"/> Unødigt støj fra:	