



RAPPORT

Handläggare
Caroline Åkerberg
Mobil
+46703124602
E-post
caroline.akerberg@afconsult.com

Datum
2020-05-05

Uppdragsledare/Handläggare
Per Wikström
Mobil
+46 701847441
E-post
per.wikstrom@afconsult.com

Projekt-ID
726855

Kund
SVEMO - Mikael Norén

Uppdatering av källdatabas för Roadracing, Enduro och Motocross



ÅF-Infrastructure AB
Ljud och Vibrationer

Caroline Åkerberg

Granskad av

Per Wikström



RAPPORT

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och uppdrag	5
2	Genomförda ljudmätningar	5
3	Mätningarnas genomförande	6
3.1	Mätmetod	6
3.2	Analysmetod - avvikelser	7
3.3	Mätobjekt och klasser	7
3.4	Mätinstrument	7
4	Mätresultat, Roadracing – SM i Falkenberg	8
4.1	Klassförklaring	9
4.2	Resultat SM Roadracing	9
5	Mätresultat - Enduro SM i Skövde	11
5.1	Klassförklaring	11
5.2	Resultat Enduro Test	12
5.3	Resultat Enduro Gräsprov	12
6	Mätresultat - Motocross, USM i Linköping	14
6.1	Klassförklaringar	15
6.2	Resultat Motocross USM	15
7	Mätresultat - Motocross, SM i Finspång	16
7.1	Klassförklaring	17
7.2	Resultat Motocross SM	17
8	Uppskattad sammanlagringskorrektio n	18
8.1	Sammanlagringskorrektio n – Motocross USM Linköping	19
8.2	Sammanlagringskorrektio n – Motocross SM Finspång	19
8.3	Sammanlagringskorrektio n – Roadracing SM Falkenberg	20
8.4	Kommentarer	21
9	Kommentarer och diskussion	22



RAPPORT

Sammanfattning

På uppdrag av SVEMO har ÅF Ljud och Vibrationer genomfört ljudemissionsmätningar på moderna cyklar inom klasserna Enduro, Roadracing och Motocross (ungdom och senior). Syftet med uppdraget har varit att för utvalda klasser lägga till och komplettera de referensljudnivåer som finns i den källdatabas som är kopplad till Naturvårdsverkets beräkningsmodell (SNV Meddelande 8/1983).

För att få samlat ett större antal av dagens typer av cyklar inom motorsportklasserna Enduro, Roadracing och Motocross bestämdes i samråd med SVEMO att man skulle utföra ljudemissionsmätningarna i samband med större tävlingar. Ljudmätningarna utfördes vid följande tävlingar:

1. **Enduro**, SM deltävling i Skövde. Kyrketorps motorbana och Försvaretsmaktens Logistik- och Motorskola, 11–13 augusti 2017. Arrangör: FMCK Skövde.
2. **Roadracing**, SM på Falkenbergers motorbana 19–20 augusti 2017. Arrangör: Falkenbergers Motorklubb.
3. **Motocross I**, USM på Linköpings Motorstadion 16–17 september 2017. Arrangör: Linköpings Motorsällskap.
4. **Motocross II**, SM-final på Eliantorpsbanan Finspång 23 september 2017. Arrangör: Finspångs Motorsällskap.

För mätning och beräkning av maximal ljudeffektnivå för aktuella fordonsklasser användes den danska mätmetoden publicerad i "Miljøstyrelsen. Working Report No 47, 2003. Motor Racing Vehicles – Measurement Methods". Mätresultatet har analyserats och omräknats till den form som är avpassat till beräkningsmodellens källdatabell (s.k. referensljudnivåer m.m.).

Ur redovisat mätresultat kan konstateras följande:

- Uppmätta ljudeffektnivåer på Motocrosscyklar ligger i stort sett på samma värden som tidigare ljudemissionsmätningar från 1991 och 2007.
- För de direkt jämförbara klasserna i Roadracing, (Superbike), noteras ca 3-4 dB lägre nivåer jämfört med 1991, vilket är en betydande sänkning.
- Uppmätta ljudeffektnivåer för Enduro cyklar varierar stort med de test- och provstationer som normalt ingår i större Endurotävlingar. Mätningarna visar på c:a 10 dB högre ljudeffektnivå på bandelar där Endurocyklarna kör fullt gaspådrag (t.ex. Enduro Test) jämfört med bandelar där man kör mer manöverprov (t.ex. specialprov/gräsprov).
- Som nämnts ovan noterades att ljudemissionsnivån skiljer sig betydligt mellan de olika enduroproven. Detta bör man ta hänsyn till vid beräkningar från olika delar av en endurobana. Man bör även ha detta i beaktande vid planering av nya banor eller planering av en större endurotävling. Med detta menas att de delsträckor där det mest bullrande proven utförs bör förläggas på så bullerskyddad plats som möjligt (exempelvis bakom en vall och långt från bebyggelse). Alla typer av enduroprov har inte mätts upp och kan ej redogöras för i dagsläget, det finns inte heller äldre data att jämföra med. Generellt bör "fartprov" anläggas med god planering medan "Teknikprov" är mindre känsliga för placering.

RAPPORT



- De redovisade uppskattade värdena på sammanlagringskorrektioner är behäftade med stora osäkerheter och bör användas med försiktighet. Mer kunskap i ämnet behövs för att kunna dra säkrare slutsatser.
- Uppmätta ljudemissionsnivåer för klasserna inom ungdomsmotocrosscyklar ligger c:a 3–5 dB lägre än de mer motorstarka cyklarna som kör stora SM. Förutom att de större motorerna ger högre ljudemission är vår bedömning den att även förarnas erfarenhet och skicklighet påverkar ljudemissionen. Duktigare förare kan kontrollera cyklarna bättre och kan köra med högre gaspådrag på banan vilket i sig ger högre ljudemission.
- Motocross: Mindre cyklar ger som sagt generellt lägre ljudemissionsnivåer. Detta gäller förmodligen även mindre motorcyklar i övriga grenar även om detta ej undersöks här.



