



# GO FER

## Godstransportfremkommelighet på egnede ruter

### L3.0 Evaluering

Versjon 1.0  
august 2013



## Revisjoner

Versjon	Forfatter(e)	Beskrivelse av innhold	Dato
Versjon 1.0	Solveig Meland, Thomas Engen, Odd Andre Hjelkrem, Tomas Levin, Ola Martin Rennemo, Cato Mausethagen	Dokumentasjon av aktiviteter i GOFER Arbeidspakke 3	2012-08-28

## Innhold

<b>REVISJONER</b> .....	<b>2</b>
<b>INNHold</b> .....	<b>I</b>
<b>FIGUROVERS IKT</b> .....	<b>II</b>
<b>TABELLOVERS IKT</b> .....	<b>IV</b>
<b>1 GODS TRANSPORTFREMKOMMELIGHET PÅ EGNEDE RUTER, GOFER</b> .....	<b>1</b>
1.1 BESKRIVELSE AV GOFER .....	1
1.2 INNLEDNING OG BAKGRUNN FOR DEMONSTRATORENE I GOFER .....	2
<b>2 LIVE-DEMONSTRATOREN</b> .....	<b>3</b>
2.1 DATAGRUNNLAG OG EVALUERINGSTEMA .....	3
2.2 STATISTIKK FRA DEMONSTRATORPERIODEN .....	4
2.3 TURER OG MELDINGER .....	4
2.4 KVALITET PÅ LOGGEDATAENE .....	4
2.5 VALIDERING AV FARTSMODELLEN .....	5
2.6 BEREGNING AV DRIVSTOFFFORBRUK .....	8
2.7 INTERVJU MED SJÅFØRENE .....	11
2.8 ERFARINGER MED DE TEKNISKE SIDENE VED LIVE-DEMONSTRATOREN .....	25
<b>3 TEST I TUNGBILSIMULATOREN</b> .....	<b>28</b>
3.1 DATAGRUNNLAG OG EVALUERINGSTEMA .....	28
3.2 REGISTRERT FARTSPROFIL OG TIDSBRUK .....	28
3.3 MILJØEFFEKTER .....	30
3.4 INTERVJU MED SJÅFØRENE .....	33
<b>4 DEMONSTRATOR OSLO</b> .....	<b>45</b>
4.1 DATAGRUNNLAG OG EVALUERINGSTEMA .....	45
4.2 BEREGNINGSRESULTATER .....	45
4.3 RESULTATER FRA SIMULERINGER AV PRIORITERENDE TILTAK .....	46
4.4 RESULTATER FRA SIMULERINGER AV REGULERENDE TILTAK .....	48
<b>5 KONKLUSJONER OG HOVEDFUNN FRA DEMONSTRATORAKTIVITETENE</b> .....	<b>50</b>
5.1 ER DET MULIG Å ETABLERE ET GOFER-SYSTEM? .....	50
5.2 LIVE-DEMONSTRATOREN .....	50
5.3 TUNGBILSIMULATOREN .....	50
5.4 MIKROSIMULERING .....	51
5.5 VIDEREFØRING .....	52
<b>REFERANSELISTE</b> .....	<b>53</b>

## Figuroversikt

FIGUR 1:	GOFER-MELDINGEN FARE FOR GLATT VEGBANE – POSISJONER LANGS DEMONSTRATORSTREKNINGEN.....	4
FIGUR 2:	GOFER-MELDINGENE – ANTALL GANGER DE BLE BENYTTET I LØPET AV DEMONSTRATOREN .....	4
FIGUR 3:	SAMMENLIGNING AV KJØRETIDER FRA GPS-REGISTRERINGER OG FARTSMODELLEN.....	5
FIGUR 4:	KJØRETIDER REGISTRERT MED GPS OG BEREGNET MED FARTSMODELLEN FOR EN LANG SAMMENHENGENDE MOTBAKKE PÅ KVIKNESKOGEN.....	6
FIGUR 5:	KJØRETIDER REGISTRERT MED GPS OG BEREGNET MED FARTSMODELLEN FOR EN LANG SAMMENHENGENDE NEDOVERBAKKE PÅ KVIKNESKOGEN.....	7
FIGUR 6:	VARIASJONER I DRIVSTOFFFORBRUK SOM FUNKSJON AV LAST GRAD; STREKNINGEN TRONDHEIM- OSLO MED KJØREHASTIGHET = FARTSGRENSEN .....	8
FIGUR 7:	BEREGNET DRIVSTOFFFORBRUK OSLO-TRONDHEIM FOR KJØRETØYENE I LIVE-DEMONSTRATOREN.....	9
FIGUR 8:	DRIVSTOFFFORBRUK PÅ LENKER – AVVIK FRA GJENNOMSNITTLIG FORBRUK.....	10
FIGUR 9:	SJÅFØRENE, KJØRING PÅ TESTSTREKNINGEN.....	11
FIGUR 10:	SJÅFØRENE, ERFARING MED TEKNOLOGI FØR TESTEN.....	12
FIGUR 11:	RADIO, BRUK AV INFORMASJON .....	12
FIGUR 12:	RADIO, EFFEKT AV INFORMASJON.....	12
FIGUR 13:	SKILT, EFFEKT AV INFORMASJON.....	13
FIGUR 14:	SKJERM, LYSSTYRKE OG REFLEKSER .....	15
FIGUR 15:	FORHÅNDSVARSEL AV VIKTIGE VEGMELDINGER VED OPPSTART, NYTTE.....	16
FIGUR 16:	MELDINGSTYPER UNDER VEIS, NYTTE.....	16
FIGUR 17:	INFORMASJON OM FORVENTET ANKOMSTTID, KVALITET PÅ OG NYTTE.....	20
FIGUR 18:	TOTALVURDERING AV TESTEN.....	21
FIGUR 19:	FORTSATT BRUK AV GOFER-SYSTEMET .....	22
FIGUR 20:	INFORMASJON OM ANBEFALT KJØRERUTE, VENDEPÅSS PÅ OG NYTTE.....	22
FIGUR 21:	KOMPENSASJON FOR EVT. PÅLAGT VENTING.....	23
FIGUR 22:	INNFØRING AV GOFER-SYSTEMET I NORGE, BETYDNING.....	23
FIGUR 23:	INNFØRING AV GOFER-SYSTEMET, ARGUMENTER FOR.....	24
FIGUR 24:	LOGGET KJØREHASTIGHET PÅ TESTSTREKNINGEN, MELLOMRUSH-PERIODE UTEN PRIORITERINGSTILTAK .....	29
FIGUR 25:	LOGGET KJØREHASTIGHET PÅ TESTSTREKNINGEN, MELLOMRUSH-PERIODE MED PRIORITERINGSTILTAK .....	29
FIGUR 26:	LOGGET KJØREHASTIGHET PÅ TESTSTREKNINGEN, LAVTRAFIKK-PERIODE UTEN PRIORITERINGSTILTAK .....	29
FIGUR 27:	LOGGET KJØREHASTIGHET PÅ TESTSTREKNINGEN, LAVTRAFIKK-PERIODE MED PRIORITERINGSTILTAK .....	29
FIGUR 28:	KLASSIFISERING AV STØYNIVÅ FRA TUNGE KJØRETØY SOM FUNKSJON AV HASTIGHET OG AKSELERASJON PÅ TESTSTREKNINGEN.....	30
FIGUR 29:	GJENNOMSNITTLIG DRIVSTOFFFORBRUK I LITER/MIL I MELLOMRUSH-PERIODEN MED OG UTEN PRIORITERING I KOLLEKTIVFELT.....	31
FIGUR 30:	AKSELERASJON/HASTIGHETS-PLOTT MED RELATIV FORDELING I DE FIRE KVADRANTENE PÅ TESTSTREKNINGEN, MELLOMRUSH-PERIODE UTEN PRIORITERINGSTILTAK.....	31
FIGUR 31:	AKSELERASJON/HASTIGHETS-PLOTT MED RELATIV FORDELING I DE FIRE KVADRANTENE PÅ TESTSTREKNINGEN, MELLOMRUSH-PERIODE MED PRIORITERINGSTILTAK.....	31
FIGUR 32:	GJENNOMSNITTLIG DRIVSTOFFFORBRUK I LITER/MIL I LAVTRAFIKK-PERIODEN MED OG UTEN PRIORITERING MED GRØNN BØLGE.....	32
FIGUR 33:	AKSELERASJON/HASTIGHETS-PLOTT MED RELATIV FORDELING I DE FIRE KVADRANTENE PÅ TESTSTREKNINGEN, LAVTRAFIKK-PERIODE UTEN PRIORITERINGSTILTAK.....	32
FIGUR 34:	AKSELERASJON/HASTIGHETS-PLOTT MED RELATIV FORDELING I DE FIRE KVADRANTENE PÅ TESTSTREKNINGEN, LAVTRAFIKK-PERIODE MED PRIORITERINGSTILTAK .....	32
FIGUR 35:	SJÅFØRENE, KJØRING PÅ TESTSTREKNINGEN.....	33
FIGUR 36:	SJÅFØRENE, ERFARING SOM TUNGBILSJÅFØR.....	34
FIGUR 37:	SJÅFØRENE, ANTALL ÅR SIDEN SLUTT SOM AKTIV TUNGBILSJÅFØR .....	34
FIGUR 38:	SJÅFØRENE, DISTANSE KJØRT MED TUNGBIL I 2011 .....	34
FIGUR 39:	SJÅFØRENE, TIDLIGERE ERFARING I KJØRESIMULATOR.....	35

FIGUR 40:	SJÅFØRENE, REALISME I KJØRESIMULATOREN – MELLOMRUSHPERIODE MED TEST AV ADGANG TIL KOLLEKTIVFELT .....	35
FIGUR 41:	SJÅFØRENE, REALISME I KJØRESIMULATOREN - LAV TRAFIKKPERIODE MED TEST AV GRØNN BØLGE I LYSKRYSS.....	36
FIGUR 42:	SJÅFØRENE, REALISME I KJØRESIMULATOREN – GJENNOMSNIITTSVERDIER FOR DE TO TEST SITUASJONENE.....	36
FIGUR 43:	SJÅFØRENE, REALISME I KJØRESIMULATOREN – GJENNOMSNIITTSVERDIER FOR HVER SJÅFØR.....	37
FIGUR 44:	SJÅFØRENE, OPPLEVELSE AV SIMULATORSYKE UNDER KJØRETESTEN.....	37
FIGUR 45:	SJÅFØRENE, OPPLEVELSE AV PRIORITERINGEN I KJØRESIMULATOREN – MELLOMRUSHPERIODE MED TEST AV ADGANG TIL KOLLEKTIVFELT .....	38
FIGUR 46:	SJÅFØRENE, OPPLEVELSE AV PRIORITERINGEN I KJØRESIMULATOREN - LAV TRAFIKKPERIODE MED TEST AV GRØNN BØLGE I LYSKRYSS.....	39
FIGUR 47:	SJÅFØRENE, OPPLEVELSE AV PRIORITERINGEN I KJØRESIMULATOREN – GJENNOMSNIITTSVERDIER FOR DE TO TEST SITUASJONENE.....	39
FIGUR 48:	SJÅFØRENE, EFFEKT PÅ SJÅFØRENES ARBEIDSSITUASJON VED INNFORING AV ADGANG TIL KOLLEKTIVFELT I MELLOMRUSHPERIODE .....	40
FIGUR 49:	SJÅFØRENE, EFFEKT PÅ SJÅFØRENES ARBEIDSSITUASJON VED INNFORING AV GRØNN BØLGE I LYSKRYSS I LAV TRAFIKKPERIODE.....	41
FIGUR 50:	SJÅFØRENE, TILTAKENES EFFEKT PÅ SJÅFØRENES ARBEIDSSITUASJON – GJENNOMSNIITTSVERDIER FOR DE TO TEST SITUASJONENE.....	41
FIGUR 51:	SJÅFØRENE, GRAD AV BEDRING AV SJÅFØRENES ARBEIDSSITUASJON VED INNFORING AV PRIORITERINGSTILTAK .....	42
FIGUR 52:	SJÅFØRENE, SAMLET VURDERING AV DE TO PRIORITERINGSTILTAKENE.....	42
FIGUR 53:	SJÅFØRENE, BEGRUNNELSE FOR INNFORING AV PRIORITERINGSTILTAKENE .....	43
FIGUR 54:	SJÅFØRENE, TIDSPUNKT FOR INNFORING AV PRIORITERINGSTILTAKENE .....	43
FIGUR 55:	SJÅFØRENE, EFFEKT FOR SJÅFØRENES ARBEIDSSITUASJON VED INNFORING AV PRIORITERINGSTILTAKENE.....	44
FIGUR 56:	GJENNOMSNIITTLIG BEREGNET KJØREHASTIGHET PÅ STREKNINGEN MELLOM KLEMETSROD OG ULVENSPLITTEN, OG ENDRING FRA DAGENS SITUASJON FOR SCENARIENE MED ENDRET FELTBRUK .....	46
FIGUR 57:	GJENNOMSNIITTLIG BEREGNET FORSINKELSE PÅ STREKNINGEN MELLOM KLEMETSROD OG ULVENSPLITTEN, OG ENDRING FRA DAGENS SITUASJON FOR SCENARIENE MED ENDRET FELTBRUK .....	47
FIGUR 58:	GJENNOMSNIITTLIG HASTIGHET I MODELLEN VED ULIKE ANDELER AV DE TUNGE KJØRETØYENE I VEGNETTET, OG ENDRING I FORHOLD TIL DAGENS SITUASJON (100 % AV TUNGBILENE).....	48
FIGUR 59:	GJENNOMSNIITTLIG FORSINKELSE I MODELLEN VED ULIKE ANDELER AV DE TUNGE KJØRETØYENE I VEGNETTET, OG ENDRING I FORHOLD TIL DAGENS SITUASJON (100 % AV TUNGBILENE).....	49

## Tabelloversikt

TABELL 1:	SJÅFØRENE, ALDER OG KJØREERFARING.....	13
TABELL 2:	OPPSTARTSPROSESSEN, OMFANG.....	13
TABELL 3:	OPPSTARTSPROSESSEN, MELDINGENE.....	14
TABELL 4:	OPPSTARTSPROSESSEN, TILPASNING.....	14
TABELL 5:	OPPSTARTSPROSESSEN, VARIGHET.....	14
TABELL 6:	SKJERM, STØRRELSE.....	14
TABELL 7:	IKONER OG KNAPPER, STØRRELSE.....	15
TABELL 8:	SKJERM, BLENDINGSBEHOV.....	15
TABELL 9:	MELDINGER, VARSLINGSTIDSPUNKT.....	17
TABELL 10:	MELDINGER, UTDATERING.....	17
TABELL 11:	MELDINGER, AVSENDER.....	17
TABELL 12:	MELDINGER, ANNULLERING.....	18
TABELL 13:	MELDINGER, SYMBOLBRUK.....	18
TABELL 14:	MELDINGER, BRUK AV TILLEGGSTEKST.....	18
TABELL 15:	MELDINGER, NYTTE, TILLEGGSTEKST.....	18
TABELL 16:	KART, NYTTE.....	19
TABELL 17:	KART, STØRRELSE.....	19
TABELL 18:	KART, UTSNITT.....	19
TABELL 19:	KART, MELDINGSSYMBOLENE.....	19
TABELL 20:	VARSLING AV KJØRE-/HVILETID.....	20
TABELL 21:	TESTEN, VARIGHET.....	21
TABELL 22:	TESTEN, ANTALL BILER.....	22
TABELL 23:	INNFØRING AV GOFER-SYSTEMET I NORGE, NÅR.....	24
TABELL 24:	GOFER-SYSTEMET, UTKOBLING.....	24

# 1 Godstransportfremkommelighet på egnede ruter, GOFER

## 1.1 Beskrivelse av GOFER

### Mål og prosjektidé

Hovedmål med GOFER-prosjektet er å bidra til reduserte miljø- og klimautslipp, køproblemer, ulykker og oper rerkostnader for godstransport, gjennom å ta i bruk nye samarbeidsformer og teknologiske løsninger. Målet i GOFER er å etablere løsninger som muliggjør styring og regulering av tung godstransport, på samme måte som flykontrollen opererer flytrafikken.

### Muligheter og behov

I prosjektets første fase ble hovedtyngden av arbeidet rettet mot å kartlegge mulighetene for å få til å etablere et demonstratorprosjekt. Aktivitetene omfattet identifisering av brukerbehov og -krav, og mulige samarbeidsmodeller. Resultatene fra dette arbeidet er dokumentert i L1.0 Behovsanalyse og samarbeidsmodell (GOFER, 2010a).

### Demonstratorer

Hovedaktivitetene i prosjektet siste fase har vært knyttet til tre ulike demonstratoraktiviteter, og resultater fra evalueringen av disse blir presentert nærmere i dette dokumentet:

#### *"Live"-demo:*

Vinteren 2011-12 deltok tungbiler fra Bring i en ti-ukers live-demonstrator på strekningen Oslo-Trondheim. Testen var basert på datasystemer utviklet i prosjektet, og inkluderte bl.a. utveksling av sjåfør-initierte meldinger knyttet til forhold langs kj reruta, beregning av ankomsttidspunkt og evt. forsinkelser til terminal ved hjelp av en nyutviklet Fartsmodell, og anbefaling av rutevalg i Trondheim.

#### *Tungbilsimulator:*

I mangel på mulighet til å gjøre studier av prioriteringstiltak ute i trafikken, er kjøresimulator benyttet for å studere mulige effekter av prioriteringstiltak for tungbiler som adgang til kollektivfelt og prioritering i lyskryss. Testene er gjort med oppdatert vegnett og trafikksituasjon for Trondheim.

#### *Simuleringsmodell for Alnabru-området:*

For å studere mulige fullskala-effekter av og nødvendige forutsetninger for etablering av et GOFER-system, er det etablert en simuleringsmodell for Alnabruområdet med tilfarter. Disse aktivitetene inngår i et doktorgradsarbeid, og vil pågå etter at GOFER-prosjektet er avsluttet.

Detaljer om innhold og gjennomføring av de tre demonstratorene er nærmere beskrevet i L4.0 Demonstratorer (GOFER, 2013b). Videoer fra "live"-demonstratoren og test i tungbilsimulatoren ligger på prosjektets nettside. Systemarkitektur og datamodell for live-demonstratoren er dokumentert i L2.0 Systemarkitektur og datamodell (GOFER, 2013a).

### Videre anvendelse

I L5.0 Videre anvendelse (GOFER, 2013c) er erfaringer med konsept og løsninger, teknologi og rammeverk oppsummert og benyttet som grunnlag for å identifisere eventuelle suksesser,

potensiale og muligheter for forbedring, videreutvikling og videre anvendelser av idéer og løsninger fra GOFER-prosjektet.

### **Prosjektorganisering**

Prosjektperiode er 2009-2012. Prosjektet støttes av Norges forskningsråd gjennom SMARTRANS-programmet. ITS Norge ([www.itsnorge.no](http://www.itsnorge.no)) er prosjekteier, og følgende aktører inngår i konsortiet: SINTEF Teknologi og samfunn (Prosjektleder), NTNU, Bring, CargoNet, Statens vegvesen, Triona, Q-Free, Logistikk- og Transportindustriens Landsforening (LTL) – nå NHO Logistikk og Transport, Oslo kommune Bymiljøetaten, Bergen kommune, Trondheim kommune, Trondheimsfjordens Interkommunale Havn IKS, Rogaland Fylkeskommune.

### **1.2 Innledning og bakgrunn for demonstratorene i GOFER**

GOFER-prosjektet gjennomfører demonstratorer i Trondheim og Oslo. Dette notatet inneholder dokumentasjon av evalueringen av disse demonstratorene, og resultatene fra dette arbeidet.

GOFER-demonstratoren skulle ikke primært være en test av teknologi, men en demonstrasjon av tjenester og funksjonalitet. Dette har vært en viktig premiss for de prioriteringene og avgrensningene som er gjort under veis i arbeidet med å utforme demonstratoren.

Erfaringene viser at det kan være vanskelig å demonstrere nye prioriteringstiltak "live" ute i trafikken. Dette viste seg tidlig å være tilfelle for Oslo-demonstratoren, som ble besluttet gjennomført som en simuleringsaktivitet. Evalueringen av denne beskrives i kapittel 4.

I Trondheimsområdet var det tanken å gjennomføre reelle prioriteringstiltak for tungbiler i lyskryss og kollektivfelt. Å få tillatelse til å slippe tungbiler til i kollektivfelt viste seg imidlertid å være umulig innenfor tidsrammene for dette prosjektet. Samtidig viste det seg at det å gjennomføre reell tungbilprioritering i lyskryss ville koste uforholdsmessig mye. For likevel å kunne studere effekter av konkrete prioriteringstiltak for tungbiler, ble tungbildelen av kjøresimulatoren ved SINTEF benyttet. Evalueringen av denne delen av demonstratoren beskrives i kapittel 3.

Hovedidéen i GOFER er å etablere et kooperativt system for informasjonsutveksling med og styring av tungtrafikk. Dette ble studert nærmere i "live"-delen av demonstratoren, som ble gjennomført med deltakelse av Bring-biler og sjåfører som kjører mellom Oslo og Trondheim. Evalueringen av denne delen av demonstratoren beskrives i kapittel 2.



## 2 Live-demonstratoren

Tekniske og innholdsmessige sider ved denne demonstratoren er beskrevet i L4.0 Demonstratorer, kapittel 2. I tillegg er datasystemet som demonstratoren benyttet seg av, dokumentert i L2.0 Systemarkitektur og datamodell.

### 2.1 Datagrunnlag og evalueringstema

Evalueringen av Live-demonstratoren bygger på følgende datagrunnlag:

- Loggedata fra driften av demonstratoren, med posisjonsdata for kjøretøy og meldinger som er sendt underveis
- Intervju med sjåførene som deltok i demonstratoren

Dette datagrunnlaget er benyttet til analyse av følgende forhold:

- Bruksmønster for sjåførinitierte meldinger
- Validering av fartsmodellen
- Beregning av drivstofforbruk
- Hvordan utstyret i kjøretøyene fungerte i bruk
- Nytteverdi av informasjonen som ble formidlet
- Det grafiske brukergrensesnittet
- Realisme og relevans i demonstratoren
- Innføring av GOFER-systemet

Demonstratoraktivitetene i GOFER skulle ikke primært være en test av teknologi, men en demonstrasjon av tjenester og funksjonalitet. Dette har vært en viktig premiss for de prioriteringene og avgrensningene som ble gjort underveis i arbeidet med å utforme demonstratoraktivitetene, og evalueringen av disse.

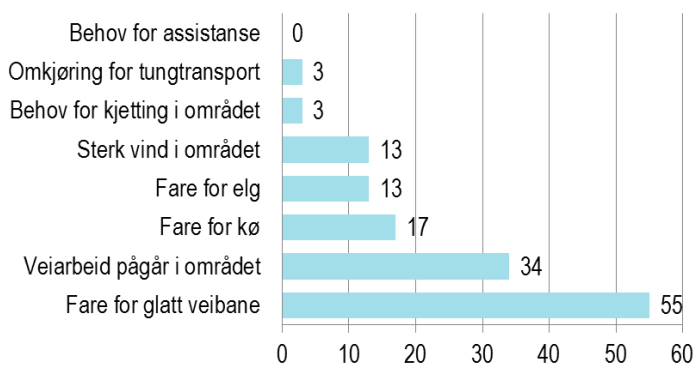
## 2.2 Statistikk fra demonstratorperioden

### 2.3 Turer og meldinger

I løpet av den ti uker lange demonstratorperioden foretok sjåførene 135 komplette turer på strekningen Oslo-Trondheim. I løpet av disse turene ble det sendt 138 GOFER-meldinger, dvs. ca. én per tur i snitt.

