



UNITED  
BY OUR  
DIFFERENCE



## RAPPORT

Elmotorvagn Coradia Duplex - Littera X40

Indata till beräkningsmodellerna  
NMT96 och Nord 2000


Littera: 10154852.01

2012-02-06

Upprättad av: Tomas Jerson

Granskad av: Johan Scheuer

Godkänd av: Tomas Jerson

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## RAPPORT

### Elmotorvagn Coradia Duplex - Littera X40 Indata till beräkningsmodellerna NMT96 och Nord 2000

#### Kund


Trafikverket  
Karin Blidberg  
781 85 Borlänge

#### Konsult

WSP Akustik  
Box 13033  
402 51 Göteborg  
Besök: Rullagergatan 4  
Tel: +46 31 727 25 00  
WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
Styrelsens säte: Stockholm  
[www.wspgroup.se](http://www.wspgroup.se)

#### Kontaktpersoner


Tomas Jerson WSP Akustik 031-727 26 47  
Mikael Ögren VTI 031-750 26 04

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## FÖRORD


Detta projekt är finansierat av Trafikverket (TRV). Projektet är utfört i samarbete med Mikael Ögren vid Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI). Vi vill tacka uppdragsgivaren Karin Blidberg vid TRV i Borlänge och personal på TRV som varit tillmötesgående med teknisk information och underlag som tillhandahållits för mätningarnas utförande samt till rapporten.

*Foto förstasidan: Multippelkopplat tågset med X40-2 + X40-3 elmotorvagnar passerande mätplatsen Ubbared på Västra Stambanans uppspår mot Stockholm.*

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## Innehåll

<b>FÖRORD</b>	<b>3</b>
<b>1 INLEDNING</b>	<b>5</b>
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte	5
<b>2 SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>3 RESULTAT</b>	<b>6</b>
<b>4 TEKNISKA FAKTA</b>	<b>7</b>
4.1 Elektrisk motorvagn Coradia Duplex – Littera X40-2 / X40-3	7
<b>5 FÄLTMÄTNINGAR</b>	<b>8</b>
5.1 Mätplatser	8
5.2 Bana	10
5.2.1 Ubbared	10
5.2.2 Fägre	10
5.2.3 Östergården	10
5.3 Mätutrustning	11
5.4 Mätmetod	11
5.5 Mätdatum	11
5.6 Väderlek	11
5.7 Spårstandard	12
<b>6 INDATA BERÄKNINGSMODELLER</b>	<b>14</b>
6.1 NMT96	14
6.2 NORD2000	14
<b>7 REFERENSER</b>	<b>15</b>

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## 1 INLEDNING

### 1.1 Bakgrund

För att beräkna buller från spårburen trafik så används standardiserade nordiska beräkningsmodeller. Efter att den senaste revisionen av den nordiska beräkningsmodellen NMT96 [1] "Buller från spårburen trafik" utfördes 1996 så har flera nya tågtyper börjat trafikera svenska järnvägar. Bullerdata för nya tågtyper har efter att källmätningar utförts succesivt börjat implementeras som indata i beräkningsmodellen. Under senare år har det tagits fram mer avancerade beräkningsmodeller såsom Nord2000 [2]. Båda modellerna används fortfarande av konsulter, myndigheter och forskare som har behov av att prediktera bullerimmission från tåg i olika trafiksituationer. 2005 så började persontrafik bedrivas med en ny tågtyp, Coradia Duplex littera X40 vars indata saknas i beräkningsmodellerna. X40 elmotorvagnarna är dels i trafik i Stockholmsområdet men går t.ex. också i regionaltrafik på sträckan Göteborg - Stockholm via Västerås.


### 1.2 Syfte

Syftet med mätningarna är att erhålla underlag som skall användas som indata till beräkningsmodellerna NMT96 och Nord2000 så att bullerimmission från den aktuella tågtypen Coradia Duplex littera X40 kan beräknas.

