

SINTEF A13039 – Åpen

# RAPPORT



## *Evaluering av forsterket midtoppmerking i Hedmark/Oppland*

Terje Giæver, Thomas Engen og Frode Haukland

***SINTEF Teknologi og samfunn***  
Transportforskning

Januar 2010

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)





**SINTEF Teknologi og samfunn**  
Transportforskning

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse: S P Andersens veg 5  
7031 Trondheim  
Telefon: 73 59 03 00  
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**Evaluering av forsterket midtoppmerking  
i Hedmark og Oppland**

FORFATTER(E)

Terje Giæver, Thomas Engen og Frode Haukland

OPPDRAKSGIVER(E)

Statens vegvesen Vegdirektoratet

RAPPORTNR. SINTEF A13039	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Bjørn Skaar	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04848-3	PROSJEKTNR. 503479	ANTALL SIDER OG BILAG 42 + 3 vedlegg
ELEKTRONISK ARKIVKODE A13039_Evaluering av forsterket midtoppmerking i Hedmark-Oppland-.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Terje Giæver <i>Terje Giæver</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Børge Bang <i>Børge Bang</i>
ARKIVKODE 503479	DATO 2010-01-19	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Roar Norvik, fungerende forskningssjef <i>Roar Norvik</i>	

## SAMMENDRAG

Denne rapporten gjengir resultatene fra en undersøkelse av hvordan ulike typer forsterket midtoppmerking påvirker kjøreatferd og støy ved overkjøring. Det er foretatt målinger på E6 og Rv4 i Hedmark og Oppland. Følgende typer midtoppmerking inngår i undersøkelsen:

- Tradisjonell midtlinjeoppmerking
  - Plan varsellinje
- Forsterket midtoppmerking med rumleriller
  - Dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 meter med rumleriller innenfor vegoppmerkingen
- Forsterket midtoppmerking med sinusriller
  - Dobbel plan sperrelinje c/c 1,0 meter med sinusriller innenfor vegoppmerkingen
  - Plan/profilert kjørefeltlinje med sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen

Sinusriller gir betydelig mindre støy til omgivelsene enn rumleriller og profilert vegoppmerking, og vil være gunstig i områder som er sårbar for støy. Innvendig støy i kjøretøy, sammen med vibrasjon i ratt/kjøretøy, synes å gi tilstrekkelig varsel for å vekke oppmerksomhet hos en ukonsentrert sjåfør. Det må gjøres vibrasjonsmålinger for å kunne si om dette er tilstrekkelig til å vekke en sjåfør ved avsovning.

Forsterket midtoppmerking bidrar til øket sidevegs avstand mellom møtende kjøretøyer. Det har i denne undersøkelsen ikke vært mulig å påvise endringer i fartsnivået ved ulike typer midtoppmerking, men med utgangspunkt i tidligere undersøkelser antas det at forsterket midtoppmerking reduserer fartsnivået.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Samferdsel	Transport
GRUPPE 2	Vegtrafikk	Road Transport
EGENVALGTE	Rumlestriper	Rumble Strips
	Fartsnivå	Speed Level
	Sidevegs plassering	Lateral Position



## FORORD

Denne rapporten inneholder resultater fra et prosjekt som SINTEF Teknologi og samfunn, avdeling Transportforskning, og SINTEF IKT, avdeling Akustikk, har gjennomført på oppdrag for Statens vegvesen Vegdirektoratet.

Prosjektet har hatt som målsetting å foreta evaluering av ulike typer forsterket midtoppmerking hvor både rumleriller, sinusriller og profilert vegoppmerking inngår. Evalueringen omfatter effekter på kjøretøyenes sidevegs plassering i vegbanen, fart og støy ved overkjøring.

Ved gjennomføring av prosjektet har prosjektleder hos Vegdirektoratet vært senioringeniør Bjørn Skaar. Hos SINTEF har seniorrådgiver Terje Giæver vært prosjektleder, som sammen med forsker Thomas Engen og ingeniør Frode Haukland har skrevet denne rapporten.

Feltregistreringene i dette prosjektet er utført av Thomas Engen og Frode Haukland, som henholdsvis har hatt ansvar for trafikkregistreringer og støymålinger.

Trondheim, januar 2010



Roar Norvik  
Fungerende forskningssjef



## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>INNHALDSFORTEGNELSE</b> .....	<b>5</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>11</b>
1.1 Bakgrunn.....	11
1.2 Mål for prosjektet.....	11
1.3 Arbeidsbeskrivelse.....	14
<b>2 Gjennomføring av registreringer</b> .....	<b>15</b>
2.1 Målepunkter .....	15
2.2 Tidspunkt for registreringer .....	20
2.3 Vær- og føreforhold .....	20
<b>3 Resultater</b> .....	<b>21</b>
3.1 Innledning .....	21
3.2 Fart .....	21
3.3 Sidevegs plassering.....	24
3.4 Støy .....	29
3.4.1 Innledning .....	29
3.4.2 Måleresultater.....	30
3.4.3 Vurdering av resultater.....	36
<b>4 Oppsummering</b> .....	<b>37</b>
4.1 Fart .....	37
4.2 Sidevegs plassering.....	37
4.3 Støy .....	38
<b>5 Litteratur</b> .....	<b>40</b>
<b>Vedlegg 1: Sammenheng mellom fart og trafikkmengder på timesbasis</b> .....	<b>41</b>
<b>Vedlegg 2: Sammenheng mellom kjøretøyenes sidevegs plassering og trafikkmengde på timesbasis</b> .....	<b>47</b>
<b>Vedlegg 3: Sidevegs plassering for et gjennomsnittlig lett og tungt kjøretøy i de ulike målepunktene</b> .....	<b>53</b>





## SAMMENDRAG

### Ulike typer forsterket midtoppmerking

Rapporten gjengir resultatene fra en undersøkelse av hvordan ulike typer forsterket midtoppmerking påvirker kjøreatferd og støy ved overkjøring. Det er foretatt målinger på E6 og Rv4 i Hedmark og Oppland. Følgende typer midtoppmerking inngår i undersøkelsen:

- Tradisjonell midtlinjeoppmerking
  - Plan varsellinje
- Forsterket midtoppmerking med rumleriller
  - Dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 meter med rumleriller innenfor vegoppmerkingen
- Forsterket midtoppmerking med sinusriller
  - Dobbel plan sperrelinje c/c 1,0 meter med sinusriller innenfor vegoppmerkingen
  - Plan kjørefeltlinje med sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen

### Fart

Det har i denne undersøkelsen ikke vært mulig å påvise endringer i fartsnivået ved ulike typer midtoppmerking, men med utgangspunkt i tidligere undersøkelser antas det at forsterket midtoppmerking reduserer fartsnivået.

Det antas at forsterket midtoppmerking med dobbel sperrelinje c/c 1,0 meter og rumleriller/sinusriller vil kunne redusere fartsnivået med 1-3 km/t sammenlignet med en tradisjonell midtlinjeoppmerking. Hvorvidt det benyttes rumleriller eller sinusriller innenfor vegoppmerkingen tror vi ikke har betydning for fartsnivået.

Effekten av å etablere sinusriller utenfor midtlinjen har sannsynlig mindre betydning for fartsnivået. Praktisk kjørefeltbredde vil være uendret ved et slikt tiltak fordi kantlinjen flyttes like mye som bredden av sinusrillen.

### Sidevegs plassering

Resultatene fra registreringene viser at ulike typer vegoppmerking, rumleriller og sinusriller har betydning for hvordan kjøretøyene plasserer seg i forhold til vegens senterlinje. Tabellen nedenfor viser kjøretøyenes sidevegs forflytning bort fra vegens senterlinje ved ulike typer forsterket midtoppmerking med bredde på 1,0 meter. Utgangspunktet er en veg med enkel plan varsellinje uten rumleriller eller sinusriller.

Linjetype	Sidevegs forflytning bort fra vegens senterlinje (meter)
Enkel plan varsellinje	0
Dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 m og rumleriller innenfor	0,40-0,45
Dobbel plan sperrelinje c/c 1,0 m og sinusriller innenfor	0,35-0,40
Enkel plan/profilert kjørefeltlinje, og sinusriller utenfor (total bredde 1,0 m)	0,25-0,30

### Støy

I vurderingen av resultatene fra støymålingene bør det vektlegges at det er kun gjort målinger med ett tungt kjøretøy og én personbil. Spesielt nivåendringer inne i kjøretøyet vil i stor grad avhenge av konstruksjon/design. I tillegg vil nivåene både utvendig og innvendig også avhenge av hvordan man ”treffer” de oppmerkede linjene, dvs. hvor stor andel av bildekket/bildekkene som befinner seg på linjene.

På grunnlag av de måleresultatene som foreligger kan vi trekke disse konklusjonene:

- Kjøring på rumleriller gir den høyeste støyøkning både innvendig og utvendig for lett og tung bil. En økning på mer enn 20 dB for enkelte frekvenser vil klart være hørbart, og siden økningen kommer stort sett i frekvenser lavere enn 200 Hz vil den også være hörbar/sjenerende innendørs.
- Endring i støynivå for profilert sperrelinje ser ut til å være mer hastighetsavhengig for lett bil enn for tung bil.
- Sinusriller gir ingen merkbar økning av utvendig (A-veid) maksimalnivå, verken for tung eller lett bil. En slik oppmerking er altså gunstig dersom man ønsker å unngå økt støy til omgivelsene. Innvendig i bil gir sinusrillene endringer i støynivå stort sett ved svært lave frekvenser (som øret er mindre følsomme for), men sammen med en eventuell vibrasjon i ratt/karosseri (ikke målt her) vil det kunne gi tilstrekkelig varslings.
- For strekninger der støysvakt underlag er benyttet vil det være interessant å undersøke om sinusriller medfører tilstrekkelig akustisk varslings.
- For kjøretøyene benyttet her oppleves kjøring på sinusriller som tilstrekkelig mekanisk varsel for å vekke oppmerksomhet hos en ukonsentrert sjåfør. Om det er nok til å vekke en sovende sjåfør er vanskelig å si noe om, uten å analysere mekaniske vibrasjonsmålinger. En mer omfattende undersøkelse av sinusriller anbefales, der også vibrasjonsmålinger inkluderes.

## SUMMARY

### Central barriers road markings and rumble strips

The report presents the results of a study of how different types of enhanced centre markings affect driving behavior and noise level at overrun. It is made measurements on the E6 and Rv4 in Hedmark and Oppland county of Norway. The following road markings and rumble strips are included in the survey:

- Traditional centre line markings
  - Level warning line
- Enhanced centre line markings and rumble strips
  - Double profiled barrier line c/c 1.0 meter with rumble strips within the barrier lines
- Enhanced centre line markings and sinus rumble strips
  - Double level barrier line c/c 1.0 meter with sinus rumble strips within the barrier lines
  - Profiled and level lane line with sinus rumble strips on both sides of the lane line

### Speed

It has in this study not been possible to detect changes in speed levels at different types of centre markings, because the road design and alignment seems to affect the speed much more than the different markings. However, it is assumed that enhanced centre markings reduce the speed level.

Based on previous studies double profiled barrier line c/c 1.0 meter with rumble strips within the lines reduce the average speed with 1-3 km/h. compared with traditional centre line markings. Whether it is used rumble strips or sinus rumble strips within the barrier lines we do not believe have significance for the speed level.

Establishing sinus rumble strips outside a single centre line has probably less effect on the speed level. Practical lane width will be unchanged by such markings because the edge line is moved as much as the width of the sinus rumble strip.

### Lateral position

The results from the measurements show that different types of road markings, rumble strips and sinus rumble strips are significant for the lateral position of the vehicles related to the centre line of the road. The table below shows the relative average lateral movement away from the centre line of the road by different types of central barriers with a width of 1.0 meters. The average lateral movement is related to a road with only a single warning line in the middle of the road.

<b>Line type</b>	<b>Average lateral movement away from the centre of the road (meter)</b>
Single level warning line	0
Double profiled barrier line c/c 1,0 m and rumble strips within the lines	0,40-0,45
Double level barrier line c/c 1,0 m and sinus rumble strips within the lines	0,35-0,40
Single level/profiled lane line, and sinus rumble line outside (total width 1,0 m)	0,25-0,30

### Noise level

When evaluating the results it must be taken into account that the noise measurements are carried out with only one heavy vehicle and one passenger car. Especially noise level changes inside the vehicle are depending on the construction / design of the vehicle. Levels of both exterior and interior noise also depend on how much of the tire located on the selection lines when doing the recordings.

On the basis of the measurement results available, we can draw the following conclusions:

- Driving on rumble strips provides the highest noise increase both inside and outside the vehicle (both heavy vehicle and passenger car). An increase of more than 20 dB for some frequencies will be clearly audible, and since the increase comes largely in the frequencies below 200 Hz it will also be audible / annoying indoors.
- Changes in noise levels for profiled barrier lines seem to be more dependent on speed for the personal car than for the heavy vehicle.
- Sinus rumble strips make no perceptible increase in exterior maximum noise level (A-weighted), neither for the heavy vehicle nor the personal car. Sinus rumble strips are therefore beneficial if it is desirable to avoid increased noise to the surroundings. Inside the car the sinus rumble strips generally result in an increase in noise level only at very low frequencies, such as the ear is less sensitive to. Noise at low frequencies can however cause a vibration in the car (not measured here), and can be able to give adequate warning to the driver.
- For roads with low noise surface, it would be interesting to investigate whether the sinus rumble strips provides sufficient acoustic warning.
- Driving on sinus rumble strips is perceived to provide sufficient mechanical alert (vibration) to attract attention to a driver which is not focused on the driving task. Whether this is enough to wake a sleeping driver is hard to say without carrying out mechanical vibration measurements. A more extensive study, where mechanical vibration measurements are included, is recommended.

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Som en del av trafikksikkerhetsarbeidet har det i de senere årene vært eksperimentert med ulike løsninger av forsterket midtoppmerking med rumleriller og profilert vegoppmerking (tidligere benevnt som midtfelt). Tiltakene er evaluert og det er funnet at avstanden mellom motgående trafikkløp øker betydelig (Giæver, 2007). Fartsnivået blir i mindre grad påvirket, men det er en tendens til en svak fartsreduksjon.

Som et alternativ til denne type markering ønsker Vegdirektoratet å teste ut såkalte ”sinusformede rumleriller”, senere kun benevnt som *sinusriller*. Bakgrunnen for bruk av sinusriller er at disse gir mindre støy til omgivelsene enn tradisjonelle rumleriller, noe som er spesielt viktig i områder med bebyggelse. Sinusrillene benyttes kun sammen med midtlinjeoppmerking med plane linjer. Tradisjonelle rumleriller blir i denne rapporten kun benevnt som *rumleriller*.

Det er foretatt fresing av sinusriller på flere parseller av E6 i Hedmark og Oppland, fra Akershus grense til Lillehammer. Sinusrillene er kombinert med flere typer midtlinjeoppmerking. Vegdirektoratet har bedt SINTEF om å evaluere tiltaket, spesielt med tanke på kjøretøyenes plassering i vegbanen, fartsnivå og støy ved overkjøring.

### 1.2 Mål for prosjektet

Det skal foretas evaluering av ulike typer forsterket midtoppmerking på 2 vegstrekninger på E6 i Region øst. Både rumleriller, sinusriller og profilert vegoppmerking inngår i dette opplegget. Evalueringen skal omfatte effekter på kjøretøyenes sidevegs plassering i vegbanen, fart og støy ved overkjøring.

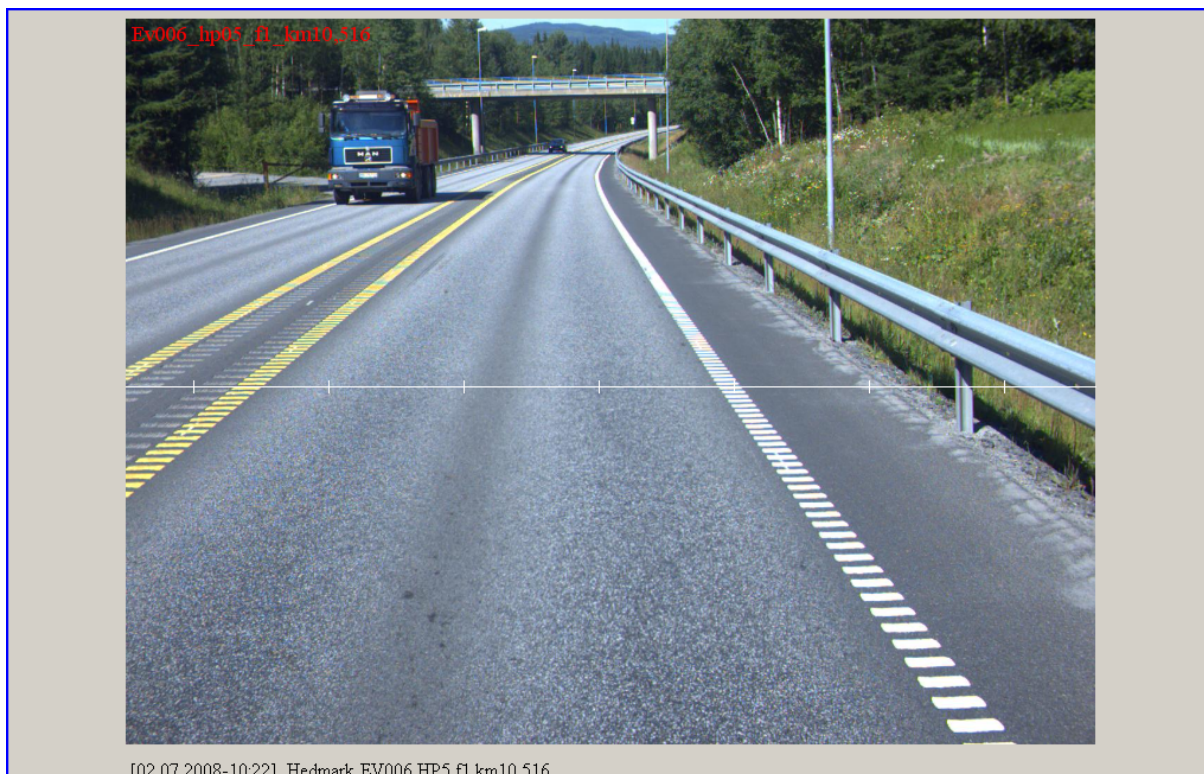
Det skal utføres en relativ sammenligning av de nevnte parametere ved:

- Tradisjonell midtlinjeoppmerking
  - Plan varsellinje
- Forsterket midtoppmerking med rumleriller
  - Dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 meter med rumleriller innenfor vegoppmerkingen
- Forsterket midtoppmerking med sinusriller
  - Dobbel plan sperrelinje c/c 1,0 meter med sinusriller innenfor vegoppmerkingen
  - Plan/profilert kjørefeltlinje med sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen

Bilder som viser ulike typer midtoppmerking som er evaluert er vist i **Figur 1.1-Figur 1.5** på de neste sidene.



