

SINTEF A17181 - Åpen

Rapport

Forsterket midtoppmerking – forsøk med rumleriller i øvre Buskerud

Forfatter(e)

Thomas Engen
Terje Giæver
Frode Haukland



Rapport

Forsterket midtoppmerking – forsøk med rumleriller i øvre Buskerud

EMNEORD:
Samferdsel (Transport)
Vegteknikk (Road transport)
Rumleriller (Rumble Strips)
Færnsnivå og sideveis
plassering (Speed Level and
Lateral Position)
Støynivå (Noise Level)

VERSJON
Versjonsnummer

DATO
2011-05-16

FORFATTER(E)
Thomas Engen
Terje Giæver
Frode Haukland

OPPDRAGSGIVER(E)
Statens vegvesen region sør

OPPDRAGSGIVERS REF.
Jens K. Lofthaug

PROSJEKTNR
60R038

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
55+4 vedlegg

SAMMENDRAG

Overskrift 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 forskjellige strekninger i øvre Buskerud.

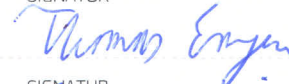
Evalueringen vil gi et grunnlag for vurdering av forsterket midtoppmerking som alternativ til profilert vegoppmerking, anbefalt type fresing, bredde på fresing og minimum vegbredde for bruk av forsterket midtoppmerking.

Med bakgrunn i resultatene i dette prosjektet anbefales:

- Bruk av nedfreste sinusriller der en ønsker å legge midtoppmerkingen i fresingen.
- Anbefalte minimum fresebredder for nedfreste sinusriller:
 - o 10 cm linjebredde – 40 cm bredde på fresing
 - o 15 cm linjebredde – 55 cm bredde på fresing
- Forsterket midtoppmerking kan brukes som erstatning for profilert vegoppmerking
- Vi anbefaler minimum dekkebredde på 7,0 meter for bruk av forsterket midtoppmerking. På vegger med asfaltert bredde på mindre enn 7,5 meter bør en gjøre en mer nøye vurdering og blant annet se på tilstanden på vegkant/skulder, andel myke trafikanter, samt sannsynligheten for at kjøretøyene legger venstre hjul til venstre for midtlinjen før en etablerer forsterket midtoppmerking.

UTARBEIDET AV
Thomas Engen

SIGNATUR



KONTROLLERT AV
Tomas Levin

SIGNATUR



GODKJENT AV
Per Lillestøl

SIGNATUR



RAPPORTNR
SINTEF A17181

ISBN
978-82-14-05060-8

GRADERING
Åpen

GRADERING DENNE SIDE
Åpen

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 Region sør.

Prosjektet har hatt som målsetting å foreta evaluering av forsterket midtoppmerking med vegoppmerking lagt i fresing av asfalt. Evalueringen omfatter effekter på kjøretøyenes sidevegs plassering i vegbanen, fart, samt støy og vibrasjoner ved overkjøring.

Ved gjennomføring av prosjektet har prosjektleder hos Statens vegvesen Region sør vært Jens Lofthaug. Hos SINTEF har forsker Thomas Engen vært prosjektleder siden mai 2010. Forut for dette var seniorrådgiver Terje Giæver prosjektleder. Thomas Engen og Terje Giæver har sammen med ingeniør Frode Haukland skrevet denne rapporten.

Feltregistreringene i dette prosjektet er utført av Thomas Engen og Frode Haukland, som henholdsvis har hatt ansvar for trafikkregistreringer og støymålinger. Knut Schie fra Statens vegvesen Region sør har deltatt på feltregistreringene.

Trondheim, mai 2011



Per Lillestøl
Forskningsjef

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	3
SAMMENDRAG	7
SUMMARY	9
1 Innledning	11
1.1 Bakgrunn.....	11
1.2 Mål for prosjektet.....	12
1.3 Utforming av fresing.....	12
1.4 Tidligere forsøk.....	13
1.5 Arbeidsbeskrivelse.....	14
1.5.1 Kvalitetssikring av fresing.....	14
1.5.2 Effekter av vintervedlikehold.....	15
1.5.3 Trafikkregistreringer.....	15
1.5.4 Støy og mekanisk vibrasjon.....	16
2 Gjennomføring av registreringer	17
2.1 Målepunkter trafikkregistreringer.....	17
2.1.1 Målepunkt E16.....	20
2.1.2 Målepunkt øst for Nesbyen, Rv7.....	23
2.1.3 Målepunkt ved Gol, Rv7.....	26
2.1.4 Målepunkt Rv 23.....	28
2.1.5 Målepunkt Rv 35.....	30
2.1.6 Målepunkt Fv280.....	33
2.1.7 Målepunkt Fv 287.....	35
2.2 Målepunkt støy og mekanisk vibrasjon.....	37
2.3 Tidspunkt for registreringer.....	38
2.4 Vær- og føreforhold.....	38
3 Resultater	39
3.1 Kvalitetssikring av fresing.....	39
3.2 Effekter av vintervedlikehold.....	39
3.3 Fart.....	40
3.4 Sidevegs plassering.....	42
3.5 Støy og mekanisk vibrasjon.....	45
3.5.1 Måleresultater støy.....	45
3.5.2 Måleresultater mekanisk vibrasjon.....	48
3.5.3 Vurdering av resultater.....	51
4 Oppsummering/konklusjoner	53
Litteratur	55
Vedlegg 1 Fartsregistreringer i nærliggende nivå 1 punkt	57
Vedlegg 2 Enkeltregistreringer – sideplassering	58
Vedlegg 3 Sideplassering relatert til feltbredde	59
Vedlegg 4 Antall registrerte kjøretøy	60

SAMMENDRAG

Forsterket vegoppmerking benyttes for å gi trafikanten en rumleeffekt ved kryssing, forsterke synligheten ved våt veibane. Ved å frese spor for å legge vegoppmerkingen ned i sporet, vil en kunne forlenge levetiden for vegoppmerkingen. Forsterket midtoppmerking har som mål å skape større avstand mellom møtende kjøretøy.

Målet i dette prosjektet har vært å vurdere om forsterket midtoppmerking er alternativ til profilert vegoppmerking, anbefale type fresing, bredde på fresing, og minimum vegbredde for bruk av forsterket midtoppmerking.

Som en del av trafikksikkerhetsarbeidet har det i de senere årene vært eksperimentert med ulike løsninger av forsterkede midtoppmerkinger rundt omkring i landet. Det er følgende varianter av forsterket midtoppmerking:

1. To langsgående parallelle sperrelinjer der det er foretatt fresing mellom linjene. Avstanden mellom dem skal ikke overstige 1,0 m.
2. Fresing på hver side av midtoppmerkingen
3. Midtoppmerking lagt i nedfrest spor

Fresingen utføres med rumleriller, sinusriller eller nedfreste sinusriller.

I dette prosjektet er det gjennomført evaluering av tiltak 3, midtoppmerking lagt i nedfreste spor. Dette tiltaket er evaluert på veier med ulike dekkebredder, forskjellige typer midtlinje (varsellinje, kjørefeltlinje og kombinasjonslinje) og ulike typer fresinger. Dekkebredden varierer mellom 6,5 og 9,2 meter.

For trafikale målinger er det gjort før-/etterundersøkelser på totalt 7 strekninger med 2 – 4 målepunkt på hver strekning. I hvert punkt er det gjort målinger i begge retninger.

Bruk av freste spor og vegoppmerking i fresingen ser ut til å gi en positiv effekt på fart og medfører også at kjøretøyene holder en noe større sidevegs avstand. Sinusriller og nedfreste sinusriller ser ut til å gi like god eller bedre effekt enn rumleriller.

Det er sannsynlig at fresingen har medført en nedgang i hastigheten på 0,5 – 1,0 km/t.

Den forsterkede midtoppmerkingen ser ut til å ha medført at kjøretøy plasserer seg 5-10 cm lenger fra senterlinja på strekninger som tidligere har hatt profilert vegoppmerking, og 10-20 cm lenger fra senterlinja på strekninger som tidligere kun har hatt plan vegoppmerking.

Det er gjort støy og vibrasjonsmålinger på 3 strekninger. Basert på disse ser det ut til at:

- Nedfreste spor med ulineære overganger i dekket slik som rumleriller, vil medføre mer høyfrekvent støy. Sinusformede midtoppmerkinger gir en renere støytype med begrenset nivå oppover i frekvens. Ønsker man å skjerme omgivelsene for sjenerende støy er forsterket midtoppmerking med sinusriller eller nedfreste sinusriller å anbefale.
- Rumleriller gir støy lengre opp i frekvens i et frekvensområde der det er stillere inne i kjøretøyet. Dette medfører at det blir lettere å legge merke til og det kreves lavere nivåer for å gi samme effekt. Støy fra rumleriller kommer også innenfor det området som øret er mer følsom for.
- Tar man hensyn til miljø rundt veien og evne til å varsle sjåfør vil den beste løsningen være å benytte sinusriller eller nedfreste sinusriller som er tilpasset kjøretøyenes understell slik at vibrasjonsoverføringen blir så effektiv som mulig. Bølgelengden på sinusmerkingen bør da tilpasses hastigheten kjøretøyene benytter på den gitte strekning.

Det er også gjennomført målinger av kvaliteten på fresingene. Fresingen var generelt meget konsekvent i forhold til bølgelengde og bredde på fresingen. Fresingen var mindre jevn i forhold til dybden på fresingen.

Det ble gjort en vurdering av effekter av vintervedlikehold basert på visuelle observasjoner. Det ble observert at det i stor grad er synlige skader på vegoppmerkingen fra vintervedlikehold på strekningene med rumleriller (60) og sinusriller. Skadene har en slik form at de repeteres i et intervall tilsvarende bølgelengden på fresingen. Der det er nedfrest sinus er det ikke tilsvarende skader på vegoppmerkingen.

Med bakgrunn i resultatene i dette prosjektet anbefales:

- Bruk av nedfreste sinusriller der en ønsker å legge midtoppmerkingen i fresingen.
- Anbefalte minimum fresebredder for nedfreste sinusriller:
 - 10 cm linjebredde – 40 cm bredde på fresing
 - 15 cm linjebredde – 55 cm bredde på fresing
- Forsterket midtoppmerking kan brukes som erstatning for profilert vegoppmerking
- Vi anbefaler minimum dekkebredde på 7,0 meter for bruk av forsterket midtoppmerking. På veger med asfaltert bredde på mindre enn 7,5 meter bør en gjøre en mer nøye vurdering og blant annet se på tilstanden på vegkant/skulder, andel myke trafikanter, samt sannsynligheten for at kjøretøyene legger venstre hjul til venstre for midtlinjen før en etablerer forsterket midtoppmerking.

SUMMARY

Enhanced road markings are a combination of ordinary road markings and milling in the road surface. Enhanced road markings can be used both for center line and edge line.

Enhanced road markings can be used to give the road-user a rumbling effect when crossing the milling, enhanced visibility when the road surface is wet and in some instances prolong the lifetime of the road markings. In addition, the goal of enhanced road markings used for center line is to increase the distance between the oncoming vehicles.

The goal of this project has been to assess to what extent enhanced center line road markings can be an alternative to profiled road marking, recommend which milling design to use, the width of the milling, and the minimum road width for use of enhanced road markings.

As a part of traffic safety work during the last years, it has been experimented with different concepts of enhanced center line road markings in different parts of the country. There are three concepts that have been evaluated:

1. Two longitudinal parallel prohibitory lines were there are milling between the lines. The distance between the lines can not exceed 1,0 meter
2. Milling on each side of the centerline
3. The center line is placed in the milling

In this project, concept three has been evaluated. This concept has been evaluated on roads with different width, different center lines and different milling designs.

There have been conducted before/after studies of traffic effects on a total of 7 road stretches and 2-4 measuring points on each road stretch. The traffic in each direction has been registered.

Enhanced center line road marking seems to give a positive effect on speed and result in an increased distance between oncoming vehicles. Milling with a sinus design seems to give just as good or even better effect than profiled road marking.

It is likely that enhanced center line road markings have led to a reduction en speed between 0,5 and 1,0 km/h.

Enhanced center line road markings seem to result in a 5-10 cm increased in distance between oncoming vehicles compared to profiled road marking. Compared to ordinary road marking the increase in distance between oncoming vehicles seems to be 10-20 cm.

It has been conducted noise level tests and vibration tests on three road stretches. Based on these it seems that:

- Milling with a nonlinear transition in the pavement will cause a more high frequency noise. Sinus formed milling will result in a cleaner noise pattern with less high frequency noise. Sinus formed milling are preferable if a protection of the environment from noise is sought-after.
- Ordinary milling with a square edge gives a more high frequency noise in a frequency range where there is less background noise in the vehicle. This makes it easier to be alarmed and less noise is required. Humans are also more sensitive to noise within these frequencies.
- If taking into account the undesirable noise for road surroundings combined with desired effect to alarm the driver, the best solution will be to use milling with a sinus design that are adjusted to the chassis of the vehicle so ass much vibration as possible are transferred into

the vehicle. The wavelength of the sinus designed milling should be adjusted to the speed used by the vehicles on the given road stretch.

There were conducted control measurements of the millings. The millings were in general very good related to wavelength and the width of the millings. The millings were less consistent regarding the depth.

The effects of winter maintenance were studied based on visual observations. It was observed that to a large extent there were visible deterioration of the road markings because of winter maintenance on stretches of roads with ordinary sinus formed millings and ordinary millings. The damage was usually in a form that it resembles the wavelength of the millings. Where the sinus formed millings was sunken into the asphalt, there were no damage to the road markings.

Based on the results from this project it is recommended that:

- Use sunken sinus formed milling where the road markings are to be placed in the milling.
- Recommended minimum milling width for sunken sinus formed millings are:
 - 10 cm road marking width – 40 cm width of the milling
 - 15 cm road marking width – 55 cm width of the milling
- Enhanced center line markings can be used as a replacement for profiled road markings.
- The recommended minimum pavement width is 7.0 m before the use of enhanced center line road markings. On roads with a pavement width less than 7.5 meters, the possibility of deteriorating road edge/shoulder and the risk of the vehicles placing the left wheel to the left of the centerline should be considered before use of enhanced center line road markings.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I de siste 2-3 årene har man benyttet profilert vegoppmerking på midtlinjen på alle riksveger i øvre Buskerud. Den positive erfaringen med dette tiltaket er at antall møteulykker er redusert. Det er imidlertid mottatt klager fra naboer langs vegene om økt støy. Samtidig er kostnadene til vegoppmerkingen økt fordi levetiden for profilert vegoppmerking er betydelig kortere sammenlignet med plane linjer. Med utgangspunkt i disse erfaringene ønsker man å prøve ut ulike typer fresing i asfaltdekke som et alternativ til den profilerte vegoppmerkingen. Kombinasjonen av oppmerkede linjer og freste spor kalles forsterket vegoppmerking. Når fresing benyttes sammen med den gule linja som skiller motgående trafikkretninger, betegnes dette som forsterket midtoppmerking.

Forsterket vegoppmerking benyttes for å gi trafikanten en rumleeffekt ved kryssing, forsterke synligheten ved våt veibane og kan i noen tilfeller forlenge levetiden for vegoppmerkingen. Forsterket midtoppmerking har som mål å skape større avstand mellom møtende kjøretøy.




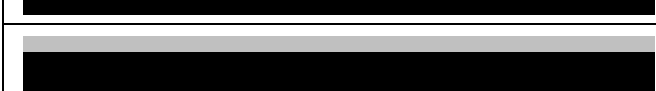

Som en del av trafikksikkerhetsarbeidet har det i de senere årene vært eksperimentert med ulike løsninger av forsterkede midtoppmerking rundt omkring i landet. Vi har følgende varianter av forsterket midtoppmerking:

1. To langsgående parallelle sperrelinjer der det er foretatt fresing mellom linjene. Avstanden mellom dem skal ikke overstige 1,0 m.
2. Fresing på hver side av midtoppmerkingen
3. Midtoppmerking lagt i nedfrest spor

Variant 1 og 2 er evaluert tidligere i blant annet (Giæver 2007) og (Giæver, Engen et al. 2010). Dette er tiltak som kan benyttes på relativt brede veger med dekkebredde 9 – 10 meter.

Statens vegvesen Region sør har ønsket å gjennomføre evaluering av tiltak 3, midtoppmerking lagt i nedfreste spor på smalere veger. Dette tiltaket er evaluert på veger med forskjellig dekkebredde, forskjellig midtlinje (varsellinje, kjørefeltlinje og kombinasjonslinje) og ulike typer fresinger. Aktuelle typer fresinger er gitt i Tabell 1.1.

Tabell 1.1: Prinsippskisse for freste spor

	<i>Rumleriller</i>
	
	<i>Sinusriller</i>
	<i>Plan nedfrest</i>
	<i>Nedfrest sinusriller</i>

I dette prosjektet inngår følgende fresinger:

- Rumleriller med bølgelengde 30 og 60 cm og sirkelformet fresing
- Sinusriller med bølgelengde 60 cm
- Nedfreste sinusriller med bølgelengde 60 cm

Rumleriller med bølgelengde på henholdsvis 60 cm og 30 cm betegnes i dette dokumentet rumlerille (60) og rumlerille (30).

Evalueringen av de ulike typene forsterkede midtoppmerking er gjennomført som en før-/etterundersøkelse hvor støy, fartsnivå og kjøretøyenes sidevegs plassering i vegbanen inngår.

1.2 Mål for prosjektet

Det skal foretas evaluering av ulike typer fresinger som etableres på vegstrekninger i øvre Buskerud. Fresinger som skal testes ut er ordinære rumleriller og sinusriller. På et par av strekningene som inngår vil sinusrillene være nedfrest. Evalueringen skal omfatte effekter på kjøretøyenes sidevegs plassering i vegbanen, fart og støy ved overkjøring.

Evalueringen vil gi et grunnlag for vurdering av forsterket midtoppmerking som alternativ til profilert vegoppmerking, anbefalt type fresing, bredde på fresing, og minimum vegbredde for bruk av forsterket midtoppmerking.

1.3 Utforming av fresing

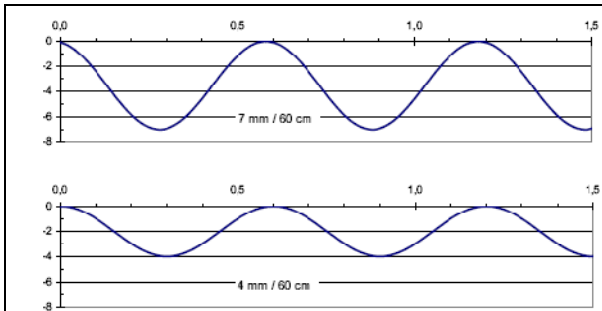
Utformingen av fresinger er i dag ikke beskrevet i håndbøker fra Statens vegvesen. For fresing er det aktuelt å beskrive følgende forhold:

- Bølgelengde
- Fresedybde
- Fresebredde
- Utforming av kanter på fresing

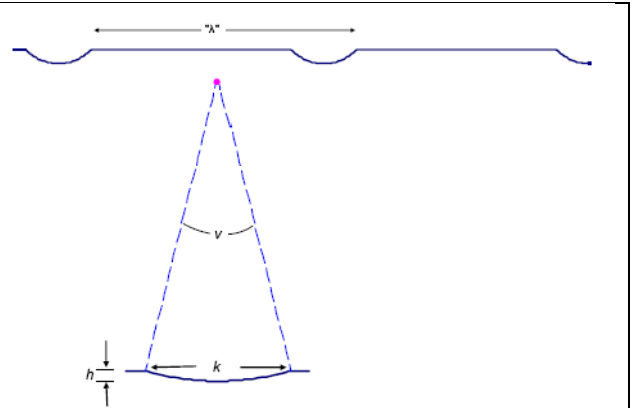
I forbindelse med utprøving av sinusriller er det tatt utgangspunkt i erfaringer fra Danmark (Kragh and Andersen 2007). Der er det testet sinusriller med en bølgelengde på 60 cm og en fresedybde på henholdsvis 4 og 7 mm. Utformingen av sinusriller og rumleriller med sirkelformet skål er vist i Figur 1.1 og Figur 1.2. Fresebredde og utforming av kanter på fresing er ikke oppgitt i den Danske rapporten.

Bakgrunnen for å benytte en bølgelengde på 60 cm er en engelsk undersøkelse (Watts, Stait et al. 2001) som konkluderte med at den beste varslingen inne i kjøretøyet ble oppnådd når den ble påvirket med en frekvens på 37 Hz. Ved 80 km/t (22,2 m/s) oppnår en frekvensen $f = 37$ Hz ved bølgelengden $\lambda = 22,2/37 = 0,6$ m.

I forbindelse med fresedybder kan en legge merke til at det i (Vegdirektoratet 2005) er oppgitt at med ekstrudert termoplast bør den totale tykkelsen av vegoppmerkingen etter reparasjon ikke overstige 4 mm.”



Figur 1.1: Utformingen av sinusriller med bølglengde 60 cm og høyde 4 og 7 mm (Kragh and Andersen 2007)



Figur 1.2: Utformingen av rumleriller med bølglengde 60 cm, dybde (h) 1 cm og freselengde (k) 15 cm (Kragh and Andersen 2007)

1.4 Tidligere forsøk

I dette prosjektet er det ikke gjort noen større litteraturundersøkelse. Det er likevel naturlig og vise til resultater fra tidligere undersøkelser gjennomført i Norge og Danmark.

I evalueringen fra (Giæver 2007) og (Giæver, Engen et al. 2010) ble det studert trafikale effekter av tiltakene med to langsgående parallelle sperrelinjer der det er foretatt fresing mellom linjene, og fresing på hver side av midtoppmerkingen. I begge tiltakene er det funnet at avstanden mellom møtende kjøretøy øker. Effekten er noe større for tiltaket med to langsgående parallelle. Dekkebredden i disse studiene var 9 - 10 meter.

Tabell 1.2: Endring i sideplassering funnet i (Giæver, Engen et al. 2010)

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

Det ble konkludert med at sannsynlig fartsreduksjon lå mellom 1 og 3 km/t.

I (Giæver, Engen et al. 2010) ble det også foretatt støymålinger internt i kjøretøy og eksternt. Det ble brukt både et tungt kjøretøy og et lett kjøretøy. Rumlerillene det ble målt støy på hadde en sirkelformet skål. Utvendig støy ble målt når kjøretøyet kjørte i feltet lengst unna mikrofonen. Blant de konklusjonene en hadde var:

- Kjøring på rumleriller gir den høyeste støyøkning både innvendig og utvendig for lett og tungt kjøretøy, 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.

- Sinusriller gir ingen merkbar økning av utvendig (A-veid) maksimalnivå, verken for tungt eller lett kjøretøy. En slik oppmerking er altså gunstig dersom man ønsker å unngå økt støy til omgivelsene. Innvendig i kjøretøyet 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.

I den danske undersøkelsen ble (Kragh and Andersen 2007) ble det målt støy ved bruk av tre forskjellige lette kjøretøy. Det ble målt støyendring når kjøretøyet kjørte i feltet som var nærmest og lengst unna mikrofonen. Resultatene er vist i Tabell 1.3.

Tabell 1.3: Økning av støynivå fra lette kjøretøy i felt "nær" eller "fjern" i forhold til plassering av mikrofon (Kragh and Andersen 2007)

Rille nr. [-]	Betegnelsen	"Fjern" [dB]	"Nær" [dB]
1	Cirkelafsnit, 10 mm dybt("Svensk")	3	2
2	Sinus 7 mm	1	0.5
3	Sinus 4 mm	1	0.5
4	Rektangel 4 mm dybt ("Gammel")	6	4
5	Rektangel 8 mm dybt ("Gammel")	8	5

1.5 Arbeidsbeskrivelse

1.5.1 Kvalitetssikring av fresing

Det ble foretatt en kontroll av fresingen som var gjennomført. Følgende ble målt:

- Bølgelengde
- Fresebredde
- Fresedybde
- Freselengde (aktuelt på rumleriller)

Bølgelengden ble målt ved hjelp av målehjul og måling av 10 bølger om gangen. På hvert sted ble det foretatt 3 målinger.

Fresebredde og freselengde ble målt ved hjelp av målebånd. Fresebredden ble målt i toppen av fresespolet. Det ble foretatt 3 målinger på hvert sted.