## 2 SAMMANFATTNING

Resultaten från bullermätningarna visar att den aktuella motorvagnstypen X40 har lägre bulleremission än befintliga tågtyper som t.ex. snabbtåget X2. I diagrammen 1 och 2 redovisas X2-tågets predikterade ljudnivåer i jämförelse med mätresultaten från X40-passager.

Erhållna data har normaliserats enligt beräkningsmodellerna NMT96 och Nord 2000 och ingångsdata för beräkningar av bullerimmission från elmotorvagn X40 redovisas i tabeller 6 och 7 i avsnitt 6 "Indata beräkningsmodeller".

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

### 3 RESULTAT

Totalt har 24 mätningar utförts av X40-passager i olika hastigheter vid de tre mätplatserna. Mätningarna är utförda med fordonen i ordinarie trafik. I diagrammen 1 och 2 ser man sambandet mellan hastighet och ljudeffekt i respektive beräkningsmodeller. Referenskurvan anger X2-tågets värden i motsvarande hastigheter.

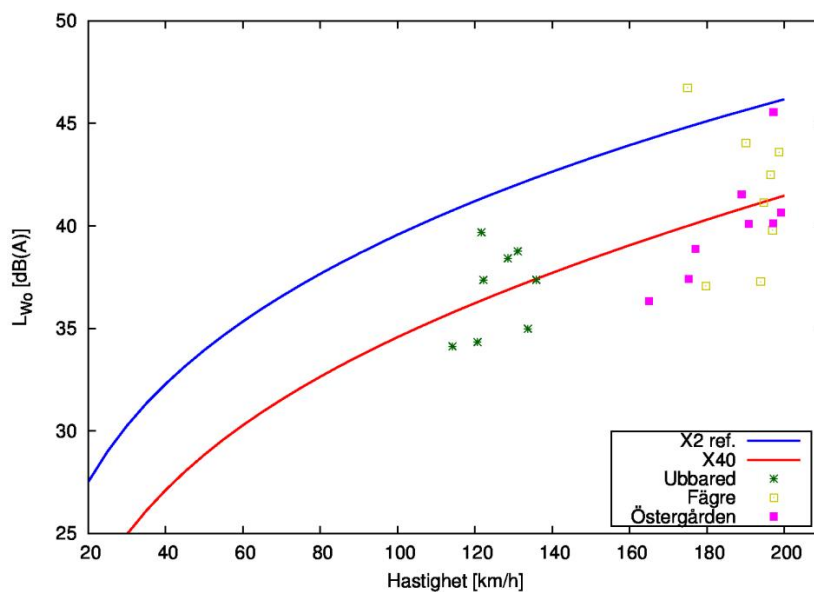


Diagram 1: Regression av mätdata från X40 passager enligt NMT96

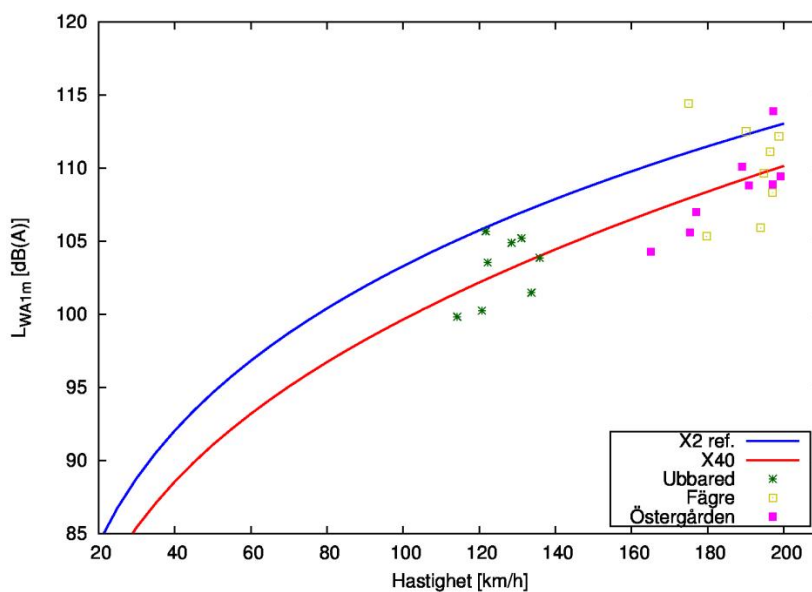



Diagram 2: Regression av mätdata från X40 passager enligt Nord2000

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

Ur diagrammen kan man se att fordonspassager vid mätplatserna i huvudsak har skett i två hastighetsintervall. I Ubbared så är intervallet 115-135 km/h och i Fägre och Östergården så är intervallet 165-200 km/h. Men ser också att de uppmätta ljudnivåerna från enskilda passager i respektive hastighetsintervall varierar en hel del. Variationerna kan ha flera orsaker, det är väl känt att slitage på hjul och räl har stor betydelse för tågens bulleremission. Bullernivån från enskilda tågpassager kan därför variera betydligt om t.ex. vissa passerande tåg har slitna hjul.

## 4 TEKNISKA FAKTA


### 4.1 Elektrisk motorvagn Coradia Duplex – Littera X40-2 / X40-3



Foto 1: X40-3 passerar mätplats Fägre på uppspåret mot Töreboda

