

SINTEF A19795 Åpen

RAPPORT

***PRINT – Prioritering av
NæringsTrafikk*** w f e g f m u c s v l
U s b g j l l t j n v m f s j o h b w f g g f l u f s

Cõshf Cboh, Pee Boesg l k f m l s f n , İ skbo Uwfju

SINTEF Teknologi og samfunn
Transportforskning

E f t f n b e r 2021



**SINTEF****SINTEF Teknologi og samfunn**
TransportforskningPostboks: 4760 Sluppen
Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: S P Andersens veg 5
7031 Trondheim
Telefon: 73 59 03 00
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

PRINT – Prioritering av næringstransport ved feltbruk
Trafikksimulering av effekter

FORFATTER(E)

Børge Bang, Odd André Hjelkrem og Ørjan Tveit

OPPDRAKSGIVER(E)

Norges Forskningsråd

RAPPORTNR. SINTEF A16794	GRADERING Åpen	OPPDRAKSGIVERS REF. Øystein Strandli	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-05050-9	PROSJEKTNR. 503480.04	ANTALL SIDER OG BILAG 47
ELEKTRONISK ARKIVKODE AP6 Simulering, Rapport V1.1		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Terje Tretvik <i>Terje Tretvik</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Trond Foss <i>Trond Foss</i>
ARKIVKODE 503480	DATO 2010.12.30	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Ragnhild Wahl, Forsknings sjef <i>Ragnhild Wahl</i>	

SAMMENDRAG

Denne rapporten oppsummerer arbeidet med trafikksimulering av effekter som er utført i PRINT-prosjektet. PRINT omhandler prioritering av næringstransport og er finansiert av Norges Forskningsråd ved SMARTRANS, med bidrag fra prosjektpartnerne Posten, Samferdselsetaten i Oslo, Statens vegvesen Region Øst og Swarco Norge.

Det er gjennomført trafikksimuleringer for tre ulike alternativer mht tilgang for næringstransport:

Alternativ 0: Ingen tilgang til kollektivfelt

Alternativ 1: Begrenset tilgang

Alternativ 2: Full tilgang

Alternativ 0 tilsvarer dagens situasjon. I alternativ 1 har kun et lite antall tunge kjøretøy tilgang til kollektivfeltet, mens vi i alternativ 2 gir tilgang til alle tunge kjøretøy. Disse alternativene representerer dermed på hver sin måte ytterpunktene for tilgang til kollektivfeltet. Vi har analysert kjøretid, stopptid og antall stopp. I tillegg har vi sett på miljøkonsekvenser i form av drivstofforbruk.

Analysene viser at det er vanskelig på et generelt grunnlag å fastslå hvor store effekter man kan forvente seg av å gi næringstransport tilgang til kollektivfelt eller andre tilsvarende felt for prioritering av næringstransport. På den annen side viser vår analyse at man heller ikke kan konkludere med at en slik tilgang gir utelukkende og klare negative effekter for øvrige trafikanter.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Trafikk	Traffic
GRUPPE 2	Simulering	Simulation
EGENVALGTE	Næringstransport	Freight transport

Forord

Denne rapporten summerer opp erfaringene fra trafikksimuleringer av effekter for næringstrafikk gjennom PRINT prosjektet. Prosjektet er gjennomført innenfor rammene av forskningsprogrammet SMARTRANS i Norges forskningsråd. Følgende eksterne brukere har bidratt i prosjektet

Posten Norge

Oslo kommune, Samferdselsetaten

Swarco Norge

Statens vegvesen

NTNU

Hege Sagplass

Bjørn Solbergseter

Reidun Hauken

David Kristensveen

Pawel Gajowniczek

Arvid Aakre

Posten Norge, Oslo kommune, Samferdselsetaten, Statens vegvesen Region Øst og Swarco Norge bidrar også med finansieringen av prosjektet. For øvrig bidrar samtlige partnere med betydelig egeninnsats i form av egen tid, utlån av utstyr og materiell og dekning av egne direkte utgifter i tilknytning til prosjektet.

Arbeidet er ledet av SINTEF Teknologi og samfunn, avdeling Transportforskning. Ørjan Tveit har vært prosjektleder for PRINT inntil november 2010, da Terje Tretvik overtok som prosjektleder. Børge Bang var ansvarlig for delprosjektet som omhandler trafikksimuleringer. Odd André Hjelkrem har deltatt i arbeidet med modelletableringen, og har stått for utvikling av applikasjonene som er benyttet. Trond Foss har vært kvalitetssikrer.

Det rettes en stor takk til alle som har bidratt inn mot PRINT-prosjektet.

Trondheim 30. desember 2010



Ragnhild Wahl
Forskningssjef

Innholdsfortegnelse

Forord	III
Innholdsfortegnelse	V
Sammendrag	VII
Summary	IX
1 Innledning	11
1.1 Om PRINT-prosjektet.....	11
2 Prioritering av næringstrafikk ved feltbruk	12
2.1 Dagens feltbruk.....	12
2.1.1 Reserverte felt	12
2.1.2 Kollektivfelt	12
2.1.3 Sambruksfelt	14
2.1.4 Felt for næringstransport/tungtransport	15
2.2 Betalingsfelt	16
2.2.1 Sambruksfelt med betaling.....	16
2.2.2 Lastebilfelt med betaling.....	17
2.3 Dynamisk feltbruk	18
2.3.1 Tidsstyrt	18
2.3.2 Kapasitetsavhengig feltbruk.....	19
3 Trafikksimulering	20
3.1 Mikromodeller	20
3.2 Aimsun.....	21
3.2.1 Nettverksmodellering.....	21
3.2.2 Modellering av etterspørsel.....	22
3.2.3 Modellering av kjøreatferd.....	22
4 Atferdsparametre i Aimsun	26
4.1 Bakgrunn.....	26
4.2 Reaksjonstid.....	26
4.2.1 Parameteren ”Reaction Time”	27
4.2.2 Parameteren ”Reaction time at stop”	29
4.2.3 Parameteren ”Reaction time variation”.....	30
4.3 Akselerasjon og retardasjon.....	30
4.4 Oppsummering.....	32
5 Simulering av næringstransport i kollektivfelt	33
5.1 Modellområdet.....	33
5.2 Grunnlagsdata	35
5.3 Beskrivelse av sceneriene	35
5.3.1 Ingen tilgang til kollektivfelt.....	35
5.3.2 Begrenset tilgang.....	35
5.3.3 Full tilgang	35
6 Resultater	36
6.1 Innledning	36
6.2 Fremkommelighet	37
6.2.1 Total kjøretid.....	37
6.2.2 Stopptid og antall stopp.....	39

6.2.3	Andre resultater	42
6.3	Drivstofforbruk	43
6.4	Oppsummering.....	46
7	Referanser	47

Sammen drag

Denne rapporten oppsummerer arbeidet med trafikksimuleringer av effekter som er utført i PRINT-prosjektet. PRINT omhandler prioritering av næringstransport ved feltbruk og er finansiert av Norges Forskningsråd, med bidrag fra prosjektpartnerne Posten, Samferdselsetaten i Oslo, Statens vegvesen Region Øst og Swarco Norge.

Hovedmålet med dette arbeidet er å se på konsekvensene av å gi næringstransporten tilgang til kollektivfelt. Innledningsvis er det gitt en oversikt over dagens feltbruk, samt at det er sett på mulige varianter av denne, i form av betalingsfelt og dynamisk feltbruk, som kan være alternativer for å gi prioritet til næringstransporten.

For beregne konsekvensene av å gi næringstransporten tilgang til dagens kollektivfelt er det gjennomført trafikksimuleringer ved bruk av Aimsun. Trafikksimulering er en modell hvor atferden til hvert enkelt kjøretøy modelleres separat. Modellene betegnes derfor også ofte som mikromodeller. Hvert enkelt kjøretøy tildeles et sett med unike egenskaper som brukes til å modellere kjøretøyets atferd. Atferdsmodellen består gjerne av egne delmodeller for f.eks. feltskifte, og hvordan kjøretøyene forholder seg til kjøretøyene foran (Car-following). Simuleringsmodellen er etablert for deler av Kirkeveien på Majorstua i Oslo. Total veglengde i modellen er ca 13 km.

Det er gjennomført simuleringer for tre ulike alternativer mht tilgang for næringstransport:

Alternativ 0: Ingen tilgang til kollektivfelt

Alternativ 1: Begrenset tilgang

Alternativ 2: Full tilgang

Alternativ 0 tilsvarer dagens situasjon. I alternativ 1 har kun et lite antall tunge kjøretøy tilgang til kollektivfeltet, mens vi i alternativ 2 gir tilgang til alle tunge kjøretøy. Disse alternativene representerer dermed på hver sin måte ytterpunktene for tilgang til kollektivfeltet. Vi har analysert kjøretid, stopptid og antall stopp. I tillegg har vi sett på miljøkonsekvenser i form av drivstofforbruk.

Reisetidsreduksjonene næringstransporten kan oppnå ved å få adgang til kollektivfeltet varierer i våre simuleringer fra 0 til 65 %. Dette indikerer at det kan være et potensiale for reisetidsbesparelser, men samtidig også at tilgjengelig kapasitet og lokale forhold vil være avgjørende for om man får tidsbesparelser, og hvor store disse eventuelt vil kunne bli. I områder hvor man i dag har avviklingsproblemer er det trolig en del undertrykt trafikk. Man må derfor også ta høyde for at slike tidsbesparelser i seg selv trolig vil føre til en trafikkøkning. Det vil derfor være nødvendig med en regulering av hvor mange og hvem som får tilgang til kollektivfeltet. En slik regulering kan enten være statisk eller dynamisk. Simuleringene viser også at det er potensiale for relativt store besparelser i drivstofforbruket. Hovedårsaken til dette er at man får en økning i hastigheten for de tunge kjøretøyene, samt at antall stopp reduseres. Begge disse faktorene har stor effekt på drivstofforbruket og utslippet fra tunge kjøretøy.

Vi har delt opp den simulerte strekningen i to, og gjennomførte analysene av hver av delstrekningene for seg. Dette fordi ulike strekninger har ulike karakteristika, og disse vil ofte være avgjørende for utfallet av analysene. I vårt tilfelle viser det seg at man på en del av den simulerte strekningen kan oppnå ganske store reisetidsbesparelser ved å la hele eller deler av næringstransporten få tilgang til kollektivfeltet. På den andre delen er besparelsene små eller neglisjerbare. Dette gjelder både i østgående og vestgående retning.

Samlet sett kan dette vise at det vil kunne være vanskelig å oppnå store tidsbesparelser over lengre strekninger. For at tidsbesparelsene for næringstransporten skal bli store nok til at transportørene kan dra nytte av dette i form av reduksjon i kjøretøyparken, og bedre oppfyllingsgrad på kjøretøyene vil det kanskje være nødvendig å innføre prioriteringstiltak for næringstransporten i større og mer sammenhengende deler av nettverket. Våre simuleringer viser at man lokalt kan oppnå positive effekter både mht fremkommelighet og miljø. Ved å overføre en del av næringstransporten til kollektivfeltet, eventuelt til andre typer flerbruksfelt, kan man også oppnå en positiv effekt for andre trafikantgrupper.

Analysene viser at det er vanskelig på et generelt grunnlag å fastslå hvor store effekter man kan forvente seg av å gi næringstransport tilgang til kollektivfelt eller andre tilsvarende felt for prioritering av næringstransport. På den annen side viser vår analyse at man heller ikke kan konkludere med at en slik tilgang gir utelukkende og klare negative effekter for øvrige trafikanter.

Summary

This report summarizes traffic simulations performed in the PRINT project, which deals with the prioritization of freight transport by means of access to public transport lanes. PRINT is funded by the SMARTRANS programme within the Norwegian Research Council, with contributions from the project partners, Posten, The Transport Authority in Oslo, The Norwegian Public Roads Administration and Swarco Norway.

The main objective of this work is to analyse consequences of giving freight transport access to public transport lanes. These consequences have been calculated by means of traffic simulation models, using Aimsun. Traffic simulation is based on modelling the behaviour of each vehicle individually. Each vehicle is assigned a set of unique properties that are used to model the vehicle's behaviour. The model is established for parts of Kirkeveien at Majorstua in Oslo. Total road distance in the model is about 13 km.

It is carried out simulations for three different alternatives with regard to access for freight transport to public transport lanes:

Alternative 0: No access to public transport lanes

Alternative 1: Limited access to public transport lanes

Alternative 2: Full access to public transport lanes

Alternative 0 is equivalent to the current situation. In alternative 1 only a small number of heavy vehicles will have access to the public transport lanes, while option 2 provides access to all heavy vehicles. We have analysed travel time, stop time and number of stops. In addition, we have analyzed the environmental consequences in terms of fuel consumption. The study includes freight transport only.

Our simulations show 0 to 65% reductions in travel times from getting access to public transport lanes. This indicates that there might be a potential for travel time savings, but also that the available capacity and local conditions will determine whether you will save time, and how large these effects could possibly be. In areas with congested traffic the demand is larger than the capacity. One must therefore also take into account that such time savings will probably lead to increased traffic. It will therefore be necessary to have some restrictions on how many and which vehicles should be allowed to access the public transport lanes. Such regulation can be either static or dynamic. The simulations also show that there is potential for relatively large savings in fuel consumption. The main reasons for this are increased speed for heavy vehicles, and reduced number of stops. Both these factors have a significant effect on fuel consumption and emissions from heavy vehicles.

We have divided the simulated area in two parts, and carried out analysis of each of these individually. This is because different sections have different characteristics, and these will often be decisive for the outcome of the analysis. In our case it turns out that a portion of the simulated sections can achieve quite large travel time savings by allowing all or part of the freight transport to access the public transport lanes. On other parts the savings are small or negligible. This applies in both the eastbound and westbound direction.

Overall, this may indicate that it may be difficult to achieve significant time savings for long sections. For the time-savings for freight transport to be large enough to have practical impact in terms of reduction in vehicle fleet, it may be necessary to implement priority measures for freight transport in larger and more coherent parts of the network. Our simulations show that you can

achieve local positive effects with regard to both travel-time and the environment. By transferring a portion of the freight transport to public transport lanes, or for other types of multi-purpose lanes, one can also achieve a positive effect for other road users.

The analysis shows that it is difficult on a general basis to determine how much impact you can expect by giving freight transport access to public transport lanes. On the other hand, our analysis shows that one cannot conclude that such access results in solely and clear negative impacts for other road users.

1 Innledning

1.1 Om PRINT-prosjektet

Hovedintensjonen med PRINT er å gjøre næringstransport i byområder mer effektiv og miljøvennlig ved å utvikle kunnskap, konsepter og systemer for aktiv prioritering av denne transporten.

Skal en fullastet trailer som trafikkerer til og fra et terminalområde kjøre i kø og stoppe for 10-15 signalanlegg hver vei, eller er det bedre å gi traileren prioritet ved både spesiell feltbruk og tilpassede grønne bølger gjennom signalkryssene? PRINT undersøker dette konseptet generelt for næringstransport i byområder ved individuell tilpasning.

Den overordnede forskningsutfordringen i PRINT-prosjektet er hvordan prioritering av næringstransport gjennom både feltbruk og signalregulering kan optimaliseres og integreres i eksisterende trafikkstyringsregime for byområder. Både reisetid og prismekanismer kan bli inkludert i prioriteringshierarkiet.

Styring av vegtrafikk i byområder skjer i hovedsak på et generelt nivå der samme tilnærming blir benyttet for alle trafikantergrupper. Det er imidlertid tradisjon for å spesialbehandle kollektivtrafikken gjennom prioritering ved feltbruk og i signalanlegg, samt til dels tilrettelegging ved informasjonstiltak i sanntid for kollektivtrafikanter.