Fresedybden ble målt ved hjelp av skyvelær. En referanse ble lagde på tvers av vegen og fresedybden ble målt som dybden fra referansen til asfalten (se Figur 1.3). Det ble gjort 5- 10 målinger på hvert sted.



Figur 1.3: Måling av fresedybde

1.5.2 Effekter av vintervedlikehold

I utgangspunktet var det ikke planlagt egne undersøkelser vedrørende effekter av vintervedlikehold. Ved ettermålingene var det likevel åpenbart at fresing hadde en effekt på håldbarheten på vegoppmerkingen som er lagt i fresingen. Det ble derfor gjort en subjektiv vurdering av hvordan fresingen påvirket vegoppmerkingen. Dette er gjennomgått på ny med bruk av bilder tatt på de forskjellige stedene i før og ettersituasjon.

1.5.3 Trafikkregistreringer

Det er foretatt trafikale registreringer på i alt 9 vegstrekninger. På hver av vegstrekningene er det registrert i 2 eller 4 punkter med ulik midtoppmerking. På en strekning er det kun gjort ettermålinger pga manglende oppmerking i førsituasjonen. På en strekning ble det kun gjort formålinger pga at det ikke ble etablert forsterket midtoppmerking som planlagt. Dette betyr at 7 strekninger inngår i før-/etterundersøkelsen.

De trafikale målingene 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, og resulterer dermed i to ulike måleserier. 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%.

1.5.4 Støy og mekanisk vibrasjon

For å få et mål på hvordan de forskjellige midtoppmerkingene påvirker sjåføren har vi valgt å måle støy og mekanisk vibrasjon i førerkupe. Det ble også målt utvendig støy ved passering for å vurdere om det genereres sjenerende støy til omgivelsene.

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 8 meter fra kjøretøyets venstre side og mikrofon 1.2 meter over bakkeplan. Strekket mellom kjøretøy og målepunkt hadde jevnt underlag.

Det ble også montert akselerometer under førersete på målekjøretøy. Med et akselerometer i horisontal og et i vertikal montering har man mulighet til å fange opp mekaniske vibrasjoner i tillegg til støydata. Måleinstrument for disse målingene er av samme type som for støy, Norsonic 121.

For å få et mer dekkende målegrunnlag ble det benyttet to hastigheter; 50 km/t og 80 km/t for alle målinger. Det ble benyttet to måleobjekter til å representere hhv lett og tungt kjøretøy. Som lett kjøretøy ble det benyttet en VW Passat Blue Motion 2.0, og en MAN TGM18.280 som tungt kjøretøy.

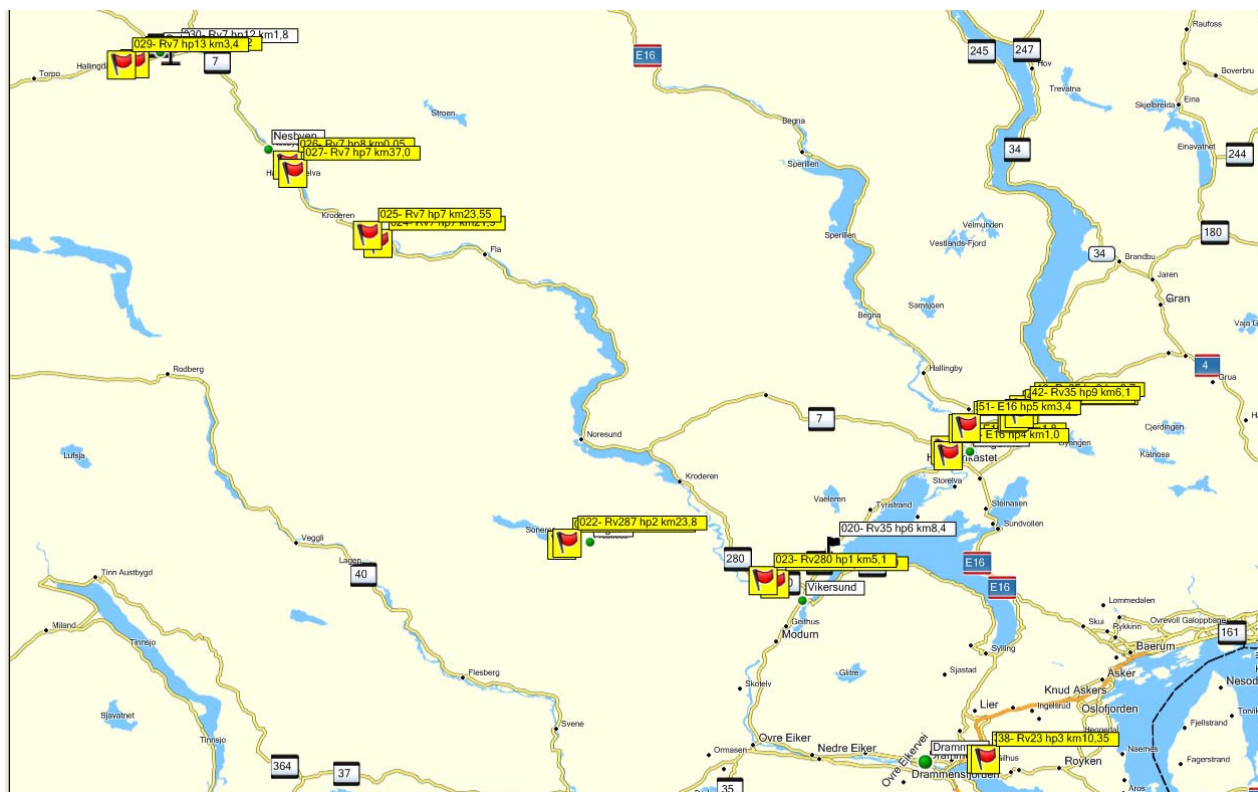
De enkelte målepunktene for trafikkregistreringer og støymålinger er nærmere beskrevet i kapittel 2. Resultater fra registreringene er vist i kapittel 3.

Målingene ble utført med flere repetisjoner i samme hastighet for å øke målesikkerheten. Som referanse ble det kjørt passering i vanlig hjulspor først for å fastslå normal passeringstøy for målestedet. Videre ble det kjørt med venstre hjulside på midtoppmerking. Forskjellen mellom disse målingene gir da et grunnlag for å vurdere effekten midtoppmerkingen utgjør. Maksimalt A-veid støynivå for passering er vist i tabeller, mens figurene viser sammenlikning av frekvensspekter. Tabell 2.3 viser hvor de forskjellige markeringstypene ble målt.

2 Gjennomføring av registreringer

2.1 Målepunkter trafikkregistreringer

I Figur 2.1 er det vist en oversikt over plasseringen av alle trafikale målepunkt, og i Tabell 2.1 er det vist hvilke typer midtoppmerkinger som er benyttet i henholdsvis før- og ettersituasjonen.



Figur 2.1: Målepunkter langs E16, Rv7, Rv23, Rv35, Fv280 og Fv287

På strekningen E16 hp5 km2,600-3,925 var all vegoppmerking frest bort før sommeren 2009. Som nevnt ble det derfor ikke gjort førmålinger her. På E16 hp 4 ble ikke de planlagte fresingene gjennomført på grunn av manglende behov for reasfaltering.

Tabell 2.2 viser oversikt over vegens tverrprofil på målestedene i førsituasjonen. Det er en maksimal usikkerhet på 5 - 10 cm i de enkelte målepunkt.

Tabell 2.1: Ulike typer vegoppmerking og fresing i målepunktene

Reg. nr	Vegident	Type vegoppmerking før	Type vegoppmerking etter
18	E16 hp4 km1,0 ^{1 2}	Profilert kombinert varsel-/kjørefeltlinje	<i>Tiltak ikke gjennomført</i>
17	E16 hp4 km1,8 ^{1 2}	Profilert dobbelt sperrelinje	
50	E16 Hp5 km3,0	<i>Førmålinger ikke gjennomført pga manglende oppmerking</i>	Profilert kjørefeltlinje med sinusriller (profilert linje som er malt over)
51	E16 Hp5 km3,4		Profilert kjørefeltlinje med nedfrest sinusriller (profilert linje som er malt over)
24	Rv7 hp7 km21,9	Profilert varsellinje (slitt linje, linje delvis overmalt, ujevn asfalt)	Rumleriller (60), plan linje (slitt linje, ujevn asfalt)
25	Rv7 hp7 km23,55	Plan kombinert varsel-/kjørefeltlinje (ujevn asfalt)	Sinusriller, plane linjer (slitte linjer, ujevn asfalt)
27	Rv7 hp7 km37	Profilert varsellinje (slitt linje)	Sinusriller, plan varsellinje
26	Rv7 hp8 km0,05	Plan kjørefeltlinje (slitt linje)	Sinusriller, plan varsellinje
28	Rv7 hp13 km2,2	Plan varsellinje	Sinusriller, plan varsellinje (slitt linje)
29	Rv7 hp13 km3,4	Plan kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Nedfreste sinusriller, plan kombinert varsel-/kjørefeltlinje
37	Rv23 Hp3 km10,7	Plan kjørefeltlinje	Sinusrille, plan kjørefeltlinje
38	Rv23 Hp3 km10,5	Plan kjørefeltlinje	Nedfrest sinus, plan kjørefeltlinje
39	Rv35 Hp9, km5,2	Profilert kombinert varsel-/kjørefeltlinje (profilert linje er malt over)	Rumlerille, plan kombinert varsel-/kjørefeltlinjelinje
41	Rv35 Hp9, km5,5	Profilert kombinert varsel-/kjørefeltlinje (profilert linje er malt over)	Rumlerille, plan kombinert varsel-/kjørefeltlinjelinje
42	Rv35 Hp9, km6,1	Plan kjørefeltlinje	Sinusrille, plan kjørefeltlinje
40	Rv35 Hp9, km6,7	Plan kjørefeltlinje	Nedfrest sinusriller, plan kjørefeltlinje
19	Fv280 hp1 km3,9	Plan kjørefeltlinje (slitt linje, ujevn asfalt)	Rumleriller (60), Plan varsellinje (slitt linje, ujevn asfalt) Plan varsellinje
23	Fv280 hp1 km 5,1	Profilert varsellinje	Sinusriller
22	Fv287 hp2 km23,8 ³	Bortslitt midtoppmerking	Sinusriller, plan linje
21	Fv287 hp3 km0,2 ³	Bortslitt midtoppmerking	Sinusriller, plan linje

¹ Her ble det ikke frest høsten 2009, men dette vil bli gjort våren 2010

² Fartsgrense på strekningen: 60 km/t

³ Fartsgrense førsituasjonen: 80 km/t, fartsgrense ettersituasjonen: 60 km/t

Av Tabell 2.2 kan en legge merke til tre større endringer fra før til ettersituasjonen:

- Rv 23 Hp 3 km 10,35 - Alle kjørefelt er utvidet med 20-25 cm
- Rv 23 Hp 3 km 10,7 - Alle kjørefelt er utvidet med 20-25 cm
- Rv 7 Hp 7 km 37 – Kjørefelt i mot er utvidet med nærmere 40 cm

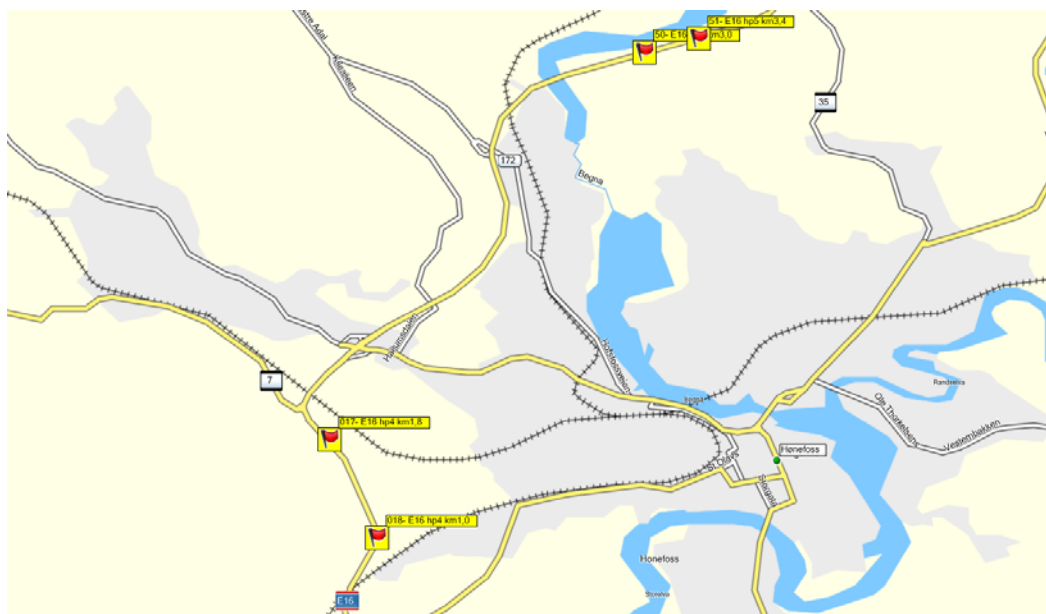
Tabellen viser at det på samme sted kan være ulik kjørefeltbredde i motsatte retninger.

Tabell 2.2: Vegens asfalterte profil på målestedene



Sted	Tidspunkt	Skulder med (m)	Felt med (m)	Felt mot (m)	Skulder mot (m)	Totalt asfaltert bredde (m)
Ev 16 Hp 4 km 1	Før	0.45	3.37	3.37	0.44	7.63
Ev 16 Hp 4 km 1,8	Før	0.43	3.27	3.59	0.6	7.89
Ev 16 Hp 5 km 3,0	Etter	0.5	3.52	3.48	0.5	8
Ev 16 Hp 5 km 3,4	Etter	0.6	3.4	3.55	0.6	8.15
Rv 7 Hp 7 km 21,9	Før	0.31	2.96	3.04	0.33	6.64
	Etter	0.3	3.05	3	0.3	6.65
Rv 7 Hp 7 km 23,55	Før	0.51	3.06	3.15	0.43	7.15
	Etter	0.5	3.05	3.15	0.4	7.1
Rv 7 Hp 7 km 37	Før	0.26	3.24	2.83	0.27	6.6
	Etter	0.5	3.2	3.2	0.2	7.1
Rv 7 Hp 8 km 0,05	Før	0.3	3.15	3.2	0.42	7.07
	Etter	0.3	3.15	3.25	0.3	7
Rv 7 Hp 13 km 2,2	Før	0.35	2.95	2.95	0.2	6.45
	Etter	0.2	3	3	0.3	6.5
Rv 7 HP 13 km 3,4	Før	0.45	3.33	2.8	0.4	6.98
	Etter	0.3	3.4	3	0.35	7.05
Rv 23 Hp 3 km 10,35	Før	1.2	3.3	3.35	1.4	9.25
	Etter	0.95	3.5	3.6	0.95	9
Rv 23 Hp 3 km 10,7	Før	1.07	3.28	3.35	1.23	8.93
	Etter	1	3.5	3.55	0.95	9
Rv 35 Hp 9 km 5,2	Før	0.4	3	3.05	0.4	6.85
	Etter	0.3	3.08	3.05	0.35	6.78
Rv 35 Hp 9 Km 5,5	Før	0.45	3.08	3.04	0.28	6.85
	Etter	0.31	3.11	3.05	0.35	6.82
Rv 35 Hp 9 km 6,1	Før	0.27	3.15	3.1	0.43	6.95
	Etter	0.35	3.15	3.2	0.25	6.95
Rv 35 Hp 9 Km 6,7	Før	0.33	3.04	3.13	0.28	6.78
	Etter	0.35	3.1	3	0.35	6.8
Fv 280 Hp 1 km 3,9	Før	0.4	3.2	3.2	0.2	7
	Etter	0.4	3.25	3.15	0.25	7.05
Fv 280 Hp 1 Km 5,1	Før	0.21	3.16	3.1	0.25	6.72
	Etter	0.25	3.15	3.1	0.35	6.85
Fv 287 Hp 2 km 23,8	Før	0.28	3.12	3.25	0.66	7.31
	Etter	0.45	3.15	3.25	0.45	7.3
Fv 287 Hp 3 km 0,2	Før	0.45	3.75	3.5	0.54	8.24
	Etter	0.5	3.65	3.5	0.5	8.15

2.1.1 Målepunkt E16



I Figur 2.2-Figur 2.4 nedenfor er det vist detaljert plassering og bilder av målepunkter langs E16 hvor det er gjennomført trafikale registreringer. Det er vist to bilder fra hvert målepunkt, og bildet til venstre viser *med* vegens kilometreringsretning og til høyre *mot* vegens kilometreringsretning.





Figur 2.2: Målepunkter på E16 ved Hønefoss

Førsituasjon	Ettersituasjon
	<p><i>Ingen tiltak, ingen måling</i></p>
	<p><i>Ingen tiltak, ingen måling</i></p>



Figur 2.3: Målepunkt 18 – E16 hp4 km1,0

<p>Førsituasjon</p> 	<p>Ettersituasjon</p> <p><i>Ingen tiltak, ingen måling</i></p>
	<p><i>Ingen tiltak, ingen måling</i></p>

Figur 2.4 Målepunkt 17 - E16 hp4 km1,8

<p>førsituasjon</p> <p><i>Ingen vegmerking, ingen måling</i></p>	<p>Ettersituasjon</p> 
<p><i>Ingen vegmerking, ingen måling</i></p>	

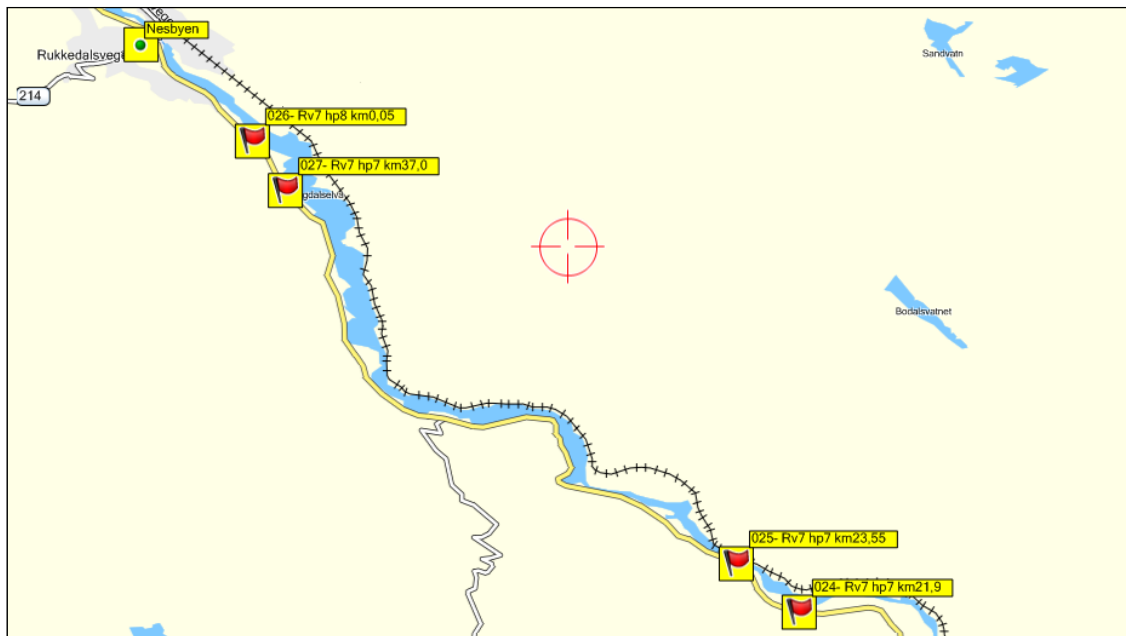
Figur 2.5: Målepunkt 50 – E16 hp5 km3,0

<p>førsituasjon</p> <p><i>Ingen vegmerking, ingen måling</i></p>	<p>Ettersituasjon</p> 
<p><i>Ingen vegmerking, ingen måling</i></p>	

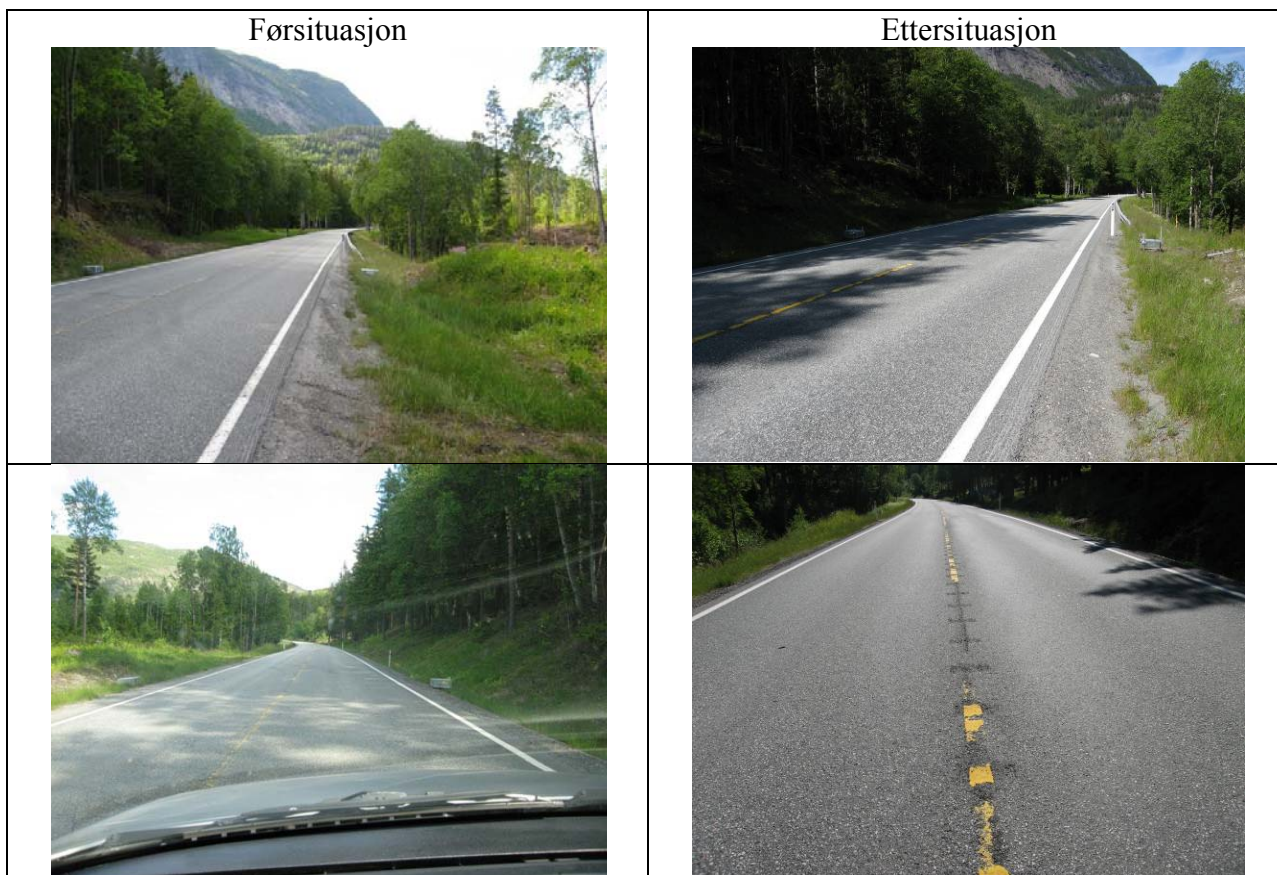
Figur 2.6: Målepunkt 51 – E16 hp5 km3,4

2.1.2 Målepunkt øst for Nesbyen, Rv7

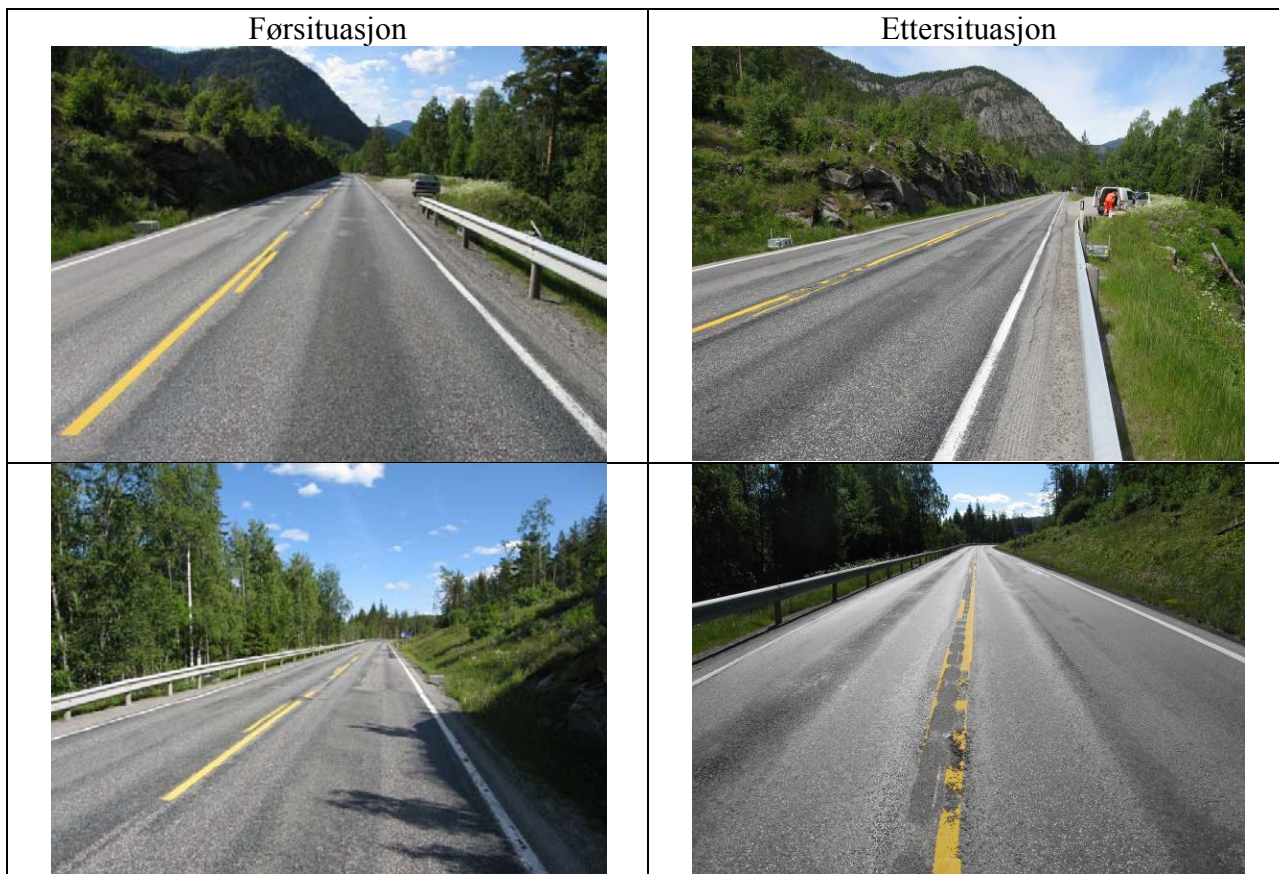
I Figur 2.7-Figur 2.11 er det vist plassering og bilder av målepunkter øst for Nesbyen langs Rv7 hvor det er gjennomført trafikale registreringer.