X40 har drivmotorer i samtliga vagnenheter. Såväl två- som trevagnarsversionen har vagnar som är utrustade med dels en konventionell, tvåaxlig löpboggie och dels en motordriven boggie. Den maximala effekten per motorboggie är 800 kW och drivhjulens har en diameter på 920 mm. Tågseten framförs även multipelkopplade.

Totallängd över koppel X40-2	55.1 m
Totallängd över koppel X40-3	75.3 m
Tjänstevikt X40-2	72 ton
Tjänstevikt X40-3	108 ton
Sth	200 km/h

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## 5 FÄLTMÄTNINGAR

### 5.1 Mätplatser

Samtliga mätningar av den nya tågtypen har utförts på platser utmed Västra Stambanan mellan Göteborg och Hallsberg. Efter rekognosering från förhytten i trafikerande tåg samt ett påföljande platsbesök så har tre mätplatser kunnat utses. Dessa platser har varit följande:

- |                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Väster om Ubbared | Bandel 612 km 425 + m 670 |
| 2. Sydväst om Fägre  | Bandel 512 km 275 + m 740 |
| 3. Östergården       | Bandel 512 km 267 + m 280 |




Foto 2: Flygfoto över mätplatsen väster om Ubbared



Foto 3: Flygfoto över mätplatsen sydväst om Fägre




Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	



*Foto 4: Flygfoto över mätplatsen i Östergården*

Det har varit tidskrävande att finna lämpliga mätplatser eftersom det ställs höga akustiska krav på platserna. Inga reflekterande objekt får finnas i mätplatsernas omedelbara närhet. Det måste vara raksträckor utan någon större lutning, dessutom måste tågens hastighet förbi mätplatsen vara jämn utan acceleration eller retardation. Syftet har även varit att finna mätplatser med olika sth för tågtypen för att få en så god spridning som möjligt av mätdata i olika hastighetsintervall.

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## 5.2 Bana

Här ges information banvall och spåret vid respektive mätplatser.

