



Beräkningsmodell för motorsport

Ny källdatakatalog - Ljudmätningar på Rallycross och Motocross 2007

Projekt: 12-02624
Rapport 12-02624-r-A
Antal sidor: 23
Bilagor: A01-A06

Uppdragsansvarig Per Wikström
Göteborg 2007-12-19

Beräkningsmodell för motorsport

Ny källdatakatalog - Ljudmätningar på Rallycross och Motocross 2007

Uppdragsgivare: Naturvårdsverket
Ebbe Adolfsson
Hållbar samhällsutveckling

106 48 Stockholm

Tel: 08-698 13 49

Uppdrag: Att genom ljudmätningar vid tävlingar för Rally- och Motocross ta fram nya ljudemissionsdata till gällande beräkningsmodell.

Sammanfattning: Ljudmätningar enligt den danska mätmetoden "Motor Racing Vehicles – Measurement Methods" (Danish Environmental Protection Agency) har genomförts vid två st. motorbanor (Förlandabanan i Fjärås och Tibro Motorstadion) under tävlingar med Rallycross- respektive Motocrossfordon. Syftet med mätningarna har varit att ta fram uppdaterade källnivåer för Naturvårdsverkets beräkningsmodell för buller från motorsportbanor (SNV meddelande 8/1983). Mätresultatet ger uppdaterade värden på referensljudnivåer, typspektrum och korrektion för sammanlagringseffekter för Rallycross, klass 6: Juniorer (1400-2150 cc), klass 4: Super Nationell (tom 2150 cc), klass 2: Super Nationell (tom 2400 cc) och klass 1: Super Nationell. Motsvarande för Motocross redovisas för klass 450 cc (4-takt).

Handläggare:

Per Wikström

Kvalitetskontroll:

Martin Almgren

Innehåll

1. Bakgrund	3
2. Uppdrag och omfattning.....	4
3. Mätmetod.....	5
4. Mätningar.....	6
4.1. Rallycross – Förlandabanan, Fjärås Motorklubb.....	6
4.1.1. Tävlings- och mättillfälle	6
4.1.2. Motorbanan och mätpunkter	6
4.1.3. Mätinstrument	9
4.1.4. Fordon	9
4.2. Motocross – Tibro Motorstadion	11
4.2.1. Tävlings- och mättillfälle	11
4.2.2. Motorbanan och mätpunkt.....	11
4.2.3. Mätinstrument	12
4.2.4. Tävlingens genomförande och maskinklasser.....	13
5. Mätresultat.....	13
5.1. Allmänt om resultatredovisningen.....	13
5.2. Rallycross - Förlandabanan.....	13
5.2.1. Omfattning	13
5.2.2. Uppmätta ljudtrycksnivåer vid träning och kvalomgångar.....	14
5.2.3. Förslag på ny korrektion för sammanlagringseffekt	16
5.2.4. Referensljudnivåer, ljudeffektnivåer och ljudspektrum.....	17
5.3. Motocross – Tibro motorstadion	19
5.3.1. Omfattning	19
5.3.2. Uppmätta ljudtrycksnivåer vid träning och tävlingsheat	19
5.3.3. Förslag på ny korrektion för sammanlagringseffekt	22
5.3.4. Referensljudnivåer, ljudeffektnivåer och ljudspektrum.....	23

1. Bakgrund

Sedan 1984 finns en modell för beräkning av buller från motorsportbanor (SNV Meddelande 8/1983). Modellen framtoogs på uppdrag av Statens Naturvårdsverk och syftet var att kunna förutsäga ljudnivåer och utreda behov av skyddsåtgärder i samband med lokalisering av nya eller förändringar på befintliga motorsportbanor.

Beräkningsmodellen räknar ut högsta momentana ljudnivåer från olika fordonsklasser inom ett antal motorsporter för att kunna jämföras med Naturvårdsverkets riktlinjer för buller från motorsportbanor (SNV 1975:6). Den ursprungligen modellen innefattade totalt 4 st. motorsporter: Karting, Motocross,

Speedway och Rallycross. Något senare introducerades även Folktrace i modellen (ca 1985). För resp. motorsport finns redovisat källdata i form av högsta momentana ljudnivåer uppmätta på nära avstånd (10 m) från fullgasaccelerande enstaka fordon. Alla källdata är sammanställda i en tabell med maxnivåer från ett antal olika fordonsklasser.

I samband med modellens utarbetande utfördes denna typ av ljudemissionsmätningar på då aktuella fordon dvs. modell 1981-1982. Därefter har källdatakatalogen uppdaterats successivt och den senaste uppdateringen gjordes 1991 vilket innefattade nya fordon och fordonsklasser inom Motocross, Speedway, Karting, Folktrace, Rallycross samt Roadracing. Sedan 1991 har mycket hänt inom motorsportområdet både vad det gäller nya fordon och klasser samt förändringar på regelsidan bl. a skärpta ljudkrav på tävlande fordon. Det är förändringar som ännu inte har följts upp inom ramen för ovanstående beräkningsmodell.

Sedan december 2004 gäller för buller från bl. a motorsportbanor Naturvårdsverkets allmänna råd NFS 2004:16 som ersatte tidigare råd- och riktlinjer i SNV:s publikation 1975:6. I anslutning till introduktionen av de nya allmänna råden diskuterades bl. a behovet av en uppdatering och en modernisering av beräkningsmodellen för motorsport och då kanske inom ramen för den nya nordiska utbredningsmodellen för utomhusbuller (Nord2000). Nord2000 är en allmängiltig utbredningsmodell (publicerad 2002) som skall gälla för ljudutbredning från alla typer av samhällsbullerkällor såsom trafik (väg-, tåg-, flyg-, fartygs-), industri, skjutbanor, idrottsanläggningar m.m. Meningen är att man även skall kunna involvera motorsport i denna utbredningsmodell.