I gjennomsnitt sendte hver sjåfør 17 meldinger i løpet av demonstratorperioden, men her var det stor variasjon: Den som var ivrigst, var oppe i 44 meldinger, mens én av sjåførene bare sendte én melding.

Det var også stor variasjon i hvor mye de åtte ulike forhåndsdefinerte GOFER-meldingene ble benyttet (Figur 2). Demonstratoren foregikk midtvinters, noe meldingsbruken bar preg av. Meldingen "Fare for glatt vegbane" representerte mer enn en tredel av alle meldingene som ble sendt. Det var også denne meldingen som ble vurdert som mest nyttig av sjåførene, se Figur 16. Den geografiske fordelingen av disse meldingene langs ruten mellom Oslo og Trondheim er vist i Figur 1.

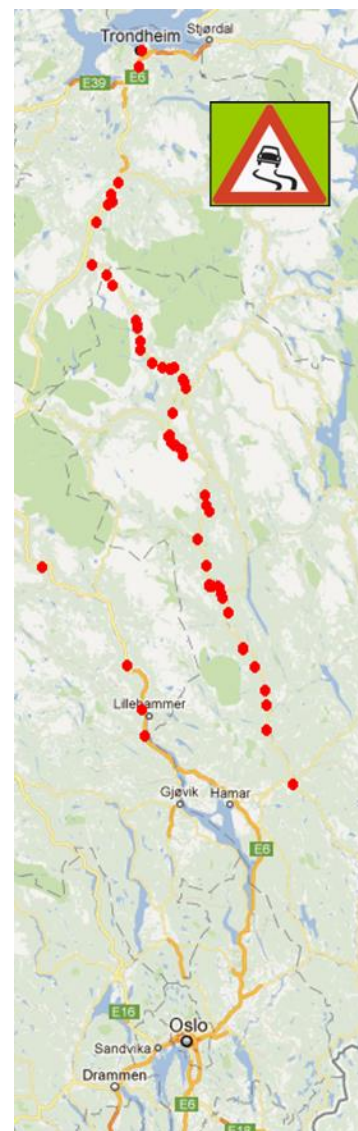


Figur 2: GOFER-meldingene – antall ganger de ble benyttet i løpet av demonstratoren

### 2.4 Kvalitet på loggedataene

På Live-demoen var det Edge-dekning hele veien. Systemet hadde ingen nedetid i løpet av demonstratoren, og alle data kom frem på hver tur. Data ble også lagret til minnekort, i tilfelle den ikke skulle bli overført til server.

Bortfall av loggedata forekom, men det var ikke noe stort problem. I den grad det var bortfall av data for noen av turene, skyldtes dette at sjåføren hadde glemt å slå på GOFER-enheten etter



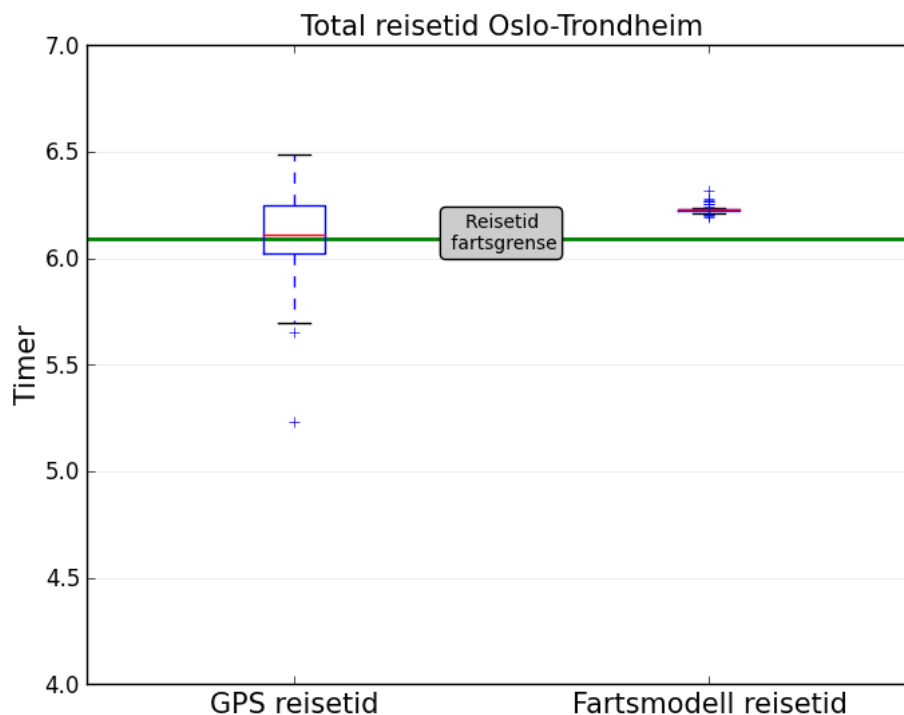
Figur 1: GOFER-meldingen Fare for glatt vegbane – posisjoner langs demonstratorstrekningen

pause. Sjøførene hadde fått beskjed om at de ikke skulle slå av utstyret under veis, men det forekom likevel at de gjorde det.

## 2.5 Validering av Fartsmodellen

Fartsmodellen for næringslivets transporter (Tørset m.fl., 2011) er utviklet for å gi realistiske kjøretider på vegnettet som input til ulike planverktøy. Modellen beregner fart på enkeltlenker basert på lenkens geometri og egenskaper ved kjøretøyet. Den er basert på registrerte fartsdata fra tunge kjøretøy i alminnelig drift på hovedvegnettet. Geometridata for definerte, homogene enkeltlenker er hentet fra den Norske Vegdatabanken og koblet samme med fartsregistreringene ved hjelp av GIS. Informasjon om kjøretøyene er hentet fra AutoSys (Motoreffekt) og fra sjåførene (manuell registrering av kjøretøyets totalvekt med last). Fartsmodellen kan brukes til å beregne friflytfart, men må videreutvikles før den kan ta hensyn til trafikk- og føreforhold og kryssforsinkelser.

Formelverket fra Fartsmodellen ble inkludert i kjøre- og ankomsttidsberegningene i "Live"-demonstratoren i GOFER-prosjektet, og dette er første gang det er benyttet. I denne demonstratoren ble det logget GPS-baserte posisjonsdata for de kjøretøyene som deltok. Disse dataene danner grunnlaget for en innledende validering av Fartsmodellen som dokumenteres i dette delkapitlet. Valideringen er gjennomført ved å beregne hastigheter for hver tur med Fartsmodellen, for så å sammenligne med faktisk kjøretid for den samme turen, registrert med GPS. Ettersom Fartsmodellen er basert på lenkevis beregning av kjørehastighet, har lenker der registrert kjøretid mangler på grunn av "huller" i GPS-registreringene, blitt tatt ut av sammenligningsgrunnlaget.



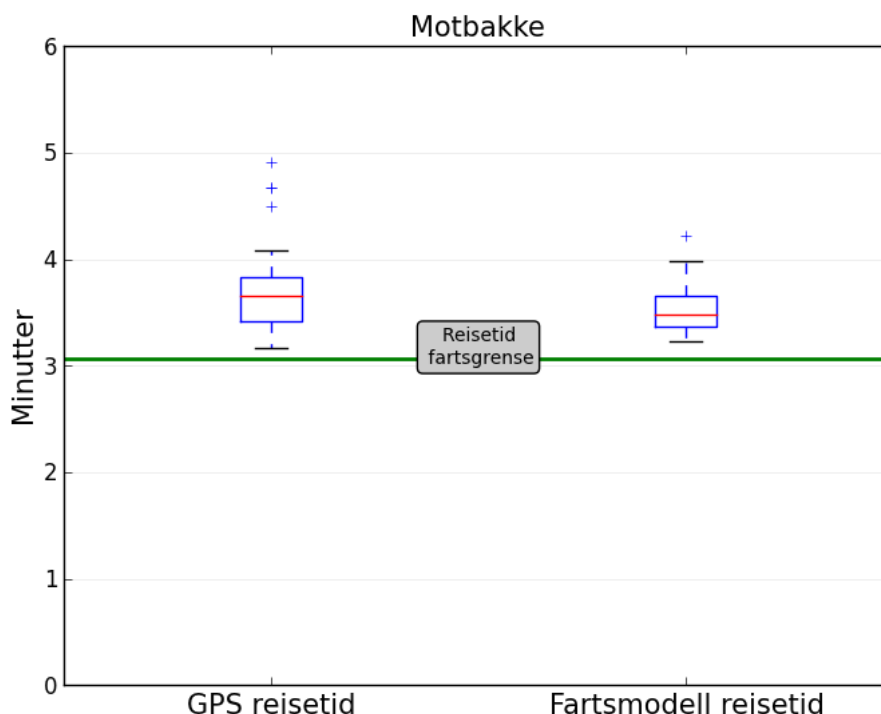
Den grønne linjen viser kjøretid med hastighet lik fartsgrensen.

Figur 3: Sammenligning av kjøretider fra GPS-registreringer og Fartsmodellen.

Figur 3 viser registrert (GPS-basert) og beregnet (Fartsmodell-basert) *samlet kjøretid på strekningen Oslo-Trondheim* for alle turene i demonstratoren. Variasjonene i kjøretid er presentert i form av et box-plot. Den røde streken inne i boksen angir medianen. "Boksen" inneholder 50 % av observasjonene. Punkter som er angitt med "+"-tegn har en avstand fra boksen som er større enn  $1,5 \cdot$  boksens bredde, og anses som ekstremverdier. Det er benyttet box-plot for å bedre kunne vise formen på fordelingen av kjøretider.

Figuren viser at kjøretidene beregnet med Fartsmodellen ligger litt over gjennomsnittlig kjøretid for strekningen. Medianen for GPS-kjøretider er 6 timer og 6 minutter, mens medianen for kjøretider beregnet med Fartsmodellen er 6 timer og 13 minutter, altså en forskjell på 7 minutter. For hele strekning lå dermed median kjøretid beregnet av Fartsmodellen, 2 % over median for registrert kjøretid. Dette må kunne anses å være svært positive resultater. Som vist i figuren, var det imidlertid mindre variasjon i kjøretidene beregnet med Fartsmodellen, enn i de registrerte kjøretidene. Vi ser også at median GPS-kjøretid ligger veldig nært kjøretid med fartsgrensen som hastighet.

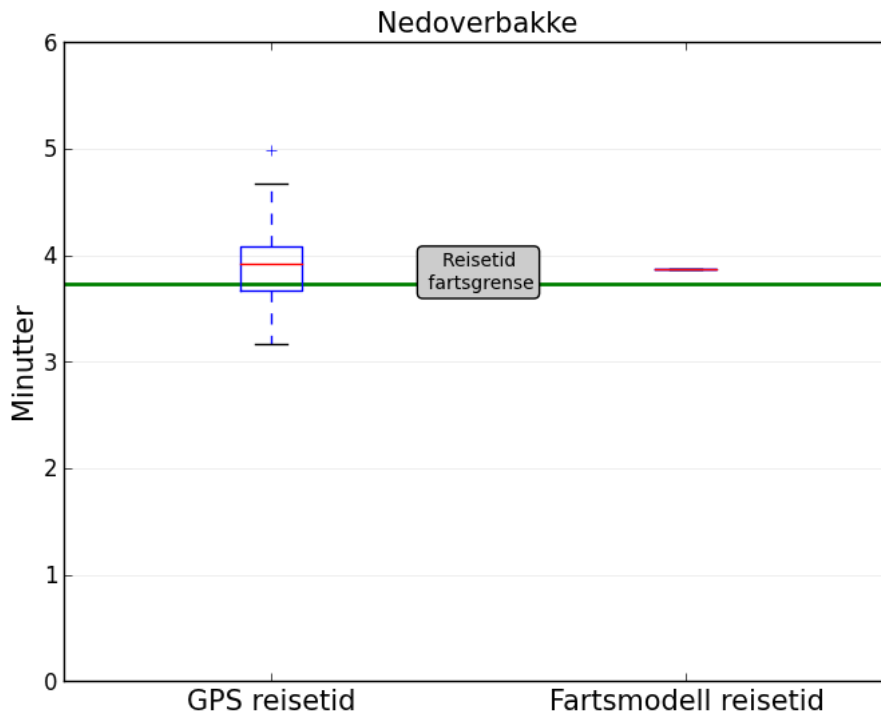
For å undersøke nøyere hva som er årsaken til avvikene mellom GPS-kjøretid og fartsmodell-tidene, er det gjort analyser av to delstrekninger med hhv. sammenhengende motbakke og nedoverbakke på Kvikneskogen. Figur 4 viser kjøretider for en *sammenhengende motbakke*. Median for registrert kjøretid er her bare noen sekunder høyere enn median for kjøretid beregnet med Fartsmodellen, og vi ser også at variasjonen i beregnet kjøretid er ganske lik variasjonen i registrert kjøretid. En mulig årsak til at Fartsmodellen underestimerer kjøretiden med noen sekunder, er at det var glatt føre på noen av turene hvor kjøretiden ble registrert. Fartsmodellen tar ikke hensyn til vær og føreforhold.



Den grønne linjen viser kjøretid med hastighet lik fartsgrensen.

Figur 4: *Kjøretider registrert med GPS og beregnet med Fartsmodellen for en lang sammenhengende motbakke på Kvikneskogen*

Figur 5 viser kjøretider for en *sammenhengende nedoverbakke* på Kvikneskogen. Median kjøretid beregnet av Fartsmodellen er også her noen få sekunder lavere enn median registrert kjøretid. Variasjonen i beregnet kjøretid av Fartsmodellen er derimot null. Grunnen til det er at kjøretøyets egenskaper ikke påvirker beregningsresultatene i nedoverbakke, det er det kun vegens geometri som avgjør hastigheten. Når en ser at variasjonen i registrert kjøretid er stor, viser det et forbedringspotensial for fartsmodellen. Mangelen på variasjon i beregnet hastighet i nedoverbakke er sannsynligvis grunnen til at variasjonen i total beregnet kjøretid for strekningen Oslo-Trondheim er liten.



Den grønne linjen viser kjøretid med hastighet lik fartsgrensen.

Figur 5: Kjøretider registrert med GPS og beregnet med Fartsmodellen for en lang sammenhengende nedoverbakke på Kvikneskogen

#### Konklusjoner:

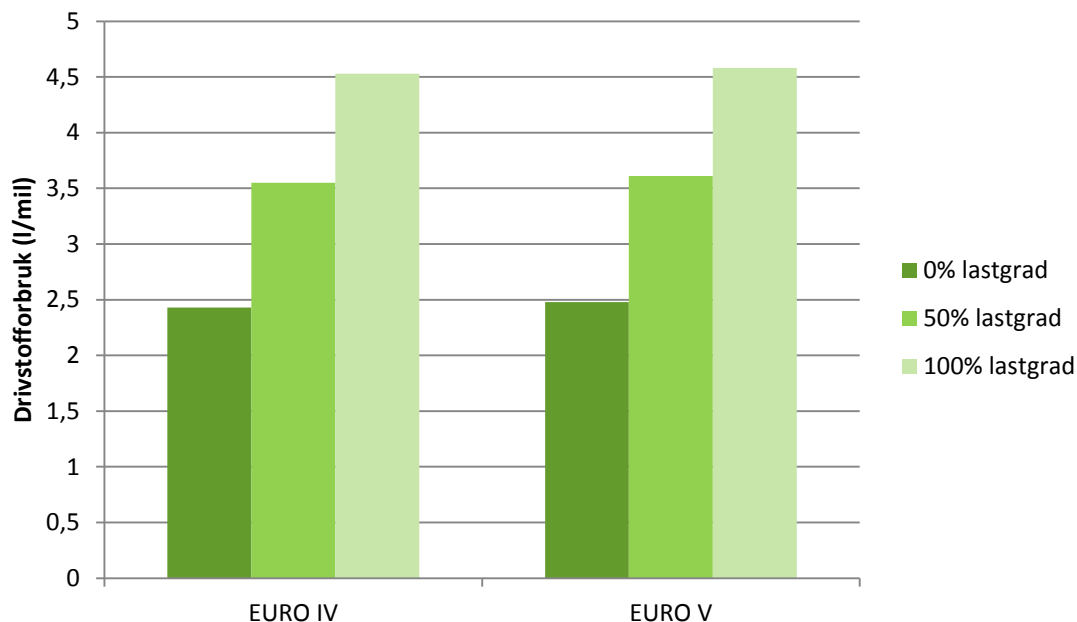
Det er lite avvik (2 %) i median samlet kjøretid Oslo-Trondheim hhv. beregnet med Fartsmodellen og registrert med GPS i Live-demonstratoren i GOFER. Resultatene viser imidlertid langt mindre variasjon i kjøretidene beregnet med Fartsmodellen enn i de registrerte kjøretidene. Mer detaljerte analyser indikerer at det kan ligge et forbedringspotensial i å videreutvikle formelverket i Fartsmodellen for nedoverbakker.

## 2.6 Beregning av drivstofforbruk

Drivstoffberegningene er gjort ved å benytte beregningsverktøyet SEMBA, som er utviklet i prosjektet Grønn godstransport<sup>1</sup>. SEMBA er et programvarebibliotek skrevet i Python for å foreta utslippsberegninger. For hver lenke beregnes det et drivstofforbruk basert på egenskapene hentet fra Elveg 2008-vegnettet<sup>2</sup>. Det er benyttet en standard omregningsfaktor på 850 g diesel per liter ved omregning fra g/km til l/km.

### *Drivstofforbruk som funksjon av lastgrad:*

For å vise hvor mye drivstofforbruket varierer på strekningen som følge av variasjon av lastgrad, er det foretatt forbruksberegninger for ett EURO IV- og ett EURO V-kjøretøy med lastgrader på 0 %, 50 % og 100 %. Lastgraden er definert som forholdet mellom lastvekt og total tillatt lastvekt. Resultatene er vist i Figur 6. Forbruket er beregnet for strekningen Oslo-Trondheim, med fartsgrensen som kjørehastighet.



Figur 6: *Variasjoner i drivstofforbruk som funksjon av lastgrad; strekningen Trondheim-Oslo med kjørehastighet=fartsgrensen*

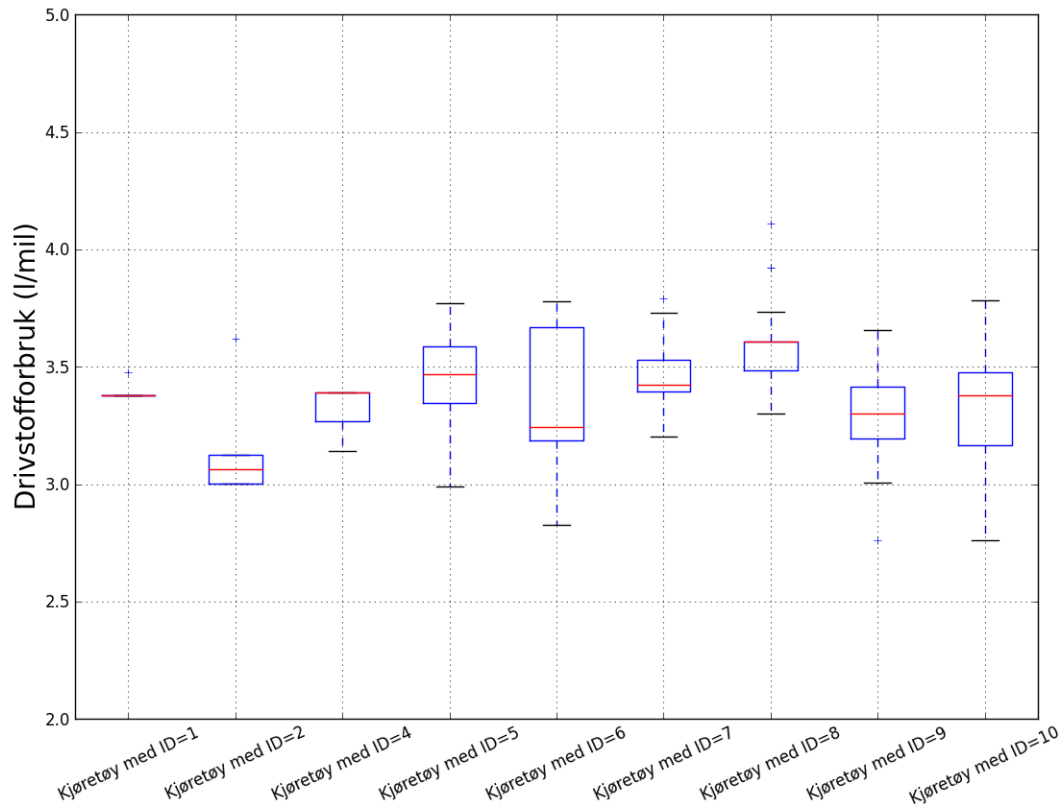
### *Drivstofforbruk i Live-demonstratoren:*

I live-demonstratoren ble det gjort GPS-registreringer for alle kjøretøyene fra Oslo til Trondheim. Bortfall av data førte til at flere delstrekninger ikke hadde GPS-registreringer. Det er derfor benyttet data fra Fartsmodellen for å beregne drivstofforbruk for kjøretøyene som deltok i demonstratoren. Det er beregnet forbrukt drivstoff på totalt 212 transporter, fordelt på 9 ulike kjøretøy. Datagrunnlaget inkluderer også loggedata fra "ufullstendige" turer, som f.eks. turer der bilene kjørte av fra ruta Oslo-Trondheim.

<sup>1</sup> <http://www.gronngodstransport.no/>

<sup>2</sup> <http://www.kartverket.no/Kart/Kartdata/Vegdata/Elveg/>

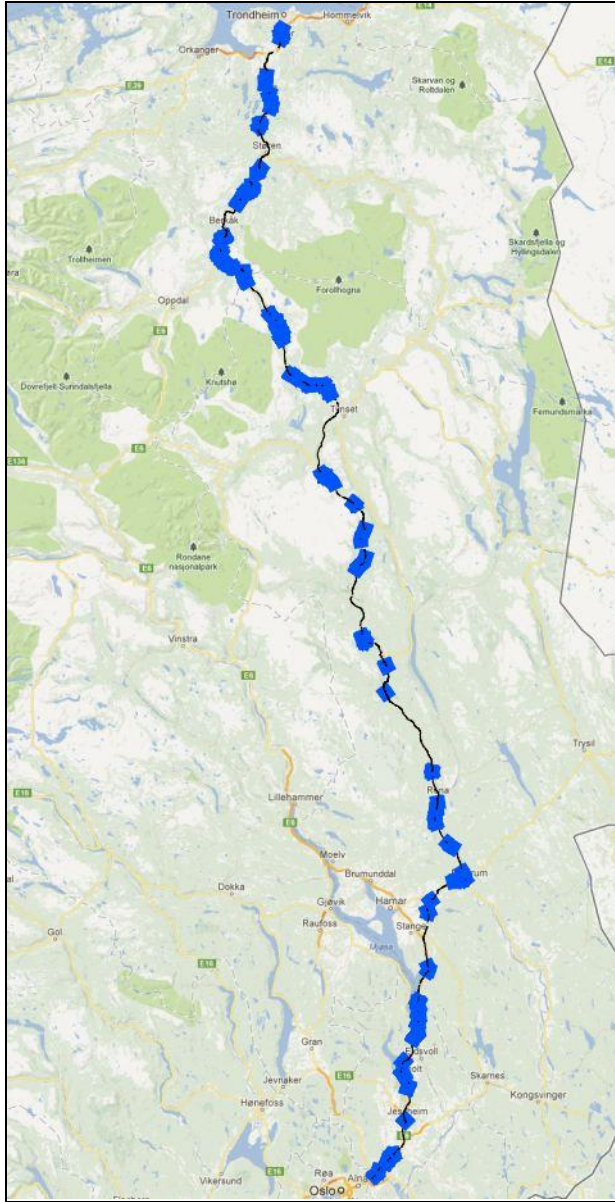
Figur 7 viser beregnet drivstofforbruk (l/mil) for alle turene til hvert enkelt kjøretøy. Det som avgjør variasjonene i Figur 7, er hastigheten på lenkenivå og lastgradene. Hastigheten er beregnet i fartsmodellen, som tar hensyn til motoregenskaper til kjøretøyet, lastgrad og vegens geometri. Drivstofforbruket fluktuierer rundt 3,5 l/mil for de aller fleste turene. Sammenlignet med resultatene i Figur 6, tilsvarer det en lastgrad på omtrent 50 %.



