

Beregnet til  
**Trondheim kommune**

Dokument type  
**Rapport**

Dato  
**April, 2018**

# KAPASITETSBEREGNINGER METROBUSS SENTERVEGEN



# KAPASITETSBEREGNINGER METROBUSS SENTERVEGEN

Revisjon **00**  
Dato **06/04/2018**  
Utført av **Marte Dahl (MDLTRH), Øyvind Høsser (OVHO)**  
Kontrollert av **Tor Lunde (TLETRH)**  
Godkjent av **Tor Lunde (TLETRH)**  
Beskrivelse **Vurdering av kapasitet og fremkommelighet for to nye geometriske løsninger med bussveg i Sentervegen ved City Syd, Tiller**

Ref. 1350023034

Rambøll  
Kobbes gate 2  
PB 9420 Torgarden  
N-7493 Trondheim  
T +47 73 84 10 00  
www.ramboll.no

\\trh-s18\oppdrag\2017-Oppdrag\1350023034 Superbuss Trh. Rådgiverbistand\7-PROD\T-Trafikk\1-Sentervegen\DOK\T-rap-001 Trafikkberregninger Sentervegen\_20180406.docx

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>SAMMENDRAG</b>	<b>1</b>
<b>1. INNLEDNING</b>	<b>2</b>
1.1 Bakgrunn	2
1.2 Metode	2
1.3 Modellverktøy	4
1.4 Grunnlag	5
<b>2. DAGENS SITUASJON</b>	<b>6</b>
2.1 Trafikkmengde	6
2.2 Fartsgrense	7
2.3 Avvikling ved City Syd	8
<b>3. FREMTIDIG SITUASJON</b>	<b>11</b>
3.1 Rutestruktur 2019	11
3.2 Hårstadkrysset	12
<b>4. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE</b>	<b>13</b>
4.1 Alternativ 0 – Dagens vegnett i Sentervegen	13
4.2 Alternativ 1 – Rundkjøring i Østre Rosten	13
4.3 Alternativ 2 – Signalregulert X-kryss i Østre Rosten	14
4.3.1 Signalanlegg	16
<b>5. RESULTATER</b>	<b>18</b>
5.1 Forsinkelse buss	21
5.2 Forsinkelse bil	22
5.3 Avvikling	24
5.3.1 Alternativ 0	24
5.3.2 Alternativ 1	25
5.3.3 Alternativ 2	26
5.4 Følsomhetsberegninger +5 % flat vekst	29
5.4.1 Forsinkelse buss	29
5.4.2 Forsinkelse bil	30
<b>6. VURDERING OG KONKLUSJON</b>	<b>33</b>
6.1 Konklusjon	33
6.2 Usikkerheter i beregningene	33

## FIGURLISTE

Figur 1: Området – Sentervegen, Tiller (kart hentet fra: finn.no/kart) .....	2
Figur 2: Modellområdet i Aimsun .....	3
Figur 3: Trafikkmengde 2017, kjt/døgn .....	6
Figur 4: Skiltet fartsgrense, km/t.....	7
Figur 5: Sentervegen dagens situasjon (hentet fra: finn.no/kart).....	8
Figur 6: Skjermdumper av dagens situasjon i Aimsun .....	9
Figur 7: Rutetilbud 2019, Tiller (AtB, 2018).....	11
Figur 8: Hårstadkrysset .....	12
Figur 9: Alternativ 1 – rundkjøring, plantegning fra Trondheim kommune .....	13
Figur 10: Aimsunmodell av alternativ 1 – rundkjøring.....	14
Figur 11: Alternativ 2 – X-kryss, plantegning fra Trondheim kommune.....	15
Figur 12: Aimsunmodell av alternativ 2 – X-kryss .....	16
Figur 13: Signalplan i kryss med Sentervegen/Østre Rosten.....	16
Figur 14: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss, Sentervegen østgående .....	21
Figur 15: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss, Sentervegen vestgående.....	21
Figur 16: Forsinkelse (sek/kjt) bil, fra kryss med John Aes veg - innkjøring til City Syd .....	22
Figur 17: Forsinkelse (sek/kjt) bil, Østre Rosten fra sør - innkjøring til City Syd .....	22
Figur 18: Forsinkelse (sek/kjt) bil, E6 fra sør - Østre Rosten .....	23
Figur 19: Skjermdumper av alternativ 0 i Aimsun .....	24
Figur 20: Skjermdumper av alternativ 1 i Aimsun .....	25
Figur 21: Skjermdumper av alternativ 2 i Aimsun .....	27
Figur 22: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss med 5% trafikkvekst, Sentervegen østgående.....	29
Figur 23: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss med 5% trafikkvekst, Sentervegen vestgående .....	29
Figur 24: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, kryss med John Aes veg- innkjøring City Syd .....	30
Figur 25: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, Østre Rosten fra sør- innkjøring til City Syd.....	30
Figur 26 : Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, E6 fra sør – Østre Rosten.....	31
Figur 27: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, kryss med John Aes veg- innkjøring City syd, alt 2 .....	31
Figur 28: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, fra Østre Rosten sør – innkjøring City syd, alt 2.....	32
Figur 29: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, E6 fra sør – Østre Rosten, alt 2 .....	32

## TABELLISTE

Tabell 1: Beskrivelse av alternativene .....	4
Tabell 2: Svingebevegelser per fase .....	17
Tabell 3: Delstrekninger for resultatuttak.....	18

## SAMMENDRAG

Sammendraget inkluderer Rambøll sine funn i modellberegninger av to nye geometriske løsninger for bussveg i Sentervegen ved City Syd, Tiller. De to alternative løsningene er sammenlignet mot et 0-alternativ med dagens vegnett i Sentervegen. Beregninger er gjennomført for basisår 2019 med ny rutestruktur inkl. Metrobuss. I tillegg er alternativer vurdert for en +5 % flat trafikkvekst i området. Beregnede alternativer er som følger:

- *Alternativ 0 – Dagens vegvett i Sentervegen*
- *Alternativ 1 – Midtstilt bussveg i Sentervegen med rundkjøring i Østre Rosten*
- *Alternativ 2 – Midtstilt bussveg i Sentervegen med signalregulert X-kryss i Østre Rosten*

I alternativ 0 viser beregningene relativt store forsinkelser for busser gjennom Sentervegen. Dette skyldes i stor grad at bussene deler kjørefelt, og dermed kømagasin, med øvrig trafikk.

Rundkjøring i Østre Rosten i alternativ 1 bedrer avviklingen generelt i krysset, og har positiv effekt på trafikken i området. Egne bussfelt sikrer at bussene kjører forbi kø i Sentervegen og Østre Rosten, og har prioritet over bil inn mot rundkjøringen fra Sentervegen. Løsningen gir god fremkommelighet for bussene i alternativ 1, også med trafikkvekst. Rundkjøring gir derimot ikke mulighet for bussprioritering gjennom krysset.

I alternativ 2 er det god fremkommelighet for bussen i Sentervegen og gjennom signalanlegget. Løsningen gir også mulighet for å prioritere bussen gjennom krysset i stor grad. Det signalregulerte krysset klarer derimot ikke å avvike etterspørselen av biltrafikken i rush. Avviklingsproblemer i X-krysset har konsekvenser andre steder i vegnettet som påvirker og forsinker bussen i stor grad. Særlig gjelder dette buss fra Sentervegen i vest, buss langs E6, og langs Østre Rosten fra sør. Signalanlegget tillater ikke U-sving i kryss med Østre Rosten.

Begge alternativene har kryssløsning høyre av-/på i Sentervegen fra City syd og Ivar Lykkes veg. Dette medfører en del U-svinger i rundkjøringen(e) i begge alternativene.

Følsomhetsberegninger med 5% flat trafikkvekst, viser minst konsekvenser for biler i alternativ 0 – dagens vegnett i Sentervegen. For buss viser beregningene at både dagens vegnett og alternativ 1 med rundkjøring i Østre Rosten tåler trafikkøkning uten å påvirke forsinkelsen for bussen i stor grad. Bussene har betydelig bedre fremkommelighet i alternativ 1 på grunn av egne bussfelt sammenlignet med alternativ 0. Langs Sentervegen i egne bussfelt gjelder det samme for alternativ 2.

### Konklusjon

Egne bussfelt i Sentervegen gir en betydelig bedre fremkommelighet for bussen. Kryssløsning i Østre Rosten har stor betydning for trafikkavviklingen i Sentervegen og Østre Rosten. Nytt signalanlegg gir dårligere avvikling enn i dag og har uheldige konsekvenser for buss i det øvrige nettverket. Dette til tross for prioritering av busser gjennom krysset. Rundkjøring i alternativ 1 gir bedre avvikling enn i dag, men noe lengre kjøreturer for ordinær trafikk inn og ut av City Syd parkeringsanlegg og Ivar Lykkes veg med høyre av/høyre på.