En ny beräkningsmodell kräver också en ny uppdaterad källdatakatalog vilket innebär att nya ljudemissionsmätningar måste utföras. I denna rapport redovisas resultatet från en första mätomgång innefattande ljudemissionsmätningar på två olika motorsporter, rallycross och motocross.

2. Uppdrag och omfattning

På uppdrag av Naturvårdsverket, genom Ebbe Adolfsson, har ÅF-Ingemansson genomfört ljudmätningar för att ta fram nya källdata för fordon inom motorsporterna Rallycross och Motocross. Mätningarna genomfördes under tävlingsförhållanden för båda motorsporterna. I samråd med ansvariga inom Svenska Bilsportförbundet och Svenska Motorcykel- och snöskoterförbundet fick vi tillåtelse att utföra ljudmätningar vid följande tävlingar:

1. **Rallycross.** Götalandscupen på Förlundabanan i Fjärås den 30 september 2007.
2. **Motocross.** Lag SM kval på Tibro Motorstadion den 7 oktober 2007.

Ljudmätningarna utfördes inne på banområdet på nära avstånd till respektive bansträcknings startraka.

Syftet med mätningarna är en uppdatering av de referensljudnivåer¹ för respektive motorsport som är angiven i gällande beräkningsmodell.

3. Mätmetod

I den ursprungliga beräkningsmodellen hänvisar man till den internationella mätstandarden SS-ISO 362 ("Mätning av buller från accelererande vägfordon – Teknisk metod") för att genomföra ljudemissionsmätningar på motorsportfordon. Erfarenheter från mer omfattande mätningar med denna metod visar dock att den är både tidskrävande och opraktisk att använda i detta sammanhang.

I samband med den senaste uppdateringen av källdatakatalogen (1991) introducerades en alternativ mätmetod. Mätmetoden är framtagen i Danmark och den senaste versionen finns bl. a publicerad i "Miljøstyrelsen. Working Report No 47, 2003. Motor Racing Vehicles – Measurement Methods". Metoden innebär att man utför ljudemissionsmätningar under ett normalt tävlingsförhållande dvs. man mäter ljudtrycksnivåer vid sidan om en bandel (främst en längre raksträcka) under ett pågående tävlingsheat. Med kännedom om uppgifter som minsta avstånd mellan fordon och mikrofon, markens beskaffenhet (asfalt, grus, jord, sand etc.) samt grundläggande akustiska samband kan man bestämma de enskilda passerande fordonens ljudemission.

I föreslagna mätmetod, baserad på mätning av maximala ljudtrycksnivåer, anger man en grundekvation för att bestämma ljudemissionen från enskilda fordonspassager i form av en ljudeffektnivå enligt följande:

$$L_{WA} = L_{pA, \max F} + 20 \log a + \Delta L_{gm}, \text{ där}$$

- L_{WA} är den immissionsriktiga A-vägda ljudeffektnivån i dB rel. 1 pW
- $L_{pA, \max F}$ är den A-vägda maximala ljudtrycksnivåer i dB rel. 20µPa, läge FAST
- a är det minsta avståndet mellan individuella fordon och mikrofonpositionen i m
- ΔL_{gm} är den s.k. markkorrektionen i dB som finns definierad för olika markförhållanden inom och runt om banområdet i tabell 1.

¹ Uppmätt högsta momentana ljudnivån i dBA FAST för ett fordon på avståndet 10 m utan inverkan av ljudreflexen från marken (= ljudnivå i fri rymd)

Tabell 1. Markkorrektions för olika markförhållanden inom och utanför banområdet

Markkorrektions i dB	Jordbana	Grusbana	Asfaltbana	
Marktyp under mikrofon	Mjuk	Mjuk	Mjuk	Hård
ΔL_{gm}	10.7	12.8	9.4	6.7

Värdena i tabell 1 grundar sig på att mätavståndet **a** ligger mellan 4-10 m och att mikrofonens höjd över mark är ca 1.5-1.8 m. I mätmetoden rekommenderar man ljudmätningar som registrerar mer än 4 st. fordonspassager för att erhålla mätvärden med godtagbar statistisk mätosäkerhet.

De värden som skall in i den gällande beräkningsmodellen är den s.k. referensljudnivån ($L_{pA,ref}$) som definieras ovan (under rubrik 2) och som beräknas utgående från uppmätta maximala ljudtrycksnivåer enligt följande:

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

4. Mätningar

4.1. Rallycross – Förlandabanan, Fjärås Motorklubb

4.1.1. Tävlings- och mättillfälle

Ljudmätningarna utfördes under pågående tävling, Götalandscupen den 30 september 2007 på Förlandabanan i Fjärås. Arrangörer: Fjärås MK och Kungsbacka MA. Deltagande klasser: Klass 1, Super Nationell, Klass 2, Super Nationell t.o.m. 2400 cc, Klass 4, Super Nationell t.o.m. 2150 cc och Klass 6, Junior (16-20 år bilar 1400-2150 cc).