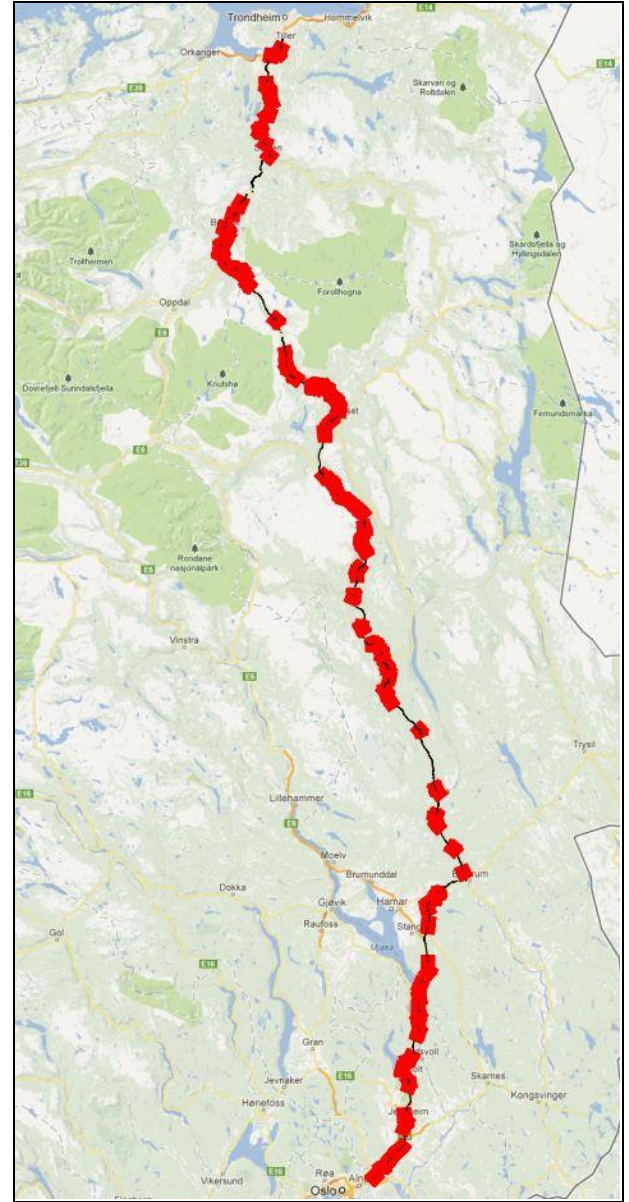
Med unntak av kjøretøy med ID=6 som er EURO IV, er alle kjøretøyene EURO V

Figur 7: Beregnet drivstofforbruk Oslo-Trondheim for kjøretøyene i live-demonstratoren

Da drivstofforbruket er beregnet på lenkenivå, er det mulig å identifisere strekninger hvor forbruket er høyere eller lavere enn gjennomsnittlig forbruk. Figur 8 viser de strekninger hvor beregnet forbruk er 50 % lavere og 50 % høyere enn gjennomsnittlig beregnet forbruk for hele turen mellom Oslo og Trondheim for en tilfeldig valgt kjøretur. Dette kan hjelpe til med å identifisere de strekningene hvor sjåførene kan forvente å bruke mye eller lite drivstoff, og dermed tilpasse kjøringen optimalt til vegens geometri.



Blått lenker med minst 50 % lavere forbruk enn gjennomsnitt



Rødt lenker med minst 50 % høyere forbruk enn gjennomsnitt

Figur 8: Drivstofforbruk på lenker – avvik fra gjennomsnittlig forbruk



## 2.7 Intervju med sjåførene

I forbindelse med avslutning av demonstratoren, ble alle de sjåførene som hadde tatt aktivt del i testen, intervjuet. Dette gjalt i alt åtte av de ti sjåførene som opprinnelig ble rekruttert. Det er svarene fra dem som gjengis i det følgende. Ettersom antallet intervju er svært begrenset, kan svarene ikke anses å være representative for alle yrkessjåfører, de gir likevel en indikasjon på hvordan de ulike aspektene ved testen vurderes.

Spørreskjemaet besto av fire deler:

- Bakgrunsspørsmål; erfaring med og bruk av informasjonstyper og -medier
- Hvordan utstyret fungerte i bruk; funksjonalitet og brukervennlighet
- Informasjonen som ble formidlet; nytte og relevans
- Vurdering av testen og hele systemet; inkludert forhold knyttet til evt. innføring i full skala

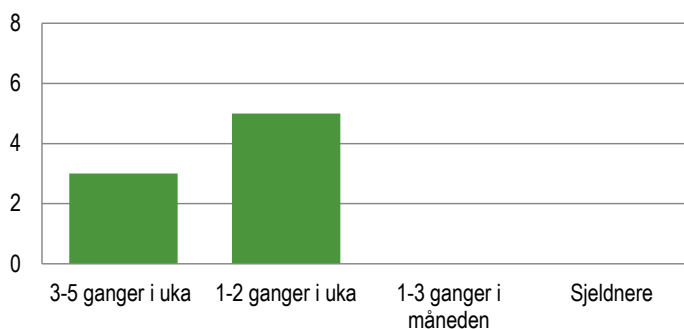
Svarene fra hver del av intervjuet presenteres i de følgende fire delkapitlene. Hovedtrekkene oppsummeres i innledningen til hvert delkapittel, og følges av resultater for de enkelte spørsmålene, sammen med evt. tilleggskommentarer sjåførene har kommet med i tilknytning til temaet. I de tilfellene der resultatene indikerer at sjåførens tidligere erfaring med digitale medier og/eller bruk av muligheten til å sende meldinger i systemet, kan spille en rolle, blir dette nevnt.

### 2.7.1 Bakgrunsspørsmål

#### Oppsummering:

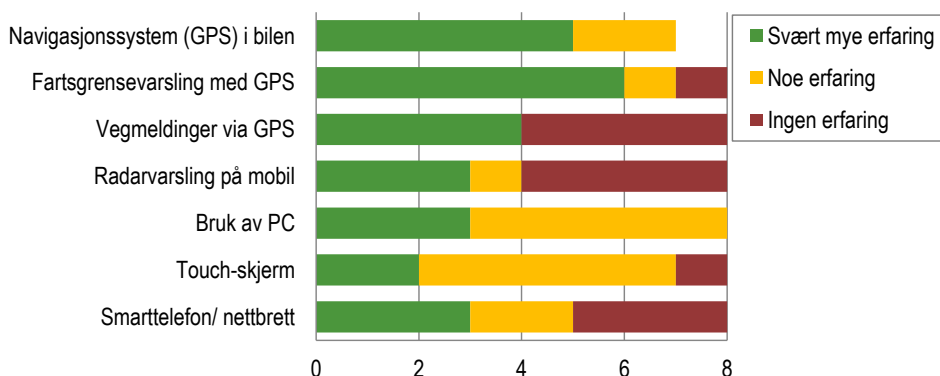
- Alle sjåførene kjører teststrekningen flere ganger i uka, og har stort sett lang erfaring som tungbilsjåfør: Minst 6 år - i gjennomsnitt 28 år.
- To av sjåførene hadde relativt lite erfaring med digitale medier før testen startet.
- De fleste benytter seg jevnlig av vær- og trafikkinformasjon som formidles via radio, og tilpasser kjøreatferd og rutevalg til disse meldingene.
- Ca. halvparten påvirkes av skiltet informasjon om vanskelige kjøreforhold og elgfare, mens nesten alle mente de blir mer oppmerksomme i forbindelse med skiltet vegarbeid.

Hvor ofte kjører som regel du strekningen fra Oslo til Trondheim?



Figur 9: Sjåførene, kjøring på teststrekningen

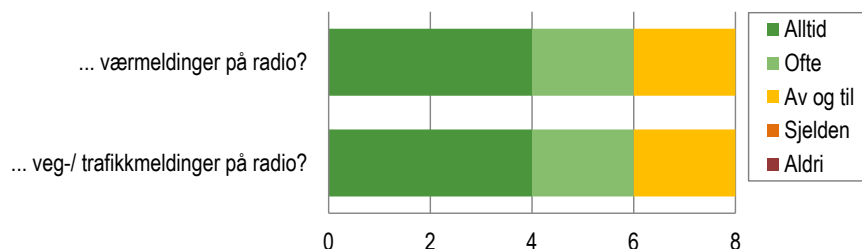
### I hvilken grad hadde du erfaring med følgende typer teknologi før du ble med i denne testen?



Figur 10: Sjåførene, erfaring med teknologi før testen

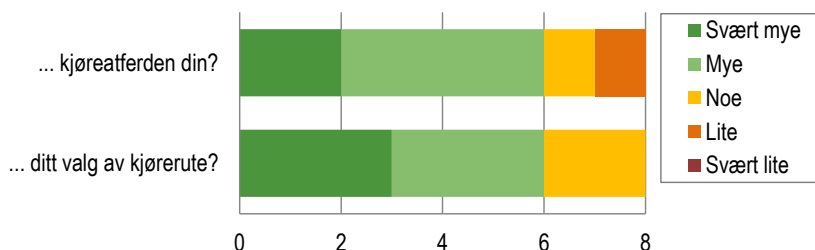
Omgjort til en skala fra 0 (Ingen erfaring) til 2 (Svært mye erfaring), ligger gjennomsnittsverdien for alle sjåførene og alle teknologivariantene, på 1,2. To av sjåførene skiller seg imidlertid ut fra de øvrige, med relativt lite erfaring med disse typene teknologi. De har gjennomsnittsverdi for alle teknologivariantene på hhv. 0,3 og 0,6, mens de øvrige sjåførene har verdier mellom 1,3 og 1,7. I analysene av svarene fra undersøkelsen, har vi sett etter indikasjoner på forskjeller mellom disse to gruppene sjåførere; de med lite og de med mye erfaring med denne typen teknologi. Det er kun i tilfeller der det kan se ut til å være ulikheter, at dette blir nevnt.

### Før eller mens du er ute og kjører, hvor ofte lytter du til ...



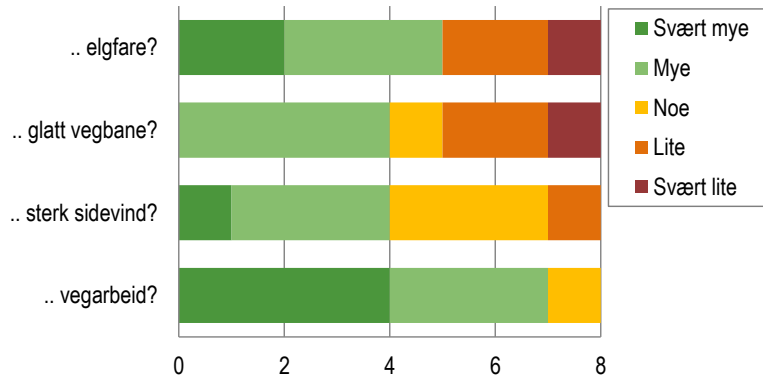
Figur 11: Radio, bruk av informasjon

### I hvilken grad vil du si at slike meldinger påvirker ....



Figur 12: Radio, effekt av informasjon

Hvis dette skiltes, blir du vanligvis mer oppmerksom på...



Figur 13: Skilt, effekt av informasjon

Alder og kjørerfaring

Tabell 1: Sjåførene, alder og kjørerfaring

Om sjåførene	Gjennomsnitt	Min	Max
Alder:	54 år	41 år	65 år
Førerkort, bil:	35 år	18 år	46 år
Tungbilsjåfør:	28 år	6 år	44 år

Sjåførene som har lite erfaring med teknologi, har høyere gjennomsnittsalder enn de øvrige, og har (følgelig) også lengre fartstid som sjåfør.

2.7.2 Hvordan utstyret fungerte i bruk

Oppsummering:

- Sjåførene var gjennomgående fornøyd med oppstartsprosessen, mht. omfang, tidsbruk og meldingsinnhold, men halvparten uttrykte ønske om en viss grad av personlig tilpasning for å gjøre prosessen enklere.
- Skjerm og ikoner var passe store, men flere av sjåførene opplevde at skjermen ga fra seg sjenerende mye lys ved kjøring i mørke.

Oppstart / avslutning:

Hvordan vurderer du oppstartsprosessen mht. antall tastetrykk og bekreftelser?

Tabell 2: Oppstartsprosessen, omfang

Antall tastetrykk og bekreftelser	Ant.	Andel
Helt OK	6	75 %
Litt for omfattende	2	25 %
Alt for omfattende	0	0 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- For mange "Bekreft"-knapper

### Var meldingene i oppstartsprosessen enkle å forstå?

Tabell 3: Oppstartsprosessen, meldingene

Var meldingene enkle å forstå?	Ant.	Andel
Ja	7	88 %
Stort sett, men ikke alltid	1	13 %
Nei, de fleste var for vanskelige	0	0 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

### Ville du ha ønsket mulighet for "personlig tilpassing" av oppstartsprosessen for å slippe å legge inn samme informasjon for hver tur?

Tabell 4: Oppstartsprosessen, tilpassing

Ønske om "personlig tilpassing"	Ant.	Andel
Ja	4	50 %
Nei	4	50 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

Sjåførene som har lite erfaring med teknologi, ser ut til å ha større ønske om personlig tilpassing, enn det de øvrige har.

Resultatene indikerer også at ønske om personlig tilpassing øker med økende bruk av systemet (målt i antall sendte meldinger).

### Fra du startet systemet, tok det lang tid å få opp informasjonen knyttet til turen (dataoppkobling)?

Tabell 5: Oppstartsprosessen, varighet

Tok det lang tid?	Ant.	Andel
Ja, allfor lang tid	0	0 %
Ja, ganske lang tid	1	13 %
Nei, ikke så lang tid	7	88 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

### Skjermen:

#### Var skjermen passe stor?

Tabell 6: Skjerm, størrelse

Var skjermen passe stor?	Ant.	Andel
Nei, den burde vært større	0	0 %
Ja, den var passe stor	8	100 %
Nei, den burde vært mindre	0	0 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

## Var ikoner og knapper passe store?

Tabell 7: *Ikoner og knapper, størrelse*

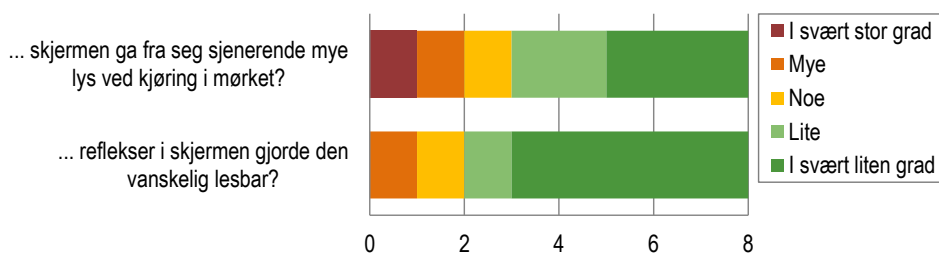
Var ikoner og knapper passe store?	Ant.	Andel
Nei, de burde vært større	0	0 %
Ja, de var passe store	8	100 %
Nei, de burde vært mindre	0	0 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

## Var det behov for ytterligere blending av skjermen?

Tabell 8: *Skjerm, blendingsbehov*

Var det ytterligere blendingsbehov?	Ant.	Andel
Nei	5	63 %
Ja	3	38 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

## Oppløst du at ....



Figur 14: *Skjerm, lysstyrke og reflekser*

## Forslag til forbedringsmuligheter når det gjelder skjermen/selve utstyret i bilen:

- Mulighet for fri scrolling i kartet.
- For små "Bekreft"-knapper.
- Skjermen gir fra seg for mye lys.
- Øk lysstyrken når varselsymbol kommer, og/eller bruk lydsignal.

### 2.7.3 Informasjonen som ble formidlet

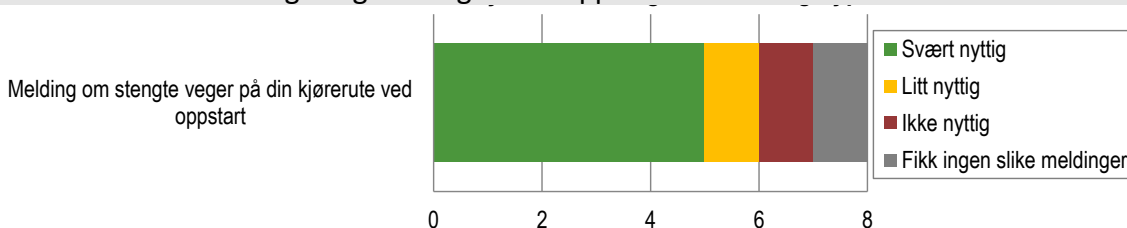
#### Oppsummering:

- Alle meldingstypene ble vurdert som nyttige av de fleste sjåførene. Sjøførmeldingen "Fare for glatt vegbane" ble vurdert som "Svært nyttig" av samtlige sjåførere.
- Kommentarer fra sjåførene indikerer ønske om økt presisjonsnivå for noen av de ordinære vegmeldingene, både mht. lokalisering og tidsrom. Her må det imidlertid bemerkes at ikke all tilgjengelig informasjon til disse meldingene ble med i demonstrasjonen.

- De fleste meldingene ble gitt passe tid på forhånd, men mange av meldingene ble liggende for lenge i systemet, og var utdaterte når sjåførene fikk dem. De fleste sjåførene hadde ønsket å kunne annullere noen av meldingene de mottok.
- Flere av sjåførene hadde ønsket å få vite hvem som var avsender for de ulike meldingene. Dette gjaldt i særlig grad de sjåførene som selv var mest aktive sendere av sjåførmeldinger.
- Ingen hadde problemer med å forstå symbolene som ble benyttet. Vel halvparten av sjåførene benyttet seg av muligheten til å hente fram tilleggsteksten til meldingene - minst én av dem for å finne ut når meldingen var sendt.
- Alle sjåførene mente kartet var nyttig, og de fleste mente at kartutsnitt og størrelse på skjermen var passe stort. Flere hadde imidlertid problemer med å se meldingssymbolene på kartet.
- Informasjon om forventet ankomsttidspunkt ble vurdert som svært presis og stort sett nyttig, mens varsling av gjenværende hviletid ikke fikk like bra karakter. Dette kan skyldes at denne funksjonen ikke fungerte som planlagt på turer der sjåføren tok ut mer enn den pålagte hviletiden (45 minutter).

## Ved oppstart

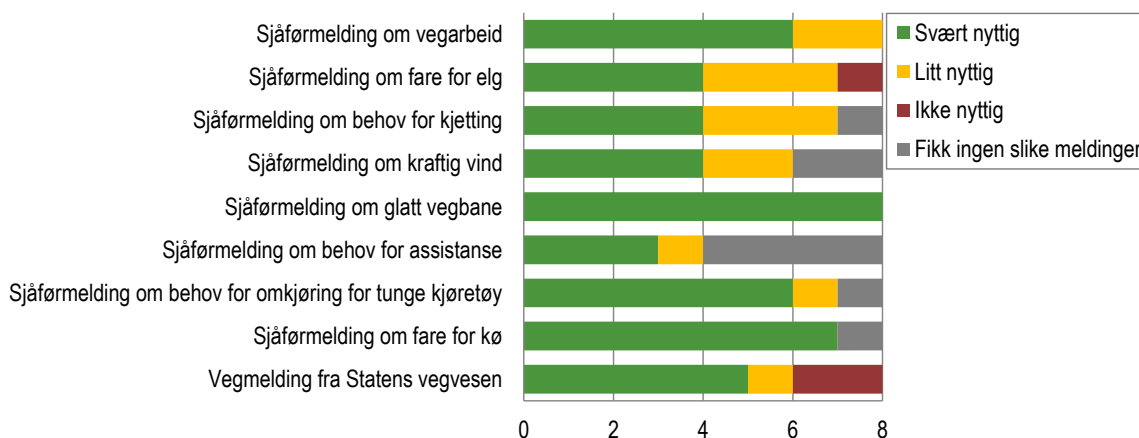
### Forhåndsvarsel av viktige vegmeldinger ved oppstart



Figur 15: Forhåndsvarsel av viktige vegmeldinger ved oppstart, nytte

## Under veis:

### Hvordan vil du vurdere nytten av de følgende meldingstypene under veis:



Figur 16: Meldingstyper underveis, nytte

Meldingstypen "Behov for assistanse" ble ikke sendt noen ganger i løpet av testen. Selv om sjåførene bare ble bedt om å vurdere nytteverdien av de meldingene de selv mottok, vurderte likevel halvparten av dem denne typen melding som litt eller svært nyttig.

### Forslag til andre meldinger/ meldingstyper som kunne vært nyttige for yrkessjåfører:

- Meldinger bør kunne merkes med start og stopp.
- Mulighet for varsling av kontrollpunkter.
- Vis lokalisering av hindringen på kartet.
- Vis ekstra advarsel for trafikkulykke.
- Dialogboksen med ekstra info er for liten - må ha større fonter og enkelt format.

### Hvordan passet tidspunktet for når varsel om meldinger ble gitt?

Tabell 9: Meldinger, varslingstidspunkt

Hvordan passet varslingstidspunktet?	Ant.	Andel
Varsel ble gitt for tidlig	1	13 %
Varsel ble gitt i passe tid	7	88 %
Varsel ble gitt for sent	0	0 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

### Fikk du opp meldinger som var for gamle? (f.eks. om glatt vegbane eller elg langs vegen)

Tabell 10: Meldinger, utdatering

Fikk du opp for gamle meldinger?	Ant.	Andel
Ja, mange av meldingene var for gamle	2	25 %
Ja, noen av meldingene var for gamle	4	50 %
Nei, alle meldingene var fortsatt relevante	2	25 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

#### Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Meldingene fra SVV var ofte utdaterte.

### Følte du behov for å vite avsender for de ulike meldingene du fikk opp?

Tabell 11: Meldinger, avsender

Følte du behov for å vite avsender?	Ant.	Andel
Ja, alltid	3	38 %
Ja, for noen av meldingene	0	0 %
Nei	5	63 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

#### Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Muligens fra Vegvesenet

Resultatene indikerer at ønske om å vite hvem avsenderen er, øker med økende bruk av systemet (målt i antall sendte meldinger).

