

MOTORSPORTENS AKUSTIKLABORATORIUM

Idrættens Hus, Sektion C, 3. sal, DK-2605 Brøndby, Danmark

Certificeret til ”Miljømåling – ekstern støj” – Certificeringsnummer 24061

Dato: 25. september 2016
J. nr. MA 2016-DMU-01/02
Ref.: OD

Miljømåling – Ekstern støj

Måling af støjemission fra 3 speedway klasser:
50 ccm, 85 ccm og 500 ccm

Rekvirent: Danmarks Motor Union, Brøndby Stadion 20, 2605 Brøndby.

Opgave: Måling af støjemission for speedwaymaskiner.

Resume: Der er målt immissionsrelevant støjemission (kildestyrke) for 3 klasser speedwaymaskiner. Kildestyrken er for alle klasser målt ved fuldlast. Det samlede A-vægtede lydeffektniveau er for de forskellige klasser bestemt til:
for 50 ccm 106,5 dB, og
for 85 ccm 121,9 dB, og
for 500 ccm 131,5 dB
alle re. 1 pW.

Ubestemtheden på de angivne værdier er bestemt til 3 dB.

Rapporten indeholder værdier for støjemissionen pr. 1/1-oktav frekvensbånd til brug ved beregning af støj fra kørsel med disse SW klasser.

Generelt: Alle lydtrykkniveau er i rapporten angivet i dB re. 20 µPa og alle lydeffektniveau i dB re. 1 pW.

Resumeeet eller rapporten må gengives i sin helhed, uddrag efter skriftlig aftale

Indhold

1.	Indledning	2
2.	Målested	2
3.	Meteorologiske forhold	2
4.	Måleopstilling og akustiske forhold på målestedet	2
5.	Driftsforhold og målinger	2
6.	Instrumenter og edb software	4
7.	Bestemmelse af støjemission	4
8.	Målinger	5
9.	Resultater	5
10.	Usikkerhed	5

1. Indledning

Den tekniske udvikling i de forskellige motorcykelklasser har blandt andet medført ændringer, der indebærer bedre dæmpning af udstødningsstøjen, og Danmarks Motor Union (DMU) har derfor ønsket at få målt kildestyrken på en række af de motorcykelklasser, der er godkendt af DMU til motorcykelsport, blandt andet med henblik på, at dette kan danne grundlag for en opdatering af Bilag 1 til Miljøstyrelsens Motorbanevejledning [2]. Målingerne er udført af Motorsportens Akustiklaboratorium (MA) som ejes af Dansk Automobil Sports Union (DASU), som i den anledning har foretaget målinger af den immissionsrelevante støjemission for tre speedway (SW) klasser. Rapporten indeholder resultaterne angivet som det A-vægtede lydeffektniveau L_{WA} for klasserne 50 ccm, 85 ccm og 500 ccm, dels total og dels i 1/1 oktavnåbåndene fra 63 Hz til 8 kHz for kørsel med fuldlast.

2. Målested

Målingerne blev foretaget på Slangerup Speedway Center, Hørup Skovvej 5A, 3550 Slangerup, onsdag den 7. september 2016 i tidsrummet 17.30-19.00.

3. Meteorologiske forhold

I måleperioden var der på banen ingen regn, 2/8 skyet, 18°C og ingen vind.

De meteorologiske forhold er ikke tillagt indflydelse på lydudbredelsen og måleresultaterne.

4. Måleopstilling og akustiske forhold på målestedet

Målestrækningen for målingerne på 50 ccm klassen og 85 ccm klassen var en 40 m lang lige strækning med fast udjævnet grusbælgning, der ved starten og slutningen var markeret med en kegle, se fig. 1. Midt på målestrækningen var der med 2 kegler markeret en 1 m bred port, der, af hensyn til at opnå en veldefineret afstand til målemikrofonen, skulle gennemkøres under målingerne. Målepositionen er placeret 1,8 meter over terræn, lodret over sidebanden og 4 m fra midten af den 1 m brede port på midten af målestrækningen, se fig. 3. Terrænet under målepositionen var grus som selve banen. Mellem kilde og måleposition udbreder lyden sig frit over terræn. Der var ingen lydreflekterende eller skjærmende objekter af betydning for målingen i nærheden af målepositionen.