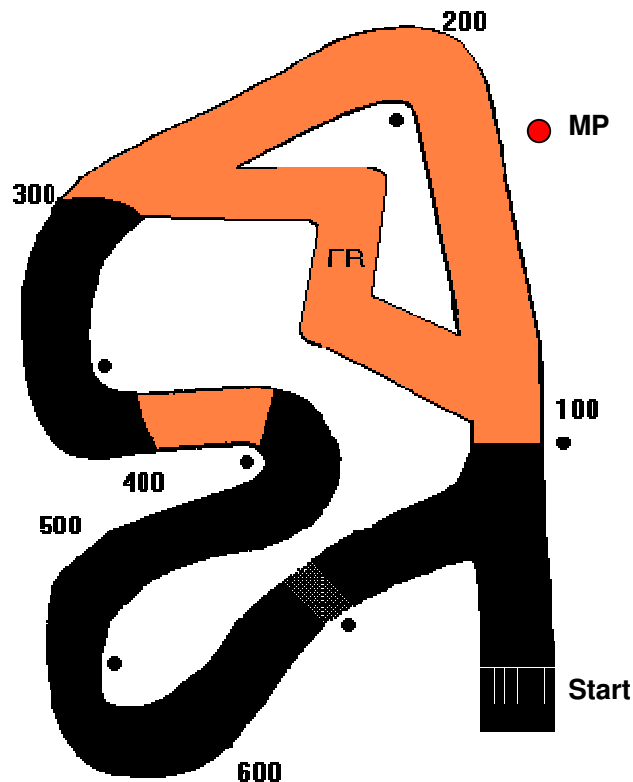
4.1.2. Motorbanan och mätpunkter

Motorbanan är belägen vid Björketorp/Förlanda i närheten av Fjärås och drivs av Fjärås Motorklubb. Verksamheten på banan består främst av träning och tävling för rallycross och folkrace.



Satellitbild över Förlandabanan vid Fjärås.

Banan är ca 700 m lång och har både asfalt- och grusbeläggning, se figur nedan.



Förlandabanan med asfaltsträckor (svart) och grussträckor (brun).

Vid ljudmätningarna valde vi en fast mikrofonposition (MP) vid slutet av banans startraka ca 30 m från första kurvan, se figuren ovan. Ljudnivåmätaren var monterad på stativ nära säkerhetsstaketet på ett avstånd av 15 m från mitten på närmaste bana. Mikrofonens höjd över banan uppskattades till ca 2.5 m och marken under mikrofonen bestod av gräsbevuxen mjuk mark, se foto nedan. Vid mättillfället var det från och till regnskurar som gjorde att banan mot slutet av mätningen blev mycket våt och lerig.



Foto på utvald mätplats vid Förlandabanan, 30 september 2007.

4.1.3. Mätinstrument

Vid mätningarna användes följande mätutrustning:

Benämning	Fabrikat	Typ	Intern beteckning
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	AL 167
Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	KU 051
Fotoutrustning	Nikon	Digitalkamera	C039

Instrumenten är kalibrerade med spårbarhet till nationella och internationella referenser enligt vår kvalitetstandard som uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17025. Datum för senaste kalibrering finns angiven i vår kalibreringslogg.

4.1.4. Fordon

Ljudmätningarna vid genomförd tävling den 30 september (Götalandscupen) genomfördes på samtliga deltagande fordon under totalt 15 st. träningsheat, 16 st. heat inom kvalificeringsomgång 1 och 8 heat inom kvalificeringsomgång 2 (Det tilltagande regnet omöjliggjorde mer mätningar). Träningskörningen innebar att man

släppte iväg samtliga bilar en och en för träning på banan i ca 3 varv som för varje heat tog i snitt 2,5 minuter.

Vid tävlingsomgångarna körde man med mellan 4-6 st. bilar per tävlingsheat i totalt 3 varv. Varje heat tog i snitt 2,5 minuter.



Följande fordon inom respektive klass deltog i tävlingen:

Klass	Antal fordon	Bilar
Klass 1, Super Nationell	13 st.	Volvo PV (3 st.), Volvo S40 (6 st.), Volvo 240 (1 st.), Skoda (1 st.), Hyundai Accent (1 st.) och Ford Focus (1 st.)
Klass 2, Super Nationell tom 2400 cc	26 st.	Volvo PV (8 st.), Volvo 240 (6 st.), Volvo S40 (3 st.), Volvo 142 (1 st.), Volvo Amazon (1 st.), Volvo 480 (1 st.), Saab 99 (1 st.), Saab 9-3 (1 st.), VW 1500/1600 (2 st.), Opel Ascona (1 st.) och Hyundai Accent (1 st.).
Klass 4, Super Nationell tom 2150 cc	25 st.	Saab 99 (10 st.), Saab 900 (6 st.), Saab 90 (3 st.), VW 1500 (4 st.), Volvo 242 (4 st.), Volvo 264 (1 st.), BMW 323 (1 st.) och Opel Ascona (1 st.).
Klass 6, Juniorer	15 st.	Saab 99 (5 st.), Saab 900 (3 st.), Saab 96 (1 st.), Volvo 242 (2 st.), Volvo 142 (1 st.), Volvo 260 (1 st.), Opel Ascona (1 st.) och VW Golf.

4.2. Motocross – Tibro Motorstadion

4.2.1. Tävlings- och mätfälle

Ljudmätningarna utfördes under pågående tävling, Kval till Elitserien/Lag SM den 7 oktober 2007 på Tibro Motorklubb. Arrangör: Tibro MK. Öppna heat med 3 olika fordonsklasser: 125 cc, 250 cc och 450 cc. Deltagande lag: Stenungsunds MS, Linköpings MS, Upplands Väsby MK, Funbo MS, Tibro MK, SMK Värnamo, SMK Kristianstad och Alfta-Edsbyn MCK.

4.2.2. Motorbanan och mätpunkt

Motorbanan är belägen invid riksväg 49 nordväst om Tibro och drivs av Tibro Motorklubb. Verksamheten på banan består av träning och tävling för motocross och Enduro.



Satellitbild över Tibro Motorstadion.

Vid ljudmätningarna valde vi en fast mikrofonposition (MP) vid slutet av banans startraka. Ljudnivåmätaren var monterad på stativ nära säkerhetsstaketet på ett avstånd av 10 m från mitten på närmaste bana. Mikrofonens höjd över banan uppskattades till ca 1.5 m och marken under mikrofonen bestod av gräsbevuxen mjuk mark, se foto nedan. Vid mätfället var det halvklart till mulet men uppehåll.