RAPPORT

1 Bakgrund och uppdrag

Sedan 1983 gäller Naturvårdsverkets beräkningsmodell för buller från motorsportbanor (SNV Meddelande 8/1983). Kopplat till beräkningsmodellen finns en källdatabas med uppmätta ljudemissionsnivåer från de vanligaste motorsportklasserna inom bil- och cykelsporter i Sverige. Naturvårdsverket har sedan beräkningsmodellen introducerats låtit uppdatera källdatabasen med nya ljudmätningar vid två tillfällen, 1991 (Folkrace, Rallycross, Roadracing, Motocross, Speedway och Karting) och 2007 (Motocross och Rallycross). Sedan dess har det tillkommit både nya klasser och nya fordon som i respektive reglemente underställts skarpare ljudkrav för att få tillåtelse att köra på Svenska motorsportbanor. Mot bakgrund av detta har SVEMO tagit ett eget initiativ för att mäta ljudemissionsnivåer från moderna motorcyklar i klasserna Enduro, Roadracing och Motocross.

Uppdraget, genom Mikael Norén på Svemo, har genomförts av ÅF Ljud och Vibrationer, Per Wikström och Caroline Åkerberg i Göteborg. I denna rapport redovisas mätresultatet från 4 st. mättillfällen i en form avpassad för beräkningsmodellens källdatabas.

2 Genomförda ljudmätningar

För att få samlat ett större antal av dagens typer av cyklar inom motorsportklasserna Enduro, Roadracing och Motocross bestämdes i samråd med SVEMO att man skulle utföra ljudemissionsmätningarna i samband med större tävlingar. Ljudmätningarna utfördes vid följande tävlingar:

1. **Enduro**, SM deltävling i Skövde. Kyrketorps motorbana och Försvarsmaktens Logistik- och Motorskola, 11–13 augusti 2017. Arrangör: FMCK Skövde.
2. **Roadracing**, SM på Falkenbergs motorbana 19–20 augusti 2017. Arrangör: Falkenbergs Motorklubb.
3. **Motocross I**, USM på Linköpings Motorstadion 16–17 september 2017. Arrangör: Linköpings Motorsällskap.
4. **Motocross II**, SM-final på Eliantorpsbanan Finspång 23 september 2017. Arrangör: Finspångs Motorsällskap.



Enduro SM i Skövde



Roadracing SM i Falkenberg



Motocross USM i Linköping



Motocross SM-final i Finspång

3 Mätningarnas genomförande

3.1 Mätmetod

För mätning och beräkning av maximal ljudeffektnivå för aktuella fordonsklasser användes den danska mätmetoden publicerad i "Miljøstyrelsen. Working Report No 47, 2003. Motor Racing Vehicles – Measurement Methods".

Metoden innebär följande: Man utför ljudemissionsmätningar under ett normalt tävlingsförhållande dvs. man mäter ljudtrycksnivåer vid sidan om en bandel (främst en längre raksträcka) under ett pågående tävlings- eller träningsheat. För att ta fram relevanta maxnivåer för enskilda fordonspassager registrerades maxnivåer L_{AFMAX} kontinuerligt under hela tävlingsheatet och vi noterade de 5 st. högsta ljudnivåerna som vi bedömde var orsakade av enskilda cykelpassager. Av dessa fem maxnivåer har vi beräknat det aritmetiska medelvärdet som sedan legat till grund för efterföljande beräkningar.

Med kännedom om uppgifter som minsta avstånd mellan fordon och mikrofon, markens beskaffenhet (asfalt, grus, jord, sand etc.) samt grundläggande akustiska samband bestämmer man de enskilda passerande fordonens ljudemission.

Bestämning av ljudemission från enskilda fordonspassager i form av en ljudeffektnivå enligt ekvation 1.

$$L_{WA} = L_{AFMAX} + 20 \log(a) + \Delta L_{gm} \quad (1)$$

Där

- L_{WA} är den immissionsriktiga A-vägda ljudeffektnivån i dB rel. 1 pW.
- L_{AFMAX} är den A-vägda maximala ljudtrycksnivån i dB rel. 20 μ Pa, läge FAST.
- a är det minsta avståndet mellan individuella fordon och mikrofonpositionen i meter.
- ΔL_{gm} är den s.k. markkorrektionen i dB som är definierad för olika markförhållanden.

Referensljudnivån beräknas enligt ekvation 2.

$$L_{pA,ref} = L_{AFMAX} + 20 \log(a) + \Delta L_{gm} - 10 \log(4\pi 10^2) \quad (2)$$



RAPPORT

Olika markkorrektioner:

Typ av bana	Jordbana	Grusbana	Asfaltbana	Asfaltbana
Marktyp under mikrofon	Mjuk	Mjuk	Mjuk	Hård
Markkorrektion i dB	10,7	12,8	9,4	6,7

3.2 Analysmetod - avvikelser

Då mätningarna har syftat till att mäta maximala ljudnivåer från enskilda fullgasaccelererande cyklar så kräver mätmetoden en noggrann analys av huruvida uppmätta maxnivåer bestäms av enstaka eller flera cyklar samtidigt. För varje tävlingsheat registrerades maximala ljudnivåer under hela loppet och därur har vi gallrat ut de maxnivåer som orsakades av enskilda cykelpassager. Vid några lopp, med >20 st. cyklar samtidigt på banan, har det varit särskilt svårt att skilja ut maxnivåer från enskilda cykelpassager ur övriga mätvärden. Mätvärden på enskilda cykelpassager noterades främst under senare skeden i loppet då startfältet var mer utspritt. I analysen har vi valt ut de 5 st. maxnivåer per heat där vi genom noteringar på plats och lyssning av inspelningar efteråt gjorde bedömningen om att det var relevanta passager som mättes. Dock kan man inte garantera att alla passager var "rena" från ljudbidrag från andra cyklar på avstånd. Eftersom vi mätte på ett stort antal passager så bedömes avvikelserna vara relativt små.