Det anbefales å velge rundkjøring som kryssløsning over nytt/endret signalanlegg i Østre Rosten med midtstilte bussfelt i Sentervegen. Rundkjøringsløsningen er noe utradisjonell i forhold til retning på bussfelt, og det er derfor svært viktig at det gjennomføres en trafiksikkerhetsvurdering av løsningen. Dette gjelder også rundkjøring i kryss med av-/pårampe til E6 i nordgående retning.

# 1. INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Ny rutestruktur for buss i Trondheim skal på plass til høsten 2019. Endringen omfatter blant annet tre nye Metrobussruter; M1, M2, og M3, med krav om effektive ruter med god fremkommelighet. Sentervegen ved City Syd på Tiller vil være fremtidig knutepunkt for både M1 og M2, og må tilpasses ny rutestruktur og nye busstyper. Området er vist i Figur 1.



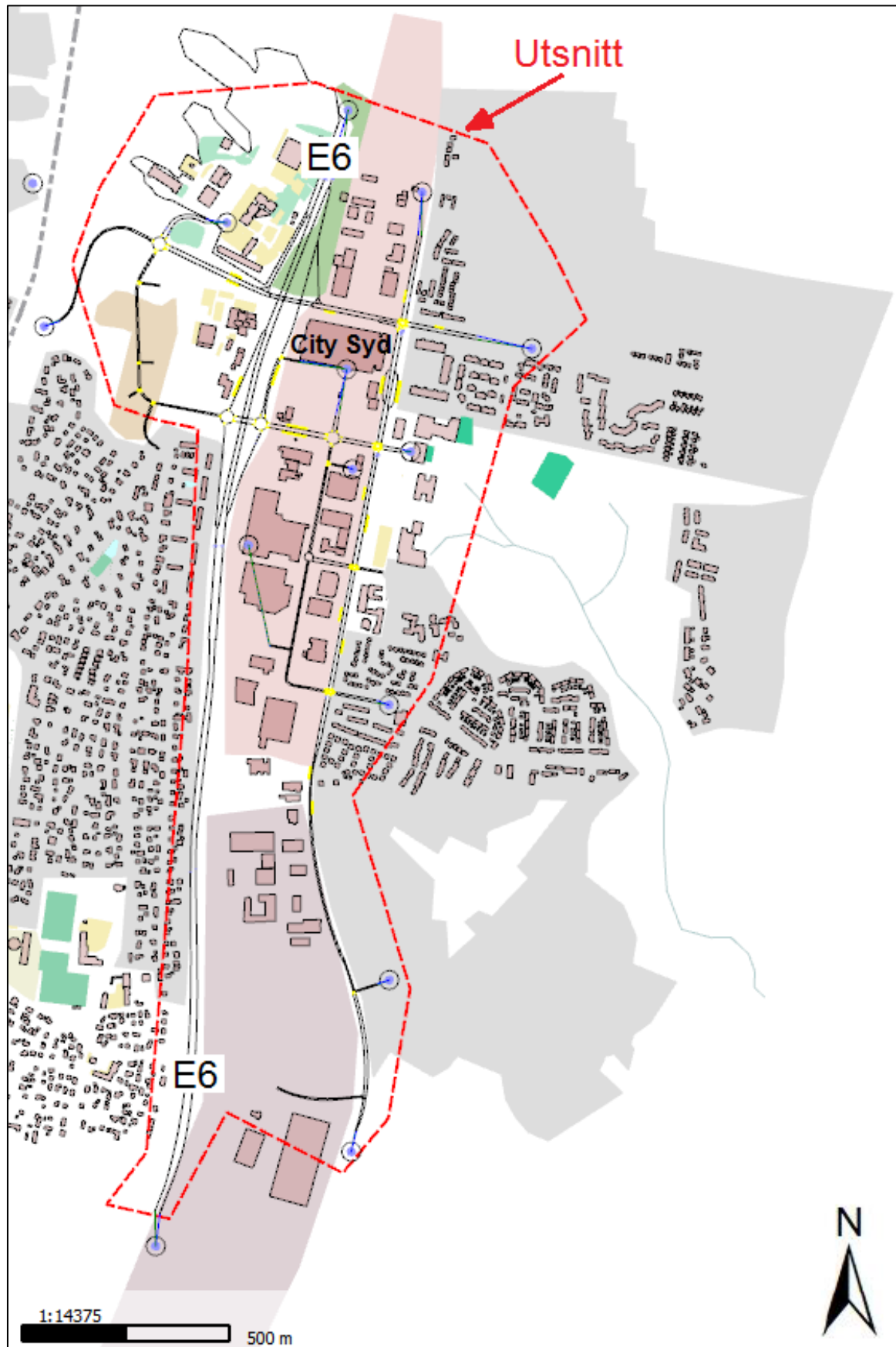
Figur 1: Området – Sentervegen, Tiller (kart hentet fra: [finn.no/kart](http://finn.no/kart))

Figur 1 viser Sentervegen og kryss med avkjørsel fra E6 nordgående, Ivar Lykkes veg, og Østre Rosten som krever nye løsninger for en fremtidig bussveg. I denne rapporten vurderes to nye geometriske løsninger for bussveg i Sentervegen.

## 1.2 Metode

Kapasitetsberegninger og avviklingsvurderinger er gjennomført basert på modellering i *Aimsun* – se rapportens kapittel 1.3 *Modellverktøy* for en beskrivelse av programmet.

Det er tatt utgangspunkt i eksisterende *Aimsun*modell av området utarbeidet av Rambøll ved forprosjekt for Tiller knutepunkt i 2016 og 2017. Til dette prosjektet er det klipt et utsnitt av den eksisterende modellen som inkluderer Heimdal, Sivert Thonstads veg, og Tiller. Utsnittet er vist i Figur 2.



Figur 2: Modellområdet i Aimsun

Modellen er kalibrert for dagens situasjon basert på trafikkmengder og atferd. Trafikktellinger i kryss, detektortellinger i signalanlegg, enkelttelling på kommunale veger og tellepunkt langs E6 er benyttet som grunnlag for trafikk i modellen. For fremtidig trafikkmengder er det ikke tatt hensyn til øvrige utbyggingsområder. For fremtidig vegnett er det tatt hensyn til nytt kryss med E6 på Hårstad (Hårstadkrysset) i tillegg til tiltak på knutepunktet. Kalibrering er gjort med dagens vegnett.

Nye geometriske løsninger er sammenlignet mot dagens vegnett i Sentervegen. Fremtidig buss-tilbud som er planlagt til høsten 2019 er inkludert i alle alternativ. Alternativene er oppsummert i Tabell 1.

**Tabell 1: Beskrivelse av alternativene**

<b>Alternativ 0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dagens vegnett i Sentervegen</li> <li>- Fremtidig bussrutetilbud</li> <li>- Fremtidig Hårstadkryss</li> </ul>
<b>Alternativ 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bussveg i Sentervegen</li> <li>- Høyre av/høyre til City Syd parkering (sør)</li> <li>- Fremtidig bussrutetilbud</li> <li>- Rundkjøring med Østre Rosten</li> <li>- Fremtidig Hårstadkryss</li> </ul>
<b>Alternativ 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bussveg i Sentervegen</li> <li>- Høyre av/høyre til City Syd parkering (sør)</li> <li>- Fremtidig bussrutetilbud</li> <li>- Signalregulert X-kryss med Østre Rosten</li> <li>- Fremtidig Hårstadkryss</li> </ul>

Ettersom området i stor grad består av handelstrafikk samt arbeidsreiser, er det størst trafikk om ettermiddagen. Det er kun gjennomført beregninger for ettermiddagssituasjon kl. 15:00-17:00. Området har erfaringsmessig ubetydelige avviklingsproblemer om morgenen sammenlignet med ettermiddagen.

Beregninger i Aimsun er utført med 15 minutter oppvarmingstid. Det gjør at kjøretøy er fordelt ut i vegnettet når beregninger starter.

Det er gjennomført følsomhetsanalyse for alternativene med 5 % generell vekst i hele modellområdet. Trafikkmengder er altså økt flatt med 5 % fra alle soner som genererer trafikk inn i modell. Premisser for rutevalg er uendret i følsomhetsberegningene.