I de senere årene har man sett en utvikling der fokus på miljøeffekter er stadig mer fremtredende. Flere byer på kontinentet (eks. Berlin) planlegger miljøsoner som setter krav til kjøretøyparken som skal tilhøre gitte utslippsklasser. En trafikal styring basert på enkeltkjøretøy er derfor mer aktuell. Dette vil kunne gi vesentlige besparelser i form av reduserte utslipp gjennom å tilpasse trafikkstyringen til energiforbruk til de ulike kjøretøyene. Det er også økonomiske argumenter som gir forskjeller i betalingsvillighet og samfunnsnytte hos de ulike trafikantergruppene.

Prosjektet kan gi et vesentlig bidrag til forbedret fremkommelighet og pålitelighet for næringstransport, og derigjennom redusere transportkostnadene. Prosjektet vil også gi nødvendig informasjon til myndighetssiden samt bidra til at industripartnere kan bedre sine produkter.

Siden PRINT er et kompetanseprosjekt med brukermedvirkning (såkalt "KMB"-prosjekt), vil oppbygging av kompetanse hos forskningsmiljøene være et viktig resultat.

Denne rapporten gir en oversikt over fremkomne endringer for næringstransporten ved simulering av feltbruk. Det er også utarbeidet en egen rapport som oppsummerer effektene av endret prioritering av signalanlegg. Miljøvirkningene vurderes spesielt via rapportering fra et post.doc arbeid.

2 Prioritering av næringstrafikk ved feltbruk

Tilrettelegging for næringstrafikk ved å tillate bruk av reserverte kjørefelt kan gi store fordeler. I dette kapitlet gir vi en oversikt over dagens feltbruk, samt at det gis en beskrivelse av mulige varianter av denne, i form av betalingsfelt og dynamisk feltbruk.

2.1 Dagens feltbruk

2.1.1 Reserverte felt

Kjørefeltene kan i prinsippet reserveres for ulike trafikantgrupper. En grov inndeling i trafikantgrupper på basis av dagens tilrettelegging kan være:

- Kollektivtrafikk
- Gods- og servicetrafikk (Næringstrafikk)
- Personbiltrafikk
- Motorsykkel og moped
- Sykkel

Spesielle grupper som også tilrettelegges for er:

- Taxi
- Miljøbiler

Med mange ulike grupper er fordelingen av kapasitet utfordrende. Normalt sett har man ønsket å bedre fremkommeligheten til kollektivtrafikk, mens reguleringen kan gjøres i kombinasjon med andre grupper. I de påfølgende delkapitler omtales noen av disse kombinasjonene.

2.1.2 Kollektivfelt

Buss og trikk har i de fleste tilfeller vært henvist til å kjøre i blandet trafikk på det samme vegnettet som den øvrige trafikken. For å oppnå en tilfredsstillende fremkommelighet for kollektivtrafikken i de større byene, har det vært gjennomført fysiske prioriteringstiltak gjennom etablering av egne felt, traseer eller gater. Prioritering skjer gjennom regulering innen eksisterende gatetverrsnitt, ved utvidelse av eksisterende veger og gater eller ved nybygging.

Etablering av kollektivfelt skal skille busser, taxi og sporvogner fra annen trafikk. Samtidig kan elektrisk eller hydrogendrevet motorvogn, motorsykkel, moped, sykkel eller uniformert utrykningskjøretøy benytte slike felt.

Det betyr at de letteste og tyngste kjøretøyene blandes i samme kjørefelt. Ved av-svinging til høyre i kryss, kan det være nødvendig å krysse kollektivfeltet, noe som skaper en mulig konflikt. I tett trafikk kan dessuten hastighetsforskjellene mellom kollektivfeltet og de andre kjørefeltene bli relativt store. Etablering av kollektivfelt synes å føre til økt ulykkestall, i det minste for person-skade-ulykker.

Et viktig formål med kollektivfelt er å øke framkommeligheten for kollektive transportmidler og dermed forkorte reisetiden. Omfanget av fysiske prioriteringstiltak har økt betydelig i løpet av de seneste 10 – 20 årene. Samtidig er det gjennomført en stor satsing på utbygging av hovedvegnettet i alle de større byene. Likevel er det fortsatt framkommelighetsproblemer som kan gjøre det aktuelt å etablere nye fysiske prioriteringstiltak for kollektivtrafikken.



Figur 2-1: Kollektivfelt langs hovedveg (Kilde: Drammens tidende)

Etablering av egne kollektivfelt vil primært være aktuelt på hovedvegnettet og sentrumsgatene i byer hvor framkommelighet for kollektivtrafikken er et problem, antallet busser er relativt stort (20-30 busser pr time eller mer) og det er tilgjengelig plass for etablering av egne felt.

Feltenes lengde vil avhenge av det totale trafikkbildet. På hovedinnfartsvegene kan det være aktuelt med flere kilometer sammenhengende kollektivfelt, mens det i de sentrale bydeler kan være tilstrekkelig at kollektivfeltet strekker seg over ett kvartal eller deler av et kvartal, for å sikre at bussen kan kjøre helt frem til det første lyskrysset hvor bussen har prioritet, uten å bli berørt av eventuell kø frem mot det aktuelle krysset.

Den fysiske prioriteringen forutsetter også nødvendig skilting som sikrer at annen trafikk ikke benytter kollektivfeltene. I Figur 2-2 er det vist hvilke skilter som er aktuelle; ”Buss”, ”Buss + taxi” og ”Buss + taxi + elektriske biler”. På bildet (Figur 2-2) fra Prinsenkrysset i Trondheim, er det vist en løsning med to parallelle bussfelt som går gjennom krysset ut fra en av de største sentrumsholdeplassene. Her er buss og taxi påbudt å svinge til venstre. (Rødseth og Bang 2006)



Figur 2-2: Aktuelle skiltsymboler, og et eksempel på anvendelse.

2.1.3 Sambruksfelt

Fremkommelighet for kollektivtrafikk er en viktig satsing fra vegmyndighetene. Det samme er en mest mulig miljøvennlig transport. De politiske signalene for fremtidig vegpolitikk går i retning av mindre bygging av nye veger, og mer effektiv utnyttelse av det eksisterende vegnettet. Det er derfor viktig å fokusere på løsninger som tar hensyn til fremkommelighet for kollektivtrafikk, miljø og effektiv utnyttelse av vegnettet.

I utgangspunktet var kollektivfeltene reservert for busser. På strekninger med begrenset buss-trafikk (opptil 20-30 busser i timen) ville en eksklusiv bruk virke lite rasjonelt med tanke på den totale nytte og utnyttelsen av den totale kapasiteten på de aktuelle strekninger. Over tid er det derfor gjort tilpasninger mht. å regulere adgangen til bruk av disse feltene. Taxi fikk tidlig adgang til å bruke feltene, og senere er også elektriske biler blitt tillatt. I et forsøksprosjekt gjennomført i Trondheim har man tillatt alle biler med 2 eller flere personer å benytte det såkalte sambruksfeltet, noe som har vist seg å fungere tilfredsstillende.

Bruk av sambruksfelt er et eksempel på en løsning som kombinerer fremkommelighet for kollektivtrafikken med mest mulig miljøvennlig transport. Sambruksfelt er interessant i områder hvor en ønsker prioritering av kollektivtrafikk, men hvor begrenset tilgang på trafikkareal gjør det vanskelig å få etablert nye separate kollektivfelt. På strekninger hvor det i dag er flere kjørefelt i samme retning, kan for eksempel ett av disse omgjøres til sambruksfelt. Eksisterende kollektivfelt kan også omgjøres til sambruksfelt for å få en mer effektiv utnyttelse av vegnettet.



Figur 2-3: Sambruksfelt for buss, taxi og biler med 2 eller flere personer, på E6 i Holtermanns veien inn mot Trondheim fra sør.

Et sambruksfelt er et kjørefelt tilsvarende et kollektivfelt som også tillates brukt av spesielle grupper, slik som for eksempel biler med 2 eller flere personer (2+) eller biler med 3 eller flere personer (3+).

Erfaringene med sambruksfelt generelt må sies å være gode. Vegkapasiteten blir bedre utnyttet, uten at kollektivtrafikken påføres ekstra forsinkelser. Men likevel kan en ikke uten videre anbefale dette alle steder. Til det er trafikkbildet for forskjellig. SINTEF har evaluert flere av forsøkene med sambruksfelt. Spesielt har SINTEF fulgt prøveprosjektet i Trondheim, hvor en av de mest brukte innfartsårene fikk sambruksfelt i 2000. Etter kort tid var flere av målsettingene for prøveprosjektet oppfylt. Trafikken flyter bedre, vegbanen er bedre utnyttet, kollektivtrafikken er i rute, og det er flere personer i bilene.

2.1.4 Felt for næringstransport/tungtransport

I tillegg til krabbefeltene finnes det også eksempler på steder som har etablert rene kjørefelt for tungtransport (næringstransport). Slike felt eksisterer bla i Houston i Texas, og Virginia i California. Bakgrunnen for etableringen av disse er en forventet positiv effekt på miljøet, samt bedre pålitelighet og lønnsomhet for transportørene. En motforestilling er at dette vil overføre tungtransport fra andre alternative ruter, og dermed kunne føre til en økning i trafikken som vil kunne føre til utviklingsproblemer også i tungtransportfeltet.

En mulig variant av disse feltene er at det kun er utvalgte grupper av næringstransporten som tillates i disse feltene. Dette kan for eksempel være størrelsen på kjøretøyet, eller hvilken Euro klasse kjøretøyet tilhører. Et dilemma her vil være kjøretøyene med størst utslipp som skal tillates å bruke kjørefeltet, dette vil gi størst miljøgevinst, eller om dette skal være de nyeste bilene for å motivere for å bytte ut kjøretøyparken med nyere biler.

2.2 Betalingsfelt

2.2.1 Sambruksfelt med betaling

En variant av vanlig sambruksfelt som finnes i en del byer i Norge er bruk av sambruksfelt med betaling. Slike felt er i bruk flere steder i USA, og betegnes i litteraturen som HOT-lane (High Occupancy Toll). Prinsippet for slike felt er at de i utgangspunktet fungerer som vanlige sambruksfelt, men at også kjøretøy med kun fører kan bruke feltet, men da mot betaling. Det finnes også varianter der sambruksfeltet er et betalingsfelt, det vil si at feltet kun er tillatt for kjøretøy med to eller flere om bord, men at også disse må betale for å kjøre her.



Figur 2-4 Eksempel på sambruksfelt med betaling i USA

Felles for de fleste av løsningene med sambruksfelt med betaling er at prisen for å bruke kjørefeltet varierer over dagen og/eller er avhengig av trafikkvolumet i kjørefeltet. Hensikten med dette er å sikre at det til enhver tid er god trafikkavvikling i sambruksfeltet. For at trafikantene skal vite hva prisen er i øyeblikket brukes ofte variable skilt slik som vist i Figur 2-4. Under er det viste et eksempel på prisstruktur for å bruke sambruksfeltet. Som vi ser varierer her prisen fra \$1.25 til \$10, tilsvarende ca 7 – 55 kroner (eksemplet er fra 2006).

9 Express Lanes **Toll Schedule** **Eastbound**
 Effective July 1, 2008 SR-55 to Riverside Co. Line

	Sun	M	Tu	W	Th	F	Sat
Midnight	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25
1:00 am	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25
2:00 am	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25
3:00 am	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25
4:00 am	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25
5:00 am	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25
6:00 am	\$1.25	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.25
7:00 am	\$1.25	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.25
8:00 am	\$1.60	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95
9:00 am	\$1.60	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95
10:00 am	\$2.40	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$2.40
11:00 am	\$2.40	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$2.40
Noon	\$2.90	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$3.00	\$2.90
1:00 pm	\$2.90	\$2.75	\$2.75	\$2.75	\$3.00	\$4.65	\$2.90
2:00 pm	\$2.90	\$3.90	\$3.90	\$3.90	\$4.00	\$5.10	\$2.90
3:00 pm	\$2.40	\$4.20	\$4.70	\$5.95	\$5.70	\$10.00	\$2.90
4:00 pm	\$2.40	\$7.05	\$8.25	\$8.75	\$9.55	\$9.60	\$2.90
5:00 pm	\$2.40	\$6.85	\$8.75	\$8.75	\$9.55	\$8.25	\$2.90
6:00 pm	\$2.40	\$4.20	\$5.60	\$5.10	\$5.90	\$5.05	\$2.40
7:00 pm	\$2.40	\$3.00	\$3.00	\$3.00	\$4.30	\$4.70	\$1.95
8:00 pm	\$2.40	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$2.75	\$4.30	\$1.95
9:00 pm	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$1.95	\$2.75	\$1.95
10:00 pm	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.95	\$1.25
11:00 pm	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25	\$1.25

Figur 2-5 Eksempel på prisstruktur for sambruksfelt med betaling

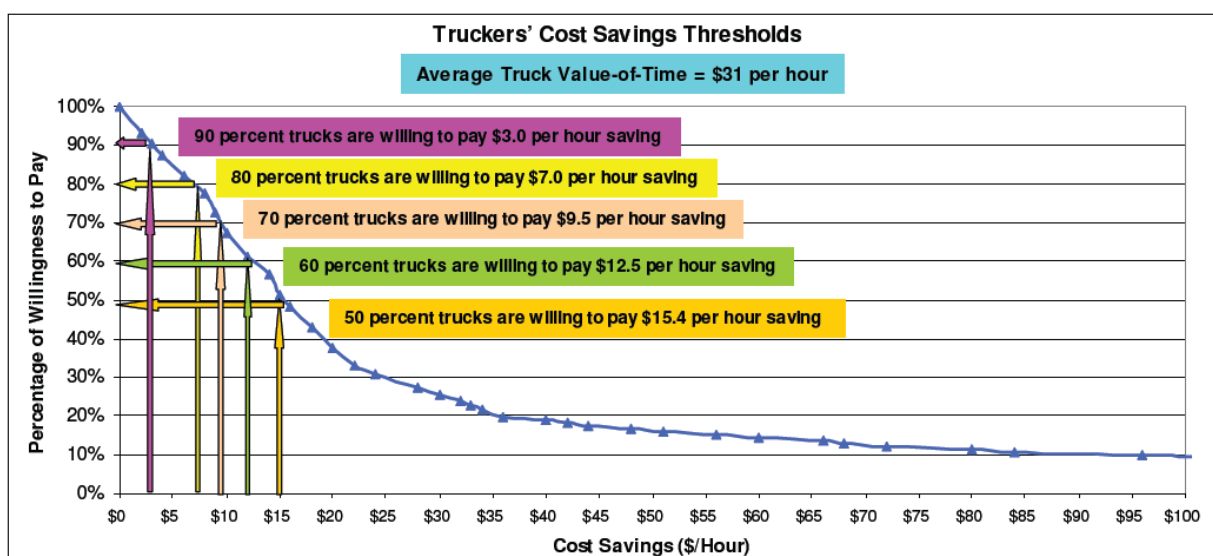
Undersøkelser fra USA har vist at betalingsvilligheten for slike felt er relativt stor: \$31 pr time for redusert reisetid, og \$20 pr time for redusert reisetidsvariasjon (Burriss M.W m.fl. 2007). I den samme undersøkelsen er det også sett på hvor stor interessen er for slik alternativ feltbruk som sambruksfelt med betaling er et eksempel på. Resultatene viser at bruken er avhengig av inntekten, men at over 2/3 av personene i den laveste inntektsgruppen kunne tenke seg å bruke slike kjørefelt. Betalingsvilligheten er en svært viktig parameter ved implementering av slike løsninger. Dette vil bli behandlet i egen arbeidspakke i PRINT.