3.3 Mätobjekt och klasser

Vid respektive SM tävling mätte vi på följande klasser som ingick i tävlingen:

Enduro

Klasser: JSM1, SM2, VRM1, VRM2 och SM Dam

Motocross Ungdom

Klasser: 65U, 85R, 85U och MX2U

Motocross

Klasser: U17, MX1, MX2 och MX Girls

Roadracing

Klasser: A2, SST (Superstock 600), Moto3/GP125, Superbike, Rookie 600 och Rookie 1000

3.4 Mätinstrument

Vid samtliga mättillfällen användes följande instrument:

Instrument	Modell	Id.
Ljudnivåmätare	Norsonic 139	AL 258
"	"	AL 259
Akustisk Kalibrator	Brüel & Kjaer 4230	KU 095

Samtliga instrument som användes under mätningen är kalibrerade med spårbarhet till nationella och internationella referenser enligt vårt kvalitetssystem. Datum för senaste kalibrering finns i vår kalibreringslogg.



RAPPORT

4 Mätresultat, Roadracing – SM i Falkenberg

Ljudemissionsmätningar på Roadracingcyklar utfördes under SM på Falkenbergs motorbana 19 augusti 2017. Maximala ljudnivåer uppmättes i två mätpunkter; Mätpunkt A nära den södra raksträckan och Mätpunkt B nära startrakan. I figur 1 visas fotot från vald mätplats A och i figur 2 mätplatsernas geografiska placering inom Falkenbergs motorbana.



Figur 1. Mätplats A - SM i Roadracing i Falkenberg 2017



Figur 2. Mätplatser A och B vid Falkenbergs motorbana



RAPPORT

4.1 Klassförklaring

Klass A2 - Körkortsbekörigheten A2 ger rätt att köra motorcyklar vars nettoeffekt är högst 35 kilowatt och som har ett förhållande mellan nettoeffekt och tjänstevikt som inte överstiger 0,2 kilowatt/kg.

Klass SST (Superstock 600) - 600 cc- 750 cc, fyrtakt, 2 cylindrar. 500 cc- 675 cc, fyrtakt, 3 cylindrar. 400 cc- 600 cc, fyrtakt, 4 cylindrar.

Klass Moto3/GP125 - Tvåtaktare med maximalt 125 cc eller fyrtaktare med maximalt 250 cc.

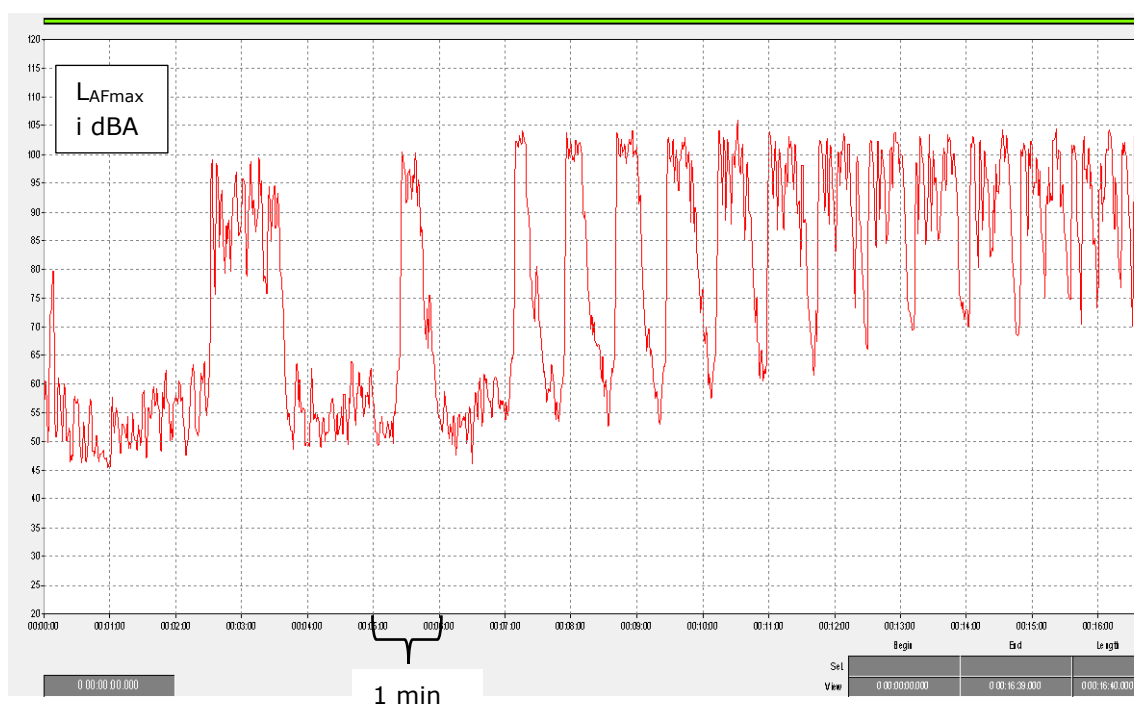
Klass Superbike - 601-1000 cc/4 cyl., 751-1200 cc/2 cyl., 751-1000 cc/3 cyl.

Klass Rookie 600 - Fyrtakt, 400-600 cc.

Klass Rookie 1000 - Fyrtakt, 751-1000 cc.

4.2 Resultat SM Roadracing

I figur 3 redovisas ett exempel på uppmätta maximala ljudnivåer under ett av loppen (Superbike) där värden på L_{AFmax} registrerades kontinuerligt varje sekund. Enligt analysmetoden valdes de 5 st. högsta värdena från enskilda passager ut och beräknades för respektive klass dess ljudeffektnivå (L_{WA}) och dess referensljudnivå ($L_{pA,ref.}$) enligt mätmetoden, se tabell 2.



Figur 3. Uppmätta maximala ljudnivåer, L_{AFmax} , i mätplats A från tävlingsheat med Superbike (1 registrering per sek.).



RAPPORT

Tabell 1. Beräknad ljudemissionsnivå för Roadracing, SM i Falkenberg, 2017

Klass	Minsta avstånd a [m]	Markkorrektions ΔL_{gm} [dB]	$L_{A,Fmax}$ dBA Fast	L_{WA} [dBA] rel. 1pW	$L_{pA,ref}$ [dBA] rel. 20 μ Pa
A2	10	9,4	93	123	92
SST	10	9,4	100	129	98
Moto3/GP125	10	9,4	100	129	98
Superbike	10	9,4	100	129	98
Rookie 600	10	9,4	100	129	98
Rookie 1000	10	9,4	96	125	94

I tabell 3 redovisas för varje klass dess frekvensspektrum i oktavband (63–8000 Hz) relativt totalnivån i dBA. Värdena är färgmarkerade där rött indikerar varje klass dominerande oktavbandsfrekvenser.