Foto på utvald mätplats vid Tibro Motorstadion 7 oktober 2007. (Vy från närmaste bandel)

4.2.3. Mätinstrument

Vid mätningarna användes följande mätutrustning:

Benämning	Fabrikat	Typ	Intern beteckning
Ljudnivåmätare	Norsonic	140	AL 167
Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	KU 048
Fotoutrustning	Nikon	Digitalkamera	C044

Instrumenten är kalibrerade med spårbarhet till nationella och internationella referenser enligt vår kvalitetstandard som uppfyller kraven i SS-EN ISO/IEC 17025. Datum för senaste kalibrering finns angiven i vår kalibreringslogg.

4.2.4. Tävlingsens genomförande och maskinklasser

Ljudmätningarna utfördes vid genomförd tävling den 7 oktober (Kval till Elitserien/Lag SM) och omfattade 8 st. lag med 4-6 förare i varje lag. Tävlingen innehöll mixade klasser som körde tidsträning i två heat och tävling i tre heat. Varje lag deltog med motocrosscyklar i valfri maskinklass: 125 cc, 250 cc och 450 cc. I varje tävlingsheat kördes totalt 32 st. cyklar med samtidig start och körning i maximalt 10 varv. Vid de båda träningsheaten släpptes cyklarna ut på banan en och en och respektive förare körde maximalt 12 varv.

Följande cyklar inom respektive klass deltog i tävlingen:

Klass	Antal cyklar	Märke
125 cc	2 st.	Husqvarna och Yamaha
250 cc	22 st.	KTM (3 st.), Suzuki (2 st.), Honda (10 st.), Kawasaki (3 st.) och Yamaha (4 st.).
450 cc	19 st.	KTM (3 st.), Honda (10 st.), Suzuki (1 st.), Husqvarna (1 st.), Kawasaki (1 st.) och Yamaha (3 st.).

Enligt uppgift var det stora flertalet av motocrosscyklarna utrustade med 4-takt motorer.

5. Mätresultat

5.1. Allmänt om resultatredovisningen

Alla mätningar som redovisas nedan och i bilagorna har uppmätts och registrerats i tersbandsfrekvenser mellan 50 och 10 000 Hz. I denna rapport har vi valt att redovisa frekvensspektrum omräknat till oktavband 63- 8 000 Hz med anledning av att den befintliga beräkningsmodellens källtabell är i oktavband. I det fall beräkningsmodellen för motorsport kommer att införas i Nord2000 (se bakgrund), som kan räkna ljudutbredning både i tersband och oktavband, finns således aktuella ljudmätningar sparade även i tersband.

5.2. Rallycross - Förlandabanan

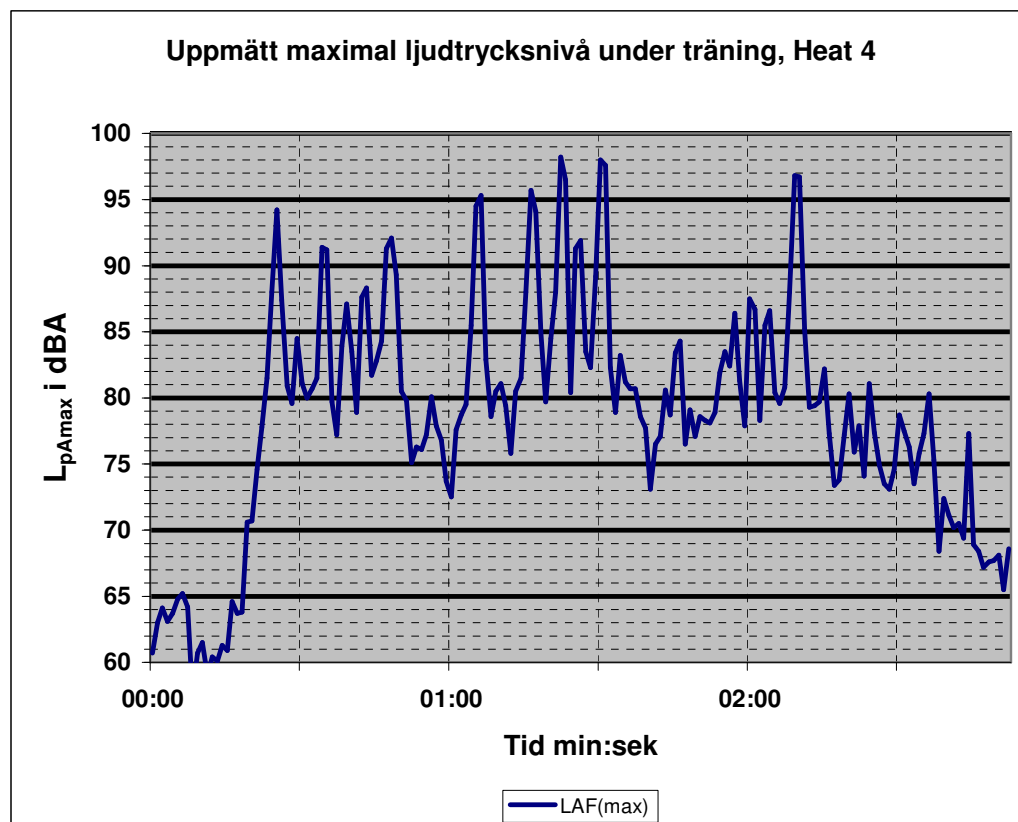
5.2.1. Omfattning

Under pågående tränings- och tävlingsheat registrerades maximala ljudtrycksnivåer kontinuerligt varje sekund i utvald mät punkt. Samtliga uppmätta nivåer under

respektive heat som funktion av körtiden redovisas i bilaga A01 (träning, 15 heat), bilaga A02 (tävling kvalomgång 1, 16 heat) och bilaga A03 (tävling kvalomgång 2, 8 heat). Varje mätning finns även frekvensanalyserade inom oktavbanden 63-8 000 Hz och frekvensspektrum för de högsta maximalnivåerna per heat och klass redovisas i bilaga A04.