### 5.2.1 Ubbared

Bandel 612

Km 425 + m 670

Ballast: Makadam klass 1,

Slipers: Betong cc 650 cm

Befästning uppspår: Pandroll-Ec

Befästning nedspår: Hambo

Räls uppspår: SJ50

Räls nedspår: SJ50



### 5.2.2 Fägre

Bandel 512

Km 275 + m 740

Ballast: Makadam klass 1,

Slipers: Betong cc 650 cm

Befästning uppspår: Pandroll-Ec

Befästning nedspår: Pandroll-Ec

Räls uppspår: SJ50

Räls nedspår: UIC60



### 5.2.3 Östergården

Bandel 512

Km 267 + m 280

Ballast: Makadam klass 1,

Slipers: Betong cc 650 cm


Befästning uppspår: Pandroll-Ec

Befästning nedspår: Pandroll-Ec

Räls uppspår: UIC60

Räls nedspår: UIC60



Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

### 5.3 Mätutrustning

Instrument	Fabrikat	Typ	Serienr
Ljudanalysator	Sinus Soundbook	Quadro E	#06149 6AKCB65681
Mikrofon 1	G.R.A.S	40AE	86744
Mikrofon 2	G.R.A.S	40AE	86745
Mikrofonpreamp 1	G.R.A.S	26CA	83991
Mikrofonpreamp 2	G.R.A.S	26CA	83992
Kalibrator	Larson & Davis	LD200	3141
Radar	SFIM	CAPT208-DTX	---
Styrbox	B&K	ZG0342	---
Vindmätare	Silva	---	---

Tabell 1: Förteckning över använd mätutrustning

Ljudanalysatorn och tillhörande utrustning uppfyller kraven för mätinstrument klass I enligt SS EN 61672. Samtliga delar i mätutrustningen som användes vid mätningarna är kalibrerad i enlighet med vårt kvalitetssystem. WSP Akustik har ett dokumenterat system för kalibrering och felrapportering. Kalibrering i fält före och efter mätningarna utfördes utan anmärkning.

### 5.4 Mätmetod

Mätningarna är i tillämpliga delar utförda enligt ISO 3095 [3]. Samtliga mätningar har simultant utförts vid dubbelspårerna på 7.5 m avstånd från respektive upp- och nedspårsmitt. Mikrofonhöjden över rälsöverkant (rök) har varit 1.2 m.


Mätningarna har förberetts med kontinuerlig väderbevakning för att dessa skulle kunna utföras under gynnsammast möjliga förhållanden. Bakgrundsnivån vid samtliga mätplatser har varit låg. Någon påverkan på mätresultaten anses därför ej ha förelegat.

### 5.5 Mätdatum

Mätningarna har utförts i 2011-09-16 samt 2011-09-29 och 30. Mätningarna har vid samtliga mätplatser utförts av Tomas Jerson, WSP Akustik och Mikael Ögren, VTI. Vid mätplatsen väster om Ubbared deltog även Elin Stenlund från WSP Akustik.

### 5.6 Väderlek

Vädret har varit gynnsamt under mätningarna med vindar < 5 m/s och någon nederbörd har inte förekommit. Vindriktningen har varierat men då avståndet till källan, de passerande tågen, varit kort (7.5 m från spårsmitt) så har dessa vindskift inte haft någon betydelse för mätresultaten.

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## 5.7 Spårstandard

Upplysningar om räslitage vid de aktuella mätplatserna från senast utförda RoV-mätningar (räfflor och vågor) redovisas i diagrammen 3 - 5. Mätresultaten är jämförda med spårstandardkravet i ISO 3095.