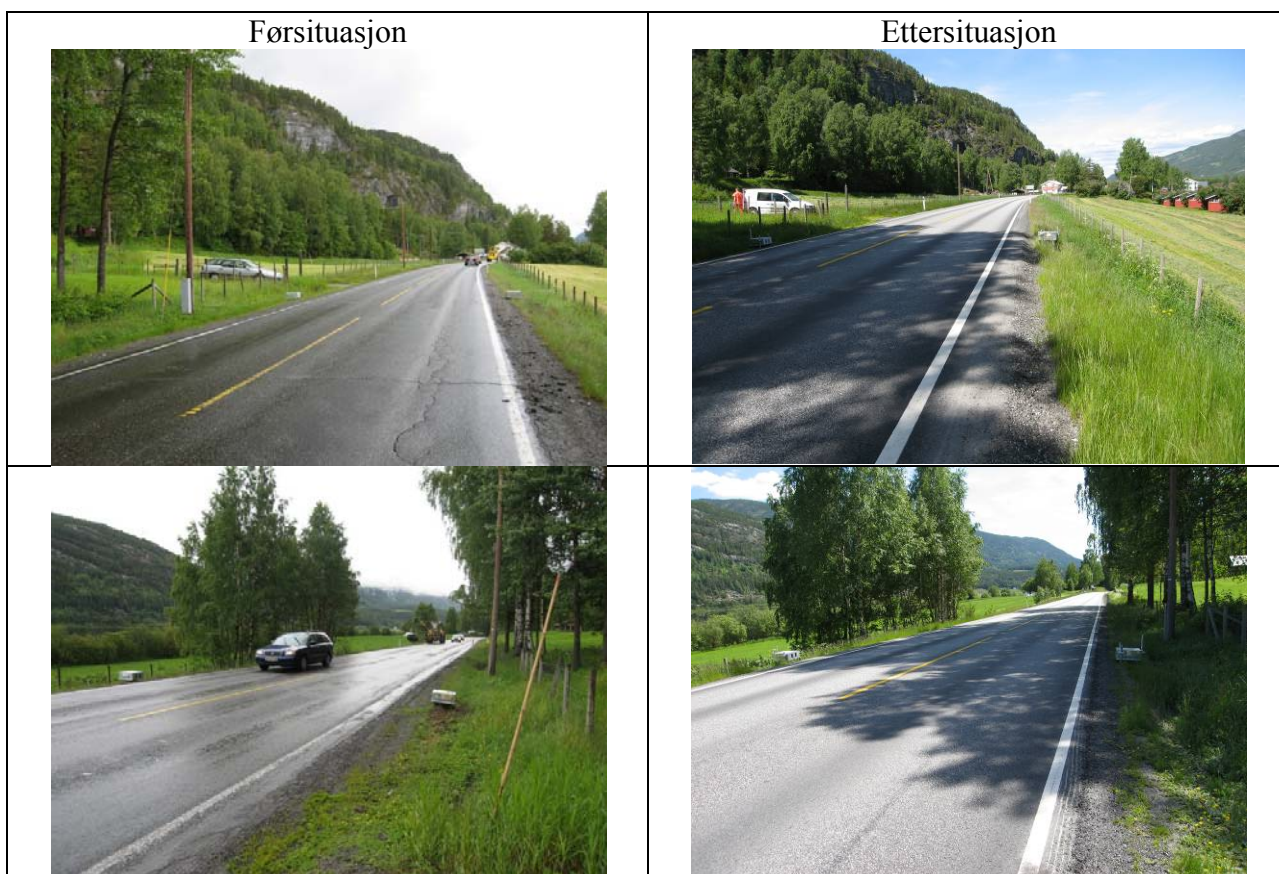
Figur 2.7: Målepunkter på Rv7 øst for Nesbyen



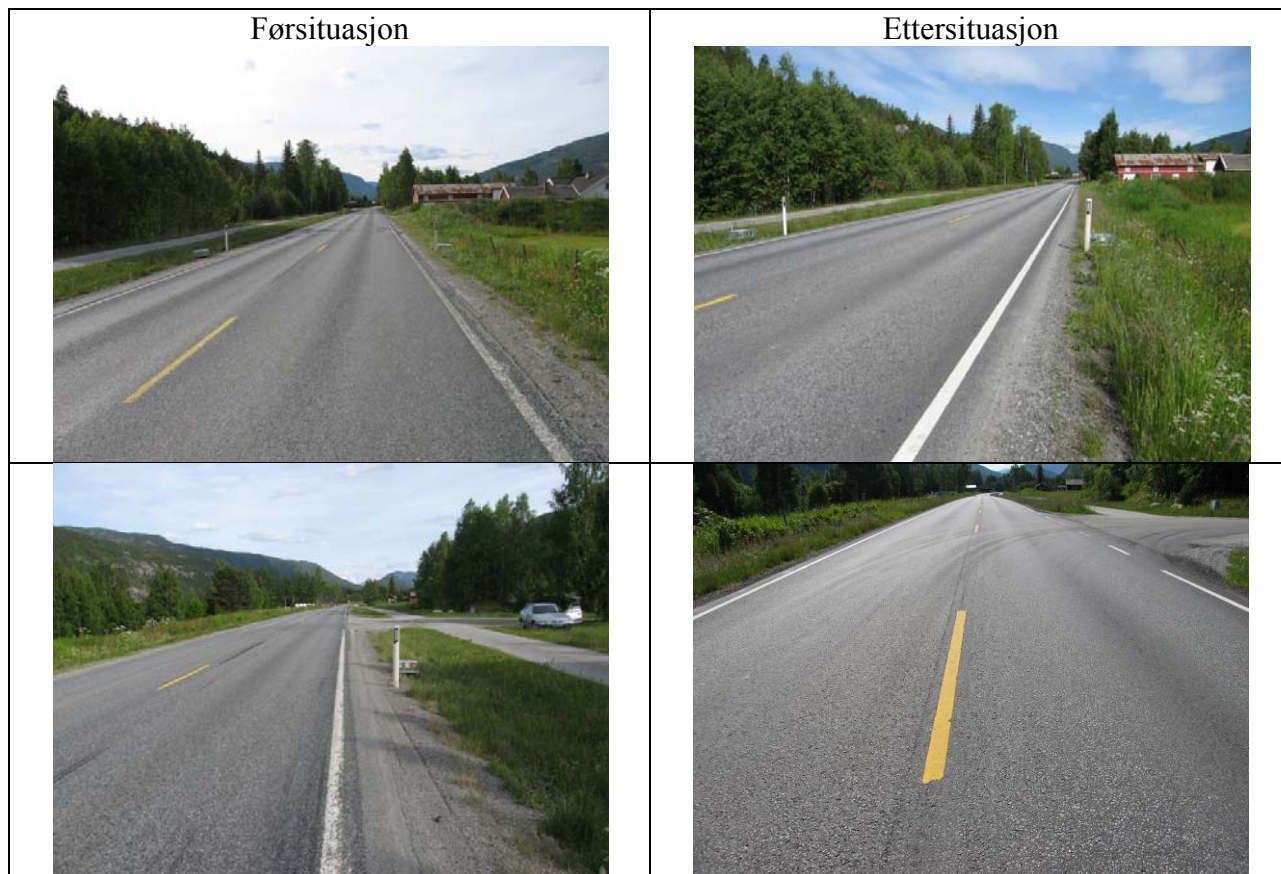
Figur 2.8: Målepunkt 24 – Rv7 hp7 km21,9



Figur 2.9: Målepunkt 25 – Rv7 hp7 km23,55



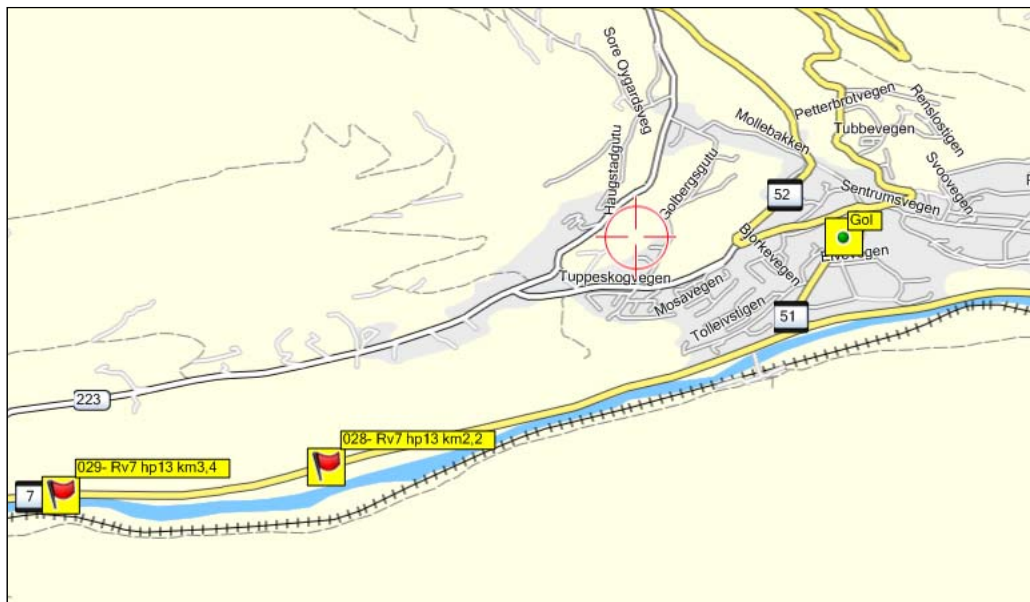
Figur 2.10: Målepunkt 27 – Rv7 hp7 km37,0



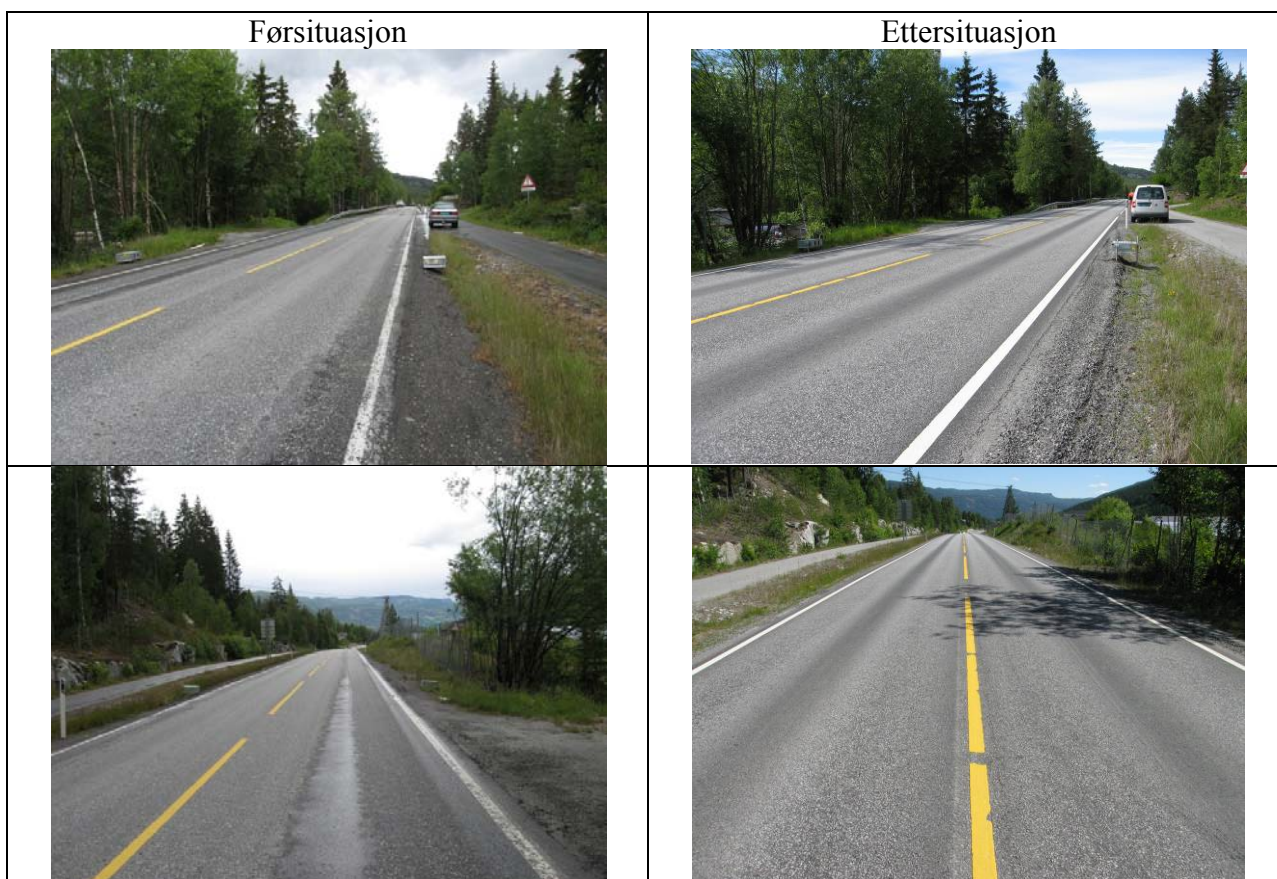
Figur 2.11: Målepunkt 26 – Rv7 hp8 km0,05

2.1.3 Målepunkt ved Gol, Rv7

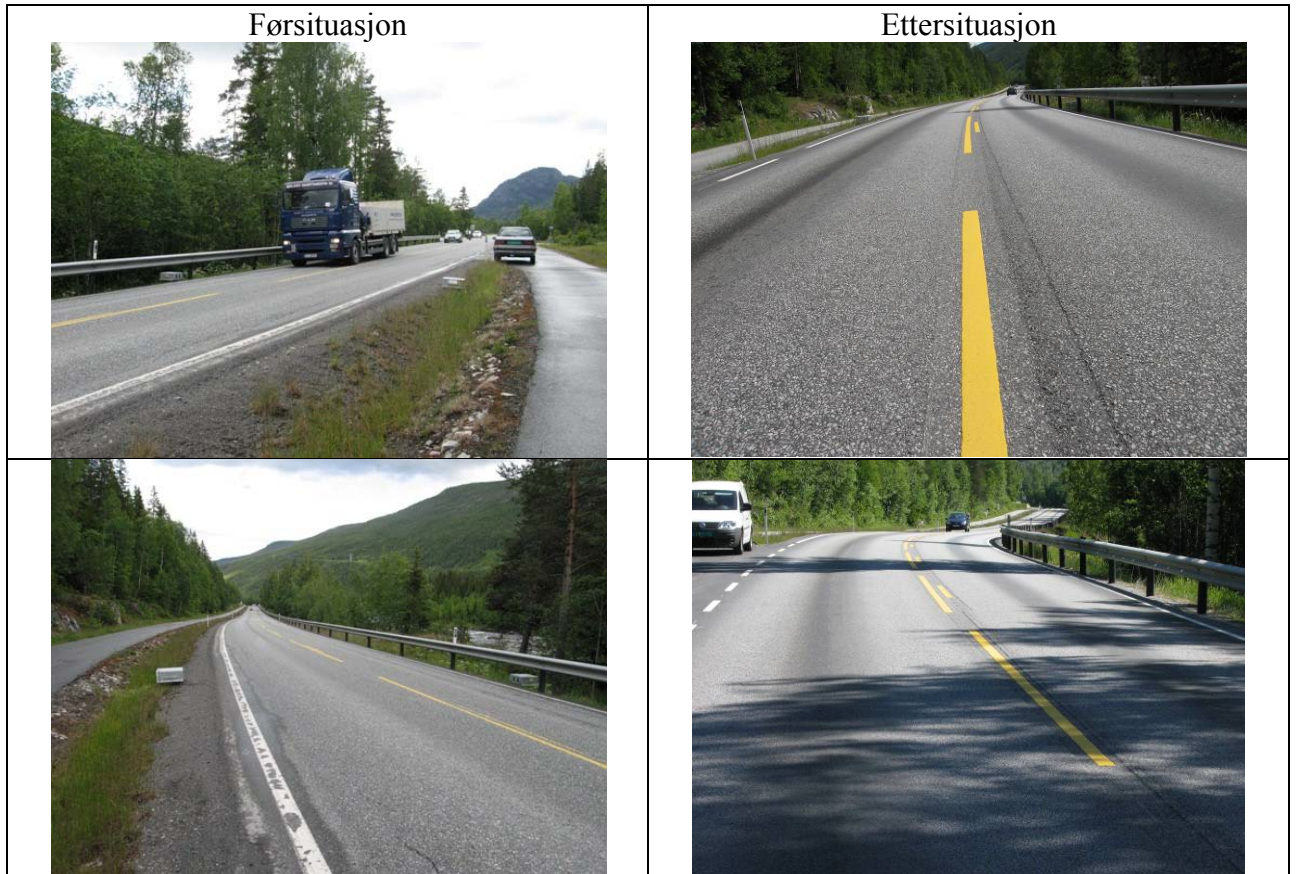
I Figur 2.12-Figur 2.14 er det vist plassering og bilder av målepunkter langs Rv7 ved Gol hvor det er gjennomført trafikale registreringer.



Figur 2.12: Målepunkter på Rv7 ved Gol



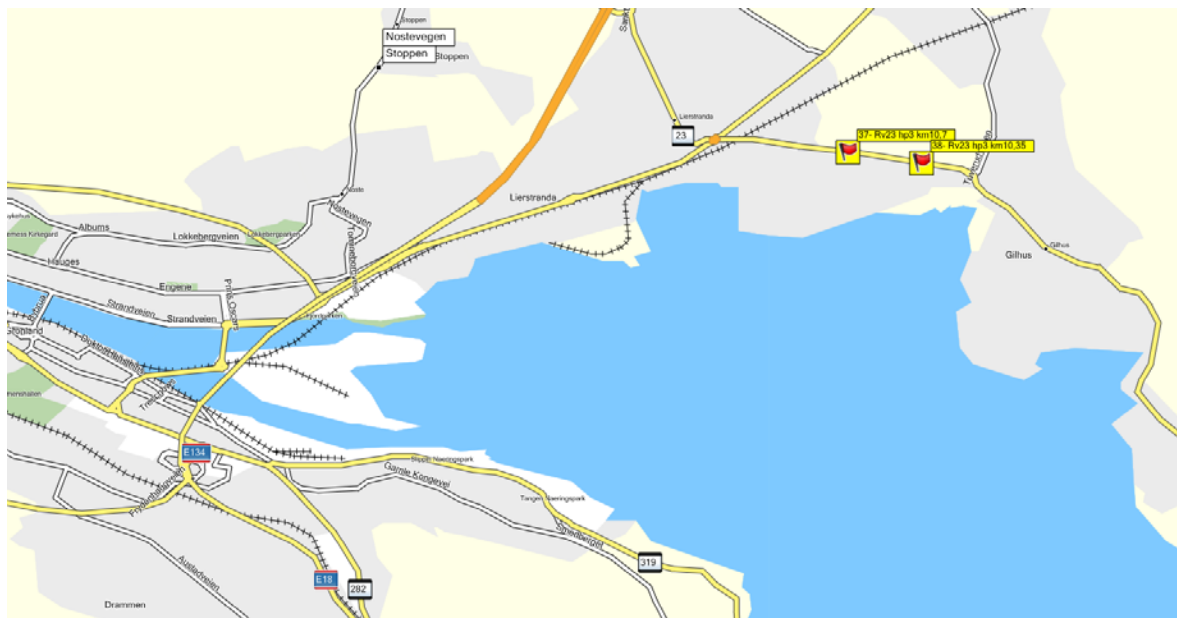
Figur 2.13: Målepunkt 28 – Rv7 hp13 km2,2