Selv om de ikke er spesielt innrettet mot næringstrafikk, vil en etablering av sambruksfelt med betaling også være nyttig for denne trafikantgruppen. Betalingsviljen til næringstransporten vil trolig være større enn for personbiltrafikanten. Dermed vil slike felt være aktuelle for næringstransporten også dersom prisnivået settes såpass høyt at mange privatbilister avvises.

2.2.2 Lastebilfelt med betaling

Et alternativ til sambruksfelt med betaling, som er mer tilrettelagt for næringstransport er etablering av såkalte TOT-felt (Truck-Only Toll). Dette er egne kjørefelt for tunge kjøretøy men hvor disse må betale for å få adgang.

En forutsetning for alle former for ”managed lane” er at trafikken i disse feltene skal flyte uten betydelige avviklingsproblemer. Et viktig punkt ved en etablering av lastebilfelt med betaling er derfor prisnivået på feltbruken. Dette må tilpasses slik at så mange som mulig bruker lastebilfeltet uten at trafikkavviklingen påvirkes vesentlig. På samme måte som for lastebilfelt uten betaling, vil en variant for å begrense antall brukere være å bare tillate spesielle undergrupper tilgang til kjørefeltet.



Figur 2-6 Betalingsvillighet for lastebiler avhengig av spart tid. (Chu H.C og Meyer M.D, 2008)

En undersøkelse fra Atlanta (Meyer M.D m.fl. 2006) konkluderer med at det å gjøre om sambruksfelt til lastebilfelt med betaling er det mest nyttige transportiltaket sammenlignet med å bygge et nytt felt, eller det å tillate lastebiler i sambruksfeltene.

2.3 Dynamisk feltbruk

Hele prinsippet med aktiv feltbruk (Managed lanes) er at man til enhver tid skal prøve å oppnå optimal kapasitetsutnyttelse. I så henseende er det svært viktig at feltbruken tilpasses trafikkvolumet.

I kapitlet over har vi sett at en slik tilpasning kan gjøres ved å endre prisen førerne må betale for å bruke spesialfeltet. En annen løsning er at man over døgnet endrer på hvem som tillates å bruke feltet. Et eksempel kan være at man i rushperiodene definerer et felt som sambruksfelt hvor alle må betale, mens man utenom rushperiodene kan ha et ordinært sambruksfelt uten betaling.

2.3.1 Tidsstyrt

I sin enkleste form kan den dynamiske feltbruken være tidsstyrt, dvs. at feltbruken kan endre seg til faste tider på døgnet. Dette kan for eksempel være et reservert felt som kan benyttes av næringstrafikk på bestemte tider av døgnet, mens de i andre perioder ikke tillates å bruke feltet.

2.3.2 Kapasitetsavhengig feltbruk

I tillegg til å benytte pris kan feltbruken gjøres kapasitetsavhengig ved bla å tillate flere trafikantgrupper å bruke spesialfeltet i perioder med mindre trafikk. Man er da avhengig av å ha detektorer i vegbanen som registrerer ledig kapasitet. En kan for eksempel tenke seg en løsning der adgangen til spesialfeltet fungerer på tilnærmet samme måte som en tilfartskontroll, ved at ved innkjøringen til feltet kan får rødt eller grønt lys avhengig av om det finnes ledig kapasitet eller ikke.

I Portugal har de gjort forsøk med et kollektivfelt hvor privatbilistene tillates å benytte kollektivfeltet så lenge det ikke befinner seg buss på den aktuelle strekningen. Så snart det detekteres en buss stenges kollektivfeltet for biltrafikk ved bruk av variable skilt og LED lys i vegbanen. Resultatene fra forsøkene viser at konseptet fungerer godt når det gjelder kapasitetsutnyttelse. Bussen fikk 15 til 25 % bedre fremkommelighet for alle ruter som benytter systemet. Øvrig trafikk fikk ingen målbare endringer i reisetid. Prosjektet anses som svært nyttig i byområder med køproblemer og lav bussfrekvens. Viegas (2003) og Viegas m.fl (2007).



Figur 2-7 Dynamisk feltbruk i Portugal

I Norge har vi tidligere hatt sikkerhetsmessige problemer med trefeltsveger der trafikken i midtfeltet skiftet kjøreretning avhengig av rushtrafikk. I prosjektet fra Portugal er ikke de sikkerhetsmessige sidene av konseptet vurdert i våre kilder, men en generell betraktning tilsier at man kan forvente noe høyere ulykkesfrekvens.

En mer konvensjonell tilnærming til å benytte denne type dynamisk feltregulering vil være tilsvarende et tradisjonelt sambruksfelt der andre kjøretøygrupper enn personbiler får benytte kapasitetsreserven. Tillatelsene kan gies individuelt og dynamisk.

3 Trafikksimulering

3.1 Mikromodeller

Trafikksimulering er en modell hvor atferden til hvert enkelt kjøretøy modelleres separat. Modellene betegnes derfor ofte også som mikromodeller. Hvert enkelt kjøretøy tildeles et sett med unike egenskaper som brukes til å modellere kjøretøyets atferd. Atferdsmodellen består gjerne av egne delmodeller for f.eks. feltskifte, og hvordan kjøretøyene forholder seg til kjøretøyene foran (Car-following).

Fordi atferden modelleres så detaljert kreves det også ganske detaljerte inngangsdata. Det er derfor normalt mer tidkrevende å etablere en mikromodell for et område sammenliknet med mer overordnede makromodeller. Arbeidet med kalibrering og validering av en mikromodell er også mer arbeidskrevende enn for tilsvarende makromodeller.

Trafikken i mikromodeller oppgis enten som en matrise for hver tidsperiode (f.eks. 15 eller 30 minutter), eller som svingeandeler og trafikk på eksternlenker.

Mikromodellene er stokastiske. Dette innebærer at resultatene vil variere fra beregning til beregning. Dette kan sammenliknes med den variasjonene man kan observere når man sammenlikner trafikkregistreringer fra en ukedag med tilsvarende registreringer fra ulike uker. Fordi modellen er stokastisk må man gjennomføre flere gjentak av hver beregning for å finne et representativt gjennomsnitt.

Fordelen med en mikromodell er at man kan modellere trafikkavviklingen selv i komplekse systemer på en troverdig måte. Modellen er derfor godt egnet til å modellere trafikkavviklingen i sentrumsområder selv ved store avviklingsproblemer. Alle mikromodeller har også mulighet for å vise animasjon av avviklingen. Ved siden av at dette gjør det lettere å presentere resultater for ikke-fagpersoner er dette et viktig hjelpemiddel for å oppdage feil koding og feil atferd.

Ved å bruke trafikksimulering er det mulig å beregne effekter av ulike tiltak og løsninger det vil være vanskelig å gjennomføre i en demonstrator. Simuleringsmodellene gjør det også mulig å få ut flere og mer detaljerte resultater enn det vi kan få til i en demonstrator. Vi kan dermed lettere kvantifisere effektene for alle trafikantergrupper.



Figur 3-1 Animasjon fra en simulering i Aimsun

3.2 Aimsun

I PRINT er det brukt et mikrosimuleringsverktøy som heter Aimsun. Aimsun er utviklet av Transport Simulation Systems (TSS) i Spania, med opprinnelse fra Universitat Politecnica de Catalunya i Barcelona.

Under har vi gitt en kort beskrivelse av struktur og relevante delmodeller og parametre som inngår i modellen som er etablert i prosjektet. De tre hovedkomponentene i en simuleringsmodell er modellering av nettverk, etterspørsel og kjøreatferd.

3.2.1 Nettverksmodellering

Nettverket representerer ”tilbudet” i modellen, og representeres ved veglenker, noder (kryss) og teknisk utstyr for regulering av trafikken.

3.2.1.1 Veglenker

Veglenkene representerer sammen med nodene vegnettet i modellen. De beskrives med typiske egenskaper som lengde, hastighet og antall kjørefelt. De ulike feltene kan være reservert for spesielle kjøretøyklasser, som f.eks. kollektivfelt som er reservert for buss.

3.2.1.2 Noder

Veglenkene kobles sammen ved hjelp av noder (vegkryss). I hvert kryss codes alle tillatte svingebevegelser, og kryssets reguleringsform. Avhengig av reguleringsform oppgis en rekke parametre for hvert kryss. Disse er med å gjøre det mulig å modellere atferden i krysset på en korrekt måte. For signalregulerte kryss oppgis blant annet faseplaner, grønttidsfordeling, og omløpstid.

3.2.1.3 Utstyr

Lenker og kryss i vegnettet er ofte utstyrt med teknisk utstyr for å regulere eller registrere atferd i vegnettet. Dette kan f.eks. være ulike former for detektorer, skilt eller signalanlegg. Modellering av effekter av ulike ITS-løsninger er et viktig og stadig økende anvendelsesområde for trafikksimulering, hvor ulike former for teknisk utstyr utgjør en viktig komponent.

3.2.2 Modellering av etterspørsel

Etterspørselen i modellen (trafikken), modelleres enten i form av trafikkmatriser eller som trafikkvolum og svingeandeler. I begge tilfeller oppgis etterspørselen for hver kjøretøytype og for hver tidsperiode i modellen. Modellen kan deles inn i ubegrenset antall tidsperioder.

Etablering av gode og troverdige trafikkmatriser er en tidkrevende jobb, og vil ha helt avgjørende betydning for resultatet fra simuleringene. Ofte brukes matriser fra overordnede trafikkmodeller som utgangspunkt for matriser i Aimsun.

3.2.3 Modellering av kjøreatferd

Kjøretøyenes atferd i Aimsun-modellen bestemmes av flere delmodeller. To av de viktigste er modellen for Car-following, og feltskiftmodellen. Disse modellerer henholdsvis atferd i forhold til kjøretøyet foran, og behov og ønske om feltskifte.

I modellen oppdateres kjøretøyenes posisjon og tilstand i hvert simulerings-step. Typisk skjer dette minimum en gang pr. sekund. I Aimsun er lengden på hvert trinn i modellen lik reaksjonstiden for førerne. Dette er en sentral parameter, og har stor innflytelse på avviklingen og kapasiteten i vegnettet. En lavere verdi gir en mer aggressiv atferd i trafikken, ved å gjøre sjåførene i stand til å kjøre tettere og akseptere mindre tidsluker. Verdien ligger normalt i området 0,75 – 1,0 sekunder.

3.2.3.1 Kjøretøyparametere

Aimsun er, som tidligere nevnt, en stokastisk modell. Dette innebærer at alle kjøretøyene i modellen tildeles et unikt sett med parametre som er med på å modellere det enkelte kjøretøys atferd. Parameterverdiene trekkes fra en avkortet normalfordeling. Fordelingen defineres ved hjelp av gjennomsnitt og standardavvik. Minimums- og maksimumsverdier oppgis også, for å unngå ekstremverdier for den enkelte parameter.

Nedenfor er det tatt med en beskrivelse (TSS 2010) av alle parametrene som bestemmer egenskapene til hvert enkelte kjøretøy. Det oppgis et eget sett med kjøretøyparametre for hver enkelt klasse av kjøretøy. Typiske klasser vil disse være bil, buss, trikk, tunge kjøretøyer osv. Kjøretøyparametrene og fastsetting av disse er beskrevet i kapittel 4.

Tabell 3-1 Parametre som beskriver egenskapene til hvert enkelt kjøretøy

Lengde	Lengden (m) for hver kjøretøyklasse. Denne parameteren brukes både grafisk og i modelleringen. Den har en direkte innflytelse på modellering av trafikken, da billengden inngår i alle atferdsmodellene.
Bredde	Bredde (m) for hver kjøretøyklasse. Denne parameteren er kun brukt for visualisering og har ingen direkte innvirkning på trafikkmodelleringen.
Maksimum ønsket hastighet	Dette er den maksimale hastigheten (km/t) som denne typen kjøretøy ønsker å ha uansett hvilken veg den kjører på. For eksempel kan en definere "Personbil" til å ha en gjennomsnittlig ønsket hastighet på 110 km/t.
Maksimal akselerasjon	Dette er den maksimale akselerasjon, (m/s^2) et kjøretøy kan oppnå under noen omstendigheter. Akselerasjon brukes bla. i car-following modellen.
Normal retardasjon	Dette er den maksimale retardasjon (m/s^2) et kjøretøyet kan bruke under normale forhold. Normal retardasjon brukes bla. i car-following modellen.
Maksimum retardasjon	Dette er den kraftigste oppbremsing (m/s^2) kjøretøy kan en bruke under spesielle omstendigheter, som for eksempel nødbremsing.
Akseptert hastighet	Denne parameteren ($\theta \geq 0$) kan tolkes som "nivå av lovlydighet" av sjåførene, og beskriver i hvilken grad føreren overholder fartsgrensene. $\theta \geq 1$ betyr at bilen vil prøve å oppnå en hastighet som ligger over fartsgrensen, mens $\theta \leq 1$ betyr at bilen vil bruke en kjøring i en hastighet som ligger under fartsgrensen. For eksempel vil $\theta=1,2$ bety at kjøretøyene vil prøve å bruke en hastighet som ligger 20 % over fartsgrensen.
Minste avstand mellom kjøretøy	Dette er avstanden (m) en bil vil holde til bilen foran når den har stoppet.
Maksimal "gi-vei" tid	Dette er tiden et kjøretøy vil vente, i situasjoner hvor det har vikeplikt, før det vil innta en mer aggressiv atferd, og akseptere kortere tidsluker. Parameteren brukes i mange av atferdsmodellene i Aimsun. For eksempel i vikepliktskryss, ved feltskifte, og ved påkjøringer til motorveier.
Route Guidance	Parameteren brukes i vegnett hvor det gis anbefalinger om rutevalg. Denne parameteren ($0 \leq \lambda \leq 1$) angir hvor stor andel som følger rutevalgsanbefalingene som gis, og representerer sannsynligheten for at et kjøretøy vil følge en anbefaling.

3.2.3.2 Beregning av kjøretøyenes hastighet

Når kjøretøy i AIMSUN kjører uten å bli påvirket av andre kjøretøy vil de forsøke å kjøre med deres *maksimum ønsket hastighet*. Den maksimale hastigheten til et kjøretøy på en bestemt lenke vil være avhengig av fartsgrensen, *Akseptert hastighet* og *Maksimum ønskede hastigheten* for kjøretøyet. Hastigheten vil være den minste av:

- 1) *Maksimal ønsket hastighet*
- 2) $\text{Fartsgrense} * \text{akseptert hastighet}$

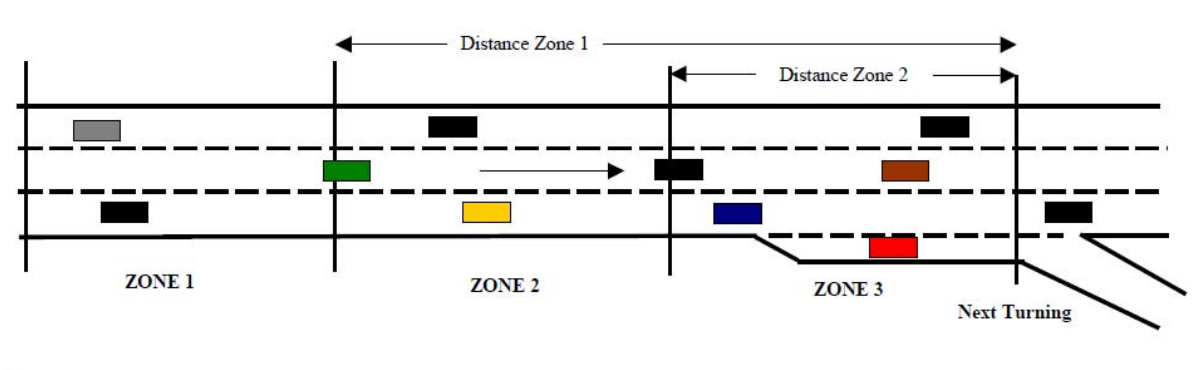
3.2.3.3 Car-following

Car-following modellen er den modellen som bestemmer hvordan et kjøretøy forholder seg til kjøretøyet foran, i forhold til hvilken hastighet det selv kan ha, og om det kan/må øke hastigheten eller om det må bremse opp. Modellen består av en akselerasjons komponent, (forsøk på å nå ønsket hastighet), og en oppbremsing komponent (begrensninger som følger av kjøretøyet foran).