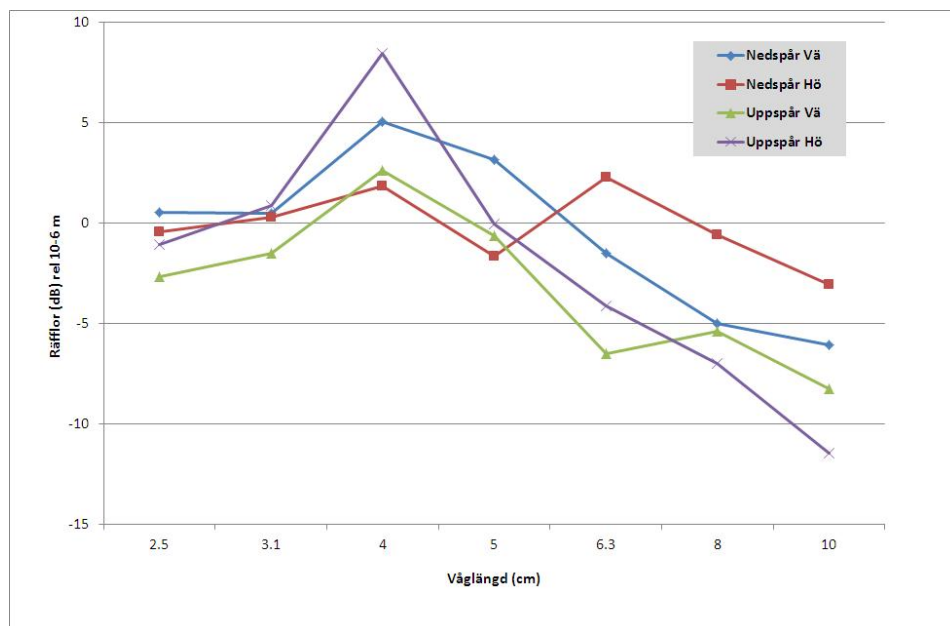


Diagram 3: Skillnad i räffelstorlek vid mätplats Ubbared jämförd med ISO 3095

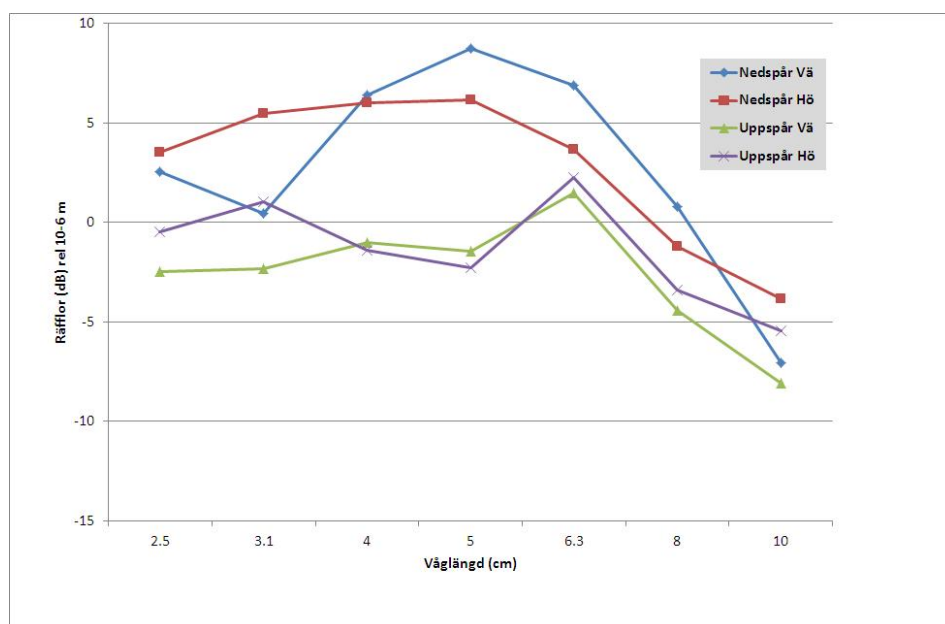



Diagram 4: Skillnad i räffelstorlek vid mätplats Fägre jämförd med ISO 3095

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

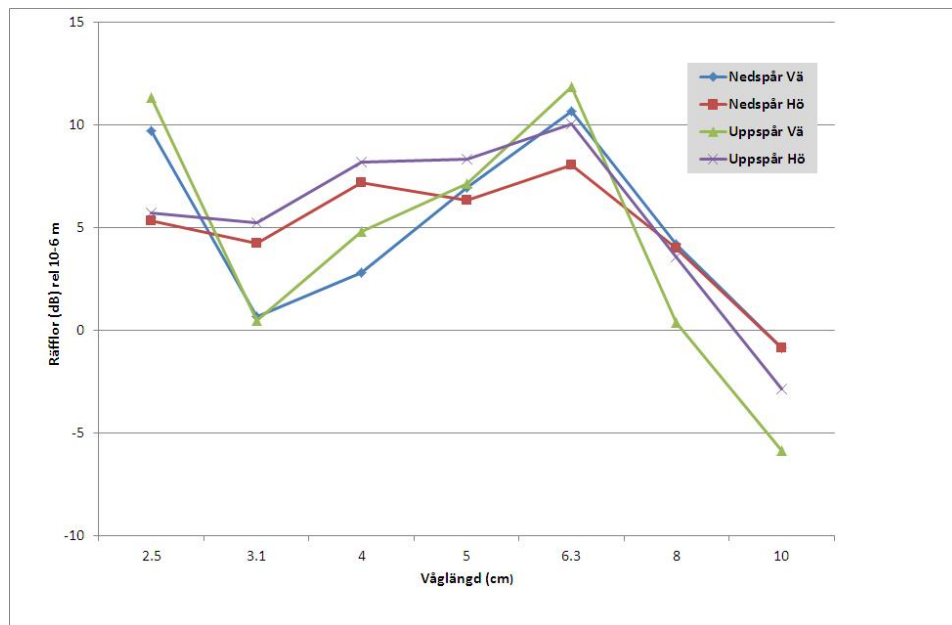



Diagram 4: Skillnad i räffelstorlek vid mätplats Östergården jämförd med ISO 3095

Ur diagrammen 2 – 4 ser man att uppmätta räfflor vid Ubbared i flertalet våglängder avviker minst från spårkravet i ISO 3095. Östergården har störst avvikelser då så gott som alla uppmätta våglängder har större räfflor än spårkravet i ISO 3095.

Förekomsten av räfflor som är större än spårkraven i ISO 3095 kan innebära att uppmätta ljudnivåer varit något högre än om mätningarna skulle utförts på spår som innehållit kraven. Samtidigt ser man i diagrammen 1 och 2 att X40-motorvagnarna har en klart lägre ljudnivå än X2-tågen som för svenska förhållanden är ett relativt ”tyst tåg”.

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## 6 INDATA BERÄKNINGMODELLER

### 6.1 NMT96


Oktavband (Hz)	a	b