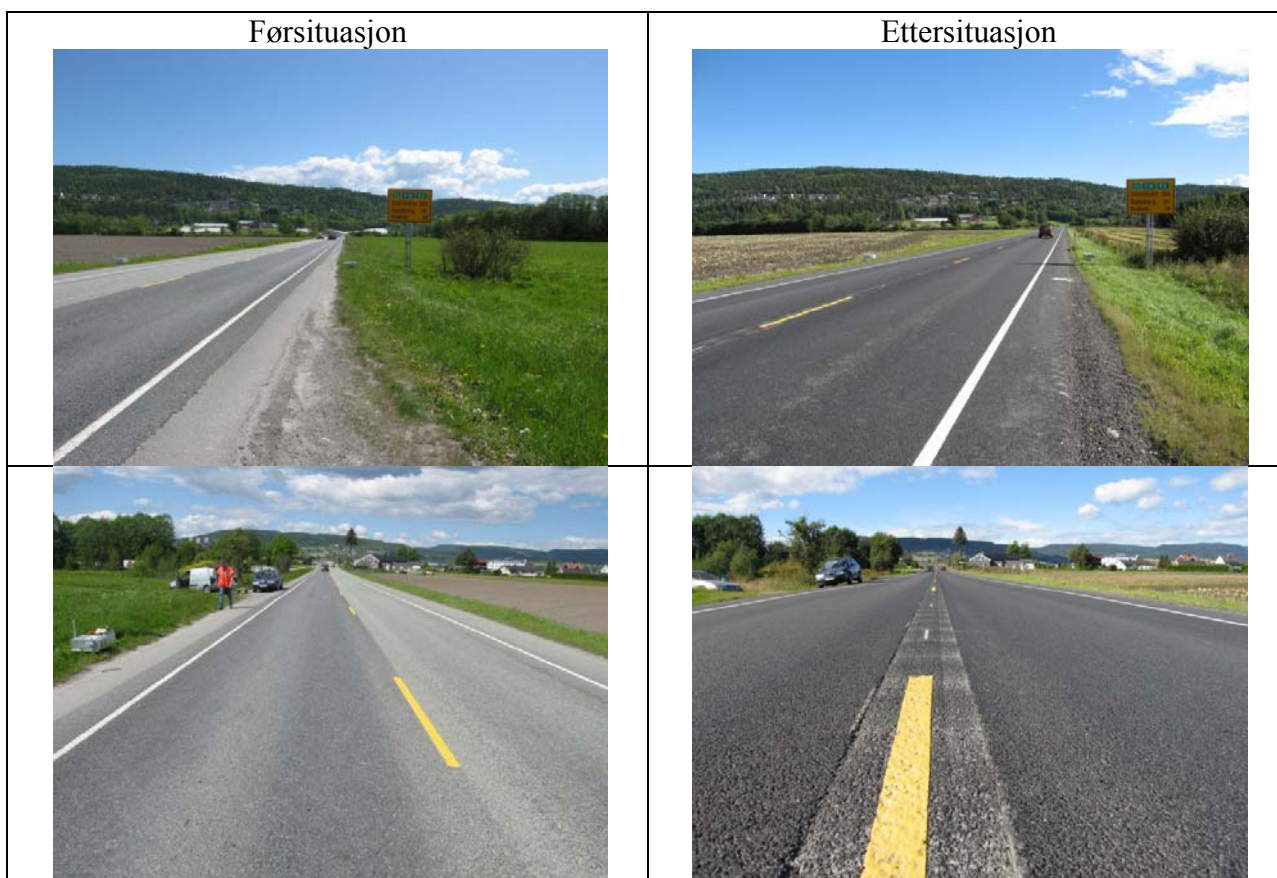
Figur 2.14: Målepunkt 29 – Rv7 hp13 km3,4

2.1.4 Målepunkt Rv 23

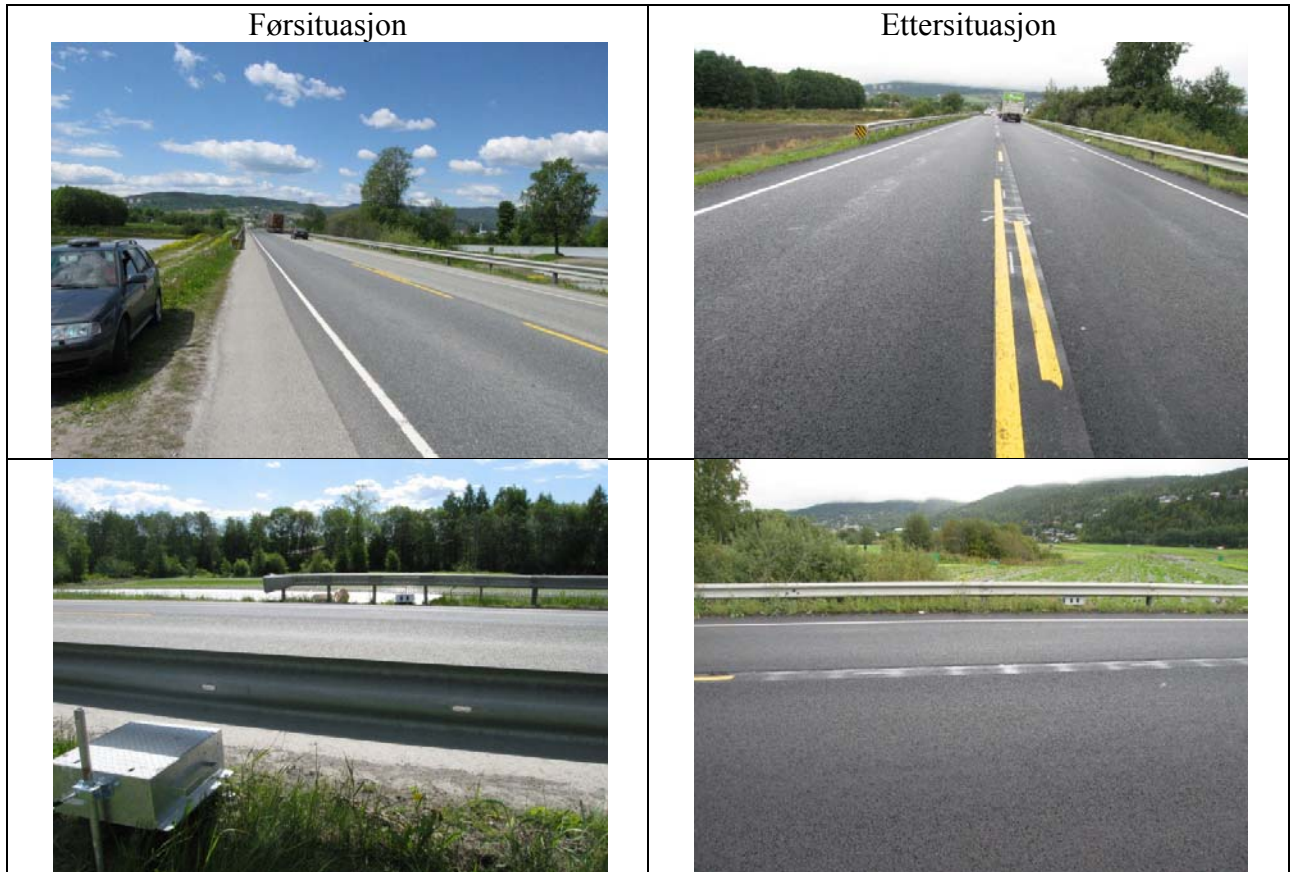
I Figur 2.26-Figur 2.28 er det vist plassering og bilder av målepunkter langs Rv23 hvor det er gjennomført trafikale registreringer.



Figur 2.15: Målepunkter på Rv23 øst for Drammen



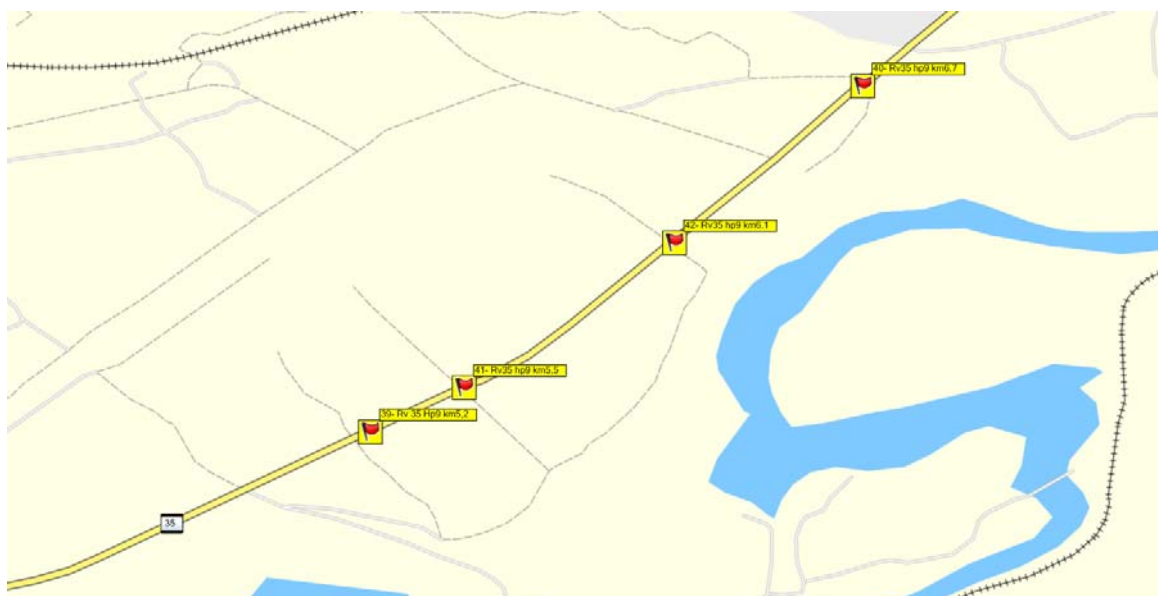
Figur 2.16: Målepunkt 38 – Rv23 hp3 km10,35



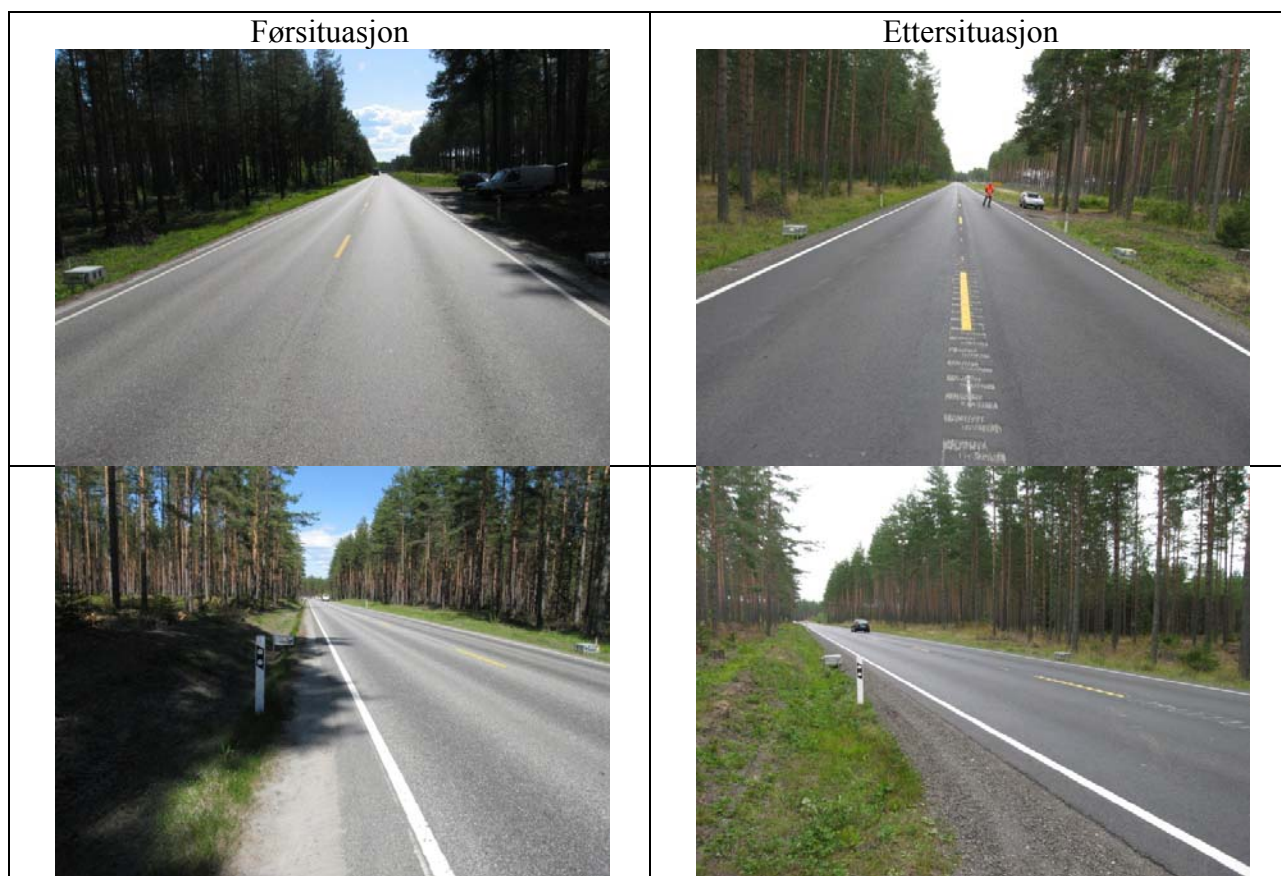
Figur 2.17: Målepunkt 37 – Rv23 hp3 km10,7

2.1.5 Målepunkt Rv 35

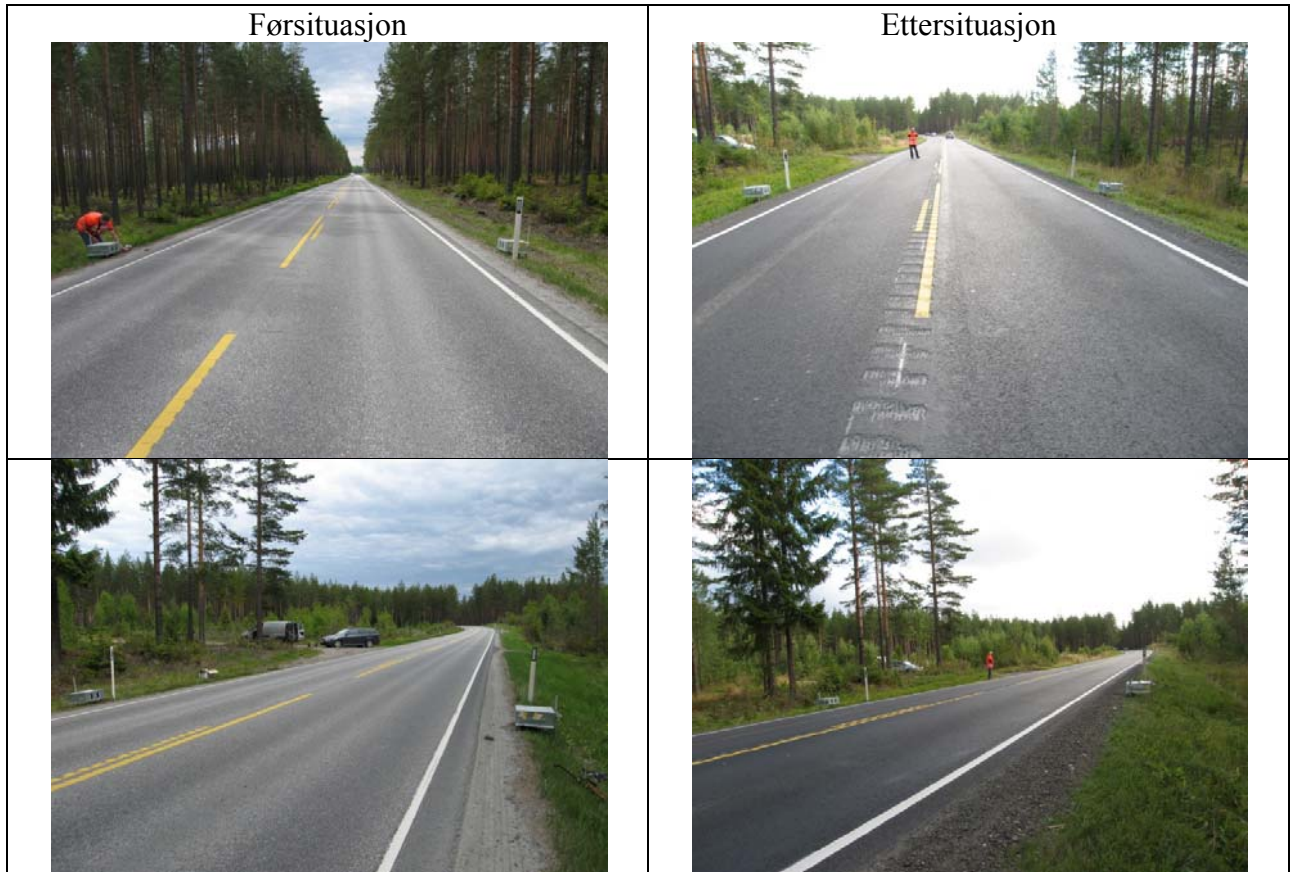
I Figur 2.26-Figur 2.28 er det vist plassering og bilder av målepunkter langs Rv35 hvor det er gjennomført trafikale registreringer.



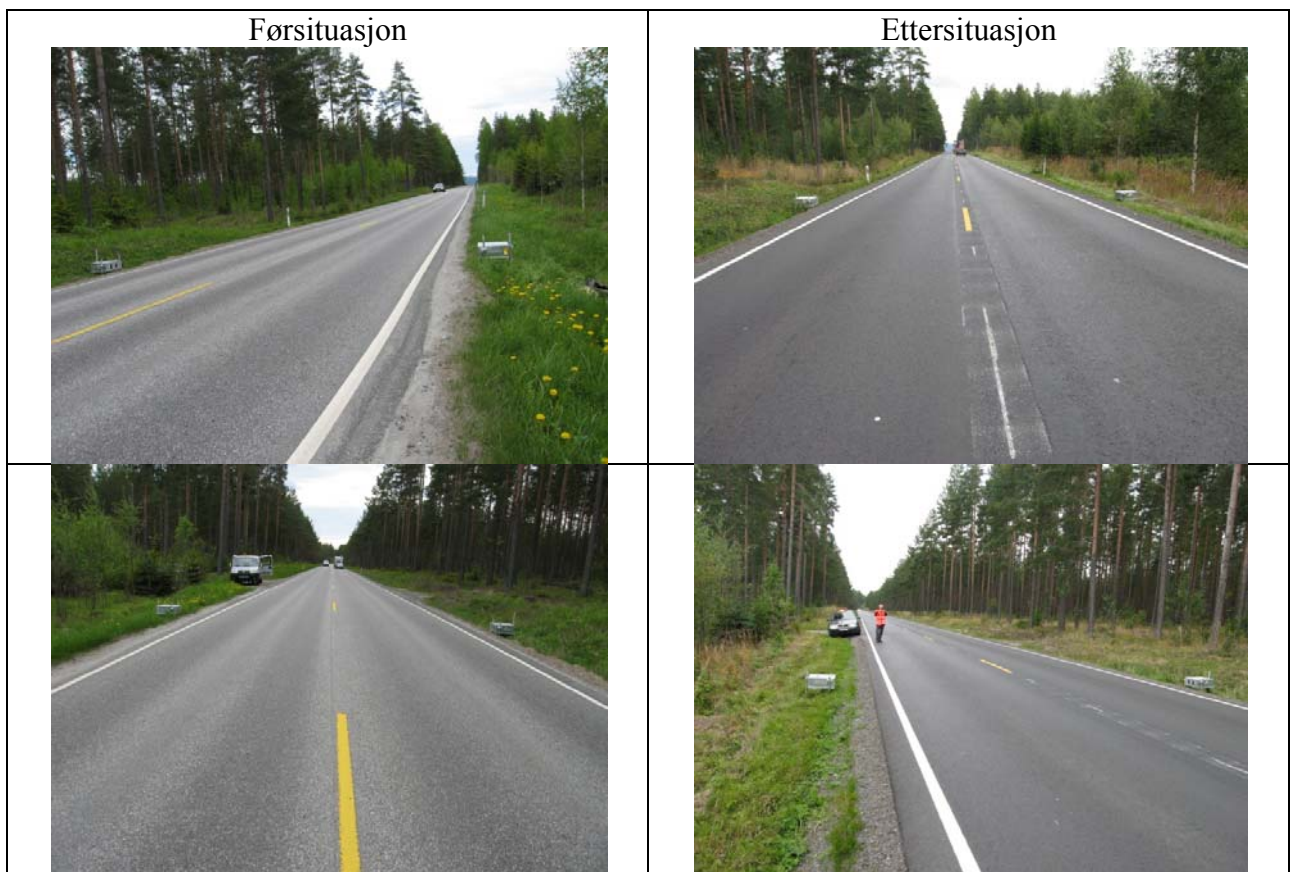
Figur 2.18: Målepunkter på Rv35 øst for Hønefoss



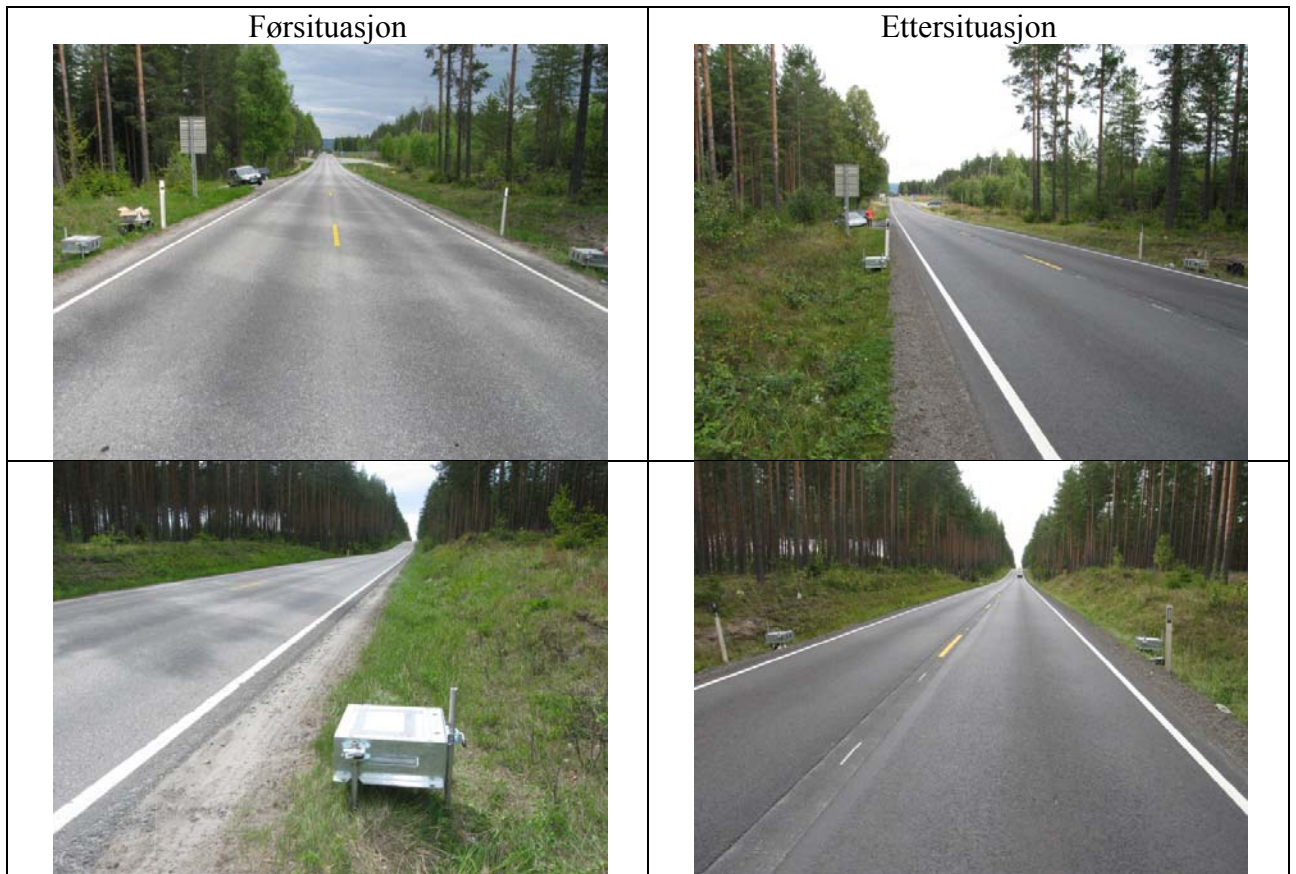
Figur 2.19: Målepunkt 39 – Rv35 hp9 km5,2



