

SINTEF A11793 Åpen

# RAPPORT

## ***PRINT – PRIoritering av NæringsTrafikk i by Demonstrator signalregulering***

Ørjan Tveit, Børge Bang, Cato Mausethagen

***SINTEF Teknologi og samfunn***  
Transportforskning

Eftfncfs 2010





**SINTEF Teknologi og samfunn**  
Transportforskning

Postboks: 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 NæringsTrafikk i by**  
**– Demonstrator signalprioritering**

FORFATTER(E)

Ørjan Tveit, Børge Bang og Cato Mausethagen

OPPDRAKSGIVER(E)

Norges Forskningsråd

|                                                         |                           |                                                                                            |                                                             |
|---------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| RAPPORTNR.<br>SINTEF A16793                             | GRADERING<br>Åpen         | OPPDRAKSGIVERS REF.<br>Øystein Strandli                                                    |                                                             |
| GRADER. DENNE SIDE<br>Åpen                              | ISBN<br>978-82-14-04905-3 | PROSJEKTNR.<br>503480.04                                                                   | ANTALL SIDER OG BILAG<br>26 / 12                            |
| ELEKTRONISK ARKIVKODE<br>A16793_PRINT_Demonstrator.docx |                           | PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.)<br>Terje Tretvik <i>Terje Tretvik</i>                          | VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.)<br>Trond Foss <i>Trond Foss</i> |
| ARKIVKODE<br>503480                                     | DATO<br>2010-12-30        | GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.)<br>Ragnhild Wahl, Forskningsssjef <i>Ragnhild Wahl</i> |                                                             |

## SAMMENDRAG

Denne rapporten oppsummerer erfaringene fra Demonstrator for signalprioritering for næringstransport. Demonstratoren har vært en del av forskningsprosjektet PRINT som er finansiert av Norges Forskningsråd samt fra prosjektpartnerne Posten Norge, Samferdselsetaten i Oslo, Statens vegvesen Region Øst og Swarco Norge.

En av grunnene til at SINTEF har valgt å prøve ut prioritering av næringstransport på Majorstuen, er at man der har en avansert signalregulering gjennom trafikkstyrt samkjøring. SPOT gir gode muligheter for prioritering ved god deteksjon av kjøretøyene. 10 lastebiler fra Posten ble derfor utstyrt med ombord enheter for posisjonering kalt RoadRunner som kombinert med sanntidssystemet Flash gir prioriteringsanrop til signalreguleringen. Posten sine biler kjørte 10 ulike ruter som ble lagt inn i sanntidssystemet Flash.

Dette gav oss muligheten til å prioritere næringstrafikken kombinert med kollektivtrafikken slik at ikke buss eller trikk skulle bli hindret av lastebilene til Posten. PRINT demonstratoren på Majorstuen har vist at det kan være gunstig for næringstransporten å få prioritering i signalanlegg.

| STIKKORD   | NORSK              | ENGELSK           |
|------------|--------------------|-------------------|
| GRUPPE 1   | Trafikk            | Traffic           |
| GRUPPE 2   | Signalprioritering | Signal priority   |
| EGENVALGTE | Næringstransport   | Freight transport |
|            |                    |                   |
|            |                    |                   |



## Forord

Denne rapporten summerer opp erfaringene fra demonstrator for signalprioritering av 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 inntil november 2010 da Terje Tretvik overtok ansvaret. Ørjan Tveit var ansvarlig for gjennomføring av demonstratoren på Majorstuen. Børge Bang har bidradd ved etablering av sanntidssystemet for Posten sine biler og ved etterfølgende registreringer mens Thomas Engen bisto ved innhenting av reisetidsmålinger. Thomas Engen bruker også deler av registreringene som utgangspunkt for en postdoc knyttet til PRINT-prosjektet. Cato Mausethagen har laget loggeprogram for innhenting av kjøretøydata mens 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**

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Forord.....</b>                                                   | <b>III</b> |
| <b>Innholdsfortegnelse .....</b>                                     | <b>V</b>   |
| <b>Sammendrag .....</b>                                              | <b>VII</b> |
| <b>Summary .....</b>                                                 | <b>IX</b>  |
| <b>1 Innledning og bakgrunn .....</b>                                | <b>1</b>   |
| 1.1 Om PRINT-prosjektet.....                                         | 1          |
| 1.2 Avgrensing av demonstrator på Majorstuen .....                   | 2          |
| <b>2 Signalprioritering i Oslo .....</b>                             | <b>3</b>   |
| 2.1 Kollektivruter på Majorstuen .....                               | 3          |
| 2.2 Deteksjon av kollektivtrafikken i Oslo .....                     | 4          |
| 2.3 Trafikkstyrt samkjøring - Kollektivprioritering i SPOT .....     | 5          |
| <b>3 Tracking av Postens biler .....</b>                             | <b>8</b>   |
| 3.1 Deteksjon av næringstransport på Majorstuen.....                 | 8          |
| 3.2 Valgt system for test av prioritering for næringstransport.....  | 8          |
| 3.3 Konsept på Majorstuen .....                                      | 10         |
| 3.4 Videreføring i Trondheim .....                                   | 11         |
| <b>4 Reisetidsmålinger fra signalprioritering på Majorstuen.....</b> | <b>13</b>  |
| 4.1 Registreringer med Postens biler .....                           | 13         |
| 4.2 Registreringer med OBDII-utstyr .....                            | 15         |
| 4.3 Supplerende registreringer .....                                 | 17         |
| 4.4 Resultater .....                                                 | 19         |
| 4.5 Endringer i signalvekslingen.....                                | 22         |
| <b>5 Anbefalinger og videreføringer .....</b>                        | <b>24</b>  |
| 5.1 Effekter av prioritering for næringstransport.....               | 24         |
| 5.2 Kombinasjon med styringssystem på Østlandsterminalen .....       | 24         |
| <b>6 Referanser .....</b>                                            | <b>26</b>  |
| <b>Vedlegg 1 - Rutekart for Posten sine ruter .....</b>              | <b>27</b>  |





## **Sammendrag**

Denne rapporten oppsummerer erfaringene fra Demonstrator for signalprioritering for nærings-transport. Demonstratoren har vært en del av forskningsprosjektet PRINT som er finansiert av Norges Forskningsråd samt fra prosjektpartnerne Posten Norge, Samferdselsetaten i Oslo og Swarco Norge.

En av grunnene til at SINTEF har valgt å prøve ut prioritering av næringstransport på Majorstuen, er at man der har en avansert signalregulering gjennom trafikkstyrt samkjøring. SPOT gir gode muligheter for prioritering ved god deteksjon av kjøretøyene. 10 lastebiler fra Posten ble derfor utstyrt med lokale enheter for posisjonering kalt RoadRunner, som kombinert med sanntids-systemet Flash gir prioriteringsanrop til signalreguleringen. Posten sine biler kjørte 10 ulike ruter som ble lagt inn i sanntidssystemet Flash.

Dette gav oss muligheten til å prioritere næringstrafikken kombinert med kollektivtrafikken slik at ikke buss eller trikk skulle bli hindret av lastebilene til Posten. Det relative prioriteringsnivået under demonstratoren på Majorstuen ble satt til: 512 for trikk, 256 for busser, 30 for nærings-transport, 3 for biler som kjører samt 1 for biler som venter med stopplinjen.

Senhøstes 2009 ble det gjennomført reisetidsregistreringer på Posten sine ruter ved hjelp av Flash. Imidlertid fikk vi en endring hos vår samarbeidspartner ved at Posten gjorde om sine kjøreruter i forbindelse med flytting til Robsrud terminalen i januar 2010. Som et alternativ til å installere nye ruter i Flash valgte vi å foreta en masseregistrering på noen eksisterende ruter for Posten ved å utstyre en bil med kalibrert RoadRunner utstyr.

Vi har valgt et enkelt oppsett for evalueringen for området ved hjelp av to indikatorer for endringene:

- Reisetidsstudier for ett kjøretøy med prioritet og ett kjøretøy uten prioritet som kjører den samme ruten noen få minutter fra hverandre. Kjøretøyene alternerer på å kjøre først og sist. Disse reisetidsstudiene er den primære suksess testen.
- Studier av omløpstid og grønnfordeling for å avgjøre om det er påført endringer for personbiltrafikk samt fotgjengere. Denne indirekte tilnærmingen fokuserer rundt de tidspunktene et kjøretøy fra Posten passerer gjennom området.

Kjøretøyene fra Posten ble sporet langs alle 10 rute, men vi har bare tilstrekkelig antall kjøringar til å analysere forsinkelsen langs tre ruter. Alle de tre rutene er registrert i vanlig trafikk, der man sammenligner reisetiden for næringskjøretøy med og uten prioritet.

PRINT demonstratoren på Majorstuen har vist at det kan være gunstig for næringstransporten å få prioritering i signalanlegg for sentrumsområder. De påviste effektene for næringstransporten er besparelser i reisetid på 9 til 15 % gjennom signalregulerte områder. Dette sammenlignes med at en av seks næringskjøretøy slipper å vente på neste grønnbølge. Prioriteten som er prøvd ut er samtidig vesentlig lavere enn den prioriteten som gis til kollektivtransporten.

Avhengig av størrelsen på de signalregulerte områdene kan Posten sine kjøretøy i gjennomsnitt spare 10 – 60 sekunder på kjøringen mellom de ulike terminalene og postkontorene. Oppholdstiden og variasjonsbredden på stoppene overstiger langt den effekten man ser via prioriteringen.

Selv om det er forventet at personbiler samt fotgjengere kan få noen forsinkelser, har vi ikke vært i stand til å identifisere eventuelle negative endringer for disse gruppene på grunn av prioritet for næringstransport. Effekten av tilfeldige svingningene i ankomstprofilen for personbiler og for

fotgjengere gir høyere forventete utslag i reisetiden enn de vi opplever ved innføring av prioriteringsanmodningene fra næringstransporten.

Spørsmålet man sitter igjen med etter demonstratoren er følgende: Gir prioritetsiltakene nok effekt for næringstransporten til at dette kan være en ettertraktet tjeneste? Effektene som er påvist er riktige i forhold til det som man oppnår i besparelser i kjøretid for kollektivtrafikken. Samtidig kan det være en dimensjonsforskjell mellom hvor stor andel faktisk kjøretid utgjøre av dagens tidsforbruk. Her vil det åpenbart også være store interne forskjeller for ulike aktører innen næringstransporten.

Når det gjelder videreutvikling av konseptet har vi pekt på et konkret tema som kan utnyttes. Imidlertid er hovedfokuset vårt at en tilrettelegging for næringstrafikken må ivareta flere behov innen en applikasjon. Først da får en utnyttet potensialet ved bedre tilrettelegging. Det er flere kommersielle aktører som per i dag tilbyr produkter som tar ett segment. Erfaringene til nå har imidlertid vært at nytten blir for liten i forhold til kostnadene. En bedre integrering mellom rutevisning, prioritering, adgang og betaling innen en enhet kunne gi fordel for næringstransporten.

## Summary

This report summarizes the experience of the demonstrator for signal priority for freight transport. The demonstrator has been part of the research project PRINT funded by the Norwegian Research Council as well as the project partners; Posten Norway, the City of Oslo, Public Road Administration Region East and Swarco Norway.

One of the reasons for trying the priority of freight transport at Majorstuen is the advanced traffic signal control system located there. SPOT provides opportunities for prioritizing of detected vehicles. 10 trucks from the Posten Norway were therefore equipped with local units for positioning (RoadRunner) that combined with real-time system provided by Flash gives priority requests for the signaling. The Posten Norway cars ran 10 different routes that were applied in the real-time system.

This gave us the ability to prioritize freight traffic while public transport was not obstructed by trucks from Posten. The relative priority level was set to: 512 for tram, 256 for buses, 30 for freight vehicles, 3 for cars driving and 1 for cars waiting at the stop line.