### Følte du behov for å kunne annullere noen av meldingene du fikk opp?

Tabell 12: Meldinger, annullering

Følte du behov for å annullere meldinger?	Ant.	Andel
Ja, de fleste	0	0 %
Ja, noen få	6	75 %
Nei	2	25 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

#### Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Ryddet etter f.eks. ulykke og alt OK igjen

### Var symbolbruken i meldingene lett å forstå?

Tabell 13: Meldinger, symbolbruk

Var symbolbruken i meldingene lett å forstå?	Ant.	Andel
Ja, jeg forsto alle symbolene	8	100 %
Nei, det var noen få symboler jeg ikke forsto	0	0 %
Nei, det var flere symboler jeg ikke forsto	0	0 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

### Hentet du frem tilleggsteksten i meldingene?

Tabell 14: Meldinger, bruk av tilleggstekst

Hentet du frem tilleggsteksten?	Ant.	Andel
Ja, på alle meldingene	3	38 %
Ja, på noen meldinger	2	25 %
Nei, ikke i det hele tatt	3	38 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

#### Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Hovedsakelig for å få informasjon om når meldingen var lagt inn

### Hvis du svarte "Ja" på forrige spørsmål: Var tilleggsteksten i meldingene nyttig?

Tabell 15: Meldinger, nytte, tilleggstekst

Var tilleggsteksten nyttig?	Ant.	Andel
Ja, på alle meldingene	2	40 %
Ja, på noen meldinger	1	20 %
Nei, ikke i det hele tatt	2	40 %
<b>Totalt</b>	<b>5</b>	<b>100 %</b>

Kommentar om hvordan dette fungerte i testen:  
Ikke all tilleggstekst til de ordinære vegmeldingene ble med i demonstrasjonen. Tilleggsteksten til sjåførmeldingene ga ingen ekstra informasjon - kun "navnet" på meldingen.



## Kartet:

### Er det nyttig med kart på skjermen?

Tabell 16: Kart, nytte

Er det nyttig med kart på skjermen?	Ant.	Andel
Nei, det er ikke nyttig	0	0 %
Ja, det er litt nyttig	3	38 %
Ja, det er svært nyttig	5	63 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

### Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Burde vært støtte for vanlig GPS-navigering

### Tok kartvisningen passe stor del av skjermen?

Tabell 17: Kart, størrelse

Tok kartvisningen passe stor del av skjermen?	Ant.	Andel
Nei, det burde tatt en større del av skjermen	2	25 %
Nei, det burde tatt en mindre del av skjermen	0	0 %
Ja, det tok en passe del av skjermen	6	75 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

### Var selve kartutsnittet passe stort?

Tabell 18: Kart, utsnitt

Var selve kartutsnittet passe stort?	Ant.	Andel
Nei, det viste for liten vegstrekning	0	0 %
Nei, det viste for lang vegstrekning	0	0 %
Ja, det viste passe lang vegstrekning	6	100 %
<b>Totalt</b>	<b>6</b>	<b>100 %</b>

### Var det lett å se meldingssymbolene på kartet?

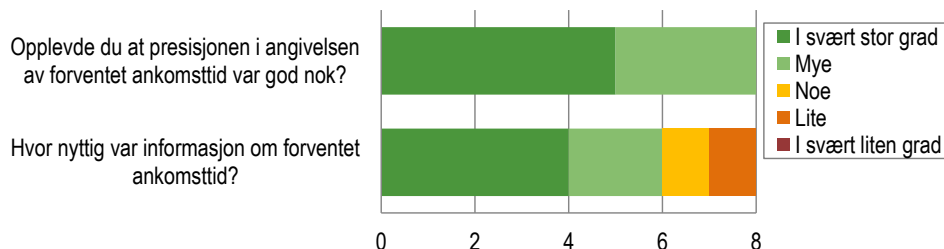
Tabell 19: Kart, meldingssymbolene

Var det lett å se meldingssymbolene på kartet?	Ant.	Andel
Nei, de var for små/vanskelige å se	3	38 %
Ja, de var lette å se	5	63 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

Resultatene indikerer at ønske om større/tydeligere meldingssymbol på kartet, øker med økende bruk av systemet (målt i antall sendte meldinger). Det kan også tolkes dithen, at de som var lite aktive til å sende meldinger, heller ikke var opptatt av å se etter meldingssymboler på kartet, og derfor heller ikke hadde noen sterke meninger om lesbarheten.

## Forventet ankomsttid og gjenværende kjøre-/hviletid:

### Informasjon om forventet ankomsttid



Figur 17: Informasjon om forventet ankomsttid, kvalitet på og nytte

### Kommentar om hvordan dette fungerte i testen:

Her vet vi ikke om sjåførenes vurdering av presisjonen baserer seg på beregnet ankomsttidspunkt når turen startet fra Oslo, eller det som var beregnet like før ankomst til Trondheim. Tidspunktet ble fortløpende rekalkulert i løpet av turen, og feilmarginen ville derfor trolig avta underveis.

### Hvordan fungerte varslingen av gjenværende kjøre-/ hviletid?

Tabell 20: Varsling av kjøre-/hviletid

Hvordan fungerte varslingen av kjøre-/hviletid?	Ant.	Andel
Det fungerte dårlig	1	13 %
Det fungerte sånn passe	4	50 %
Det fungerte bra	3	38 %
Totalt	8	100 %

### Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Tok ikke hensyn til oppdelt pause, f.eks. 15 min + 30 min.
- Pålagt hviletid: Siste stopp må alltid være minst 30 min.
- Bra, unntatt hvis en overskred 1 t hviletid

### Kommentar om hvordan dette fungerte i testen:

Under veis i testen ble det oppdaget en programmeringsfeil som gjorde at beregnet gjenværende hviletid fikk negativ verdi hvis samlet gjennomført hviletid overskred de pålagte 45 minuttene. Denne funksjonen fungerte derfor ikke alltid som planlagt.

## 2.7.4 Vurdering av testen og hele systemet

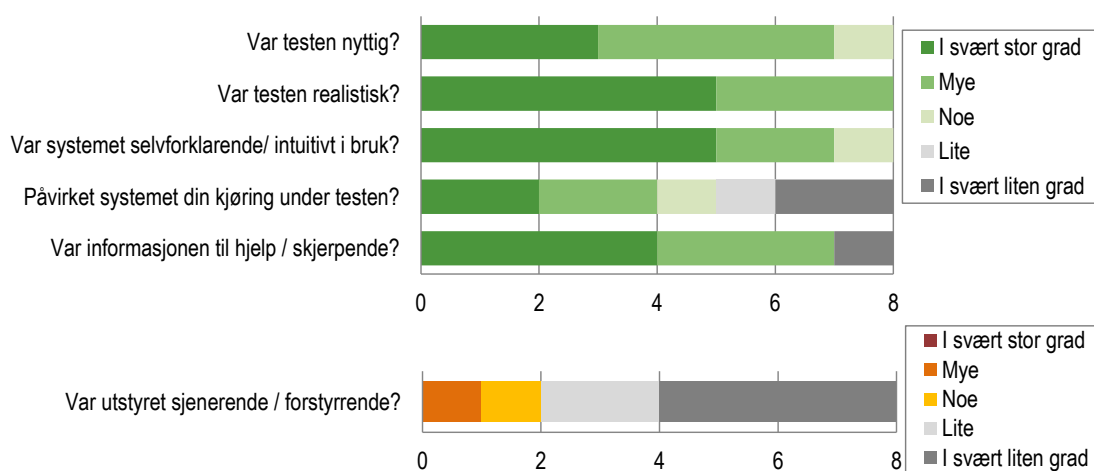
### Oppsummering:

- Totalt sett ble testen vurdert som nyttig og realistisk. De fleste mente informasjonen fra systemet var til hjelp, men noen opplevde utstyret som sjenerende. De fleste mente også at testen hadde passe omfang i form av varighet og antall kjøretøy, selv om det var noe ulike oppfatninger om varigheten.
- Alle sjåførene ville ha anbefalt sin arbeidsgiver/andre å ta i bruk dette systemet, men bare halvparten ville selv etterspurt dette systemet i bilen på det tidspunktet testen ble avsluttet.
- Meldinger om anbefalt kjørerute og informasjon om venteplass og slot-tid ble av de fleste vurdert som svært nyttige.

- Tilgang til bruk av kollektivfelt var det mest populære tiltaket for å "kompensere" for evt. pålagt venting, mens utvikling av servicetilbud på venteplass ble rangert på andreplass.
- Alle sjåførene mente innføring av GOFER-system i full skala ville ha positiv virkning på tungbilsjåførenes arbeidssituasjon, trafikksikkerheten og miljøet. Sikkerhet og kjøretid ble vurdert å være de viktigste argumentene for å innføre et slikt system, og flertallet av sjåførene mente et slikt system burde innføres så snart som mulig. Samtidig mente også et flertall at utstyret burde kunne slås av, dersom det ble standardutstyr i tungebiler.

### Selve testen:

#### Hva er din totalvurdering av testen?



Figur 18: Totalvurdering av testen

I figuren ovenfor er de "positive" elementene samlet i én bolk, og det negative holdt for seg. Det er ikke uten videre gitt om et bekreftende svar på spørsmålet om systemet påvirket kjøringen under testen, skal tolkes som positivt eller negativt. Her er det imidlertid tolket positivt, ut fra hva de samme sjåførene har svart når det gjelder om informasjonen var til hjelp/skjerpene, og om utstyret var sjenerende/forstyrrende.

#### Var varigheten på testen passende for å prøve ut systemet?

Tabell 21: Testen, varighet

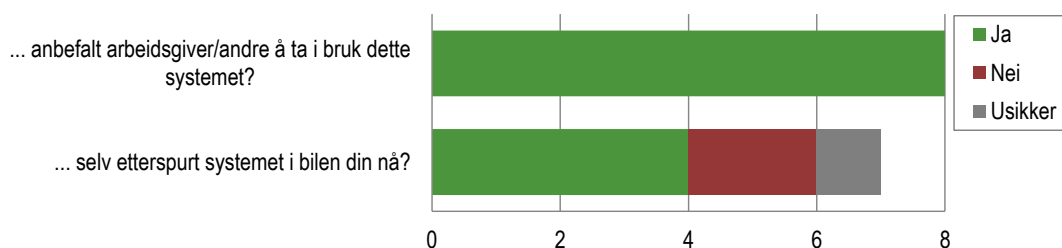
Var varigheten på testen passende?	Ant.	Andel
Nei, den var for kort	1	14 %
Nei, den var for lang	1	14 %
Ja, den var passe lang	5	71 %
<b>Totalt</b>	<b>7</b>	<b>100 %</b>

### Var antall biler i testen passe stort for å prøve ut systemet?

Tabell 22: Testen, antall biler

Var antall biler i testen passe stort?	Ant.	Andel
Nei, det var for få	0	0 %
Nei, det var for mange	0	0 %
Ja, det var passe mange biler	7	100 %
<b>Totalt</b>	<b>7</b>	<b>100 %</b>

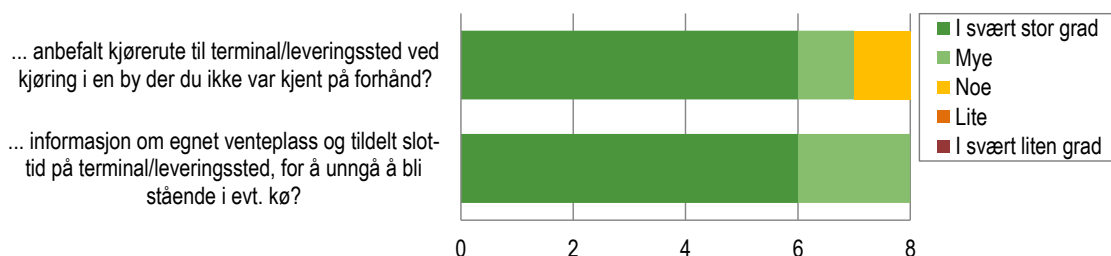
### Etter nå å ha deltatt i testen, ville du ....



Figur 19: Fortsatt bruk av GOFER-systemet

### Evt. bruk av systemet for å unngå tungbiler i kø ved terminal og i bystrøk:

#### Ville det vært nyttig å få opp på skjermen...



Figur 20: Informasjon om anbefalt kjørerute, venteplass og slot-tid, nytte

#### Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Vis ruten på kart OG sjekk om den er egnet for tungbil.

#### Kommentar om hvordan dette fungerte i testen:

I testen inngikk denne typen meldinger kun som "fiktive" meldinger, ettersom testen ikke inkluderte noe baksystem som kunne generere reelle meldinger for disse temaene. De meldingene som ble sendt ut, baserte seg på hvilket område i Trondheim sjåføren hadde oppgitt som første leveringssted, og beregnet ankomsttidspunkt når kjøretøyet nærmet seg dette reisemålet.

Hva synes du ville være de beste tiltakene for å kompensere for evt. pålagt venting?

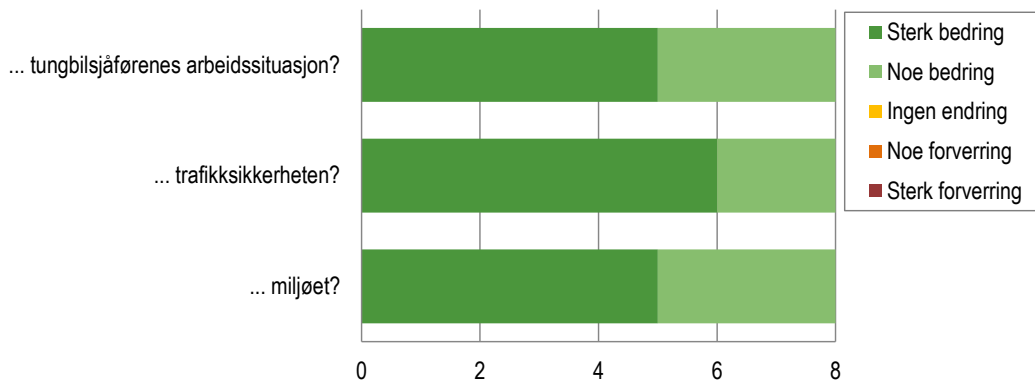


Figur 21: Kompensasjon for evt. pålagt venting

Sjåførene ble bedt om å krysse av for *to* av tiltakene som var listet opp. Én av dem krysset av for alle tiltakene, og én svarte ikke på dette spørsmålet. Figuren viser svarene fra de seks om prioriterte to av tiltakene. "Annet"-tiltaket som ble foreslått av én av sjåførene, var nok mest humoristisk ment: Han foreslo "blålys" på taket!

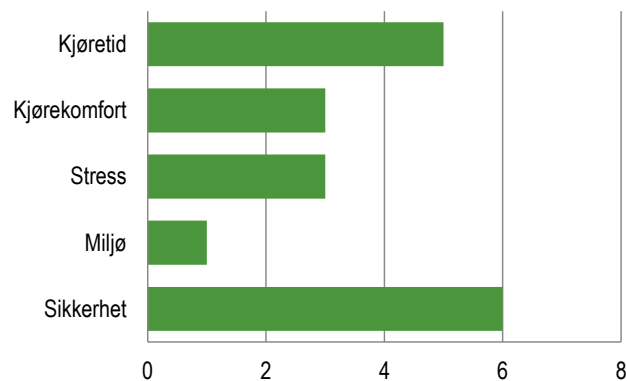
**Evt. innføring av GOFER-systemet i full skala:**

Dersom systemet ble innført i Norge, hvilken betydning tror du det ville hatt for ....



Figur 22: Innføring av GOFER-systemet i Norge, betydning

### Hva synes du evt. ville være de to viktigste argumentene for å innføre et slikt system?



Figur 23: Innføring av GOFER-systemet, argumenter for

Igen var det slik at noen av sjåførene hadde krysset av for mer enn to alternativ, og figuren viser hvor mange av de åtte sjåførene som hadde krysset av for hvert av de aktuelle argumentene som var listet opp.

### Når synes du at et slikt system bør bli innført i Norge?

Tabell 23: Innføring av GOFER-systemet i Norge, når

Når bør et slikt system bli innført i Norge?	Ant.	Andel
Så snart som mulig	6	75 %
Det haster ikke	0	0 %
Aldri	0	0 %
Vet ikke	2	25 %
<b>Totalt</b>	<b>8</b>	<b>75 %</b>

### Dersom dette systemet ble standardutstyr i tungbiler, burde det kunne slås av?

Tabell 24: GOFER-systemet, utkobling

Burde utstyret kunne slås av?	Ant.	Andel
Ja	5	71 %
Nei	2	29 %
<b>Totalt</b>	<b>7</b>	<b>100 %</b>

## 2.8 Erfaringer med de tekniske sidene ved Live-demonstratoren

### 2.8.1 Datasystem

Datasystemene som inngikk i demonstratoren er dokumentert i L2.0 Systemarkitektur og datamodell (GOFER, 2013a) og L4.0 Demonstratorer (GOFER, 2013b). Dette delkapitlet oppsummerer erfaringene knyttet til etablering og drift av datasystemene som ble benyttet i demonstratoren.

Live-demonstratoren fokuserte på meldingsutveksling og kjøre- og ankomst-tider. Dette virker å ha fungert godt.

Demonstratoren ble bygd opp på enklest mulige måte, med fritt tilgjengelige verktøy. Maskinvaren består av en vanlig PC til baksystemet, og Android nettbrett med GPS-mottagere og mobilnett-tilknytning i bilene. Dagens smarttelefoner vil alle være gode alternativer.

Arkitekturen er sentralisert, det vil si at klientene ikke trenger å gjøre mye annet enn å sende og motta tekstmeldinger fra sentral maskin. De er likevel utstyrt med kart for å gi bedre oversikt. Sentralisering og enkel kommunikasjon gjør at nye klienter lett kan utvikles på andre plattformer, og med andre verktøy.

All kode for prosjektet ble skrevet i Java. Selv om Java er eid og kontrollert av Oracle, er det ikke lisenskostnader knyttet til bruken. Sentral PC kjører Windows 7, men ingen av tjenestene forutsetter annet enn at Java er tilgjengelig. Programmeringsverktøyet som ble brukt, Eclipse, er også fritt tilgjengelig.

Sentral PC kjører tjenestene PostGIS (database med GIS-funksjonalitet), Tomcat (servlet-container) og Knopflerfish (applikasjonstjener). Alle tjenestene fungerte etter hvert som ønsket. Vi prøvde først å kjøre all serverside-kode i applikasjonstjeneres Glassfish, en OSGi-kompatibel applikasjonstjener. Men konfigurering og debugging var en utfordring, så vi endte opp med å bruke Knopflerfish (et enklere OSGi-miljø) for sjåføragent og kommunikasjon mot TRIP, og Tomcat for den administrative delen. OSGi er en komponentstandard som gjør det mulig å bygge modulære applikasjoner. Det er interessant i seg selv, og siden Q-Frees CVIS-implementasjon også baserer seg på bruk av OSGi, er det mulig å bygge komponenter som kan kjøres begge steder. Men som sagt, praktiske problemer med testing og feilretting gjorde at vi etterhvert endret mening.

For å spare tid, ble rutene gjort statiske, d.v.s. at når en bil avviker fra valgt rute, blir ikke rutedefinisjonen oppdatert tilsvarende. Resultatet er at meldinger som vedrører de nye lenkene ikke blir presentert for sjåføren, og kjøre- og ankomst-tidene blir ikke oppdaterte. I et virkelig system må dynamisk ruteoppdatering være på plass.

Av andre ting vi gjerne skulle gjort, tenker vi særlig på det å demonstrere funksjonalitet for veimyndigheter som ble beskrevet i L2.0, og å produsere sjåførmeldinger med togstatus fra CargoNets webbooking-tjeneste.

Erfaringen så langt er at en sentral database med gode administrasjonsverktøy, tydelige integritetsregler og god kapasitet, er et viktig bidrag i det å bygge pålitelige tjenester. Mest mulig

av datalagring og koordinering bør gjøres i den. Likeså er det viktig at alle mekanismer er så enkle som mulig, og at de er testbare. Feilhåndtering må være konsekvent, og data om alle uventede situasjoner må skrives til loggfil eller rapporteres på andre måter.

Det kan hende at denne arkitekturen har begrensninger i seg som et mer distribuert CVIS-basert system ikke har, men vi har ikke opplevd noen slike problemer så langt.

### 2.8.2 Forbedringer i funksjonalitet

Det er naturlig nok stort potensiale for å forbedre og utvide funksjonaliteten ved ulike sider av demonstratoren. I en demonstrasjons-situasjon må det gjøres forenklinger knyttet til mange deler av aktivitetene og tjenestene som tilbys, for å få mest mulig ut av de tilgjengelige ressursene i prosjektet. Noe av det forbedringspotensialet som beskrives nedenfor, skyldes slike forenklinger. Andre forhold er identifisert i selve demonstratoren, og basert på erfaringer fra driftssituasjonen og tilbakemeldinger fra deltakerne.

- Søk etter meldinger langs en rute bør gjøres FØR den velges.
- Meldinger bør kunne "stemmes ut" av andre sjåførere.
- Den implementerte datamodellen kan forbedres og forenkles, se under.
- Implementere flere funksjoner fra AP2. (Dynamisk ruteoppdatering m.m.)
- Overgang fra Knopflerfish til Tomcat eller Glassfish, for enklere vedlikehold.
- Loggedata sendes data asynkront til server. Hvis server ikke tar unna, eller nettverk faller ut, så legges nye loggninger inn i køen. Køen må ha plass til en times logging?

### 2.8.3 Forbedringer av datamodell

Datamodell for live-demonstratoren er dokumentert i L2.0. Gjennom arbeidet med å implementere datamodellen i demonstratoren, ble det identifisert flere muligheter for forbedring av datamodellen. Disse beskrives kort i det følgende.

#### *Kjøretøyenhet:*

Serienummer, streng, unik indeks. Bør være en del av forespørsel mot server.

#### *Transport:*

Høyde som del av transportdefinisjonen. Std.-verdien bør komme fra kjøretøy.

Kollektivlenke som rutelenke: Legg til "veglenke" og "orientering" (A->B eller motsatt)

Lagt til remainingtraveltime og estimatedarrivaltime.

**Cargo** utgår, og kolonner integreres i **assignment**.

#### *Container:*

Knyttes til transporten, men slik at historikk bevares. D.v.s at transport refererer til en eller to containere, eller innfør mange-til-mange-relasjon.

Innført tabell **cargohazardgroup**.

#### *PosLogg:*

Bør inneholde **meterverdi** langs lenke, eller meterverdi fra rutestart. Det siste er best.

Den kan beregnes slik:



Når long-lat knyttes til lenke, bør **X** og **Y** på punktet som ligger på lenken, også lagres. Kan da enkelt beregne hvor langt inn på lenken punktet ligger. (De aller fleste lenkene er omtrentlig rette linjer.)

#### *RouteRoadLink:*

Bedre alternativ til problemet over: Lenkene i rutedefinisjonen lages slik at geometrien er metrett relativt rutestart. Da kan korrekt meterverdi avleses direkte.

#### *Tolking av loggedata:*

Over er det foreslått forbedringer i dataene, som forenkler tolkning av loggedata.