*Figur 1.1 Tradisjonell midtoppperking med plan varsellinje*



*Figur 1.2 Forsterket midtoppperking med dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 meter med rumleriller innenfor vegoppmerkingen*



*Figur 1.3 Forsterket midtoppmerking med dobbel plan sperrelinje c/c 1,0 meter med sinusriller innenfor vegoppmerkingen*



*Figur 1.4 Forsterket midtoppmerking med profilert kjørefeltlinje og sinusriller utenfor vegoppmerkingen*



*Figur 1.5 Forsterket midtoppmerking med plan kjørefeltlinje og sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen*

### **1.3 Arbeidsbeskrivelse**

De trafikale registreringene er foretatt med TIRTL (The Infra Red Traffic Logger) som både registrerer kjøretøyenes fart, kjøretøyenes sidevegs plassering i vegbanen samt ulike karakteristika for det enkelte kjøretøy. Målingene er gjennomført over ca ett døgn i hvert enkelt punkt. På denne måten sikrer man å fange opp eventuelle forskjeller i trafikantenes kjøremåte over døgnet. Punktregistreringene omfatter begge kjøreretninger. Usikkerheten i sidevegs plassering ved bruk av dette utstyret antas å ligge innenfor 2-5 cm. Når det gjelder kjøretøyenes fart ligger usikkerheten innenfor 1%.

Støymålingene er foretatt med utstyr av typen Norsonic Nor121 Real Time Analyser påkoblet Norsonic målemikrofon1201/23574. Det er gjort målinger både innvendig i bil og utvendig til side for vegbanen. Hastighetsmåling (for kontroll av målebilens hastighet) er gjort med VBOX fra Racelogic (GPS-basert).

Støymålingene er gjort med 2 definerte kjøretøy, én personbil og ett tungt kjøretøy. Kjøretøyene har foretatt kontrollerte overkjøringer av linjer/rumleriller/sinusriller i målepunktene. Det ble foretatt målinger samtidig inne i bilen og utvendig i kjent avstand ved skiltet hastighet (80 km/t).

For å få inntrykk av variasjon i hastighet valgte man å kjøre i 60 km/t og 80 km/t for alle målinger med unntak av tung bil. På grunn av stor trafikkmengde ved måletidspunkt ble det vurdert som uforsvarlig å kjøre i 60 km/t med tung bil, og det ble derfor kun kjørt i 80 km/t.

De enkelte målepunktene for trafikkregistreringer og støymålinger er nærmere beskrevet i kapittel 2. Resultater fra registreringene er vist i kapittel 3.



## 2 Gjennomføring av registreringer

### 2.1 Målepunkter

I *Figur 2.1-Figur 2.6* nedenfor er det vist bilder fra de trafikale målepunktene.

Det er i alt 6 målepunkt som dekker begge kjøreretninger. Det er dobbel sperrelinje i 3 punkter, hvorav 1 punkt med rumleriller og 2 punkt med sinusriller innenfor vegoppmerkingen. 2 punkter har kjørefeltlinje med sinusriller utenfor, og 1 punkt har varsellinje uten noen form for freste riller i vegbanen.



*Figur 2.1 Målepunkt på E6 i Hedmark (Hp5 km10,55). Forsterket midtoppmerking med dobbel profilert sperrelinje og rumleriller innenfor vegoppmerkingen.*



*Figur 2.2 Målepunkt på Rv4 (Hp9 km10,3). Tradisjonell midtoppmerking med plan varsellinje.*



*Figur 2.3 Målepunkt på E6 i Oppland (Hp2 km1,0). Forsterket midtoppmerking med profilert kjørefeltlinje og sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen.*



*Figur 2.4 Målepunkt på E6 i Oppland (Hp3 km2,6). Forsterket midtoppmerking med plan kjørefeltlinje og sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen.*



*Figur 2.5 Målepunkt på E6 i Oppland (Hp3 km3,8). Forsterket midtoppmerking med dobbel plan sperrelinje og sinusriller innenfor vegoppmerkingen.*



Figur 2.6 Målepunkt på E6 i Oppland (Hp3 km8,2). Forsterket midtoppperking med dobbel plan sperrelinje og sinusriller innenfor vegoppmerkingen.

En kartoversikt som viser den geografiske plasseringen av målepunktene er vist i **Figur 2.7**.



Figur 2.7 Oversikt over målepunkt for trafikale registreringer.

En oversikt over oppmerking og vegens tverrprofil i målepunktene er vist i **Tabell 2.1**.

*Tabell 2.1 Vegens tverrprofil på målestedene*

Sted	Oppmerking	Skulder	Kjørefelt 1	Midtmarkering	Kjørefelt 2	Skulder	Total bredde
E6 hp5 km10,55 (Hedmark)	Dobbel profilert sperrelinje, rumleriller innenfor vegoppmerkingen	1,23	3,52	1,12	3,47	1,05	10,39
Rv4 hp9 km10,3 (Oppland)	Plan varsellinje	1,07	3,41	0,15	3,50	1,25	9,33
E6 hp2 km1,0 (Oppland)	Profilert kjørefeltlinje, sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen	0,60	4,01 (3,61)*	(0,80)**	3,95 (3,55)	0,70	9,26
E6 hp3 km2,6 (Oppland)	Plan kjørefeltlinje, sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen	0,65	3,99 (3,61)*	(0,75)**	3,92 (3,54)	0,50	9,06
E6 hp3 km3,8 (Oppland)	Dobbel plan sperrelinje, sinusriller innenfor vegoppmerkingen	0,23	3,46	0,99	3,47	0,78	8,93
E6 hp3 km8.2 (Oppland)	Dobbel plan sperrelinje, sinusriller innenfor vegoppmerkingen	0,63	3,56	0,93	3,46	0,80	9,38

\* Praktisk kjørefeltbredde når en trekker fra bredden til sinusrillen

\*\* Total bredde på midtoppmerking inklusiv sinusrillene

Støymålinger ble gjort på 2 steder; ett punkt henholdsvis sør og nord for Mjøsbrua. Bilder fra disse punktene er vist i **Figur 2.8** og **Figur 2.9**.



*Figur 2.8 Støymåling på E6 i Hedmark sør for Mjøsbrua (Hp5 km8,5)*

I punktet sør for Mjøsbrua ble det målt støy fra kjøring både på rumlrille, profilert vegoppmerking samt utenfor oppmerkingen. Her er det forsterket midtoppmerking med dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 meter og rumleriller innenfor vegoppmerkingen.

I punktet nord for Mjøsbrua ble det målt støy fra kjøring på sinusrille samt utenfor midtoppmerkingen. Dette punktet er det samme som én av de trafikale målingene ble gjennomført i, og her er det forsterket midtoppmerking med profilert kjørefeltlinje og sinusriller på begge sider av vegoppmerkingen.

Kjøretøyene som foretok kontrollerte overkjøringer av profilert vegoppmerking, rumleriller og sinusriller er vist i **Figur 2.9** og **Figur 2.10**. Det ”lette” kjøretøyet var en VW Golf og det ”tunge” kjøretøyet en Volvo FL250 fra Mesta.



*Figur 2.9 Støymåling på E6 nord for Mjøsbrua (Hp2 km1,0) med tung bil. Det lette kjøretøyet står parkert i lommen til venstre i bildet.*



*Figur 2.10 Bil fra Mesta som foretok kontrollerte overkjøringer av profilert vegoppmerking, rumleriller og sinusriller.*



*Figur 2.11 Kontrollert overkjøring av profilert vegoppmerking sør for Mjøsbrua (E6 Hp5 km8,5)*

## **2.2 Tidspunkt for registreringer**

Registreringene ble gjennomført i perioden 8.-10. september 2009.

## **2.3 Vær- og føreforhold**

Det var opphold og lettskyet/delvis skyet vær på registreringsdagene.

### 3 Resultater

#### 3.1 Innledning

I dette kapitlet er det vist detaljerte resultater for henholdsvis fart og kjøretøyenes sidevegs plassering, samt resultater fra støymålingene.

#### 3.2 Fart

I Vedlegg 1 er det vist sammenheng mellom fart og trafikkmengder på timesbasis for henholdsvis lette og tunge kjøretøy i de ulike målepunktene. Generelt ligger fartsnivået for lette kjøretøy noe høyere enn for tunge kjøretøy, men ved økende trafikk opp mot 500-1000 kjt/t er naturlig nok fartsnivået nokså likt. Fartsnivået for alle kjøretøy ved trafikkintensitet opp mot 100 kjt/t er i størrelsesorden 5-6 km/t høyere enn fartsnivået ved 700-1000 kjt/t. I praksis betyr dette at fartsnivået på nattestid kan være 5-6 km/t høyere enn på dagtid.

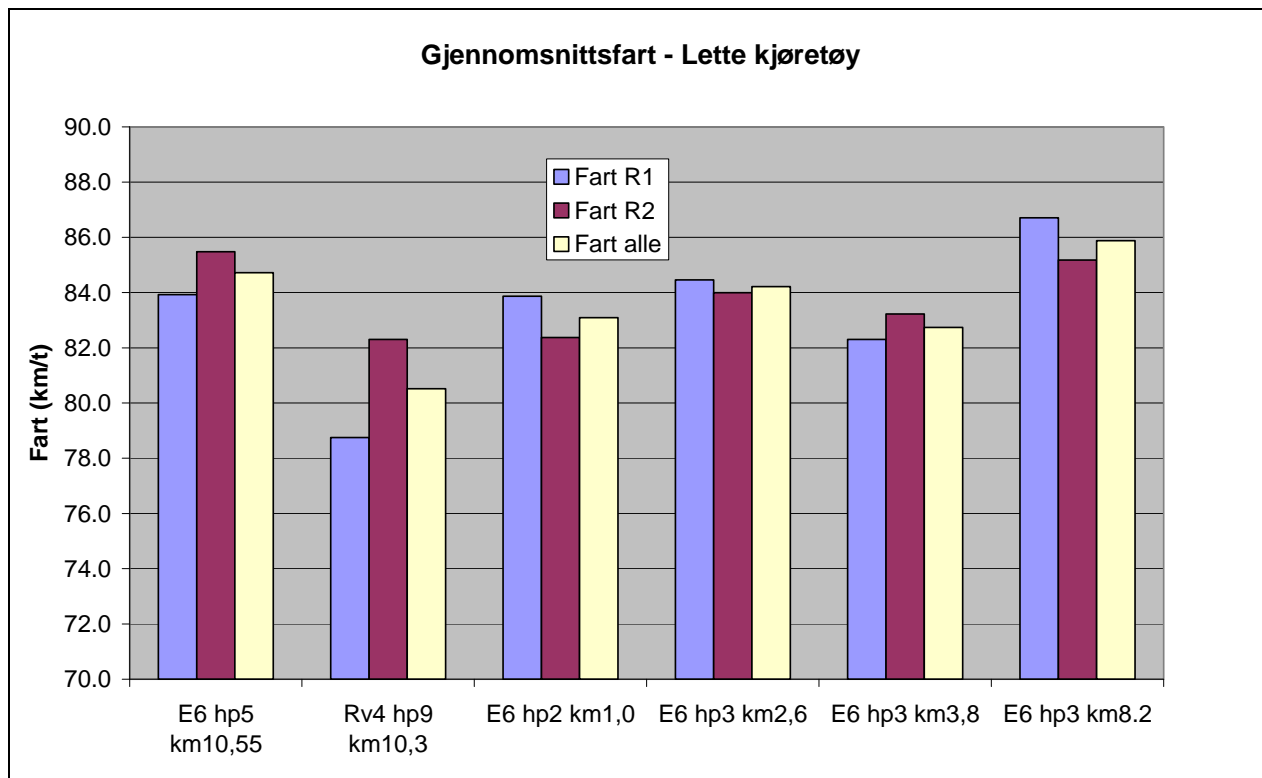
I **Figur 2.1** og **Figur 2.2** nedenfor er det vist gjennomsnittsfart for henholdsvis lette og tunge kjøretøy i hvert av målepunktene. Farten er både vist for hver enkelt samt begge kjøreretninger.

Figurene viser at det er noe, men relativt liten forskjell i gjennomsnittsfarten mellom kjøreretningene. Forskjellene er nokså like både for tunge og lette kjøretøy. I Tabell 3.1 er det angitt mulige årsaker til fartsforskjellene ut fra vegens utforming. Med utgangspunkt i stigningsforhold, kjørefelt- og skulderbredde samt tilstedeværelsen av rekkverk er det mulig å forklare fartsforskjellene.

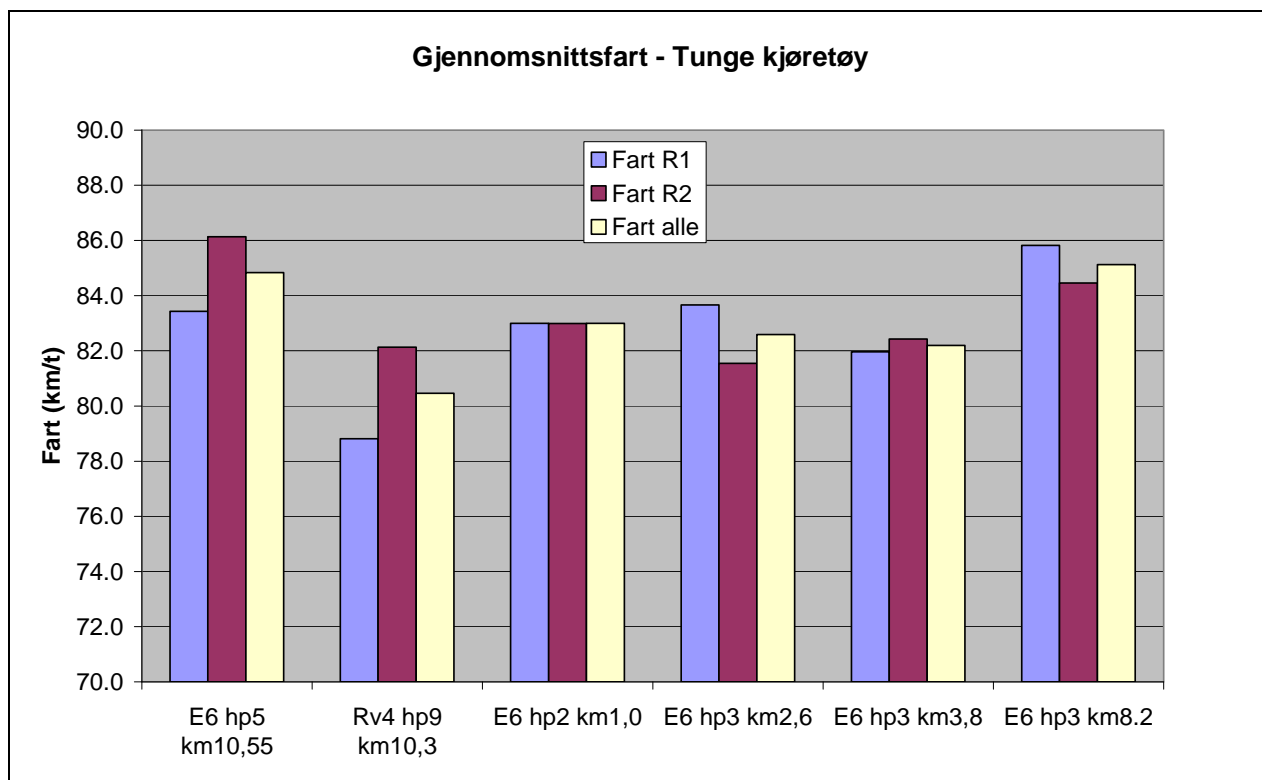
*Tabell 3.1 Årsaker til fartsforskjeller mellom kjøreretningene i de enkelte målepunkt. Lette kjøretøy.*

Sted	Retning 1	Farts-forskjell R2-R1 *) (lette kjt)	Forklaring på fartsforskjell mellom kjøreretninger ut fra vegens utforming
E6 hp5 km10,55 (Hedmark)	nordover	+1,6	Nedoverbakke i R2 på 2-3% har sannsynlig større virkning enn at kjørefelt- og skulderbredden er hhv 5 og 20 cm større i R1 enn i R2
Rv4 hp9 km10,3 (Oppland)	nordover	+3,6	Flat veg. R2 har hhv 10 og 20 cm større kjørefelt- og skulderbredde enn i R1. Videre er det rekkverk i R1, men ikke i R2.
E6 hp2 km1,0 (Oppland)	sørover	-1,5	Flat veg. Det er rekkverk i R2, men ikke i R1. R1 har 5 cm bredere kjørefelt enn i R2, men på den annen side har R2 10 cm bredere skulder.
E6 hp3 km2,6 (Oppland)	sørover	-0,5	Nedoverbakke i R1 på 1,5%. R1 har hhv 5 og 15 cm større kjørefelt- og skulderbredde enn i R2.
E6 hp3 km3,8 (Oppland)	nordover	+0,9	Flat veg. Kjørefeltbredden er lik i begge retninger, men R2 har 55 cm bredere skulder enn i R1. Det er dessuten rekkverk kun i R1.
E6 hp3 km8.2 (Oppland)	sørover	-1,4	Flat veg. Det er rekkverk i R2, men ikke i R1. R1 har 10 cm bredere kjørefelt enn i R2, men på den annen side har R2 15 cm bredere skulder.