Car-following modellen i AIMSUN er basert på empirisk modell utviklet av Gipps (Gipps, 1981). Dokumentasjon og teoretisk beskrivelse av implementeringen i Aimsun er gitt i brukermanualen til Aimsun (TSS 2010). Her er det også beskrevet en 2-felts car-following modell som anvendes på veier med flere felt. Den utvidede versjonen tar ikke bare hensyn til hastigheten på kjøretøyet foran i samme kjørefelt, men også et brukerdefinert antall forankjørende biler i tilstøtende felt.

3.2.3.4 Feltskifte

Også feltskiftomodellen er basert på arbeid av Gipps (Gipps, 1985). Feltskifte modelleres som en beslutningsprosess ved hjelp av tre soner i henhold til avstanden til neste svingebevegelse. I hvert step (~ hvert sekund) blir det sjekket om det er nødvendig å endre kjørefelt. Årsaken til endring kan være å oppnå ønsket hastighet, eller på grunn av restriksjoner i gjeldende felt i forhold til mulige svingebevegelser i neste kryss. Hvis svaret er ja, blir det også sjekket om et feltskifte er ønskelig. Hvis det er både nødvendig og ønskelig vil AIMSUN kontrollere om det er mulig å endre felt på en sikker måte. Denne beslutnings prosessen er gjennomført ved å dele hver veglenke i tre soner:



Figur 3-2 Feltskifte Feltskifte-soner (Aimsun User Manual, TSS, 2010)

Sone 1: Beslutning styres av trafikforholdene: ønsket hastighet, fart og tilgjengelige tidsluker. Nødvendig plassering i forhold til neste svingebevegelse tas ikke med i betraktning i denne sonen.

Sone 2: Kjøretøyet vil nå gi større prioritet i forhold til å plassere seg i riktig felt med tanke på neste svingebevegelse.

Sone 3: Å komme seg i riktig felt med tanke på neste svingebevegelse har nå svært høy prioritet. Om nødvendig vil kjøretøyet redusere hastigheten, og presse seg inn i riktig felt. Kjøretøy i tilstøtende felt vil hjelpe til med å lage store nok tidsluker.

Sonene er definert av de lokale parametrene *Avstand til sone 1*, og *Avstand til sone 2* som vist i Figur 3-2. Avstandene oppgis i sekunder.

4 Atferdsparametre i Aimsun

4.1 Bakgrunn

Dette kapitlet beskriver en undersøkelse med formål å validere atferdsparametrene reaksjonstid og akselerasjon i mikrosimuleringsverktøyet Aimsun. I tidligere bruk av Aimsun har SINTEF benyttet standardverdier som er oppgitt av produsenten av Aimsun og andre antatt riktige verdier på parametrene. Gjennom arbeid med simuleringsverktøyet på forskjellige prosjekt har det blitt sådd tvil rundt verdiene på parametrene på grunn av observerte forskjeller i atferd ved sammenligning av simulert og virkelig trafikk. For å få et simuleringsverktøy som er best mulig tilpasset norsk atferd i trafikken er det gjort en studie av tidligere forskning for å finne riktige verdier på parametrene.

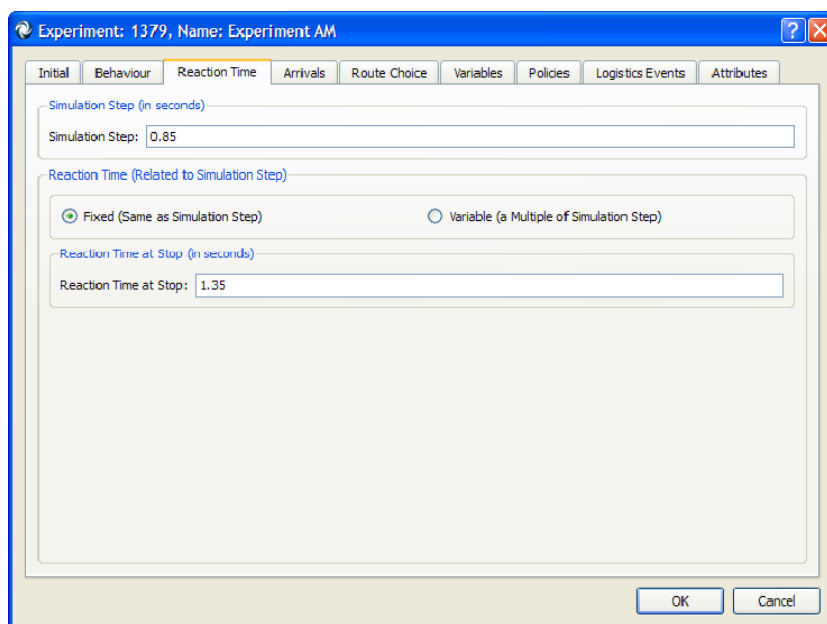
Alle opplysninger om atferdsparametre i Aimsun er hentet fra ” Aimsun MicroMeso Users Manual” (TSS 2010).

4.2 Reaksjonstid

I Aimsun er reaksjonstiden bestemt av følgende parametre:

- “Reaction time”:
- ”Reaction time at stop”:
- ”Reaction time variation”:

Figur 4-1 viser et skjermbilde fra Aimsun hvor det kan settes inn verdier for reaksjonstider.



Figur 4-1 Reaksjonstider i Aimsun.

SINTEF har tidligere gjort en studie av reaksjonstid i vegtrafikken (Engen og Giæver 2004). Målet med prosjektet var å gjøre vurderinger av hvilken dimensjonerende reaksjonstid som skulle legges til grunn for den da nye vegnormalen. I prosjektet ble det foretatt et litteraturstudium og gjennomført registreringer av reaksjonstider både i kjøresimulator og i felt.

I rapporten blir reaksjonstid definert på følgende måte:

”Reaksjonstid defineres som tid mellom påvirkning og reaksjon. Hva som er eksakt tidspunkt for påvirkning og reaksjon kan være vanskelig å fastsette. I forskjellig litteratur har vi sett forskjellige definisjoner av tidspunkt for både påvirkning og reaksjonstid.

I dette prosjektet benytter vi følgende for tidspunkt for påvirkning:

- *Når en person registrerer eller burde registrert et objekt som medfører et behov for en reaksjon. Dette kan for eksempel være at en person ligger i vegbanen bak en sving.*
- *Når en person registrerer eller burde registrert en handling som medfører et behov for en reaksjon. Dette kan for eksempel være at en bil plutselig kjører ut i et kryss eller forankjørende plutselig bremses.*

Følgende tidspunkt benyttes for reaksjon: *Tidspunkt for når en person starter den primære handlingen som følge av påvirkningen.* Ofte vil en ha flere handlinger som en reaksjon på en påvirkning. Dette kan for eksempel være ved oppbremsing da en først slipper opp gasspedalen for så å flytte foten til bremsepedalen, for til slutt å trykke inn bremsepedalen. Her er den primære handlingen for å bremse å trykke inn bremsepedalen slik at tidspunkt for reaksjon er når personen begynner å trykke inn bremsepedalen. Ofte spesifiseres dette som ”break reaction time” når det gjelder oppbremsing i vegtrafikken.”

Resultatene fra rapporten til Engen og Giæver er brukt for å bestemme anbefalte verdier på parametrene i Aimsun. Disse er gjengitt i kapittelen 4.2.1 - 4.2.3.

4.2.1 Parameteren ”Reaction Time”

Dette er den tiden det tar for et kjøretøy å reagere på hastighetsendringer til forankjørende kjøretøy. Den blir brukt i Car-following-modellen i Aimsun. Parameteren kan være fast eller variabel. Dersom den er variabel kan det defineres en diskret sannsynlighetsfunksjon for hver kjøretøytype. Dersom den er fast er den lik for alle kjøretøystyper og lik verdien ”Simulation step” som bestemmer hvor ofte systemet oppdateres, og kan være mellom 0,1 og 1,0 sekunder.

Rapporten til Engen og Giæver tar for seg både en litteraturstudie og forsøk i felt og simulator. Kapittel 4.2.1.1 til 4.2.1.4 består av tekst som er hentet fra rapporten som er relevant for parameteren ”Reaction Time”. Fra resultatene kan det anbefales å bruke variable verdier mellom 1,0 og 1,5 sekunder for parameteren ”Reaction time”.

4.2.1.1 Resultater fra litteraturstudiet

- ”I artikkelen “*Driver Reaction Time in Crash Avoidance Research*” er det beskrevet en studie hvor måling av reaksjonstid ble gjennomført både i en kjøretøysimulator og på en lukket bane. Begge undersøkelsene ble gjennomført ved at testførerene ble introdusert for en situasjon hvor en bil uventet kjørte ut i et kryss. På den lukkede banen ble det benyttet en fotorealitisk skumgummibil. I simulatoren var gjennomsnittlig tid fra introduksjon av faren til en slapp opp gassen på 0,96 sekunder, mens den var 1,28 sekunder på den lukkede banen. Denne reaksjonstiden er ikke identisk med den definerte reaksjonstiden, og er med på å forklare hvorfor de registrerte reaksjonstidene er såpass lave. ”
- “I “*How Long Does It Take to Stop?*” er det gjennomført en litteraturstudie og analyse for å estimere reaksjonstid under forskjellige spesifikke trafikksituasjoner: Hovedkonklusjonene var:
 - Ved høy forventning og liten usikkerhet – Reaksjonstiden kan være så lav som 0,7 til 0,75 sekunder
 - Normale hendelser som for eksempel bremselys på forankjørende kjøretøy– Forventet reaksjonstid er cirka 1,25 sekunder
 - Overraskende hendelser – Gjennomsnittlig reaksjonstid 1,5 sekunder
 - Kritiske situasjoner – Raskere reaksjon når det er kortere tid til kollisjon.
 - Ekstremt kritiske situasjoner – Lengre reaksjonstid, spesielt dersom det er forskjellige mulige valg av handlinger. Dette gjelder spesielt i de tilfelle der føreren ser at han ikke klarer å unngå en ulykke og må velge om han skal krasje eller kjøre av vegen.
 - Alder – Eldre mennesker ser ut til å reagere 0,1 til 0,3 sekund saktere enn yngre.
 - Høy kognitiv belastning (komplisert vegforhold, mobiltelefon osv.) – Lengre reaksjonstid.”

4.2.1.2 Resultater fra simulator

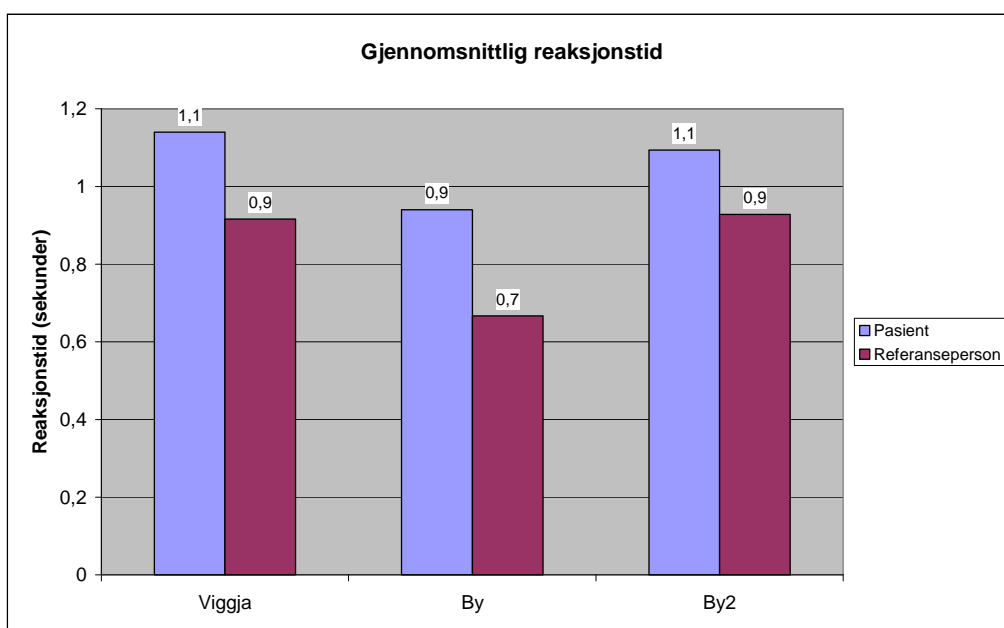
- ”Gjennomsnittlig reaksjonstid varierer mellom 0,5 og 1,5 sekunder i de forskjellige trafikksituasjonene. Den høyeste reaksjonstiden var 2,4 sekunder som vi hadde i situasjon 1. Den laveste reaksjonstiden var 0,2 sekunder som vi hadde i situasjon 7, men her hadde nok testføreren bestemt seg for å bremse før situasjonen oppstod. ”

4.2.1.3 Resultater fra feltforsøk

- ”Det ble gjort 41 registreringer av reaksjonstid ved nedbremsing når lyssignalet skiftet fra grønt til gult. Den gjennomsnittlige reaksjonstiden i de forskjellige kryssene lå på mellom 1,2 og 1,3 sekunder.”
- ”Ved kjøring gjennom signalregulerte kryss er bilførerene i stor grad forberedt på signalskiftene, og i så måte vil ikke signalskiftene være særlig overraskende. Sett på denne bakgrunn synes det å være god overensstemmelse mellom reaksjonstidene i simulator og i felt, selv om situasjonene er forskjellige. Dette gjelder både gjennomsnittsverdi og 85%-fraktil.”

4.2.1.4 Resultater fra simulatordatabase

”Det gjennomføres fortløpende tester av pasienter i den videobaserte simulatoren, slik at datamaterialet stadig blir større. På det tidspunktet dataanalysene ble gjennomført bestod datamaterialet av 258 testførere. 58 av disse er referansepersoner, altså personer som kan defineres som ”normalpersoner”. Alle andre går inn under definisjonen ”pasient”, dvs. at disse er testet pga at de potensielt har en kognitiv eller perseptuell dysfunksjon. Disse personene kan enten ha hjerneskade eller synsdefekt. Totalt har testførerene gjennomført 501 kjøring med totalt 20385 responser.”



Figur 4-2. Gjennomsnittlig reaksjonstid i videobasert simulator. (Engen og Giæver 2004)

4.2.2 Parameteren ”Reaction time at stop”

Denne parameteren er den tiden det tar for føreren av et kjøretøy som står i ro på å reagere på akselerasjonen på forankjørende kjøretøy eller at et trafikkllys skifter til grønt. Denne reaksjonstiden gjelder altså ikke for kjøretøy i bevegelse. Den har innflytelse på hvordan fører løser seg opp. Parameteren kan være fast eller variabel. Følgende tekst er hentet fra SINTEF-rapporten til Engen og Giæver som er aktuell for parameteren ”Reaction time at stop”.

- ”Det ble til sammen gjort 214 registreringer av reaksjonstid ved signalskifte til grønt signal. Den gjennomsnittelige reaksjonstiden varierte bare mellom 0,9 og 1,0 sekunder i de forskjellige kryssene.