We have chosen a simple setup for the evaluation of the area using two indicators for changes:

- Travel time studies for a vehicle with priority and a vehicle without priority traveling the same route a few minutes apart. The vehicles alternated to run first and last. These travel studies is the primary test of the success.
- Studies of cycle times and green distribution to determine possible changes for private traffic and pedestrians. This approach is focused around the passing time for vehicles from Posten Norway.

The PRINT demonstrator at Majorstuen has shown that it can be beneficial to the freight transport to get signal priority. The shown effects for freight transport 9 to 15% savings in travel time through a signal-controlled area. Depending on the size of the signalized areas the freight transport can save an average of 10 - 60 seconds on the leg between terminals and post offices.

Although it is expected that private vehicular traffic and pedestrians can get increased delays, we have been unable to identify any changes in these groups. The random fluctuations in the arrival profile for private vehicles and pedestrians are higher than the expected impact on travel.

The question remaining is: can priority measures provide high enough reductions for freight transport to make this a popular service? The shown effects are similar to previous effects found for public transport. The savings may however be regarded as minor compared with other time consumption during a work day.



## **1 Innledning og bakgrunn**

### **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 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 trafikantgrupper. Det er imidlertid tradisjon for å spesialbehandle kollektivtrafikken gjennom prioritering ved feltbruk og i signalanlegg, samt til dels tilrettelegging ved informasjontiltak i sanntid for kollektivtrafikanter.

I de senere årene har man sett en utvikling der fokus på miljøeffekter er stadig mer fremtredende. Flere byer 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 trafikantgruppene.

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 (KMB) vil oppbygging av kompetanse hos forskningsmiljøet være et viktig resultat.

Denne rapporten gir en oversikt over fremkomne endringer for næringstransporten ved prioritering ved hjelp av signalreguleringen. Det er også laget en egen rapport som oppsummerer effektene av endret feltbruk. Miljøvirkningene vurderes spesielt via rapportering fra et postdoc-arbeid.

Opprinnelige planer for demonstratoren på Majorstuen omfattet både prioritering i signalanlegg samt bruk av kollektivfelt for å vurdere hvilke fordeler Posten sine biler kunne oppnå. Ved å kjøre live tester i et område vil man lettere kunne få reelle verdier for mulige besparelser både når det gjelder tid og miljø.

Etter en omfattende runde med diskusjoner, først med politiet i Oslo og senere Statens vegvesen Vegdirektoratet og til sist Samferdselsdepartementet, ble det klart at vi ikke fikk tillatelse til å bruke kollektivfeltene for Posten sine biler.

Bruk av kollektivfelt for andre grupper enn de som er tillatt per 2010 er et tema som stadig debatteres. Generelt sett ønsker næringstransporten tilgang til kollektivfeltene med begrunnelser knyttet både til kostnader og miljø. På den andre side viser kollektivnæringen til begrenset ledig kapasitet i kollektivfeltene. En av forutsetningene her er at buss skal kunne konkurrere med personbiler i forhold til reisetid, noe som var utgangspunktet for etablering av kollektivfelt.



**Figur 1-1 Utsnitt fra Dagbladets nettutgave 25/4 2005**

Diskusjonene har i mindre grad omhandlet muligheten for å erstatte andre trafikantgrupper i kollektivfeltene med næringstransport. Dermed blir kapasitet et viktig punkt i diskusjonene.

Man kan gjerne diskutere løsninger der en eller flere av gruppene drosjer, sykler, mopeder og motorsykler og lavenergikjøretøy mister tilgangen til prioritering via kollektivfelt. Dette vil ikke gå ut over kollektivtransporten i samme grad.

## 2 Signalprioritering i Oslo

Oslo har jobbet aktivt med prioritering av kollektivtrafikken i en årrekke. Prioritering innen signalregulering er ett av flere satsingsområder for å hjelpe kollektivtrafikken. Signalprioriteringen kan prinsipielt løses ved to ulike tilnærminger gjennom henholdsvis prioritering i frittstående signalanlegg og ved prioritering innen trafikkstyrt samkjøring.

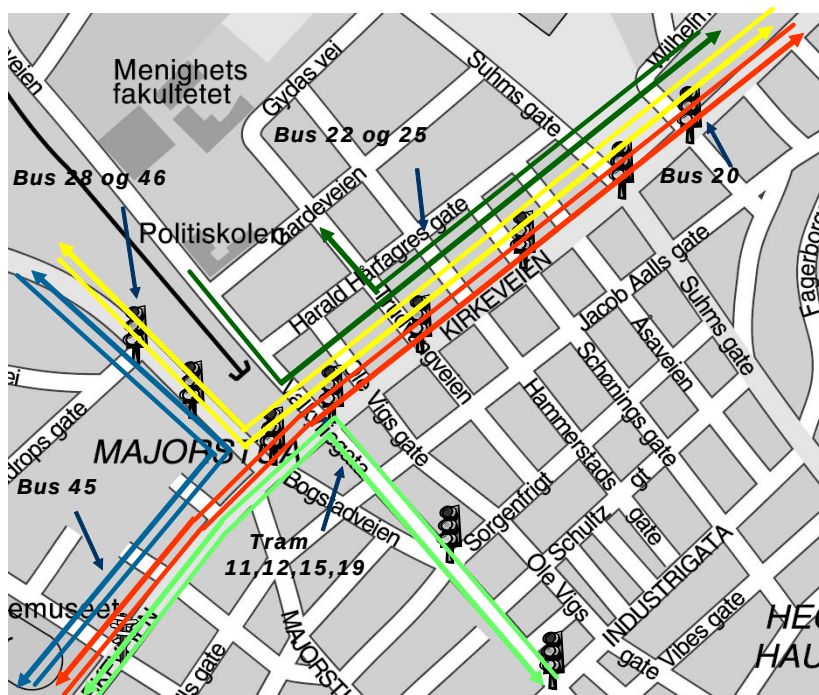
Siden dette forskningsprosjektet fokuserer på muligheter for å hjelpe næringstrafikken har det vært naturlig å gå videre med trafikkstyrt samkjøring som gir best resultater for kollektivtrafikken.

### 2.1 Kollektivruter på Majorstuen

På Majorstuen er det flere tunge kollektivruter. Signalstyringen er basert på trafikkstyrt samkjøring ved Spot / Utopia. En utfordring er at kollektivrutene delvis går i konflikterende faser slik at en prioritering av alle kollektivrutene samtidig er vanskelig. Dette kan løses på to måter:

- Alternativ 1: Velge ut stamruter som prioriteres høyest (gjøres i Oslo)
- Alternativ 2: Prioritere på basis av stamruter og forsinkelse meldt fra et sanntidssystem (en mulighet som inntil 2010 ikke var tilgjengelig i Oslo)

Den største utfordringen for området er å balansere kapasitetstap ved kollektivprioritering opp i mot kapasitetsgrensen for området. Særlig kryssene 29 (Kirkeveien x Valkyriegata ) samt 30 (Kirkeveien x Bogstadveien ) har kapasitetsproblemer i rushtidsperiodene.

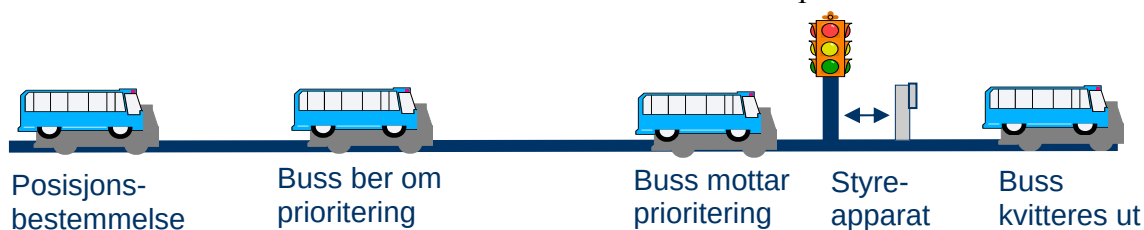


Figur 2-1 Kollektivruter på Majorstuen

Figur 2-1 viser at kollektivrutene krever til dels ulike faser slik at prioritering av en rute kommer i konflikt med andre ruter hvis buss og/eller trikk ankommer samtidig til området. Et annet problem er at holdeplasser på Majorstuen brukes som punkter for ruteutjevning, noe som gir uforutsigbare oppholdstider på holdeplasser. Prioritering ut fra holdeplass blir derfor vanskeligere. Man velger derfor vanligvis å bryte prioriteringen for kollektivtrafikken sentralt på Majorstuen og starte prioriteringen opp igjen etter passering av sentrale kryss.

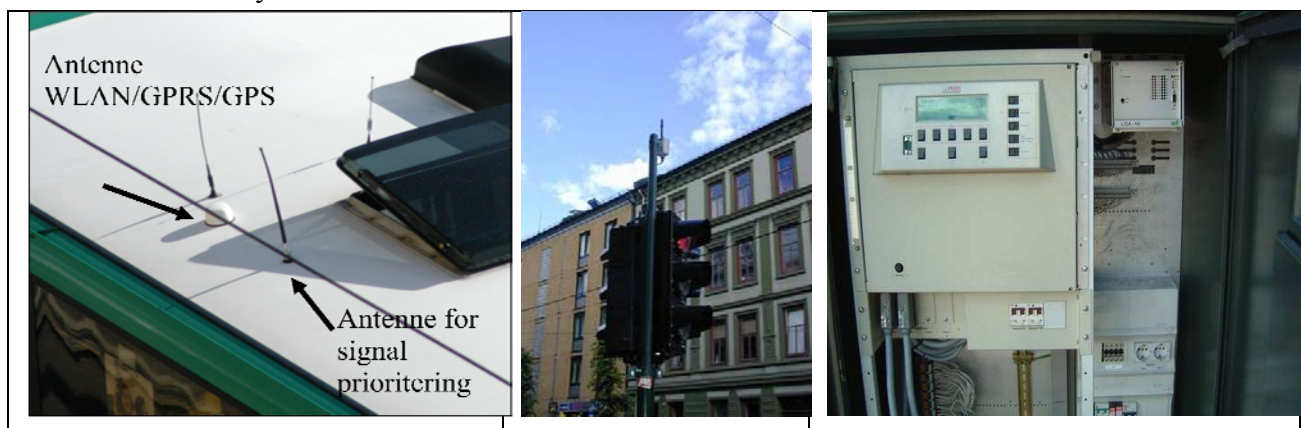
## 2.2 Deteksjon av kollektivtrafikken i Oslo

Kollektivtrafikken i Oslo identifiseres ved hjelp av et system der alle kollektivenheter er utstyrt med kjørecomputere. Ruteinformasjon kombinert med utkjørt distanse (odometer) forteller hvilke kryss bussen nærmer seg. Trikken følger et spor og bruker normalt sett detektorer plassert ved skinnene. På grunnlag av lokalisering starter en prosess der bussen eller trikken ber om prioritet, og der signalanlegget om mulig tilpasser vekslingene. Til sist melder kollektivenheten at den har passert krysset. Når bussen stanser på en holdeplass, kan systemet justere utkjørt totalt distanse fra odometret ut i fra standardverdier for avstander mellom holdeplasser i rutenettet.



Figur 2-2 Prioriteringsoppbygging med ulike faser

Som vist i Figur 2-2 trengs både anmodning om prioritet og utmelding fra buss eller trikk. Kollektivprioritering i Oslo omfatter derfor svært mange triggpunkter for meldinger fra kollektiv-enhetene. Man har valgt en teknisk løsning der en lokal kortholdssender på kollektivenheten kommuniserer direkte med mottakere plassert i de enkelte signalanleggene. Systemet i Oslo er levert fra INIT i Tyskland.



Figur 2-3 Sending av signal fra buss til signalanlegg



Som figur 2-3 viser er kollektivprioriteringen bygd på sendere på bussen kombinert med mottakere i signalanleggene. I tillegg er det kjørecomputere i bussen samt IO-enheter i signalanlegget.