\*) R2-R1 uttrykker fartsforskjell mellom måleretning 2 og 1



Figur 3.1: Gjennomsnittsfart for **lette kjøretøy** fordelt på retning i målepunktene



Figur 3.2: Gjennomsnittsfart for **tunge kjøretøy** fordelt på retning i målepunktene

Ser en på begge kjøreretninger samlet blir gjennomsnittlig fartsforskjell mellom de ulike målepunktene som vist i Tabell 3.2.



Tabell 3.2 Fartsforskjeller mellom de ulike målepunkt for hhv lette og tunge kjøretøy relatert til målepunkt med lavest fart (Rv4 hp9 km10,3)

Sted	Fartsdifferanse i forhold til målepunkt på Rv4 (km/t)			Type midtoppmerking
	Lette kjt	Tunge kjt	Alle kjt	
1-E6 hp5 km10,55 (Hedmark)	4,2	4,4	4,2	Dobbel profilert sperrelinje, rumleriller innenfor
2-Rv4 hp9 km10,3 (Oppland)	0	0	0	Plan varsellinje
3-E6 hp2 km1,0 (Oppland)	2,6	2,5	2,6	Profilert og plan kjørefeltlinje, sinusriller på begge sider
4-E6 hp3 km2,6 (Oppland)	3,7	2,1	3,3	
5-E6 hp3 km3,8 (Oppland)	2,2	1,7	2,1	Dobbel plan sperrelinje, sinusriller innenfor
6-E6 hp3 km8.2 (Oppland)	5,4	4,7	5,2	

Ut fra stedlige forhold, som total vegbredde, kjørefeltbredde, ulike typer vegoppmerking, rumleriller og sinusriller, er det vanskelig å forklare hvorfor fartsnivået er lavest i målepunktet på Rv4. Det er spesielt retning 1 som har lavt fartsnivå, mens retning 2 har et fartsnivå som er mer likt de andre målepunktene.

I punkt 1 er det dobbel profilert sperrelinje med rumleriller innenfor vegoppmerkingen. Kjørefeltbredden er på 3,5 m og bredden av midtoppmerkingen på 1,1 m. Gjennomsnittlig fart i dette punktet er på 84,8 km/t.

Punkt 3 og 4 er det merket opp med henholdsvis profilert og plan kjørefeltlinje og sinusriller på begge sider. I begge punktene er ”praktisk” kjørefeltbredde 3,5 m og total bredde på midtoppmerkingen på 0,8 m (se **Tabell 2.1**). Fartsnivået er nokså likt i disse punktene med en gjennomsnittsfart på henholdsvis 83,1 og 83,8 km/t.

Punkt 5 og 6 er merket opp med dobbel plan sperrelinje med sinusriller innenfor vegoppmerkingen. I begge punktene er kjørefeltbredden 3,5 m og bredden av midtoppmerkingen på 0,9 m. Fartsforskjellen i disse punktene er noe større; med gjennomsnittsfart på henholdsvis 82,6 og 85,7 km/t.

### Oppsummering

Ut fra ovenstående er det ikke mulig å påvise om ulike kombinasjoner av vegoppmerking og rumleriller/sinusriller påvirker fartsnivået. Generelt vil det være vanskelig å finne effekten av ulike typer forsterket midtoppmerking med hensyn på fartsnivå ved bruk av metoden som er gjennomført i dette prosjektet. For å oppnå pålitelige resultat vil det kreve mange registreringspunkter. Alternativet er å foreta før-/etterundersøkelser, men dette var ikke mulig i dette prosjektet fordi all oppmerking var gjennomført da prosjektet startet opp.

Tidligere undersøkelser har vist at forsterket midtoppmerking med dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 meter på 10 meters veg fører til en fartsreduksjon på mellom 1 og 3 km/t (Giæver, 2007). Sammenligningsgrunnlaget er en 10-meters veg med enkel midtlinje (varsel- eller kjørefeltlinje), kjørefeltbredde på 3,5 m og skulderbredde på 1,5 m. Ved oppmerking med dobbel sperrelinje reduseres skulderbredden til 1,0 m mens kjørefeltbredden holdes uendret.

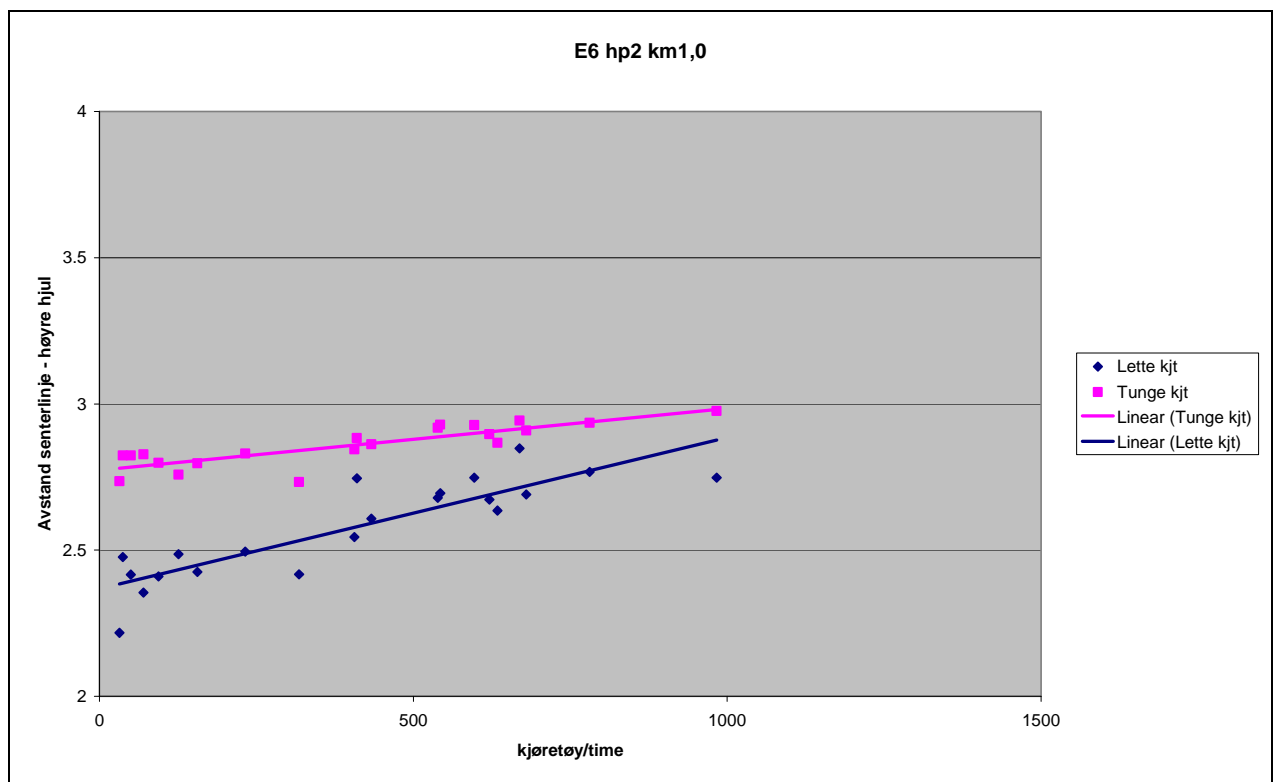
Selv om vi ikke kan påvise hvordan fartsnivået påvirkes av ulike typer midtoppmerking i dette prosjektet, antar vi at forsterket midtoppmerking med dobbel sperrelinje c/c 1,0 meter og rumleriller/sinusriller vil kunne redusere fartsnivået med 1-3 km/t sammenlignet med en

*tradisjonell midtlinjeoppmerking.* Hvorvidt det benyttes rumleriller eller sinusriller innenfor vegoppmerkingen tror vi ikke har betydning for fartsnivået.

*Effekten av å etablere sinusriller utenfor midtlinjen har sannsynlig mindre betydning for fartsnivået.* Praktisk kjørefeltbredde vil være uendret ved et slikt tiltak fordi kantlinjen flyttes like mye som bredden av sinusrillen.

### 3.3 Sidevegs plassering

I Figur 3.3 nedenfor er det vist sammenheng mellom kjøretøyenes sidevegs plassering og trafikkmengde på timebasis for lette og tunge kjøretøy i ett av registreringspunktene. I figuren er sidevegs plassering angitt som "Avstand senterlinje – høyre hjul", det vil si avstanden mellom vegens senterlinje og høyre hjulpar på kjøretøyet.

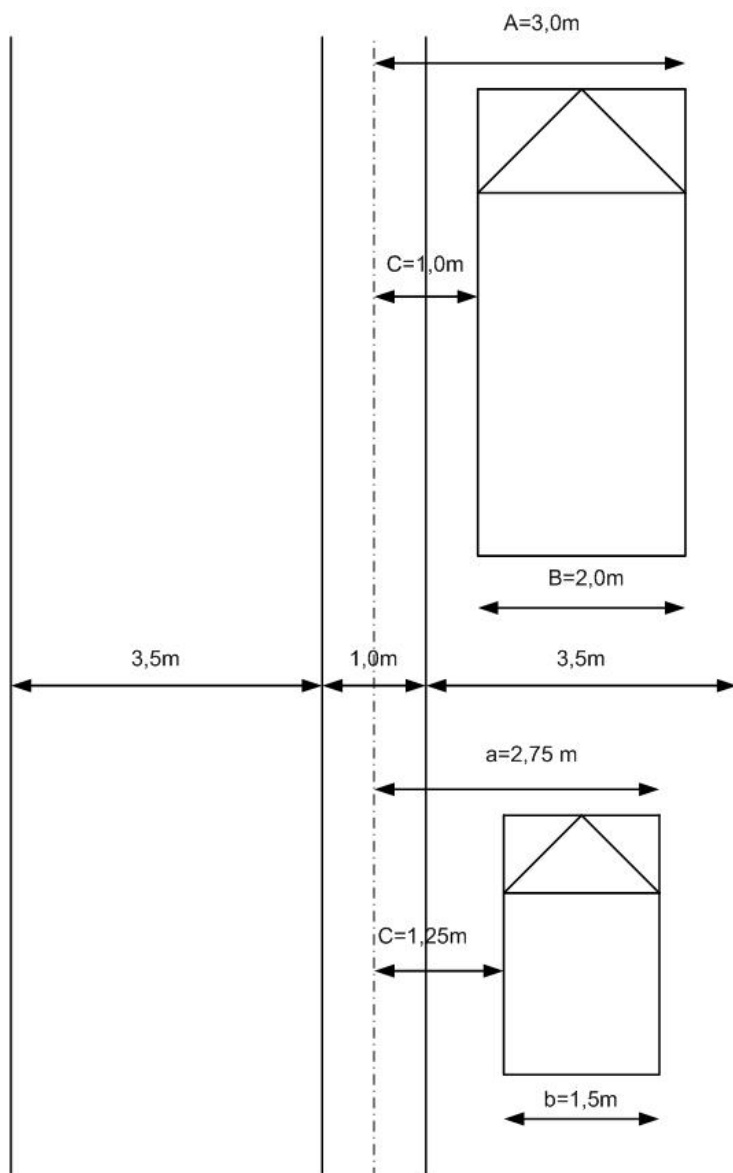


Figur 3.3 Sammenheng mellom kjøretøyenes sidevegs plassering og trafikkmengde på timebasis for lette og tunge kjøretøy. E6 hp2 km1,0 (sinusriller på begge sider av profilert kjørefeltlinje)

Ved liten trafikk er kjøretøyenes avstand fra vegens senterlinje mindre enn ved stor trafikk. Dette er nokså naturlig fordi møtende trafikk fører til at kjøretøyene legger seg mer mot høyre i kjørefeltet. Resultatene, som er vist i figuren, er nokså typisk også for de øvrige målepunktene. I Vedlegg 2 er det vist sammenheng mellom kjøretøyenes sidevegs plassering og trafikkmengde på timebasis for alle målepunkt. Lette kjøretøy har 20-40 cm større avstand til vegens senterlinje ved stor trafikk (1000 kjt/t) enn ved liten trafikk (inntil 100 kjt/t). Tilsvarende forskjell i avstand for tunge kjøretøy er 10-20 cm.

”Avstanden senterlinje-høyre hjulpar” er generelt noe større for tunge kjøretøy enn for lette kjøretøy. Dette er også nokså naturlig, se Figur 3.4 som viser prinsipp for måling av sidevegs plassering.

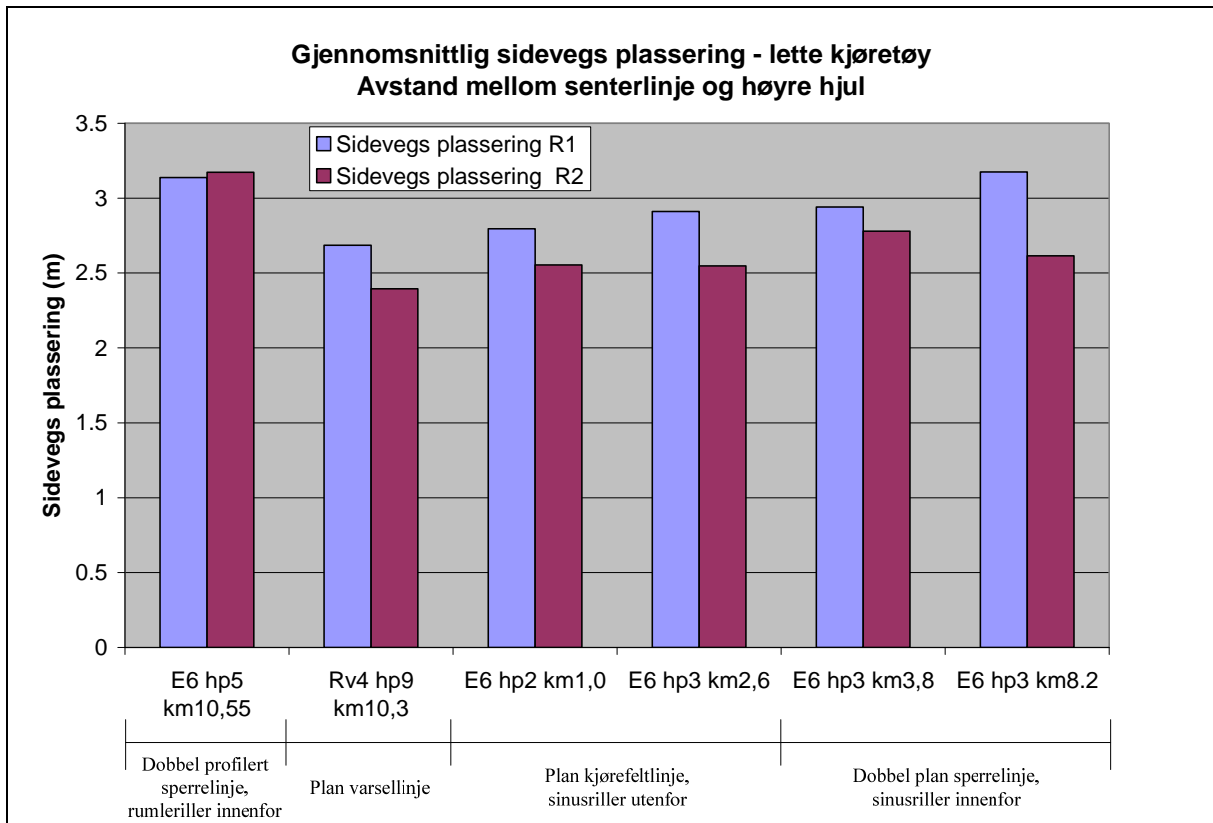
Figuren viser en veg med 3,5 meter brede kjørefelt og forsterket midtoppmerking med total bredde 1,0 m, samt et tungt og et lett kjøretøy med bredder på henholdsvis 2,0 og 1,5 meter. Begge kjøretøyene kjører sentrisk i sitt kjørefelt. Høyre hjulpar for det tunge kjøretøyet får dermed noe lengre avstand fra senterlinjen enn høyre hjulpar for det lette kjøretøyet (hvh  $A=3,00\text{m}$  og  $a=2,75\text{m}$ ). Venstre hjulpar er imidlertid noe nærmere senterlinjen på vegen for det tunge kjøretøyet sammenlignet med det lette.