Tabell 2. Frekvensspektrum, SM i Roadracing, Falkenberg 2017

	Frekvensspektrum					
	A2	SST	Moto3	SuperB	Rookie600	Rookie1000
63 Hz	-25	-55	-55	-49	-51	-45
125 Hz	-14	-42	-34	-32	-41	-32
250 Hz	-17	-27	-21	-10	-24	-8
500 Hz	-11	-5	-11	-7	-15	-8
1 kHz	-17	-8	-7	-6	-8	-10
2 kHz	-9	-8	-8	-9	-11	-11
4 kHz	-16	-15	-12	-16	-18	-18
8 kHz	-22	-21	-19	-25	-25	-21



5 Mätresultat - Enduro SM i Skövde

Ljudemissionsmätningarna under pågående Enduro SM i Skövde 15–16 augusti 2017 gjordes vid två olika stationer/etapper av tävlingen, dels vid bana för **Enduro Test**, dels vid bana för specialprov eller **Gräsprov**. I figur 4 visas mätplatsen nära en raksträcka av banan för Enduro Testet.



Figur 4. Mätplats för Enduro Test, SM i Skövde

5.1 Klassförklaring

I tävlingsprogrammet framgick startande inom följande tävlingsklasser

Klass JSM1 –Enduro 1 (E1)

Klass JSM2 – Enduro 2 eller 3 (E2 eller E3)

Klass SM1 – E1

Klass SM2 – E2

Klass SM3 – E3

Klass VRM1 – E1, E2 eller E3

Klass VRM2 – E1, E2 eller E3

Klass SM Dam – E1, E2 eller E3

Där

E1: Gäller cyklar från 100 cc till 144 cc (2-takt) och från 175 cc till 250 cc (4-takt).

E2: Gäller cyklar från 175 cc till 250 cc (2-takt) och från 290 cc till 450 cc (4-takt).

E3: Gäller cyklar från 290 cc till 500 cc (2-takt) och från 475 cc till 650 cc (4-takt).



RAPPORT

5.2 Resultat Enduro Test

Ljudmätningarna under Enduro Testet gjordes 10 m från en raksträcka av banan, se figur 4, där cyklarna gasade på efter en kurva. Cyklarna startade i intervaller om c:a 15 sek så varje uppmätt maxnivå bestämdes av enskilda cykelpassager. Varje cykels startnummer noterades och dess respektive klass hämtades sedan ur tävlingsprogrammet. För varje klass valdes ut de 5 st. högsta maxnivåerna som därefter medelvärdesbildades. I tabell 4 redovisas uppmätta och beräknade ljudemissionsnivåer enligt mätmetoden.

Tabell 3. Uppmätta och beräknade ljudemissionsnivåer för cyklar under Enduro Test per klass

Klass	Minsta avstånd a [m]	Markkorrektion ΔL_{gm} [dB]	$L_{A,Fmax}$ dBA Fast	L_{WA} [dBA] rel. 1pW	$L_{pA,ref}$ [dBA] rel. 20 μ Pa
JSM1	10	10,7	97	127	96
SM1	10	10,7	92	123	92
SM2	10	10,7	93	124	93
VRM1	10	10,7	96	127	96
VRM2	10	10,7	96	126	95
SM Dam	10	10,7	93	123	92

I tabell 5 redovisas för varje klass dess frekvensspektrum i oktavband (63–8000 Hz) relativt totalnivån i dBA. Värdena är färgmarkerade där rött indikerar för varje klass dominerande oktavbandsfrekvenser.

Tabell 4. Frekvensspektrum för Enduro Test, SM i Skövde 2017

	Frekvensspektrum					
	JSM1	SM1	SM2	VRM1	VRM2	SMDAM
63 Hz	-40	-31	-32	-34	-34	-46
125 Hz	-18	-14	-15	-16	-16	-18
250 Hz	-9	-6	-8	-6	-6	-9
500 Hz	-7	-10	-11	-11	-12	-11
1 kHz	-10	-11	-8	-10	-9	-11
2 kHz	-9	-9	-8	-10	-9	-10
4 kHz	-14	-16	-14	-16	-15	-13
8 kHz	-22	-27	-24	-25	-25	-20

5.3 Resultat Enduro Gräsprov

Ljudemissionsmätningar utfördes också vid tävlingens specialprov eller gräsprov. Här noterades körning med mindre gaspådrag och provet är väl mer av karaktären manöverprov än fullgasprov. Vid mätningen rådde viss osäkerhet om vilka klasser som ingick i mätningarna. I tabell 6 redovisas mätresultatet från gräsprovet där man med säkerhet kunde notera minst 5 st. passager inom klassen SM/JSM.

RAPPORT



Tabell 5. Uppmätta och beräknade ljudemissionsnivåer för cyklar under gräsprov per klass

Klass	Minsta avstånd a [m]	Markkorrektions ΔL_{gm} [dB]	$L_{A,Fmax}$ medel [dBA]	L_{WA} [dBA] rel. 1pW	$L_{pA,ref}$ [dBA] rel. 20μPa
SM/JSM(?)	10	10,7	86	117	86
VRM (?)	10	10,7	82	113	82
SM/JSM	10	10,7	86	117	86

Anm. Vad man kan notera så skiljer sig ljudemissionsnivån betydligt mellan de olika prov som Enduro cyklar normalt gör i samband med tävlingar. Mätresultatet visar att uppmätta maxnivåer från fullgasaccelererande endurocyklar ligger c:a 10 dB högre än motsvarande cyklar som utför manöverprov. Detta bör man ha i minnet då man gör beräkningar från olika delar av en Endurobana.