Bakgrunnen er at foreliggende data har noen egenskaper som gjør dem utfordrende:

- Lange loggeintervaller (5 sekunder) gjør at ganske mange rutelenker blir uten noen loggedata ved normal drift.
- Intervallet gjør også at er helt tilfeldig hvor på lenken det eventuelt siste loggepunktet befinner seg.
- Brudd i forbindelsen med nettverket gir utfall av data.
- Sjåfør slår av enheten ved pauser og slår den ikke alltid på igjen med en gang etterpå. Det gjør at pausetidberegningen blir mere omstendelig enn tenkt.
- Noen få plasser avviker forutsatt lenkerekkefølge fra den rekkefølgen som logg-til-veglenkebindingen har gitt.

Det er likevel mulig å lage rapporter fra transportene basert på dataene som de er, med rimelig nøyaktig angivelse av pausetider.

### **2.8.4 Ombordenhet og grafisk brukergrensesnitt**

En står fritt til å velge en hvilken som helst enhet som kan kommunisere med GOFER-systemet via internett. I demonstratoren var det grafiske brukergrensesnittet tilpasset ett bestemt nettbrett. I fremtiden vil det trolig være fornuftig å se på andre alternativer, basert på nettleser og HTML 5 eller AJAX.

### 3 Test i tungbilsimulatoren

Tekniske og innholdsmessige sider ved denne testen er beskrevet i AP 4, kapittel 3.

#### 3.1 Datagrunnlag og evalueringstema

Evaluering av testen i tungbilsimulatoren baseres på data som logges under testkjøringene, og intervju med testsjåførene.

Loggede GPS-baserte fartsdata fra simulatorkjøringen er benyttet til å analysere hvilke effekter prioriteringen i scenariene kan gi mht.:

- Fartsprofil og tidsbruk på teststrekningen
- Energi-/drivstofforbruk på teststrekningen
- Utslipp på teststrekningen
- Støy på teststrekningen

I beregningene av energi-/drivstofforbruk og utslipp er formelverk fra Artemis-prosjektet benyttet.

Intervjuene gir sjåførenes vurdering av hvordan de opplevde testen og bruk av kjøresimulator for å studere denne typen prioriteringstiltak.

#### 3.2 Registrert fartsprofil og tidsbruk

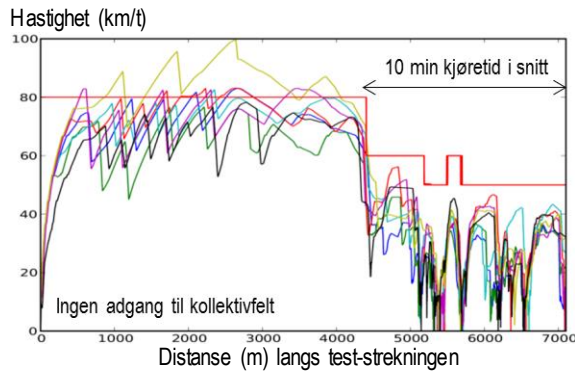
Kjøresimulatoren gir mulighet til å studere effekter av tiltak under svært kontrollerbare forhold. Simulatoren gir mulighet til å registrere en lang rekke forhold knyttet til kjøreatferden i testsituasjonen. I GOFER-prosjektet er det særlig fire av de faktorene som automatisk logges, som er analysert nærmere:

- Posisjon
- Hastighet
- Kjøretid
- Feltskifte

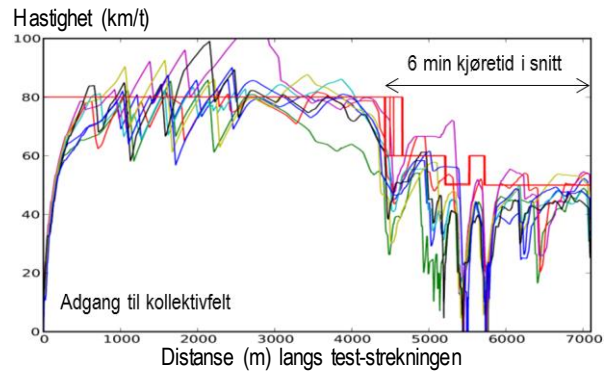
I det følgende presenteres resultater basert på loggingen av disse forholdene for hver av de fire test-scenariene. Resultatene presenteres i form av grafer som viser fartsgrensen og de syv testdeltakernes kjørehastighet langs den 7 km lange teststrekningen. Prioriteringstiltakene gjaldt bare for de siste ca. 2,5 km av teststrekningen, og det er derfor resultatene for denne delen av vegnettet som vies størst oppmerksomhet.

##### 3.2.1 Mellomrush-perioden, prioritering i kollektivfelt

Som vist i Figur 24 og Figur 25, medførte tillatelsen til å benytte kollektivfeltet de siste 2,5 km inn til Trondheim sentrum, i snitt 4 minutters reduksjon i kjøretid på denne strekningen, fra 10 minutter i en situasjon uten prioritering, til 6 minutter i en situasjon med bruk av kollektivfeltet. Kjøretiden på strekningen ble altså redusert med ca. 40 %, og gjennomsnittlig hastighet økte fra 15 km/t til 25 km/t.



Figur 24: Logget kjørehastighet på teststrekningen, mellomrush-periode uten prioriteringstiltak



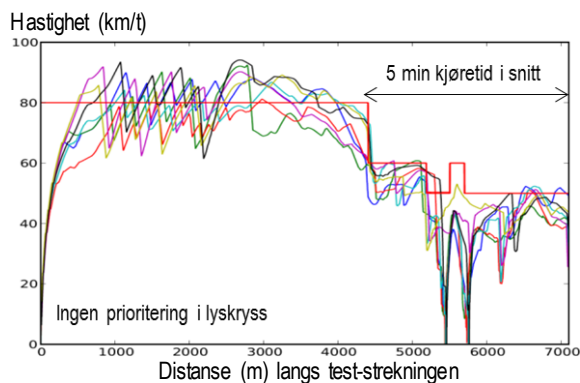
Fartsgrensen ble registrert for den posisjonen testkjøretøy et til enhver tid hadde i v egnettet. Ettersom kodet fartsgrense ikke var lik i de parallelle feltene, og testsjåførene foretok feltskifte på litt ulike steder langs traséen, inntrådte dermed også endringen i fartsgrense fra 80 km/t til 60 km/t på ulike steder i denne testsituasjonen, som vist i grafen.

Figur 25: Logget kjørehastighet på teststrekningen, mellomrush-periode med prioriteringstiltak

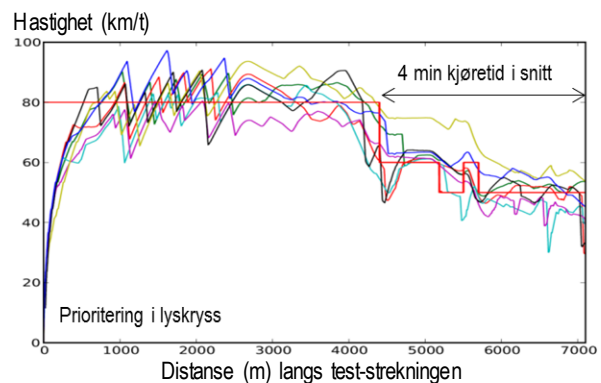
Disse resultatene gir indikasjoner på *de maksimale effektene* for tungbilene av å slippe dem til i kollektivfeltene på denne strekningen. I testsituasjonen er det bare *den ene* tungbilen som testpersonen kjører, som benytter kollektivfeltet i scenariet med prioritering (i tillegg til bussene). I en situasjon der flere tungbiler fikk tilgang til kollektivfelt i mellomrushperioder, ville effekten for det enkelte kjøretøy bli redusert. Dette har det ikke vært rom til å studerer i denne testen.

### 3.2.2 Lavtrafikk-perioden, prioritering med grønn bølge

Som vist i Figur 26 og Figur 27, medførte grønn bølge i lyskryssene de siste 2,5 km inn til Trondheim sentrum, i snitt ett minutts reduksjon i kjøretid på denne strekningen, fra fem minutter i en situasjon uten prioritering, til fire minutter i en situasjon med bruk av grønn bølge. Kjøretiden på strekningen ble altså redusert med ca. 20 %, og gjennomsnittlig hastighet økte fra 30 km/t til 38 km/t på strekningen.



Figur 26: Logget kjørehastighet på teststrekningen, lavtrafikk-periode uten prioriteringstiltak



Figur 27: Logget kjørehastighet på teststrekningen, lavtrafikk-periode med prioriteringstiltak

### 3.3 Miljøeffekter

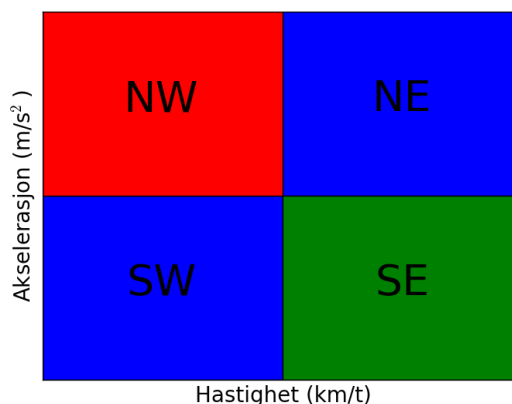
Energiforbruk og støy er ikke beregnet direkte i kjøresimulatoren. For å påvise miljøeffekter av prioriteringstiltaket i kjøresimulatoren, er derfor andre metoder benyttet for å gjøre dette.

#### *Beregning av energi-/drivstofforbruk:*

Energiforbruket er beregnet ved å benytte metodikk fra mikrosimuleringsverktøyet Aimsun<sup>3</sup>. Denne metoden benytter fartsprofilen til hver kjøretur til å beregne energiforbruket sekund for sekund. Til slutt er energiforbruket summert for hele kjøreturen. På den delen av strekningen hvor fartsgrensen er 80 km/t, er kjøreturen lik for scenarier med og uten prioriteringstiltak, og dermed er energiforbruket på denne strekningen lik. Det er derfor kun presentert energiforbruk for den delen av kjøreturen hvor det var mulige prioriteringstiltak.

#### *Beregning av støynivå:*

Det er en klar sammenheng mellom fartsprofil og støy, spesielt for tunge kjøretøy. Dette er illustrert i Figur 28, som viser støynivå ved ulike kombinasjoner av hastighet og akselerasjon. Den røde kvadranten i "nordvestre" hjørne representerer høye akselerasjoner ved lave hastigheter. Her vil tunge kjøretøy som regel ha stort pådrag på motoren, noe som fører til mye støy. Den blå kvadranten i "nordøstre" hjørne representerer høye akselerasjoner i større hastigheter. Støynivået her vil typisk være på middels nivå. Den blå kvadranten i "sørvestre" hjørne representerer lave akselerasjoner i lave hastigheter. Også her vil støynivået typisk være på middels nivå. Den grønne kvadranten i "sørøstre" hjørne representerer lave akselerasjoner i større hastigheter. Her vil støynivået være relativt lavt. Denne tolkningen gjelder kun for den aktuelle strekningen i kjøresimulatoren, hvor den høyeste fartsgrensen er 60 km/t. Ved høyere hastigheter vil støy fra luftmotstand begynne å gjøre seg gjeldende.



Rød farge betyr mye støy, blå betyr middels støy, grønn betyr lav støy

Figur 28: Klassifisering av støynivå fra tunge kjøretøy som funksjon av Hastighet og Akselerasjon på teststrekningen

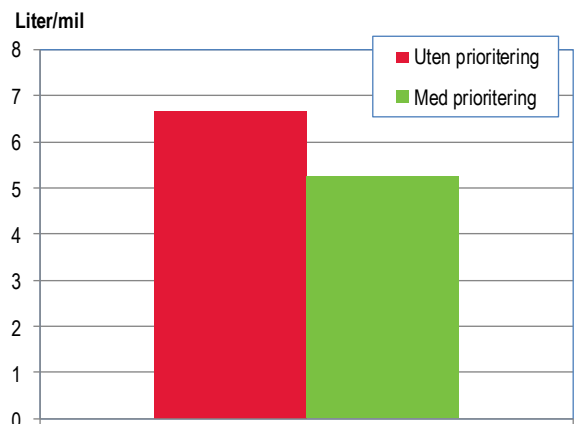
Fartsprofilene i mellomrush- og lavtrafikk-perioden er analysert ved å plote hastighet og akselerasjon hvert halvsekund. Den relative fordeling av punkter i de fire kvadrantene vil dermed indikere forskjellen i støynivå med og uten prioritering. Grensene for de fire kvadrantene er satt til  $0,5 \text{ m/s}^2$  for akselerasjon og 10 km/t for hastighet. Andre verdier av grensene vil sannsynligvis gi de samme relative resultater.

<sup>3</sup> [www.aimsun.com](http://www.aimsun.com)

### 3.3.1 Mellomrush-perioden, prioritering i kollektivfelt

*Beregnet effekt på drivstofforbruk:*

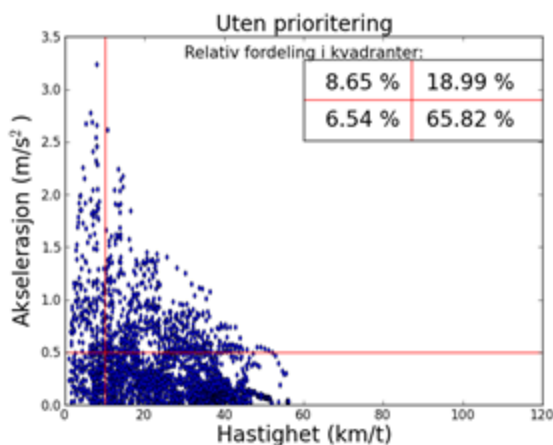
Som vist i Figur 29, er det gjennomsnittlige drivstofforbruket 6,7 liter per mil uten prioritering og 5,3 liter per mil med prioritering i kollektivfelt. Beregningen er gjennomført for de siste 2,5 km inn til Trondheim sentrum, og viser en reduksjon i drivstofforbruk på omtrent 20 % som følge av prioriteringstiltaket. Dette representerer den maksimale effekten av prioriteringen, fordi det er kun den ene tungbilen som benytter kollektivfeltet. Dersom flere tungbiler fikk adgang til kollektivfeltet vil effekten sannsynligvis reduseres. Dette er ikke studert nærmere i denne testen.



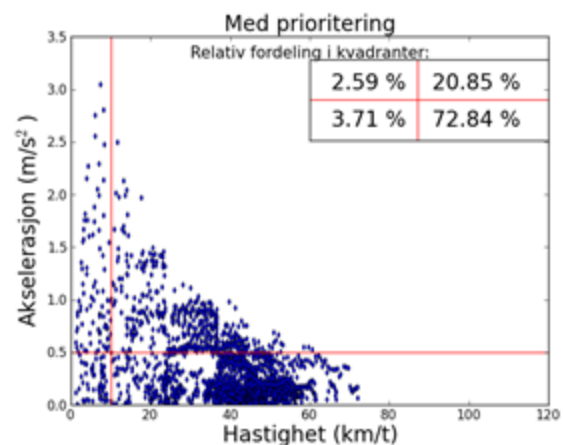
Figur 29: Gjennomsnittlig drivstofforbruk i liter/mil i mellomrush-perioden med og uten prioritering i kollektivfelt

*Beregnet effekt på støynivå:*

Figur 30 og Figur 31 viser fordelingen av punkter med akselerasjon og hastighet for mellomrushperioden hhv. uten og med prioritering i kollektivfelt. Plottene viser at andelen uønskede akselerasjoner i "nordvestre kvadrant" er redusert fra 8,65 % til 2,59 %. I tillegg er andelen punkter i både "nordøstre" og "sørvestre" kvadrant redusert. Dette indikerer at støynivået er redusert i scenariet hvor tungbiler får prioritering i kollektivfelt. Igjen må det bemerkes at disse resultatene indikerer nivå på maksimal effekt av prioriteringstiltaket. Med flere tunge kjøretøy i kollektivfelt vil det fartsprofilen for hvert kjøretøy bli mer ujevn, med flere uønskede akselerasjoner.



Figur 30: Akselerasjon/hastighets-plott med relativ fordeling i de fire kvadrantene på teststrekningen, mellomrush-periode uten prioriteringstiltak

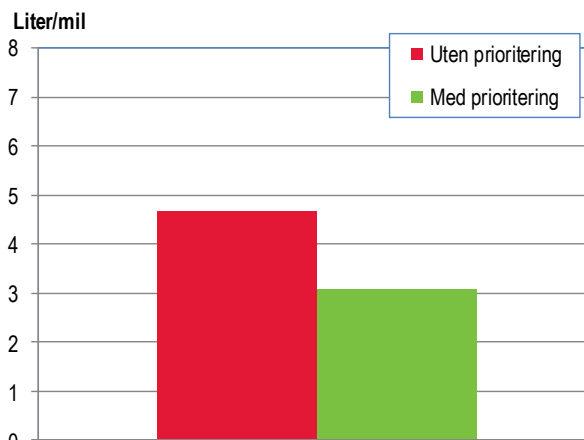


Figur 31: Akselerasjon/hastighets-plott med relativ fordeling i de fire kvadrantene på teststrekningen, mellomrush-periode med prioriteringstiltak

### 3.3.2 Lavtrafikk-perioden, prioritering med grønn bølge

*Beregnet effekt på drivstofforbruk:*

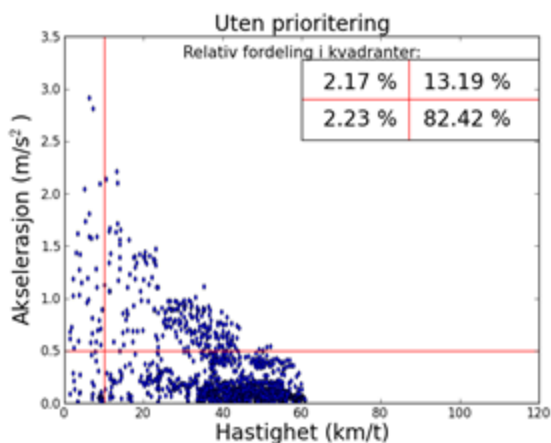
Figur 32 viser reduksjon i gjennomsnittlig drivstofforbruk i lavtrafikk-perioden hvor tungbilene får grønn bølge inn til Trondheim sentrum. Det gjennomsnittlige drivstofforbruket er 4,6 liter per mil uten prioritering og 3,1 liter per mil med prioritering. Beregningen er gjennomført for de siste 2,5 km inn til Trondheim sentrum, og viser en reduksjon i drivstofforbruk på omtrent 30 %. Grunnen til reduksjonen i drivstofforbruket er at tungbilene får en jevn fartsprofil på grunn av den grønne bølgen. De unngår dermed store hastighetsendringer som forårsaker økt drivstofforbruk.



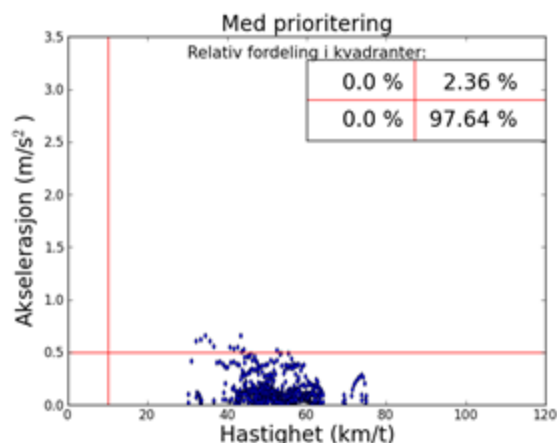
Figur 32: Gjennomsnittlig drivstofforbruk i liter/mil i lavtrafikk-perioden med og uten prioritering med grønn bølge

*Beregnet effekt på støynivå:*

Figur 33 og Figur 34 viser fordelingen av punkter med akselerasjon og hastighet for lavtrafikkperioden med og uten grønn bølge. På grunn av den jevne fartsprofilen til tungbiler med grønn bølge, er det ingen punkter i kvadrantene med lav hastighet. Nesten alle punktene befinner seg i den "sørøstre" kvadranten, noen som indikerer at støynivået er redusert i scenariet med prioritering med grønn bølge.



Figur 33: Akselerasjon/hastighets-plott med relativ fordeling i de fire kvadrantene på teststrekningen, lavtrafikk-periode uten prioriteringstiltak



Figur 34: Akselerasjon/hastighets-plott med relativ fordeling i de fire kvadrantene på teststrekningen, lavtrafikk-periode med prioriteringstiltak

### 3.4 Intervju med sjåførene

Spørreskjemaet besto av fire deler:

- Bakgrunnsspørsmål
- Evaluering av test med adgang til kollektivfelt
- Evaluering av test med prioritering i lyskryss
- Avsluttende sammenligning av tiltakene

Rekkefølgen på scenariene varierte fra sjåfør til sjåfør, og rekkefølgen på de to midterste bolkene med spørsmål ble tilpasset dette. Disse to intervjudelene besto stor sett av likelydende spørsmål, og i delkapittel 3.4.2 til 3.4.3 presenteres svarene fra begge testituasjonene sammen, tema for tema.

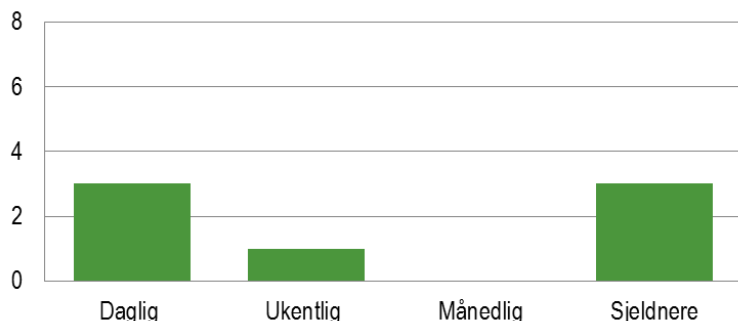
Svarene fra intervjuet presenteres i de følgende delkapitlene. Hovedtrekkene oppsummeres i innledningen til hvert delkapittel, og følges av resultater for de enkelte spørsmålene, sammen med evt. tilleggskommentarer sjåførene har kommet med i tilknytning til temaet.

#### 3.4.1 Bakgrunnsspørsmål

##### Oppsummering:

- Alle sjåførene hadde kjørt hele eller deler av teststrekningen selv, før testen i kjøresimulatoren. Fire kjørte den daglig eller ukentlig, de tre øvrige kjørte den sjelden.
- Testsjåførene hadde lang erfaring som aktiv tungbilsjåfør; mellom 10 og 37 år - i gjennomsnitt 20 år.
- Tre av sjåførene var fortsatt aktive som tungbilsjåfør, tre hadde sluttet for mindre enn fem år siden, og én hadde sluttet for mer enn fem år siden.
- Tre av sjåførene kjørte mindre enn 5 000 km med tungbil i 2011, mens én hadde kjørt mer enn 50 000 km med tungbil dette året. De øvrige tre lå mellom disse ytterpunktene i utkjørt distanse med tungbil.
- Bare én av sjåførene hadde prøvd kjøresimulator tidligere – i alt fire ganger.