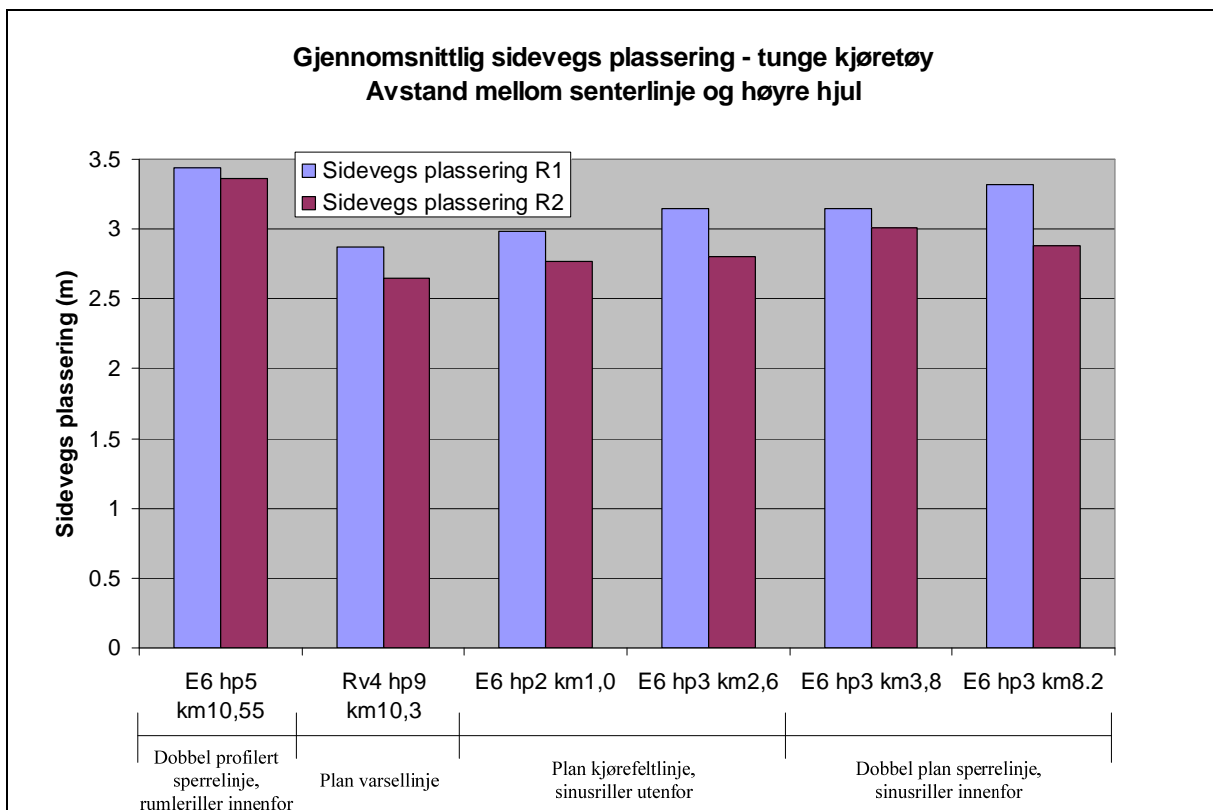
Figur 3.4 Sidevegs plassering for lette og tunge kjøretøy, prinsippskisse

I Vedlegg 3 er det vist hvordan et ”gjennomsnittlig” lett og tungt kjøretøy plasserer seg i de ulike målepunktene.

I Figur 3.5 og Figur 3.6 er det vist gjennomsnittlig sidevegs plassering for henholdsvis lette og tunge kjøretøy i ulike kjøreretninger i målepunktene. Kjøretøyene plasserer seg lengst vekk fra senterlinjen på vegen der en har dobbel sperrelinje. Minst avstand mellom kjøretøy og vegens senterlinje er det ved bruk av enkel varsellinje uten bruk av rumleriller. Dette er et naturlig resultat og i tråd med tidligere undersøkelser (Giæver, 2008). Årsaken til forskjeller i sidevegs plassering mellom kjøreretningene skyldes i første rekke ulik kjørefeltbredde og ulik horisontalkurvatur. Venstrekurve i én retning betyr høyrekurve i motsatt retning.



Figur 3.5: Gjennomsnittlig sidevegs plassering for lette kjøretøy i ulike kjøreretninger



Figur 3.6: Gjennomsnittlig sidevegs plassering for tunge kjøretøy i ulike kjøreretninger

I Tabell 3.3 nedenfor er resultatene fra Figur 3.5 og Figur 3.6 oppsummert, og viser resultater for hver enkelt kombinasjon av vegoppmerking, rumleriller og sinusriller.

Tabell 3.3: Sidevegs plassering ved ulik midtoppmerking

Linjetype, rumleriller/sinusriller (antall punkter)	Sidevegs plassering (m) Avstand senter veg – høyre hjul	
	Lette kjt	Tunge kjt
Dobbel profilert sperrelinje, ordinære rumleriller innenfor (1)	3.15 m	3.40 m
Plan varsellinje (1)	2.54 m	2.76 m
Plan/profilert kjørefeltlinje, sinusriller utenfor (2)	2.70 m	2.93 m
Dobbel plan sperrelinje, sinusriller innenfor (2)	2.88 m	3.09 m

For en nærmere vurdering av resultatene er det i følgende gjort sammenligning av:

- Dobbel profilert sperrelinje/rumleriller innenfor **versus** enkel plan varsellinje
- Dobbel profilert sperrelinje/rumleriller innenfor **versus** dobbel plan sperrelinje/sinusriller innenfor
- Dobbel plan sperrelinje/sinusriller innenfor **versus** enkel plan eller profilert kjørefeltlinje/sinusriller utenfor
- Enkel plan eller profilert kjørefeltlinje/sinusriller utenfor **versus** enkel plan varsellinje

#### Dobbel profilert sperrelinje/rumleriller innenfor **versus** enkel plan varsellinje

De lette og de tunge kjøretøyene plasserer seg henholdsvis 61 og 64 cm lengre bort fra senterlinjen ved dobbel sperrelinje med avstand på 1,1 meter. Forskjellen i sidevegs plassering virker noe stor i forhold til avstanden mellom sperrelinjene, og kan forklares med større trafikk og noe bredere kjørefelt (10 cm) i punktet med dobbel sperrelinje. Dersom man tar hensyn til dette antas det at "reell" forskjell i sidevegs plassering er ca 45-50 cm.

#### Dobbel profilert sperrelinje/rumleriller innenfor **versus** dobbel plan sperrelinje/sinusriller innenfor

De lette og de tunge kjøretøyene plasserer seg henholdsvis 27 og 31 cm lengre bort fra senterlinjen ved rumleriller. Noe av denne forskjellen kan forklares ut fra at bredden mellom sperrelinjene er noe større ved rumleriller enn ved sinusriller; ca 1,10 og 0,95 meter. Dette forklarer ca 7-8 cm av forskjellen. Videre er trafikkmengdene noe større ved rumleriller enn ved sinusriller. Dette antas å forklare 10-15 cm av forskjellen. Dersom man tar hensyn til dette antas det at "reell" forskjell i sidevegs plassering ved bruk av rumleriller kontra sinusriller er ca 5-10 cm. En mulig forklaring på et slikt resultat kan være at rumleriller er mer synlig for bilførerene enn sinusriller. En annen mulig forklaring er at profilerte linjer er mer synlige enn plane linjer i mørke.

#### Dobbel plan sperrelinje/sinusriller innenfor **versus** enkel plan eller profilert kjørefeltlinje/sinusriller utenfor

De lette og de tunge kjøretøyene plasserer seg henholdsvis 18 og 16 cm lengre bort fra senterlinjen ved dobbel sperrelinje/sinusriller innenfor enn ved enkel kjørefeltlinje med sinusriller utenfor. Her er avstanden mellom sperrelinjene ca 0,95 meter, mens avstanden mellom sinusrillene ved enkel kjørefeltlinje 0,75-0,80 meter. Dette forklarer 10 cm av forskjellen i sidevegs plassering. Praktisk kjørefeltbredde er imidlertid 10 cm større ved enkel kjørefeltlinje og sinusriller utenfor, og vil derfor virke i motsatt retning. Dersom man tar hensyn til disse forholdene antas det at "reell" forskjell i sidevegs plassering er ca 10-15 cm. Med andre ord vil

vegoppmerking føre til noe større avstand mellom møtende kjøretøy enn ”oppmerking” med sinusriller. Trafikkmengdene er om lag den samme i disse punktene, og vil dermed ikke ha noen betydning for forskjeller i sidevegs plassering.

#### Enkel plan eller profilert kjørefeltlinje/sinusriller utenfor versus enkel plan varsellinje

De lette og de tunge kjøretøyene plasserer seg henholdsvis 16 og 17 cm lengre bort fra senterlinjen ved sinusriller utenfor enkel kjørefeltlinje. Dette kan synes lite når total bredde på midtoppmerking inklusiv sinusriller er 0,75-0,80 meter. Trafikkmengdene er nokså like i de ulike punktene, og vil i liten grad føre til forskjeller i kjøretøyenes sidevegs plassering. ”Reell” forskjell i sidevegs plassering antas dermed å være i størrelsesorden 15-20 cm.

#### Oppsummering

Det er knyttet noe usikkerhet til vurderingene ovenfor, men det er ingen tvil om at midtoppmerking med sinusriller utenfor kjørefeltlinje fører til at kjøretøyene plasserer seg noe lengre bort fra vegens senterlinje. ”Forflytningen” er om lag 15-20 cm ved en midtoppmerking med bredde på 75-80 cm. Ved en midtoppmerking med bredde på 1 meter antas det at ”forflytningen” vil være 25-30 cm.

Oppmerking med dobbel sperrelinje har noe større effekt på kjøretøyenes sidevegs plassering enn ”oppmerking” med dobbel sinusrille utenfor enkel plan eller profilert kjørefeltlinje. ”Forflytningen” er ca 45-50 cm når doble profilerte sperrelinjer plasseres 55 cm fra vegens senterlinje og det er rumleriller innenfor vegoppmerkingen. Dette er i overensstemmelse med resultater fra tidligere undersøkelser. Ved tilsvarende ”oppmerking” med plane eller profilerte linjer og sinusriller utenfor er ”forflytningen” 10 cm mindre.

Med utgangspunkt i ovenstående kan man forvente endringer av kjøretøyenes sidevegs plassering ved gitt vegoppmerking, rumleriller og sinusriller i forhold til enkel varsellinje som vist i tabellen nedenfor.

*Tabell 3.4: Forventet gjennomsnittlig endring i kjøretøyenes sidevegs plassering ved ulike kombinasjoner av vegoppmerking, rumleriller og sinusriller. Midtoppmerking med bredde 1,0 m.*

<b>Linjetype</b>	<b>Sidevegs forflytning bort fra vegens senterlinje (meter)</b>
Enkel plan varsellinje	0
Dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 m og rumleriller innenfor	0,40-0,45
Dobbel plan sperrelinje c/c 1,0 m og sinusriller innenfor	0,35-0,40
Enkel plan eller profilert kjørefeltlinje, og sinusriller utenfor (total bredde 1,0 m)	0,25-0,30

### 3.4 Støy

#### 3.4.1 Innledning

Støymålingene ble utført ved hjelp av to støymålere. Begge målerne var av type Norsonic 121 påkoblet Norsonic målemikrofon 1201/23574. Den ene ble plassert i kjøretøyet med mikrofon montert på nakkestøtte ved ubemannet passasjer sete. Den andre ble plassert ved passering 8 meter fra kjøretøyets venstre side og mikrofon 1.2 meter fra bakkeplan. Strekket mellom kjøretøy og målepunkt hadde jevnt underlag.

For å få inntrykk av variasjon i hastighet har man valgt å kjøre i 60 km/t og 80 km/t for alle målinger med unntak av tung bil. På grunn av stor trafikkmengde ved måletidspunkt ble det vurdert som uforsvarlig å kjøre i 60 km/t her.

Målingene ble utført med flere repetisjoner i samme hastighet for å vurdere avvik. Som referanse ble det kjørt passering i hjulspor først for å fastslå normal passeringsstøy. Videre ble det kjørt med venstre hjulsida på oppmerkede linjer for å vurdere støy nivåforskjell dette gir. For å konstatere forskjellen mellom ulike typer oppmerkede linjer har vi sammenliknet måleverdiene med hverandre. Maksimalt A-veid støy nivå for passering er vist i tabeller, mens figurene viser sammenlikning av frekvensspekter. Tabell 3.5 viser hvor de forskjellige oppmerkede linjene ble målt.

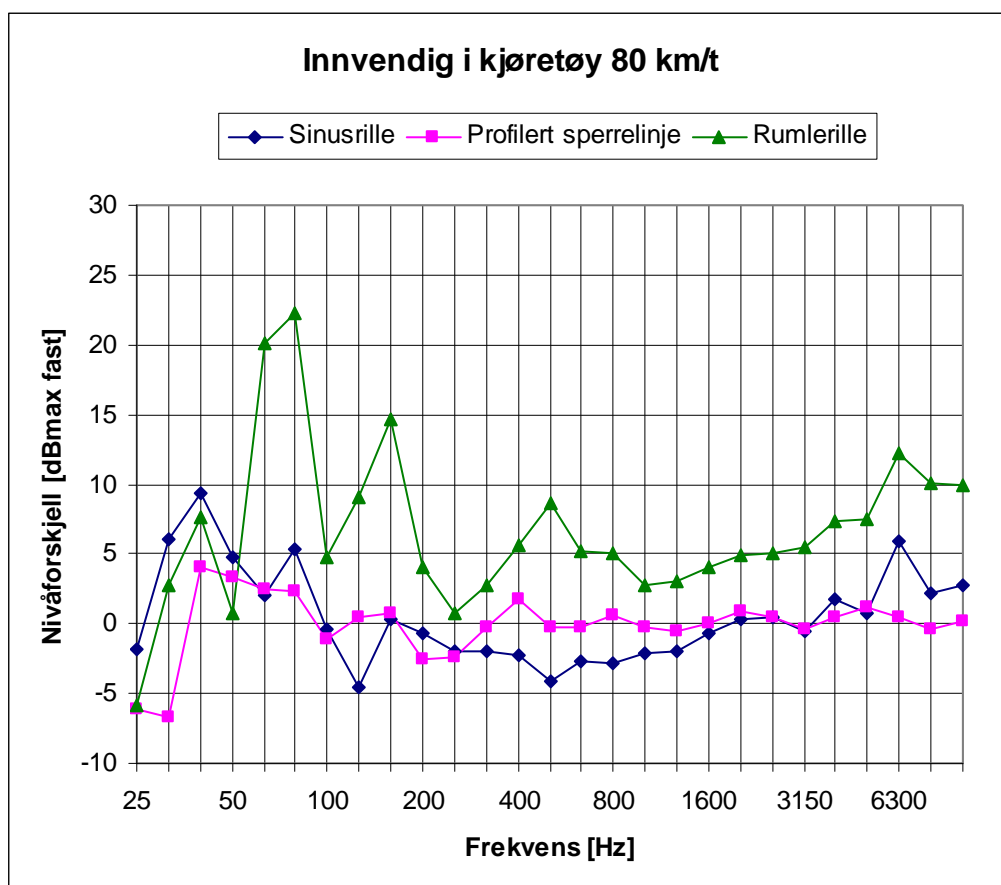
*Tabell 3.5 Lokasjon for støymålingene*

<b>Målepunkter</b>	
Målestrekning	Type linje
E6 hp2 km1,0 (Nord)	Sinusrille
E6 hp5 km8,5 (Nord)	Profilert sperrelinje
E6 hp5 km8,5 (Nord)	Rumlerille

### 3.4.2 Måleresultater

På grunn av at sinusriller ikke ligger på samme strekning som profilert sperrelinje og rumlerille er det kjørt egen referanse for dem. Referansen er trukket fra støynivået for hver måling. Resultatet av dette blir nivåendringen kjøring på aktuell linje medfører. Nivåendringene finner man i Tabell 3.6 til Tabell 3.9.