5.2.2. Uppmätta ljudtrycksnivåer vid träning och kvalomgångar

Under träningsheaten startade bilarna var för sig med ett kortare tidsintervall mellan varje bil. Detta innebar att mätpunkten passerades av enstaka bilar med tillräcklig tid emellan för att uppmätta maximala ljudnivåer skulle kunde särskiljas för respektive bil, se exempel i figur 1.

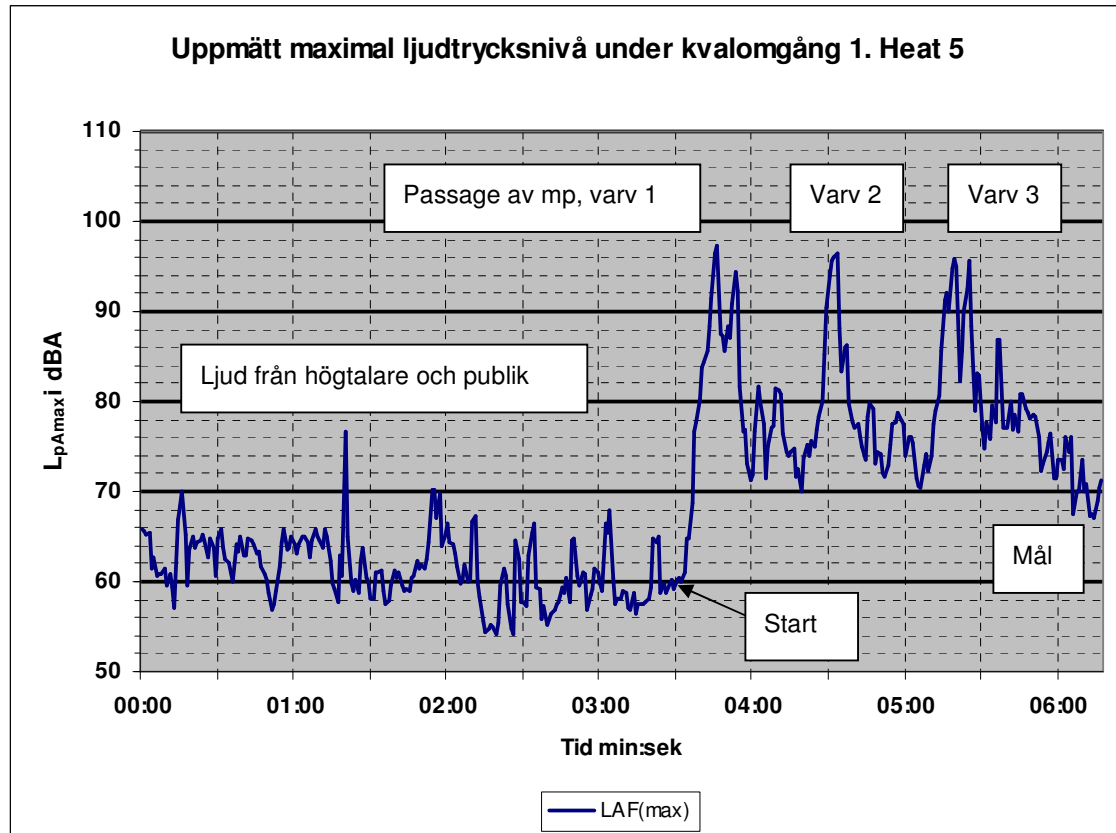


Figur 1. Uppmätta maximala ljudnivåer i samband med ett träningsheat och passage av enstaka förbipasserande bilar med tidsintervall.

I figur 2 redovisas uppmätta A-vägda maximala ljudtrycksnivåer L_{pAmax} i dB rel. 20 μ Pa) under ett typiskt tävlingsheat.

Av mätresultatet i figur 2 framgår bl. a. att de högsta maximala ljudnivåerna uppstod då bilarna passerade på bansträckan närmast mätpunkten och att maximala

Ljudnivåer från banans högtalaranläggning och allmänt publikljud varierade mellan 60 och 78 dBA.



Figur 2. Uppmätta maximala ljudnivåer under ett tävlingsheat i kvalomgång 1.

För att få fram ett värde på maximala ljudtrycksnivåer från enstaka bilpassager per klass har vi, utgående från utförda ljudmätningar vid träningsomgången, noterat de 5 högsta nivåerna per heat och sammanställt dessa i tabell 2.

Tabell 2. Uppmätta fem högsta maximala ljudtrycksnivåer ($L_{pA,maxF}$) i dBA per träningsheat och klass.

De uppmätta fem högsta maximala ljudtrycksnivåerna i dBA per träningsheat														
Klass/Heat	Klass 6					Klass 4				Klass 2			Klass 1	
Rank	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15
1	98	93	93	98	98	97	97	99	99	98	99	97	96	97
2	97	93	89	98	97	93	97	98	96	95	98	94	96	97
3	96	92	86	97	96	93	96	93	96	94	95	93	96	97
4	95	92	86	96	93	92	94	93	94	94	95	88	95	96
5	94	90	83	95	92	92	94	91	93	93	94	87	95	96
MV	96	92	87	97	95	93	96	95	96	95	96	92	95	97

I tabellen har vi även beräknat det aritmetiska medelvärdet av de listade högsta nivåerna per träningsheat. Medelvärdet totalt för respektive klass är följande:

Klass 6, Juniorer: $L_{pA,maxF} = 92 \text{ dB}$

Klass 4, Super Nationell (tom 2150 cc): $L_{pA,maxF} = 95 \text{ dB}$

Klass 2, Super Nationell (tom 2400 cc): $L_{pA,maxF} = 96 \text{ dB}$

Klass 4, Super Nationell: $L_{pA,maxF} = 95 \text{ dB}$

I tabell 3 redovisas uppmätta maximala ljudtrycksnivåer under de två kvalomgångar som ljudmätningar utfördes. I tabellen redovisas de maximala ljudtrycksnivåerna som uppmättes på ett väl sammanhållet startfält vid första passagen efter start (momentet "start" i beräkningsmodellen) och motsvarande på ett mer utspritt startfält vid passage andra och tredje varvet (momentet "körning" i beräkningsmodellen). De högsta uppmätta ljudtrycksnivåerna över samtliga passager per klass har markerats med rött.