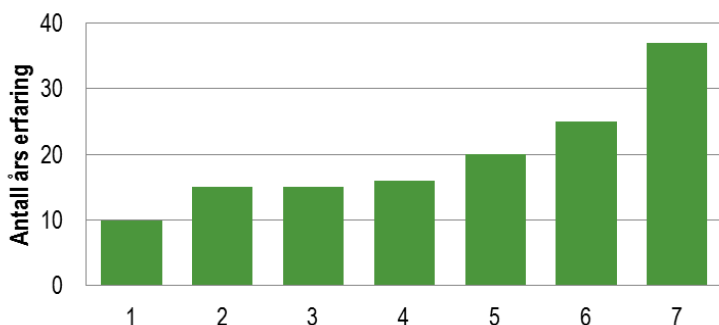
Hvor ofte kjører du deler av strekningen du nettopp har kjørt i kjøresimulatoren? (uansett type kjøretøy)



Alle sjåførene hadde kjørt hele eller deler av teststrekningen selv, før testen i kjøresimulatoren. Fire kjørte den daglig eller ukentlig, de tre øvrige kjørte den sjelden.

Figur 35: Sjåførene, kjøring på teststrekningen

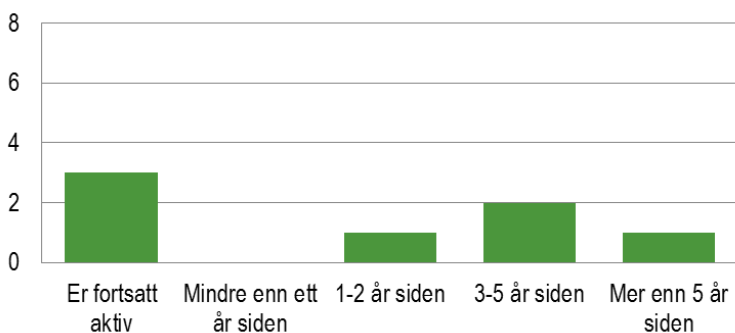
Hvor mange års erfaring har du som aktiv tungbilsjåfør? (Med "aktiv" mener vi at du kjører oppdrag med tungbil flere ganger i måneden)



Alle testsjåførene hadde svært lang erfaring som aktiv tungbilsjåfør, fra 10 og 37 år - i gjennomsnitt 20 år.

Figur 36: Sjåførene, erfaring som tungbilsjåfør

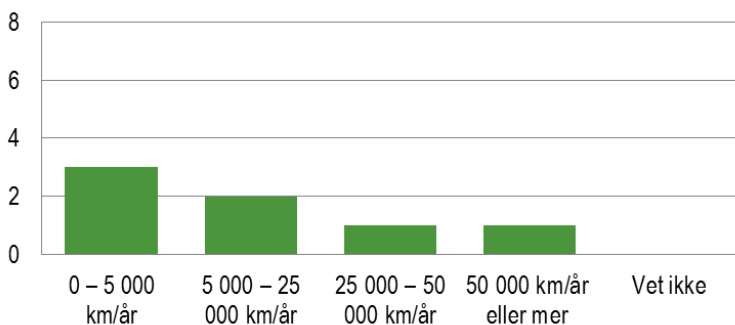
Hvor lenge er det siden du evt. sluttet med aktiv tungbilkjøring?



Tre av sjåførene var fortsatt aktive som tungbilsjåførere, tre hadde sluttet for mindre enn fem år siden, og én hadde sluttet for mer enn fem år siden.

Figur 37: Sjåførene, antall år siden slutt som aktiv tungbilsjåfør

Hvor mange kilometer kjørte du med tungbil i 2011?

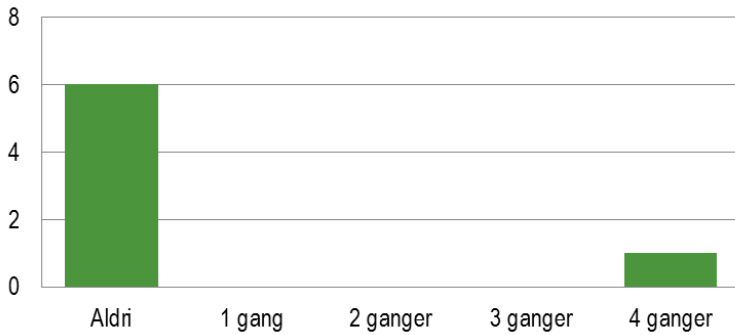


Tre av sjåførene kjørte mindre enn 5 000 km med tungbil i 2011, mens én hadde kjørt mer enn 50 000 km med tungbil dette året. De øvrige tre lå mellom disse ytterpunktene i utkjørt distanse med tungbil.

Figur 38: Sjåførene, distanse kjørt med tungbil i 2011



**Hvor mange ganger har du prøvd å kjøre i kjøresimulator tidligere?**



Bare én av sjåførene hadde prøvd kjøresimulator tidligere – i alt fire ganger.

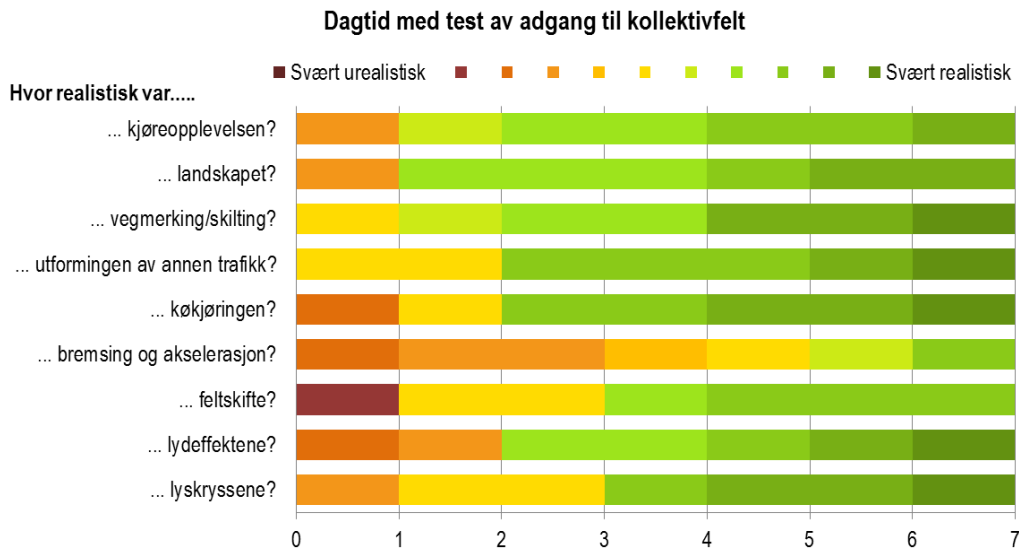
Figur 39: Sjåførene, tidlige erfaring i kjøresimulator

**3.4.2 Opplevelsen i kjøresimulatoren**

**Oppsummering:**

- I vurdering av realismen i kjøresimulatoren, kom opplevelsen av bremsing og akselerasjon dårligst ut, men også feltskifte (i mellomrushperioden) og lydeffektene også ble vurdert som svært urealistisk av en av sjåførene. De øvrige forholdene fikk overveiende positiv vurdering. Det var til dels stor og systematisk variasjon mellom sjåførene i deres vurdering av realismen.
- Én av sjåførene kunne ikke fullføre hele testen i kjøresimulatoren pga. "simulatorsyke". De øvrige testdeltakerne opplevde i svært liten grad slike problemer.

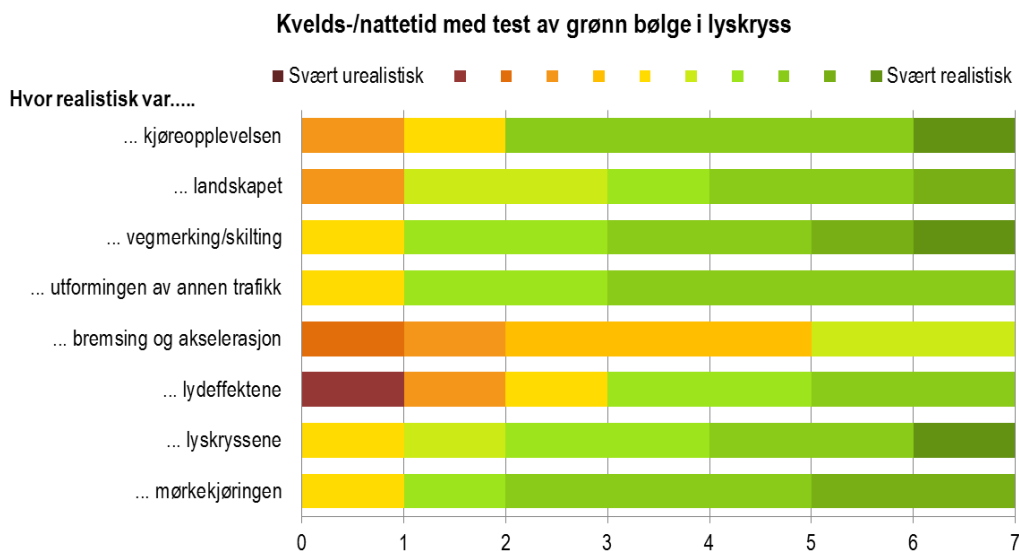
**Realisme i kjøresimulatoren**



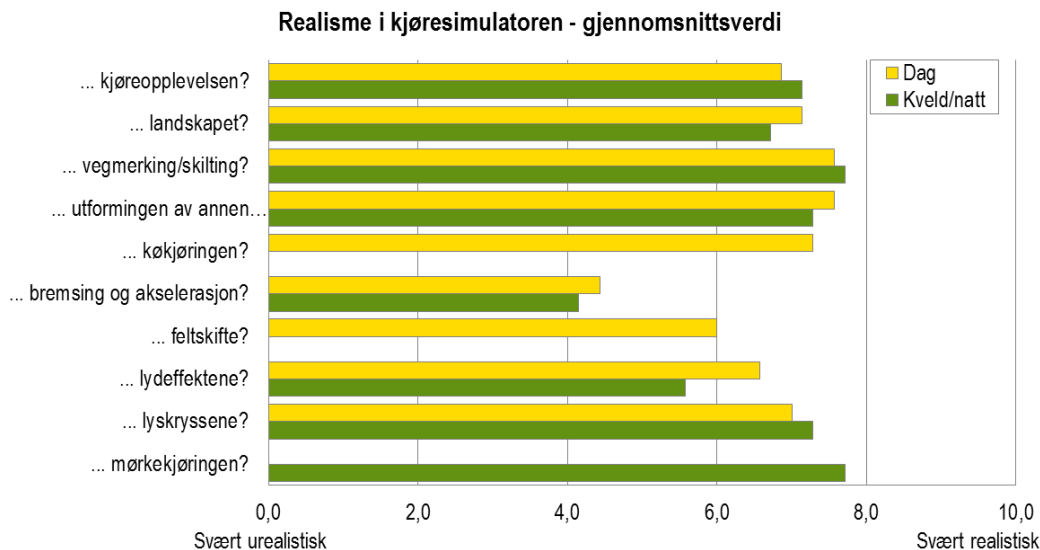
Figur 40: Sjåførene, realisme i kjøresimulatoren – mellomrushperiode med test av adgang til kollektivfelt

Med en skala fra 0 (Svært urealistisk) til 10 (Svært realistisk) ble sjåførene bedt om å vurdere realismen for ulike sider ved testsituasjonen i mellomrushperiode med uttesting av adgang til kollektivfelt. Figur 40 og Figur 41 viser svarfordelingen for de syv sjåførene for hhv. mellomrushperioden og lavtrafikkperioden, fra de mest negative vurderingene (rødt) til de mest

positive vurderingene (grønt). Gjennomsnittsverdiene for de ulike forholdene i Figur 40 og Figur 41 er vist i Figur 42, for sammenligning mot tilsvarende forhold under de to testsituasjonene, og gjennomsnittsscore for hver sjåfør er vist i Figur 43.

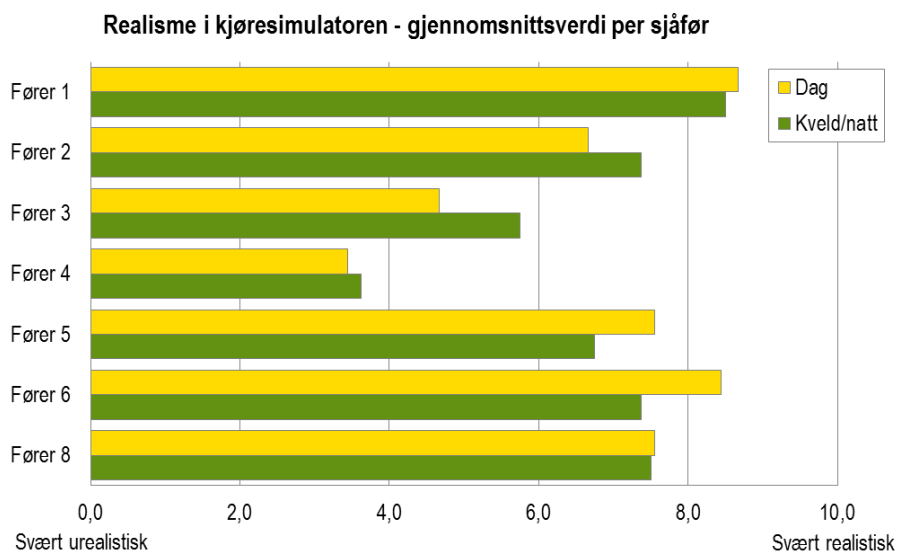


Figur 41: Sjåførene, realisme i kjøresimulatoren - lavtrafikkperiode med test av grønn bølge i lyskryss



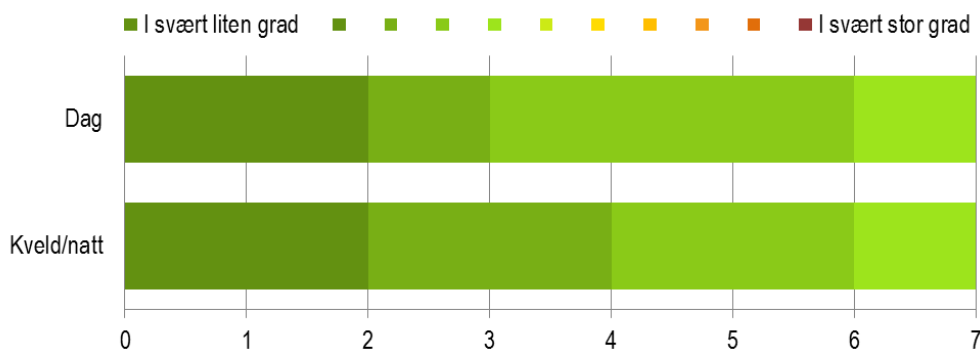
Figur 42: Sjåførene, realisme i kjøresimulatoren – gjennomsnittsverdier for de to testsituasjonene

Opplevelsen av bremsing og akselerasjon kom dårligst ut. De øvrige forholdene fikk overveiende positiv vurdering, selv om feltskifte (i mellomrushperioden) og lydeffektene også ble vurdert som svært urealistisk av en av sjåførene. Det er naturlig at det vil være individuelle variasjoner mht. hvor realistisk situasjonen i kjøresimulatoren oppleves, noe som klart går fram av resultatene i Figur 43. Her ser vi at fører nr 4 er gjennomgående mest kritisk, mens fører nr 1 er svært positiv i sin vurdering av de samme forholdene.



Figur 43: Sjåførene, realisme i kjøresimulatoren – gjennomsnittsverdier for hver sjåfør

**Opplevde du simulatorsyke under kjøretesten?**



Figur 44: Sjåførene, opplevelse av simulatorsyke under kjøretesten

Kjøring i simulator kan medføre ubehag og kvalme for noen av testpersonene. Årsaken til denne "simulatorsyken" er at en ved kjøring i simulator ikke får gjenskapt de kreftene som virker på kroppen ved f.eks. akselerasjon, oppbremsing og svingebevegelser. Det en sanser gjennom syn og hørsel, stemmer ikke overens med det en føler på kroppen. Testdeltakerne ble etter hvert "par" med testturer spurt om i hvilken grad de opplevde simulatorsyke under kjøringen. For de syv som fullførte testen, var dette et relativt lite problem (Figur 44), men én av de åtte testpersonene ble så dårlig at vedkommende måtte avbryte hele testen.

**3.4.3 Prioriteringstiltakene**

**Oppsummering:**

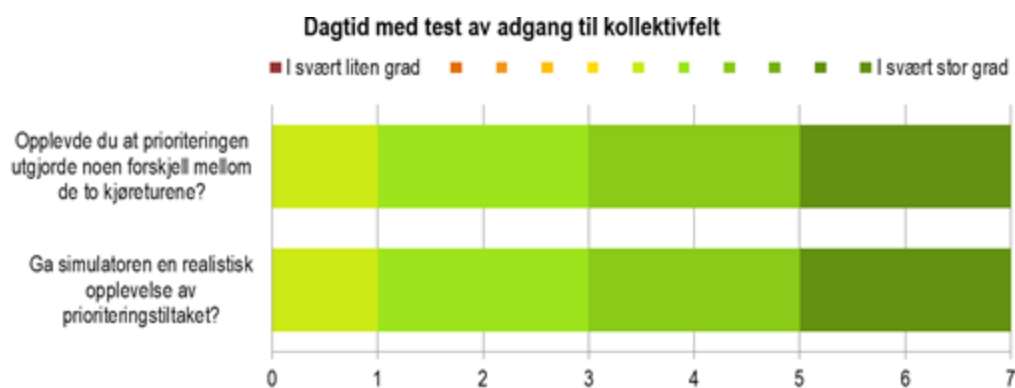
- Begge de to prioriteringstiltakene fikk positiv samlet vurdering mht. opplevd realisme og effekt, men tilgang til kollektivfelt fikk mest positiv vurdering.
- Begge de to prioriteringstiltakene fikk positiv samlet vurdering mht. effekt på ulike sider ved sjåførenes arbeidssituasjon, men grønn bølge fikk mest positiv vurdering. Å gi tungbiler adgang til kollektivfelt i mellomrushperioden var forventet å ha mest positiv effekt på

- stressnivå og kjøretid, mens grønn bølge i lavtrafikkperioder var forventet å ha størst positiv effekt på kjørekømført, men også på stressnivå og kjøretid.
- Kommentarer fra sjåførene signaliserte både positive forventninger og skepsis til hvordan tiltakene ville kunne påvirke arbeidsforholdene for tungbilsjåførene.
  - Miljø og stress ble ansett å være de to viktigste argumentene for å innføre de to prioriteringstiltakene, og de fleste sjåførene mente at tiltakene burde innføres så snart som mulig.
  - Majoriteten av sjåførene mente at testen med adgang til kollektivfelt fungerte best av de to tiltakene, men det ble samtidig uttrykt en viss skepsis til realismen i denne testen, ettersom det ikke var andre tungbiler i kollektivfeltet.

### Opplevelse av prioriteringen i kjøresimulatoren

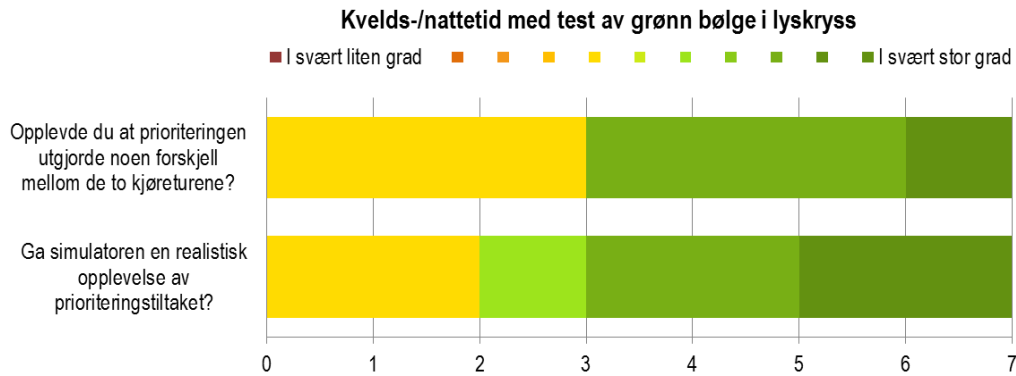
Med en skala fra 0 (I svært liten grad) til 10 (I svært stor grad) ble sjåførene bedt om å vurdere opplevelsen av hvert av de to prioriteringstiltakene i kjøresimulatoren. Figur 45 og Figur 46 viser svarfordelingen for de syv sjåførene for hhv. mellomrushperioden og lavtrafikkperioden, fra de mest negative vurderingene (rødt) til de mest positive vurderingene (grønt).

Gjennomsnittsverdiene for de ulike forholdene i Figur 45 og Figur 46 er vist i Figur 47, for sammenligning av de to prioriteringstiltakene.



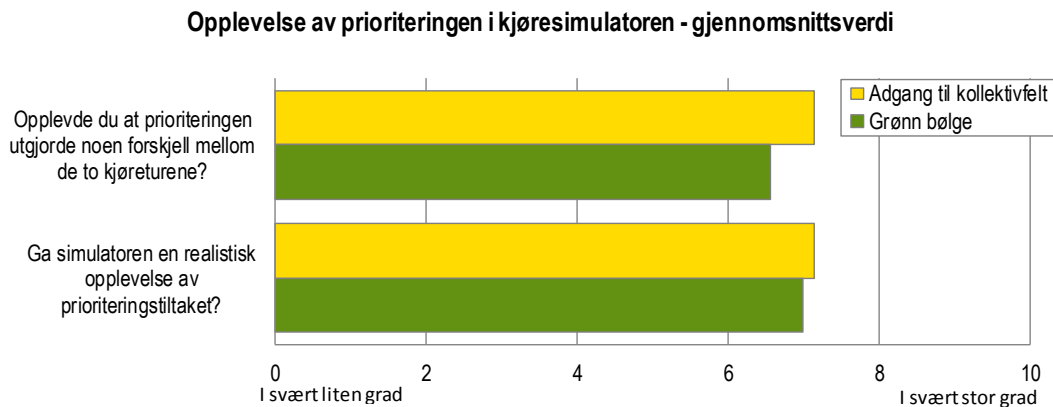
Figur 45: Sjåførene, opplevelse av prioriteringen i kjøresimulatoren – mellomrushperiode med test av adgang til kollektivfelt

Dagtid-scenariene med test av adgang til kollektivfelt fikk gjennomgående vurderinger i den positive enden av skalen både når det gjaldt realisme og effekt av prioriteringstiltaket. Scenariene med test av grønn bølge i lavtrafikkperioder fikk noe dårligere vurdering mht. disse forholdene, med flere vurderinger som helte i retning av mindre opplevd realisme og effekt av tiltaket. Det er naturlig å se disse ulikhetene i vurdering av prioriteringstiltakene i sammenheng med forskjellene i tidsbruk på traséen tiltakene gjaldt for (se kapittel 3.2). Potensialet for og den relative størrelsen på tidsgevingsten som følge av prioritering, var betydelig større for testen med kollektivfelt, enn for testen med grønn bølge.



Figur 46: Sjøførene, opplevelse av prioriteringen i kjøresimulatorene - lavtrafikkperiode med test av grønn bølge i lyskryss

Til tross for flere mindre positive vurderinger av opplevelsen av grønn bølge som prioriteringstiltak, var det ikke stor forskjell i gjennomsnittsverdi på sjåførenes vurderinger av realisme og effekt av hvert av de to tiltakene - alle kom ut med positiv samlet vurdering (Figur 47).