Målingerne på 500 ccm klassen foregik i 2 dele. Første del foregik på samme målestrækning som ved målingerne på 50 ccm og 85 ccm klasserne. Efter 10 passager blev målingerne afbrudt, idet kørerne fandt kørslen for farlig da gennemkørselsporten i måleopstillingen var forkert placeret i forhold til den naturlige kørelinie. Målepositionen blev derfor ændret, stadig med en 1 m bred port der skulle gennemkøres, men med en placering så den lå på den naturlige kørelinie, stadigvæk med mikrofonen 1,8 m lodret over sidebanden og nu en måleafstand på 6 m. I denne måleposition gennemførtes yderligere 20 passager.

5. Driftsforhold og målinger

Målingerne blev foretaget på en tør bane af komprimeret udjævnet grusmateriale.

Under målingerne var driftsbetingelserne således, at de svarer til maksimal støjemission på målestrækningen.

Ved målingerne på 50 ccm maskinerne kørte disse med langsom fart frem til starten på målestrækningen, hvor de så accelererede maksimalt og derefter gennemkørte målestrækningen med højst mulig hastighed. Der blev målt på 4 stk. 50 ccm maskiner, og hver maskine gennemkørte målestrækningen 8 gange, skiftevis i hver retning. Der er således målt ligeligt på begge side af køretøjerne.

Målingerne på 85 ccm maskinerne blev gennemført ligesom målingerne på 50 ccm maskinerne. Der blev målt på 3 stk. 85 ccm maskiner, og hver maskine gennemkørte målestrækningen 10 gange, skiftevis i hver retning. Der er således målt ligeligt på begge side af køretøjerne.

Ved målingerne på 500 ccm klassen deltog 3 stk. 500 ccm maskiner og målingerne blev foretaget under den normale træning, svarende til kørsel i heat, med hver 4 baneomgange. I første del af målingerne gennemførte de 3 maskiner i alt 10 passager, og i anden del af målingerne gennemførte de 20 passager.

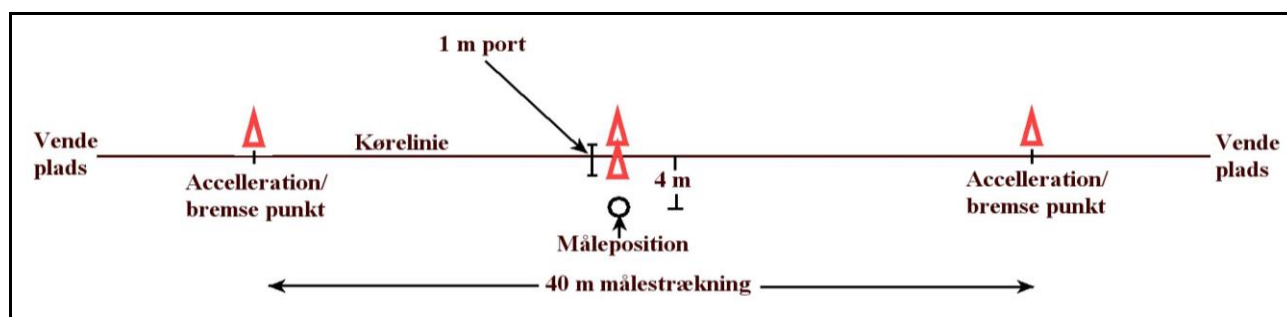


Fig 1 Principskitse af måleopstillingen

Målemetoden foreskriver en mikrofonplacering lodret over sidebanden. På grund af 500 ccm SW maskinernes konstruktion kan de kun køre venstre om på banen, således at der kun kan måles på maskinernes højre side. En måling på maskinernes venstre side med en mikrofon i banens inderkreds vil være behæftet med en ukendt usikkerhed fra refleksioner i banden, og gennemførtes ikke.