#### Tung bil – Volvo FL250



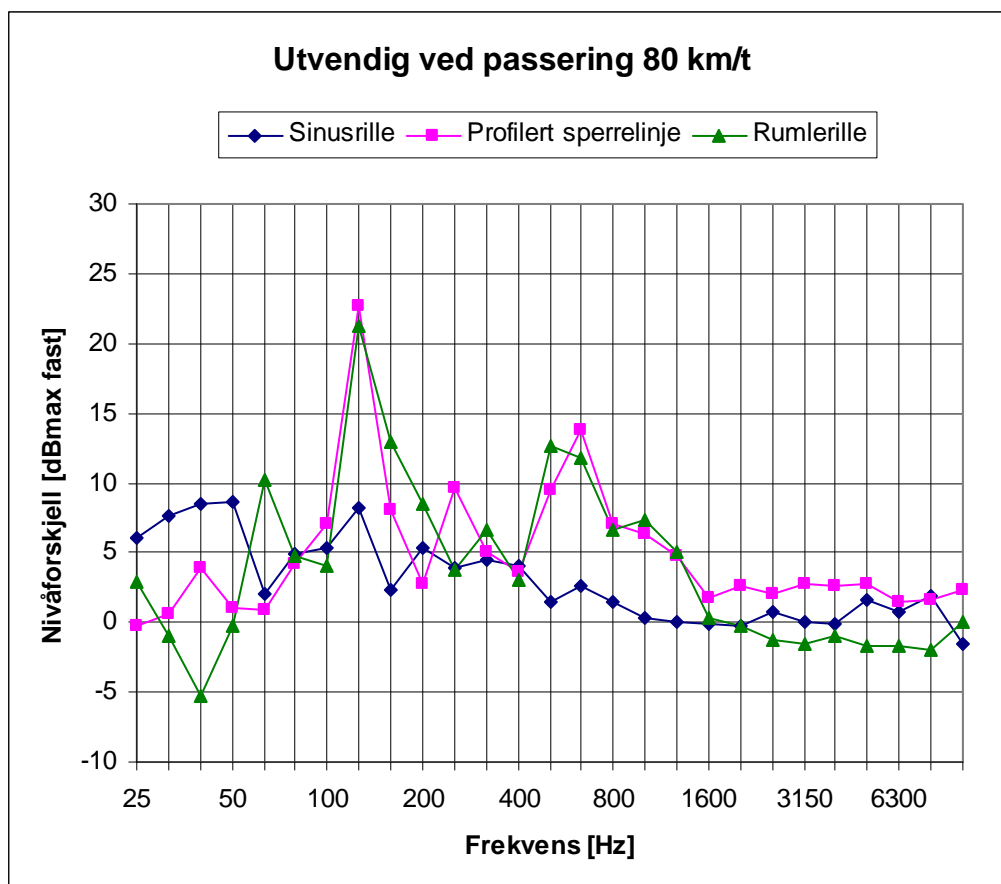
Figur 3.7 Lineært spekternivå innvendig i tung bil (forskjell mellom referanse og midtoppmerking)

Måleresultatet i Figur 3.7 viser de lineære spekternivåene målt i tung bil for ulike typer midtoppmerking hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passering får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3.6.

Tabell 3.6 A-veid maks fast støynivå i tung bil under kjøring på midtoppmerking

Innvendig i kjøretøy			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusrille	80 km/t	73.4	0.0
Profilert sperrelinje	80 km/t	73.1	0.9
Rumlerille	80 km/t	84.4	12.2





Figur 3.8 Lineært spekternivå utvendig ved 8 meters avstand fra tung bil (forskjell mellom referanse og midtoppmerking)

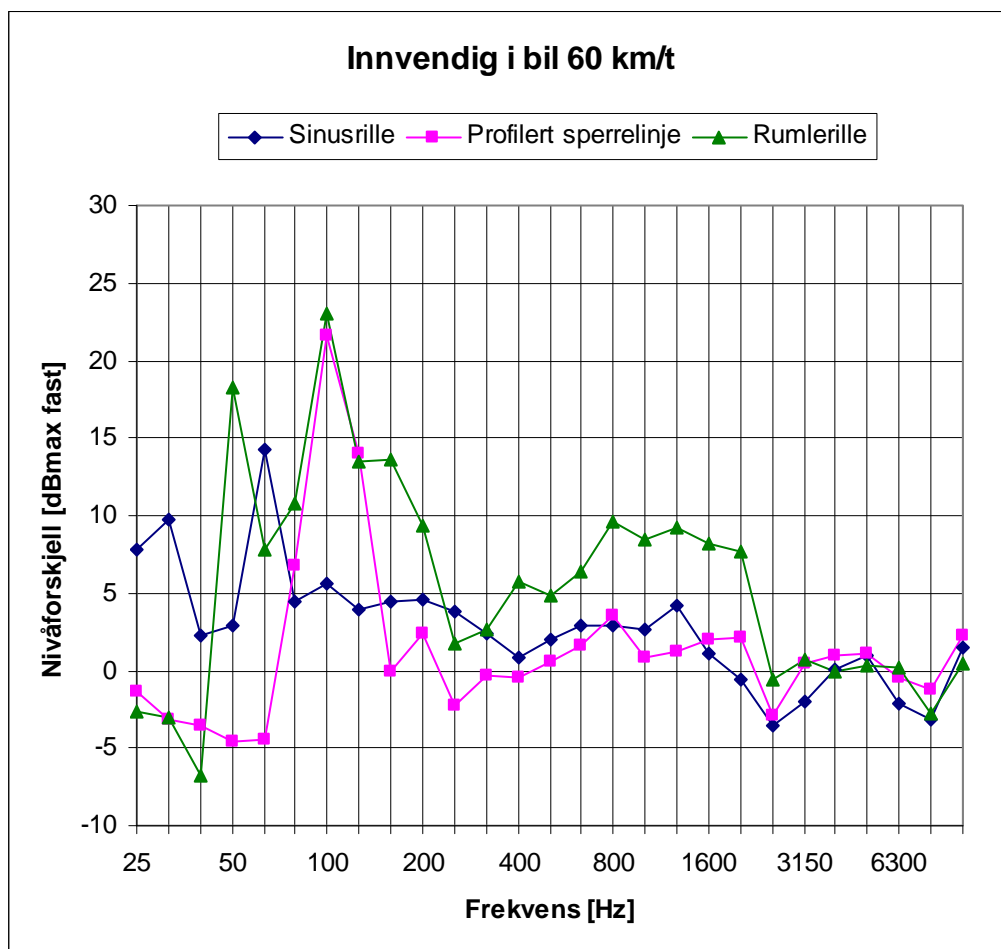
Måleresultatet i Figur 3.8 viser lineære spekternivå målt ved passering av tung bil for ulike typer midtoppmerking hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passeringer får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3.7.

Tabell 3.7 A-veid maks fast støynivå utvendig ved passering av tung bil på midtoppmerking

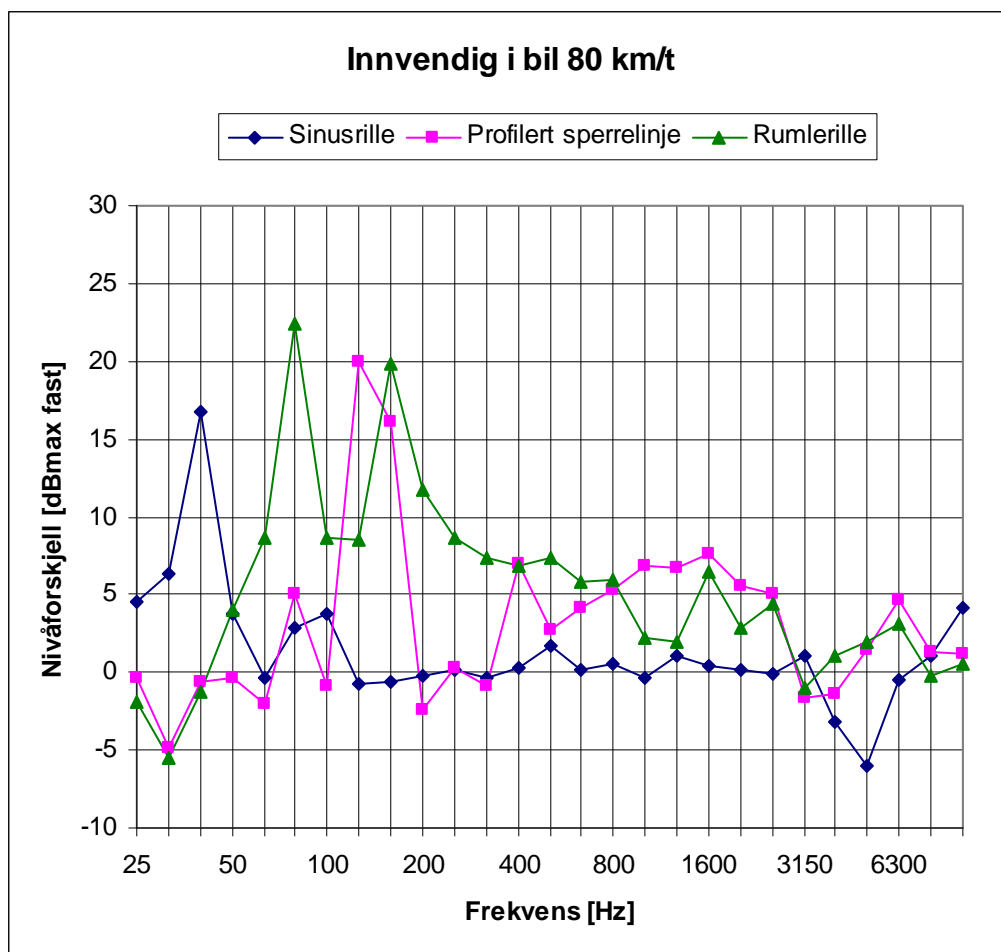
Utvendig ved passering			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusrille	80 km/t	82.8	0.0
Profilert sperrelinje	80 km/t	87.8	0.0
Rumlerille	80 km/t	91.8	4.0

A-veid maks fast støynivå for profilert sperrelinje er det samme for referansemålingen, og dette kan tyde på at den profilerte sperrelinjen er slitt.

Lett bil VW Golf 1,6 TDI:



Figur 3.9 Lineært spekternivå innvendig i lett bil (forskjell mellom referanse og midtoppmerking)

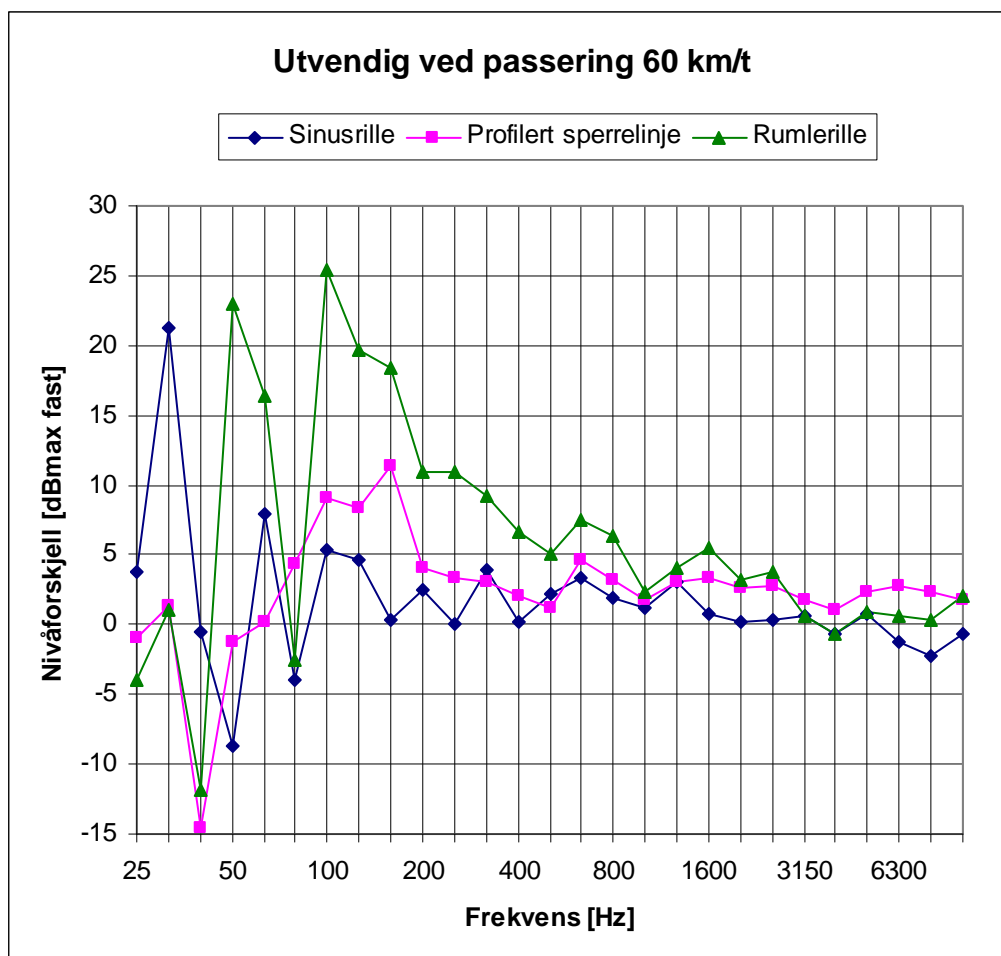


Figur 3.10 Lineært spekternivå innvendig i *lett bil* (forskjell mellom referanse og midtoppmerking)

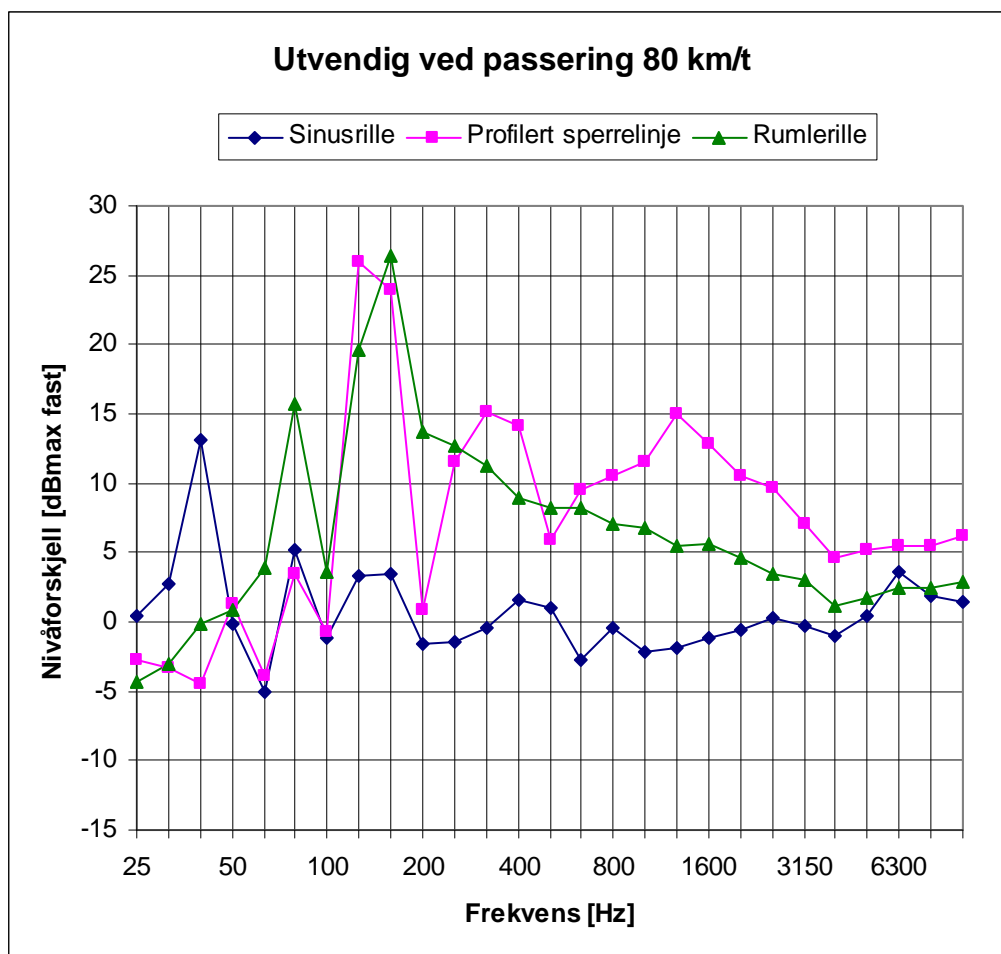
Måleresultatet i Figur 3.9 og Figur 3.10 viser lineære spekternivå målt innvendig i lett bil ved kjøring på ulike typer midtoppmerking hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passeringer får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3.8.

Tabell 3.8 A-veid maks fast støynivå innvendig i lett bil under kjøring på midtoppmerking

Innvendig i kjøretøy			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusrille	60km/t	68.8	1.9
Profilert sperrelinje	60km/t	77.0	11.8
Rumlerille	60km/t	77.9	12.6
Sinusrille	80km/t	70.0	1.1
Profilert sperrelinje	80km/t	76.7	9.5
Rumlerille	80km/t	81.0	13.7



Figur 3.11 Lineært spekternivå utvendig ved 8 meters avstand fra lett bil (forskjell mellom referanse og midtoppmerking)



Figur 3.12 Lineært spekternivå utvendig ved 8 meters avstand fra lett bil (forskjell mellom referanse og midtoppmerking)

Måleresultatet i Figur 3.11 og Figur 3.12 viser lineære spekternivå utvendig målt ved passering av lett bil for ulike typer midtoppmerking hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passeringer får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3.9.

Tabell 3.9 A-veid maks fast støynivå ved passering av lettbil på midtoppmerking.

Utvendig ved passering			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusrille	60km/t	75.5	-0.2
Profilert sperrelinje	60km/t	80.5	6.3
Rumlerille	60km/t	76.9	2.7
Sinusrille	80km/t	78.0	0.2
Profilert sperrelinje	80km/t	88.1	9.9
Rumlerille	80km/t	86.5	8.4

### 3.4.3 Vurdering av resultater

For tung bil er det kun rumleriller som gir betydelig økning av støynivå i kupé. Som man ser i Figur 3.7 er det en økning på hele 20 dB ved 70 Hz som helt klart vil merkes. De andre typene av midtoppmerking gir til sammenlikning ubetydelige økning av nivå. For utvendig passering ser vi i Figur 3.8 at både rumleriller og profilert sperrelinje gir kraftig nivåøkning, mens sinusriller gir mindre utslag.