RAPPORT

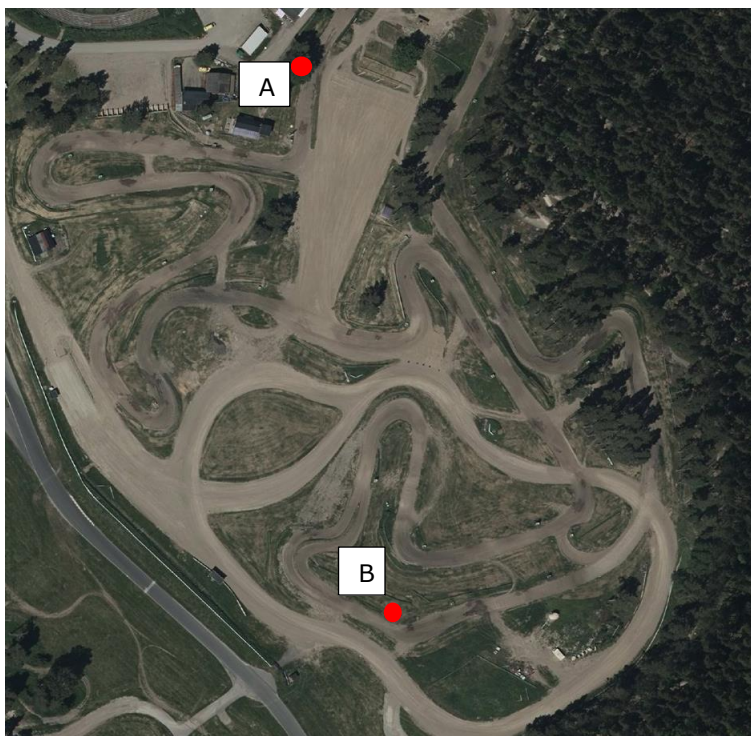
6 Mätresultat - Motocross, USM i Linköping

Ljudemissionsmätningarna under pågående USM, Motocross i Linköping 16–17 september 2017 (Sviestad) gjordes vid två olika mätplatser: en obevakad mätplats nära startrakan (mätplats A) och en bevakad mätplats i den södra delen av banan (mätplats B) nära en raksträcka före ett större hopp, se figur 5.



Figur 5. Mätplats B innan hopp vid USM Motocross Sviestad, Linköping 16 september 2017

I figur 6 redovisas mätplatsernas position geografiskt.



Figur 6. Mätplatser vid Linköpings motocrossbana (Sviestad) under USM Motocross 16 september 2017



RAPPORT

6.1 Klassförklaringar

Vid tävlingen kördes följande klasser med förklaringar:

Klass 65U - Över 50cc - maximalt 65cc. (2 takt)

Klass 85U Rookie - Från 66 till 85cc (2-takt) eller från 100 till 150cc (4-takt)

Klass 85U - Dito

Klass MX2U - Från 100 till 144cc (2-takt) eller från 175 till 250cc (4-takt)

6.2 Resultat Motocross USM

I tabell 7 redovisas uppmätta och beräknade ljudemissionsnivåer vid passage av cyklar förbi mätplats B innan hopp, se figur 6 och 7.

Tabell 5. Uppmätta och beräknade ljudemissionsnivåer vid USM i Motocross, Linköping 16 september 2017

Klass	Minsta avstånd a [m]	Markkorrektion ΔL_{gm} [dB]	$L_{A,Fmax}$ dBA	L_{WA} [dBA] rel. 1pW	$L_{pA,ref}$ [dBA] rel. 20μPa
USM 65U	10	10,7	94	124	93
USM 85 Rookie	10	10,7	97	127	96
USM 85U	10	10,7	94	125	94
USM MX2U A	10	10,7	95	125	94
USM MX2U B	10	10,7	95	126	95

I tabell 8 redovisas för varje klass dess frekvensspektrum i oktavband (63–8000 Hz) relativt totalnivån i dBA. Värdena är färgmarkerade där rött indikerar för varje klass dominerande oktavbandsfrekvenser.

Tabell 6. Frekvensspektrum för USM i Motocross, Linköping 2017

	Frekvensspektrum					
	65U	85 R	85U 2takt	85U 4takt	MX2U 2takt	MX2U 4takt
63 Hz	-65	-60	-56	-55	-22	-15
125 Hz	-27	-27	-26	-25	-8	-4
250 Hz	-15	-12	-12	-12	-3	-1
500 Hz	-9	-6	-7	-8	-5	-6
1 kHz	-12	-11	-10	-11	-11	-11
2 kHz	-8	-9	-7	-7	-9	-9
4 kHz	-9	-9	-11	-11	-11	-13
8 kHz	-14	-14	-14	-16	-14	-16