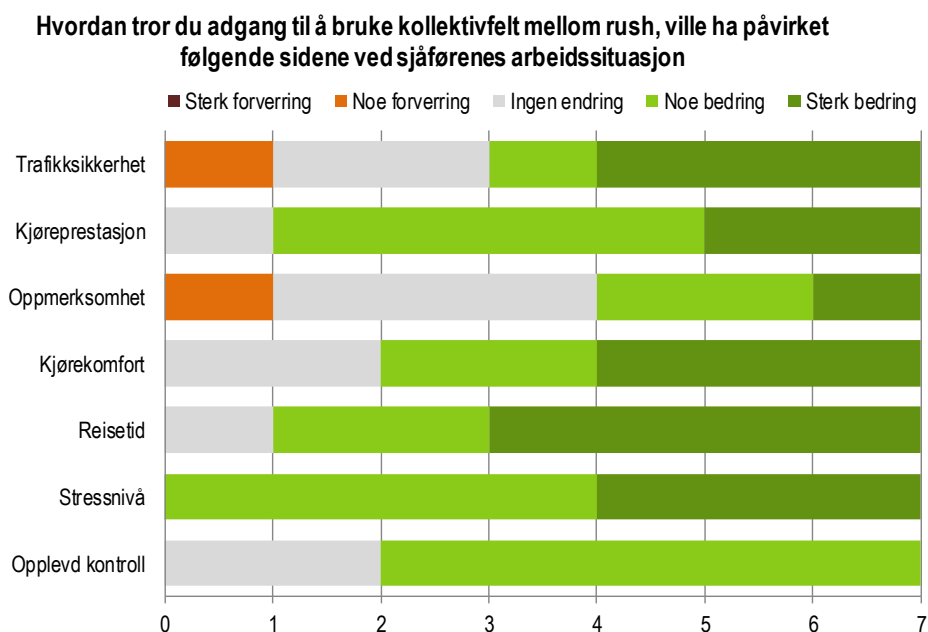
Figur 47: Sjøførene, opplevelse av prioriteringen i kjøresimulatorene – gjennomsnittsverdier for de to testsituasjonene

Tilleggs kommentarer fra sjåførene:

- Berre eg som lastebil i kollektivfelt (Dagtid med kollektivfelt)
- Syntes ikkje det var så stor forskjell (Lavtrafikk med grønn bølge)

### Sjåførenes arbeidssituasjon:

Hvordan tror du sjåførenes arbeidssituasjon ville blitt påvirket av å ha et prioriteringssystem likt det du nå har testet?



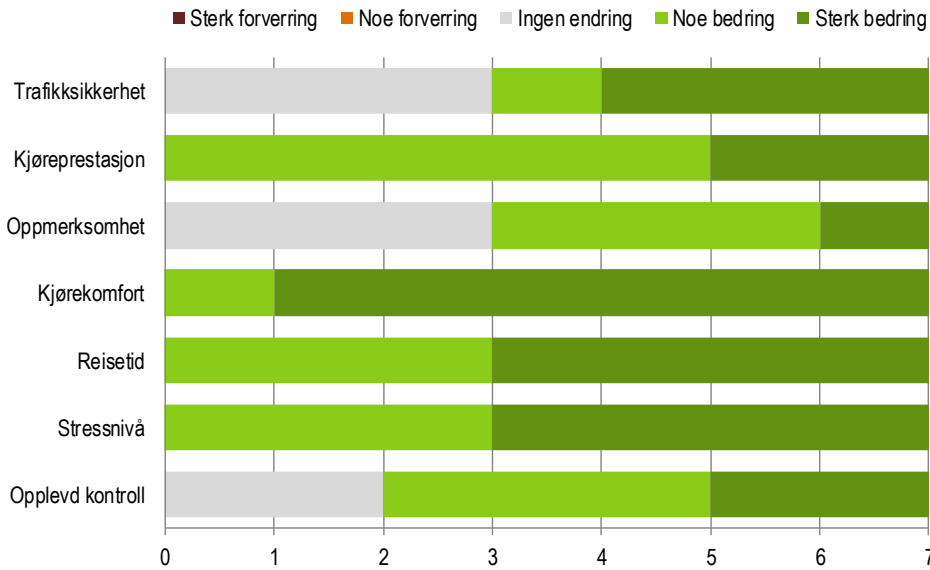
Figur 48: Sjåførene, effekt på sjåførenes arbeidssituasjon ved innføring av adgang til kollektivfelt i mellomrushperiode

Med en skala fra Sterk eller Noe forverring via Ingen endring til Noe eller Sterk bedring, ble sjåførene bedt om å vurdere hvordan innføring av hvert av de to prioriteringstiltakene ville påvirke ulike sider ved sjåførenes arbeidssituasjon. Figur 48 og Figur 49 viser svarfordelingen for de syv sjåførene for hhv. mellomrushperioden og lavtrafikkperioden, fra de mest negative vurderingene (rødt) til de mest positive vurderingene (grønt). Gjennomsnittsverdiene for de ulike forholdene i Figur 48 og Figur 49 er vist i Figur 50, med sammenligning av de to prioriteringstiltakene.

Én av sjåførene uttrykte bekymring for at adgang til kollektivfelt kunne gå noe ut over trafikksikkerheten og sjåførens oppmerksomhet, men de øvrige vurderingene var at tiltaket enten ikke ville påvirke, eller ha en positiv effekt på forholdene. Stressnivå og kjøretid var de forholdene som var forventet å bli mest positivt påvirket av å gi tungbiler adgang til kollektivfelt i mellomrushperioden.

Det ble ikke signalisert noen forventede negative effekter av å gi tungbiler grønn bølge i lavtrafikkperioder. Det fleste forholdene ble vurdert å bli noe eller sterkt bedret ved innføring av et slikt tiltak. Den sterkeste forbedringen var knyttet til kjørekomfort, men også kjøretid og stressnivå var forventet å bli svært positivt påvirket av dette tiltaket.

**Hvordan tror du grønn bølge i lavtrafikkperioder ville ha påvirket følgende sidene ved sjåførenes arbeidssituasjon?**

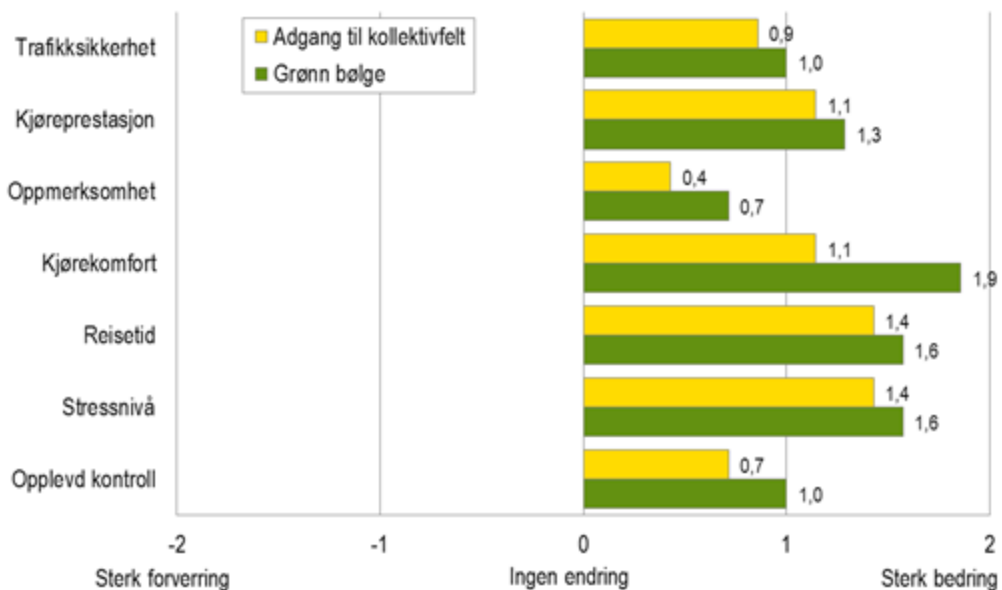


Figur 49: Sjåførene, effekt på sjåførenes arbeidssituasjon ved innføring av grønn bølge i lyskryss i lavtrafikkperiode

Som vist i Figur 50, kom tiltaket grønn bølge i lavtrafikkperioder noe bedre ut i den samlede vurderingen av hvert av de ulike forholdene knyttet til sjåførenes arbeidssituasjon. Dette står da i kontrast til sjåførenes vurdering av opplevelsen av realisme og effekt av de to tiltakene – i den vurderingen kom tilgang til kollektivfelt i mellomrushperioden noe bedre ut (Figur 47).

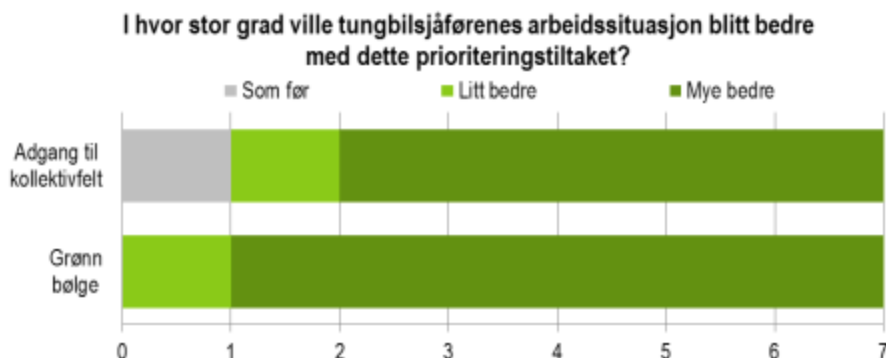
Begge tiltakene ble vurdert å gi mye bedre arbeidssituasjon for tungbilsjåførene (Figur 51).

**Prioriteringstiltakenes påvirkning på sjåførenes arbeidssituasjon - gjennomsnittsverdier**



Figur 50: Sjåførene, tiltakenes effekt på sjåførenes arbeidssituasjon – gjennomsnittsverdier for de to testsituasjonene

I hvor stor grad ville tungbilsjåførenes arbeidssituasjon blitt bedre med prioriteringstiltaket?



Figur 51: Sjåførene, grad av bedring av sjåførenes arbeidssituasjon ved innføring av prioriteringstiltak

Hvordan tror du denne typen prioriteringstiltak ville forandre tungbilsjåførenes arbeidssituasjon?  
Dagtid med kollektivfelt:

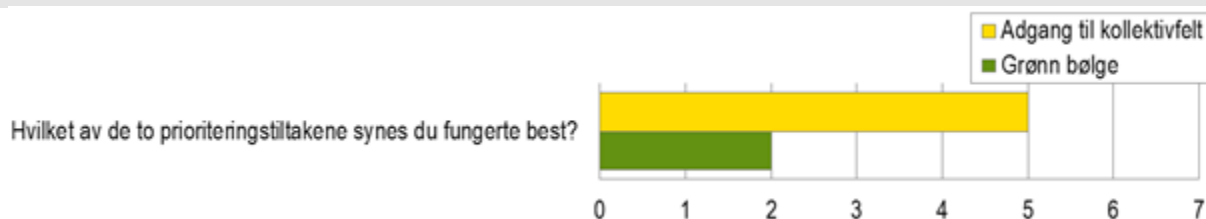
- Bedre flyt samt mindre stopp/start
- Kanskje i rushtrafikk, men usikker. Det er mye tungbiltrafikk og!
- Mange tunge blandes med moped, motorsykkel, buss og taxi vil gi salig kaos
- Mindre utslipp, mindre stress

Lavtrafikk med grønn bølge:

- Flyt. Ingen stopp/start
- Ser ikke helt hvordan en kan prioritere tungtrafikk, altså skille mellom liten og stor? Men om det går, vil det gi bedre flyt
- Mindre stress

Som det går fram av sjåførenes kommentarer over, var det både positive forventninger og skepsis til hvordan tiltakene ville kunne påvirke arbeidsforholdene for tungbilsjåførene.

Hvilket av de to prioriteringstiltakene som du nå har testet i kjøresimulatoren, synes du fungerte best?



Figur 52: Sjåførene, samlet vurdering av de to prioriteringstiltakene

Hvorfor synes du dette tiltaket fungerte best?

Dagtid med kollektivfelt:

- Fordi prioritering i kollektivfelt har større virkning gjennom hele dagen
- Bedre flyt i kjøringen, mindre stress
- Stressnivå på et minimum!!

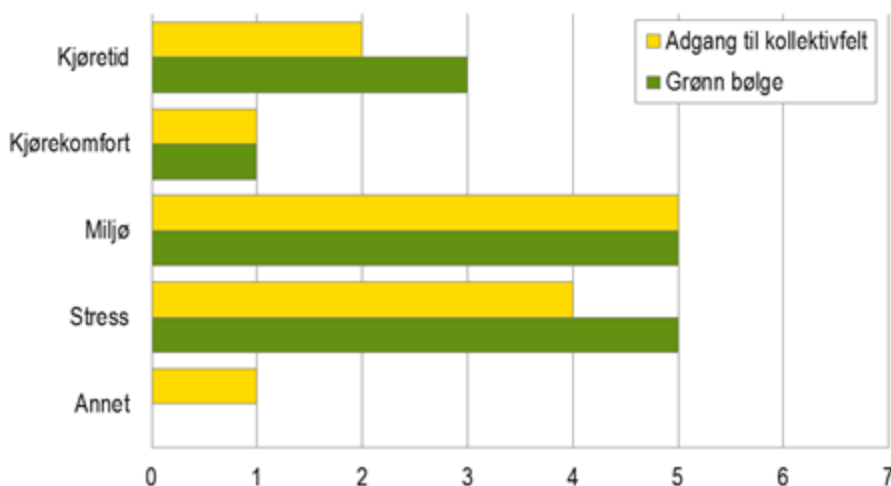
Lavtrafikk med grønn bølge:

- Ser for meg mer kaos ved opphør kollektivfelt, pluss alle de andre som er der i tillegg til buss, som taxi, mopeder og el-bilar. Av- og påkjøringsfelt.



Majoriteten av sjåførene mente at testen med adgang til kollektivfelt fungerte best av de to tiltakene. De som mente dette, begrunnet det med positive forventninger til samlet effekt av tiltaket, mens skepsis mht. negative effekter av adgang til kollektivfelt ble oppgitt som begrunnelse for valg av grønn bølge-testen som den som fungerte best.

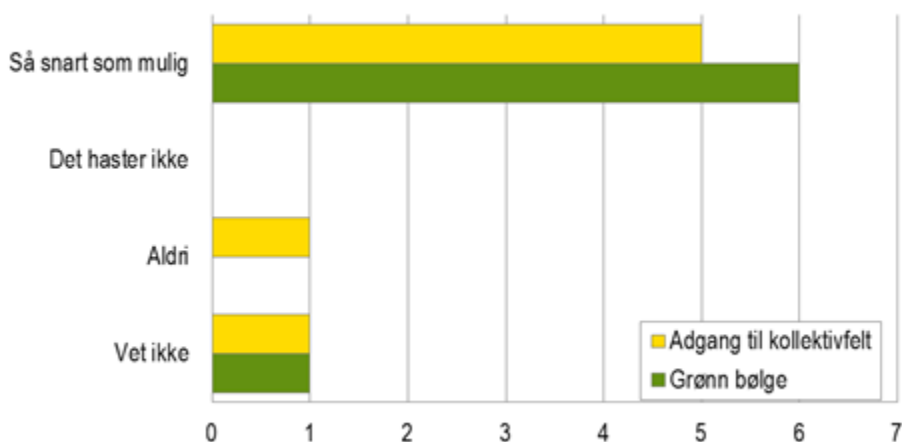
Hva ville du synes var de to viktigste begrunnelsene for å innføre et slikt prioriteringstiltak?



Figur 53: Sjåførene, begrunnelse for innføring av prioriteringstiltakene

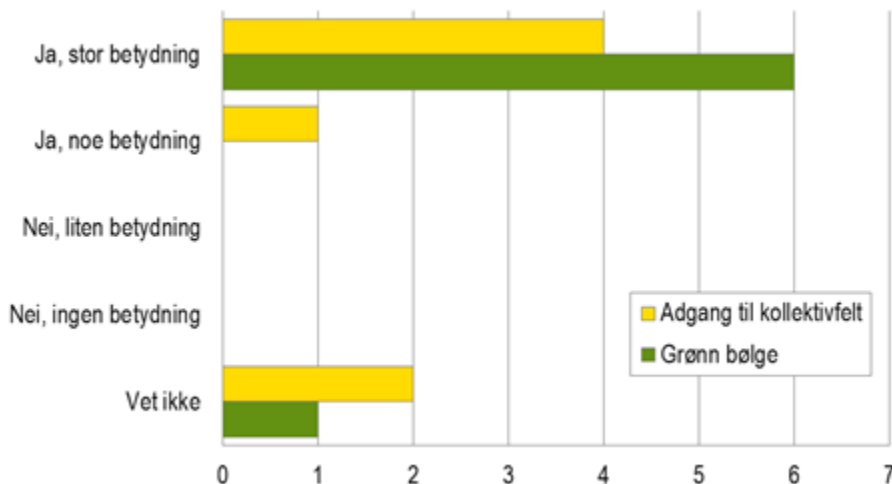
Miljø og stress ble ansett å være de to viktigste argumentene for å innføre de to prioriteringstiltakene (Figur 53). De fleste sjåførene mente at tiltakene burde innføres så snart som mulig (Figur 54), og at dette ville ha stor positiv effekt for sjåførenes arbeidssituasjon (Figur 55). Samtidig indikerer noen av kommentarene en viss skespsis, ettersom særlig testen med adgang til kollektivfelt ble opplevd som mindre realistisk ettersom det ikke var andre tungbiler i kollektivfeltet. Effekten av dette er også kommentert i forbindelse med den beregnede fartsprofilen og tidsbruken knyttet til dette tiltaket (kapittel 3.2.1).

Når synes du at et slikt prioriteringstiltak bør bli innført i norske byer?



Figur 54: Sjåførene, tidspunkt for innføring av prioriteringstiltakene

Ville et slikt prioriteringstiltak i norske byer hatt positiv effekt for sjåførenes arbeidssituasjon?



Figur 55: Sjåførene, effekt for sjåførenes arbeidssituasjon ved innføring av prioriteringstiltakene

Tilleggs kommentarer fra sjåførene, Dagtid med kollektivfelt:

- Skulle vært fra dagl.
- All trafikk i ett felt er for lite og skaper mer forurensing enn om tunge kjøretøy hadde kommet fortere gjennom og mindre start/stopp
- Er spent på effektene ved flaskehalsene når det er slutt på kollektivfelt. Var få fotgjengere og busstopp under veis. Myke trafikanter i bilete
- Lag et scenario der flere lastebiler kjører i kollektivfeltet = 0 effekt.
- Veldig realistisk

Tilleggs kommentarer fra sjåførene, Lavtrafikk med grønn bølge:

- Bra at det blir forska på, for det er stadig nevnt av sjåfører som mulig tiltak
- Mindre stressede sjåfører

Andre kommentarer fra sjåførene:

- Trekkvogn kjørte like fort som meg, er det meiningen?
- Flere tunge i kollektivfelt hadde blitt mer realistisk
- Bremsene er treige.
- Hva med retardasjon?
- Ustabil/vingler litt
- Var spennende. Bra det var korte økter. Var mer krevende enn jeg trudde på forhånd.
- Positiv og gjennomførbart (Dagtid med kollektivfelt)
- Meget bra, og gjennomførlig (Lavtrafikk med grønn bølge)

## 4 Demonstrator Oslo

Tekniske og innholdsmessige sider ved denne demonstratoren er beskrevet i AP 4, kapittel 4.

### 4.1 Datagrunnlag og evalueringstema

Formålet med simuleringsmodellen har vært å beregne effekter av GOFER for større trafikkstrømmer, som et supplement til de to andre demonstratorene som har fokusert på et utvalg tungbiler. Den komplementerer dermed testen i kjøresimulatoren og live-demonstratoren, ved å inkludere effekter på en noe større skala av både regulerende og prioriterende tiltak som kan inngå i et kontrollsystem for tungtransporten.

#### *Prioriterende tiltak:*

- Omdefinering av eksisterende høyre felt til tungbilfelt:  
Det eksisterende høyrefeltet langs E6 gjøres om til tungbilfelt. Det vil dermed være en nesten sammenhengende rute fra Klemetsrud i sør til Ulvensplitten i nord hvor tungbiler får sitt eget felt, men i området rundt av- og påkjøringsramper vil det oppstå konfliktsituasjoner hvor personbiler må krysse tungbilfeltet for å komme til venstrefeltet.
- Omdefinering av eksisterende venstre felt til tungbilfelt:  
Det eksisterende venstrefeltet gjøres om til tungbilfelt. Ruten fra Klemetsrud til Ulvensplitten er da fullstendig sammenhengende siden konfliktpunktene ved ramper er borte.
- Nytt høyre felt for tungbiler:  
Det legges til et ekstra felt til høyre for eksisterende veg. Kapasiteten for personbilene blir dermed opprettholdt feltmessig, samtidig som tungbilene får et eksklusivt felt. Også her vil det være konfliktpunkter ved rampene.

Det er gjort beregninger for dagens situasjon og hvert av de øvrige scenariene.

#### *Regulerende tiltak:*

En kan se for seg at et mulig styringsregime med regulering av hvor mange/hvor stor andel av tunge kjøretøy som får benytte vegnettet i morgenrush-perioden. Det er derfor gjennomført simuleringer der varierende andel av tungbilene i modellen blir "sluppet ut" på vegnett. Andelen er variert mellom 0 % og 100 % i steg på 20 %. Situasjonen med 100 % tilsvarer dagens situasjon, uten noen form for regulering. For hvert prosentnivå av tunge kjøretøy er det beregnet resultater i form av hastighet og forsinkelse for hele trafikkstrømmen. Formålet med disse beregningene er å se hvor stor gevinst en evt. kunne oppnå mht. hastighet og trafikkflyt i rushsituasjonen, om mengden tunge kjøretøy ble redusert.

Det er gjort beregninger for dagens situasjon og hvert av de øvrige scenariene.

### 4.2 Beregningsresultater

Det er hovedsakelig tre hovedtyper av effekter en kan beregne i modellen. Den første er *tidsbruk*, som er reisetider for kjøretøyene i modellen. Den andre dreier seg om jevn *flyt*, som kan beskrives

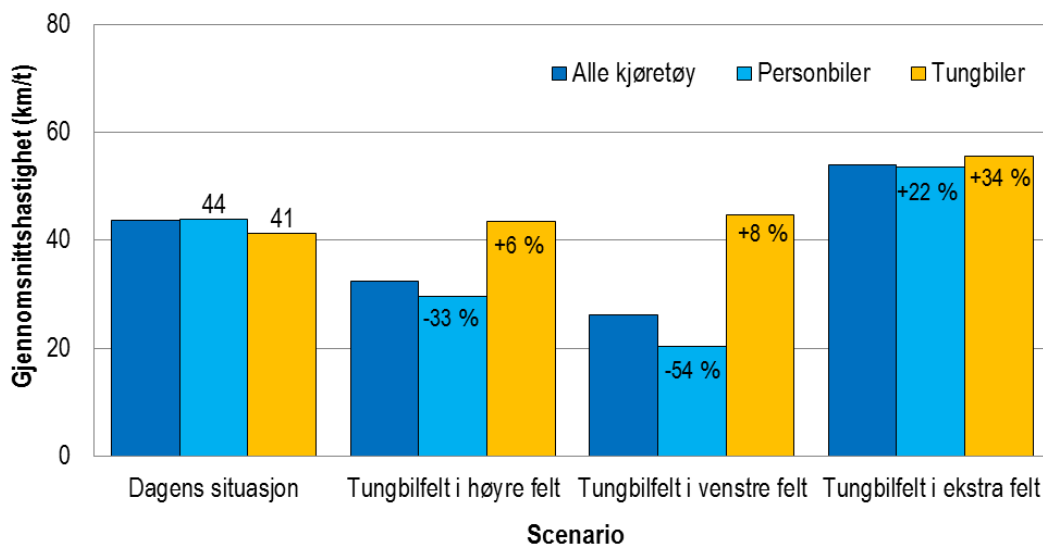
av hastigheter og akselerasjoner. Den tredje er *miljø*, som er drivstofforbruk og utslipp av klima- og miljøgasser. Det er mulig å beregne effekter for både utvalgte kjøretøytyper og for alle sett under ett. Av modelltekniske årsaker er det kun resultater knyttet til trafikkflyt som presenteres her. For hvert beregningsalternativ det tatt ut beregnet gjennomsnittlig kjørehastighet og forsinkelse i forhold til fartsgrensen, totalt og for hhv. tunge kjøretøy og personbiler.