Nøyaktigheten i deteksjonen er avgjørende i forhold til hvilken vekt signalansvarlig legger på anropene og hvilke tilpasninger som er mulig å gjøre i trafikken. Ved god nøyaktighet vil man være sikker på at en tilpasning kommer til nytte for bussen eller trikken. Det er derfor enklere å velge en signalveksling som stopper andre trafikkstrømmer. Ved unøyaktigheter eller avvik i deteksjonen er det vanskeligere å være trygg på at endringene gir nytte for kollektivtrafikken. I verste tilfelle kan en endret signalveksling før kollektivenheten ankommer gi en dårligere fremkommelighet for buss og trikk enn uten prioritering.

Det er heller ikke ønskelig at signalanlegget venter i en fase som kollektivenheten bruker etter at bussen eller trikken har passert anlegget. Dette fører til lengre ventetid for alle andre trafikanter. Også her vil nøyaktighet i tilbakemeldingen etter passert stopplinje være viktig. Som en del av en prioriteringsoppbygging i Oslo brukes det også direkte tilbakemelding til sjåfør av kollektiv-enheter om at de er blitt detektert. Eget signal (lite hvitt lys) rettet mot sjåfør er montert inn i lyshodet med kollektivsignal i krysset.



Figur 2-4 – Tilbakemelding til sjåfør på kollektivenhet

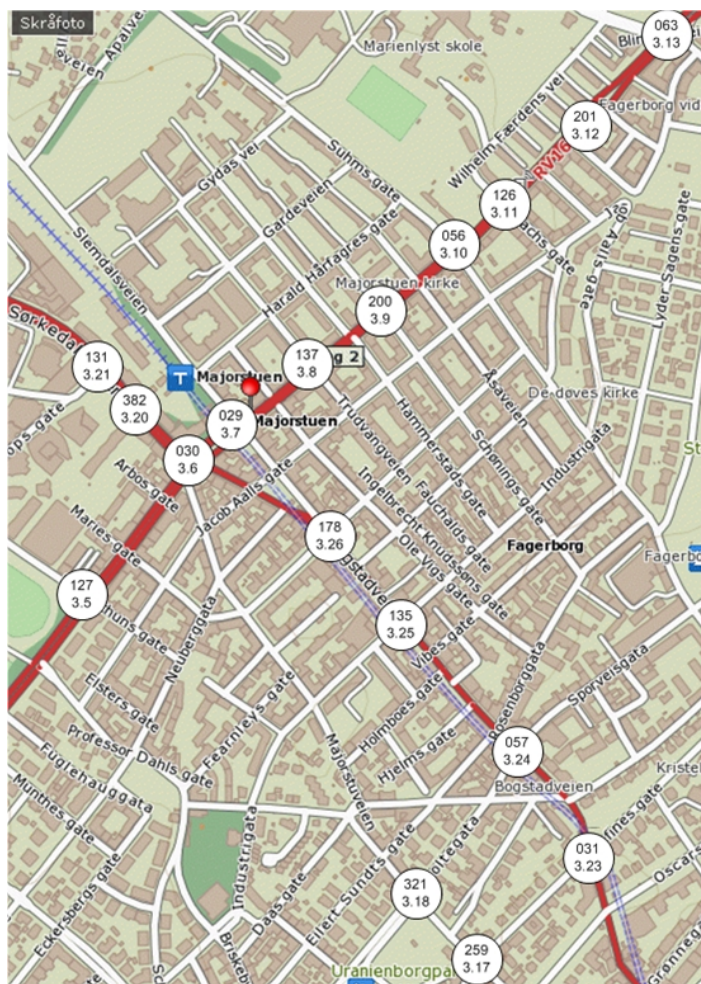
### 2.3 Trafikkstyrt samkjøring - Kollektivprioritering i SPOT

En av grunnene til at SINTEF har valgt å prøve ut prioritering av næringstransport på Majorstuen, er at man der har en avansert signalregulering gjennom trafikkstyrt samkjøring. Systemet som brukes heter Spot.

Spot skiller seg fra tradisjonell tidsstyring ved at det ikke nødvendigvis er en felles omløpstid for påfølgende signalanlegg. Også fasetidene for de enkelte kjøreretningene bestemmes fritt lokalt. Dette er også typiske karakteristika for lokalt trafikkstyrte signalanlegg. Imidlertid skiller Spot konseptet seg fra denne reguleringsformen ved at signalanleggene utveksler informasjon hvert tredje sekund slik at optimaliseringen som skjer i ett kryss påvirker grunnlaget for optimaliseringen i de nærmeste kryssene. Dette gir en samordningseffekt.

Det er opp til trafikkingeniøren å bestemme graden av samordning. I Nord-Europa har man tradisjonelt brukt en relativt fri reguleringsform. I mange delområder har kapasiteten i rushtidene vært godt nok ivaretatt uten strengere koordineringskrav, noe som har gitt de enkelte kryssene friheter til å prioritere kollektivtrafikk, redusere ventetid for fotgjengere eller å ivareta trafikk på sideveier.

SPOT optimaliserer trafikkavviklingen ved å ta hensyn til ankommende trafikk fra alle tilfarter. Dette skjer ved å sammenligne ulike kombinasjoner av fasetider basert på ulike vekter for ankommende kjøretøy samt kjøretøy som står i kø ved stopplinjene. Samtidig kan systemet vektlegge ulike kjøretøygrupper ulikt. Det er denne funksjonaliteten som danner grunnlaget for at demonstratoren for prioritering av næringstrafikk ble lagt til Majorstuen.



Figur 2-5 – Spotanlegg på Majorstuen

Figur 2-5 viser at på Majorstuen har man to hovedveier med Spot regulering. Kapasiteten i systemet bestemmes spesielt midt i navet, der samvirket mellom kryss 29 og 30 er viktig.

Prioritering av kollektivtrafikk er en av styrkene til Spot-konseptet ved at prioriteringer som skjer i ett anlegg blir ivarettatt i påfølgende kryss. Dette kan ikke sikres i områder bestående av signal-regulerte kryss basert på lokal trafikkstyring. Spot kan også anvendes til å prioritere nærings-transporten når denne detekteres spesielt. Resultatene fra Majorstuen vil dermed representere forventet forbedring for næringstransporten ved en god tilrettelegging.

Uavhengig av teknisk løsning vil målsettingen ved prioriteringen være å gi grønt signal slik at de utvalgte kjøretøyene kan passere stopplinjene uhindret. I SPOT kan dette tilpasses ved å endre faselengdene eller eventuelt å introdusere en spesiell fase mellom de regulære fasene. SPOT bruker en tradisjonell teknikk ved at man setter opp et "prioriteringsvindu" som en antagelse av når enheten som prioriteres ankommer stopplinjene. Når enheten har passert avsluttes prioriteringen.

Et problem med tidlige meldinger om når kollektivenheten ankommer stopplinjen, er usikkerheten i forhold til kvaliteten av tidsangivelsen. Hvis kollektivenheten skal passere uregulerte kryss, uregulerte fotgjengerfelt eller skal innom en holdeplass, vil man ikke vite tilstrekkelig sikkert når enheten ankommer stopplinjen. Ved enheter i en egen trase, uten konflikter med andre trafikanter, kan man imidlertid beregne ankomsttiden med små avvik.

Innen prioriteringen må man angi et sannsynlig tidspunkt for når kollektivenheten passerer stopplinjen og samtidig akseptere et avvik. Kvaliteten på antatt ankomsttid for kollektivtrafikk er avhengig av blant annet billetteringssystemet. Med det eksisterende systemet for billettering i Norge kan ventetiden på en holdeplass variere mellom 20 og 60 sekunder avhengig av antall påstigende samt betalingsmåte. Dette kan gi problemer med tilpasningen av signalreguleringen. Hvordan reguleringen takler usikkerheten avgjør kvaliteten til prioriteringen.

I forhold til prioritering innen signalregulering er nettopp variasjonen i oppholdstid vanskeligst å ta høyde for. Man kan vente på en kollektivenhet inntil man når et maksimumspunkt. Hvis ikke kollektivenheten har passert da, vil man ha en situasjon der prioriteringstiltaket har forsinket kollektivenheten ytterligere. Et prioriteringsanrop før en holdeplass med stor variasjonsbredde for holdeplasstiden kan derfor være bortkastet. Dette vil begrense mulighetene for å prioritere den aktuelle kollektivtrafikkenheten, men man unngår samtidig unødvendige tiltak uten effekt. Disse tiltakene skaper forsinkelser for alle grupper av trafikanter. Ved holdeplasser med primært avstigning kan imidlertid oppholdstiden være relativt stabil. Man kan i slike situasjoner ta oppholdstiden inn i beregnet kjøretid frem mot stopplinjen uten å gjøre store feil.

Innen SPOT-konseptet bør man selvsagt også ha best mulig tidsangivelse. Imidlertid vil programmet PT Locator kunne følge kollektivenhetene langs en rute igjennom flere signalanlegg. Tidlige anslag for ankomsttider vil bli korrigert etter hvert som kollektivenhetene passerer kollektivdetektorer i de påfølgende signalanleggene langs ruten. Den gjentakende optimaliseringen hvert tredje sekund vil tilpasse reguleringen ut ifra korrigerte anslag.

Etter hver passering setter PT Locatoren opp forventet passeringstidspunkt for neste registreringssnitt. Dette tidspunktet sendes til den aktuelle SPOT enheten slik at reguleringen kan tilpasses for å prioritere kollektivenheten.

SPOT-enhetene vil benytte en sannsynlighetsfordeling for ankomsttiden slik at man gir en ankomstprofil med en variasjon rundt et gitt tidspunkt. Prioriteringen for kollektivenhetene kan tilpasses ulike faktorer som

- linjens vekt
- forsinkelse
- antall passasjerer
- belastingsgrad i krysset
- køer i kritiske tilfarter

Vektleggingen av ulike trafikantgrupper ved SPOT styring inngår i en objektfunksjon som skal minimaliseres. I Oslo er det etablert en standard der trikk får vekt lik 512 og busser får vekt 256. Til sammenligning får øvrige kjøretøy som er stoppet vekt 1, mens kjøretøy som er i bevegelse får vekt 3. Buss og trikk får derved normalt sett tilpasset reguleringen slik at de passerer uhindret forutsatt at de er detektert tilstrekkelig tidlig og nøyaktig. Konflikter med andre kollektivkjøretøy samt generell overbelastning vil også kunne forpurre en uhindret passasje.

### **3 Tracking av Postens biler**

Utgangspunktet for prioritering av næringstransport er at man vet nøyaktig hvor de enkelte enhetene er og når de ankommer et signalanlegg. Basert på det planlagte fasebildet når kjøretøyet skal ankomme kan signalvekslingen eventuelt endres for å passe bedre for antatt ankomsttid.

#### **3.1 Deteksjon av næringstransport på Majorstuen**

Siden PRINT er et forskningsprosjekt der fokuset er på hvordan næringstransport kan hjelpes frem, var det viktig for SINTEF å finne en god måte å prøve ut prioriteringsmulighetene innen signalreguleringen på Majorstuen. Ulike konsepter for deteksjon ble derfor vurdert:

- Induktive sløyfer
- INIT- konseptet
- IT-Radio
- Flash

Det første alternativet er basert på fysiske sløyfer i bakken, mens de tre påfølgende konseptene er ulike varianter av sanntidssystemer for kollektivtrafikken.

Bruk av induktive detektorer med et meldesystem ville krevd en omfattende installasjonsfase samt mye lokal programmering i styreapparatene. Dette konseptet og ble derfor lagt vekk både på grunn av praktiske begrensinger og økonomi.

INIT-konseptet som brukes av kollektivtrafikken i Oslo kunne ikke variere vektleggingen av enheter avhengig av rute og forsinkelse. Posten sine biler måtte da bli prioritert like høyt som busser. Dette var et brudd med intensjonen om å prioritere næringstransporten lavere enn kollektivtransporten. Vi måtte derfor også se bort fra dette alternativet.