### 1.3 Modellverktøy

Trafikkberegningene er gjennomført i simuleringsprogrammet Aimsun. Aimsun er utviklet av Transport Simulation Systems (TSS) i Spania, med opprinnelse fra Universitat Politecnica de Catalunya i Barcelona. I programmet kan man gjennomføre mikro-, meso- og makroberegninger. Det er gjennomført beregninger på mikroskopisk nivå i dette prosjektet.

En mikrosimuleringsmodell er en modell hvor adferden til hvert enkelt kjøretøy modelleres separat. Hvert kjøretøy tildeles et sett med egenskaper som brukes til å modellere kjøretøyets adferd. Atferdsmodellene består gjerne av ulike delmodeller som for eksempel feltskifte, og hvordan kjøretøyene forholder seg til kjøretøyene foran (Car-following) osv.



Mikromodellene er stokastiske. Dette innebærer at resultatene vil variere fra beregning til beregning. Dette kan sammenlignes med den variasjonen man kan observere når man sammenligner 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.

Det er benyttet Aimsun versjon 8.2.0 til modelleringen med gjennomsnitt av 10 beregninger.

#### 1.4 Grunnlag

Trafikkmengder er basert på tellinger og mottatte data langs følgende strekninger/kryss:

- Krysstellinger inkl. bevegelser ut/inn til **nordvestlig ankomst av City Syd parkeringsanlegg**. Telling er utført på kvartersnivå mellom kl. 15:00-17:00 tirsdag 12. september 2017 (mottatt fra Asplan Viak, datert 19.03.2018).
- Krysstellinger inkl. bevegelser ut/inn til **sydlig ankomst av City Syd parkeringsanlegg**. Telling er utført på kvartersnivå mellom kl. 15:00-17:00 tirsdag 12. september 2017 (mottatt fra Asplan Viak, datert 19.03.2018).
- Krysstellinger inkl. bevegelser i **rundkjøring med nordlig avkjørselsrampe fra E6 nordgående og Sentervegen**. Telling er utført på kvartersnivå mellom kl. 15:00-17:00 tirsdag 12. september 2017 (mottatt fra Asplan Viak, datert 19.03.2018).
- Detektorpassering per felt i **kryss med Østre Rosten og John Aes veg**. Registreringene er mottatt på timenivå. Det er benyttet sum to timer kl. 15:00-17:00, mandag 23. januar 2017 (mottatt fra Statens vegvesen i forbindelse med forprosjekt).
- Detektorpassering per felt i **kryss med Østre Rosten og Sentervegen**. Registreringene er mottatt på timenivå for mandag 23. januar 2017. Det er benyttet sum to timer kl. 15:00-17:00 (mottatt fra Statens vegvesen i forbindelse med forprosjekt).
- Detektorpassering per felt i **kryss med Østre Rosten og Ivar Lykkes veg**. Registreringene er mottatt på 15 min-nivå for tirsdag 14.03.2017. Det er benyttet sum to timer kl. 15:00-17:00 (mottatt fra Statens vegvesen i forbindelse med forprosjekt)
- Tellepunkt langs **E6 ved XXL Tiller i nord- og sørgående retning**. Data er registrert over uke 12 (mars) i 2017. Timetrafikken er beregnet som et gjennomsnitt over hverdager, mellom kl. 15:00-17:00 (mottatt fra Statens vegvesen i forbindelse med forprosjekt)
- Enkeltregistrering kommunalt tellepunkt i **John Aes veg i sør- og nordgående retning til/fra rundkjøring** med forlengelse av Sentervegen i sør og fra Bjørndalen i vest. Registreringer er utført i uke 15 (april) i 2016. Trafikkmengder er beregnet ut fra snitt over uka, mellom kl. 15:00-17:00 på kvartersnivå (mottatt fra Trondheim kommune i forbindelse med forprosjekt).
- Enkeltregistrering kommunalt tellepunkt i **Ivar Lykkes veg** mot kryss med Østre Rosten. Tellinger for 21-26 september 201. Timetrafikken er beregnet som et gjennomsnitt over hverdager, mellom kl. 15:00-17:00 (mottatt fra Trondheim kommune i forbindelse med forprosjekt).

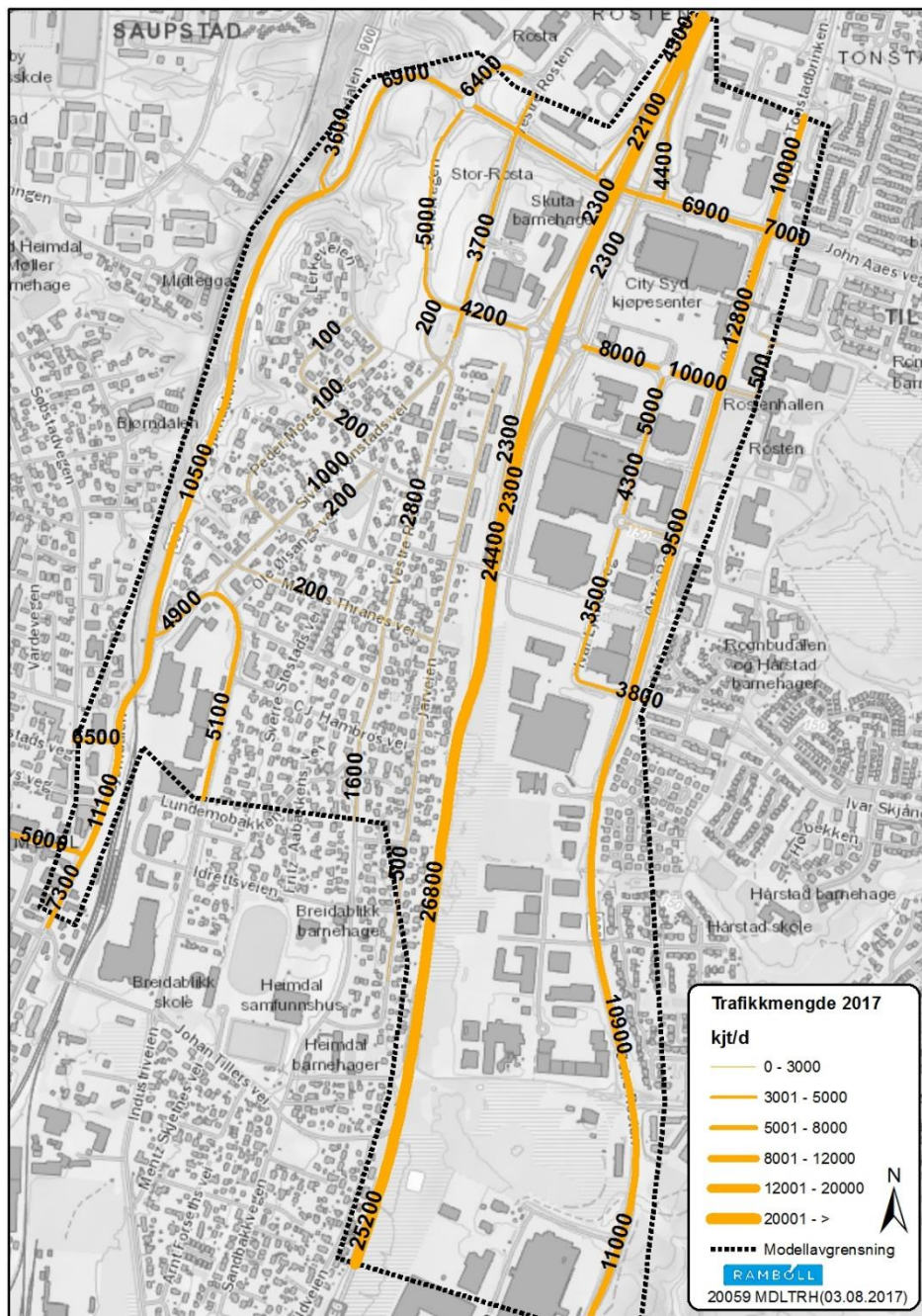
Fremtidig rutestruktur i 2019 er mottatt fra AtB i januar 2018. Bussruter er lagt inn etter planlagt bussrute, og med ankomsttid etter rutetabellen.

## 2. DAGENS SITUASJON

### 2.1 Trafikkmengde

Gjennomsnittlig døgnetrafikk for 2017 i området er vist i Figur 3. Trafikkmengden er hentet fra Nasjonal vegdatabank (Statens vegvesen).

Trafikkmengden i Sentervegen ved City Syd ligger 8 000 kjt/d på vestsiden av innkjøringen til City Syd og 10 000 kjt/d på østsiden. Ivar Lykkes veg har en ÅDT på 5 000 kjt/d.