Figur 2.20: Målepunkt 41 – Rv35 hp9 km5,5



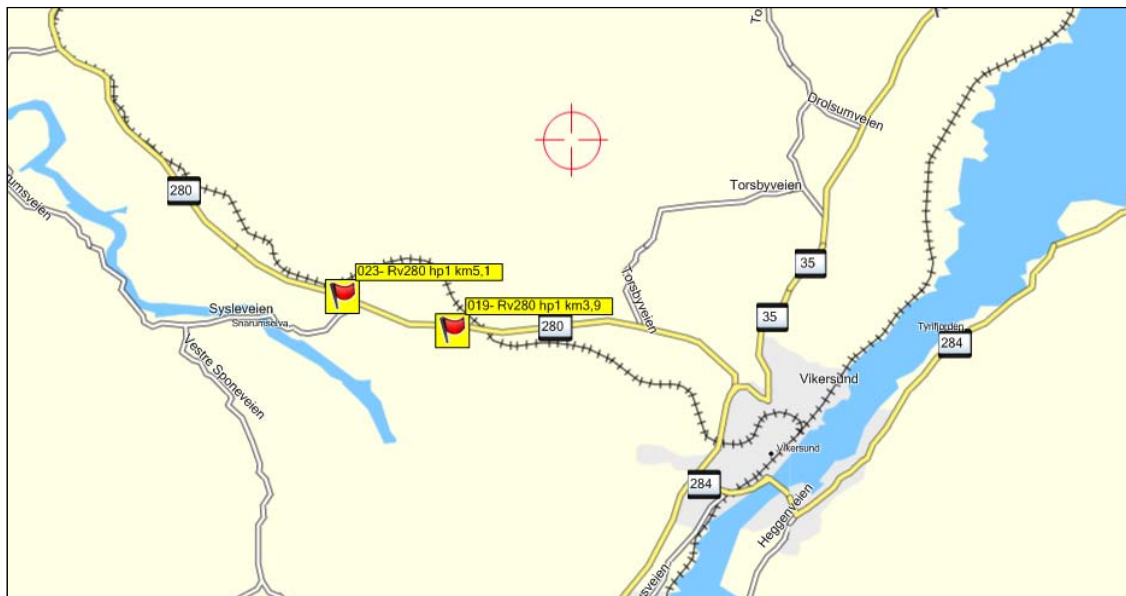
Figur 2.21: Målepunkt 42 – Rv35 hp9 km6,1



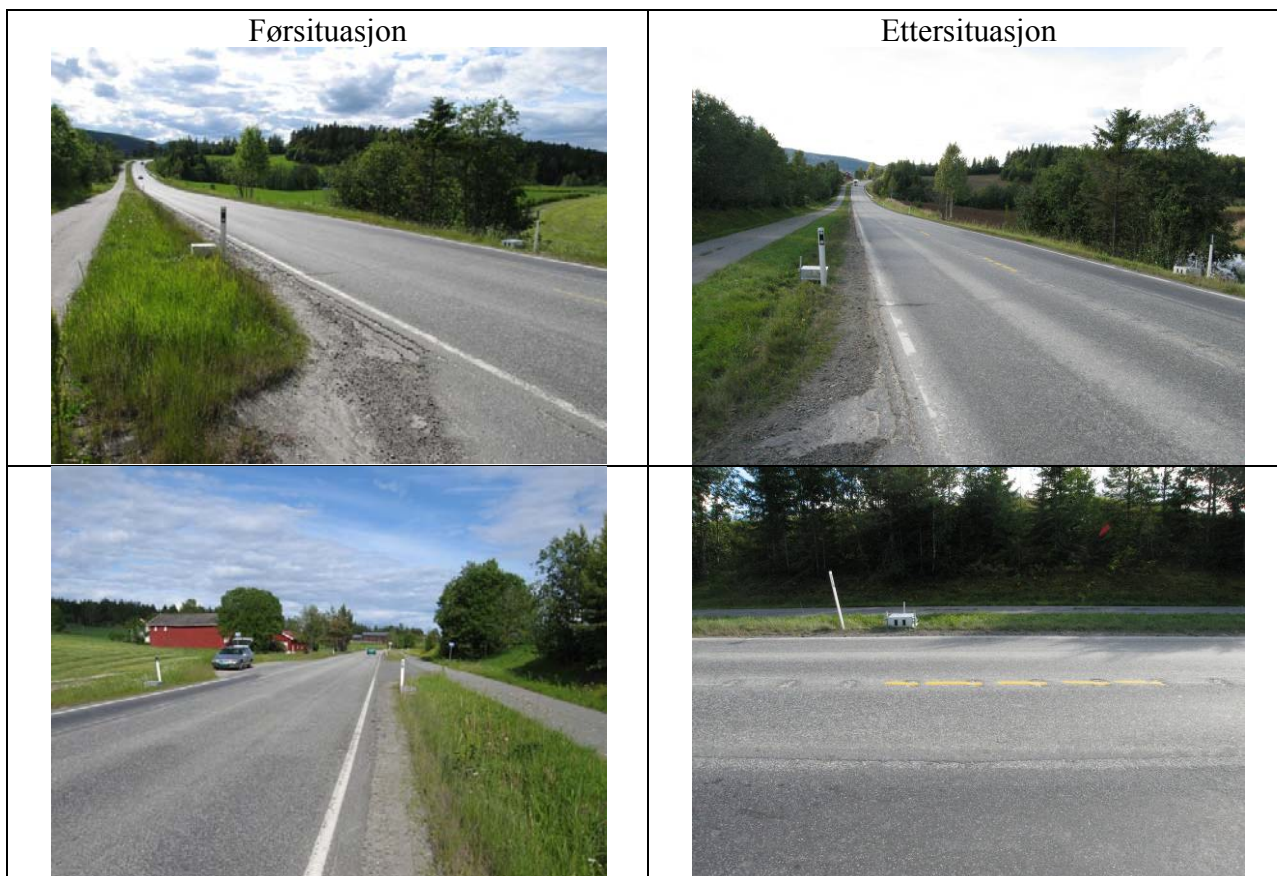
Figur 2.22: Målepunkt 40 – Rv35 hp9 km6,7

2.1.6 Målepunkt Fv280

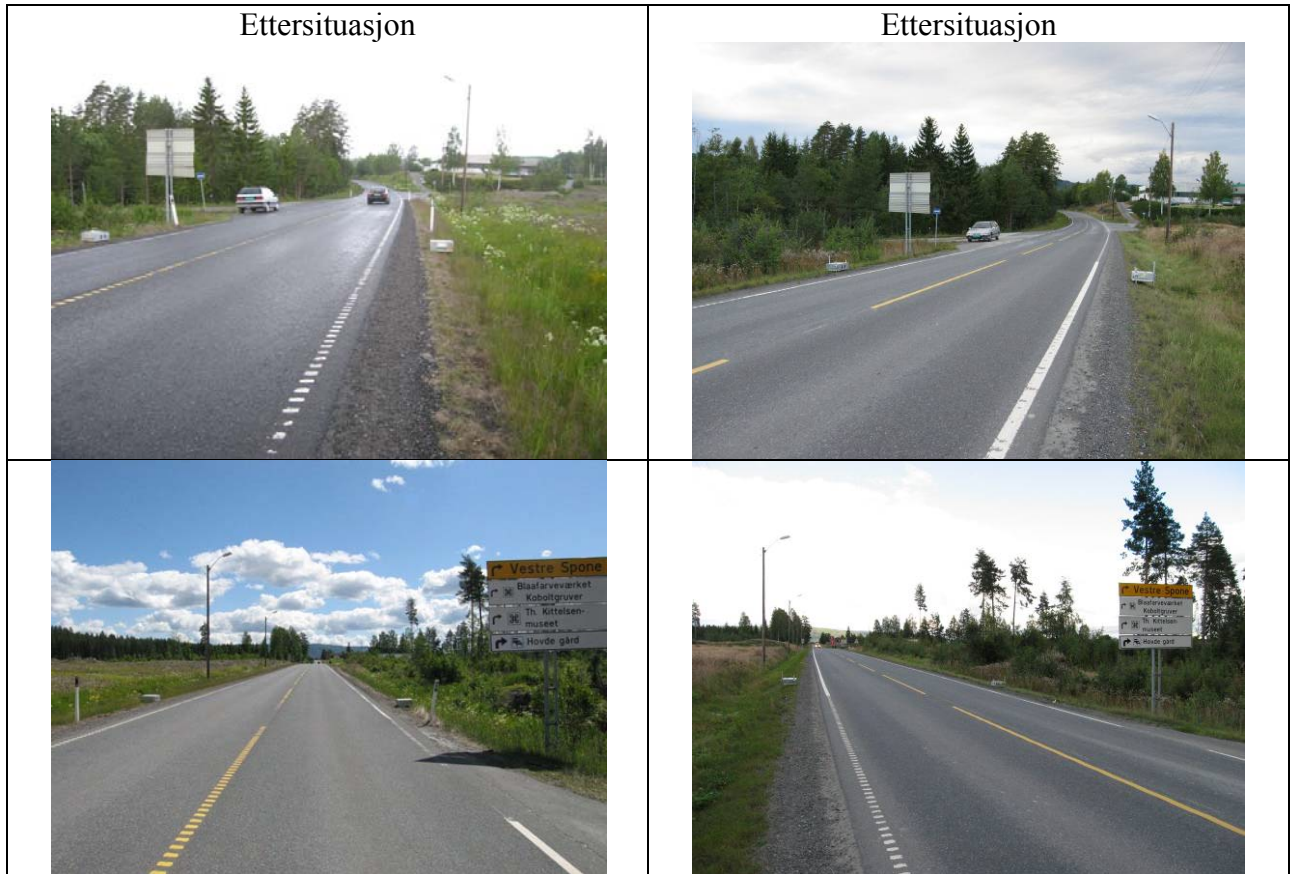
I Figur 2.23-Figur 2.25er det vist plassering og bilder av målepunkter langs Fv280 hvor det er gjennomført trafikale registreringer.



Figur 2.23: Målepunkter på Fv280 vest for Vikersund



Figur 2.24: Målepunkt 19 – Fv280 hp1 km3,9



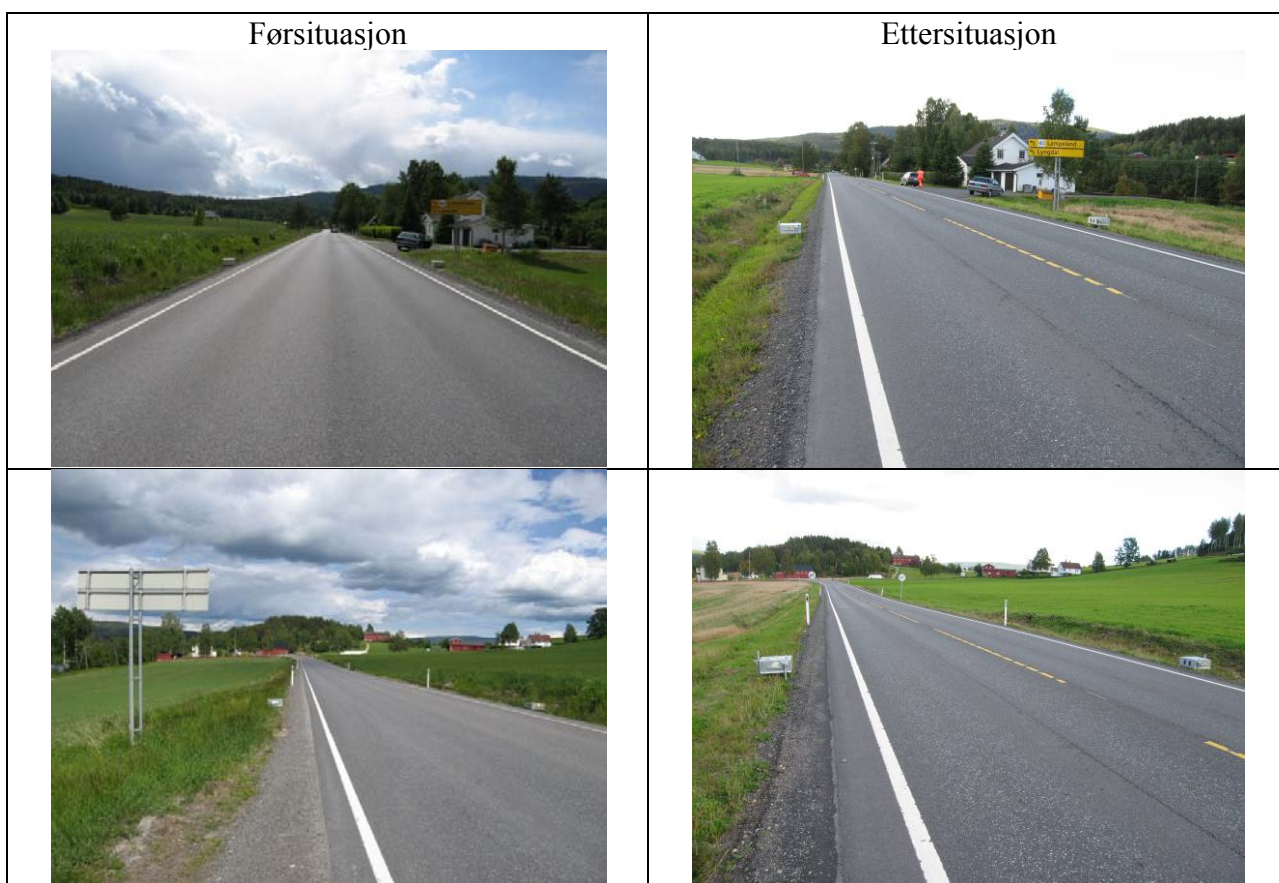
Figur 2.25: Målepunkt 23 – Fv280 hp1 km5,1

2.1.7 Målepunkt Fv 287

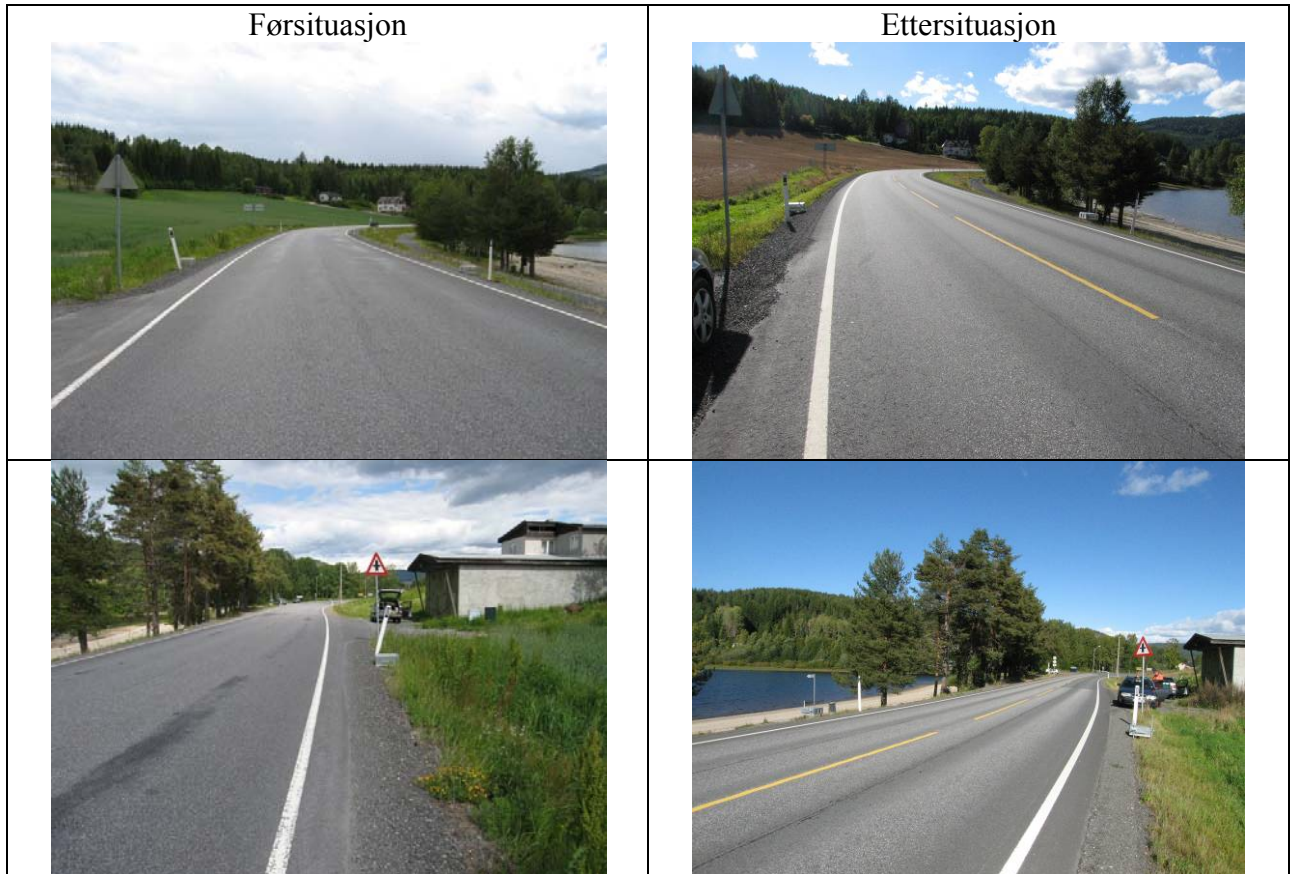
I Figur 2.26-Figur 2.28 er det vist plassering og bilder av målepunkter langs Fv287 hvor det er gjennomført trafikale registreringer.



Figur 2.26: Målepunkter på Fv287 vest for Sigdal



Figur 2.27: Målepunkt 22 – Fv287 hp2 km23,8



Figur 2.28: Målepunkt 21 – Fv287 hp3 km0,2

2.2 Målepunkt støy og mekanisk vibrasjon

Målepunktene for støy og mekanisk vibrasjon var lokalisert på Rv 7 i nærheten av punkt for måling av trafikken.

Tabell 2.3: Lokalisering for støymålingene

Målepunkter	
Målestrekning	Markeringstype
Rv7 hp13 km2,1	Sinusriller
Rv7 hp13 km3,4	Nedfreste sinusriller
Rv7 hp7 km22	Rumleriller (60)



Figur 2.29 Målestrekning for sinusriller.



Figur 2.30 Målestrekning for nedfreste sinusriller med tungt og lett kjøretøy.



Figur 2.31 Målestrekning for rumleriller (60).



Figur 2.32 rumleriller (60).

2.3 Tidspunkt for registreringer

Førregistreringene ble gjennomført i perioden 15. til 19. juni 2009, samt i perioden 31.mai.2010 til 1.juni.2010. Etterregistreringene ble gjennomført i periodene 21. til 23. juni 2010, 8. til 10. september 2010, samt 13. til 15. september 2010. Eksakte datoer for hver måling er vist i Tabell 2.4.

Tabell 2.4: Tidspunkt for trafikale registreringer

Fra dato	Til Dato	Sted	Type registreringer
15.06.2009	16.06.2009	Ev 16 Hp 4 km 1 Ev 16 Hp 4 km 1,8 Fv 280 Hp 1 km 3,9	Førregistreringer
16.06.2009	17.06.2009	Fv 280 Hp 1 Km 5,1 Fv 287 Hp 2 km 23,8 Fv 287 Hp 3 km 0,2	
17.06.2009	18.06.2009	Rv 7 Hp 7 km 21,9 Rv 7 Hp 7 km 23,55 Rv 7 Hp 8 km 0,05	
18.06.2009	19.06.2009	Rv 7 Hp 7 km 37 Rv 7 Hp 13 km 2,2 Rv 7 HP 13 km 3,4	
31.05.2010	01.06.2010	Rv 23 Hp 3 km 10,35 Rv 23 Hp 3 km 10,7 Rv 35 Hp 9 km 5,2	
01.06.2010	02.06.2010	Rv 35 Hp 9 Km 5,5 Rv 35 Hp 9 km 6,1 Rv 35 Hp 9 Km 6,7	
21.06.2010	22.06.2010	Rv 7 Hp 7 km 21,9 Rv 7 Hp 7 km 23,55 Rv 7 Hp 7 km 37	Etterregistreringer
22.06.2010	23.06.2010	Rv 7 Hp 8 km 0,05 Rv 7 Hp 13 km 2,2 Rv 7 HP 13 km 3,4	
08.09.2010	09.09.2010	Ev 16 Hp 5 km 3,0 Ev 16 Hp 5 km 3,4 Rv 35 Hp 9 Km 5,5	
09.09.2010	10.09.2010	Rv 35 Hp 9 km 5,2 Rv 35 Hp 9 km 6,1 Rv 35 Hp 9 Km 6,7	
13.09.2010	14.09.2010	Rv 23 Hp 3 km 10,35 Rv 23 Hp 3 km 10,7 Fv 280 Hp 1 km 3,9	
14.09.2010	15.09.2010	Fv 280 Hp 1 Km 5,1 Fv 287 Hp 2 km 23,8 Fv 287 Hp 3 km 0,2	

2.4 Vær- og føreforhold

Det var noe regn 18. juni og 12. – 14. september, men på de øvrige dagene var det stort sett oppholdsvær.

3 Resultater

3.1 Kvalitetssikring av fresing

Fresingen var generelt meget konsekvent i forhold til bølgelengde og bredde på fresingen. Fresingen var mindre jevn i forhold til dybden på fresingen. Spesielt varierte dybden på fresingen der det var en ujevn og dårlig kvalitet på asfalt.

Tabell 3.1: Målinger av fresing

Tiltak	Sted	Bredde fresing (cm)	Bølge-lengde (cm)	Dybde 1 (cm)	Variasjon Dybde 1 (cm)	Dybde 2 (cm)	Variasjon Dybde 2 (cm)	Veg-merking bredde (cm)	Fresing lengde (cm)
Rumle-riller (60)	Rv 7 Hp 7 km 21,9	25	63	1.1	0.3	0	0	10	13
	Fv 280 Hp 1 km 3,9	25	62	0.5	0.1	0	0	10	13
Rumle-riller (30)	Rv 35 Hp 9 km 5,2	37	30	0.5	0.1	0	0	10	15
	Rv 35 Hp 9 Km 5,5	37	31	0.8	0	0	0	10	18
Sinusriller	Ev 16 Hp 5 km 3,0	25	60	0.5	0	0	0	15	
	Rv 7 Hp 7 km 23,55	25	60	0.5	0.1	0	0.1	10	
	Rv 7 Hp 7 km 37	25	60	0.4	0.1	0	0.1	10	
	Rv 7 Hp 8 km 0,05	25	60	0.6	0.1	0.1	0.1	10	
	Rv 7 Hp 13 km 2,2	25	60	0.3	0.1	0	0.1	10	
	Rv 23 Hp 3 km 10,35	35	60	0.4	0.1	0	0	10	
	Rv 35 Hp 9 km 6,1	35	59	0.5	0.1	0	0	10	
Fv 287 Hp 2 km 23,8	25	59	0.6	0.1	0	0	10		
Nedfrest sinusriller	Ev 16 Hp 5 km 3,4	25	60	0.8	0.1	0.4	0.1	15	
	Rv 7 HP 13 km 3,4	45	60	1	0.1	0.5	0.2	10	
	Rv 23 Hp 3 km 10,7	35	59	1	0.1	0.5	0.1	10	
	Rv 35 Hp 9 Km 6,7	35	60	1.1	0.1	0.5	0.1	10	
	Fv 280 Hp 1 Km 5,1	60	60	0.8	0.1	0.3	0.1	10	
	Fv 287 Hp 3 km 0,2	25	59	0.5	0.1	0.2	0.1	10	

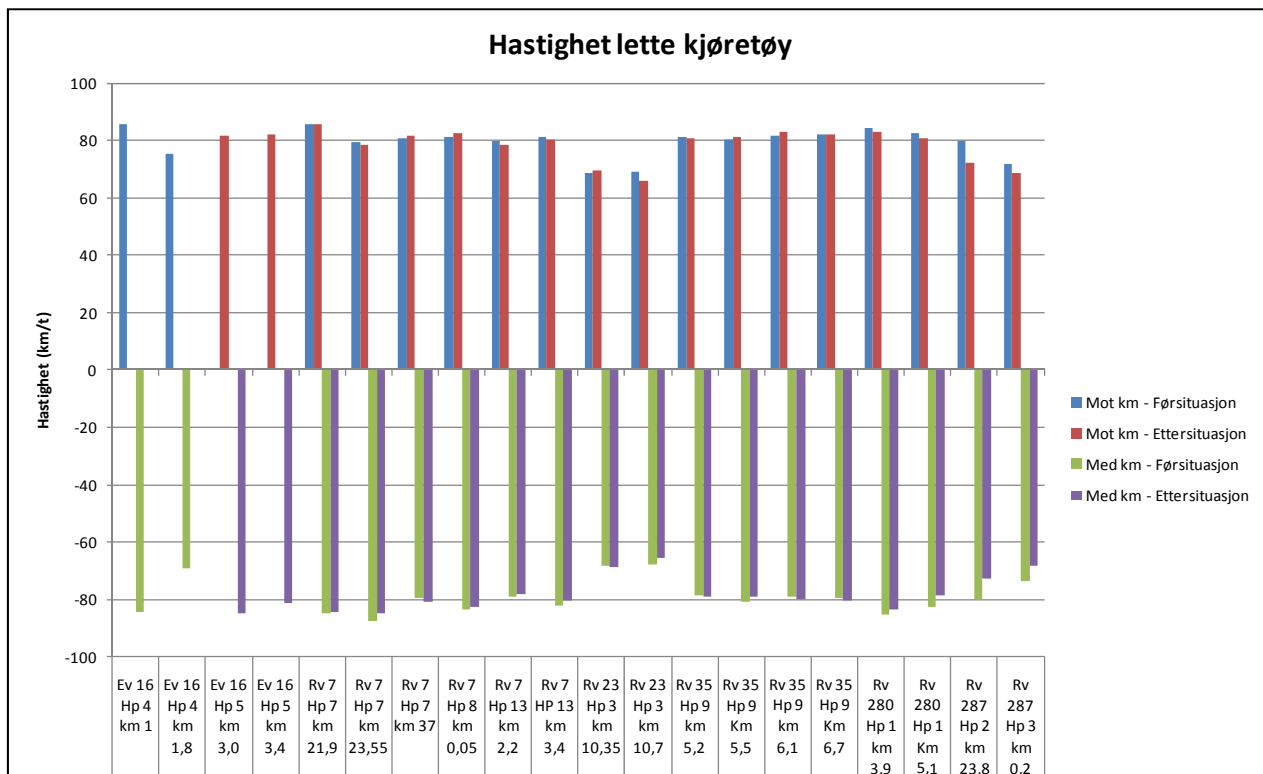
På strekningen med ordinære rumleriller på Rv 35 ble det observert at det vart frest to ganger med en fres som var 25 cm bred for å oppnå en total bredde på 37 cm på fresingen. Fresingen var foretatt med en liten forskjell i bølgelengde. Forskjellen var i størrelsesorden 0,5 cm for hver 30 cm mellom fresingene. Dette medførte at fresingen forkjøv seg noe. Se bilder i Figur 2.19 og Figur 2.20.