Målingene med lett bil viser mindre spredning mellom de forskjellige linjetypene. Det som skiller dem mest er at økningen kommer ved ulike frekvenser. Resultatene i Figur 3.9 til Figur 3.12 viser en tendens mot mer lavfrekvent støy (30-40 Hz) fra sinusriller, mens for de andre ligger det 1-2 oktaver lengre opp. Dette gjelder for både målingen innvendig i bil og utvendig ved passering.

Samtidig som det ble foretatt spektermålinger, ble det også målt A-veid maks fast støynivå for hver passering. Det viser seg at ikke alle måleresultatene gir godt samsvar mellom spekternivå og de A-veide støynivå. Årsaken til at det ikke er slik kan være at man får en større økning i A-veide nivåer i det man glir inn på de oppmerkede linjene enn når man kjører midt på dem. Det kan også være at støynivået varierer sterkt ved forskjelling plassering av bildekket på de oppmerkede linjene. Gjennom målingene opplevdes det også som at de ulike linjene ikke er helt homogene og varierer i nivå over strekningen. Med dette som bakgrunn vil man kunne anta at høyeste støynivå ikke nødvendigvis oppnås i det man passerer valgt målepunkt 8 meter fra veien, men like gjerne før eller etter passering.

#### Usikkerhet

Valg av stasjonært målepunkt gir opphav til usikkerhet i måleresultatet. For å redusere denne kunne man vurdert måling med mikrofon påmontert kjøretøy slik at man får utvendig støymåling for hele passeringsforløpet. Valg av kjøretøy vil også påvirke måleresultatene, og da spesielt for innvendige nivåer, siden dette påvirkes av bilens konstruksjon. Det tunge kjøretøyet var utstyrt med tvillinghjul, som igjen fører til vanskelighet med å treffe kun aktuell linje.

Generelt anser vi måleresultatene som realistiske og endringene mellom de ulike typene midtoppmerking er relativt like, uavhengig av hastighet og kjøretøy. Målingene viser at kjøring på sinusriller gir økning av mer lavfrekvent støy enn de andre typene av midtoppmerking.

Øret er mindre følsomt for lavfrekvent støy. Tar man hensyn til dette vil man ikke reagere like sterkt ved kjøring på sinusriller som de andre typene av midtoppmerking. Det er ikke utført vibrasjonsmålinger for de forskjellige linjetypene så man har ingen måling på mekanisk eksponering.

## 4 Oppsummering

### 4.1 Fart

Med utgangspunkt i resultatene fra denne undersøkelsen er det ikke mulig å påvise om ulike kombinasjoner av vegoppmerking og rumleriller/sinusriller påvirker fartsnivået. Generelt vil det være vanskelig å finne effekten av ulike typer forsterket midtoppmerking med hensyn på fartsnivå ved bruk av metoden som er gjennomført i dette prosjektet. For å oppnå pålitelige resultat vil det kreve mange registreringspunkter. Alternativet er å foreta før-/etterundersøkelser, men dette var ikke mulig i dette prosjektet fordi all oppmerking var gjennomført da prosjektet startet opp.

Tidligere undersøkelser har vist at forsterket midtoppmerking med dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 meter på 10 meters veg fører til en fartsreduksjon på mellom 1 og 3 km/t (Giæver, 2007). Sammenligningsgrunnlaget er en 10-meters veg med enkel midtlinje (varsel- eller kjørefeltlinje), kjørefeltbredde på 3,5 m og skulderbredde på 1,5 m. Ved oppmerking med dobbel sperrelinje reduseres skulderbredden til 1,0 m mens kjørefeltbredden holdes uendret.

Selv om vi ikke kan påvise hvordan fartsnivået påvirkes av ulike typer midtoppmerking i dette prosjektet, *antar vi at forsterket midtoppmerking med dobbel sperrelinje c/c 1,0 meter og rumleriller/sinusriller vil kunne redusere fartsnivået med 1-3 km/t sammenlignet med en tradisjonell midtlinjeoppmerking*. Hvorvidt det benyttes rumleriller eller sinusriller innenfor vegoppmerkingen tror vi ikke har betydning for fartsnivået.

*Effekten av å etablere sinusriller utenfor midtlinjen har sannsynlig mindre betydning for fartsnivået*. Praktisk kjørefeltbredde vil være uendret ved et slikt tiltak fordi kantlinjen flyttes like mye som bredden av sinusrillen.

Fartforskjellene som vi har registrert mellom de ulike målepunktene forklares i første rekke ut fra vegens geometriske utforming. Det som påvirker fartsnivået er kjørefelt- og skulderbredden, stigningsforhold og eventuelt rekkverk langs vegen.

Generelt ligger fartsnivået for lette kjøretøy noe høyere enn for tunge kjøretøy, men ved økende trafikk opp mot 500-1000 kjt/t er naturlig nok fartsnivået nokså likt. Fartsnivået for alle kjøretøy ved trafikkintensitet opp mot 100 kjt/t er i størrelsesorden 5-6 km/t høyere enn fartsnivået ved 700-1000 kjt/t. I praksis betyr dette at fartsnivået på nattestid kan være 5-6 km/t høyere enn på dagtid.

### 4.2 Sidevegs plassering

Resultatene fra registreringene viser at ulike typer vegoppmerking, rumleriller og sinusriller har betydning for hvordan kjøretøyene plasserer seg i forhold til vegens senterlinje. Tabellen nedenfor viser kjøretøyenes sidevegs forflytning bort fra vegens senterlinje ved ulike typer forsterket midtoppmerking med bredde på 1,0 meter. Utgangspunktet er en veg med enkel plan varsellinje uten rumleriller eller sinusriller.

Linjetype	Sidevegs forflytning bort fra vegens senterlinje (meter)
Enkel plan varsellinje	0
Dobbel profilert sperrelinje c/c 1,0 m og rumleriller innenfor	0,40-0,45
Dobbel plan sperrelinje c/c 1,0 m og sinusriller innenfor	0,35-0,40
Enkel plan eller profilert kjørefeltlinje, og sinusriller utenfor (total bredde 1,0 m)	0,25-0,30

Midtoppmerking med dobbel profilert sperrelinje med rumleriller innenfor er den kombinasjonen som har størst innvirkning på kjøretøyenes sidevegs plassering.

Dobbel plan sperrelinje med sinusriller innenfor har noe mindre, men fortsatt betydelig innvirkning på kjøretøyenes sidevegs plassering. Dette har trolig sammenheng med at trafikantene i mindre grad ønsker å kjøre på profilert enn på plan linje, samt at sinusrillene er noe mindre synlig enn rumlerillene

Enkel plan eller profilert kjørefeltlinje med sinusriller utenfor har også betydelig innvirkning på kjøretøyenes sidevegs plassering, selv om effekten er noe mindre enn ved bruk av dobbel sperrelinje. Dette resultatet viser at trafikantene påvirkes mer av vegoppmerking enn ”oppmerking” med sinusriller, og dette har sannsynlig sin årsak i at vegoppmerkingen er mer synlig enn sinusrillene.

### 4.3 Støy

I vurderingen av resultatene fra støymålingene bør det vektlegges at det er kun gjort målinger med ett tungt kjøretøy og én personbil. Spesielt nivåendringer inne i kjøretøyet vil i stor grad avhenge av konstruksjon/design. I tillegg vil nivåene både utvendig og innvendig også avhenge av hvordan man ”treffer” de oppmerkede linjene, dvs. hvor stor andel av bildekket/bildekkene som befinner seg på linjene.

På grunnlag av de måleresultatene som foreligger kan vi trekke disse konklusjonene:

- Kjøring på rumleriller gir den høyeste støyøkning både innvendig og utvendig for lett og tung bil. En økning på mer enn 20 dB for enkelte frekvenser vil klart være hørbart, og siden økningen kommer stort sett i frekvenser lavere enn 200 Hz vil den også være hørbar/sjenerende innendørs.
- Endring i støynivå for profilert sperrelinje ser ut til å være mer hastighetsavhengig for lett bil enn for tung bil.
- Sinusriller gir ingen merkbar økning av utvendig (A-veid) maksimalnivå, verken for tung eller lett bil. En slik oppmerking er altså gunstig dersom man ønsker å unngå økt støy til omgivelsene. Innvendig i bil gir de sinusrillene endringer i støynivå stort sett ved svært lave frekvenser (som øret er mindre følsomme for), men sammen med en eventuell vibrasjon i ratt/karosseri (ikke målt her) vil det kunne gi tilstrekkelig varsling.



- For strekninger der støysvakt underlag er benyttet vil det være interessant å undersøke om sinusriller medfører tilstrekkelig akustisk varsling.
- For kjøretøyene benyttet her oppleves kjøring på sinusriller som tilstrekkelig mekanisk varsel for å vekke oppmerksomhet hos en ukonsentrert sjåfør. Om det er nok til å vekke en sovende sjåfør er vanskelig å si noe om, uten å analysere mekaniske vibrasjonsmålinger. En mer omfattende undersøkelse av sinusriller anbefales, der også vibrasjonsmålinger inkluderes.

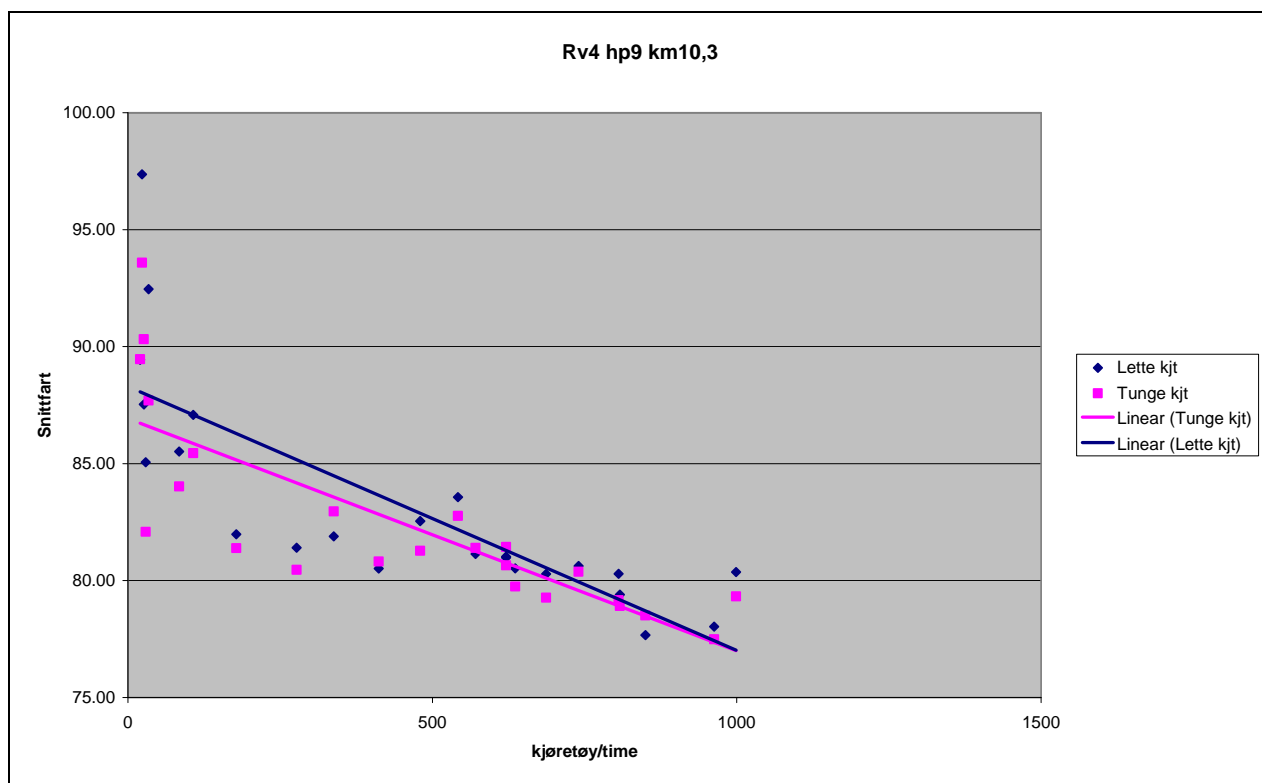
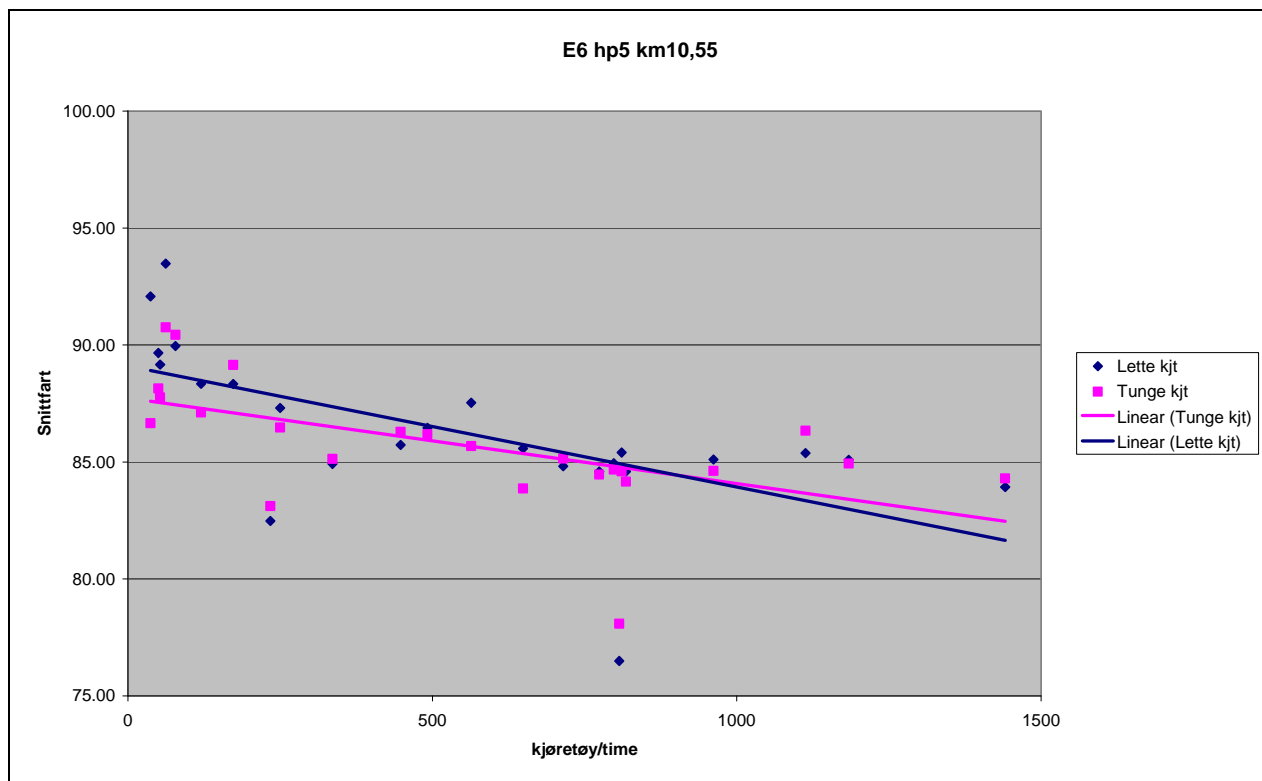
## 5 Litteratur