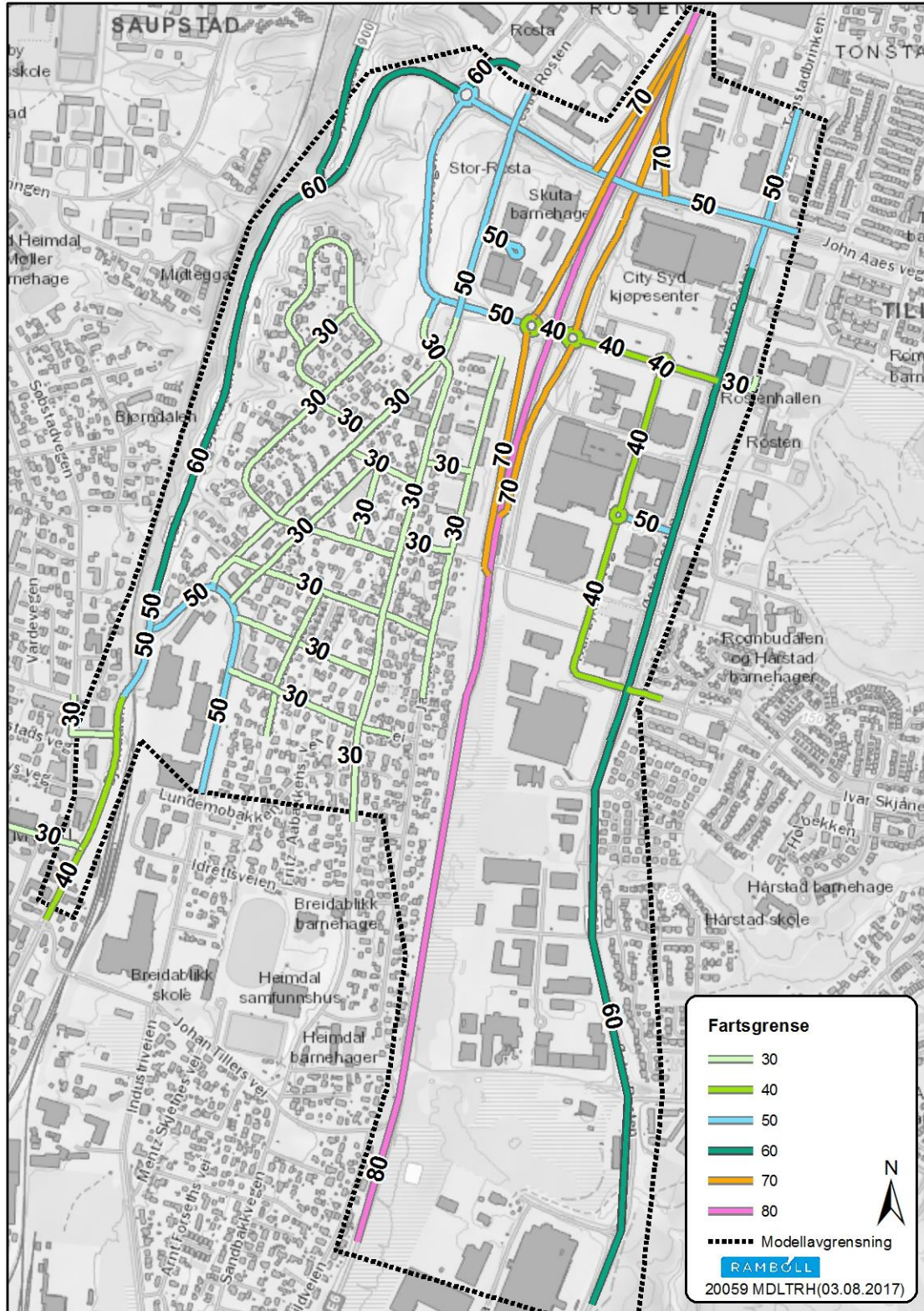


Figur 3: Trafikkmengde 2017, kjt/døgnet

Andel tunge kjøretøy er antatt å utgjøre 6 % av totaltrafikken (eks. busser) i rush. Dette er basert på rushtellinger i området. Det er benyttet 6 % tungtransportandel med flat fordeling i Aimsunmodellen.

## 2.2 Fartsgrense

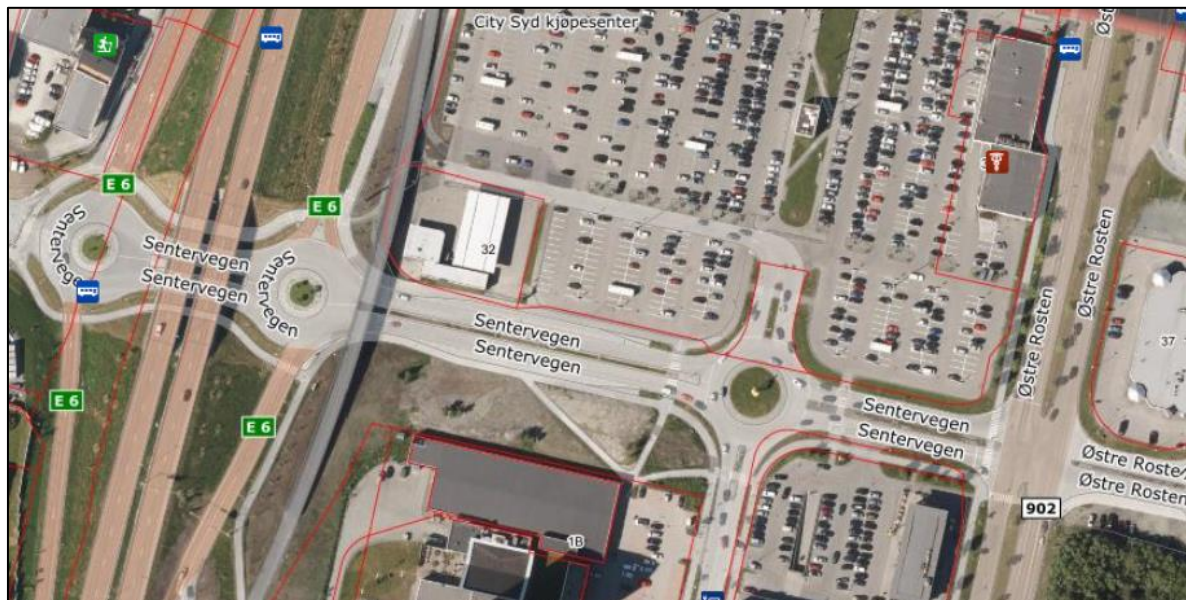
Skiltet fartsgrense i området er vist i Figur 4. Fartsgrensen i Sentervegen forbi City Syd ligger på 40 km/t.



Figur 4: Skiltet fartsgrense, km/t

### 2.3 Avvikling ved City Syd

Langs Sentervegen ved City Syd er det i dag to kjørefelt i hver retning. I enden av vegen på øst-siden er det et signalregulert kryss med Østre Rosten. Innkjøring til City Syd er via rundkjøring med Ivar Lykkes veg og Sentervegen. Av- og påramper til E6 foregår via to rundkjøringer vest for City Syd. Dagens holdeplass i Sentervegen ligger som busslommer på vestsiden av rundkjøringen, som vil være et viktig knutepunkt med fremtidig rutestruktur. Metrobuss linje 1 vil passere knutepunktet med 5 min frekvens.



Figur 5: Sentervegen dagens situasjon (hentet fra: [finn.no/kart](http://finn.no/kart))

Det har blitt gjennomført trafikktegnninger og observasjoner ved innkjøring til City Syd i rundkjøring med Sentervegen/Ivar Lykkes veg. Observasjonene ble gjennomført tirsdag ettermiddag 25. april. Det er stor variasjon i trafikkmengde og -mønster i området, på grunn av handelstrafikk. I ettermiddagsrushet på hverdag er det en blanding av handel og trafikk fra arbeid til bolig. Fredag ettermiddag/kveld og lørdag på dagtid er handelstrafikken en del større, mens reiser mellom bolig og arbeid utgjør en mindre andel. I enkelte perioder vil handelstrafikken være ekstrem, typisk ved spesielle salg og julehandel, men dette er avvikende situasjoner vegnettet ikke dimensjoneres etter. Det antas å være god avvikling i morgenrush, da det er lite trafikk til/fra handelsområder i denne perioden.

I observert situasjon tirsdag ettermiddag kom den største trafikkmengden fra Sentervegen vest, og den nest største strømmen kom fra øst. Timetrafikken i høyresving fra vest er over dobbelt så stor som de andre svingebevegelsene. Med høy andel høyresvingende fra vest og øst fungerer rundkjøring svært godt. Flaskehalsen for bussen er strekningen mellom rundkjøringen og kryss med Østre Rosten, samt noe forsinkelser inn mot rundkjøringen fra vest på grunn av kø.