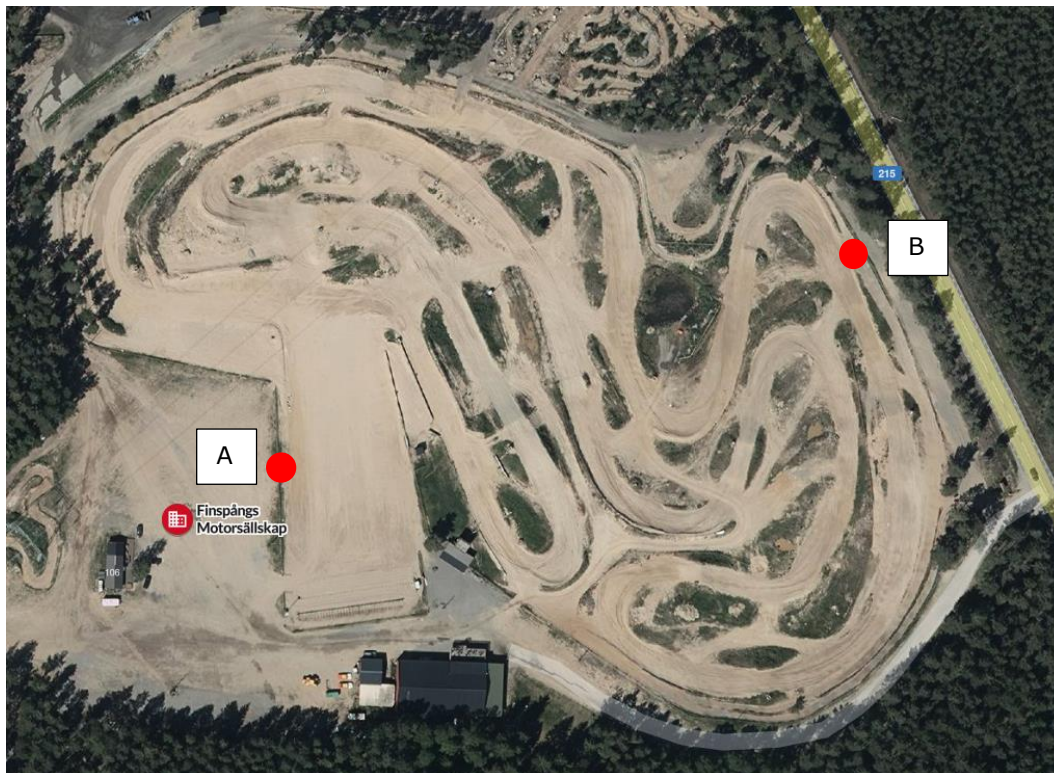
RAPPORT

7 Mätresultat - Motocross, SM i Finspång

Ljudemissionsmätningarna under pågående SM, Motocross i Finspång 23 september 2017 (Elianstorpsbanan) gjordes vid två olika mätplatser: en mätplats invid starttrakan (mätpunkt A) och en mätplats i den östra delen av banan nära en raksträcka (mätpunkt B), se figur 8. I figur 9 redovisas mätplatsernas positioner geografiskt.



Figur 7. Mätplats B - Motocross SM Finspång



Figur 8 Mätplatser vid Motocross SM i Finspång 23 september 2017



RAPPORT

7.1 Klassförklaring

Vid tävlingen kördes följande klasser med förklaringar:

Klass U17 - 125cc, 2-takt

Klass MX1 – Från 250cc, 2-takt till 450cc, 4-takt

Klass MX2 – Från 125cc, 2-takt till 250cc, 4-takt

Klass MX Girls - Från 125cc, 2-takt till 250cc, 4-takt.

7.2 Resultat Motocross SM

I tabell 9 redovisas uppmätta och beräknade ljudemissionsnivåer vid passage av cyklar förbi mätplats B, se figur 8 och 9. Vad det gäller klassen MX Girls innehöll startfältet både 2-takt och 4-takt cyklar medan U17 klassen innehöll bara 2-taktcyklar och klasserna MX1/MX2 bara 4-taktcyklar. Skillnaden i ljudemission mellan 2-takt och 4-takt cyklar ligger främst i uppmätta frekvensspektrum där 4-takt cyklarna vanligtvis är mer lågfrekventa.

Tabell 9. Uppmätta och beräknade ljudemissionsnivåer vid SM i Motocross, Finspång 23 september 2017

Klass	Minsta avstånd a [m]	Markkorr. ΔL_{gm} [dB]	$L_{A,Fmax}$ [dBA] 2-takt/4-takt	LWA [dBA] 2-takt	$L_{pA,ref}$ [dBA] 2-takt	LWA [dBA] 4-takt	$L_{pA,ref}$ [dBA] 4-takt
MX Girls	11,6	10,7	96/98	128	97	130	98
U17	11,6	10,7	99/-	131	100		
MX2	11,6	10,7	-/99			131	100
MX1	11,6	10,7	-/99			131	100

Anm. Noterbart är de högre uppmätta maxnivåerna för klass U17 (125cc, 2-takt) jämfört med motsvarande 125 cc cyklar inom klassen MX Girls. I analysen har vi ändå tagit bort ett extremvärde ($L_{A,Fmax} = 104$ dB) för en U17 passage innan medelvärdesbildningen gjordes. Orsaken till denna skillnad har vi inte kunnat förklara annat än att antalet deltagande U17 2-takt cyklar var fler än motsvarande MX Girls cyklar (där klassen även innehöll ett antal 4-taktare) och att U17 i snitt hade c:a 10 sek. snabbare varvtider (=mer gaspådrag - högre ljudemission).

I tabell 10 redovisas för varje klass dess frekvensspektrum i oktavband (63–8000 Hz) relativt totalnivån i dBA. Värdena är färgmarkerade där rött indikerar för varje klass dominerande oktavbandsfrekvenser.



Tabell 10. Frekvensspektrum för SM i Motocross, Finspång 2017

	Frekvensspektrum				
	MX G 2takt	MX G 4takt	U17 2takt	MX2 4takt	MX1 4takt
63 Hz	-41	-35	-66	-35	-32
125 Hz	-26	-19	-30	-18	-16
250 Hz	-14	-6	-17	-8	-12
500 Hz	-13	-12	-12	-10	-12
1 kHz	-9	-13	-9	-12	-11
2 kHz	-8	-8	-8	-8	-7
4 kHz	-10	-14	-9	-12	-11
8 kHz	-16	-23	-14	-20	-19

8 Uppskattad sammanlagringskorrektion

I Naturvårdsverkets beräkningsmodell för buller från motorsportbanor finns angivet för varje motorsport en korrektionsterm som skall adderas till ljudemissionen från enskilda fordon vid körning med flera fordon samtidigt på banan, dvs. en sammanlagringskorrektion. I grundmodellen från 1983 har man i en tabell uppskattat korrektioner för denna sammanlagringseffekt i dB som funktion av antal startande och momenten "Start" och "Körning", se nedanstående tabell.

Tabell 3

Motorsport	Antal startande	Moment	
		Körning	Start
Karting	1 - 5	0	0
	6 - 20	+ 4	+ 7
Motocross	2 - 10	0	+ 3
	11 - 30	+ 3	+ 7
Speedway	4	+ 3	+ 3
Rallycross	2 - 3	0	+ 2
	4 - 6	+ 2	+ 4
Folkrace	2 - 3	0	+ 4
	4 - 6	+ 4	+ 9

Vad man noterar i redovisningen är att angivna värden är grova uppskattningar och att man behöver verifiera dessa med mätdata. Mot bakgrund av detta har vi ur aktuella ljudemissionsmätningar försökt få en mätteknisk uppskattning av typiska sammanlagringskorrektioner för Roadracing och Motocross. Observera att de nedan redovisade uppskattade sammanlagringskorrektionerna är behäftade med stora osäkerheter, se kommentarerna i avsnitt 8.4.