Ved overgang til grønt lys er den målte reaksjonstiden noe mindre enn ved oppbremsing ved skifte fra grønt. Dette kommer i hovedsak av at vi registrerer bruk av bremsepedal. Ved

overgang til grønt lys må føreren flytte foten fra gasspedalen til bremsen, mens det ved overgang fra grønt lys blir registrert når føreren slipper opp bremsen.

”

Fra resultatene kan det anbefales å bruke verdier mellom 0,9 og 1,0 sekunder for parameteren ”Reaction time at stop”.

4.2.3 Parameteren ”Reaction time variation”

”Reaction time” er en global parameter, dvs at den er uendret for hvert kjøretøy på hver tur. Det er mulig å justere ”Reaction time” på lokalt nivå ved å sette inn en verdi for ”Reaction time variation” i en ”section”. Reaksjonstiden på en strekning blir bestemt fra følgende formel:

$$RT_{V,S} = RT_V + RTV_S * SimStep$$

Her betyr $RT_{V,S}$ reaksjonstid for kjøretøy V på seksjon S , RT_V er ”Reaction Time”, RTV_S er ”Reaction time variation” på seksjon S , $SimStep$ er ”simulation step”.

Denne parameteren bestemmer den lokale variasjonene i reaksjonstid for hver enkelt seksjon. På seksjoner hvor det er naturlig å være på vakt, for eksempel i lyskryss og bystrøk, kan man sette denne parameteren til en negativ verdi. Dersom den globale reaksjonstiden er 1,25 sekunder og den lokale parameteren ”Reaction time variation” er -0,4 vil den lokale reaksjonstiden bli 0,75 sekunder. På seksjoner hvor man ikke forventer at noe skal skje, for eksempel på en landevei, kan man sette parameteren til en positiv verdi. Dersom den globale reaksjonstiden er 1,25 sekunder og den lokale parameteren ”Reaction time variation” er 0,2 vil den lokale reaksjonstiden bli 1,5 sekunder, som stemmer med en av referansene fra litteraturstudiet.

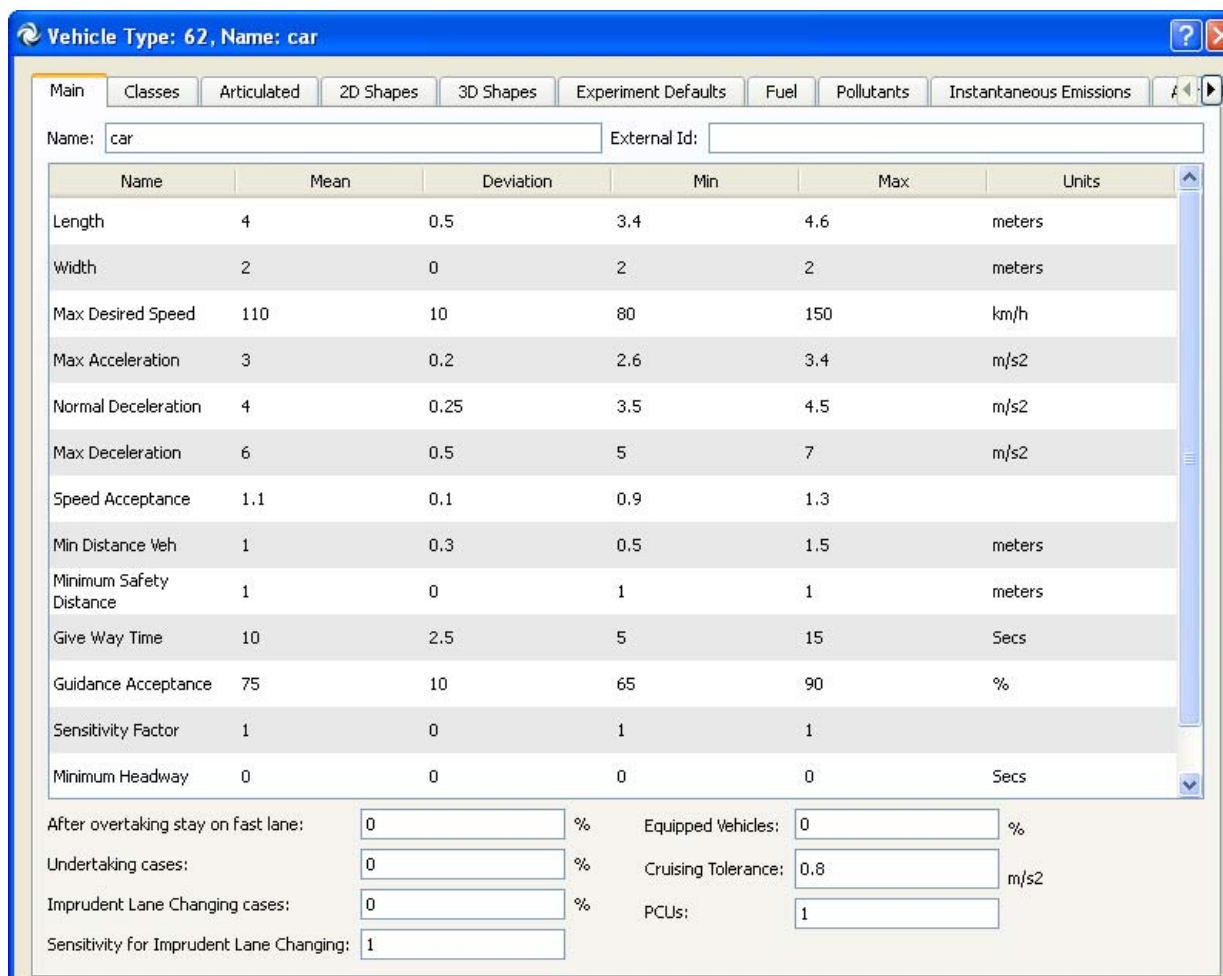
Fra resultatene kan det anbefales å bruke verdier mellom -0,5 og 0,5 for parameteren ”Reaction time variation”, avhengig av type seksjon og verdi på parameteren ”Reaction time”.

4.3 Akselerasjon og retardasjon

Følgende verdier bestemmer akselerasjon og retardasjon i Aimsun:

- **”Maximum acceleration”**
Dette er maksimumsverdien for akselerasjon, uttrykt gjennom gjennomsnitt, standardavvik, maksimum og minimum verdi i m/s^2 .
- **”Normal deceleration”**
Dette er *maksimumsverdien* for retardasjon under normale omstendigheter, uttrykt gjennom gjennomsnitt, standardavvik, maksimum og minimum verdi i m/s^2 .
- **”Maximum deceleration”**
Dette er maksimumsverdien for retardasjon under spesielle omstendigheter (f.eks nødbremsing), uttrykt gjennom gjennomsnitt, standardavvik, maksimum og minimum verdi i m/s^2 .

Figur 4-3 viser et skjermbilde hvor verdiene for akselerasjon og retardasjon for kjøretøytypen ”car” kan endres.



Name	Mean	Deviation	Min	Max	Units
Length	4	0.5	3.4	4.6	meters
Width	2	0	2	2	meters
Max Desired Speed	110	10	80	150	km/h
Max Acceleration	3	0.2	2.6	3.4	m/s ²
Normal Deceleration	4	0.25	3.5	4.5	m/s ²
Max Deceleration	6	0.5	5	7	m/s ²
Speed Acceptance	1.1	0.1	0.9	1.3	
Min Distance Veh	1	0.3	0.5	1.5	meters
Minimum Safety Distance	1	0	1	1	meters
Give Way Time	10	2.5	5	15	Secs
Guidance Acceptance	75	10	65	90	%
Sensitivity Factor	1	0	1	1	
Minimum Headway	0	0	0	0	Secs

After overtaking stay on fast lane: % Equipped Vehicles: %
 Undertaking cases: % Cruising Tolerance: m/s²
 Imprudent Lane Changing cases: % PCUs:
 Sensitivity for Imprudent Lane Changing:

Figur 4-3 Skjermbilde for angivelse av en del av atferdsparametre i Aimsun.

SINTEF gjennomførte i 2007 registreringer av akselerasjoner for tre forskjellige kjørestiler gjennom forskjellige konfigurasjoner av vegkryss (Berge 2007). Akselerasjonen ble målt kontinuerlig gjennom hvert kryss. Verdiene for maksimal akselerasjon i hvert kryss er brukt til å beregne maksimumsverdi, minimumsverdi, gjennomsnitt og standardavvik. Det samme ble gjort for maksimal retardasjon i hvert kryss. Verdiene er oppgitt i Tabell 4-1.

Tabell 4-1. Verdier for gjennomsnitt, standardavvik, maksimum og minimum av maksimum akselerasjon og maksimum retardasjon for tre forskjellige kjøremåter.

Parameter	Gjennomsnitt	Standardavvik	Maksimum	Minimum
Maks akselerasjon, eco-driving. (m/s²)	1	0,3	1,8	0,5
Maks akselerasjon, normal kjøring. (m/s²)	2	0,6	3,1	0,7
Maks akselerasjon, aggressiv kjøring. (m/s²)	3	1	6,5	1,5
Maks retardasjon, eco-driving. (m/s²)	1,9	0,6	3,5	1,1
Maks retardasjon, normal kjøring. (m/s²)	2,1	0,8	3,9	0,8
Maks retardasjon, aggressiv kjøring. (m/s²)	2,6	0,7	3,8	1,2

Kudarauskas(2007) har gjennomført en analyse av maksimale retardasjoner ved nødbrems med og uten ABS-bremser. Studien oppgir kun gjennomsnittsverdier. Generelt for alle biler ligger gjennomsnittsverdien på 7,6 m/s². Maksimumsverdien for nødbrems er rundt 9 m/s² for biler uten ABS og 9,8 m/s² for biler med ABS. Tilnærmet alle nye biler er utstyrt med ABS, og et har vært tilfellet i flere år. Det er derfor antatt at maksimumsverdien ligger nærmere 9,8 m/s² enn 9 m/s². Studien til Kudarauskas oppgir ikke minimumsverdi eller standardavvik. For å estimere verdiene kan det antas at fordelingen er tilnærmet lik fordelingen for maksimum akselerasjon og retardasjon, det vil si standardavvik på ca 0,7 m/s² og en minimumsverdi på ca 6,5 m/s².

4.4 Oppsummering

Parameterverdiene som er presentert tidligere er oppsummert i Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Anbefalte parameterverdier.

Parameter	Gjennomsnitt	Standardavvik	Maksimum	Minimum
Reaction time (s)	1,0-1,5	x	x	x
Reaction time at stop (s)	0,9-1,0	x	x	x
Reaction time variation (s)	-0,5 - 0,5	x	x	x
Maximum acceleration (m/s²)	2	0,6	3,1	0,7
Normal deceleration (m/s²)	2,1	0,8	3,8	1,2
Maximum deceleration (m/s²)	7,6	0,7	9,5	6,5

5 Simulering av næringstransport i kollektivfelt

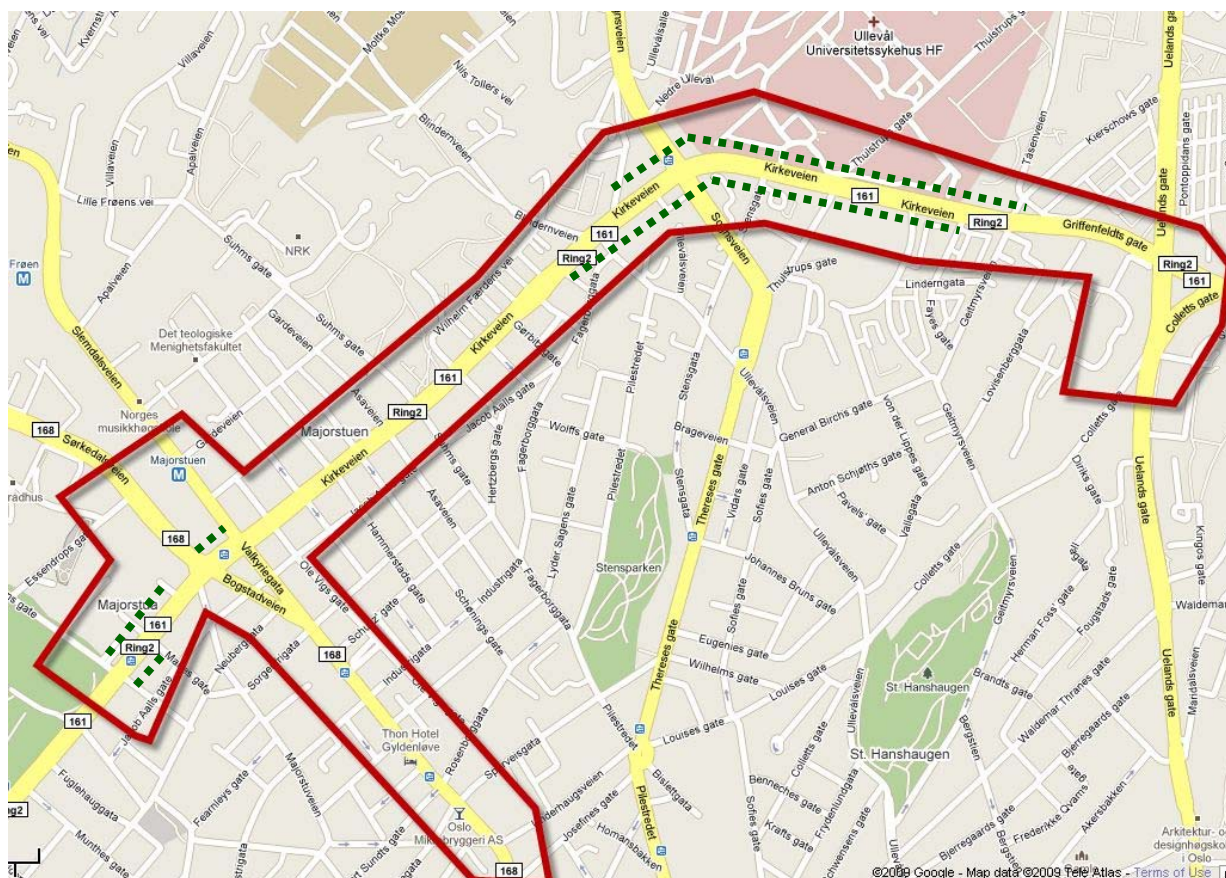
5.1 Modellområdet

Vi ønsket å bruke en strekning hvor det tidvis var avviklingsproblemer, slik at vi kunne vurdere hvor stort potensialet for tidsbesparelsene for næringstransporten kunne bli dersom de fikk slippe til i kollektivfeltet. Det var også viktig å kunne vurdere i hvilken grad en prioritering av næringstransport i kollektivfeltet ville påføre vanlig trafikk ytterligere forsinkelser. Sist, men ikke minst, ønsket vi å vurdere i hvilken grad det å slippe til næringstransport i kollektivfeltet påvirket fremkommeligheten til kollektivtrafikken.

Opprinnelig var det meningen å simulere prioritering av næringstrafikk både ved feltbruk og signalregulering. Tilsvarende var det meningen å gjennomføre en demonstrator med virkelig test av de samme prioriteringene. Valg av område for simuleringene ble derfor i praksis styrt av område for demonstratoren. Følgelig ble Majorstua valgt for etablering av en simuleringsmodell.

Avgrensningen av modellområdet er vist i Figur 5-1. Området dekker i hovedsak Kirkeveien fra Frogner stadion og videre nord og østover til Uelandsgate. Området dekker alle lyskryssene hvor SPOT¹ er installert, men er i tillegg utvidet noe i nord-øst for å få med en strekning som har kollektivfelt. Totalt dekker modellen et vegnett på 13 km.