500 ccm SW maskinerne er monteret med en vindplade, der dækker baghjulet inden for fælgen, se fig. 2, så hele baghjulet reflekterer en stor del af udstødningsstøjen mod højre og afskærme den mod venstre. Støjen på højre side af maskinen er således højere end på maskinens venstre side. Der er målt på 500 ccm maskinernes højre side, og den herved fundne værdi af kildestyrken overestimerer maskinernes støjudsendelse mod venstre med skønsmæssigt 2-3 dB.



Fig 2 Speedwaymotorcykel med vindplade



Fig 3 Måleopstilling

De udførte målinger med 3-4 repræsentative køretøjer i hver klasse med i alt 30-32 forbikørsler opfylder netop kravene til Miljøstyrelsens Deklarationsmetode, som beskrevet i Motorbanevejledningen [2].

Baggrundsstøjen bestemtes ved en orienterende måling til ca. 50-51 dB(A). Denne er så lav at den ikke havde indflydelse på målingerne og er ikke medtaget i beregningerne.

Der var ikke andre støjkilder af betydning for målingerne.

6. Instrumenter og edb software

Til målingerne blev de i tabel 1 viste instrumenter anvendt:

Instrument edb program	Fabrikat	Type	Serie nummer	Kalibrerings-laboratorium	Seneste sporbare kalibrering
Lydtrykmåler	Brüel & Kjær	2260	2120210	Brüel & Kjær	17. juli 2015
Målemikrofon	Brüel & Kjær	4176	2316689	Exova Metech	6. juli 2015
Akustisk kalibrator	Brüel & Kjær	4231	2123005	Exova Metech	01. marts 2016
Evaluator	Brüel & Kjær	v.3.31	-	-	-

Tabel 1 Oversigt over måleinstrumenter

De oplagrede måleresultater i lydtrykmåleren er overført til PC med Brüel og Kjærs edb program Evaluator v.3.31, som har genereret udskrifterne i bilag 2.1 – 2.4 Udskrifter fra lydtrykmåler.

7. Bestemmelse af støjemission

På basis af det målte lydtrykniveau $L_{eq,t}$ SW'ernes hastighed og afstanden fra køresporet til mikrofonpositionen, kan lydeffektniveauerne bestemmes. Metoden der benyttes er den i Motorbanevejledningen [2] beskrevne deklarationsmetode, som er gengivet nedenstående:

Ved deklarationsmetoden bestemmes den gennemsnitlige støjemission for ét køretøj ud fra måling af flere passager af et antal køretøjer, fx under løb. Denne metode er beregnet på at bestemme nye – eller ajourførte – værdier af den typiske støjemission (kildestyrke) for en type eller klasse af motorkøretøjer til brug for beregninger af støjen i omgivelserne.

Ved måling efter deklarationsmetoden måles ækvivalentniveauet ($L_{eq,t}$ pr. 1/1-oktav) over et passende langt tidsrum, mens et antal køretøjer passerer målestedet en eller flere gange. Kildestyrken L_w er:

$$L_w = L_{eq,t} + 10 \log 4vat - \Delta L_{gd} - 10 \log N,$$

hvor

- L_w er kildestyrken pr. 1/1-oktav frekvens i dB re. 1pW.
- $L_{eq,t}$ er det målte ækvivalentniveau pr. 1/1-oktav frekvens i dB re. 20µPa, målt over tidsrummet (integrationstiden) t.
- v er den gennemsnitlige fart af køretøjerne, målt i m/s.
- a er den korteste afstand fra mikrofonen til midten af køresporet (måleafstanden), målt i m. Afstanden fra mikrofonen til de enkelte køretøjer kan variere op til ± 10%.
- t er integrationstiden i sekunder.
- N er antallet af forbikørsler.
- ΔL_{gd} er terrænkorrektionen til brug for deklarationsmetoden. Den er anført i Tabel 4.1.