Alternative prioriteringssystemer som IT-Radio fra AB Thoreb ble også vurdert. Et problem her var at man måtte installere fulle konsepter, noe som igjen ble ansett som vanskelig innenfor rammene av et forskningsprosjekt.

Vi landet derfor på et konsept som er tilpasset signalreguleringen i området med nære lenker mellom rute, forsinkelse og prioritering. Systemet heter Flash og leveres av Swarco, som er en av partnerne i PRINT.

#### **3.2 Valgt system for test av prioritering for næringstransport**

Swarco Norge AS forhandler et konsept for posisjonering og prioritering av kollektiv som heter Flash. På basis av en enhet ombord i kjøretøyet (RoadRunner) bestemmes posisjon og fremdrift ved hjelp av odometer og GPS.

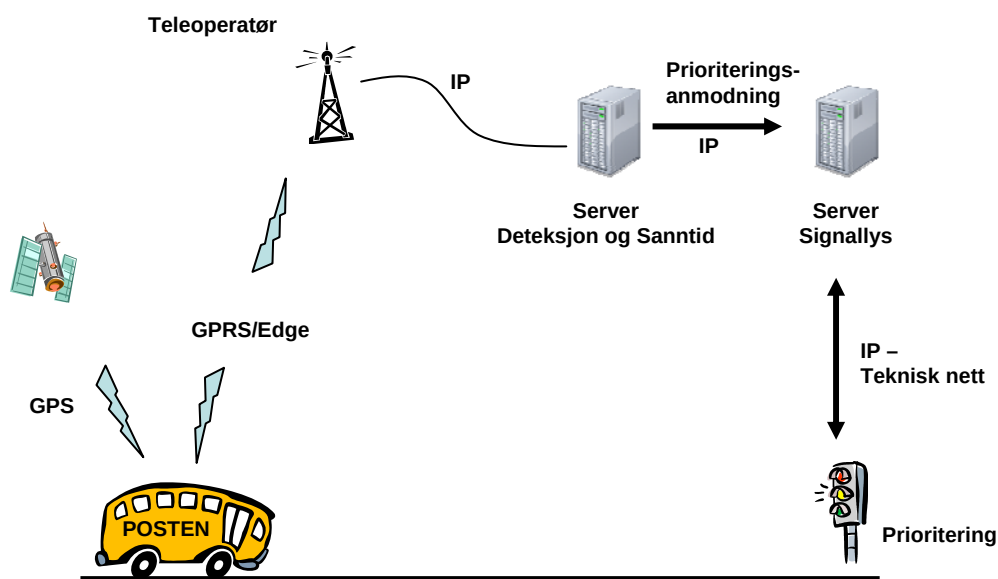


Figur 3-1 – RoadRunner enhet ombord i kjøretøyet

Figur 3-1 viser enheten som ble installert på Posten sine kjøretøy. Siden Posten sine biler kjører faste ruter med gitt tidsplan for leveranser til ulike postkontor og terminaler, kan dette på mange måter sammenlignes med kollektivruter. En mindre endring av programvaren var derfor tilstrekkelig til å benytte konseptet til prioritering av næringstransport.

Kommunikasjon til et baksystem foregår ved hjelp av GPRS. Bruk av mobiltelefonnettet gjør at kommunikasjonsløsningen blir løst av en ekstern partner, noe som forenkler demonstratoren. PRINT prosjektet var svært heldig ved at vi fikk låne 10 simkort kostnadsfritt med ubegrenset datatrafikk i ett år fra Netcom.

Ved dette oppsettet får man et system med sentraloverføring av prioriteringsanropene. Sentral-systemet for sanntidsinformasjonen må kunne kommunisere med det sentrale systemet for signalreguleringen. Et slikt konsept er relativt krevende.



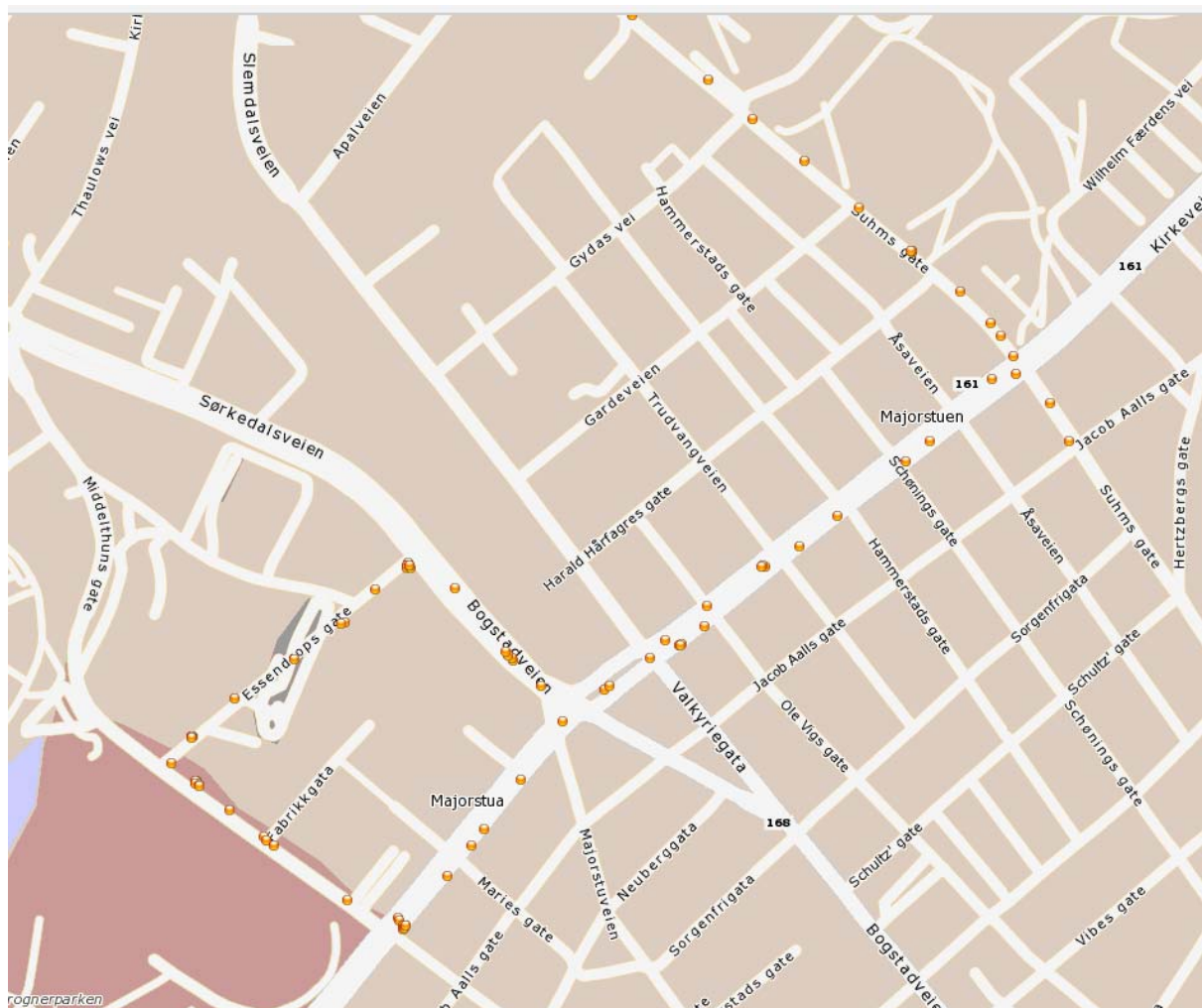
Figur 3-2 – Overføring av prioriteringsanrop via sentral løsning

[illegible]

Informasjon om alle kjøretøyene kan overvåkes av transportansvarlig hos transportør. Kartet kan brukes som utgangspunkt for søking av informasjon. Figur 3-3 viser ett eksempel på informasjonsoverføring. Siden dette var en demonstrator ble det ikke byttet bilde fra buss til lastebil i figuren.

Flash har posisjonering ved både odometer (kjent kjørerute) og GPS. I Flash blir kun odometeret bruk langs rutene. GPS-en brukes til å sjekke om man er på riktig rute samt til å kontrollere posisjon ved stopp på holdeplass. Den manuelle testen med posisjonering av bil på kart baseres dermed kun på kjent rute og odometer. På neste side viser vi hvordan GPS-loggen gir posisjoner gjennom registreringsområdet.





Figur 3-4 – GPS logg for kjøretøybevegelser (Flash)

Figur 3-4 viser posisjonen til et kjøretøy lokalisert ved Flash. Posisjonen er lest av omtrent hver tiende sekund. I det aktuelle området opplever vi få avvik fra reelt vegnett. Både GPS-loggingen og odometeret kan derfor være et godt utgangspunkt for prioriteringsanmodninger.

### 3.4 Videreføring i Trondheim

De fleste kommersielle sanntidssystemer baserer seg på en kombinasjon av GPS og odometerverdier. Bakgrunnen for dette valget er tradisjonelt problemer med urbane ruter der man til dels har høye bygninger som skygger. Hvis man har overføring av posisjon hvert halve eller hele minutt må baksystemet flytte kjøretøyet mellom hver oppdatering. Her kan ulike systemer bygge opp databaser med erfaringsverdier som forteller hvor lang kjøretid man normalt finner på de ulike tilfartene på de ulike dagene. Denne forflytningen har imidlertid mye usikkerhet innebygd. Spesielt ved bruk av posisjoneringene til signalprioritering er det bruk for sikrere observasjoner.

Noen navigasjonsløsninger bruker GPS kombinert med mapmatching. Ved kjøring langs vegnettet kan dette ofte observeres ved en treghet til å skifte vekk fra hovedveien når man kjører av en rampe. Systemet antar at det er størst sannsynlighet for at kjøretøyet fortsetter langs hovedveien. Metoden kompenserer for tilfeldige utfall i GPS-posisjonen.

Som en del av et KMB-prosjekt skal forskningsmiljøene bygge kompetanse. De erfaringene SINTEF har opparbeidet seg gjennom demonstratoren av signalprioritering ved PRINT har kommet godt med som grunnlag for sanntidssystem i Trondheim. Vi har introdusert virtuelle sløyfer, eller fastpunkter langs ruten, der bussen skal gi baksystemet en oppdatering av posisjon. Ved inn- og utkjøring på holdeplass samt ved passering av stopplinjen i krysset er det behov for sikre data slik at signalprioriteringen blir fordelaktig.

Når bussen eller trikken kommer til gitte triggepunkter sendes et prioritetsanrop. Basisen for de virtuelle sløyfene er et sanntidssystem på kollektivenhetene. Sentralsystemet for sanntidsinformasjonen må kunne kommunisere med sentralsystemet for signalreguleringen.

Konseptet i Trondheim er at et anrop generert på kollektivenheten sendes via GPRS til en sentral for sanntidssystemet. Informasjonen må her overføres umiddelbart til sentralsystemet for signalregulering slik at prioriteringsanropet kan formidles til det aktuelle signalanlegget. Dette oppsettet er vist i figur 3-2.

En slik datagang krever at meldingsfremføringen går problemfritt. Tester av konseptet i Trondheim har gitt en meldingsoverføring med mindre enn ett sekunds fremføringstid.