3.2 Effekter av vintervedlikehold

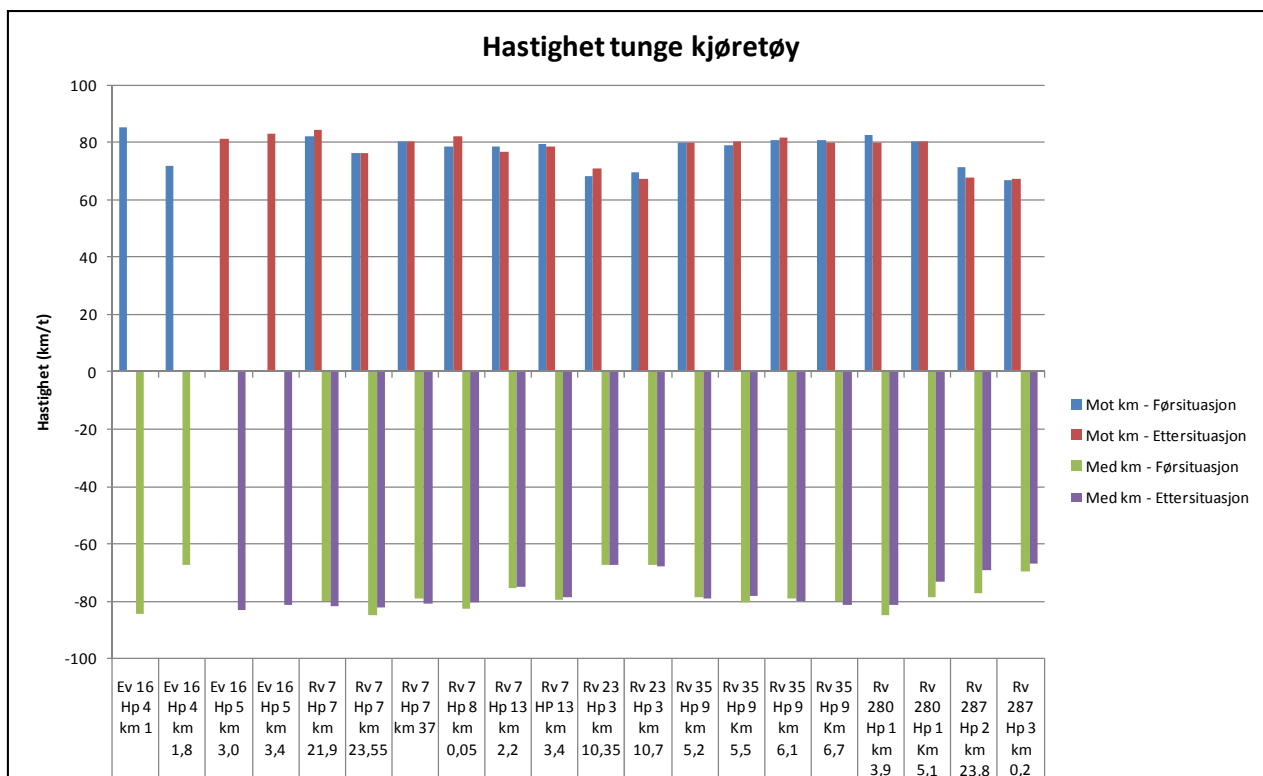
Strekningene på Rv 7, Fv 280 og Fv 287 ble frest og oppmerket på ny i 2009. På strekningene med rumleriller (60) og sinusriller er det i stor grad synlige skader på vegoppmerkingen fra vintervedlikehold. Skadene har en slik form at de repeteres i et intervall tilsvarende bølgelengden på fresingen. Dersom vegoppmerkingen skal legges i fresingen ser det ut til å være klart negativt dersom vegoppmerkingen eksponeres for vintervedlikeholdet. Der det er nedfreste sinusriller er det ikke tilsvarende skader på vegoppmerkingen.

3.3 Fart

Gjennomsnittsfarten for henholdsvis lette og tunge kjøretøy fordelt på retning i de ulike målepunktene er vist i Figur 3.1 og Figur 3.2.



Figur 3.1 Gjennomsnittsfart for lette kjøretøy



Figur 3.2 Gjennomsnittsfart for tunge kjøretøy

I noen punkter er det relativt stor forskjell i fart mellom de ulike kjøreretningene. Dette gjelder spesielt E16 hp4 km1,0 og Rv7 hp7 km23,55. Her er fartsforskjellen mellom kjøreretningene 6-7 km/t for lette kjøretøy og 4-10 km/t for tunge kjøretøy. I de øvrige punktene er fartsforskjellen mellom kjøreretningene betydelig mindre og ligger stort sett i området 0-3 km/t.

Fartsforskjellene i de to nevnte punktene kan forklares ut fra vegens geometri og avstand til endring av fartsgrense. I punktet på E16 er retning 1 med høyest fart i forkant av en venstrekurve, mens retning 2 med lavest fart tilsvarende etter utgangen av en høyrekurve. I punktet på Rv7 er retning 1 med lavest fart etter utgangen av en venstrekurve, mens retning 2 med høyest fart tilsvarende foran inngangen til en høyrekurve.

Lette kjøretøy har noe høyere gjennomsnittsfart en tunge kjøretøy, og totalt sett over alle punktene ligger forskjellen på 2-3 km/t.

I målingene er det Fv 287 som har de største fartsendringene fra før- til ettersituasjonen. Dette skyldes at strekningen i førsituasjonen hadde en fartsgrense på 80 km/t, mens den i ettersituasjonen hadde en fartsgrense på 60 km/t. Selv med denne reduksjonen i fartsgrense var reduksjonen i gjennomsnittsfart i det ene punktet bare 6-7 km/t og i det andre punktet, som hadde lavest fart i utgangspunktet, var reduksjonen i gjennomsnittsfart på bare 1-4 km/t.

Tabell 3.2: Endringer i fart

Sted	Profilering vegoppmerking før	Beskrivelse	Snitt endring fart lette kjøretøy (km/t)	Snitt endring fart tunge kjøretøy (km/t)
Rv 7 Hp 7 km 21,9	Profilert varsellinje	Rumleriller (60)	-0.36	2.16
Rv 7 Hp 7 km 23,55	Plan kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Sinus	-1.62	-1.16
Rv 7 Hp 7 km 37	Profilert varsellinje	Sinus	0.91	0.98
Rv 7 Hp 8 km 0,05	Plan kjørefeltlinje	Sinus	0.21	0.69
Rv 7 Hp 13 km 2,2	Plan varsellinje	Sinus	-1.07	-0.99
Rv 7 HP 13 km 3,4	Plan kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Nedfrest sinus	-1.25	-0.94
Rv 23 Hp 3 km 10,35	Plan kjørefeltlinje	Sinus	0.55	1.32
Rv 23 Hp 3 km 10,7	Plan kjørefeltlinje	Nedfrest sinus	-2.49	-1.02
Rv 35 Hp 9 km 5,2	Profilert kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Fresing	-0.26	0.18
Rv 35 Hp 9 Km 5,5	Profilert kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Fresing	-0.32	-0.43
Rv 35 Hp 9 km 6,1	Plan kjørefeltlinje	Sinus	0.97	0.98
Rv 35 Hp 9 Km 6,7	Plan kjørefeltlinje	Nedfrest sinus	0.66	0.31
Fv 280 Hp 1 km 3,9	Plan kjørefeltlinje	Rumleriller (60)	-1.59	-3.23
Fv 280 Hp 1 Km 5,1	Profilert varsellinje	Nedfrest sinus	-2.86	-2.70
Fv 287 Hp 2 km 23,8	Bortslitt midtoppmerking	Sinus	-7.49	-6.07
Fv 287 Hp 3 km 0,2	Bortslitt midtoppmerking	Nedfrest sinus	-4.39	-1.14

Både for tunge og lette kjøretøy ser farten ut til å reduseres etter fresing, men målingene er ikke entydig i forhold til dette. Enkelte steder er det registrert en økning, men dette kan skyldes forhold som ny og bedre asfalt, bedre vær og andre ikkekontrollerbare forhold.

Ser en på den gjennomsnittlige endringen av fart (med unntak av Fv 287) gir denne en nedgang på 0,6 km/ for lette kjøretøy og 0,3 km/t for tunge kjøretøy.

Farten kan påvirkes av en rekke forhold, blant annet vær, årstid, ukedag, og kvaliteten på asfaltdekke. For å se om en kan utelukke forhold som vær, årstid og ukedag er det sammenlignet med 3 nivå 1¹ punkt som ligger i nærheten. Disse målingene er gjengitt i vedlegg. Det er her ingen enkel indikasjon på endring i hastighetene, men de varierer mellom punktene.

Noen av punktene har hatt en reasfaltering, noe som normalt medfører en økt hastighet. Andre punkt har en noe dårligere asfalt i ettersituasjonen siden de ikke har hatt reasfaltering.

Det er sannsynlig at fresingen medfører en nedgang i hastigheten på 0,5 – 1,0 km/t

3.4 Sidevegs plassering

Gjennomsnittlig sidevegs plassering i vegbanen for henholdsvis lette og tunge kjøretøy fordelt på retning i de ulike målepunktene er vist i Figur 3.3 og Figur 3.4. Sidevegs plassering er angitt som avstanden fra kjøretøyets høyre hjul til senterlinjen av vegen.

Forskjellen i sidevegs plassering mellom kjøreretningene i de enkelte punktene kan ha flere årsaker, men de viktigste er:

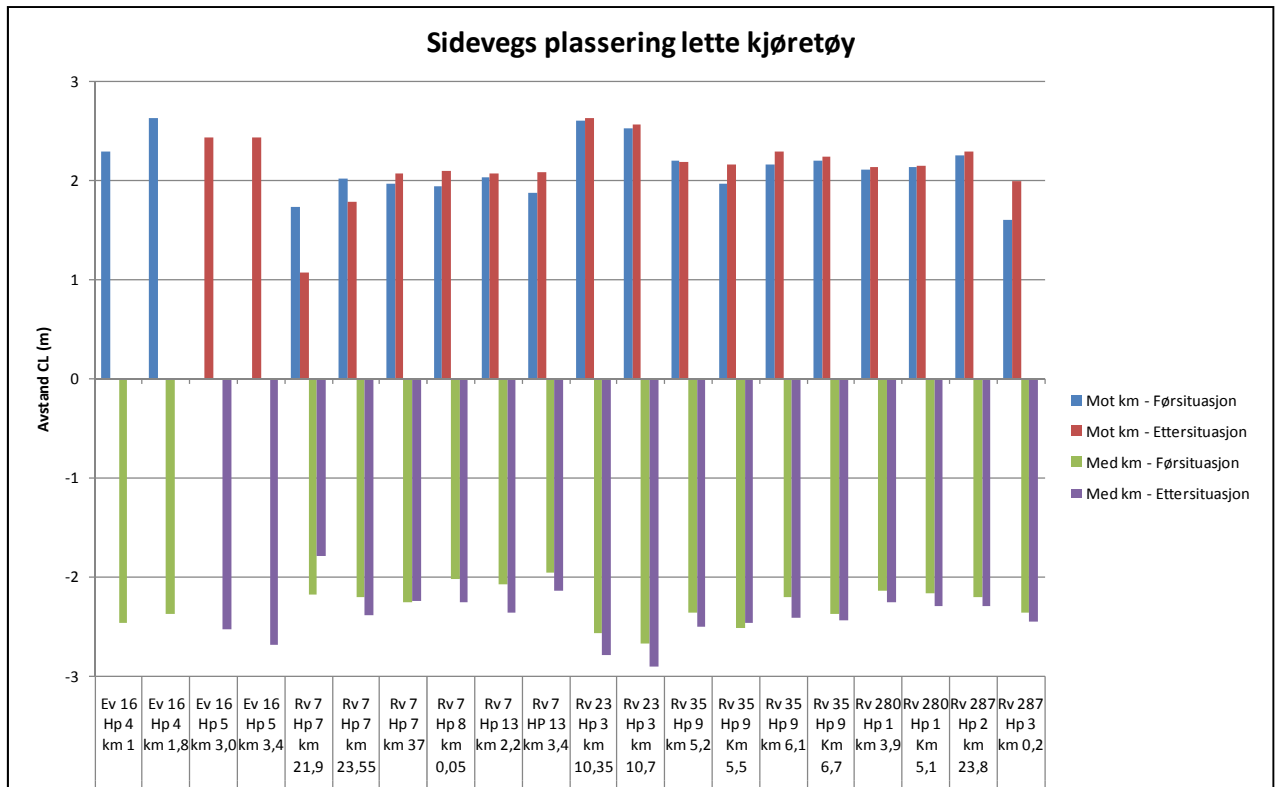
- Ulik kjørefeltbredde
- Ulik horisontalkurvatur

Ved smalere kjørefelt vil avstanden mellom høyre hjul og senterlinjen naturlig nok bli mindre. Dersom aktuell kjøreretning ligger i eller i forkant av en venstrekurve vil også avstanden bli mindre, mens det vil være motsatt for høyrekurve. For den andre kjøreretningen vil resultatene bli motsatte.

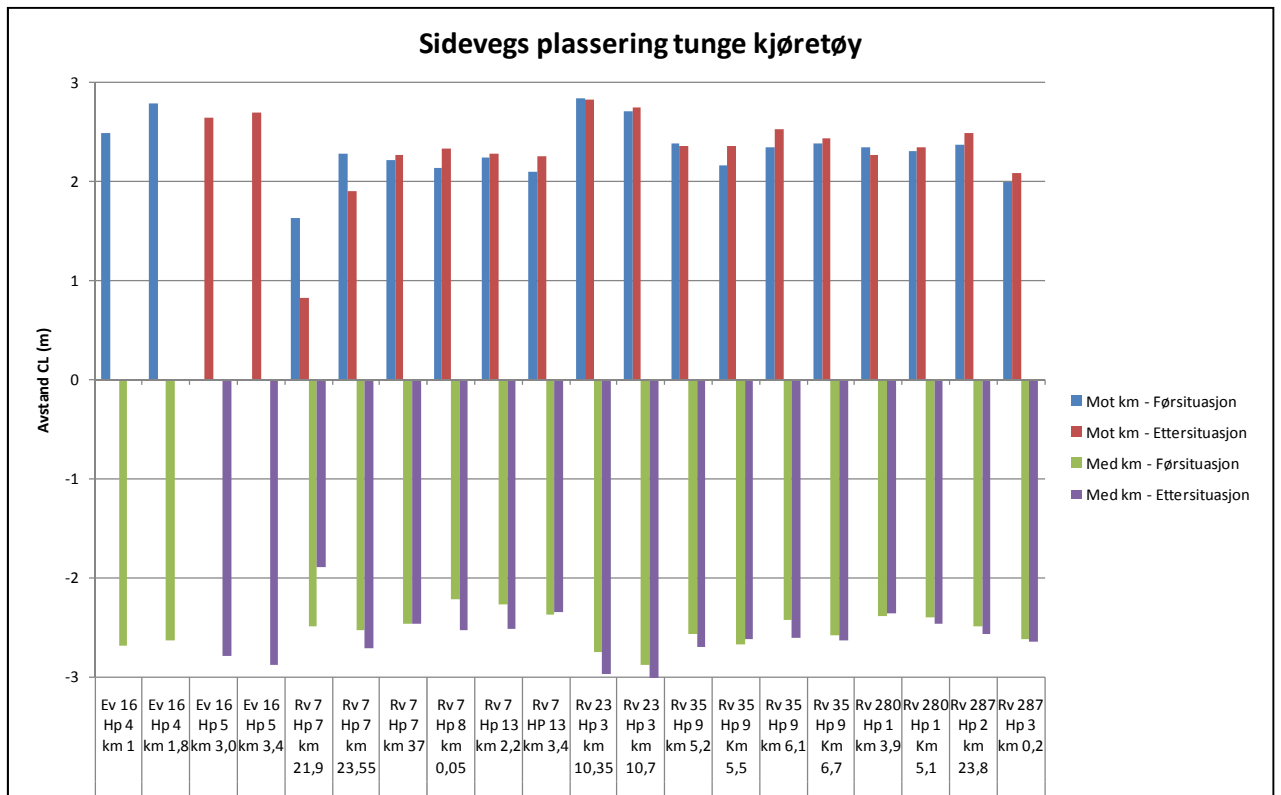
I punktet Rv7 hp7 km21,9 er det stor usikkerhet ved målingene av sidevegs plassering. Kjøretøyene ligger logisk for nære midten av vegen. Det er her stor sannsynlighet for at det er feilregistreringer i både før og ettersituasjonen og vi har ikke lagt vesentlig vekt på disse registreringene.

Tunge kjøretøy ligger i gjennomsnitt 20-25 cm lengre bort fra senterlinjen med høyre hjul enn lette kjøretøy. De tunge kjøretøyene har om lag 50 cm større sporvidde enn lette kjøretøy, og dette betyr at de tunge kjøretøyene dermed ligger 25-30 cm nærmere senterlinjen med venstre hjul enn det de lette kjøretøyene gjør. Plasseringen i kjørefeltet er med andre ord nokså identisk for lette og tunge kjøretøy når en tar utgangspunkt i midten av kjøretøyet.

¹ Staten vegvesen sine tellepunkt for kontinuerlig registrering av trafikk



Figur 3.3 Sidevegs plassering for lette kjøretøy



Figur 3.4 Sidevegs plassering for tunge kjøretøy

Tabell 3.3: Endringer i sidevegs plassering

Sted	Profilering vegoppmerking før	Fresing ettersituasjon	Total endring i sidevegs plassering i begge retninger Lette (m)	Total endring i sidevegs plassering i begge retninger Tunge (m)
Rv 7 Hp 7 km 21,9	Profilert varsellinje	Rumleriller (60)	-1.05	-1.40
Rv 7 Hp 7 km 23,55	Plan kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Sinus	-0.04	-0.19
Rv 7 Hp 7 km 37	Profilert varsellinje	Sinus	0.08	0.05
Rv 7 Hp 8 km 0,05	Plan kjørefeltlinje	Sinus	0.39	0.50
Rv 7 Hp 13 km 2,2	Plan varsellinje	Sinus	0.32	0.28
Rv 7 HP 13 km 3,4	Plan kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Nedfrest sinus	0.39	0.12
Rv 23 Hp 3 km 10,35	Plan kjørefeltlinje	Sinus	0.24	0.20
Rv 23 Hp 3 km 10,7	Plan kjørefeltlinje	Nedfrest sinus	0.27	0.23
Rv 35 Hp 9 km 5,2	Profilert kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Fresing	0.15	0.11
Rv 35 Hp 9 Km 5,5	Profilert kombinert varsel-/kjørefeltlinje	Fresing	0.14	0.15
Rv 35 Hp 9 km 6,1	Plan kjørefeltlinje	Sinus	0.34	0.36
Rv 35 Hp 9 Km 6,7	Plan kjørefeltlinje	Nedfrest sinus	0.11	0.10
Fv 280 Hp 1 km 3,9	Plan kjørefeltlinje	Rumleriller (60)	0.14	-0.11
Fv 280 Hp 1 Km 5,1	Profilert varsellinje	Nedfrest sinus	0.14	0.10
Fv 287 Hp 2 km 23,8	Bortslitt midtoppmerking	Sinus	0.12	0.19
Fv 287 Hp 3 km 0,2	Bortslitt midtoppmerking	Nedfrest sinus	0.48	0.12

I vedlegg er det vist endring i sidevegs plassering for hver enkelt retning sett i sammenheng med feltbredde.

Den totale endringen i begge retninger i sidevegs plassering ligger mellom 10 og 40 cm. Det vil si at kjøretøyene flytter seg 5-20 cm vekk fra senterlinja etter fresing. Det er vanskelig å entydig fastslå hvilken type fresing som har størst effekt, men ut i fra målingene ser det ut til at sinusriller og nedfreste sinusriller i hvert fall ikke har noen mindre effekt enn rumleriller.

De stedene som tidligere hadde profilert vegoppmerking har hatt en noe mindre endring av sidevegs plassering. Forsterket midtoppmerking ser ut til å ha medført at kjøretøy plasserer seg 5-10 cm lenger fra senterlinja på strekninger som tidligere har hatt profilert vegoppmerking, og 10-20 cm lenger fra senterlinja på strekninger som tidligere kun har hatt plan vegoppmerking.

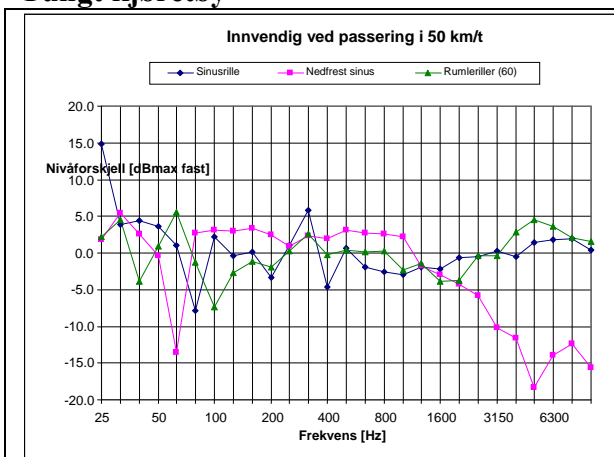
3.5 Støy og mekanisk vibrasjon

3.5.1 Måleresultater støy

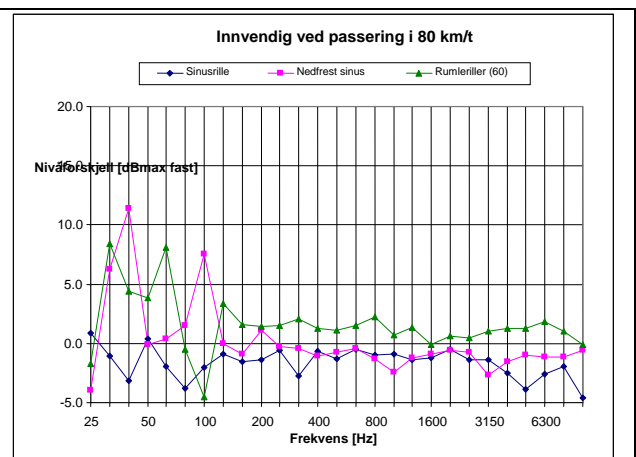
Målingene er gjennomført ved kjøring i feltet lengst unna mikrofonen. Referansemålingene er trukket fra støynivået for hver måling. Resultatet av dette blir nivåendringen kjøring på forsterket midtoppmerking medfører. Nivåendringene finner man i Tabell 3-4 til Tabell 3-7.