Målestedet skal vælges ved en lige banestrækning, hvor køretøjerne kører med maksimal motorydelse, fx efter et sving.

Målestrækningen skal være så lang som praktisk muligt, gerne mindst 10 gange måleafstanden.

Måleafstanden skal være i intervallet 4 – 10 m, og mikrofonen skal være 1,5 – 1,8 m over terræn.

Der må ikke være genstande, som giver væsentlig skærmning eller betydende refleksioner i nærheden af målestedet.

Mikrofonposition:	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
porøst terræn	5,2 dB	4,7 dB	2,3 dB	-1,1 dB	1,4 dB	1,2 dB	0,4 dB	1,3 dB

Tabel 4.1. Terrænkorrektion til brug for deklarationsmetoden, ΔL_{gd} for grusbaner (Speedway).

Ubestemtheden på målemetoden afhænger af antallet af forbikørsler. Med 30 passager er ubestemtheden 3 dB. Hvis måleresultatet skal benyttes som typisk værdi for en klasse eller type af køretøjer, skal der måles

mindst 10 passager fra mindst 3 forskellige køretøjer, som hver vurderes at være typiske for den pågældende klasse.

8. Målinger

Måling af det ækvivalente lydtryk $L_{eq,t}$ i måleperioden t er udført med en Brüel & Kjær lydtrykmåler type 2260 monteret med 10 m forlænger-kabel mellem lydtrykmåler og mikrofon.

Måleresultaterne er lagret internt i lydtrykmåleren, udskrifter herfra er vist i bilagene 2.1 – 2.4.

Lydtrykmåleren er kalibreret inden målingerne startede og efter de var afsluttede. Der blev kalibreret til 94,0 dB. Kalibreringen holdt sig konstant.

Målingerne er foretaget under en speciel arrangeret måleseance, hvor alle de deltagende 50 ccm og 85 ccm maskiner gennemkører målestrækningen under fuld acceleration med i alt h.h.v. 4 eller 5 fremkørsler og 4 eller 5 tilbagekørsler med h.h.v. 4 respektive 3 MXer.

500 ccm maskinerne var kun i stand til at køre venstre om på banen og målingerne gennemførtes ved at de tre maskiner kørte et antal træningsheats, hvor de under hvert heat kørte banen rundt 4 gange, afbrudt af pauser mellem heatene, hvor motorerne skulle køle ned. I forbindelse med en pause flyttedes til en ny måleposition.

Hastigheden på alle maskinerne blev bestemt ved tidtagning med stopur på den 40 m lange målestrækning.

9. Resultater

Den immissionsrelevante støjemission L_w , er bestemt efter deklarationsmetoden ved en måling af ækvivalentniveauet integreret over et måleforløb for hver SW type. Der er udført i alt 3 målinger på 3 SW typer. De A vægtede lydeffektniveauerne i de enkelte oktavnåb for de tre SW typer er vist i tabel 2.

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	total
50 ccm speedway	59,5	81,5	93,3	96,2	102,7	101,7	95,8	90,6	106,5
85 ccm speedway	61,3	80,8	106,7	118,8	113,5	115,4	110,5	106,5	121,9
500 ccm speedway	94,8	108,6	119,3	129,0	123,9	121,6	119,8	114,0	131,5

Tabel 2 Immissionsrelevant A-vægtet lydeffektniveau pr. 1/1-oktav i dB re. 1pW.

10. Usikkerhed

Ifølge metodebeskrivelsen [1] er den udvidede usikkerhed, d.v.s. usikkerheden henregnet til et 90% konfidensinterval, 3 dB på de opnåede resultater.



25. september 2016
Otto Dyrnum

Referencer

- [1] Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 47, 2003, , Motor Racing Vehicles - Measurement Methods, Development of Noise Emission Measurement Methods for Motor Racing Vehicles, Ingemansson Technology AB.
- [2] Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2/2005, Støj fra motorsportsbaner.