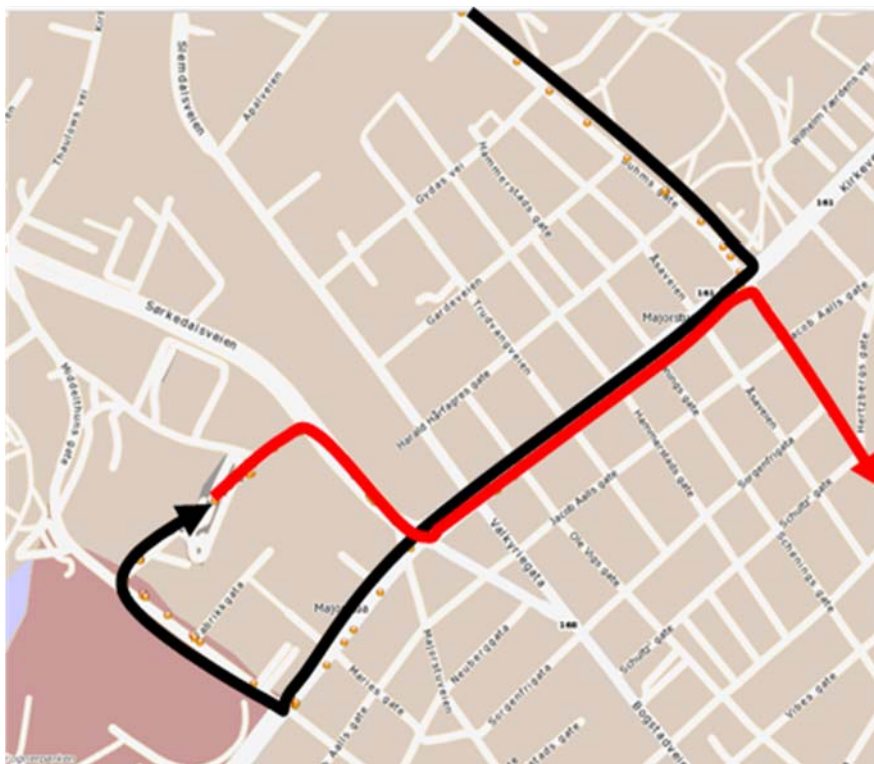
## 4 Reisetidsmålinger fra signalprioritering på Majorstuen

Demonstratoren for signalprioritering av næringstransport ble primært gjennomført i oktober og november 2009. Vi gjennomførte også noen supplerende registreringer i mai 2010.

### 4.1 Registreringer med Postens biler

I PRINT prosjektet ble det installert RoadRunner utstyr på 10 kjøretøy fra Posten. Lastebilene kjørte 10 ulike ruter som ble lagt inn i sanntidssystemet Flash. Alle rutene er vist i Vedlegg 2.

Rutene ble normalt sett kjørt en gang per dag. Dette gir et behov for en lengre registreringsperiode for å sikre gode data. Rutene er normalt relativt lange mellom hvert stopp der odometerverdien kan justeres. For delruten som vises i figur 4.1 ser man at Posten sin bil kjører fra postterminalen på Blindern frem mot et stopp hos NHO. Posten sitt kjøretøy passerer da 7 signalanlegg langs den svarte linjen før posisjonen blir rekalkulert. Deretter følger Posten sitt kjøretøy den røde linjen til postkontor på Majorstuen som ligger utenfor figuren. Denne gangen passerer kjøretøyet gjennom 6 signalanlegg med basis i startposisjonen og odometeravlesningene.



Figur 4-1 – Delruter på Majorstuen

Innenfor de fleste byer er fokus innen prioriteten på kollektivtrafikken. Mulig prioritetsnivå for næringstransporten må derfor justeres til å passe innenfor det valgte prioriteringsregimet for byene. Dette betyr at kollektivtrafikken får høy prioritet, mens næringstransporten eventuelt får lavere prioritet. Annen trafikk får ingen prioritet. Potensielle problemer med odometer målingene vil også innføre begrensninger i prioritetsnivået trafikkingeniørene kan tilby til næringstrafikken i demonstrator område.

Det relative prioriteringsnivået under demonstratoren på Majorstuen ble satt til:

- 512 for trikk
- 256 for busser
- 30 for næringstransport
- 3 for en bil som kjører
- 1 for en bil som venter med stopplinjen

Disse vekt faktorene er uten benevnning og blir brukt internt i signalregulering basert på Utopia konseptet. Dette utvidete prioriteringskonseptet er relativt nytt innenfor signalregulering. Tidligere har man kun tilrettelagt for lastebiler ved bruk av LOHVRA konseptet for frittstående signalanlegg. LOHVRA bruker detektorer for å sikre kjøretøyet som ankommer på gult signal ikke kommer i konflikt med oppstarten av påfølgende grupper ved å justere lengden på mellom grønt signal fra ulike retninger er tilstrekkelig lang til at sikkerheten opprettholdes.

Det kan være naturlig å sette krav til de kjøretøyene som eventuelt skal prioriteres hvis konseptet skal overføres til andre byer. En naturlig begrensning kan være kun å gi prioritet til biler som er miljøtilpasset (Euroklasse 5 biler).

Figur 2-1 viser at det er flere kollektivruter i området. Frekvensen er mellom 10 og 30 minutter, slik at man normalt sett har muligheter for ytterligere noen tilpasninger i løpet av dagen.



*Figur 4-2 – En lastebil på Postens nye terminal på Robsrud*

Fremdriften for demonstratoren for signalprioritering møtte noen utfordringer. Planlagt oppstart for demonstratoren var våren 2009. Vi fikk installert RoadRunner enhetene noenlunde som planlagt, mens tilretteleggingen av de digitale rutene i RoadRunner enhetene tok lengre tid enn planlagt.

Statens vegvesen Region Øst hadde driftsansvaret for Majorstuen i 2009. For å sikre at driften av området ikke ble endret utilsiktet ble Statens vegvesen invitert inn i prosjektet som en partner.

Senhøstes 2009 ble det gjennomført reisetidsregistreringer på Posten sine ruter ved hjelp av Flash. Som et tillegg valgte vi å foreta en masseregistrering på noen eksisterende ruter for Posten ved å utstyre en bil med kalibrert RoadRunner utstyr. Dette er omtalt i kapittel 4.3

Selv om det er flere kollektivruter som krysser studieområdet på Majorstuen, er det ikke flere biler fra Posten i området enn en hver 30 minutter. Prioritetsoppsettet sikrer at bilene fra Posten ikke er i stand til å stoppe en buss eller en trikk på grunnlag av vektfaktor. Prioritet for Posten biler vil derfor bare gi virkninger for personbiltrafikk og fotgjengere.

Vi har valgt et enkelt oppsett for evalueringen for området ved hjelp av to indikatorer for endringene:

- Reisetidsstudier for ett kjøretøy med prioritet og ett kjøretøy uten prioritet som reiser den samme ruten noen få minutter fra hverandre. Kjøretøyene alternerer på å kjøre først og sist. Disse reisetidsstudiene er den primære suksess testen.
- Studier av omløpstid og grønnfordeling for å avgjøre om det er påført endringer for personbiltrafikk samt fotgjengere. Denne indirekte tilnærmingen fokuserer rundt de tidspunktene et kjøretøy fra Posten passerer gjennom området.

## 4.2 Registreringer med OBDII-utstyr

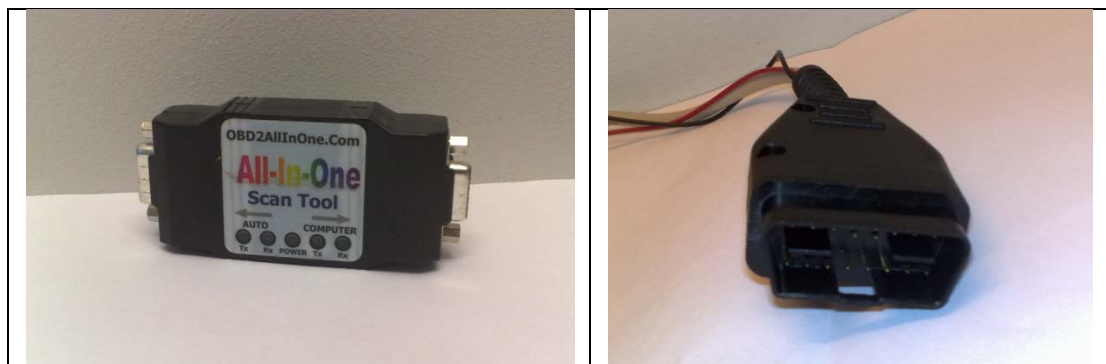
Fire av bilene til Posten ble også utstyrt med loggeutstyr for å lese OBDII-grensesnittet mot bilenes egne motorsystem. OBD står for On-Board-Diagnostics og er bilers interne meldings-system. Formålet med loggeutstyret er å gi et datagrunnlag for beregning av forbruk og utslipp fra tunge kjøretøy. Datamateriellet hentes ved logging av GPS-data fra bilens kjørerute, og logging av OBDII-data fra bilens CAN-bus system.

Loggeutstyret består av en dataenhet, RTCU, som fungerer som en ”svart boks”. Denne boksen krever ingen interaksjon fra bruker for å utføre loggingen. Sammen med boksen brukes en enhet, All-In-One Scan Tool, som et bindeledd mellom loggeboksen og bilens elektronikk. I tillegg kreves en antenne som fungerer som både GSM- og GPS-antenne, og kobles til RTCUen.



*Figur 4-3 – RTCU enhet*

Så fort RTCUen kobles til strøm, vil den automatisk slås på og starte programkjøringen. Data logges til SD-minnekort, og enheten støtter kort på inntil 2GB som må være av typen standard SD. All-In-One Scan Tool er et bindeledd mellom bilens OBDII-kontakt og RTCUen. Denne enheten består av en ELM327-chip, og et serielt grensesnitt mot henholdsvis bil og dataenhet.



*Figur 4-4 – All-In-One Scan Tool, OBDII-enhet og OBDII diagnosekontakt*

For å kunne beregne blant annet forbruk, utslipp og kjøremønster på en bil, er det nødvendig å koble seg på bilens CAN-bus via OBDII-kontakten. Denne kontakten gir tilgang til store mengder data fra bilens mange sensorer.

I alle biler av nyere tid finner man flere såkalte ECU-enheter. En ECU (Electronic Control Unit) er en liten dataenhet som utfører beregninger for en dedikert funksjon. Dette kan for eksempel være beregning av bilens gasspåtrykk, sensor på airbag-kontroll eller motorens turtall. En bil kan ha opptil et hundretalls ECUer, og for at alle disse enhetene skal kunne kommunisere, har alle nyere biler et CAN-bus (Controller Area Network) nettverk. I dette nettverket strømmes data kontinuerlig fra alle bilens ECUer, og følger et prioriteringssystem. Dersom en melding er på vei ut på nettverket, må denne vike dersom en pakke med høyere prioritet kommer ut på nettet.

OBDII er en standard som angir kontaktplugg og pinnekonfigurasjon, tilgjengelige signalprotokoller og meldingsformatet for bilens diagnose- og rapporteringsevne. Denne standarden brukes for å kommunisere med bilens CAN-bus nettverk uavhengig av bilmodell.

Data som hentes ut fra OBDII-kontakten finnes ved å sende en PID-forespørsel (Parameter ID) til bilens nettverk. PIDs er standardiserte koder som brukes for å spesifisere hva slags type data man ønsker å hente ut, og består av to deler; første del angir modus, andre del angir PID-forespørselen. Det finnes ti moduser for henting av data, disse er angitt ved en heksadesimal verdi fra 01 til 0A. For beregning av utslippsdata anvendes kun modus 01, som gir øyeblikksverdier.

Data fra OBDII-utstyret er samlet inn som en del av Demonstrator 1 – Signalprioritering av næringstransport, mens selve datamaterialet inngår som en del av grunnlaget for Post.Doc stillingen innen PRINT-prosjektet.



### 4.3 Supplerende registreringer

For å forsterke datagrunnlaget fra kjøring med og uten prioritering av Postens biler ble det installert en RoadRunner i en varebil fra Swarco. Odometeret ble kalibrert slik at kjøringen langs rutene skulle gi riktige prioriteringskall til signalreguleringen. Parallelt med varebilen med prioritering kjørte vi også en vanlig personbil uten noe spesielt utstyr.