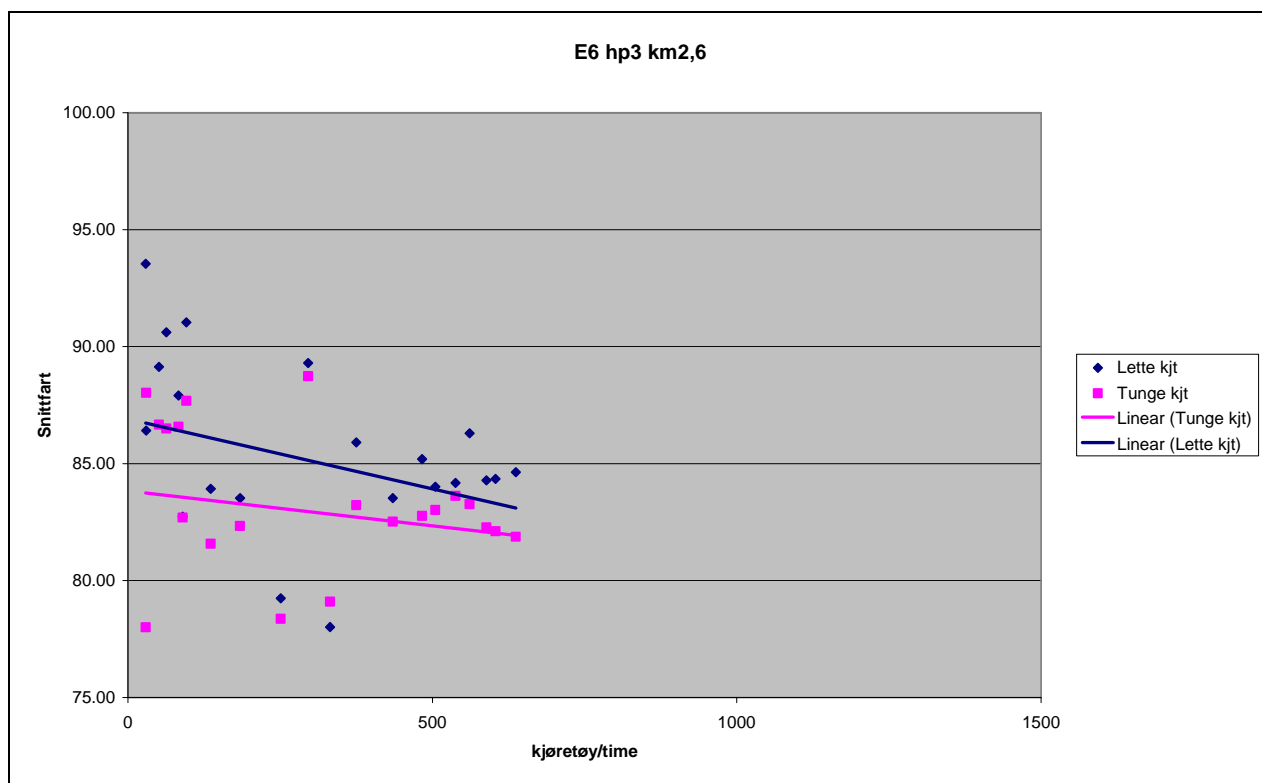
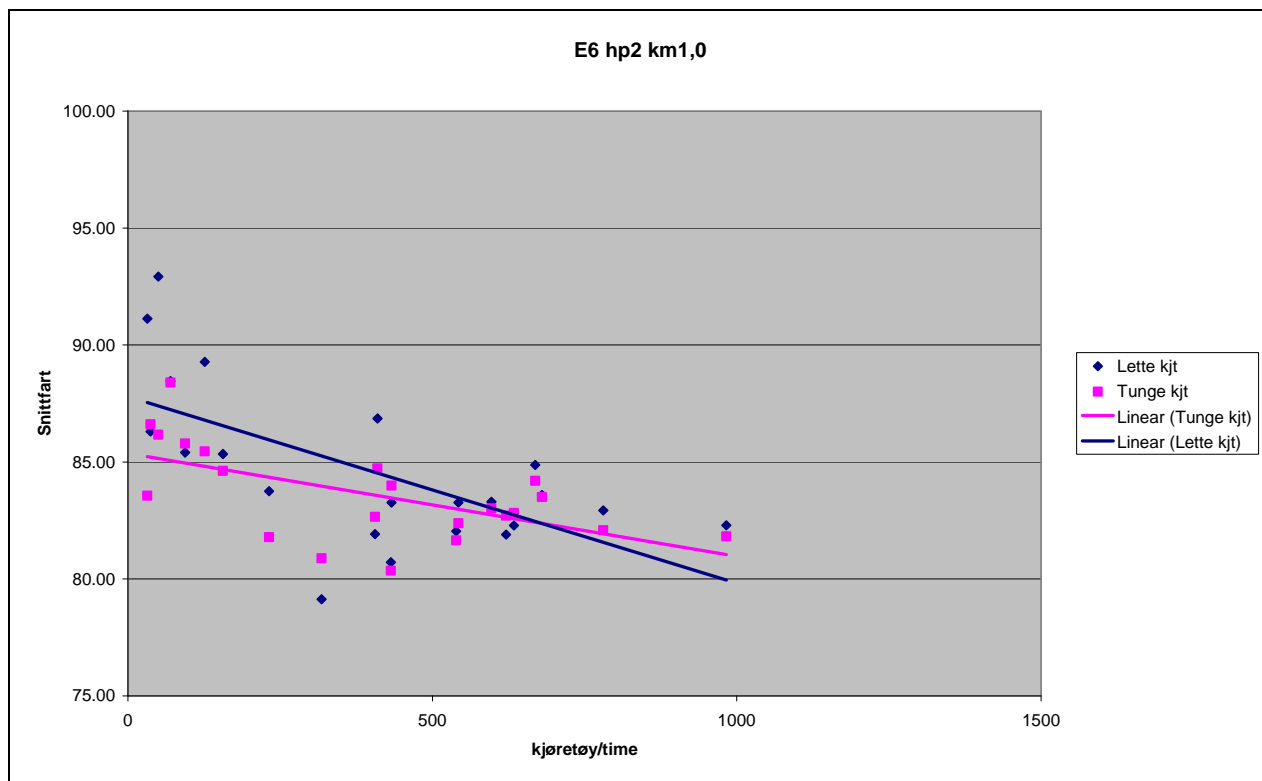
- Terje Giæver            Midtfelt Lillehammer – langtidsevaluering. SINTEF-rapport STF50 A06130, januar 2007
- Vejdirektoratet        Trafikstøy ved rumleriller – et pilotforsøk. Eksternt notat 51, Vejteknisk Institut, 2007
- Eyjolf Osmundsen    Måling av støy fra kantlinjer/rumlefelt langs riksvei 20 ved Haslemoen – 2006. Rapport 582/2006 fra Miljøakustikk AS, oktober 2006.
- Lars Oftedahl         Støy fra profilert veimerking (rumlemerking). Notat 002/08 fra Cowi AS, oktober 2008

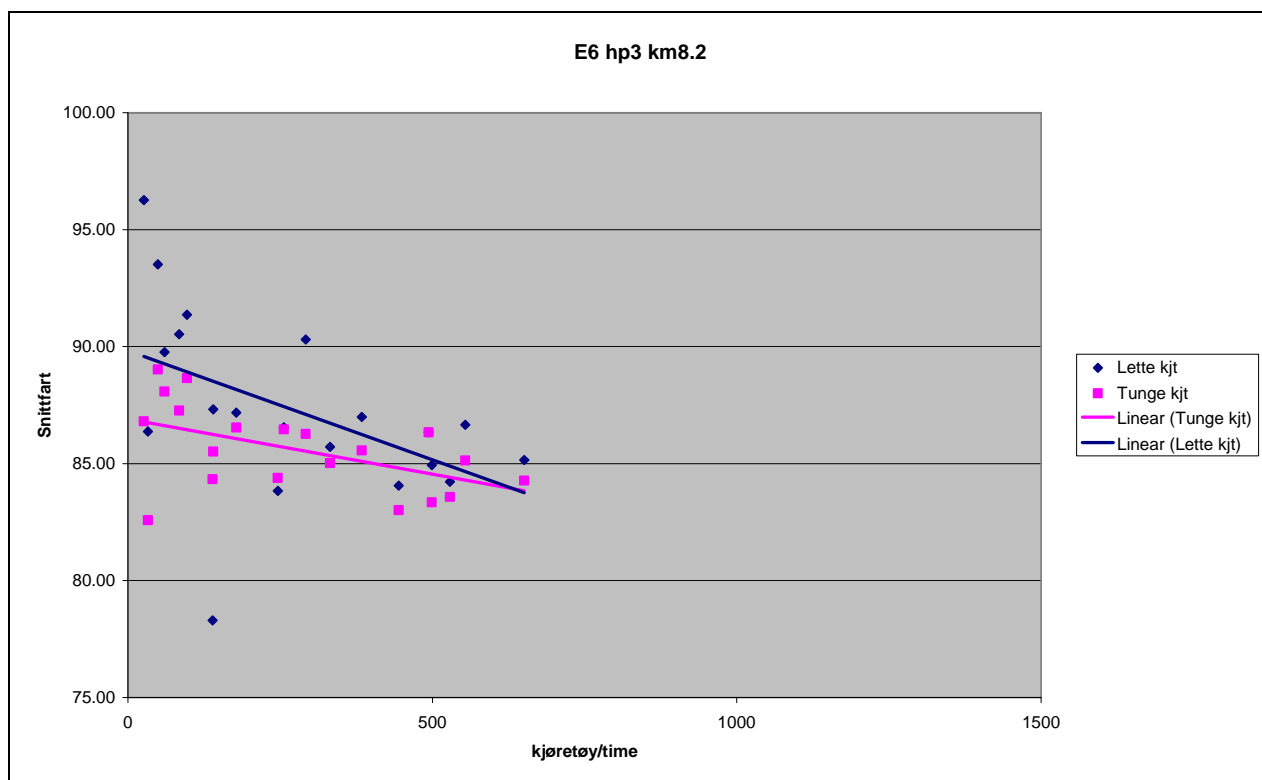
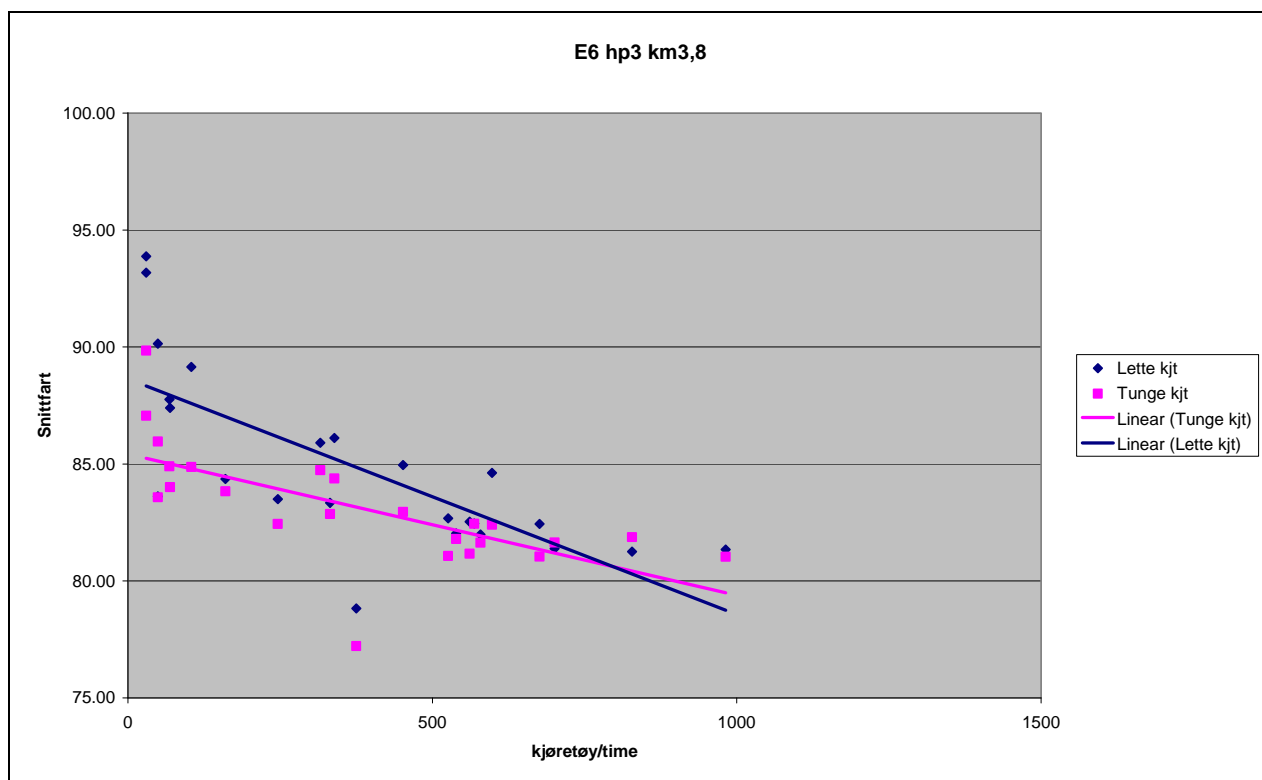
## **Vedlegg 1**

**Sammenheng mellom fart og  
trafikkmengder på timesbasis**









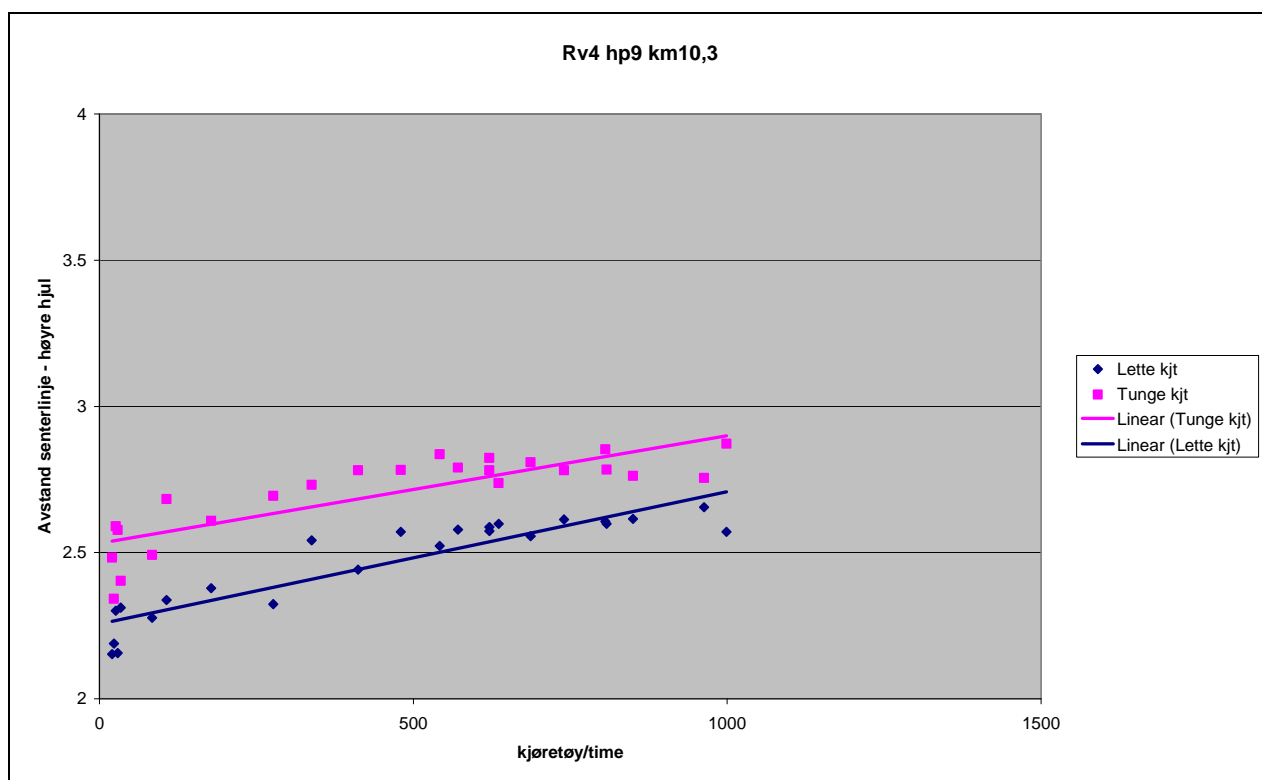
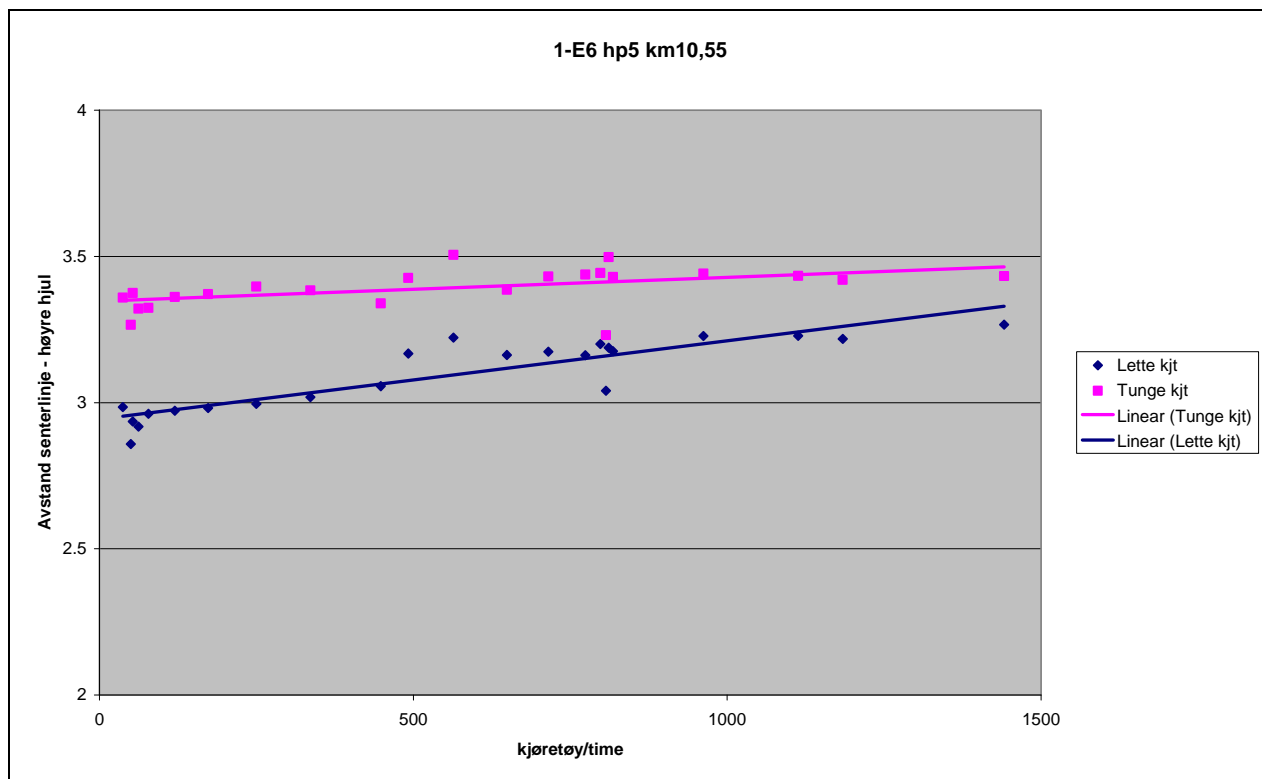