Periodevis kjøppbygging ut av rundkjøringen til lyskryss med Østre Rosten og delvis ut Ivar Lykkes veg pga. venstresvingende kjøretøy og gangfelt, som igjen fører til blokkering for trafikken i rundkjøringen. Noe kjøppbygging inn mot rundkjøringen fra nord og sør, og noe lengre fra øst og vest. I perioder strekker køen fra vest seg nesten tilbake til rundkjøringen med E6-ramper (nordgående retning).

Med ti forskjellige beregninger varierer trafikkbildet en del for de ulike simuleringene i Aimsun. Figur 6 viser uttak av en representativ, gjennomsnittlig trafikksituasjon for dagens situasjon på halvtimesnivå.



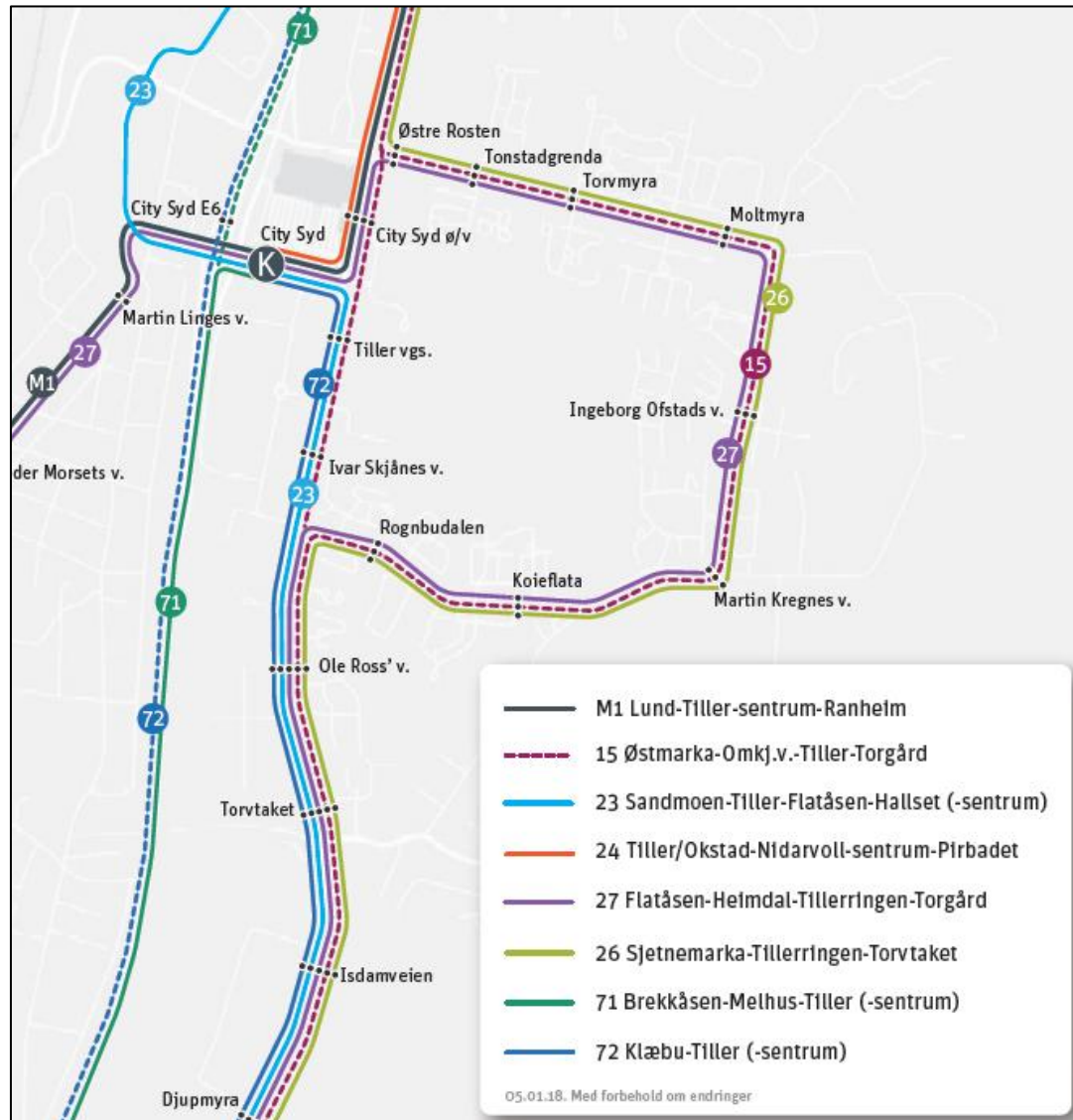
Figur 6: Skjermdumper av dagens situasjon i Aimsun

Figur 6 viser en representativ simulering av dagens situasjon. Tidlig i ettermiddagsperioden er det god avvikling i området. Størst køoppbygging mot kryss med Sentervegen og Østre Rosten pga. signalregulering. Køen bygges opp mot rushtopp mellom kl. 16:00 og 16:15. Da står køen langs østgående Sentervegen fra signalregulert kryss med Østre Rosten og helt tilbake til rampe fra E6 nordgående. I tillegg er det betydelige forsinkelser ut fra City Syd parkeringsanlegg i sør. Mot slutten av ettermiddagsrushet løses køen opp i Sentervegen.

### 3. FREMTIDIG SITUASJON

#### 3.1 Rutestruktur 2019

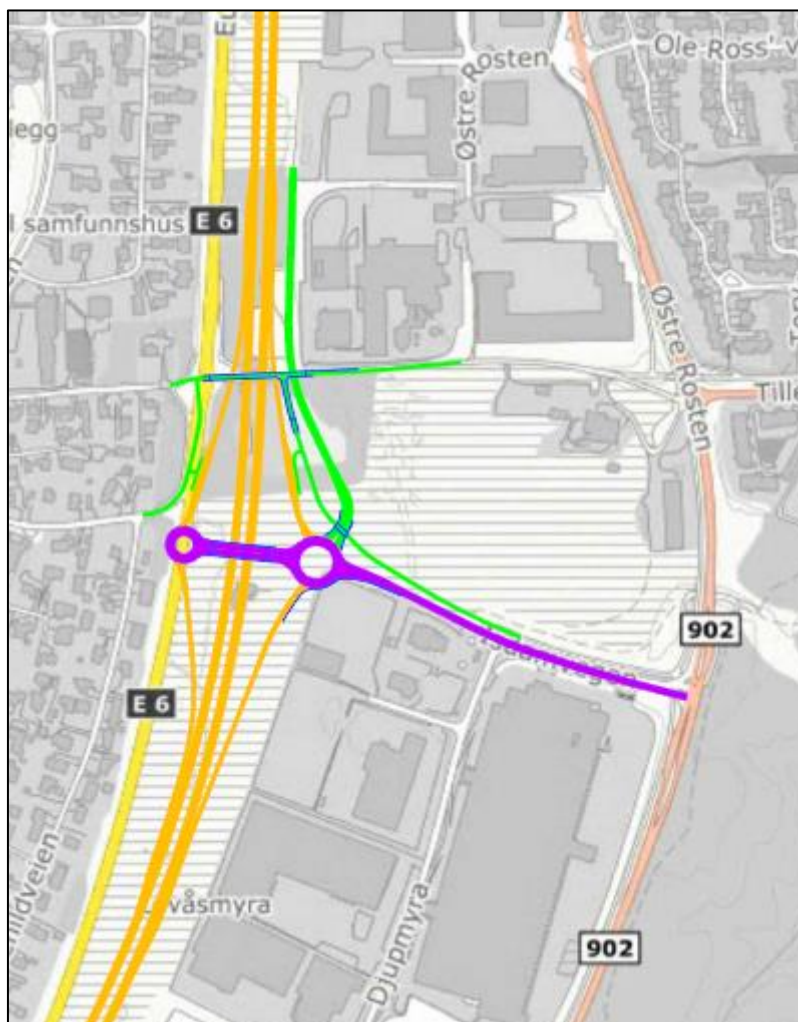
Rutestruktur for 2019 på Tiller er vist i Figur 7.



Figur 7: Rutetilbud 2019, Tiller (AtB, 2018)

### 3.2 Hårstadkrysset

I E6-prosjektet *Trondheim-Melhus* bygges det et nytt toplanskryss ved forbrenningsanlegget på Heimdalsmyra. Dette blir et svært viktig kryss for avvikling av trafikk mellom E6 og Østre Rosten. Nytt kryss vil i hovedsak avlaste Østre Rosten og Sentervegen. Utbyggingene er igangsatt og er planlagt ferdig våren 2019.