Prinsippet vi fulgte ved de supplerende registreringene var at ett kjøretøy med prioritet og ett kjøretøy uten prioritet reiser den samme ruten noen få minutter fra hverandre. Kjøretøyene alternerer på å kjøre først og sist.



*Figur 4-5 – Kjøretøy fra Swarco med prioritering via RoadRunner*

Figur 4-5 viser kjøretøyet fra Swarco som ble brukt under registreringene. GPS antenne ble festet på innsiden i vinduet med dobbeltsidig tape. RoadRunneren fikk strøm fra sigaretttenneren, mens enheten lå i passasjeret. Tidligere utstyr for prioritering av kollektivtrafikk ved hjelp av Sarasota sendere var angivelig populært hos drosjene i Oslo fordi man fikk prioritet via egne induktive sløyfer i signalanleggene. Dette utstyrtet ble montert under drosjene. Roadrunner enhetene går neppe i samme fotspor siden det nye systemet kun kjører langs faste ruter.

De to kjøretøyene ble brukt til å registrere reisetid langs Ring 2 Kirkegaten samt langs Bogstadveien i retning ut av Oslo sentrum. I løpet av 3 dager i mai 2010 ble det registrert 47 runder med og uten prioritet for næringstrafikk langs Ring 2 samt 19 runder med og uten prioritet for næringstrafikk langs Bogstadveien. Disse registreringene kommer i tillegg til datamaterialet som ble samlet inn ved kjøring med Posten sine biler høsten 2009.



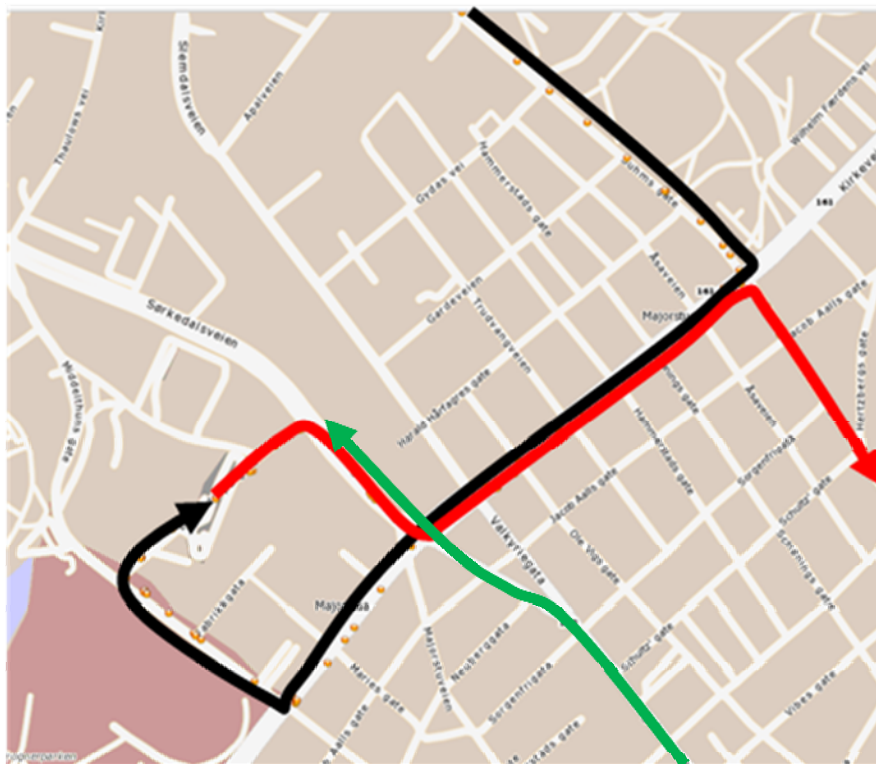
*Figur 4-6 – Stengning av Sporveisgata under registreringene*

Når man skal gjøre praktiske tiltak i bymiljø som trafikkregistreringer kommer man ofte bort i ulike situasjoner som ikke var forutsatt på forhånd. Bakgrunnen for den skjeve fordelingen mellom de to rutene var delvis at Sporveisgata var stengt på grunn av byggearbeider.

Under registreringene fikk kjøretøyet fra Swarco middelsprioritet med vekt lik 30. Disse skal i utgangspunktet ikke forstyrre kollektivtrafikken som har en vesentlig høyere prioritet.

#### 4.4 Resultater

Kjøretøyene fra Posten ble sporet langt alle rute, men vi har bare til strekkelig antall kjøring til å analysere forsinkelsen langs tre ruter. Rutene er merket svart, rød og grønn i figur 4-7. Alle tre rutene er registrert i vanlig trafikk, der man sammenligner reisetiden for næringskjøretøy med og uten prioritet.



Figur 4-7 – Ruter fra Posten som med tilstrekkelig antall registreringer

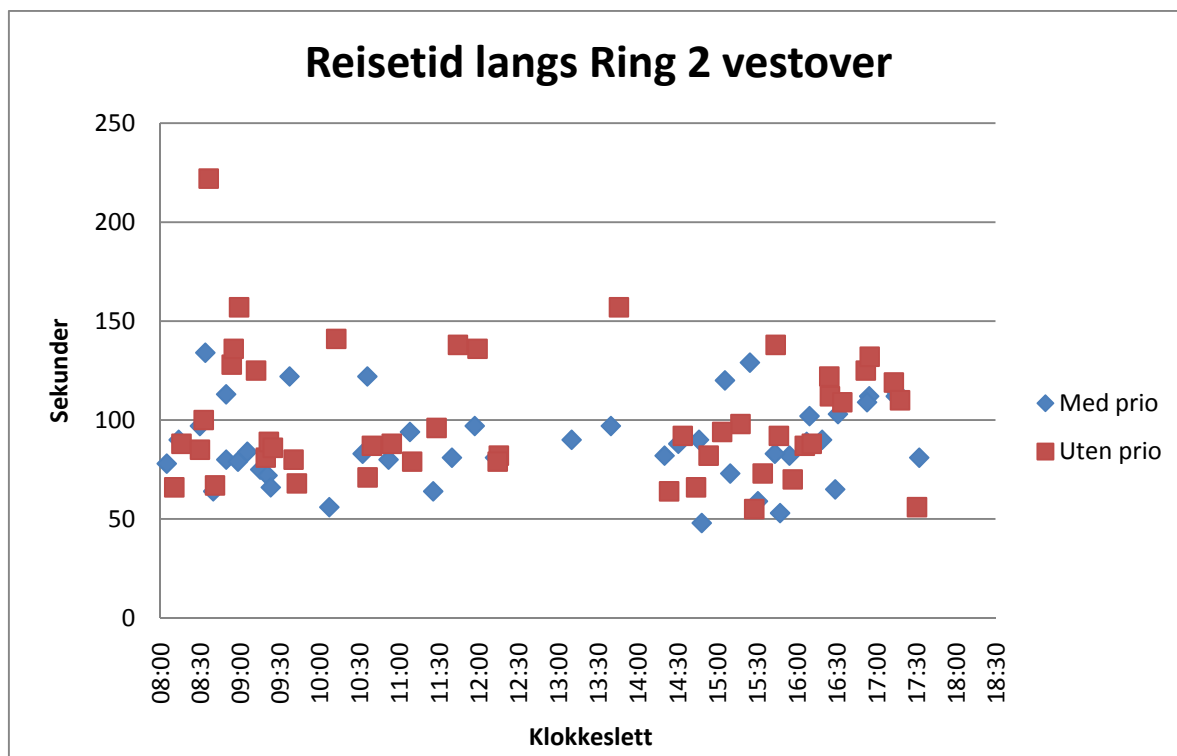
Reisetidene viser at prioriteten hjelper næringstransporten. Resultatene i tabell 4-1 er sammenlignbare med det man har oppnådd for kollektivtransporten. Dette er også forventet på grunn av det faktum at næringstransporten følger puljer av kjøretøy innenfor et samordnet signal system, mens kollektivtjenester stopper på holdeplasser og derfor kan være forsinket i følgende kryss.

| Rute Gjennom | snittelig reisetid |               |         |
|--------------|--------------------|---------------|---------|
|              | Uten prioritet     | Med prioritet | Endring |
| <b>Svart</b> | 99 s               | 88 s          | - 12 %  |
| <b>Rød</b>   | 214 s              | 197 s         | - 9 %   |
| <b>Grønn</b> | 222 s              | 193 s         | - 15 %  |

Tabell 4-1 – Endringer i reisetid på grunn av prioritering

Med en gjennomsnittlig omløpstid på 80 sekunder vil endringene tilsvare at en av seks næringskjøretøy kan følge en grønn bølge i stedet for å stoppe og vente på neste bølge. Denne

analogien viser også at reisetidene gjennom området ikke er jevne, men i stedet med variasjoner som vist i figur 4-8 til figur 4-10. Ingen av nedgangene i reisetiden ser ut til å være statistisk valide på 90 % signifikansnivå.



Figur 4-8 – Reisetid langs Ring 2 vestover

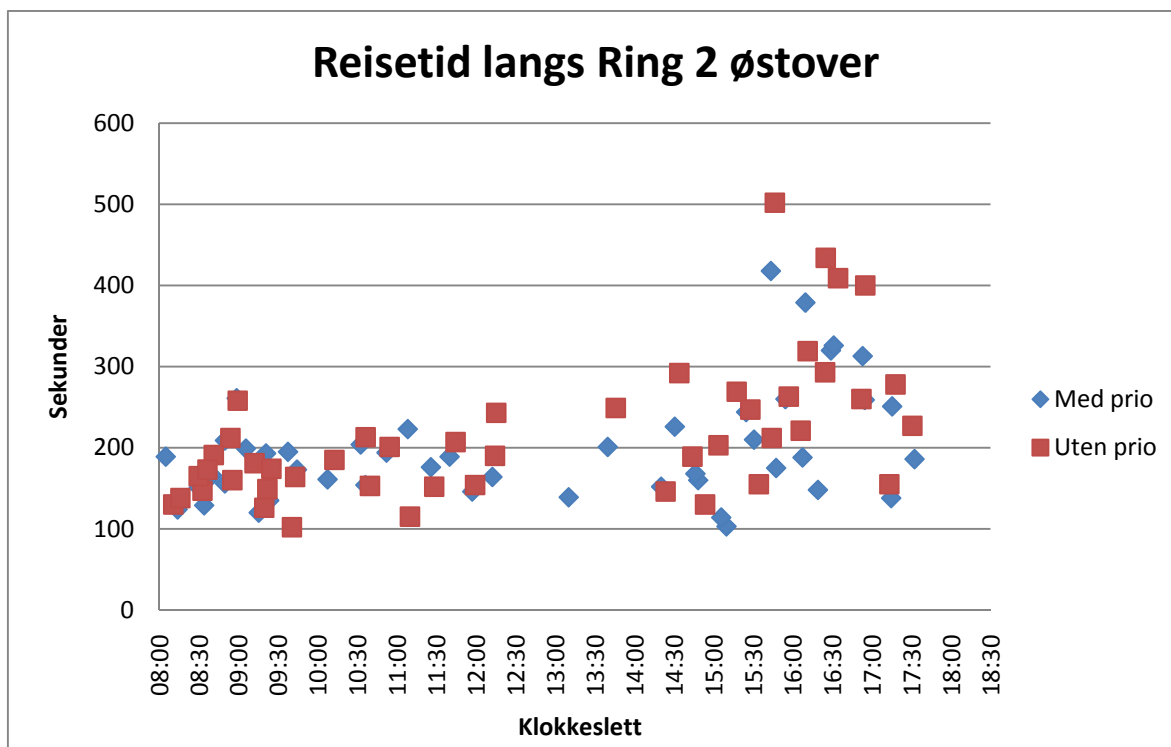
Figur 4-8 antyder at det er i hovedsak to forskjellige reisetider langs ruten. Med prioritert får flere kjøretøy den lavere reisetiden siden de er i stand til å følge den første grønne bølgen.