Tabell 3. Uppmätta maximala ljudtrycksnivåer vid passage av mätpunkten efter start och efter två resp. tre varv.

Uppmätta maximala ljudtrycksnivåer i dBA under kvalomgång 1																
Klass/Heat	Klass 6			Klass 4					Klass 2				Klass 1			
Moment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Start	97	96	94	100	97	90	96	97	97	99	96	95	94	93	91	95
Varv 2	100	96	97	96	96	97	98	96	96	99	97	96	99	98	96	86
Varv 3	93	92	97	93	96	93	98	100	103	95	97	95	95	91	97	87

Uppmätta maximala ljudtrycksnivån i dBA. Kvalomg. 2								
Klass/Heat	Klass 6			Klass 4				
Moment	1	2	3	4	5	6	7	8
Start	93	97	98	101	97	99	98	99
Varv 2	95	98	97	96	92	98	96	96
Varv 3	96	98	94	98	100	95	96	92

5.2.3. Förslag på ny korrektion för sammanlagringseffekt

Tävlingsomgångarna för aktuell tävling på Förlandabanan innehöll som nämnts ovan 4-6 bilar per heat som samtidigt och med gemensam start körde tre varv på banan. Detta innebär att det i redovisade värden i tabell 3 ingår en sammanlagring av nivån p.g.a. att flera bilar passerar mätpunkten samtidigt. I beräkningsmodellen anger man denna sammanlagringseffekt som en korrektion som skall adderas till referensljudnivån för en enstaka bil. En korrektion som beror på antalet bilar som kör på banan samtidigt, hur många av dessa som kan ge maximal effekt och

spridningen av maximal ljudnivå mellan olika bilar. I modellen definierar man korrekationer för två olika körmoment under en tävling nämligen "start" och "körning" dvs. nivåaddition vid start då samtliga bilar ger fullgas samtidigt och vid övrig körning på banan med normalt mer utspridda startfält.

För Rallycross gäller följande nivåkorrekationer i dB (ur tabell 3 i SNV meddelande 8/1983):

Motorsport	Antal startande	Moment	
		Körning	Start
Rallycross	2-3	0	+2
	4-6	+2	+4

Granskar man uppmätta maxnivåer i tabell 3 kan man bland annat notera att uppmätta högsta värden uppstår vid olika skeden under heaten och inte nödvändigtvis vid starten. I flertalet fall uppstår faktiskt de högsta maxnivåerna vid passage av mätpunkten under varv 2 eller 3. Mot bakgrund av uppmätta snittnivåer för enstaka bilar per klass under träning och de nivåer som uppmättes vid tävling föreslår vi följande ändring i ovanstående tabell:

- Korrektion, Antal startande 4-6: Körning: +2 dB (samma)
- Korrektion, Antal startande 4-6: Start: +2 dB (ny korrektion)

5.2.4. Referensljudnivåer, ljudeffektnivåer och ljudspektrum

Utgående från uppmätta och medelvärdesbildade högsta maximalnivåerna per klass, $L_{pA,maxF}$ (se rubrik 5.2.2) och mätmetodens ekvation för beräkning av referensljudnivån $L_{pA,ref}$ och den immissionsriktiga ljudeffektnivån L_{WA} (se rubrik 3) har följande resultat erhållits:

Klass	Indata		Resultat	
	Minsta avstånd till fordon, a i m	Markkorrektionen i dB, ΔL_{gm}	L_{WA} i dBA rel. 1 pW	L_{pA} , ref i dBA rel. 20 μ Pa
6	10	12.8	125	94
4	10	12.8	128	97
2	10	12.8	129	98
1	10	12.8	128	97

För beräknade ljudeffekt- och referensljudnivåer enligt ovan har med ledning av uppmätta oktavbandspektra följande typspektrum beräknats dvs. korrektionsvärden att adderas till respektive totalnivåer i dBA.

Klass	Oktavbandsfrekvenser i Hz. Nivåspektra i dBA relativt totalnivån							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
6	-38	-20	-5	-3	-4	-11	-15	-20
4	-39	-17	-7	-4	-5	-10	-13	-22
2	-41	-20	-5	-4	-5	-11	-14	-20
1	-40	-16	-3	-4	-6	-11	-15	-22

I aktuell beräkningsmodell (SNV meddelande 8/193) redovisas referensljudnivåer och typspektrum i tabell 2. Ur redovisat mätresultat för rallycross (med ljuddämpare) föreslår vi följande tillägg i denna tabell.

Motorsport/Klass	Referensljudnivå L_1 , dBA	Typ av spektrum	Anmärkning
Rallycross (med ljuddämpare)			
Klass 6, Juniorer (bilar 1400-2150 cc)	94	C	Mätvärde nat. tävling 2007
Klass 4, Super Nationell (bilar tom 2150 cc)	97	C	”
Klass 2, Super Nationell (bilar tom 2400 cc)	98	C	”
Klass 1, Super Nationell	97	C	”