For de følgende figurene ser vi nivåforskjellen mellom referansemålingen og måling ved kjøring på forsterket midtoppmerking. De positive verdiene viser nivåøkning, mens negative verdier viser reduksjon. I den grad vi har reduksjon i støynivå kan dette tyde på målefeil, eller at referansemålingen inneholder ujevnt asfaltdekke. Ser vi på Figur 3.5 så har nedfreste sinusriller en klar demping for de høyeste frekvensene. Dette kan indikere forstyrrelser i kupe` under kjøring av referansemåling.

Tungt kjøretøy



Figur 3.5 Lineært spekternivå innvendig i tungt kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppmerking).

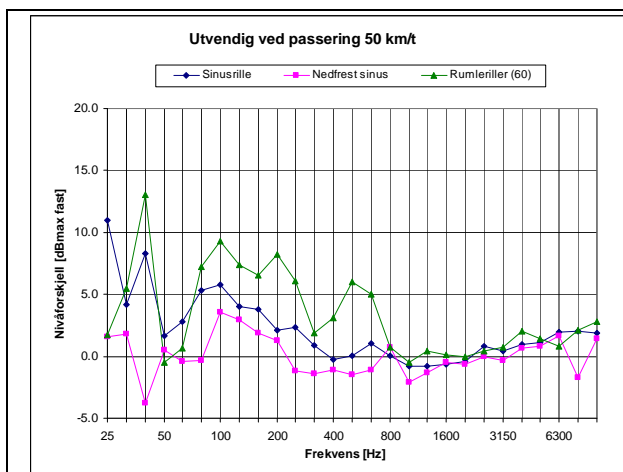


Figur 3.6 Lineært spekternivå innvendig i tungt kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppmerking).

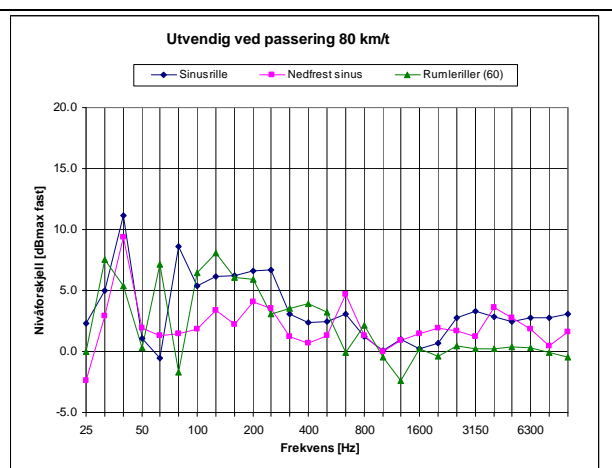
Måleresultatet i Figur 3.5 og Figur 3.6 viser de lineære spekternivåene målt i tungt kjøretøy for forsterket midtoppmerkingene hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passering får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3-4. Spektermålingene og de A-veide nivåene er ikke nødvendigvis fra nøyaktig samme målepunkt. Der det er store svingninger i nivå vil man se at korrelasjon mellom spekteret i figurene, og nivåene i tabellene ikke er optimal. Man må også ta hensyn til A-veiefilteret som resulterer i at de laveste frekvensene ikke påvirker nivået like mye som de høye. I førerhuset til et tungt kjøretøy er det høyt støynivå ved lave frekvenser under normal kjøring. Under slike forhold skal det kraftige lydtrykk til for å trenge gjennom ved kjøring på forsterket midtoppmerking.

Tabell 3-4 A-veid maks fast støynivå i tungt kjøretøy under kjøring på forsterket midtoppmerking.

Innvendig i kjøretøy			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusriller	50km/t	71,4	5,8
Nedfreste sinusriller	50km/t	68,0	0,4
Rumleriller (60)	50km/t	66,6	-1,1
Sinusriller	80km/t	70,2	-0,9
Nedfreste sinusriller	80km/t	67,3	0,4
Rumleriller (60)	80km/t	68,7	1,2



Figur 3.7 Lineært spekternivå utvendig ved 8 meters avstand fra tungt kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppmerking).



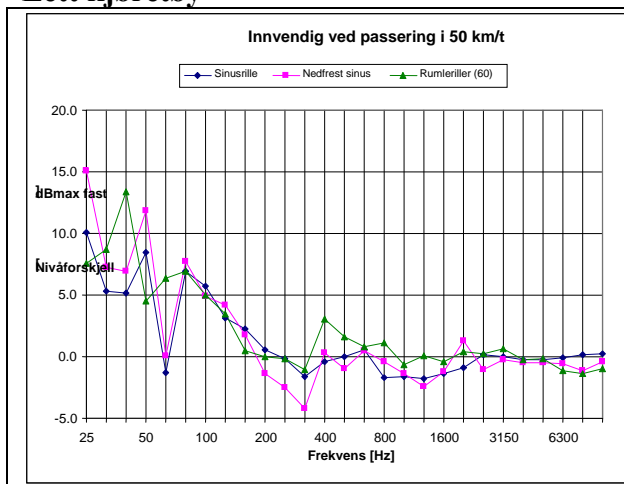
Figur 3.8 Lineært spekternivå utvendig ved 8 meters avstand fra tungt kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppmerking).

Måleresultatet i Figur 3.7 og Figur 3.7 viser lineære spekternivå målt ved passering av tungt kjøretøy for forsterket midtoppmerking hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passeringer får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3-5. Nivåene fra tabellen tyder til at det er liten økning ved kjøring på forsterket midtoppmerking. Usikkerheten ved disse målingene er at det er målt i et punkt ved passering og ikke over hele strekningen. Fra sjåførens opplevelse av kjøring på forsterket midtoppmerking varierer støynivået noe etter hvordan hjulet ligger plassert på fesen. Dette tyder på at det maksimale støynivået ikke nødvendigvis oppnås ved passeringen.

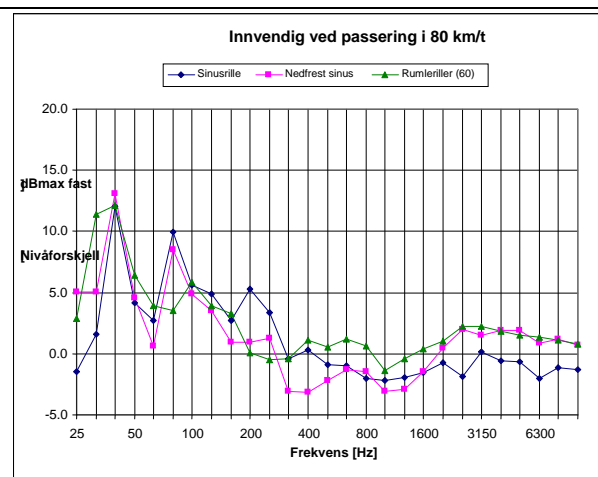
Tabell 3-5 A-veid maks fast støynivå utvendig ved passering av tungt kjøretøy på forsterket midtoppmerking.

Utvendig ved passering			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusriller	50km/t	75,4	1,3
Nedfreste sinusriller	50km/t	70,9	0,6
Rumleriller (60)	50km/t	72,9	1,8
Sinusriller	80km/t	82,4	1,5
Nedfreste sinusriller	80km/t	78,9	2,7
Rumleriller (60)	80km/t	80,1	2,0

Lett kjøretøy



Figur 3.9 Lineært spekternivå innvendig i lett kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppmerking).

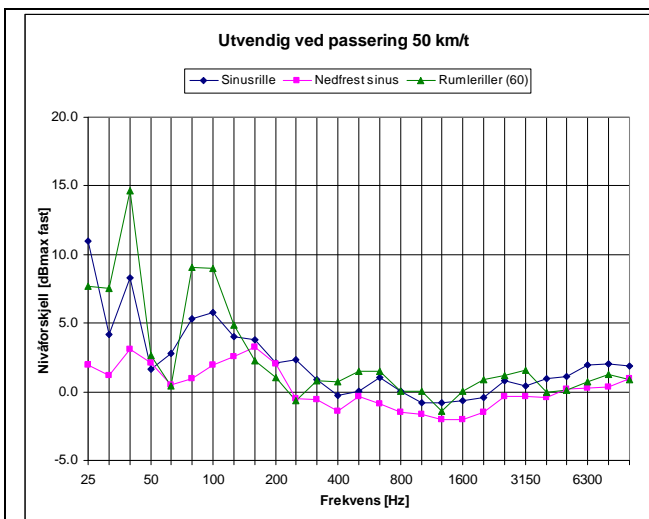


Figur 3.10 Lineært spekternivå innvendig i lett kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppmerking)

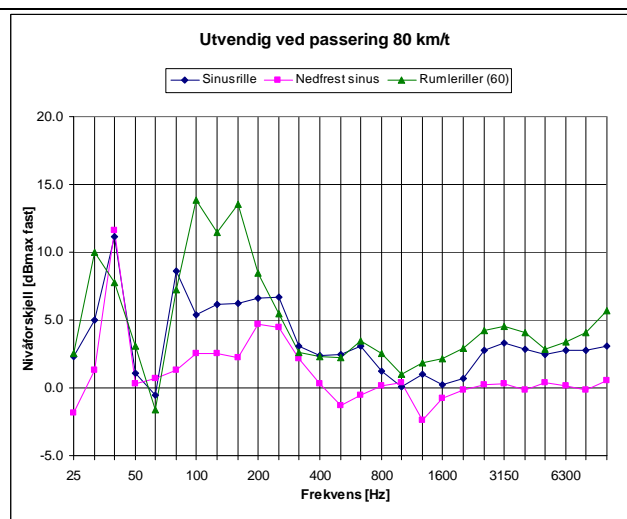
Måleresultatet i Figur 3.9 og Figur 3.10 viser lineære spekternivå målt innvendig i lett kjøretøy ved kjøring på forsterket midtoppmerking hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passeringer får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3-6. Nivåene fra tabellen viser til at det er noe økning i støynivået inni kjøretøyet, men det er ingen kraftig økning. Ser man derimot på figurene er det rentonelyd ved frekvenser rundt 50Hz. Det er en økning på over 10dB som kan være tilstrekkelig for å vekke førerens oppmerksomhet.

Tabell 3-6 A-veid maks fast støynivå innvendig i lett kjøretøy under kjøring på forsterket midtoppmerking

Innvendig i kjøretøy			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusriller	50km/t	64,6	2,3
Nedfreste sinusriller	50km/t	65,0	1,5
Rumleriller (60)	50km/t	67,6	2,3
Sinusriller	80km/t	67,2	2,6
Nedfreste sinusriller	80km/t	69,1	1,9
Rumleriller (60)	80km/t	72,4	1,8



Figur 3.11 Lineært spekternivå utvendig ved 8 meters avstand fra lett kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppperking).



Figur 3.12 Lineært spekternivå utvendig ved 8 meters avstand fra lett kjøretøy (forskjell mellom referanse og forsterket midtoppperking).

Måleresultatet i Figur 3.11 og Figur 3.12 viser lineære spekternivå utvendig målt ved passering av lett kjøretøy for forsterket midtoppperking hvis man trekker fra referansemålingen. For samme passeringer får vi A-veid maks fast støynivå som vist i Tabell 3-7. De A-veide nivåene sett i sammenheng med spektrene viser til at det er rumlerille (60) som gir kraftigst økning i nivå. Ved 80 km/t er det like kraftig økning for sinusrille som rumlerille (60), men det målte støynivået er 2,6 dBA høyere for rumlerille (60). Dette tyder på at referansedekket som ligger ved sinusrille er et stillere veidekke. Hadde rumlerille (60) ligget på samme strekning kunne man forventet en økning på 4,9 dBA.

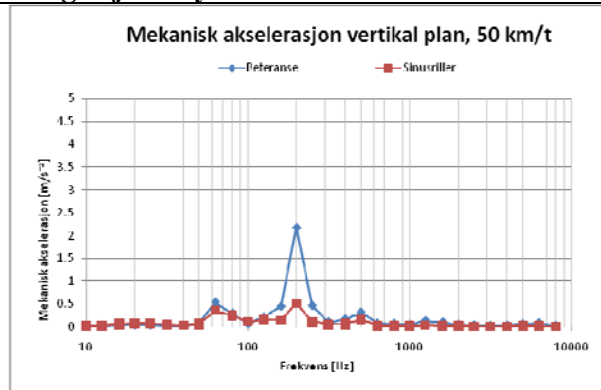
Tabell 3-7 A-veid maks fast støynivå ved passering av lett kjøretøy på forsterket midtoppperking.

Utvendig ved passering			
Passering	Hastighet	Målt støynivå [dBA maks fast]	Nivåendring
Sinusriller	50km/t	69,8	0,0
Nedfreste sinusriller	50km/t	71,9	-0,2
Rumleriller (60)	50km/t	73,7	1,4
Sinusriller	80km/t	79,9	2,3
Nedfreste sinusriller	80km/t	79,7	-0,1
Rumleriller (60)	80km/t	82,5	2,3

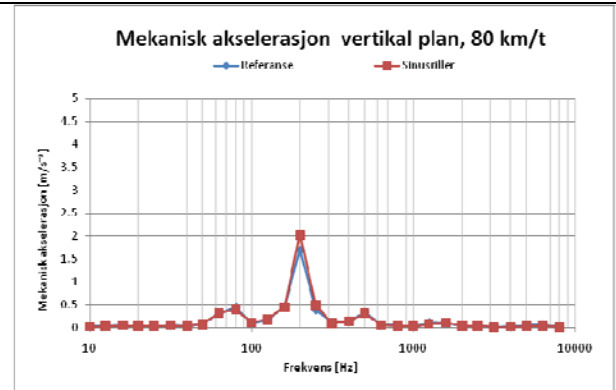
3.5.2 Måleresultater mekanisk vibrasjon

Etter som det var ubetydelige utslag i det horisontale planet for disse målingene ser vi bort fra de resultatene. Figur 3.13 til Figur 3.18 viser mekanisk akselerasjon i det vertikale plan målt under førerisetet på tung kjøretøy. Figurene viser kjøring i 50 km/t og 80 km/t på de forskjellige midtoppperkingene presentert sammen med sin respektive referansemåling. Målepunkt er tatt fra samme tidspunkt som for støymålingene. Alle målingene fra samme sted er altså synkrone innenfor samme sekund.

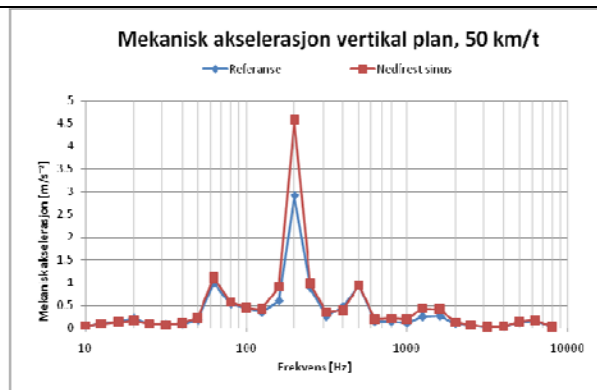
Tungt kjøretøy



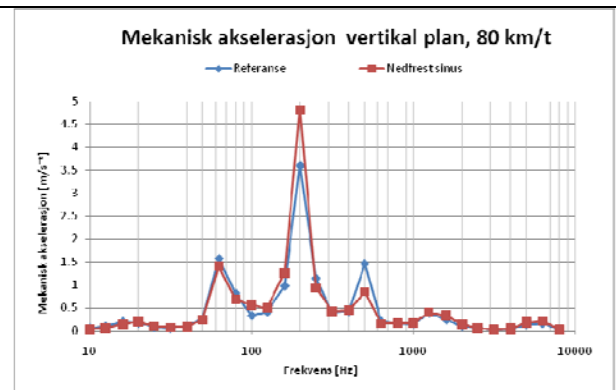
Figur 3.13 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for tungt kjøretøy ved kjøring på sinusriller.



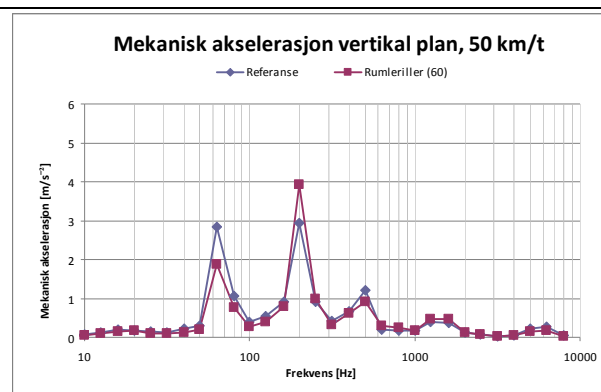
Figur 3.14 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for tungt kjøretøy ved kjøring på sinusriller.



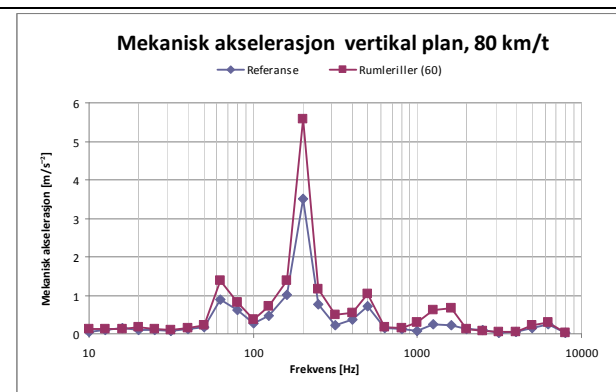
Figur 3.15 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for tungt kjøretøy ved kjøring på nedfreste sinusriller.



Figur 3.16 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for tungt kjøretøy ved kjøring på nedfrest sinusriller.



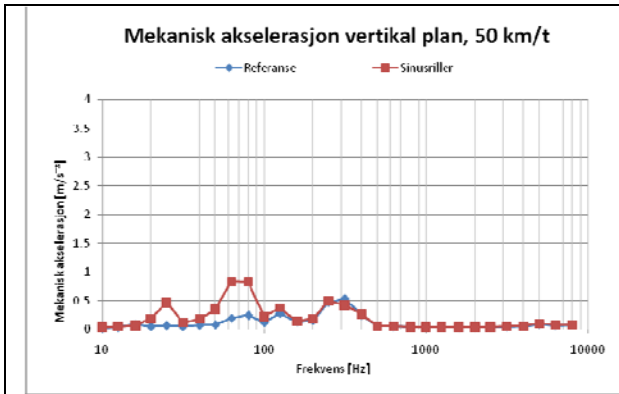
Figur 3.17 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for tungt kjøretøy ved kjøring på rumleriller (60).



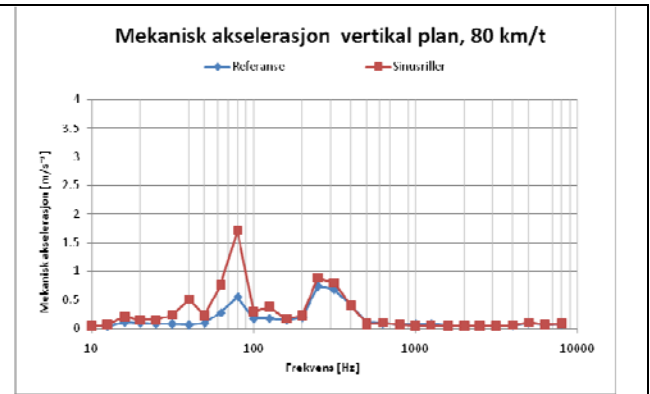
Figur 3.18 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for tungt kjøretøy ved kjøring på rumleriller (60).

Lett kjøretøy

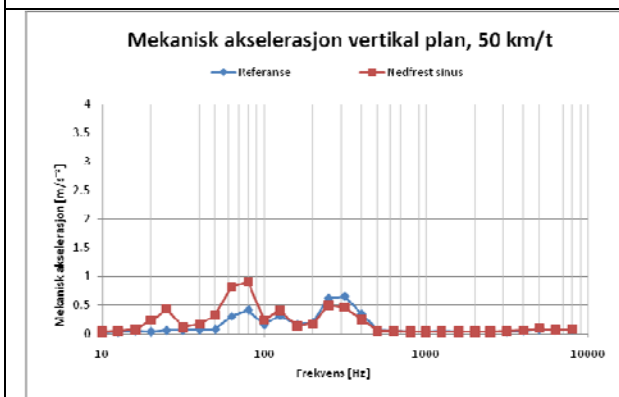
Figur 3.19 til Figur 3.24 viser målinger utført på lett kjøretøy under samme forhold som for tungt kjøretøy.



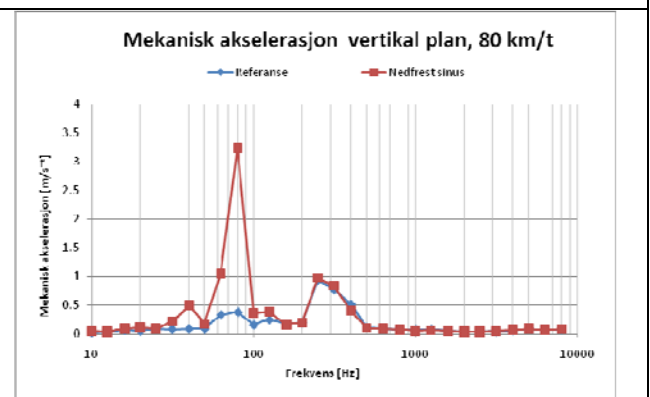
Figur 3.19 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for lett kjøretøy ved kjøring på sinusriller.



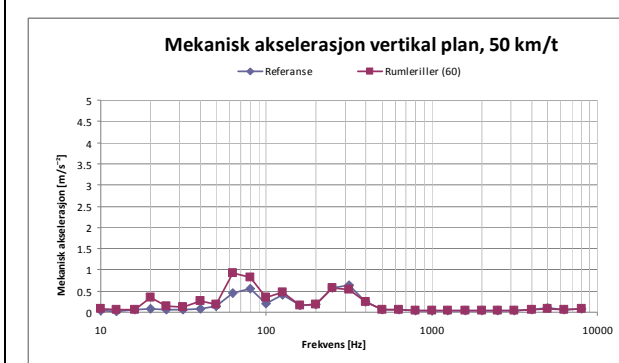
Figur 3.20 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for lett kjøretøy ved kjøring på sinusriller.



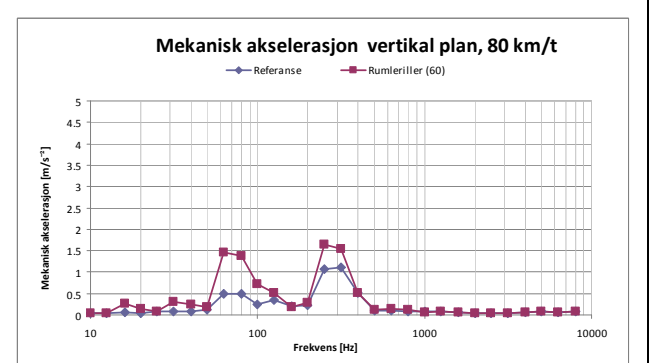
Figur 3.21 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for lett kjøretøy ved kjøring på nedfreste sinusriller.



Figur 3.22 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for lett kjøretøy ved kjøring på nedfreste sinusriller.



Figur 3.23 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for lett kjøretøy ved kjøring på rumleriller (60).