Imidlertid er ikke denne betraktningsmåten helt uten komplikasjoner. Spotanleggene kan ha til dels stor variasjon i omløpstiden. Dette gir også at båndbredde for grønnbølger samt offset mellom anleggene varierer. Den ideelle kjøretiden langs en grønnbølge vil derfor variere på grunnlag av trafikken rundt ruten.

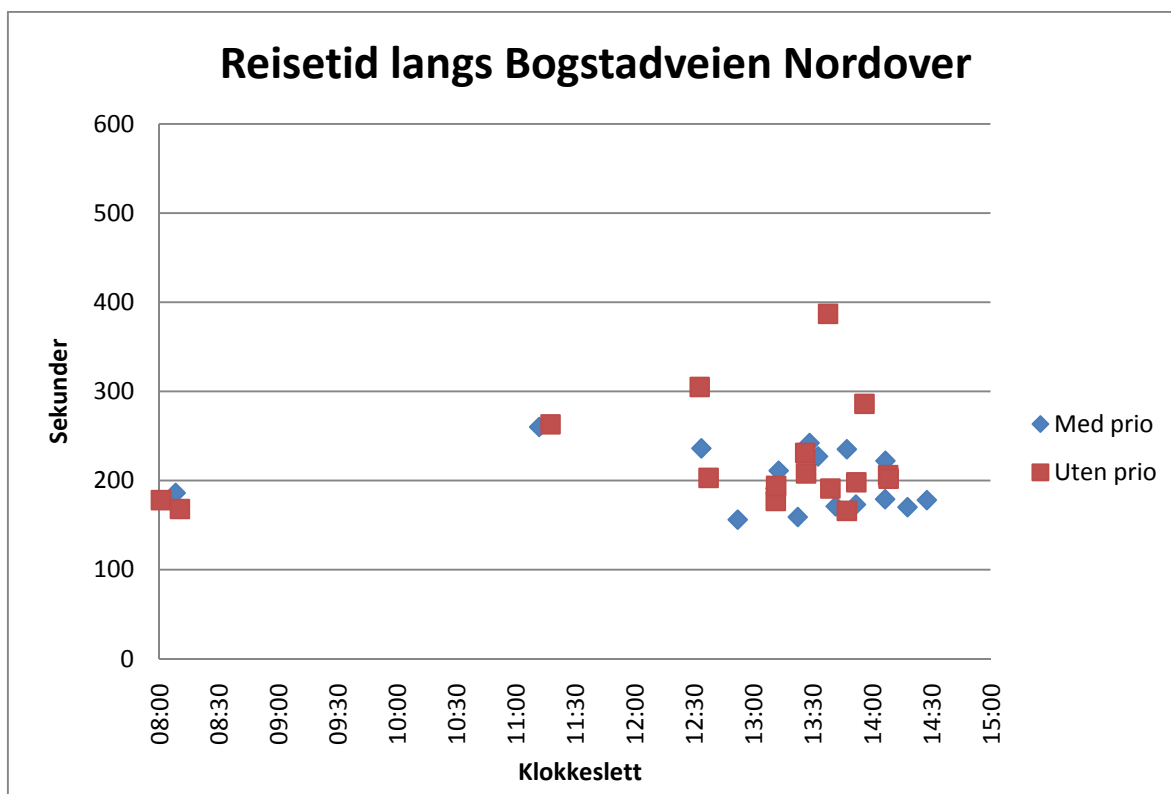
Man har også det forholdet at noen kjøretøy ankommer grønnbølgen i det første signalanlegget nær avslutningen. I ett nedstrøms anlegg kan dette kjøretøyet måtte vente den tiden sideveien er inne, noe som kan variere fra 15 til 30 sekunder.

Statistisk testing av endringene er vanskelig. Reisetidene tilhører ikke en normalfordeling siden man har et skille for grønnbølge en og to. Reisetiden kan heller ikke sies å tilhøre to ulike normalfordelinger siden endringene i grøntidsbølgene ikke er faste som ved tidsstyring.





Figur 4-9 – Reisetid langs Ring 2 østover



Figur 4-10 – Reisetid langs Bogstadveien nordover

Figur 4-9 og figur 4-10 viser at for disse to rutene mangler klare skiller mellom ulike grønnbølger. Vi har derfor valgt forhold oss til endringene mer direkte.

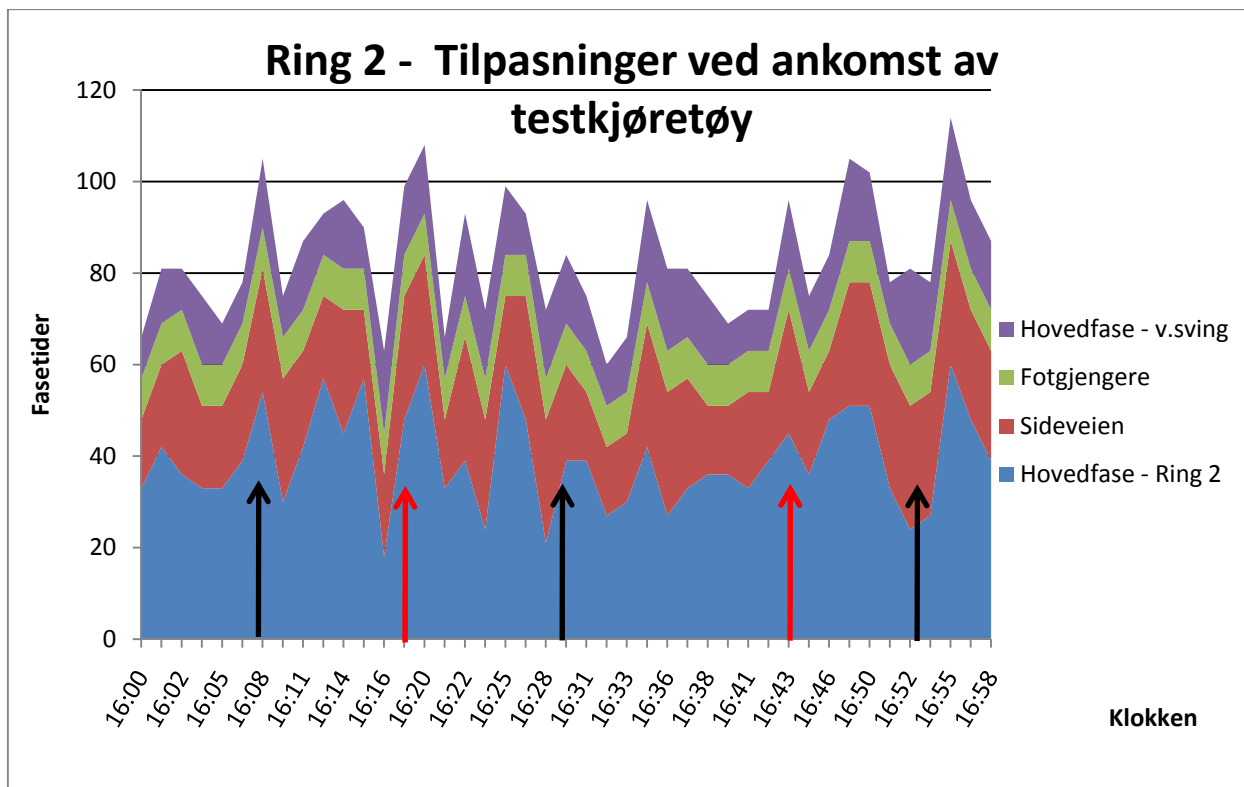
Det neste utviklingstrinnet kan være å videreutvikle ombordutstyret til å støtte en dynamisk ruteplanlegger kombinert med aktivisering av virtuelle sløyfer langs ruten. Testene i Oslo har vist at en utvidelse av Oslo installasjon er ønskelig. Vi trenger dynamiske ruter, slik at en foreslått trase ved modulen for ruteveiledningen kan generere prioritetsanrop i kryss langs veien.

#### 4.5 Endringer i signalvekslingen

I demonstratorområdet for signalprioritering av næringstransport, har gangfeltene faste fase-lengder. Dette er imidlertid ikke tilfelle for de andre fasene siden signalreguleringen er basert på trafikkstyrt samkjøring. Gjennomsnittelig ventetid for fotgjengerne er dermed avhengig av om fasetidene justeres opp eller ned som følge av den nye vekt faktoren for næringstransport. Det forutsettes her at ankomstene til fotgjengerne er tilfeldige og jevnt fordelt over omløpene i kryssene.

En sammenligning mellom omløpstiden før og etter innføring av nye prioritet for området viser ingen klare resultater. Enkelte kryss har lengre omløpstid mens andre har lavere omløpstid. Den gjennomsnittlige ventetiden for fotgjengerne beveger seg ikke i en retning for alle kryssene i demonstratorområdet.

Personbiltrafikk fra de ulike retningene er ikke konstante verdier. Dette er en av grunnene for å bruke adaptiv signalregulering. Man får bedre trafikkflyt når signalreguleringen kan tilpasses de aktuelle fluktuationene. På bakgrunn av variasjonen vi ser i signalvekslingene har vi vurdert signalvekslingene rundt passeringstidspunktet for den prioriterte næringstransporten for å lete etter faste mønstre. Som tidligere vist får kun et av seks kjøretøy fra næringstransporten forbedringer i reisetiden gjennom området.



Figur 4-11 – Tilpasninger i omløpet ved ankomst av testkjøretøy

Figur 4-11 viser fasetidene for kryss 56 Suhms gate x Kirkeveien den 4. mai 2010. Krysset har tilpasninger for prioritetsanmodninger fra næringstransporten. De røde pilene viser forespørsler for fase 1 – Ring 2 mens de svarte pilene viser anmodning om fase 2 - Sideveien.

Resultatene av en større sammenligning av prioritetsanmodninger fra næringstransporten og omløpstider i området viser ingen klar sammenheng mellom behov for prioritet og bruk av maksimal fasetid for den aktuelle retningen eller minimumstid for øvrige faser. Dette er også et forventet resultat siden ikke alle lastebiler kommer utenfor sin aktuelle fase, og dermed trenger justeringer i signalreguleringen for å minimalisere sin reisetid. Bruk av posisjonering og prioritetsanmodninger via et sanntidssystem som Flash gir også fordeler fremfor lokal deteksjon ved at kryssene får estimert passeringstid tidlig og kan tilpasse faseveklingene gjennom ett til to omløp før passeringen.

## 5 Anbefalinger og videreføringer

### 5.1 Effekter av prioritering for næringstransport

PRINT demonstratoren på Majorstuen har vist at det kan være gunstig for næringstransporten å få prioritering i signalanlegg for sentrumsområder. De påviste effektene for næringstransporten er besparelser i reisetid på 9 til 15 % gjennom signalregulerte områder. Dette sammenlignes med at et av seks næringskjøretøy slipper å vente på neste grønnbølge. Prioriteten som er prøvd ut er samtidig vesentlig lavere enn den prioriteten som gis til kollektivtransporten.

Avhengig av størrelsen på de signalregulerte områdene kan Posten sine kjøretøy i gjennomsnitt spare 10 – 60 sekunder på kjøringen mellom de ulike terminalene og postkontorene. Oppholdstiden og variasjonsbredden på stoppene overstiger langt den effekten man ser via prioriteringen.

Selv om det er forventet at personbiltrafikk samt fotgjengere kan få noen forsinkelser, har vi ikke vært i stand til å identifisere eventuelle negative endringer for disse gruppene på grunn av prioritet for næringstransport. Effekten av tilfeldige svingningene i ankomstprofilen for personbiler og for fotgjengere gir høyere forventete utslag i reisetiden enn de vi opplever ved innføring av prioriteringsanmodningene fra næringstransporten.