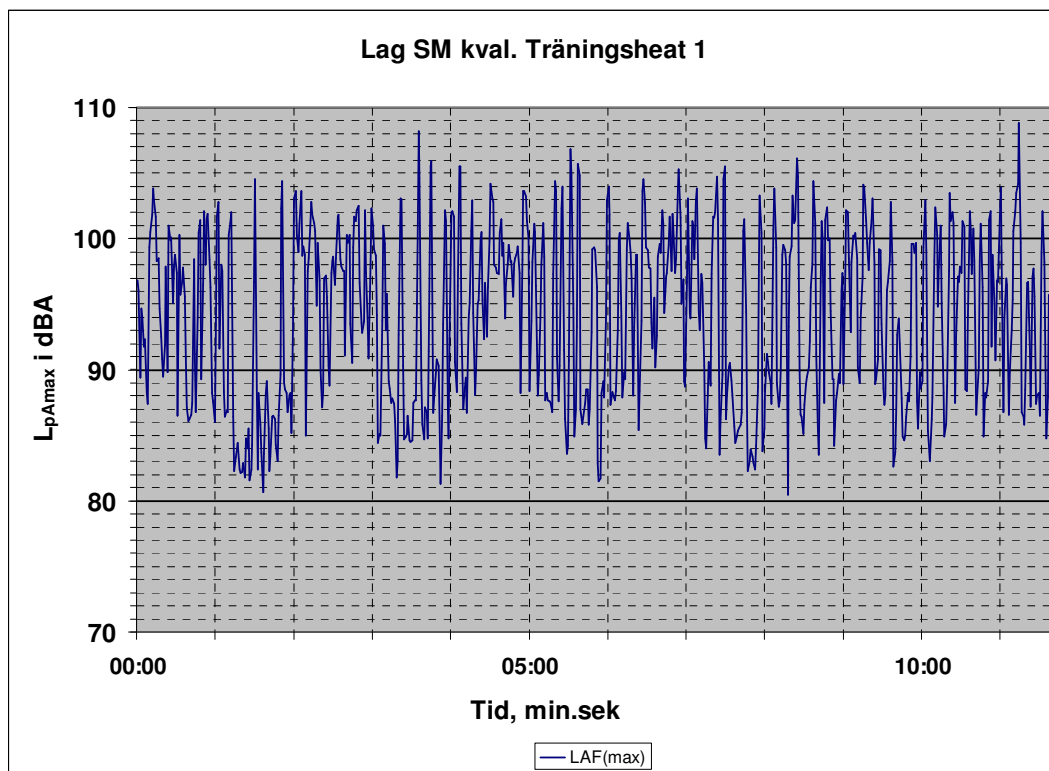
5.3. Motocross – Tibro motorstadion

5.3.1. Omfattning

Under pågående tränings- och tävlingsheat registrerades maximala ljudtrycksnivåer kontinuerligt varje sekund i utvald mätpunkt. Samtliga uppmätta nivåer under respektive heat som funktion av körtiden redovisas i bilaga A05 (träning, 2 heat och tävling, 3 heat). Varje mätning finns även frekvensanalyserade inom oktavbanden 63-8 000 Hz och frekvensspektrum för de 10 högsta maximalnivåerna per träningsheat och de högsta maximalnivåerna per körmoment och tävlingsheat redovisas i bilaga A06.

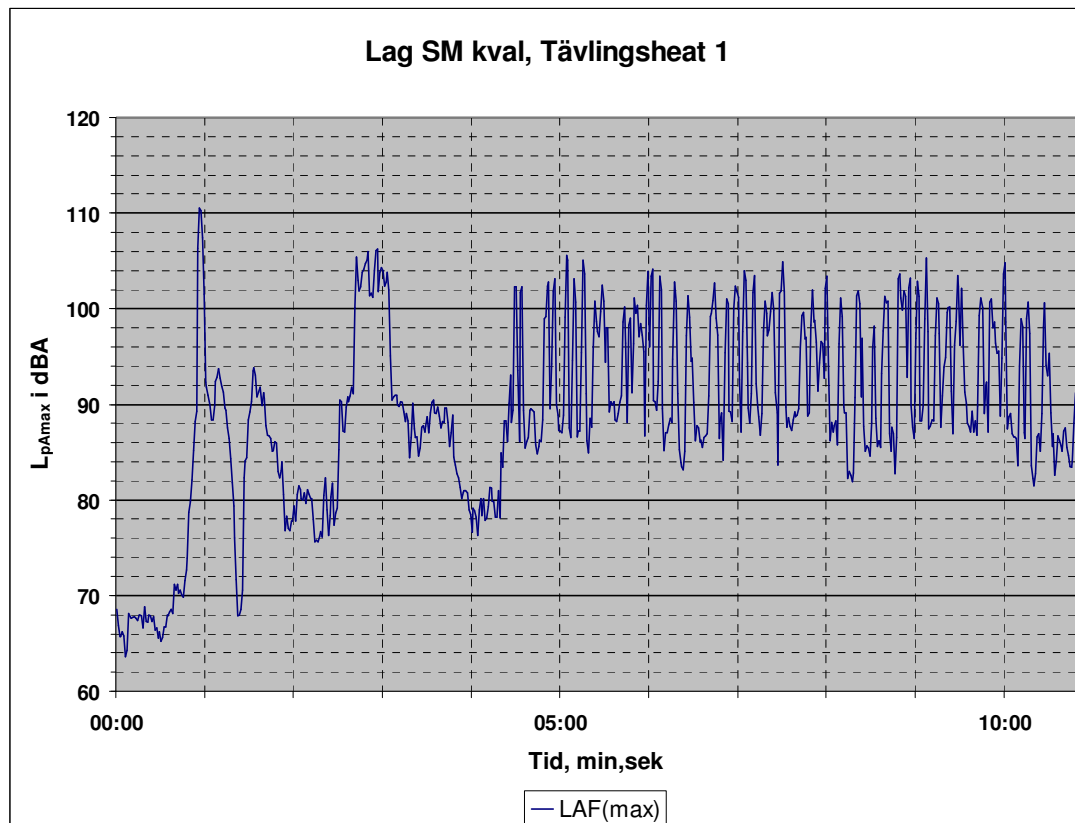
5.3.2. Uppmätta ljudtrycksnivåer vid träning och tävlingsheat

Under träningsheaten körde motocrosscyklarna förbi mätpunkten enskilda under drygt 10 minuter med varierande tidsmellanrum. Uppmätta maximala ljudnivåer under träningsheat 1 redovisas som exempel i figur 3.