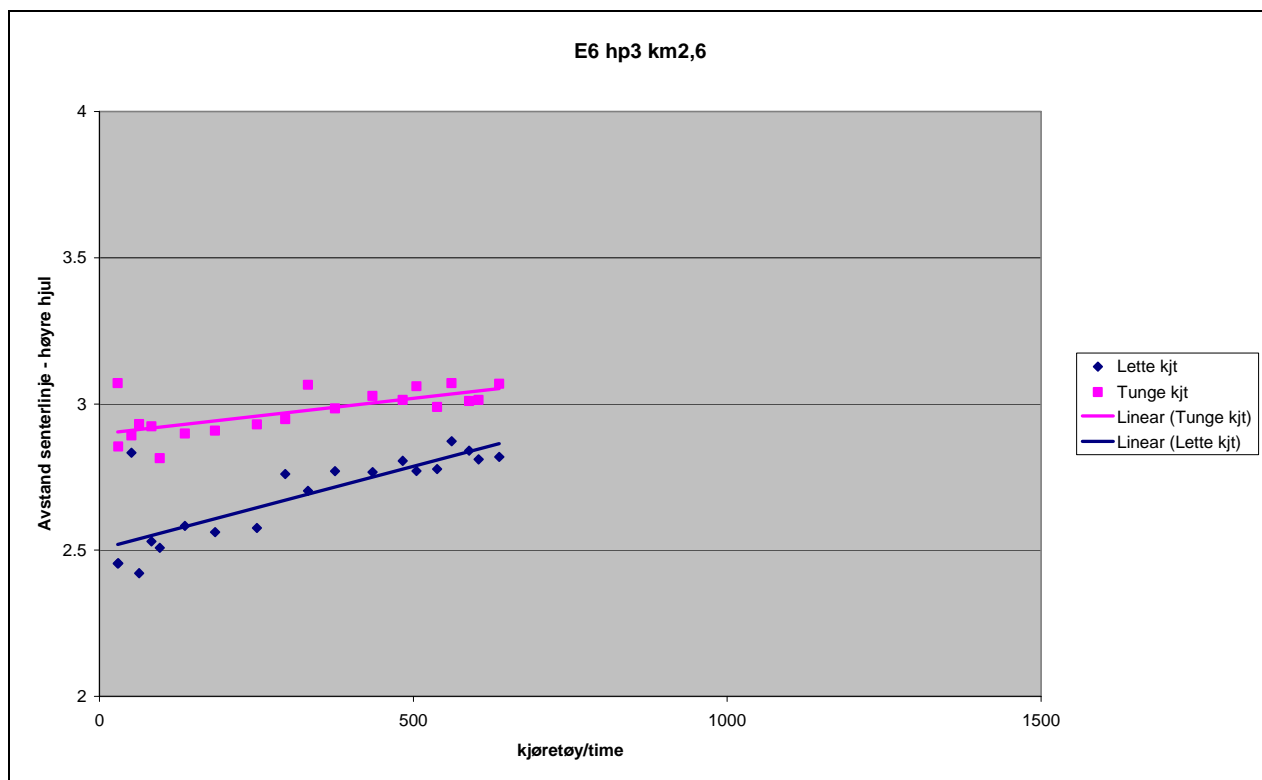
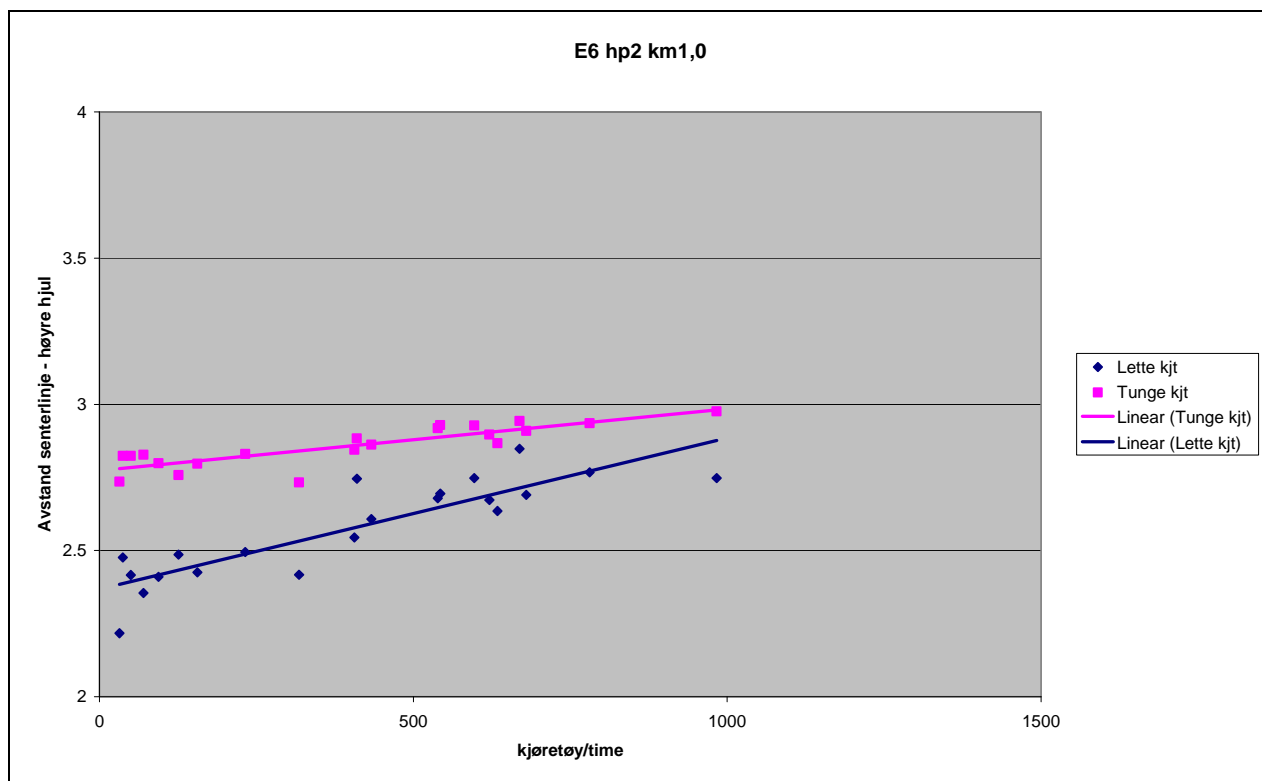


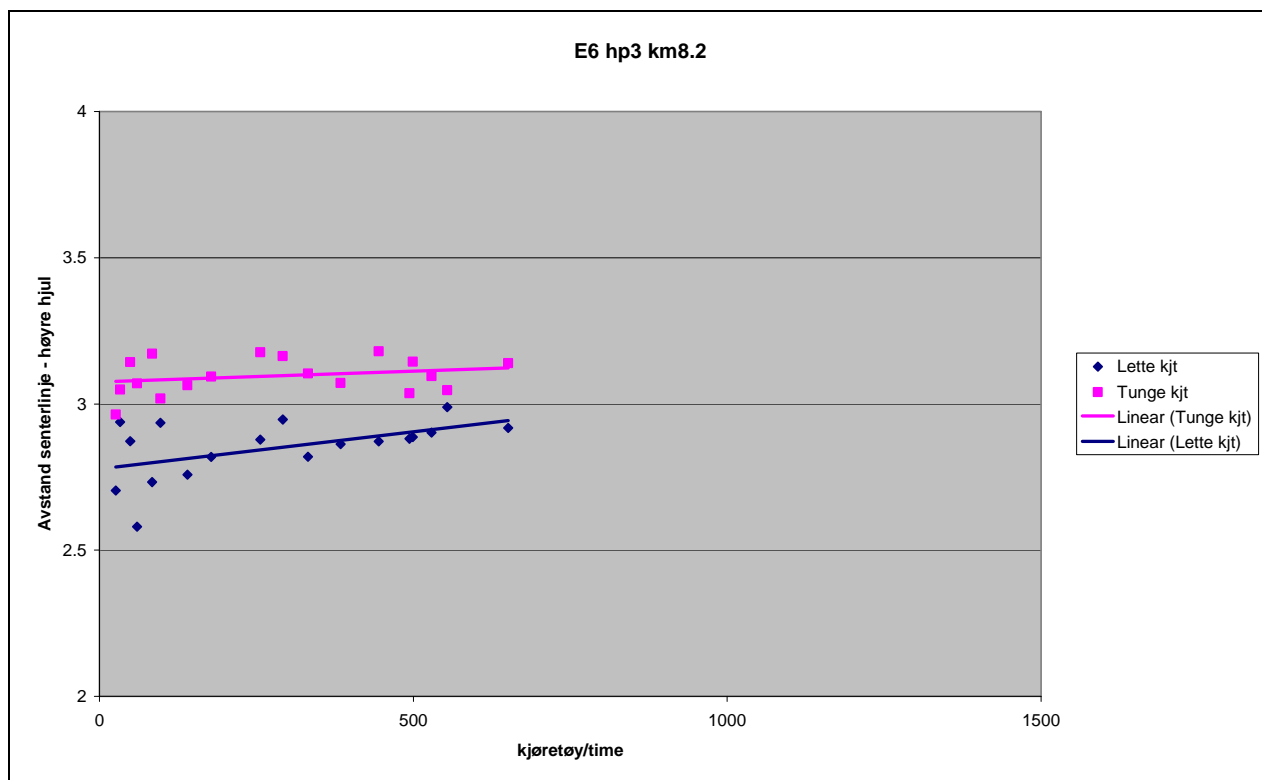
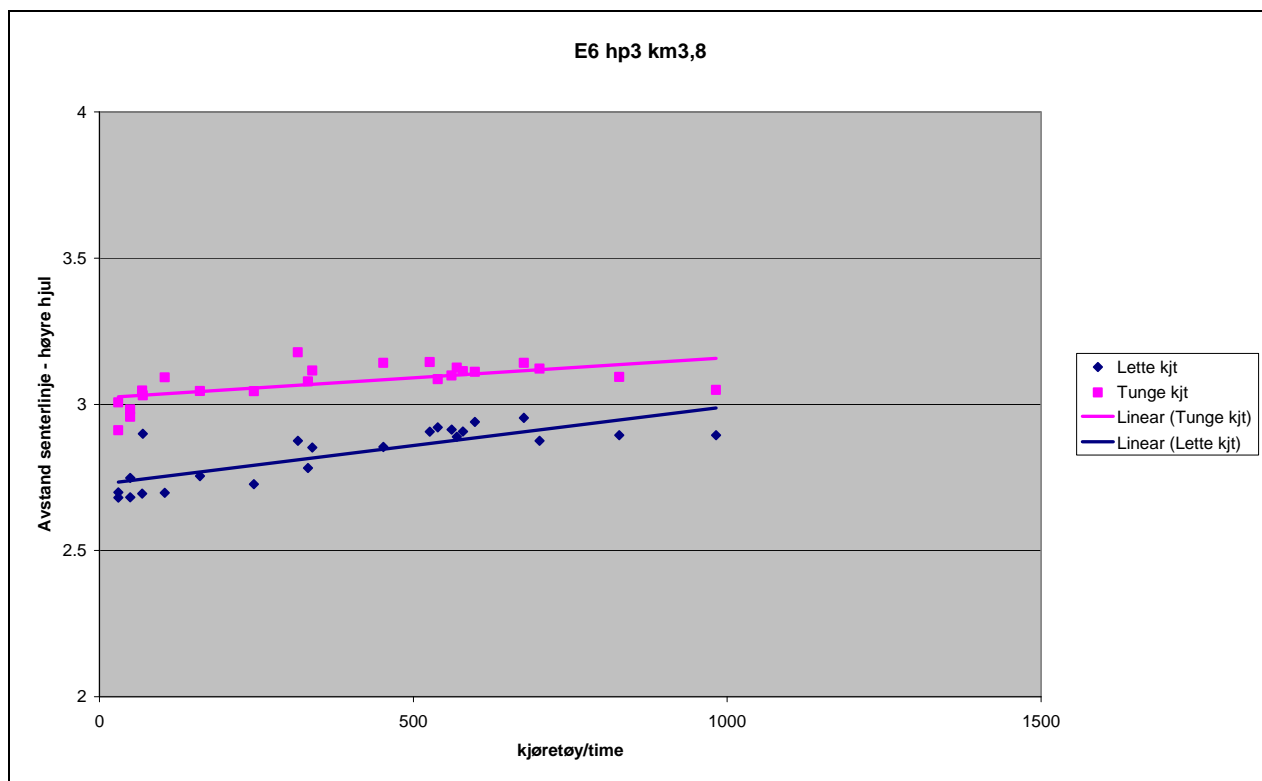
## **Vedlegg 2**

**Sammenheng mellom kjøretøyenes sidevegs  
plassering og trafikkmengde på timesbasis**











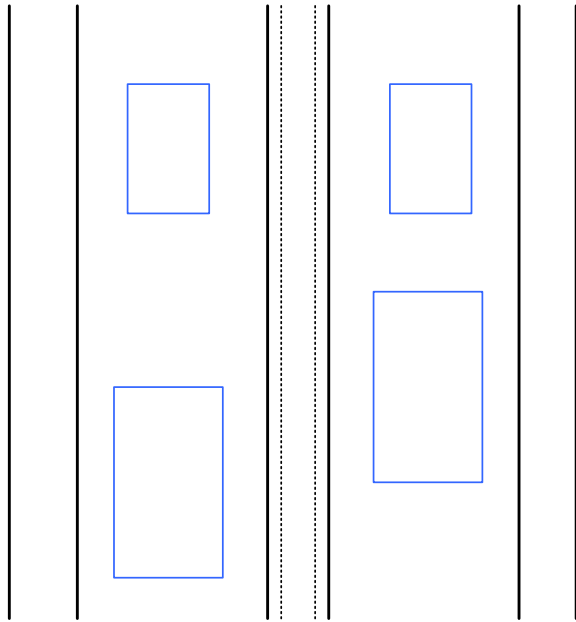
## **Vedlegg 3**

**Sidevegs plassering for et gjennomsnittlig  
lett og tungt kjøretøy i de ulike målepunktene**

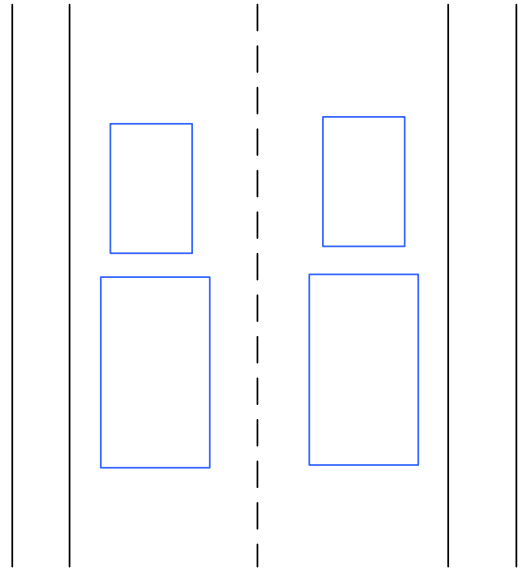




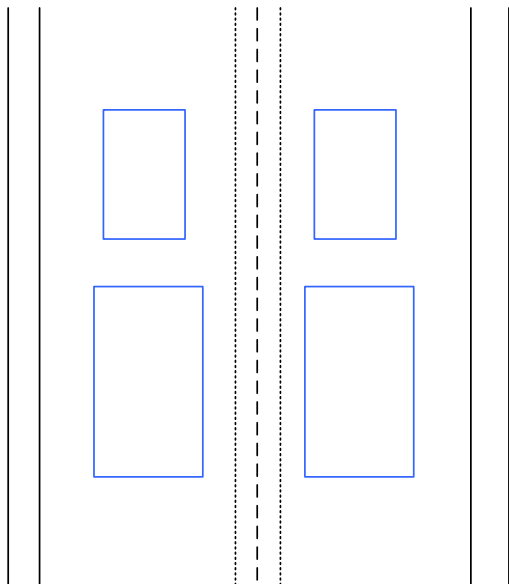
E6 hp5 km10,55



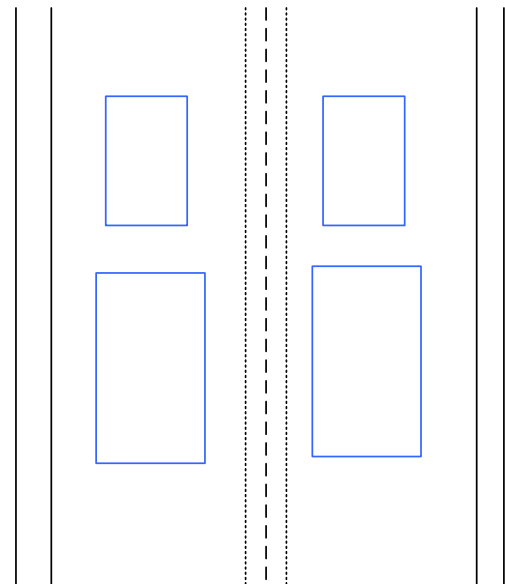
Rv4 hp9 km10,40







E6 hp2 km1,00



E6 hp2 km2,60



E6 hp3 km3,80

E6 hp3 km8,20