Figur 8: Hårstadkrysset

Dagens situasjon er kalibrert uten fremtidig Hårstadkryss. Etter kalibrert dagens situasjon inkluderer alle beregninger i Aimsun fremtidig Hårstadkryss i samtlige alternativer; alt. 0, alt. 1, og alt. 2. Hårstadkrysset gir et ekstra rutevalg i modellen fra dagens vegnett med tilknytning E6 og Østre Rosten.



## 4. BESKRIVELSE AV ALTERNATIVENE

To ulike alternativ for bussveg i Sentervegen er vurdert for bussens fremkommelighet, samt avvikling og kapasitet for annen trafikk. Bussvegen i Sentervegen er kodet inn i Aimsun med hastighet 30 km/t. Det er ikke kodet inn kollektivfelt i nordgående Østre Rosten mot kryss med John Aaes veg etter holdeplass *City Syd østre*.

De to nye geometriske alternativene (alt. 1 og alt. 2) er sammenlignet og vurdert mot dagens vegnett (alt. 0). Alle alternativer er presentert i det følgende.

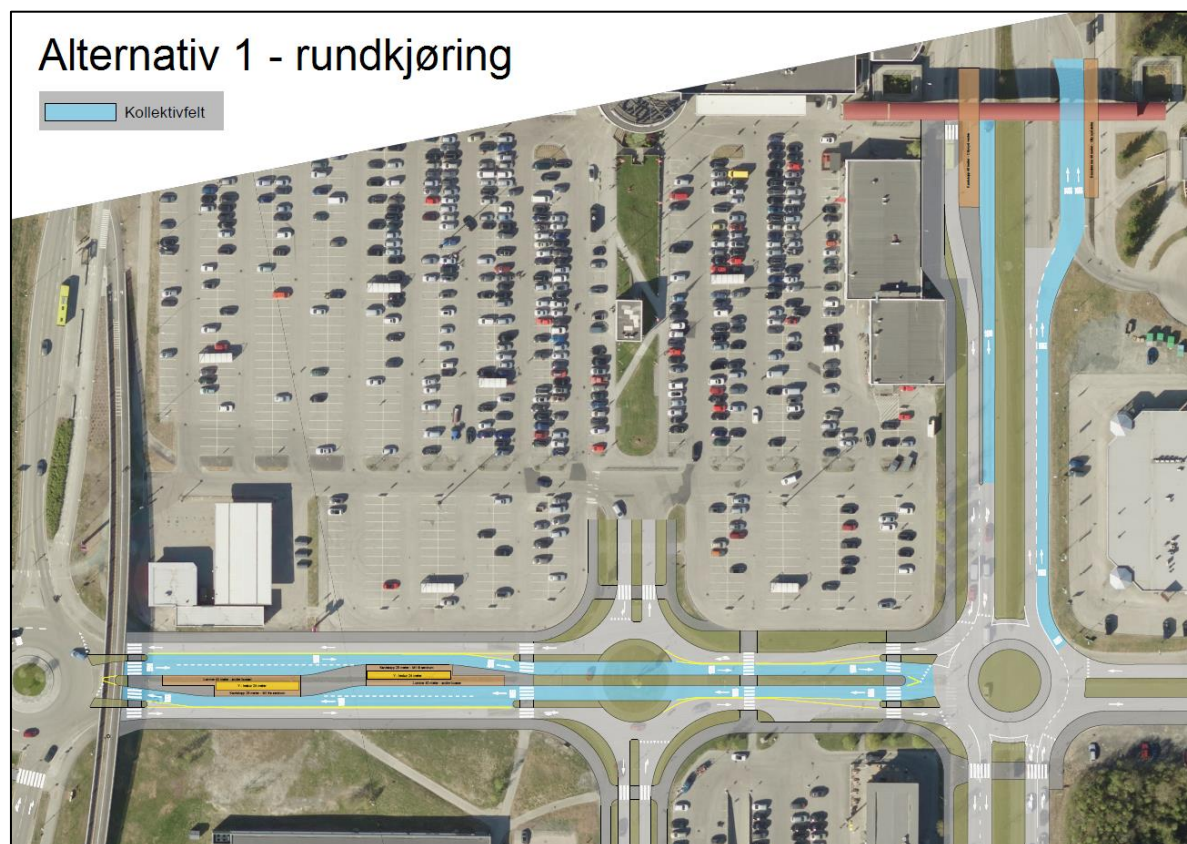
### 4.1 Alternativ 0 – Dagens vegnett i Sentervegen

Alternativ 0 inkluderer dagens vegnett i Sentervegen. Dagens vegnett er beholdt i området med unntak av inkludering av fremtidig utbygging av Hårstadkrysset.

Fremtidig busstilbud i 2019 er inkludert i alternativet, ikke dagens rutestruktur. Dette gir en konkret sammenligning mot nye geometriske alternativer.

### 4.2 Alternativ 1 – Rundkjøring i Østre Rosten

Alternativ 1 er vist i Figur 9 med rundkjøring i Sentervegen og Østre Rosten. Langs Østre Rosten går det to felt inn og to felt ut av rundkjøringen, og kun et felt inn og ut fra øst. I Sentervegen er det et kjørefelt for ordinær trafikk inn og ut av rundkjøringen og egen bussveg kun for rutebusser i midten av vegen. Øst- og vestgående felt alternerer langs Sentervegen i alternativ 1.

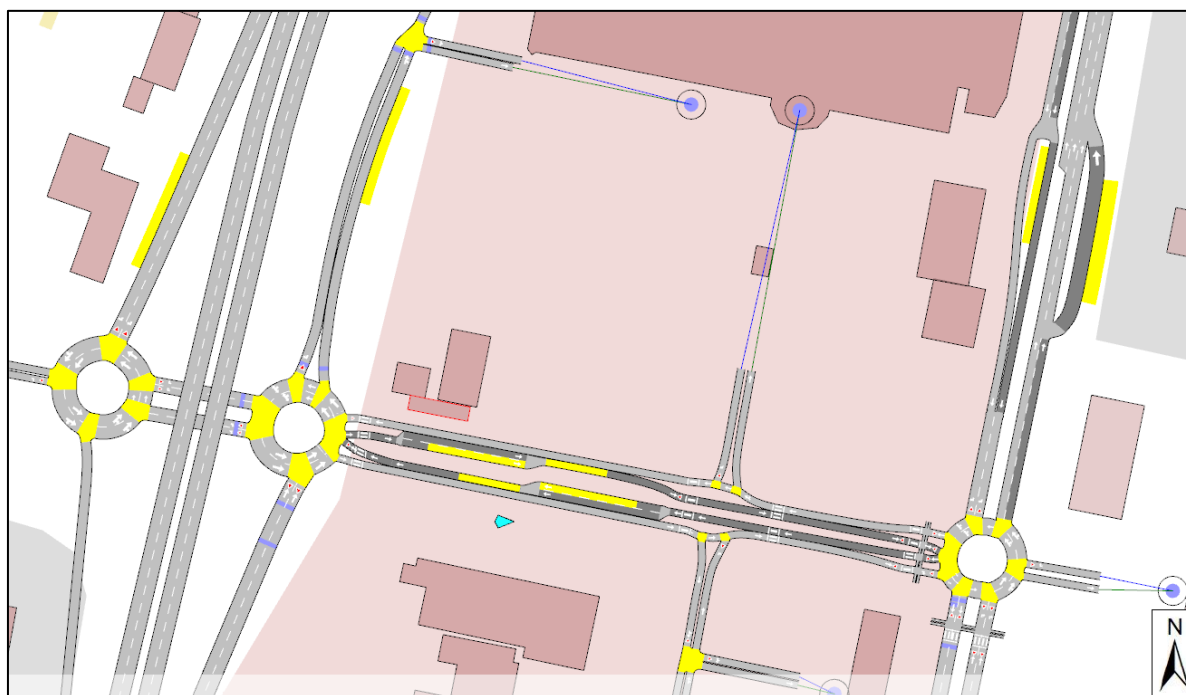


Figur 9: Alternativ 1 – rundkjøring, plantegning fra Trondheim kommune

Felles for både alternativ 1 og 2 er midtstilte kjørefelt kun for busser langs Sentervegen mellom kryss med Østre Rosten og kryss med avkjørsel fra E6 nordgående. Ordinær trafikk fra City Syd parkeringsanlegg og Ivar Lykkes veg er regulert med høyre av/høyre på slik at det ikke er noen

konfliktpunkt med busser. Metrobussen og andre rutebusser har forskjellige holdeplasser der ordinære busser i rute benytter første holdeplassen. Ved disse holdeplassene er bussvegen utvidet med et ekstra felt for at Metrobussen kan passere og kjøre til neste og egen holdeplass. Her er det kun ett felt, så andre busser må evt. vente på Metrobussen.