Figur 3. Uppmätta maximala ljudnivåer i samband med träningsheat 1.

I figur 4 redovisas uppmätta A-vägda maximala ljudtrycksnivåer L_{pAmax} i dB rel. $20\mu Pa$) under tävlingsheat 1.



Figur 4. Uppmätta maximala ljudnivåer i samband med tävlingsheat 1.

Av mätresultatet i figur 4 framgår bl. a. att den högsta maximala ljudnivån under heatet uppstod då hela fältet passerade mätpunkten direkt efter start och att maxnivån sjunker successivt ca 5-6 dB då cyklarna kör sina 10 varv och då startfältet blivit mer utspritt. Maximala ljudnivåer från banans högtalaranläggning och allmänt publikljud varierade mellan 64 och 70 dBA.

För att få fram ett värde på maximala ljudtrycksnivåer från enstaka cykelpassager har vi, utgående från utförda ljudmätningar vid träningsheat 1 och 2, noterat de 10 högsta nivåerna per heat och sammanställt dessa i tabell 4.

Tabell 4. Uppmätta 10 högsta maximala ljudtrycksnivåer ($L_{pA,maxF}$) i dBA per träningsheat och klass.

Rank	Motocross Klass	Uppmätta 10 högsta maximala ljudtrycksnivåer i dBA	
		Heat 1	Heat 2
1	125, 250 och 450 cc	109	107
2	"	108	106
3	"	107	106
4	"	107	105
5	"	106	105
6	"	106	105
7	"	106	105
8	"	106	105
9	"	106	104
10	"	106	103
MV	125, 250 och 450 cc	107	105

Anm. Eftersom aktuell tävlingen var en mixad lagtävling med tre olika klasser som kördes samtidigt är det svårt att ta fram ljudemission från enskilda cyklar inom respektive klass. I samband med träningen gjordes dock noteringar om vilka cyklar som gav upphov till de högsta maxnivåerna. Flertalet av dessa visade sig tillhöra klassen 450 cc. Vi har därför valt att beteckna beräknade referensljudnivåer för enskilda cyklar som tillhörande klassen 450 cc (4-takt).

Medelvärdet totalt för båda heaten är följande:

Klass 450 cc (4-takt): $L_{pA,maxF} = 106$ dB

I tabell 5 redovisas uppmätta maximala ljudtrycksnivåer under de tävlingsheat som kördes. I tabellen redovisas de maximala ljudtrycksnivåerna som uppmättes på ett väl sammanhållet startfält vid första passagen efter start (momentet "start" i beräkningsmodellen) och motsvarande på ett mer utspritt startfält som vid passage av andra/tredje varvet samt slutvarven (momentet "körning" i beräkningsmodellen).

Tabell 5. Uppmätta maximala ljudtrycksnivåer i dBA vid passage av mätpunkten efter start, efter två/ tre varv samt vid slutvarven.

Moment	Uppmätta maximala ljudtrycksnivåer i dBA vid heat		
	1	2	3
Start	111	110	109
Varv 2/3	106	108	106
Sista varven	106	106	108

5.3.3. Förslag på ny korrektion för sammanlagringseffekt

Tävlingsomgångarna för aktuell tävling på Tibro motorstadion innehöll som nämnts ovan 32 st. motocrosscyklar per heat som samtidigt och med gemensam start körde max 10 varv på banan. I likhet med Rallycross (rubrik 5.1.3) har vi utgående från redovisat mätresultat i Tibro gjort en översyn av beräkningsmodellens korrektion för sammanlagringseffekten.

För Motocross gäller följande nivåkorrektioner i dB (ur tabell 3 i SNV meddelande 8/1983):

Motorsport	Antal startande	Moment	
		Körning	Start
Motocross	2-10	0	+3
	11-30	+3	+7

Mot bakgrund av uppmätta snittnivåer för enstaka cyklar (450 cc) under träning och de nivåer som uppmättes vid tävling föreslår vi följande ändring i ovanstående tabell:

- Korrektion, Antal startande 11-30: Körning: +1 dB (ny korrektion)
- Korrektion, Antal startande 11-30: Start: +4 dB (ny korrektion)

5.3.4. Referensljudnivåer, ljudeffektnivåer och ljudspektrum

Utgående från uppmätta och medelvärdesbildade högsta maximalnivåerna för klassen 450 cc, $L_{pA,maxF}$ (se rubrik 5.3.2) och mätmetodens ekvation för beräkning av referensljudnivån $L_{pA,ref}$ och den immissionsriktiga ljudeffektnivån L_{WA} (se rubrik 3) har följande resultat erhållits:

Klass	Indata		Resultat	
	Minsta avstånd till fordon, a i m	Markkorrektionen i dB, ΔL_{gm}	L_{WA} i dBA rel. 1 pW	$L_{pA, ref}$ i dBA rel. 20 μ Pa
450 cc	6	10.7	132	101

För beräknade ljudeffekt- och referensljudnivåer enligt ovan har med ledning av uppmätta oktavbandsspektra följande typspektrum beräknats dvs. korrektionsvärden att adderas till respektive totalnivåer i dBA.

Klass	Oktavbandsfrekvenser i Hz. Nivåspektra i dBA relativt totalnivån							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.0 k	2.0 k	4.0 k	8.0 k
450 cc (4-takt)	-31	-16	-9	-9	-8	-3	-8	-17

Ur redovisat mätresultat för motocross 450 cc föreslår vi följande tillägg i tabell 2 (SNV meddelande 8/1983).

Motorsport/Klass	Referensljudnivå L_1 , dBA	Typ av spektrum	Anmärkning
Motocross 450 cc (4-takt)	101	B	Mätvärde nat. tävling 2007