RAPPORT

8.1 Sammanlagringskorrektion – Motocross USM Linköping

Sammanlagringskorrektionen har uppskattats från uppmätta maxnivåer i mätpunkt A belägen c:a 35 m från närmaste cykel på startrakan, se figur 7. Mätningarna utfördes med följande antal cyklar per klass:

Klass 65U: 16 st. cyklar

Klass 85 Rookie: 20 st. cyklar

Klass 85U: 25 st. cyklar

Klass MX2U grp. A: 23 st. cyklar

Klass MX2U grp. B: 21 st. cyklar

Vid mätplatsen uppmättes maxnivån från respektive start (avstånd 35 m) och sedan har noterades uppmätta maxnivåer för de 5 första varven som passerade på närmaste bandel väster om startrakan (avstånd 10 m). Dessa maxnivåer har medelvärdesbildats för att motsvara momentet "körning". I tabell 11 redovisas uppmätta och beräknade ljudeffektnivåer dels från starten dels från övrig körning. I tabellen redovisas motsvarande ljudeffektnivå beräknad från mätpunkt B på enskilda fordon, se tabell 7, och ett medelvärde för resp. korrektion för alla USM klasser.

Tabell 11. Uppmätta och beräknade ljudeffektnivåer från samlat startfält på startrakan samt på mer utspritt startfält på närmaste bandel. USM i Motocross, Linköping 16 september 2017.

Klass	L_{WA} [dBA] START	L_{WA} [dBA] KÖRNING	L_{WA} [dBA] Enskilt fordon	Korrektion dB START	Korrektion dB KÖRNING
65U	127	124	124	3	0
85 Rookie	131	127	127	4	0
85U	134	131	125	9	6
MX2U (A)	136	133	125	11	8
MX2U (B)	135	133	126	9	7
Antal cyklar: 15–25 st.			MV	+7	+4

8.2 Sammanlagringskorrektion – Motocross SM Finspång

Sammanlagringskorrektionen har uppskattats från uppmätta maxnivåer i mätpunkt A belägen c:a 17 m från närmaste cykel på startrakan, se figur 9. Mätningarna utfördes med följande antal cyklar per klass:

Klass MX-Girls: 21 st. cyklar

Klass U17: 29 st. cyklar

Klass MX2: 39 st. cyklar

Klass MX1: 40 st. cyklar



RAPPORT

Vid mätplatsen uppmättes maxnivån från respektive start (avstånd c:a 17 m från närmaste cykel) och sedan noterades uppmätta maxnivåer för de 5 första varven som passerade på närmaste bandel vid mätpunkt B, se figur 9. Dessa maxnivåer har vi medelvärdesbildat för att motsvara momentet "körning". I tabell 12 redovisas uppmätta och beräknade ljudeffektnivåer dels från starten dels från övrig körning. I tabellen redovisas motsvarande ljudeffektnivå beräknad från mätpunkt B på enskilda fordon, se tabell 9, och ett medelvärde för resp. korrektion för alla SM klasser.

Tabell 12. Uppmätta och beräknade ljudeffektnivåer från samlat startfält på startrakan samt på mer utspritt startfält på närmaste bandel. SM i Motocross, Finspång 23 september 2017.

Klass	L_{WA} [dBA] START	L_{WA} [dBA] KÖRNING	L_{WA} [dBA] Enskilt fordon	Korrektion dB START	Korrektion dB KÖRNING
MX-Girls	137	132	129	8	5
U17	140	135	131	9	5
MX2	143	134	131	12	9
MX1	140	136	131	9	4
Antal cyklar: 21–40 st.			MV	+9	+6

8.3 Sammanlagringskorrektion – Roadracing SM Falkenberg

Sammanlagringskorrektionen har uppskattats från uppmätta maxnivåer i mätpunkt B belägen c:a 30 m från närmaste cykel på startrakan, se figur 2. Mätningarna utfördes med följande antal cyklar per klass:

Klass A2: c:a 15 st. cyklar

Klass SST: c:a 20 st. cyklar

Klass Moto3/125 GP: 12 st. cyklar

Klass Superbike: 31 st. cyklar

Klass Rookie 600: 18 st. cyklar

Klass Rookie 1000: 23 st. cyklar

Vid mätplatsen uppmättes maxnivån från respektive start (avstånd 30 m) och sedan noterades uppmätta maxnivåer för de 5 första varven som passerade på närmaste bandel vid mätpunkt A (avstånd 10 m). Dessa maxnivåer har medelvärdesbildats för att motsvara momentet "körning". I tabell 13 redovisas uppmätta och beräknade ljudeffektnivåer dels från starten dels från övrig körning. I tabellen redovisas motsvarande ljudeffektnivå beräknad från mätpunkt A på enskilda fordon, se tabell 2, och ett medelvärde för resp. korrektion för alla Roadracing klasser.



RAPPORT

Tabell 13. Uppmätta och beräknade ljudeffektnivåer från samlat startfält på startrakan samt på mer utspritt startfält på närmaste bandel. SM i Roadracing, Falkenberg 19 augusti 2017.

Klass	L _{WA} [dBA] START	L _{WA} [dBA] KÖRNING	L _{WA} [dBA] Enskilt fordon	Korrektion dB START	Korrektion dB KÖRNING
A2	132	129	123	9	6
SST	139	137	129	10	8
Moto3/125GP	137	137	129	8	8
Superbike	142	141	129	13	12
Rookie 600	137	136	129	8	7
Rookie 1000	140	137	124	16	13
Antal cyklar: 12–31 st.			MV	+11	+9

8.4 Kommentarer

Nedan ges ett antal kommentarer gällande sammanlagringskorrektionerna och de osäkerheter som dessa är behäftade med.