¹ SPOT er et adaptivt system for automatisk optimalisering av signalanleggene



Figur 5-1. Avgrensning av modellområdet. Kollektivfeltene er markert med grønn stiplet linje.

Alle kryssene i modellen er signalregulert, i tillegg er det to signalregulerte gangfelt i Kirkeveien.

På strekningen mellom Frogner stadion (grønt område neders til venstre i figuren over) og Blindernveien er det kollektivfelt på noen få korte strekninger. Mellom Blindernveien og Kiershowsgate er det kollektivfelt på det meste av strekningen i begge retninger. Strekninger med kollektivfelt er markert i Figur 5-1.

I modellen er det definert fem kjøretøytyper:

- Personbil
- Buss
- Tunge kjøretøy
- Tunge kjøretøy med adgang til kollektivfelt
- (Trikk)

Trikken kjører kun i en begrenset del av vegnettet, og er kun definert med tanke på å gjenskape korrekt friksjon og trafikkavvikling i vegnettet. Det hentes ikke ut resultater for trikken.

”Tunge kjøretøy med adgang til kollektivfeltet” har identiske egenskaper som ”Tunge kjøretøy”. Denne kjøretøytypen er etablert for å simulere næringstransport med adgang til kollektivfeltet.

5.2 Grunnlagsdata

Den etablerte modellen er basert på en eksisterende modell som forelå for deler av området. I forhold til den eksisterende modellen er den oppdaterte modellen utvidet, samt at koding av samtlige kryss er oppdatert og kontrollert både med hensyn til utforming, feltinndeling og signalplaner. Oppdaterte signalplaner er innhentet fra Samferdselsetaten i Oslo kommune.

Trafikkmatrisene som er benyttet tar også utgangspunkt i trafikk tall fra eksisterende modell. I den eksisterende modellen var trafikk tall oppgitt med volum og svingeandeler. For PRINT-prosjektet var det imidlertid mer hensiktsmessig å operere med trafikkmatriser for hver av kjøretøytypene som inngår i modellen. I prosjektet er det derfor utviklet en applikasjon som gjør det mulig å etablere trafikkmatriser på bakgrunn av oppgitt trafikkvolum og svingeandeler for hvert kryss.

5.3 Beskrivelse av scenariene

Det er gjennomført simuleringer for tre ulike alternativer mht tilgang for næringstransport:

Alternativ 0: Ingen tilgang til kollektivfelt

Alternativ 1: Begrenset tilgang

Alternativ 2: Full tilgang

5.3.1 Ingen tilgang til kollektivfelt

Dette alternativet er identisk med dagens situasjon. Kollektivfeltene brukes kun av buss. Alternativer vil være referansealternativet som de øvrige alternativene sammenliknes med.

5.3.2 Begrenset tilgang

I dette alternativet tillates et begrenset antall tunge kjøretøy å benytte kollektivfeltet. I løpet av en times simulering vil i gjennomsnitt 10 tunge kjøretøy tillates å bruke kollektivfeltet. Alle disse kjører strekningen fra Uelandsgate til Frogner stadion.

Hensikten med dette alternativet er å gjennomføre en beregning som viser potensialet for tidsbesparelser for næringstransporten ved å la disse slippe til i kollektivfeltet. Antallet tunge kjøretøy i kollektivfeltet er i dette alternativet så lavt at disse i ubetydelig grad vil påvirke fremkommeligheten for kollektivtrafikken.

5.3.3 Full tilgang

I alternativet ”Full tilgang” har alle tunge kjøretøy tilgang til kollektivfeltet. Dette innebærer maksimalt antall kjøretøy i kollektivfeltet, og representerer dermed det andre ytterpunktet sammenlignet med ”Begrenset tilgang”.

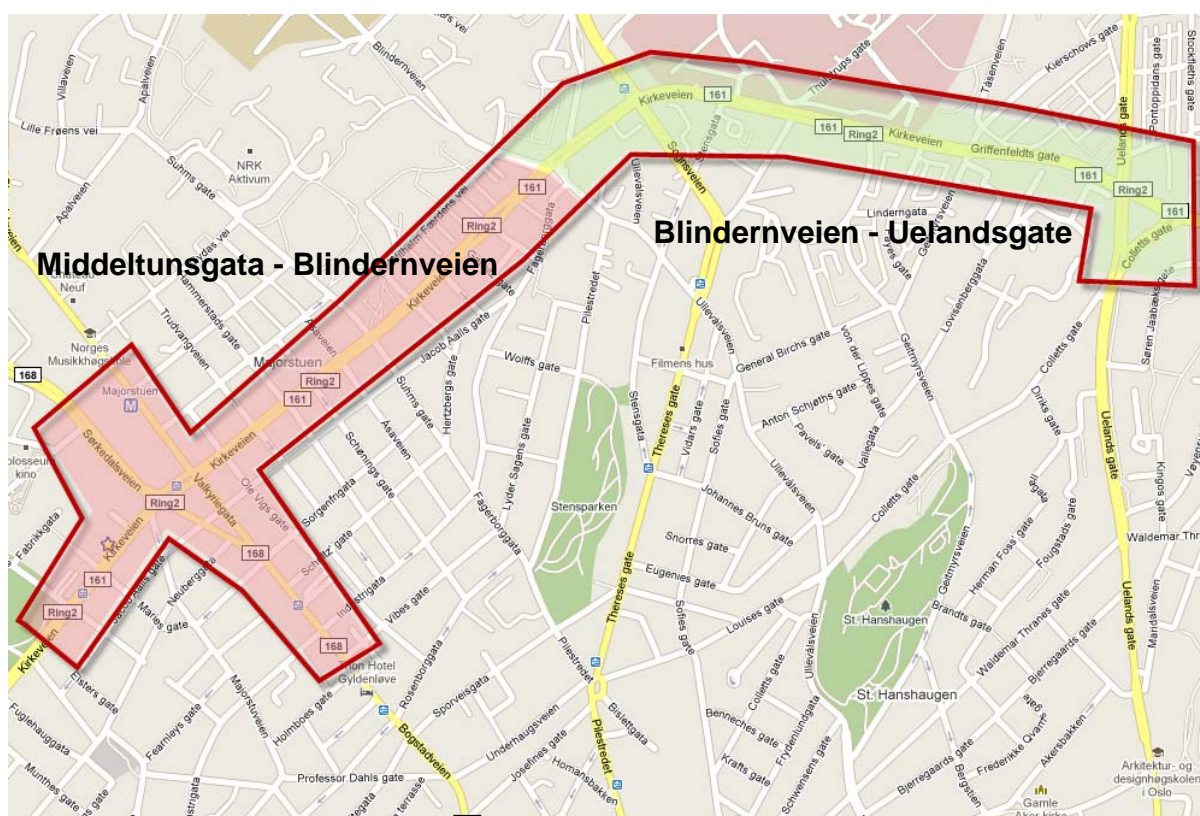
6 Resultater

6.1 Innledning

Alle resultatene som presenteres i dette kapittelet er basert på gjennomsnitt fra 50 uavhengige gjentak av simuleringene. Det høye antall gjentak skyldes at trafikkbelastningen i deler av området er svært høy, og av og til fører til sammenbrudd. For å få et representativt gjennomsnitt var det derfor behov for et stort antall gjentak.

Hovedhensikten med PRINT har vært å se på potensialet for forbedre fremkommeligheten for næringstransporten gjennom ulike former for prioritering. I denne rapporten har vi ved bruk av trafikksimulering sett på effektene ved prioritering gjennom feltbruk. Primært har vi vurdert fremkommelighetsparametre, og har sett på kjøretid, stopptid og antall stopp. I tillegg har vi sett på miljøkonsekvenser i form av drivstofforbruk.

I analysene har vi delt opp modellområdet i to separate deler. Dette fordi de to områdene har litt forskjellige egenskaper. Delområdene er vist i Figur 6-1.



Figur 6-1 Delområder som er benyttet i analysene

I området mellom Blinderveien-Uelandsgate, markert med grønt i figuren, er det kollektivfelt i begge retninger på store deler av strekningen. I det andre området mellom Middeltunsgate-Blindernveien, markert med rødt, er det kun kollektivfelt på korte strekninger.

I analysene har vi sett på trafikken i hver av disse områdene separat. Analysene er videre gjennomført i retning øst, og retning vest. I ettermiddagsrushet, som er det som er analysert, går hovedstrømmen i retning vest. De største avviklingsproblemene i retning vest er på strekningen Uelandsgate-Blindernveien, mens det i retning øst er størst problemer på strekningen Middeltunsgate-Blindernveien, og da i første rekke gjennom Majorstua-krysset, og frem mot krysset Kirkeveien x Blindernveien.

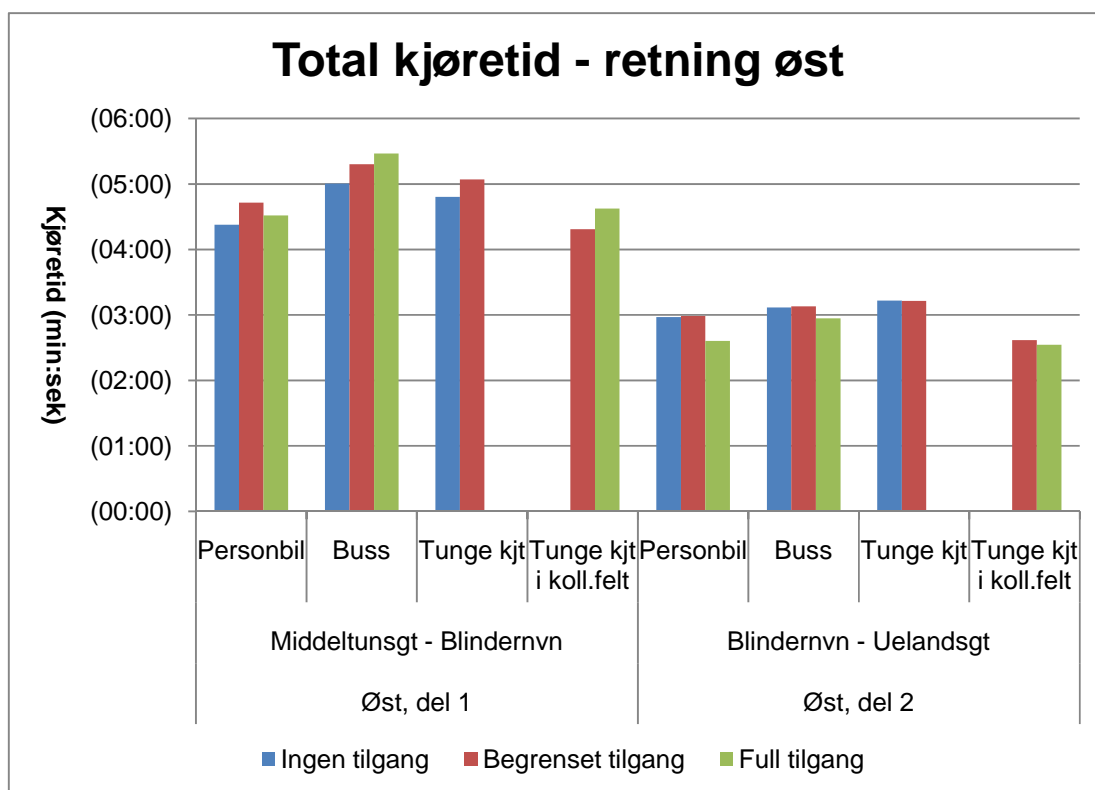
6.2 Fremkommelighet

Tallene som figurene i dette kapitlet er basert på, er vist i Tabell 6-1 og Tabell 6-2 i kapittel 6.2.3.

6.2.1 Total kjøretid

På den første strekningen i retning øst kan reisetiden for tunge kjøretøy reduseres med ca 30 sekunder dersom de får tilgang til kollektivfeltet. En reduksjon på ca 10 %. Dersom alle tunge kjøretøy får tilgang til kollektivfeltet spises imidlertid det meste av denne gevinsten opp. For personbil blir situasjonen omtrent uforandret, mens bussen får dårligere fremkommelighet ved at reisetiden øker med ca 30 sekunder.

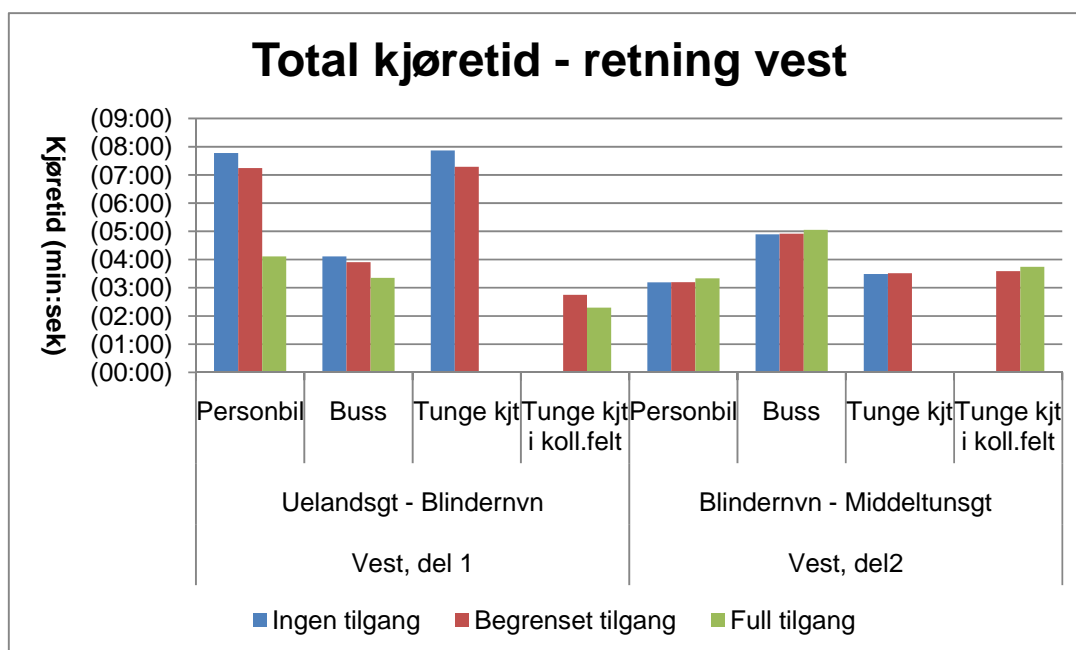
For den andre delstrekningen, som har kollektivfelt på store deler av strekningen er potensiell tidsbesparelse for næringstransporten også beregnet til ca 30 sekunder, men siden reisetiden på denne strekningen er noe mindre blir den relative besparelsen noe større, ca 13 %. På denne strekningen er det imidlertid slik at alle trafikantgruppene får redusert reisetid dersom alle tunge kjøretøy får tilgang til kollektivfeltet. Forskjellene er imidlertid svært små. Den logiske forklaringen er at interaksjonen mellom kjøretøyene i kollektivfeltet og det vanlig kjørefeltet går lettere når volumet i det vanlige feltet reduseres. For personbil, som har den største endringen er forklaringen at fremkommeligheten i det vanlige feltet blir bedre når alle tunge kjøretøy overføres til kollektivfeltet. Resultatene for retning øst er vist i Figur 6-2.



Figur 6-2 Total kjøretid i retning øst.

På den første delstrekningen i retning vest er det tildels store avviklingsproblemer, og store forsinkelser. Dette gjenspeiler seg også i simuleringene ved at det er ganske store variasjoner mellom resultatene i simuleringen. Som forklart tidligere er dette årsaken til det høye antall gjentak av simuleringen, som det er valgt å gjennomføre.