Spørsmålet man sitter igjen med etter demonstratoren er følgende: Gir prioritetstiltakene nok effekt for næringstransporten til at dette kan være en ettertraktet tjeneste? Effektene som er påvist er riktige i forhold til det som man oppnår i besparelser i kjøretid for kollektivtrafikken. Samtidig kan det være en dimensjonsforskjell mellom hvor stor andel faktisk kjøretid utgjør av dagens tidsforbruk. Her vil det åpenbart også være store interne forskjeller for ulike aktører innen næringstransporten.

### 5.2 Kombinasjon med styringssystem på Østlandsterminalen

Et stort prosjekt for distribusjonsdelen av Posten har i de siste årene vært en samlokalisering på Robsrud. Postens nye Østlandsterminal på Robsrud i Lørenskog ble offisielt åpnet av kong Harald fredag 29. januar 2010. Terminalen er blant verdens mest avanserte, og den vil være styringsenhet for all postdistribusjon i Norge.



Figur 5-1 – Kjøretøyporter på Østlandsterminalen

Byggingen har kostet vel 2,5 milliarder kroner, hvorav 500 millioner kroner er brukt til investeringer i ny postteknologi. Anlegget blir daglig arbeidsplass for vel 2.300 ansatte. Vel 60 prosent av det norske postvolumet skal bli sortert her. All post fra Brevsenteret i Oslo samt fra Hamar og Drammen skal overflyttes i løpet av 2010. Postens terminalstruktur er nå endret fra 32 til 9 terminaler.

Når distribusjonsbilene ankommer Østlandsterminalen for å levere og hente post vil et kontrollsystem ha reservert hvilken av de 56 porter i hele byggets lengde som skal brukes. Tildelt port vises både ved hovedporten for adkomsten til hele anlegget og ved de enkelte portene. Østlandsterminalen med alle 56 portene er vist i figur 5.1.

Konseptet er bygd opp på grunnlag av planlagte terminaloppdrag og portene er reservert for de enkelte lastebilene i inntil en time utover behovet for lasting og lossing. Østlandsterminalen har tilstrekkelig kapasitet til at dette konseptet fungerer godt her. Imidlertid kunne en mer effektiv utnyttelse av portene muligens redusert behovet plassbehovet. Det er utvilsomt mye å spare på en effektivisering her.

I PRINT-prosjektet har Posten vært en viktig partner som har bidradd både med medarbeidernes erfaring og praktiske tiltak som under demonstratoren på Majorstuen. Kunnskapen fra sanntidssystemet kunne med fordel vært kombinert med planleggingen av utnyttelse av porter i et fremtidig terminalbygg for Posten. En mer dynamisk utnyttelse kombinert med sikre anslag på ankomster for Posten sine kjøretøy kan eventuelt gi både bedre fremkommelighet i bymiljøet samt bedre utnyttelse av terminalene. ITS-anvendelsen kan potensielt gi store besparelser for Posten.

Vi har her valgt å peke på et konkret tema som kan utnyttes. Imidlertid er hovedfokuset vårt at en tilrettelegging for næringstrafikken må ivareta flere behov innen en applikasjon. Først da får en utnyttet potensialet ved bedre tilrettelegging. Det er flere kommersielle aktører som per i dag tilbyr produkter som støtter ett segment. Erfaringene til nå har imidlertid vært at nytten blir for liten i forhold til kostnadene. En integrering mellom rutevisning, prioritering, adgang og betaling innen en konsoll kunne gitt fordeler for næringstransporten.

## 6 Referanser

Bentzen, M (2008) *Sanntidsinformasjon i Rogaland*, Workshop i Stavanger 2008-04-08, Trafikanten AS

Rødset J, Bang B, (2006) *ITS I kollektivtrafikken. Potensiale for reduserte reisetider og styrket konkuranseevne*. STF50 A05223, SINTEF

Skjetne, E. mfl.: *IBIS Logitrans: Sanntids ruteinformasjon for kollektivtrafikken i Trondheim*. SINTEF rapport STF22 A033013, 2003

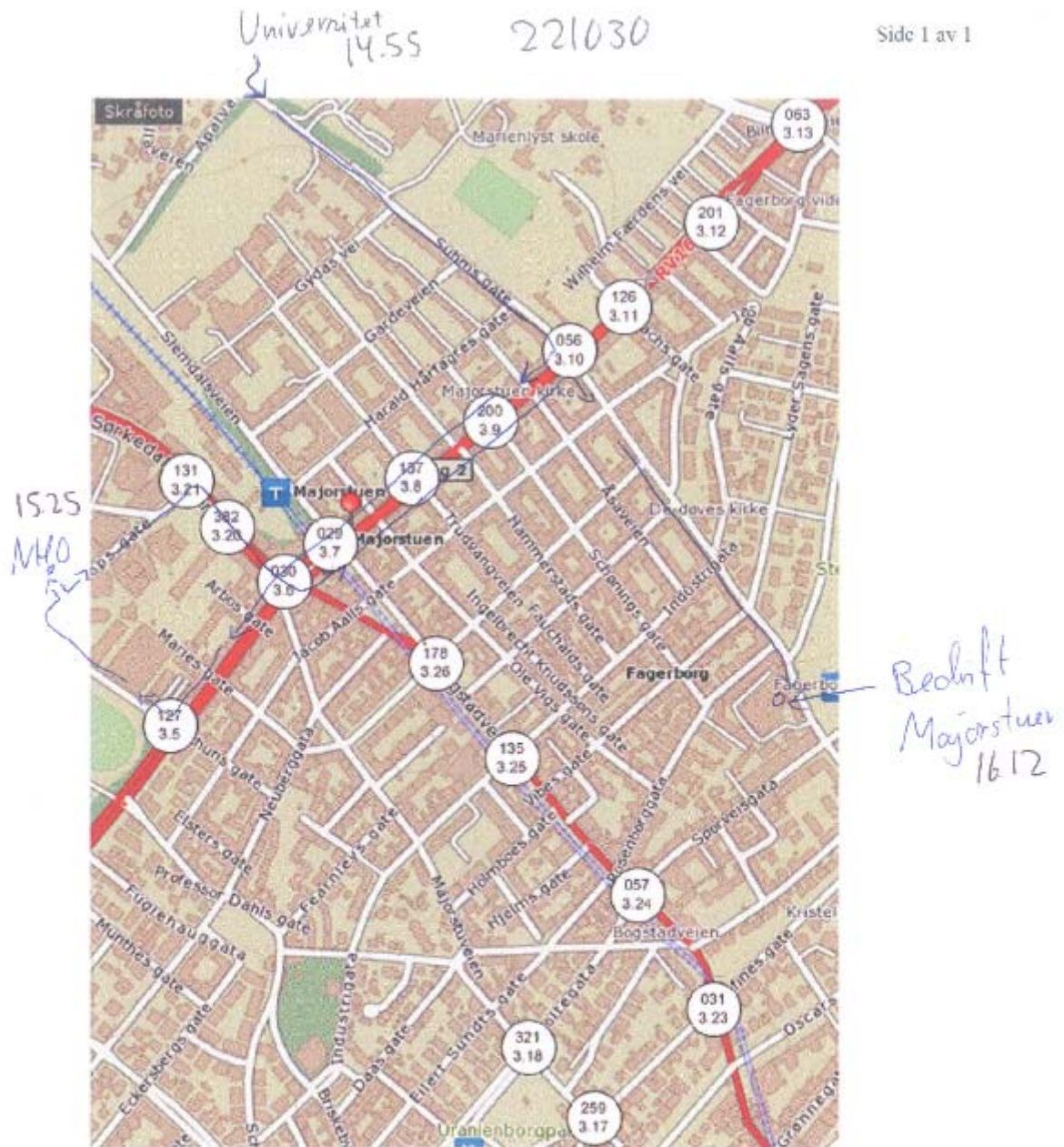
Tveit, Ørjan (2007) *Sanntidsinformasjonssystem for kollektivtrafikken i Rogaland, Alternative leverandører – grunnlag for videre arbeid*, SINTEF Transportsikkerhet og –informatikk

Tveit Ø, Flø, M (2007) *AKTA – Evaluering av Demonstrator*, SINTEF Transportsikkerhet og -informatikk, STF50 A03315

Tveit, Ørjan (2008a) *Studietur - SIS installasjoner hos Fara (København) og Swarco (Milano/Torino)*, SINTEF Transportsikkerhet og -informatikk

Tveit, Ørjan (2008b) *Kollektivprioritering i Trondheim*, SINTEF Transportsikkerhet og -informatikk

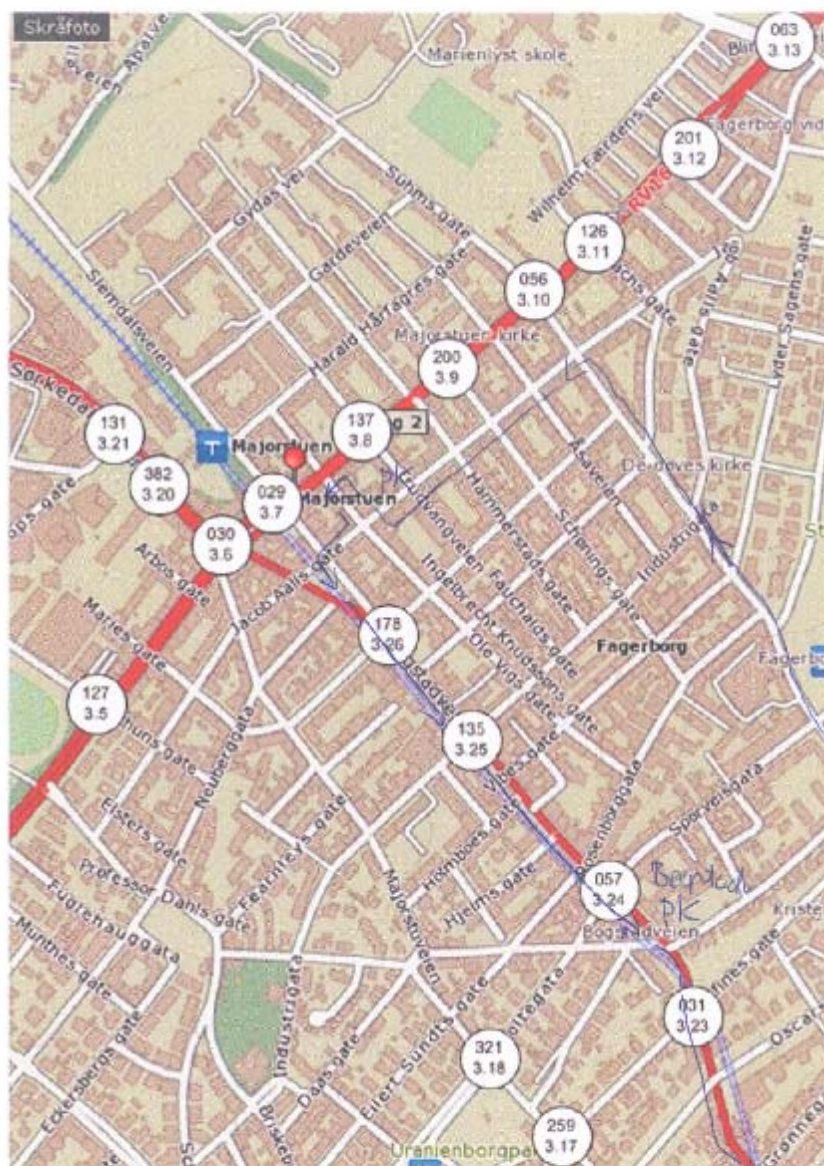
## Vedlegg 1 - Rutekart for Posten sine ruter





221031

Side 1 av 1



Fra BSL  
15.45

Til BSU  
16.45

223020

10.15-10.45

Side 1 av 1

Til  
Rog  
10.48



Bedrift  
Majorstuen  
10.31



Side 1 av 1



259120

Side 1 av 1

Forskvingpuden  
1510

NRK 1522

Statist  
1530

NHO  
1545



Til MAX Joh  
1600



341010 1. tur

Side 1 av 1



342020

Side 1 av 1





342010

Side 1 av 1