- Som nämns ovan så introducerades begreppet sammanlagringskorrektion i NV:s grundmodell från 1983 och att angivna värden grundades på grova teoretiska uppskattningar. Dessutom kan tilläggas att momenten "START" och "KÖRNING" togs fram för att definiera maxnivåskillnader i körfall under ett tävlingsheat speciellt kopplat till de motorsportklasser som ursprungligen fanns i grundmodellen: Motocross, Rallycross, Folktrace, Speedway och Karting. I dessa klasser finns dessa moment klart och tydligt definierade med fordonen uppställda i början av en startsträcka för gemensam start och sedan resterande körning på övriga delar av banan som i vissa fall inte innefattar startsträckan.
- I grundmodellen från 1983 fanns inte data för klassen Roadracing utan de kom in genom emissionsmätningar utförda 1991 på uppdrag av Naturvårdsverket. Mätningarna resulterade i uppmätta ljudemissionsvärden (=referensljudnivåer) för ett antal klasser men inga mätningar eller beräkningar gjordes för att bestämma sammanlagringskorrektioner för Roadracing sporten.
- Vad det gäller att bestämma referensljudnivåer från motorsportfordon finns det idag definierade mätmetoder. Vad det gäller bestämning av sammanlagringskorrektioner finns det än så länge inga mätmetoder att följa. Utifrån de nu genomförda mätningarna, vars huvudsakliga syfte var att bestämma ljudemissionen för klasserna motocross, enduro och roadracing, har vi dock försökt uppskatta sammanlagringskorrektionerna genom analys av de genomförda kontinuerliga mätningarna under pågående tävlingar.
- Eftersom huvudsyftet med mätningarna var att ta fram ljudemissionsnivåer var mätupplägget anpassat för det och inte i första hand för att ta fram sammanlagringskorrektioner. Det innebär att osäkerheterna är stora gällande sammanlagringskorrektionerna.
- Vad vi kunde notera i Falkenberg var att starten genomgående var lagd mitt på startrakan strax före en första S-kurva. Vår uppfattning var att man därigenom inte kunde köra optimal fullgas i starten likvärdigt med t.ex.



- startrakan för motocross. För att man skulle få ett mer relevant "START" moment mätte vi i stället maxnivån under första varvet då heatet kom ut ur den västra kurvan innan startrakan (mät punkt B) då vi bedömde att heatet fortfarande var relativt samlat (motsvarande starttillfället). För momentet "KÖRNING" noterades maxnivån för de 5 nästkommande varven i samma mät punkt vilka vi medelvärdesbildade till ett slutligt värde för detta moment.
- Vid mätningen på road racing i Falkenberg kunde vi inte heller, på grund av säkerhetsskäl, mäta breddvid banan i linje med startlinjen utan vi fick välja punkten B istället.
 - Då ovan redovisade värden är de först framtagna sammanlagringskorrektionerna för road racing, och att de dessutom bara utgår från mätning vid en större tävling på en enstaka bana, gör att de är statistiskt osäkra och bör verifieras med fler ljudmätningar på andra banor både under tävling och träning.
 - Huvudsyftet med vårt uppdrag för SVEMO var att uppdatera och komplettera emissionsdata för angivna motorklasser. Efterföljande analys för att ta fram sammanlagringskorrektioner får dock anses vara en första ansats till att kunna bestämma dessa genom relevanta mätningar. Saker som kan ifrågasättas är om momentet "START" skall vara med vad det gäller road racing och om momentet "KÖRNING" skall gälla fler varv än 5 st och innefatta ett ännu mer utspritt startfält.

Sammanfattningsvis så finns det flera faktorer som gör att redovisade sammanlagringskorrektioner är osäkra och bör användas med försiktighet, främst för road racing men även för motocross. Mer kunskap i ämnet behövs för att kunna dra säkrare slutsatser.

9 Kommentarer och diskussion

Ur redovisat mätresultat kan vi konstatera följande:

- Uppmätta ljudeffektnivåer på Motocrosscyklar ligger i stort sett på samma värden som tidigare ljudemissionsmätningar från 1991 och 2007.
- För de direkt jämförbara klasserna i Road racing, (Superbike), noteras ca 3-4 dB lägre nivåer jämfört med 1991, vilket är en betydande sänkning.
- Uppmätta ljudeffektnivåer för Enduro cyklar varierar stort med de test- och provstationer som normalt ingår i större Endurotävlingar. Mätningarna visar på c:a 10 dB högre ljudeffektnivå på bandelar där Endurocyklarna kör fullt gaspådrag (t.ex. Enduro Test) jämfört med bandelar där man kör mer manöverprov (t.ex. specialprov/gräsprov).
- Som nämnts ovan noterades att ljudemissionsnivån skiljer sig betydligt mellan de olika enduroproven. Detta bör man ta hänsyn till vid beräkningar från olika delar av en endurobana. Man bör även ha detta i beaktande vid planering av nya banor eller planering av en större endurotävling. Med detta menas att de delsträckor där det mest bullrande proven utförs bör förläggas på så bullerskyddad plats som möjligt (exempelvis bakom en vall och långt från bebyggelse). Alla typer av enduroprov har inte mätts upp och kan ej redogöras för i dagsläget, det finns inte heller äldre data att jämföra med. Generellt bör "fartprov" anläggas med god planering medan "Teknikprov" är mindre känsliga för placering.



RAPPORT

- De redovisade uppskattade värdena på sammanlagringskorrektioner är behäftade med stora osäkerheter och bör användas med försiktighet. Mer kunskap i ämnet behövs för att kunna dra säkrare slutsatser.
- Uppmätta ljudemissionsnivåer för klasserna inom ungdomsmotocrosscyklar ligger c:a 3–5 dB lägre än de mer motorstarka cyklarna som kör stora SM. Förutom att de större motorerna ger högre ljudemission så är vår bedömning den att också förarnas erfarenhet och skicklighet påverkar ljudemissionen. Duktigare förare kan kontrollera cyklarna bättre och kan köra med högre gaspådrag på banan vilket i sig ger högre ljudemission.
- Motocross: Mindre cyklar ger som sagt generellt lägre ljudemissionsnivåer. Detta gäller förmodligen även mindre motorcyklar i övriga grenar även om dessa ej undersöks här.

Sammanfattningsvis bör påpekas att samtliga mätningarna är genomförda på SM tävlingar där Sveriges elit inom respektive tävlingsklass deltar. Det kan därför antas att uppmätta värden är ett "Worst-case-scenario" som bara uppstår vid tävlingar. Högst troligt är att ljudemissionen från normala träningstillfällen är lägre än redovisade värden i denna rapport. Ett träningstillfälle kan ofta fokusera på ex. teknik vilket ger mindre gaspåslag, samt att färre motorcyklar vistas på banorna samtidigt under träning jämfört med större tävlingar.

För Motocross och Roadracing försvinner också sammanlagringen vid start såvida inte just startträning utövas. Utöver detta är inte heller hela Sveriges Motocross/Enduro/Roadracing elit samlad vid normal träning.