Figur 3.24 Mekanisk akselerasjon i det vertikale plan for lett kjøretøy ved kjøring på rumleriller (60).

For alle vibrasjonsmålingene ser man at toppene som kommer frem ved kjøring på forsterket midtoppmerking er en forsterking av topper som kommer frem ved referansekjøring. Dette kan tyde på at kjøretøyet er utsatt for svingninger på gitte frekvenser. Hvor store utslag man oppnår i mekanisk vibrasjon kommer trolig av om man treffer frekvensen på underlaget som stemmer over med de frekvensene kjøretøyet er mest utsatt for. Tilpasning av hastighet på kjøretøy og bølgelengde på fresingen blir avgjørende for store utsving.

3.5.3 Vurdering av resultater

Tungt kjøretøy

For tunge kjøretøy er det nedfreste sinusriller og rumleriller (60) som gir størst økning av støynivå i kupé. Sinusriller gir marginal nivåøkning ved fartsgrensen som her er 80 km/t. For 50 km/t er det en kraftig økning ved de laveste frekvensene med kjøring på sinusriller, mens man ser en topp rundt 300 Hz som gjør at nivået får et kraftig hopp på 5,8 dBA (se Tabell 3-2). Ut fra målingen i 80 km/t virker dette som usikre data, og må vurderes dertil. For de andre målingene må man benytte spektermålingene for å undersøke økninger i nivå. På grunn av de lave frekvensene som dette opptrer på, vil det ikke ha betydning for de A-veide nivåene i tabellen.

For de utvendige målingene ser vi noe økning i støynivå, men det er ikke tydelig hvilken type forsterket midtoppmerking som skiller seg ut som mer støyende enn de andre. Størst forskjell kommer frem ved kjøring i 50 km/t, som er vesentlig under fartsgrensen på strekningene.

Hvis man studerer resultatene for vibrasjonsmålingene, ser man samme tendensen her som for støymålingene. Det ser ut til at man oppnår størst forskjell for alle fresingstypene ved 50 km/t. Det er noe usikkerhet knyttet til målingen vist i Figur 3.17 siden man her har større utslag (200 Hz) ved referansemålingen. Dette kan tyde på ujevnheter i veibanen ved passering.

Samlet sett for målingene med tungt kjøretøy på Rv7, og for målingene i Oppland og Hedmark (Giæver, Engen et al. 2010) er det usikre resultater her. Nivåene virker sprikende og det er dårligere sammenheng mellom hastighetene og de forskjellige forsterkede midtoppmerkingene.

Lett kjøretøy

For innvendige spektermålinger i lett kjøretøy, ser man at alle forsterkede midtoppmerkingene gir kraftig nivåøkning ved enkelte lave frekvenser. Økningen er omtrent den samme for alle typene. Som ved tungt kjøretøy er nivåøkningen størst ved de laveste frekvensene, og som vist i Tabell 3-4, ser vi en moderat nivåøkning for A-veide nivå.

Utvendige nivåer er derimot helt forskjellige fra innvendige. Ved fartsgrensen på 80 km/t skiller rumleriller (60) seg ut som mest støyende, mens nedfreste sinusriller gir minst nivåforskjell i begge hastigheter.

Fra vibrasjonsmålingene (figurene 3.19-3.24) ser vi at rumleriller (60) og sinusriller gir moderat økning i mekanisk akselerasjon, mens det for nedfreste sinusriller kommer en kraftig økning i nivå ved 70 Hz, ved kjøring i 80 km/t. Det er større forskjell på nivået her, sammenliknet med nivået i 50 km/t.

Det er noe usikkerhet rundt målingene på tunge kjøretøy. For lette kjøretøy ser det ut til å være reproduerbare resultater som man kan benytte for vurdering av hvilke forsterket midtoppmerking som er mest effektiv. Forskjell mellom resultater i 2009 og 2010 kan komme av valgt kjøretøymodell, forskjellige asfaltdekker, samt utførelse av fresingen.

Ser man samlet på resultatene fra denne målingen på Rv7 og de fra E6 i 2009 (Giæver, Engen et al. 2010) kan man trekke noen sannsynlige konklusjoner:

- Nedfreste spor med ulineære overganger i dekket slik som rumleriller, gir mer høyfrekvent støy. Sinusriller gir en renere støytype med begrenset nivå oppover i frekvens. Ønsker man å skjerme omgivelsene for sjenerende støy er sinusriller å anbefale.
- Rumleriller gir støy lengre opp i frekvens i et område der det er stillere inni kjøretøyet. Dette medfører at det blir lettere å legge merke til og det kreves lavere nivåer for å gi samme effekt. Det kommer også innenfor det området som øret er mer følsom for.
- Tar man hensyn til miljø rundt veien og evne til å varsle sjåfør vil den beste løsningen være å benytte sinusriller som er tilpasset kjøretøyenes understell slik at vibrasjonsoverføringen blir så effektiv som mulig. Bølgelengden på sinusrillene bør da tilpasses hastigheten kjøretøyene benytter på den gitte strekning.

4 Oppsummering/konklusjoner

Forsterket midtoppmerking med vegoppmerkingen i freste spor ser ut til å gi en positiv effekt på fart og medfører også at kjøretøyene holder en noe større sidevegs avstand. Sinusriller og nedfreste sinusriller ser ut til å gi like god eller bedre effekt enn rumleriller.

Det er sannsynlig at fresingen har medført en nedgang i hastigheten på 0,5 – 1,0 km/t.

Forsterket midtoppmerking ser ut til å ha medført at kjøretøy plasserer seg 5-10 cm lenger fra senterlinja på strekninger som tidligere har hatt profilert vegoppmerking, og 10-20 cm lenger fra senterlinja på strekninger som tidligere kun har hatt plan vegoppmerking.

I forhold til skader på grunn av vintervedlikehold ser nedfrest sinusriller ut til å være det beste. Vegoppmerking som legges i fresing som ikke er nedsenket ser generelt ut til å få skader som kan relatere seg til fresingen. Ekstra uheldig er det at skadene har en systematisk karakter med en avstand mellom skadene tilsvarende bølgelengden på fresingen. For eksempel skal en varsellinje på veger med fartsgrense 80 km/t ha en oppmerket linje på 9 meter med opphold på 3 meter mellom linjene. På grunn av slitasje har en på den 9 meter lange linja små opphold på cirka 20 cm for hvert 60 cm.

Tar man hensyn til miljø rundt veien og evne til å varsle sjåfør vil den beste løsningen på bakgrunn av støy og vibrasjonsmålingene være å benytte sinusformede midtoppmerkinger som er tilpasset kjøretøyenes understell slik at vibrasjonsoverføringen blir så effektiv som mulig. For innvendige spektermålinger i lett kjøretøy, ser man at alle midtoppmerkinger gir kraftig nivåøkning ved enkelte lave frekvenser.

Fresingen var gjort med en jevn kvalitet der asfalten var nylagt eller meget jevn. Der asfalten var ujevn var også fresingen mer varierende. Dersom en skal benytte fresing på eksisterende asfalt anbefales det derfor å kun gjøre dette der asfalten er jevn.

Generelt bør bredden på fresingen vær tilstrekkelig til at all oppmerkingen kommer ned i den og blir beskyttet. Den totale bredden for kombinasjonslinjer er 30 cm ved linjebredde 10 cm og 45 cm ved linjebredde 15 cm. I tillegg bør en ta hensyn til varierende utforming av fresetrømmel samt unøyaktighet for fresing og oppmerking.

Det er flere forhold som avgjør hvilket minimum asfaltert vegbredde en bør ha før en benytter forsterket midtoppmerking. Skulder bør minimum være 25 cm og selve fresingen bør være 40 cm eller mer. I tillegg bør minimum effektiv feltbredde være 3,0 meter. Dette gir en absolutt minimum dekkebredde på 6,9 meter. Vi anbefaler å benytte forsterket midtoppmerking kun på veger med dekkebredde på minimum 7,0 meter. Ved denne dekkebredden kan en ha 25 cm skulder og 3,25 m kjørefelt (3,05 m effektiv feltbredde og 40 cm fresing).

Når kjøretøy har smale kjørefelt, kan det oppstå situasjoner som en bør ta hensyn til når en planlegger forsterket midtoppmerking:

- Generelt kan kjøretøyene legge seg lengre til høyre i kjørefeltet. Spesielt på smale veger vil de da kunne komme nær kanten på vegen og en kan dermed påføre vegkant/skulder for stor belastning.
- Der kjøretøyene tidligere kjørte på senterlinja med venstre hjul, kan de etter fresing velge å legge seg enda lengre til venstre for å unngå støy.

Med utgangspunkt i dette bør en være noe forsiktig med å bruke forsterket midtoppmerking på veger som har asfaltert bredde mindre enn 7,5 m.

Med bakgrunn i resultatene i dette prosjektet anbefales:

- Bruk av nedfreste sinusriller der en ønsker å legge midtoppmerkingen i fresingen.
- Anbefalte minimum fresebredder for nedfreste sinusriller:
 - 10 cm linjebredde – 40 cm bredde på fresing
 - 15 cm linjebredde – 55 cm bredde på fresing
- Forsterket midtoppmerking kan brukes som erstatning for profilert vegoppmerking
- Vi anbefaler minimum dekkebredde på 7,0 meter for bruk av forsterket midtoppmerking. På veger med asfaltert bredde på mindre enn 7,5 meter bør en gjøre en mer nøye vurdering og blant annet se på tilstanden på vegkant/skulder, andel myke trafikanter, samt sannsynligheten for at kjøretøyene legger venstre hjul til venstre for midtlinjen før en etablerer forsterket midtoppmerking.

Litteratur

Giæver, T. (2007). Midtfelt Lillehammer - langtidsevaluering. SINTEF Rapport. SINTEF.

Giæver, T., T. Engen, et al. (2010). Evaluering av forsterket midtoppmerking i Hedmark/Oppland. SINTEF Rapport. SINTEF.

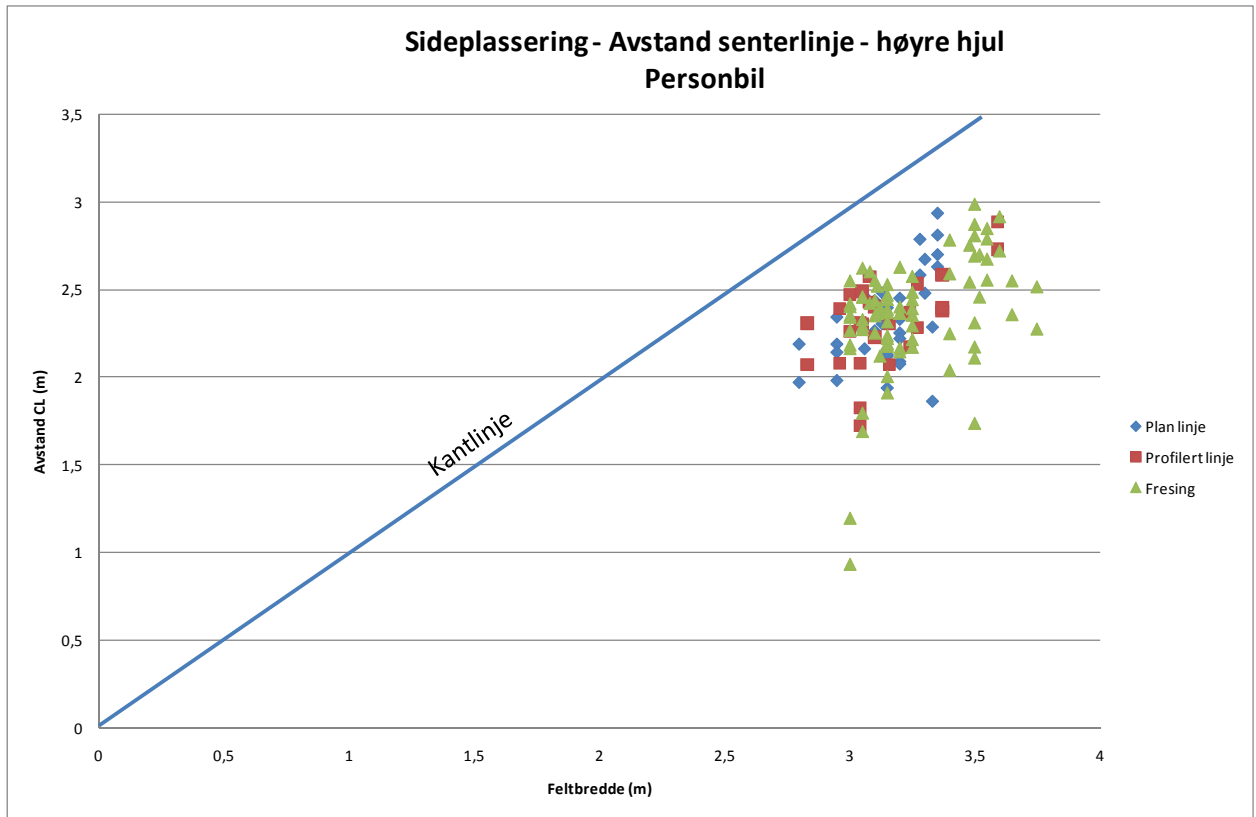
Kragh, J. and B. Andersen (2007). Trafikstøj ved rumleriller - et pilotforsøg, Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut.

Watts, G. R., R. Stait, et al. (2001). Optimisation of traffic calming surfaces. Inernoise 2001. The Hague, Holland.

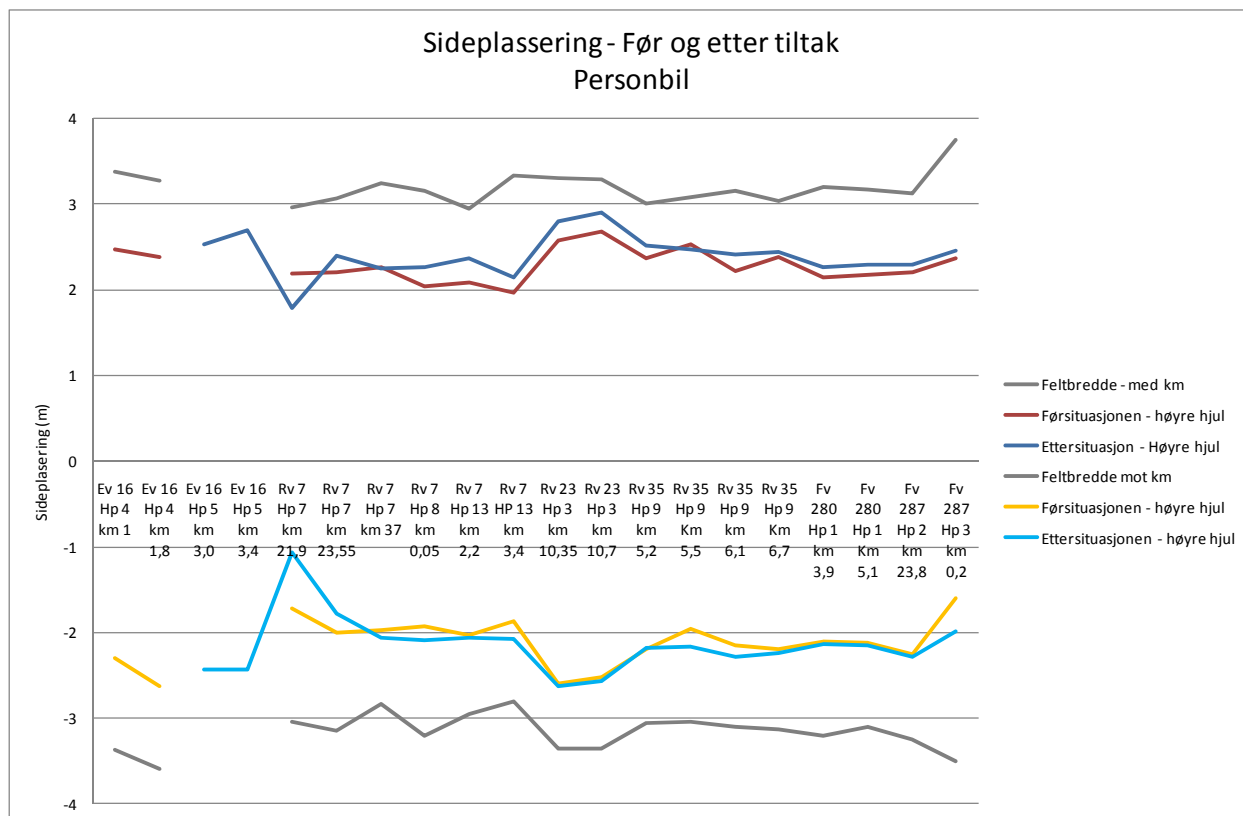
Vedlegg 1 Fartsregistreringer i nærliggende nivå 1 punkt

Registrering				Fart referanse Nivå 1 punkt (km/t)		
Sted	Tidspunkt	Fom dato	Tom Dato	Rv7 Hp7 Km8800	Ev16 Hp1 Km9080	Rv283 Hp2 Km2400
Ev 16 Hp 4 km 1	Før	15.06.2009	16.06.2009	76.9	80.7	75.9
Ev 16 Hp 4 km 1,8	Før	15.06.2009	16.06.2009	76.9	80.7	75.9
Ev 16 Hp 5 km 3,0	Etter	08.09.2010	09.09.2010	74.7		77.4
Ev 16 Hp 5 km 3,4	Etter	08.09.2010	09.09.2010	74.7		77.4
Rv 7 Hp 7 km 21,9	Før	17.06.2009	18.06.2009	76.3	80.3	75.9
	Etter	21.06.2010	22.06.2010	73.7	82.2	75.7
	<i>Differanse</i>			-2.6	1.9	-0.1
Rv 7 Hp 7 km 23,55	Før	17.06.2009	18.06.2009	76.3	80.3	75.9
	Etter	21.06.2010	22.06.2010	73.7	82.2	75.7
	<i>Differanse</i>			-2.6	1.9	-0.1
Rv 7 Hp 7 km 37	Før	18.06.2009	19.06.2009	76.2	79.6	75.6
	Etter	21.06.2010	22.06.2010	73.7	82.2	75.7
	<i>Differanse</i>			-2.5	2.6	0.2
Rv 7 Hp 8 km 0,05	Før	17.06.2009	18.06.2009	76.3	80.3	75.9
	Etter	22.06.2010	23.06.2010	74.0	82.2	76.2
	<i>Differanse</i>			-2.3	2.0	0.3
Rv 7 Hp 13 km 2,2	Før	18.06.2009	19.06.2009	76.2	79.6	75.6
	Etter	22.06.2010	23.06.2010	74.0	82.2	76.2
	<i>Differanse</i>			-2.3	2.6	0.6
Rv 7 HP 13 km 3,4	Før	18.06.2009	19.06.2009	76.2	79.6	75.6
	Etter	22.06.2010	23.06.2010	74.0	82.2	76.2
	<i>Differanse</i>			-2.3	2.6	0.6
Rv 23 Hp 3 km 10,35	Før	31.05.2010	01.06.2010	75.4	82.5	76.9
	Etter	13.09.2010	14.09.2010	75.8		77.3
	<i>Differanse</i>			0.4		0.4
Rv 23 Hp 3 km 10,7	Før	31.05.2010	01.06.2010	75.4	82.5	76.9
	Etter	13.09.2010	14.09.2010	75.8		77.3
	<i>Differanse</i>			0.4		0.4
Rv 35 Hp 9 km 5,2	Før	31.05.2010	01.06.2010	75.4	82.5	76.9
	Etter	09.09.2010	10.09.2010	74.7		77.1
	<i>Differanse</i>			-0.7		0.3
Rv 35 Hp 9 Km 5,5	Før	01.06.2010	02.06.2010	76.2	83.0	76.1
	Etter	08.09.2010	09.09.2010	74.7		77.4
	<i>Differanse</i>			-1.5		1.4
Rv 35 Hp 9 km 6,1	Før	01.06.2010	02.06.2010	76.2	83.0	76.1
	Etter	09.09.2010	10.09.2010	74.7		77.1
	<i>Differanse</i>			-1.5		1.1
Rv 35 Hp 9 Km 6,7	Før	01.06.2010	02.06.2010	76.2	83.0	76.1
	Etter	09.09.2010	10.09.2010	74.7		77.1
	<i>Differanse</i>			-1.5		1.1
Fv 280 Hp 1 km 3,9	Før	15.06.2009	16.06.2009	76.9	80.7	75.9
	Etter	13.09.2010	14.09.2010	75.8		77.3
	<i>Differanse</i>			-1.0		1.4
Fv 280 Hp 1 Km 5,1	Før	16.06.2009	17.06.2009	77.1	80.8	76.1
	Etter	14.09.2010	15.09.2010	75.1		77.2
	<i>Differanse</i>			-2.0		1.1
Fv 287 Hp 2 km 23,8	Før	16.06.2009	17.06.2009	77.1	80.8	76.1
	Etter	14.09.2010	15.09.2010	75.1		77.2
	<i>Differanse</i>			-2.0		1.1
Fv 287 Hp 3 km 0,2	Før	16.06.2009	17.06.2009	77.1	80.8	76.1
	Etter	14.09.2010	15.09.2010	75.1		77.2
	<i>Differanse</i>			-2.0		1.1

Vedlegg 2 Enkeltregistreringer – sideplassering



Vedlegg 3 Sideplassering relatert til feltbredde



Vedlegg 4 Antall registrerte kjøretøy

Sted	Tidspunkt	Antall med km retning	Antall mot km retning
Ev 16 Hp 4 km 1	Før tiltak	3705	3587
Ev 16 Hp 4 km 1,8	Før tiltak	4044	3965
Ev 16 Hp 5 km 3,0	Etter tiltak	4283	3870
Ev 16 Hp 5 km 3,4	Etter tiltak	4182	3754
Rv 7 Hp 7 km 21,9	Før tiltak	1056	1260
Rv 7 Hp 7 km 21,9	Etter tiltak	1812	1711
Rv 7 Hp 7 km 23,55	Før tiltak	967	1025
Rv 7 Hp 7 km 23,55	Etter tiltak	1707	1627
Rv 7 Hp 7 km 37	Før tiltak	1687	1428
Rv 7 Hp 7 km 37	Etter tiltak	1703	1631
Rv 7 Hp 8 km 0,05	Før tiltak	1114	1104
Rv 7 Hp 8 km 0,05	Etter tiltak	2139	2160
Rv 7 Hp 13 km 2,2	Før tiltak	1429	1333
Rv 7 Hp 13 km 2,2	Etter tiltak	2085	2127
Rv 7 HP 13 km 3,4	Før tiltak	1255	1246
Rv 7 HP 13 km 3,4	Etter tiltak	1539	1367
Rv 23 Hp 3 km 10,7	Før tiltak	8795	8793
Rv 23 Hp 3 km 10,7	Etter tiltak	7908	7933
Rv 23 Hp 3 km 10,35	Før tiltak	8312	8247
Rv 23 Hp 3 km 10,35	Etter tiltak	3651	4073
Rv 35 Hp 9 km 5,2	Før tiltak	3067	3326
Rv 35 Hp 9 km 5,2	Etter tiltak	3987	4239
Rv 35 Hp 9 Km 6,7	Før tiltak	3625	3660
Rv 35 Hp 9 Km 6,7	Etter tiltak	3629	3845
Rv 35 Hp 9 Km 5,5	Før tiltak	2339	1970
Rv 35 Hp 9 Km 5,5	Etter tiltak	4411	4598
Rv 35 Hp 9 km 6,1	Før tiltak	2140	1763
Rv 35 Hp 9 km 6,1	Etter tiltak	3785	3987
Fv 280 Hp 1 km 3,9	Før tiltak	1867	1821
Fv 280 Hp 1 km 3,9	Etter tiltak	1414	1509
Fv 280 Hp 1 Km 5,1	Før tiltak	909	1033
Fv 280 Hp 1 Km 5,1	Etter tiltak	773	925
Fv 287 Hp 3 km 0,2	Før tiltak	573	574
Fv 287 Hp 3 km 0,2	Etter tiltak	542	516
Fv 287 Hp 2 km 23,8	Før tiltak	668	658
Fv 287 Hp 2 km 23,8	Etter tiltak	707	663



Teknologi for et bedre samfunn
www.sintef.no