Holdeplassløsning nord for rundkjøring med Sentervegen og Østre Rosten er forskjellig i sørgående retning i alternativ 1 og 2. I alternativ 1 er kollektivfeltet midtstilt med holdeplass mellom kollektivfeltet og sidestilt ordinært kjørefelt. I Aimsun er det kodet inn midtstilt kollektivtrasé fra kryss lengre nord med Østre Rosten og John Aaes veg frem til holdeplassen (City Syd vestre). Aimsunmodellen med alternativ 1 er vist i Figur 10.



**Figur 10: Aimsunmodell av alternativ 1 – rundkjøring**

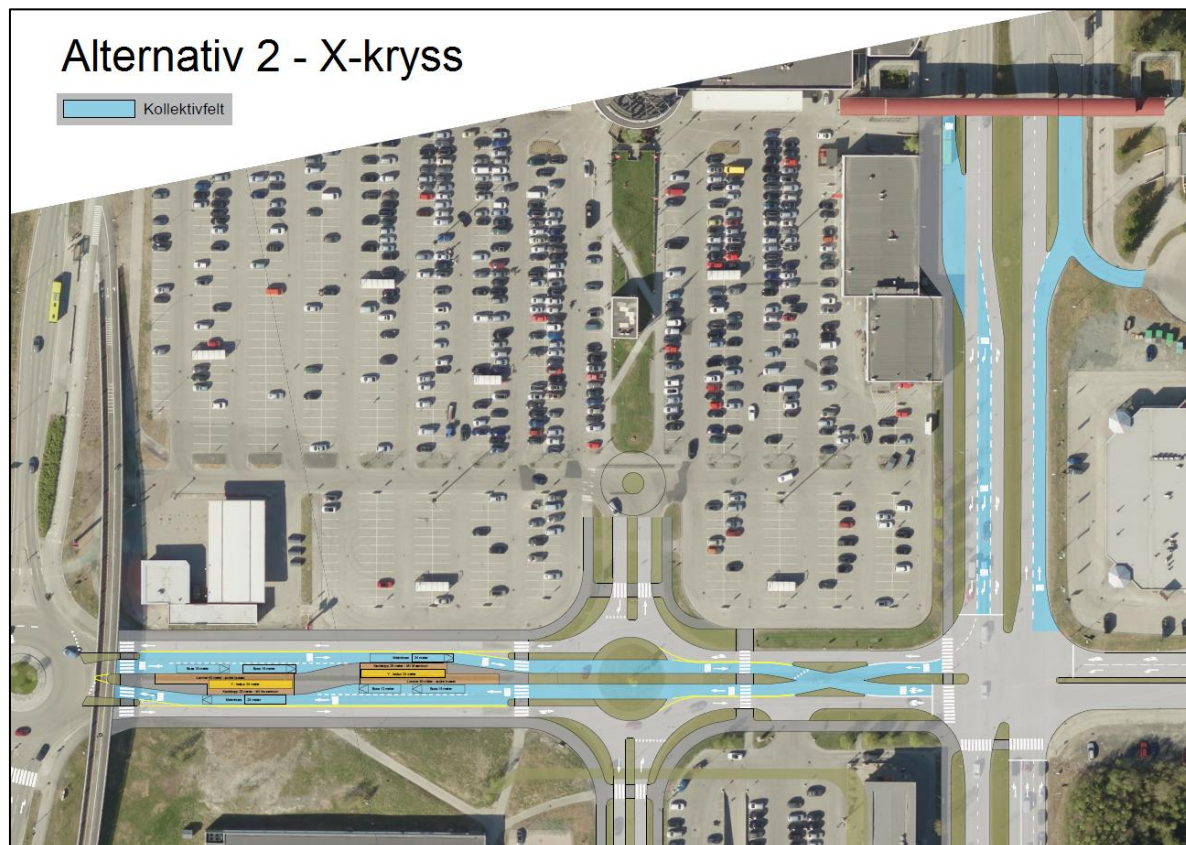
Figur 10 viser kodingen av alternativ 1 i Aimsun. Fotgjengere er inkludert ved rundkjøring i øst over både Sentervegen og Østre Rosten. Gangfeltene er ikke signalregulert der annen trafikk må vike for gående over vegen. Tellingene utført av Asplan Viak er benyttet for å beregne antall kryssende. Dette er estimert ut fra tellinger i samme området, men over andre kryssinger.

#### **4.3 Alternativ 2 – Signalregulert X-kryss i Østre Rosten**

I alternativ 2 er det signalregulert X-kryss mellom Sentervegen og Østre Rosten. Det er et ordinært kjørefelt inn og ut av krysset til Sentervegen og et felt inn og ut for busser, men vestgående og østgående kjørefelt går her parallelt i motsetning til alternativ 1.

I Østre Rosten er det tre felt inn mot krysset med Sentervegen, og to felt ut. Til/fra øst er det to kjørefelt inn og ut fra krysset. Alternativ 2 har derfor et betydelig bredere tverrsnitt i armer tilknyttet krysset med tilhørende større arealbruk.

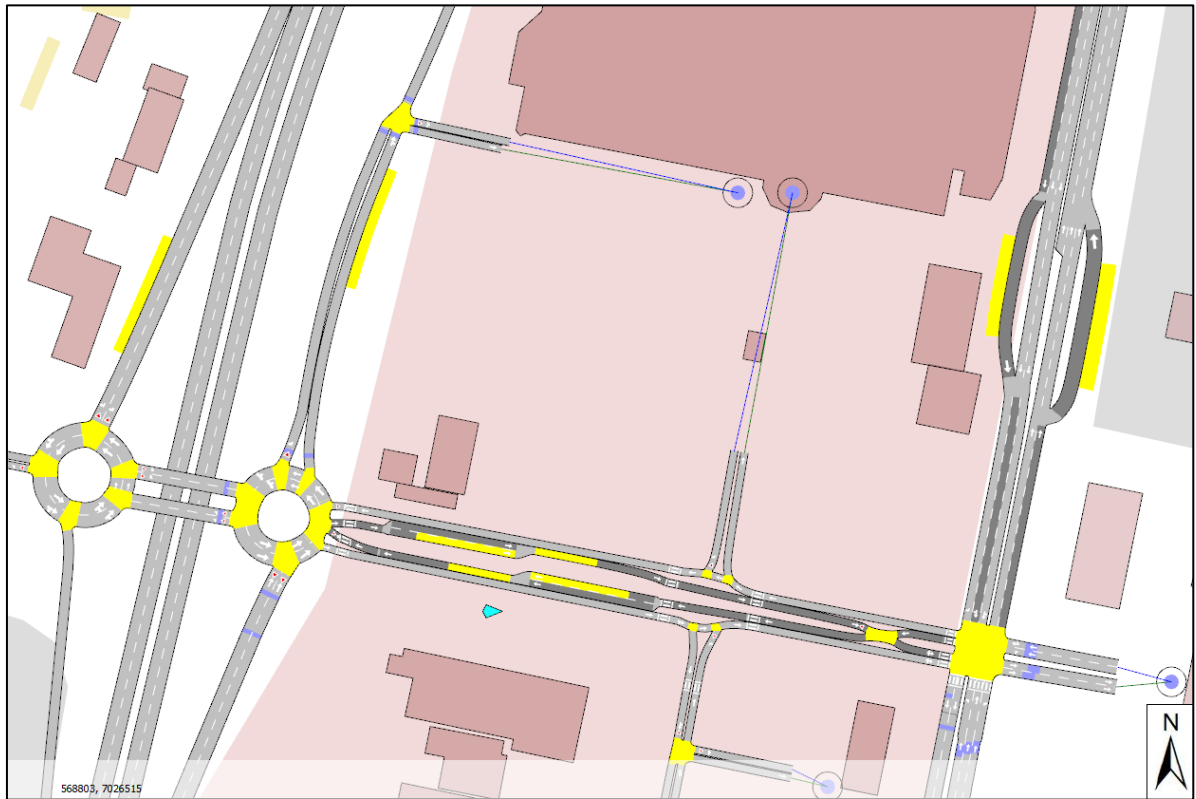
Ut og inn fra rundkjøring i vest med avkjørsel fra E6 nordgående alternerer øst- og vestgående kjøreretning for ordinærtrafikk og busser. Busser må derfor nødvendigvis endre kjøreretning mellom eks. rundkjøring og kryss med Østre Rosten. Denne manøveren gjøres øst i Sentervegen hvor busser krysser – vikeplikt for busser i østgående retning. Alternativ 2 er vist i Figur 11.