Scenariene som er simulert skal vise mulige trafikale effekter av en implementering av hhv. prioriterende og regulerende tiltak i et mulig GOFER-system. Resultatene tas ut kun for teststrekningen mellom Klemetsrud og Ulvensplitten, hvor de ulike tiltakene er utprøvd. Resultatene sier ikke noe om effekter på trafikkstrømmer i andre deler av vegnettet. Resultatene gjelder for morgenrush-situasjon, mellom kl 07 og 09.

### 4.3 Resultater fra simuleringer av prioriterende tiltak

#### 4.3.1 Gjennomsnittlig kjørehastighet

Figur 56 viser gjennomsnittlig beregnet lenkehastighet på strekningen for de ulike scenariene, og for dagens situasjon. For beregningsalternativet Dagens situasjon ligger beregnet gjennomsnittshastighet på teststrekningen på 44 km/t for personbiler og 41 km/t for tunge kjøretøy. Som vi ser av figuren, fører alle scenariene med alternativ feltbruk til økt gjennomsnittshastighet for tunge kjøretøy - mest der det etableres et nytt felt.



Figur 56: Gjennomsnittlig beregnet kjørehastighet på strekningen mellom Klemetsrud og Ulvensplitten, og endring fra Dagens situasjon for scenariene med endret feltbruk

#### *Tungbilfelt i dagens høyre felt:*

I det scenariet hvor høyre felt er gjort om til tungbilfelt, reduseres gjennomsnittshastigheten for personbiler med 33 %. Dette er en følge av at den tilgjengelige kapasiteten på "teststrekningen" mellom Klemetsrud og Ulvensplitten er halvert. For tungbilene medfører etablering av tungbilfelt i dagens høyre felt på teststrekningen, 6 % økning i beregnet gjennomsnittshastighet, sammenlignet med dagens situasjon.

*Tungbilfelt i dagens venstre felt:*

I det scenariet hvor dagens venstre felt er gjort om til tungbilfelt, reduseres gjennomsnittshastigheten for personbilene ytterligere. Sammenlignet med dagens situasjon er gjennomsnittshastigheten beregnet å reduseres med 54 %. At om gjøring av venstre felt til tungbilfelt gir lavere hastighet enn om høyre felt disponeres til tungbiler, skyldes trolig økt omfang av feltskifte.

For tungbilene medfører etablering av tungbilfelt i dagens venstre felt på teststrekningen 8 % økning i beregnet gjennomsnittshastighet, sammenlignet med dagens situasjon – altså en noe bedre situasjon enn med høyre felt som tungbilfelt.

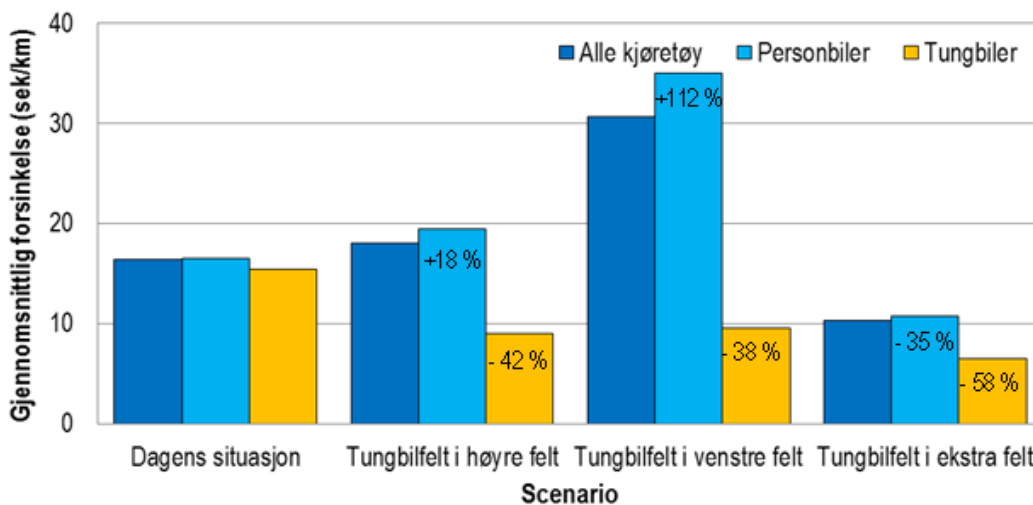
*Tungbilfelt i nytt felt:*

I scenariet hvor det er lagt til et tungbilfelt langs hele strekningen, øker gjennomsnittshastigheten for både lette og tunge kjøretøy; personbiler med 22 % og tunge kjøretøy med 34 % i forhold til den gjennomsnittshastigheten som er beregnet for kjøretøygruppen i dagens situasjon. Intuitivt skulle en tro at et nytt tungbilfelt og omdisponering av eksisterende høyre felt til tungbilfelt skulle ha omtrent samme effekt på tungbilenes hastighetsnivå. Forbedringen av situasjonen for de tunge kjøretøyene sammenlignet med

**4.3.2 Gjennomsnittlig forsinkelse i forhold til fartsgrensen**

Figur 57 viser gjennomsnittlig beregnet forsinkelse på strekningen i sekunder per km på strekningen mellom Klemetsrud og Ulvensplitten. Forsinkelsen er beregnet i forhold til kjøretid per km med hastighet lik fartsgrensen. På teststrekningen mellom Klemetsrud og Ulvensplitten er fartsgrensen i hovedsak 80 km/t, med delstrekninger med fartsgrensen på 70 km/t. Ved kjørehastighet på 80 km/t ligger tidsbruk per km på 45 sekunder, og for 70 km/t, på 51 sekunder/km.

For beregningsalternativet Dagens situasjon er gjennomsnittlig forsinkelse på teststrekningen beregnet til 16,5 sekunder/km for personbiler og For tungbiler er situasjonen forbedret i alle tre scenarier med endret feltbruk, med betydelige reduksjoner i beregnet forsinkelse. De scenariene hvor eksisterende felt blir gjort om til tungbilfelt slår hardt ut for personbilene, som opplever en markant økning i reisetid.



Figur 57: Gjennomsnittlig beregnet forsinkelse på strekningen mellom Klemetsrud og Ulvensplitten, og endring fra Dagens situasjon for scenariene med endret feltbruk

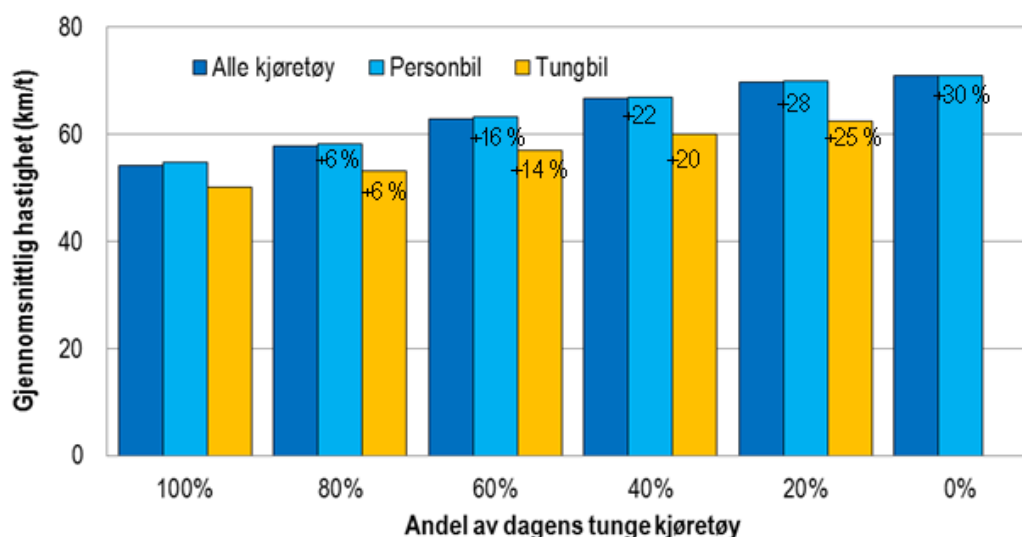
#### Kommentarer til resultatene:

Det må bemerkes at selv om f.eks. beregningsalternativet med ett ekstra felt gir høyere gjennomsnittshastighet og mindre forsinkelse for alle trafikantene i tiltaksområdet, kan dette føre til forverret situasjon for trafikanter i andre områder, og en mulig flytting av "flaskehals" i transportsystemet. Blant annet er køene på lenkene som fører ut av modellområdet, markant lengre enn i scenariet uten prioriteringstiltak.

### 4.4 Resultater fra simuleringer av regulerende tiltak

#### 4.4.1 Gjennomsnittlig kjørehastighet

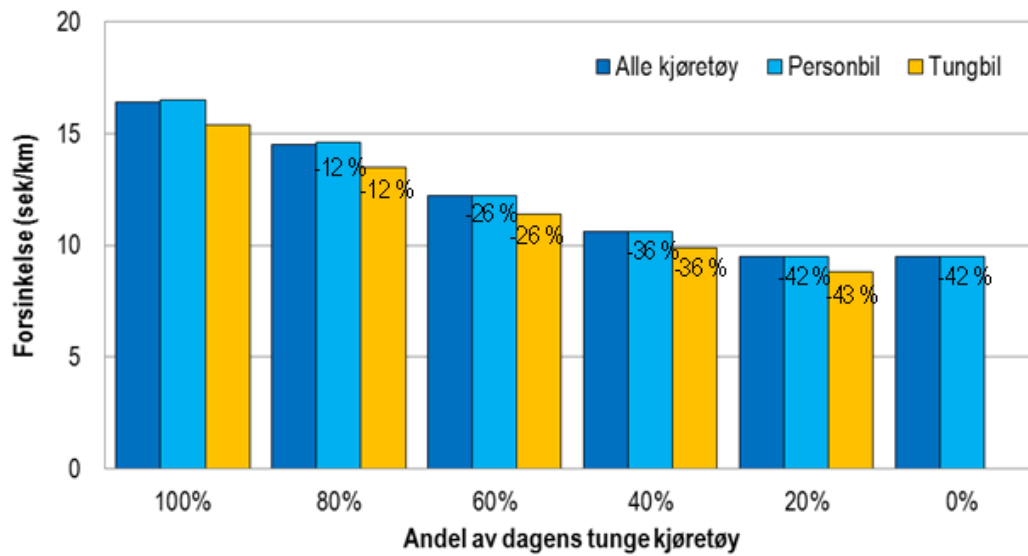
Figur 58 viser at den gjennomsnittlige beregnede hastigheten i modellen synker ved økende mengde tunge kjøretøy på vegnettet. Den viser også at hastigheten til tungbiler er generelt lavere enn hastigheten til personbiler. Det mest drastiske scenariet, der det ikke er noen tunge kjøretøy i vegnettet i morgenrush, vil gjennomsnittshastigheten for personbilene kunne øke med omtrent 30 % i forhold til dagens situasjon, der 100 % av tungbilene slippes inn i transportsystemet. Vi ser at forholdet mellom andel tunge i vegnettet og gjennomsnittlig beregnet hastighet, er nært lineær.



Figur 58: Gjennomsnittlig hastighet i modellen ved ulike andeler av de tunge kjøretøyene i vegnettet, og endring i forhold til dagens situasjon (100 % av tungbilene)

#### 4.4.2 Gjennomsnittlig forsinkelse

Figur 59 viser gjennomsnittlig beregnet forsinkelse i modellen i sekunder per kilometer ved ulike tungbilandeler. Med 100 % tungbilandel (dagens situasjon) er forsinkelsen omtrent 100 sekunder/km, mot en forsinkelse på omtrent 60 sekunder/km ved en tungbilandel på 0 %. Ved å fjerne alle tungbiler fra vegnettet i morgenrush ville en altså kunne redusere forsinkelsene i vegnett med ca. 40 %. Beregningene indikerer at størrelsen på forsinkelsene øker med økende mengde tungbiler i systemet, og at en mindre reduksjon i mengde tunge kjøretøy kan gi en relativt stor reduksjon i forsinkelse i morgenrush.



Figur 59: Gjennomsnittlig forsinkelse i modellen ved ulike andeler av de tunge kjøretøyene i vegnettet, og endring i forhold til dagens situasjon (100 % av tungbilene)

*Kommentarer til resultatene:*

Tallene som er presentert her er en indikasjon på den maksimale gevinsten for trafikantene dersom andelen tungbiler blir redusert i den ordinære trafikkstrømmen. Den reelle gevinsten vil sannsynligvis være mindre, spesielt på grunn av at ledig kapasitet i vegnettet fort blir fylt opp av eventuell etterspørsel. I modellområdet er kapasiteten allerede på bristepunktet, og det er naturlig å anta at det er større etterspørsel enn det er kapasitet.

## 5 Konklusjoner og hovedfunn fra demonstratoraktivitetene

### 5.1 Er det mulig å etablere et GOFER-system?

Målet i GOFER er å etablere løsninger som muliggjør styring og regulering av tung godstransport, på samme måte som flykontrollen opererer flytrafikken. Selv om ikke alle aspekter ved et slikt system har vært inkludert i prosjektarbeidet, tyder funn fra GOFER-prosjektet på at det kan være mulig å etablere et system som gir offentlige myndigheter mulighet til å styre og prioritere tunge kjøretøy i urbane områder, og samtidig å sikre aksept ved å tilby sjåfører og transportoperatører informasjon eller tjenester som kompensasjon for regulerende tiltak. Funnene indikerer også et potensiale for positive effekter på effektivitet og forutsigbarhet for transportnæringen, bymiljø, og sjåførenes arbeidsforhold. Samtidig gjenstår mange utfordringer. Flere rammebetingelser og forutsetninger må være på plass før et system som dette kan innføres.

### 5.2 Live-demonstratoren

#### *Totalvurdering*

Totalt sett ble testen vurdert som nyttig og realistisk. Alle sjåførene ville ha anbefalt sin arbeidsgiver/andre å ta i bruk dette systemet, men bare halvparten ville selv etterspurt dette systemet i bilen på det tidspunktet testen ble avsluttet.

#### *Informasjonen*

Informasjonen som ble formidlet til sjåførene i demonstratoren, ble ansett å være nyttig – særlig gjaldt dette sjåførinitierte meldinger om glatt vegbane. Også informasjon om forventet ankomsttid, anbefalt kjørerute og informasjon om venteplass og slot-tid ble av de fleste vurdert som svært nyttig.

#### *Datasystem og utstyr*

Sjåførene var i all hovedsak tilfredse med både datasystem, funksjonalitet og kommunikasjonsutstyr som ble benyttet i demonstratoren, men kom også med forslag til forbedringer. Det gjaldt bl.a. oppstart av datasystemet og funksjonalitet ved kjøring i mørke.

Datasystemet som ble benyttet i Live-demonstratoren ble bygd opp på enklest mulige måte, med fritt tilgjengelige verktøy. Dette viste seg å være svært driftsstabilt, uten noe bortfall i løpet av den ti uker lange testperioden. I demonstratoren var det grafiske brukergrensesnittet tilpasset ett bestemt nettbrett. I fremtiden vil det trolig være fornuftig å se på andre alternativer. En står fritt til å velge en hvilken som helst enhet som kan kommunisere med GOFER-systemet via internett.

#### *Validering av Fartsmodellen*

Analyser av data fra Live-demonstratoren indikerer at det kan ligge et forbedringspotensial i å videreutvikle formelverket i Fartsmodellen for nedoverbakker.

### 5.3 Tungbilsimulatoren

#### *Opplevelse i kjøresimulatoren*

De fleste forholdene knyttet til realisme i kjøreopplevelse i simulatoren fikk overveiende positiv vurdering. Opplevelse av bremsing og akselerasjon ble vurdert som minst realistisk. Dette kan



tilskrives fravær av bevegelsesplattform i kjøresimulatoren. Det var til dels stor og systematisk variasjon mellom sjåførene i deres vurdering av realismen.

#### *Sjåførenes vurdering av prioriteringstiltakene*

Majoriteten av sjåførene mente at testen med adgang til kollektivfelt fungerte best av de to tiltakene, men det ble samtidig uttrykt en viss skepsis til realismen i denne testen, ettersom det ikke var andre tungbiler i kollektivfeltet.

Begge prioriteringstiltakene fikk positiv samlet vurdering mht. effekt på ulike sider ved sjåførenes arbeidssituasjon, men grønn bølge fikk mest positiv vurdering. Å gi tungbiler adgang til kollektivfelt i mellomrushperioden var forventet å ha mest positiv effekt på stressnivå og kjøretid, mens grønn bølge i lavtrafikkperioder var forventet å ha størst positiv effekt på kjørekømført, men også på stressnivå og kjøretid. Kommentarer fra sjåførene signaliserte både positive forventninger og skepsis til hvordan tiltakene ville kunne påvirke arbeidsforholdene for tungbil sjåførene. Miljø og stress ble ansett å være de to viktigste argumentene for å innføre de to prioriteringstiltakene.

#### *Potensial for tids- og miljøgevinster med prioritering*

Testen i kjøresimulatoren gir indikasjoner på hva de maksimale tids- og miljøgevinstene knyttet til ett enkelt kjøretøy som blir prioritert i bymiljø, kan være. Beregningsresultatene indikerer hvilke positive miljøeffekter det kan gi å sørge for god og jevn framkommelighet for tunge kjøretøy i bymiljøet.

I en lavtrafikksituasjon vil det å gi grønn bølge til et kjøretøy kunne resultere i en tidsbesparelse på inntil 20 % sammenlignet med en situasjon der kjøretøyet hadde måttet stoppe for rødt lys. Tilsvarende er det beregnet en maksimal potensiell tidsbesparelse på ca. 40 % ved å gi en tungbil tilgang til kollektivfelt i mellomrushperioder.

I tillegg til redusert kjøretid, vil også prioriteringstiltakene kunne gi jevnere fartsprofil, med færre oppbremsinger og akselerasjoner. Dette vil i sin tur gi reduksjoner i drivstofforbruk og tilhørende utslipp. Å la en tungbil få grønn bølge i en lavtrafikksituasjon er beregnet å kunne gi inntil 30 % reduksjon i drivstofforbruk og utslipp. Tilsvarende er det å la en tungbil få tilgang til kollektivfelt i en mellomrushsituasjon, beregnet å kunne gi inntil 20 % reduksjon i drivstofforbruk og utslipp.

I prosjektet er det tatt i bruk nye analysemetoder for å identifisere endringer i støy fra enkeltkjøretøy som følge av prioriteringstiltak. Metoden baserer seg på analyse av kjøretøyets fartsprofil, og sammenhengen mellom fartsnivå og størrelse på akselerasjon. Analysene viser at begge prioriteringstiltakene som ble studert i simulortesten, vil kunne gi en reduksjon i den typen akselerasjon som skaper mest støy, nemlig høye akselerasjoner ved lave hastigheter.

## **5.4 Mikrosimulering**

Simuleringsmodellen er benyttet til å studere effekter av både prioriterende og regulerende tiltak rettet mot tungbiltrafikken. Prioriteringen er implementert i form av nyetablering eller omdisponering av kjørefelt til tungbilfelt på hovedvegnettet inn mot Alnabruterminalen, og reguleringen skjer ved styring av hvor stor andel av dagens tungbiltrafikk som får slippe inn på det eksisterende vegnettet i morgenrushperioden.

Alle scenariene med alternativ feltbruk fører til økt gjennomsnittshastighet og redusert forsinkelse i forhold til fartsgrensen for tunge kjøretøy - mest der det etableres et nytt felt. Der eksisterende kjørefelt gjøres om til tungbilfelt, fører dette naturlig nok til redusert framkommelighet for den øvrige trafikken på strekningen.

Simulering av ulike grader av regulering indikerer at et "totalforbud" for tunge kjøretøy på teststrekningen i morgenrush kan gi inntil 30 % redusert kjøretid for den øvrige trafikken – dersom ikke den vegkapasiteten som frigis ved fjerning av de tunge kjøretøyene, fylles opp av andre kjøretøy som endrer rute. Det er imidlertid trolig dette som ville skje, ettersom vegkapasiteten i modellområdet allerede er på bristepunktet, og etterspørselen er større enn kapasiteten. Beregningene indikerer at størrelsen på forsinkelsene øker med økende mengde tungbiler i systemet, og at en mindre reduksjon i mengde tunge kjøretøy kan gi en relativt stor reduksjon i forsinkelse i morgenrush – altså forutsatt at det ikke fylles på med flere kjøretøy fra andre deler av vegnettet.

### **5.5 Videreføring**

Funnen fra demonstrasjons- og evalueringsaktivitetene i GOFER gir grunnlag for ytterligere FoU-aktiviteter innenfor flere ulike anvendelsesområder. Dette er tema for prosjektets arbeidspakke 5 Videre anvendelse, som er dokumentert i L5.0 (GOFER, 2013c).

## Referanseliste

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

GOFER (2010a): *L1.0 Behovsanalyse og samarbeidsmodell*, Versjon 1.1, 2. juli 2010

GOFER (2010b): *L0.1 Prosjektplan*, Versjon 2.0, 20. desember 2010

GOFER (2013a): *L2.0 Systemarkitektur og datamodell*, Versjon 1.0, august 2013

GOFER (2013b): *L4.0 Demonstratorer*, Versjon 1.0, august 2013

GOFER (2013c): *L5.0 Videre anvendelse*, Versjon 1.0, august 2013

Natvig, M.K., H. Westerheim, T.K. Moseng, A. Vennesland, (2009): *ARKTRANS The multimodal ITS framework architecture* Version 6. SINTEF Report A12001, SINTEF, Norway.  
<http://arktrans.no/english>

Tørset, T., A. Aakre, V. Børnes, O.M. Rennemo (2011): *Fartsmodell for næringslivets transporter. Datagrunnlag og dokumentasjon av modell*. SINTEF Rapport A17524, SINTEF, Trondheim.



**Kontaktinfo:**

ITS Norge: Trond Hovland, tlf: 907 60 831, [trond.hovland@its-norway.no](mailto:trond.hovland@its-norway.no)

SINTEF: Solveig Meland, tlf: 932 11 017, [solveig.meland@sintef.no](mailto:solveig.meland@sintef.no)

Prosjektets hjemmeside: [www.sintef.no/GOFER](http://www.sintef.no/GOFER)