Dersom et begrenset antall tunge kjøretøy slipper til i kollektivfeltet reduseres reisetiden for disse på den første delstrekningen betydelig. Reisetiden reduseres med ca 5 minutter, noe som tilsvarer en reduksjon på 65 %. Dersom man slipper til all tungtrafikken i kollektivfeltet reduseres reisetiden med ytterligere ca 30 sekunder. I dette scenariet er det slik at reisetiden for alle trafikantgrupper reduseres dersom tungtrafikken slippes til i kollektivfeltet. Reduksjonen for personbil er betydelig, ca 47%, mens den for buss er en del mindre, ca 19%. Som for retning øst er forklaringen for bil at et betydelig antall kjøretøy nå er overført til kollektivfeltet, og at fremkommeligheten for de som er igjen dermed blir betydelig bedre. At bussen også får noe forbedret fremkommelighet skyldes mest sannsynlig at denne tidligere ble hindret av andre kjøretøy pga tilbakeblokkeringer og sammenbrudd i vegnettet.



Figur 6-3 Total kjøretid i retning vest.

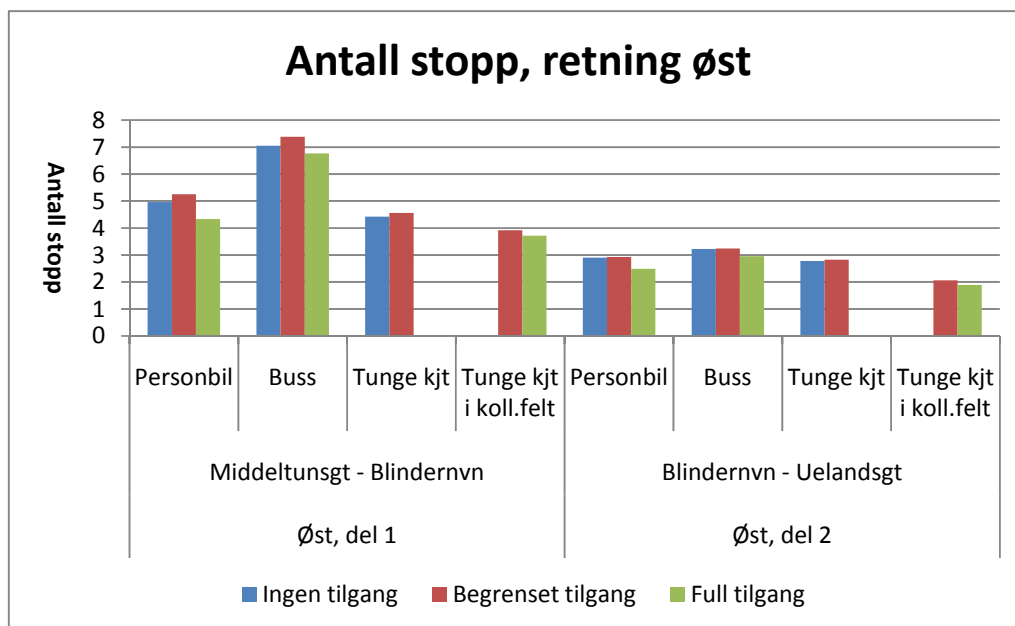
Dersom man oppnår slike reisetidsreduksjoner er det grunn til å anta at trafikken på strekningen vil øke. Spesielt gjelder dette for personbil. Dette fordi etterspørselen i området er langt større enn tilbudet, og en reduksjon i reisetiden vil derfor føre til økt trafikk. En økning som ikke fanges opp av en slik modelltype som trafikksimulering. Også for næringstransporten er det trolig grunn til å anta at trafikken vil øke dersom reisetiden reduseres betydelig. Det vil derfor være nødvendig og begrense og regulere adgangen til kollektivfeltet.

På den neste delstrekningen er det relativt lite avviklingsproblemer. Det er også svært begrensede strekninger med kollektivfelt. Det er derfor ubetydelige endringer i reisetiden mellom de ulike alternativene på denne delstrekningen.

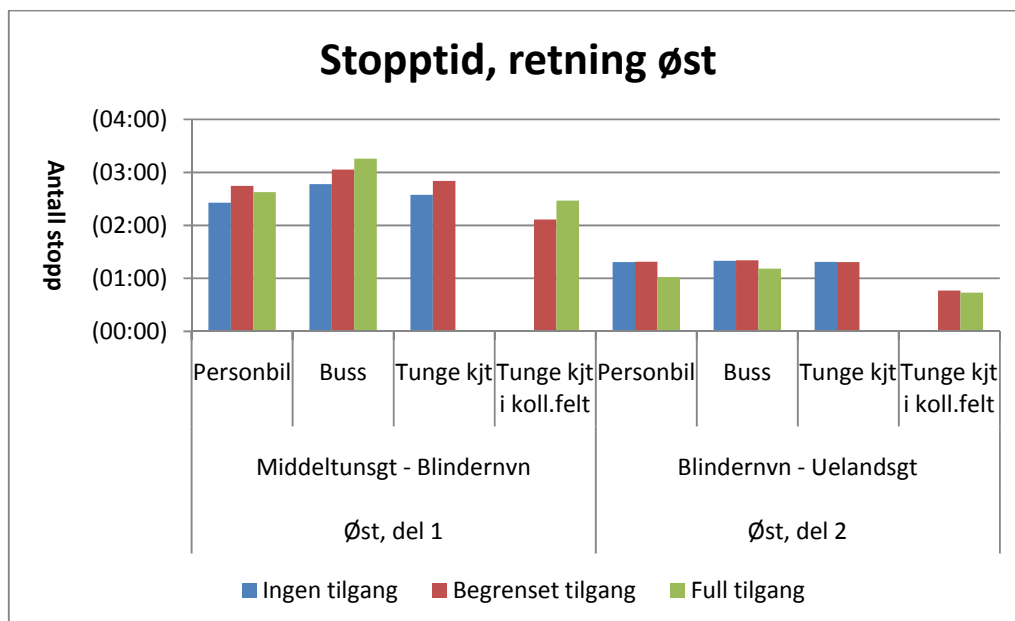
6.2.2 Stopptid og antall stopp

I modellen er et kjøretøy definert til å være stoppet når hastigheten blir mindre enn 4 km/t. Stopptiden beregnes som den tiden fra hastigheten til et kjøretøy kommer under 4 km/t til det kommer over 15 km/t.

Som det fremgår av Figur 6-4 og Figur 6-5 er det i retning øst små og ubetydlige endringer i både antall stopp og stopptider dersom man slipper til næringstransporten i kollektivfeltet. Dette tyder på at de kjøretidsbesparelsene vi i forrige kapittel viste at man kunne oppnå skyldes at trafikken avvikles med en høyere hastighet. Kjøretøyene stopper imidlertid omtrent like mye, og blir stående omtrent like lenge som før.

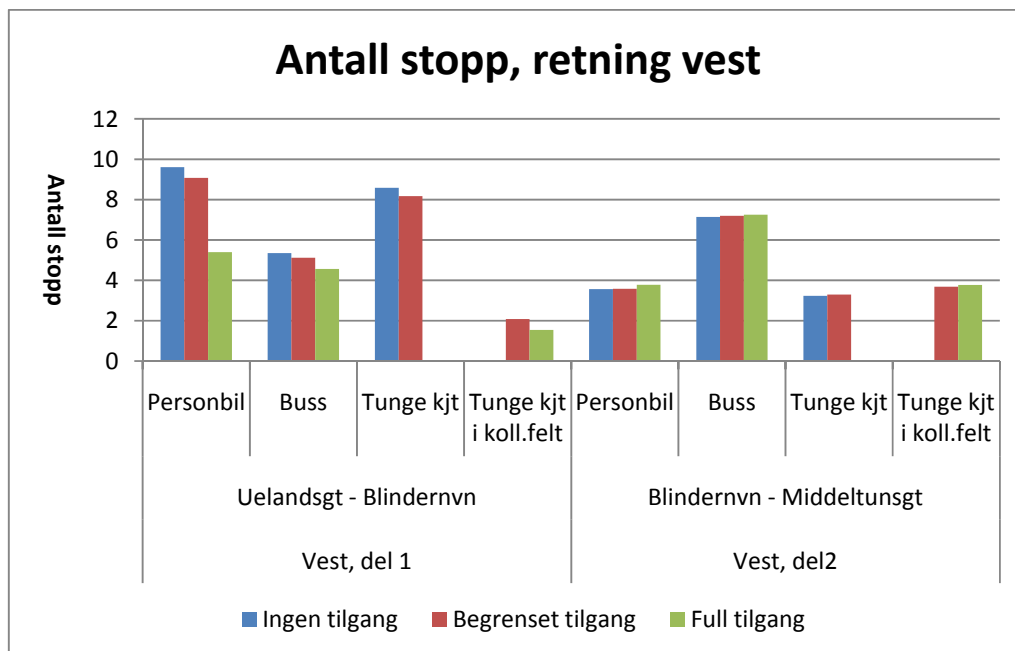


Figur 6-4 Antall stopp i retning øst.

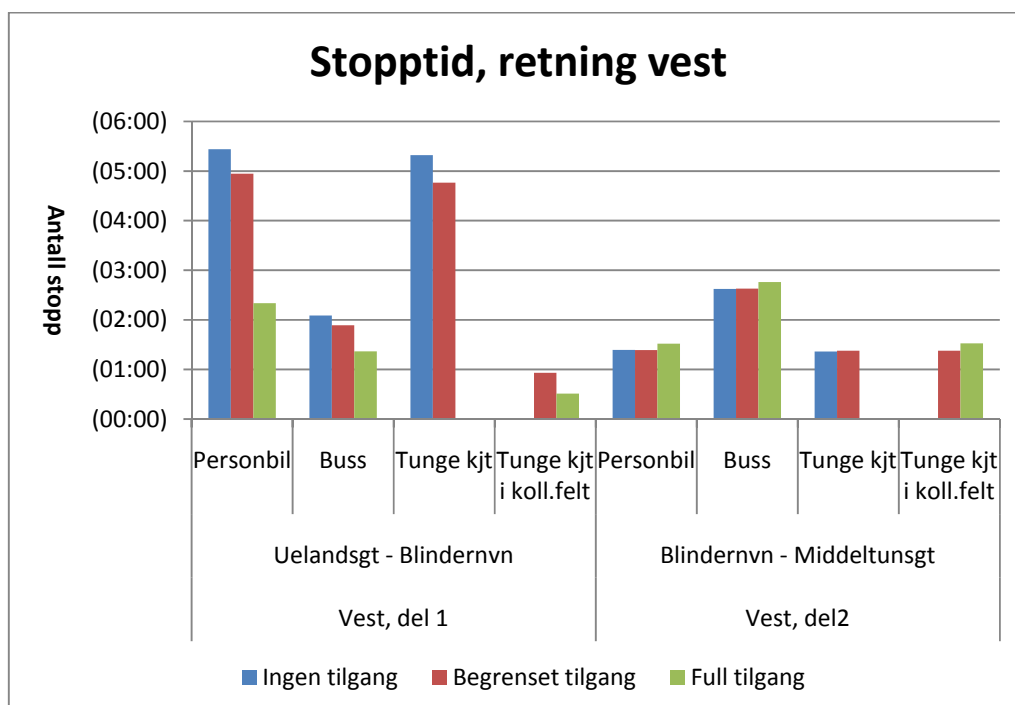


Figur 6-5 Stoptid, retning øst

På den første strekningen i retning vest er det derimot en markant reduksjon både i antall stopp og i stopptiden. For tunge kjøretøy er denne reduksjonen svært stor, med en reduksjon på antall stopp fra i gjennomsnitt 8,6 til 2,1. Dette tilsvarer en reduksjon på hele 75 %. Også personbil får en betydelig reduksjon, fra 9,6 til 5,4 i alternativet ved full tilgang for tungtransport i kollektivfeltet. For buss er endringen i stopptid og antall stopp liten.



Figur 6-6 Antall stopp i retning vest.



Figur 6-7 Stopptid, retning vest

6.2.3 Andre resultater

I de to påfølgende tabellene er det gitt en oversikt over resultatene for trafikken i henholdsvis retning øst og vest. Resultatene er basert på kjøretøy som har kjørt hver av de to delstrekningene i løpet av simuleringsperioden. Kjøretøy som, pga avviklingsproblemer, ikke har kommet gjennom hele delstrekningen er derfor ikke med i resultatene. Dette gjelder også kjøretøy som kommer inn på, eller svinger av fra, strekningen. Dette innebærer f.eks at trafikkvolumet som er oppgitt ikke er uttrykk for volumet på strekningen, men det antall kjøretøy som inngår i analysen.

Tabell 6-1. Oversikt over resultater i retning øst

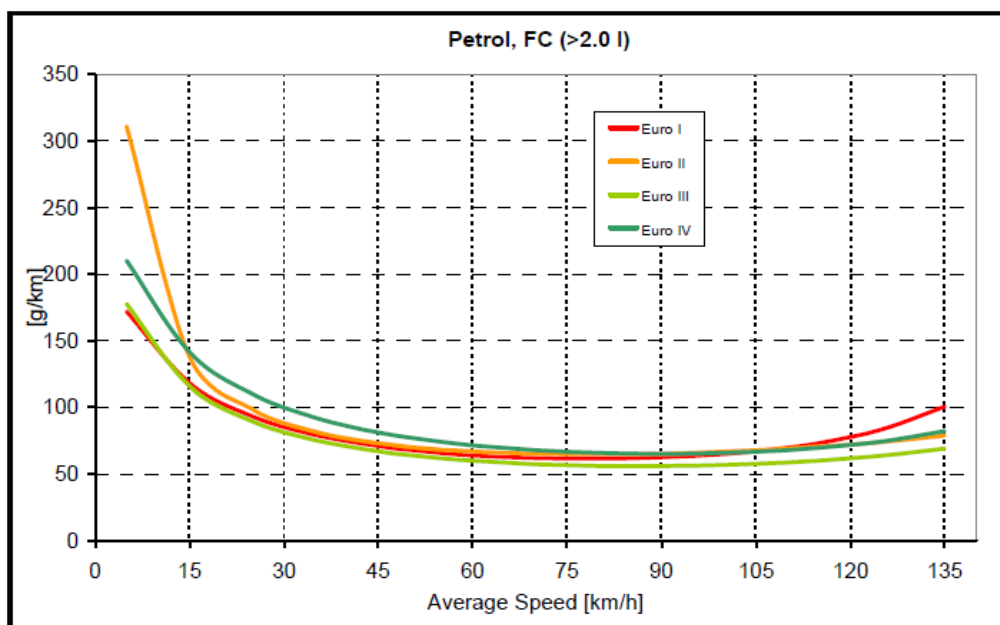
Row Labels	Values									
	Kjøretid	Std Kjøretid	Fart (Km/h)	Std fart	#stopp	Stoptid	Std stoptid	Kjt km	Volum (kjt/t)	
= Øst, del 1										
Middeltunsgt - Blindernvn										
Ingen prioritering										
Personbil	04:23	(01:20)	20,0	(6,2)	5,0	01:15	(02:26)	400	311	
Buss	05:00	(01:05)	16,4	(3,5)	7,1	01:00	(02:47)	34	27	
Tunge kjt	04:48	(01:26)	18,1	(5,3)	4,4	01:21	(02:35)	26	20	
Begrenset prioritering										
Personbil	04:43	(01:34)	19,2	(6,2)	5,3	01:29	(02:45)	402	313	
Buss	05:18	(01:15)	15,8	(3,5)	7,4	01:11	(03:03)	34	26	
Tunge kjt	05:04	(01:37)	17,5	(5,3)	4,6	01:32	(02:50)	26	20	
Tunge kjt i koll.felt	04:19	(01:23)	20,7	(6,3)	3,9	01:17	(02:07)	13	10	
Full prioritering										
Personbil	04:31	(01:30)	19,6	(6,2)	4,3	01:27	(02:38)	391	305	
Buss	05:28	(01:30)	15,4	(3,8)	6,8	01:28	(03:16)	32	25	
Tunge kjt i koll.felt	04:37	(01:32)	19,1	(6,0)	3,7	01:29	(02:28)	25	19	
= Øst, del 2										
Blindernvn - Uelandsgt										
Ingen prioritering										
Personbil	02:58	(00:36)	24,5	(5,3)	2,9	00:34	(01:18)	619	536	
Buss	03:07	(00:33)	23,0	(4,2)	3,2	00:29	(01:20)	29	25	
Tunge kjt	03:13	(00:39)	22,5	(4,6)	2,8	00:34	(01:19)	39	34	
Begrenset prioritering										
Personbil	02:59	(00:39)	24,5	(5,4)	2,9	00:36	(01:19)	616	533	
Buss	03:08	(00:32)	22,9	(4,2)	3,2	00:29	(01:20)	28	24	
Tunge kjt	03:13	(00:39)	22,5	(4,6)	2,8	00:34	(01:18)	41	35	
Tunge kjt i koll.felt	02:37	(00:31)	27,7	(5,7)	2,1	00:26	(00:46)	12	10	
Full prioritering										
Personbil	02:36	(00:35)	28,2	(7,0)	2,5	00:32	(01:02)	628	544	
Buss	02:57	(00:24)	24,0	(3,4)	3,0	00:21	(01:11)	27	24	
Tunge kjt i koll.felt	02:33	(00:33)	28,6	(7,0)	1,9	00:27	(00:44)	42	36	