Bilag

- 1.1 – 1.4 Måle- og beregningsdata
- 2.1 – 2.4 Udskrifter fra lydtrykmåler

Bilag 2.1 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slangerup Speedway Center
Dato 7. september 2016 kl. 17.30 – 19.00
SW klasse: SW 50 ccm 2T
Logfil 001.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 07-09-2016 17:33:55
End Time: 07-09-2016 17:41:10
Elapsed Time: 0:07:15
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 07-09-2016 17:25:00
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

07-09-2016 17:33:55 - 17:41:10

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	60,98	68,56	56,21
63	57,31	66,3	50,65
125	68,67	84	44,03
250	70,64	84,56	40,01
500	64,66	82,47	35,91
1000	70,51	83,24	37,89
2000	68,07	85,67	35,16
4000	62,28	79,77	---
8000	58,54	73,86	---
A	74,13	88,4	43,48
L	76,68	89,3	60,81

Bilag 2.2 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slangerup Speedway Center
Dato 7. september 2016 kl. 17.30 – 19.00
SW klasse: SW 50 ccm 2T
Logfil 002.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 07-09-2016 17:45:19
End Time: 07-09-2016 17:51:38
Elapsed Time: 0:06:19
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 07-09-2016 17:25:00
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

07-09-2016 17:45:19 - 17:51:38

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	61,51	70,68	53,26
63	58,17	67,89	51,17
125	67,06	89,62	44,19
250	83,04	100,23	39,72
500	86,37	103,57	35,92
1000	80,39	98,14	37
2000	80,83	99,87	36,65
4000	76,07	95,44	30,66
8000	73,45	93,4	---
A	87,43	104,3	43,06
L	89,73	105,5	58,68

Bilag 2.3 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slangerup Speedway Center
Dato 7. september 2016 kl. 17.30 – 19.00
SW klasse: SW 500 ccm 2T
Logfil 003.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 07-09-2016 18:00:25
End Time: 07-09-2016 18:04:02
Elapsed Time: 0:03:37
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 07-09-2016 17:25:00
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

07-09-2016 18:00:25 - 18:04:02

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	66,62	77,69	55,66
63	85,36	103,63	64,37
125	88,49	104,94	61
250	88,84	107,05	51,6
500	88,88	105,05	43,43
1000	82,9	98,99	42,41
2000	79,95	99,11	41,55
4000	77,71	97,8	36,6
8000	73,52	92,84	---
A	90,39	107,19	54,57
L	94,77	110,75	71,35

Bilag 2.4 Udskrifter fra lydtrykmåler

Målested Slangerup Speedway Center
Dato 7. september 2016 kl. 17.30 – 19.00
SW klasse: SW 500 ccm 2T
Logfil 004.S1B

Instrument: 2260
Application: BZ7210 version 1.0
Start Time: 07-09-2016 18:29:16
End Time: 07-09-2016 18:33:14
Elapsed Time: 0:03:58
Bandwidth: 1/1 Octave
Peaks Over: 140,0 dB
Range: 29,8-109,8 dB

	Time	Frequency
Broad-band measurements:	S F I	A L
Broad-band statistics:	F	L

Instrument Serial Number: 2120210
Microphone Serial Number: 2096975
Input: Microphone
Pol. Voltage: 0 V
S. I. Correction: Frontal

Calibration Time: 07-09-2016 17:25:00
Calibration Level: 94,0 dB
Sensitivity: -25,9 dB
ZF0023: Not used

07-09-2016 18:29:16 - 18:33:14

Hz	LLeq	LLFMax	LLFMin
31,50	65,52	86,87	53,17
63	87,57	101,97	63,41
125	90,88	105,24	70,38
250	91,84	106,43	60,02
500	92,96	105,89	52,83
1000	87,17	100,26	42,94
2000	83,23	97,06	40,92
4000	81,79	96,8	40,61
8000	77,26	92,53	32,69
A	94,16	107,2	57,33
L	98,04	110,61	73,84