63	25.5	27.4
125	16.2	26.7
250	16.3	29.2
500	12.9	31.4
1000	20.4	32.4
2000	41.5	22.7
4000	24.0	18.4

Tabell 6: Indata för elmotorvagn X40 till NMT96

### 6.2 NORD2000

Tersband (Hz)	a	b	Tersband (Hz)	a	b
25	47.0	78.7	630	27.5	91.5
31	57.4	76.7	800	24.4	94.1
40	43.1	80.1	1000	30.9	93.0
50	13.9	88.6	1250	38.8	89.3
63	51.6	79.7	1600	48.6	87.2
80	59.6	77.5	2000	55.5	84.5
100	30.0	80.3	2500	48.1	81.9
125	21.5	81.8	3150	36.7	80.3
160	25.6	82.1	4000	28.0	81.6
200	16.7	85.9	5000	38.1	77.6
250	25.2	87.4	6300	35.7	77.6
315	34.5	86.4	8000	39.3	74.7
400	19.3	91.3	10000	41.0	74.3
500	19.2	92.2	---	---	---

Tabell 7: Indata för elmotorvagn X40 till Nord2000

Uppdragsnr: 10154852-1		
Daterad: 2012-02-06		
Reviderad:		
Handläggare: Tomas Jerson	Status: Rapport	

## 7 REFERENSER

1. Rapport 4935 Buller från spårburen trafik – Nordisk beräkningsmodell NMT96. Samproduktion mellan Nordiska Ministerrådet och BV.
2. Hans Jonasson och Svein Storeheier. Nord 2000 - New nordic prediction method for rail traffic noise. SP Rapport 2001:11, Borås, 2001
3. SS-EN ISO 3095:2005 Mätning av bulleremission från spårfordon.