Tabell 6-2. Oversikt over resultater i retning vest

Row Labels	Values									
	Kjøretid	Std Kjøretid	Fart (Km/h)	Std fart	#stopp	Stoptid	Std stopptid	Kjt km	Volum (kjt/t)	
= Vest, del 1										
= Uelandsgt - Blindernvn										
= Ingen prioritering										
Personbil	07:46	(02:14)	10,7	(4,1)	9,6	02:03	(05:26)	415	354	
Buss	04:07	(00:54)	18,4	(3,5)	5,4	00:52	(02:05)	32	27	
Tunge kjt	07:52	(02:15)	10,5	(3,8)	8,6	02:06	(05:19)	30	26	
= Begrenset prioritering										
Personbil	07:15	(01:57)	11,4	(3,9)	9,1	01:46	(04:57)	428	365	
Buss	03:55	(00:47)	19,1	(3,4)	5,1	00:44	(01:54)	32	28	
Tunge kjt	07:17	(01:50)	11,1	(3,4)	8,2	01:42	(04:46)	31	26	
Tunge kjt i koll.felt	02:45	(00:46)	28,9	(7,5)	2,1	00:40	(00:56)	12	10	
= Full prioritering										
Personbil	04:07	(01:10)	20,2	(6,4)	5,4	01:03	(02:20)	474	405	
Buss	03:21	(00:27)	21,4	(2,6)	4,6	00:25	(01:22)	33	28	
Tunge kjt i koll.felt	02:18	(00:28)	32,1	(6,5)	1,5	00:23	(00:31)	40	34	
= Vest, del2										
= Blindernvn - Middeltunsgt										
= Ingen prioritering										
Personbil	03:11	(00:40)	25,0	(5,1)	3,6	00:37	(01:24)	386	304	
Buss	04:54	(00:45)	16,0	(2,4)	7,1	00:43	(02:37)	32	25	
Tunge kjt	03:29	(00:43)	22,8	(4,5)	3,2	00:38	(01:22)	33	26	
= Begrenset prioritering										
Personbil	03:12	(00:40)	24,9	(5,0)	3,6	00:37	(01:23)	389	306	
Buss	04:55	(00:44)	15,9	(2,4)	7,2	00:43	(02:38)	32	25	
Tunge kjt	03:31	(00:42)	22,6	(4,3)	3,3	00:37	(01:23)	33	26	
Tunge kjt i koll.felt	03:35	(00:36)	22,0	(3,8)	3,7	00:30	(01:23)	13	10	
= Full prioritering										
Personbil	03:20	(00:46)	24,1	(5,1)	3,8	00:43	(01:31)	406	320	
Buss	05:03	(00:50)	15,6	(2,5)	7,2	00:48	(02:46)	33	26	
Tunge kjt i koll.felt	03:45	(00:44)	21,3	(4,2)	3,8	00:38	(01:32)	35	27	

6.3 Drivstofforbruk

Drivstofforbruket påvirkes i stor grad av antall start og stopp, fordi det er under aksellerasjon at drivstofforbruket er høyest. Dette gjelder i enda større grad for tunge kjøretøy. For å redusere drivstofforbruket er det samtidig svært nyttig å kunne øke kjørehastigheten, slik at man unngår å kjøre i svært lave hastigheter, hvor drivstofforbruket er størst (Se Figur 6-8).

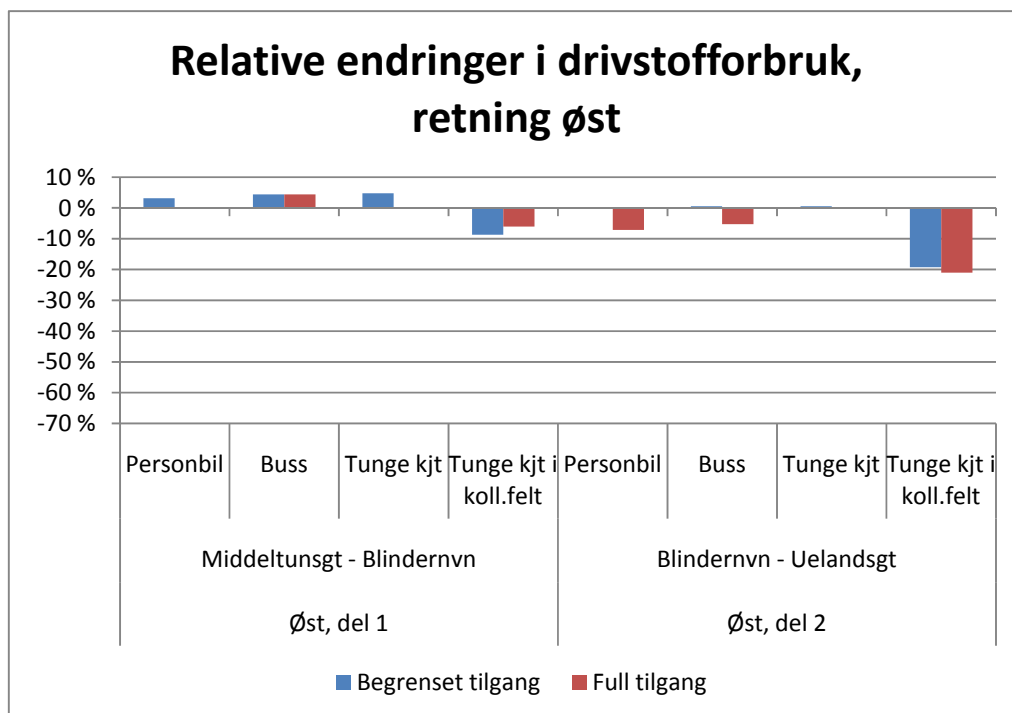


Figur 6-8 Sammenheng mellom drivstofforbruk og gjennomsnittsfart. Kurvene gjelder for personbil med bensinmotor Kilde: Boulter P. & I. McCrae (2007)

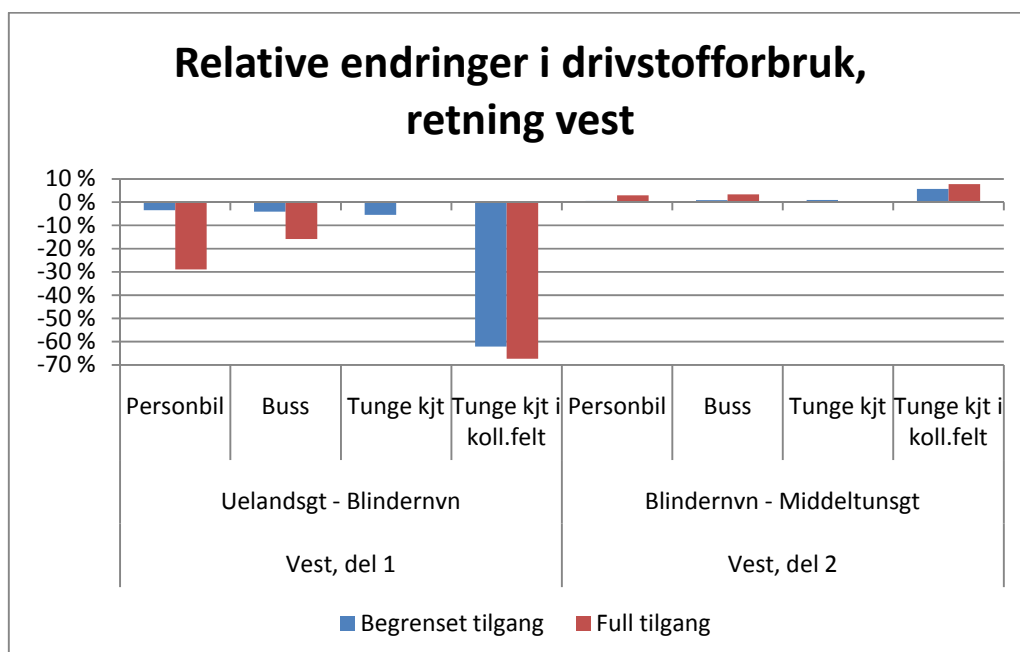
I retning øst er det relativt små endringer i drivstofforbruket. De største endringene har vi fått for tunge kjøretøy som har sluppet til i kollektivfeltet. Her er reduksjonen opp mot 10% for den første delstrekningen, og rundt 20% for den siste. I hovedsak skyldes trolig dette at gjennomsnittshastigheten i disse to tilfellene er økt fra 22,5 km/t til henholdsvis 27,7 og 28,6 km/t.

Vi fant i kapittel 6.2.2 at reduksjonen i antall stopp var svært stort for den første delstrekningen i retning vest. Når vi vet at drivstofforbruket for et kjøretøy er svært høy under aksellerasjon er det stor grunn til å anta at dette også har gitt seg betydelig utslag på drivstofforbruket. Spesielt gjelder dette for tunge kjøretøy.

I Figur 6-10 er det nettopp på for tunge kjøretøy på den første delstrekningen at endringen er størst. Her har vi beregnet en reduksjon i drivstofforbruket på over 60 %. Også personbil og buss får betydelige reduksjoner i drivstofforbruket med henholdsvis 30 og 15 %. I tillegg til reduksjon i antall stopp skyldes reduksjonene i drivstofforbruket at hastighetsnivået har økt betydelig. De tunge kjøretøy har fått en økning i hastigheten fra 19,5 km/t til rundt 30 km/t.



Figur 6-9 Relative endringer i drivstofforbruk, retning øst



Figur 6-10 Relative endringer i drivstofforbruk, retning vest

6.4 Oppsummering

Reisetidsreduksjonene næringstransporten kan oppnå ved å få adgang til kollektivfeltet varierer i våre simuleringer fra 0 til 65 %. Dette indikerer at det kan være et potensiale for reisetidsbesparelser, men samtidig også at tilgjengelig kapasitet og lokale forhold vil være avgjørende for om man får tidsbesparelser, og hvor store disse eventuelt vil kunne bli. I områder hvor man i dag har avviklingsproblemer er det trolig en del undertrykt trafikk. Man må derfor også ta høyde for at slike tidsbesparelser i seg selv trolig vil føre til en trafikkøkning. Det vil derfor være nødvendig med en regulering av hvor mange og hvem som får tilgang til kollektivfeltet. En slik regulering kan enten være statisk eller dynamisk. Simuleringene viser også at det er potensiale for relativt store besparelser i drivstofforbruket. Hovedårsaken til dette er at man får en økning i hastigheten for de tunge kjøretøyene, samt at antall stopp reduseres. Begge disse faktorene har stor effekt på drivstofforbruket og utslippet fra tunge kjøretøy

Vi har bevisst valgt å dele opp den simulerte strekningen i to, og gjennomføre analysene av hver av delstrekningene for seg. Dette fordi ulike strekninger har ulike karakteristika, og disse vil ofte være avgjørende for utfallet av analysene. I vårt tilfelle viser det seg at man på en del av den simulerte strekningen kan oppnå ganske store reisetidsbesparelser ved å la hele eller deler av næringstransporten få tilgang til kollektivfeltet. På den andre delen er besparelsene små eller neglisjerbare. Dette gjelder både i østgående og vestgående retning.

Samlet sett kan dette vise at det vil kunne være vanskelig å oppnå store tidsbesparelser over lengre strekninger. For at tidsbesparelsene for næringstransporten skal bli store nok til at transportørene kan dra nytte av dette i form av reduksjon i kjøretøyparken, og bedre oppfyllingsgrad på kjøretøyene vil det kanskje være nødvendig å innføre prioriteringstiltak for næringstransporten i større og mer sammenhengende deler av nettverket. Våre simuleringer viser at man lokalt kan oppnå positive effekter både mht fremkommelighet og miljø. Ved å overføre en del av næringstransporten til kollektivfeltet, eventuelt til andre typer flerbruksfelt, kan man også oppnå en positiv effekt for andre trafikantgrupper.

Analysene viser at det er vanskelig på et generelt grunnlag å fastslå hvor store effekter man kan forvente seg av å gi næringstransport tilgang til kollektivfelt eller andre tilsvarende felt for prioritering av næringstransport. På den annen side viser vår analyse at man heller ikke kan konkludere med at en slik tilgang gir utelukkende og klare negative effekter for øvrige trafikanter.

7 Referanser

- Berge, T. (2007): *Measurements of driving patterns in crossings and roundabouts*. SINTEF Memo
- Boulter P. & I. McCrae (ed.) (2007): ARTEMIS: *Assessment and reliability of transport emission models and inventory systems*: Final report. TRL report, Wokingham, UK.
- Burris M.W, Sadabadi K.F, Mattingly S.P, Mahlawat M, Li J, Rasmidatta I, Saroosh A, (2007) *Reaction to the Managed Lane Concept by Various Groups of Travelers*. TRR Journal of the Transport Research Board No 1996.
- Chu H.C og Meyer M.D, (2008) *A Screening Process for Identifying Potential Truck-only Toll Lanes in a Metropolitan Area – The Atlanta Case*. TRB Annual Meeting
- Engen, T. og Giæver, T.(2004): *Reaksjonstid i vegtrafikken*. SINTEF rapport STF22 A04332.
- Knudsen, T og Bang, B (2007) *Miljømessige konsekvenser av bedre veier*. SINTEF Rapport STF50A07034.
- Kudarauskas, N. (2007): *Analysis of emergency braking of a vehicle*. Transport. Vilnius: Technika, Vol. 22, No. 3, p. 154-159
- Meyer M.D, Saben L, Shephard W, Steavens E, (2006) *Feasibility of Truck-Only Toll Lane Network in Atlanta, Georgia*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Volume 1960
- Rødset J, Bang B, (2006) *ITS I kollektivtrafikken. Potensiale for reduserte reisetider og styrket konkuranseevne*. STF50 A05223, SINTEF
- TSS (2010) *Aimsun MicroMeso Users Manual V6.1*. TSS
- Viegas J.M, Roque R, Lu B, Vieira J, (2007) *The Intermittent Bus Lane System: Demonstration In Lisbon* TRB Annual Meeting