Figur 11: Alternativ 2 – X-kryss, plantegning fra Trondheim kommune

Felles for både alternativ 1 og 2 er midtstilte kjørefelt kun for busser langs Sentervegen, og høyre av/høyre på for annen trafikk til/fra City Syd parkeringsanlegg og Ivar Lykkes veg. Metrobussen og andre rutebusser har forskjellige holdeplasser der ordinære busser i rute benytter første holdeplass – med forbikjøringsmulighet for Metrobussen. Ved Metrobussholdeplassene er det kun ett felt, så andre busser må evt. vente på Metrobussen.

Holdeplassløsning nord for rundkjøring med Sentervegen og Østre Rosten er forskjellig i sørgående retning i alternativ 1 og 2. I alternativ 2 er kollektivfeltet midtstilt mellom ordinære kjørefelt som fasiliteter høyresving i X-krysset på sin høyre side, og rett fram og venstresving på sin venstre side. Bussholdeplass er sidestilt, så busser ut fra holdeplass må krysse ordinært kjørefelt for å komme i midtstilt kollektivtrasé. I Aimsun er vegen fra kryss lengre nord med Østre Rosten og John Aaes veg kodet med sidestilt kollektivtrasé frem til holdeplass (City Syd vestre). Aimsunmodellen med alternativ 2 er vist i Figur 12.

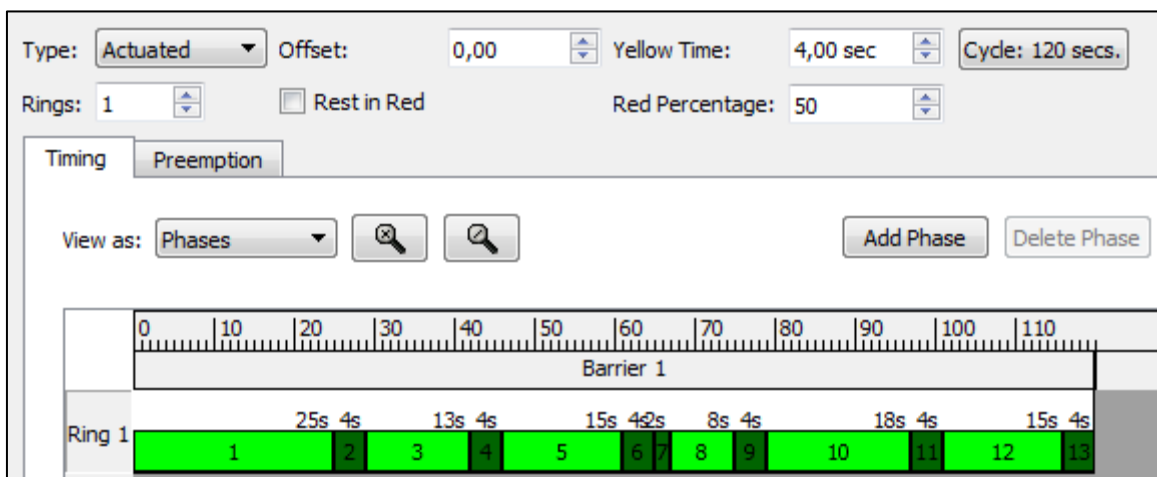


**Figur 12: Aimsunmodell av alternativ 2 – X-kryss**

Figur 12 viser kodingen av alternativ 2 i Aimsun. Fotgjengere er inkludert med signalregulerte gangfelt ved kryss Sentervegen/Østre Rosten. Det er ikke tillatt med u-sving i signalanlegget.

4.3.1 Signalanlegg

I forbindelse med X-kryss mellom Sentervegen og Østre Rosten er det lagd en signalplan for krysset. Signalplanen gjelder både for kjørende og gående. Fasene er vist i Figur 13.

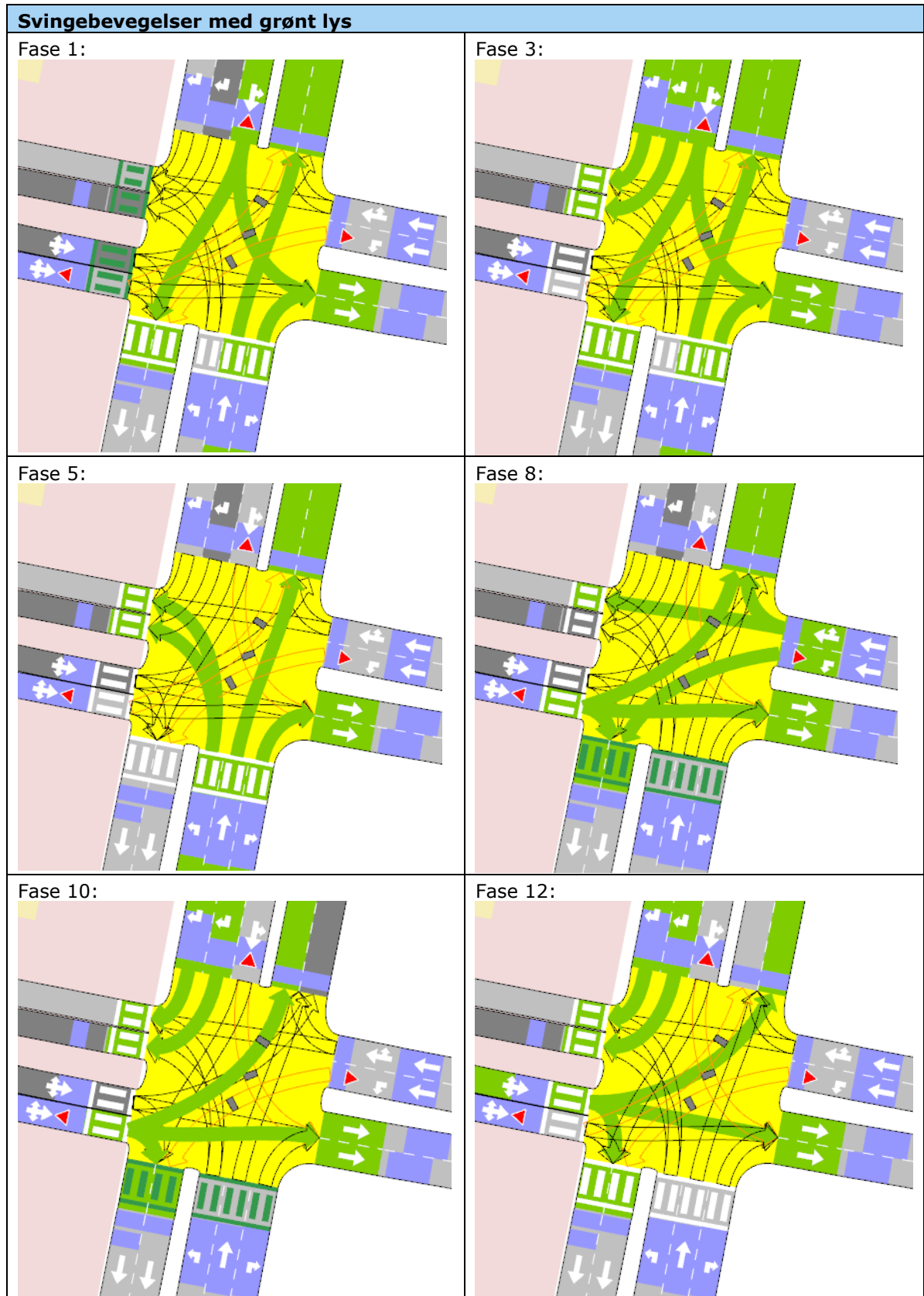


**Figur 13: Signalplan i kryss med Sentervegen/Østre Rosten**

Figur 13 viser signalplanen med 120 sekunders omløpstid. Lys grønn farge viser faser med grøntid, og mørkegrønn farge viser mellomfaser for overgang til ny fase, og inkluderer gul-tid og evt all-rødt. Krysset er kodet som trafikkstyrt. Fasetider i figuren viser maksimal grøntid per fase. Tillatte svingebevegelser per fase er vist i Tabell 2. I mellomfasene (mørk grønn farge) er bevegelser som er gjennomgående til neste fase fremdeles tillatt. Mellomfase nr. 7 i figuren er en

to-sekunders periode hvor gangfelt over Østre Rosten får førgrønt før svingebevegelse fra Sentervegen tillates over gangfeltet.

**Tabell 2: Svingebevegelser per fase**





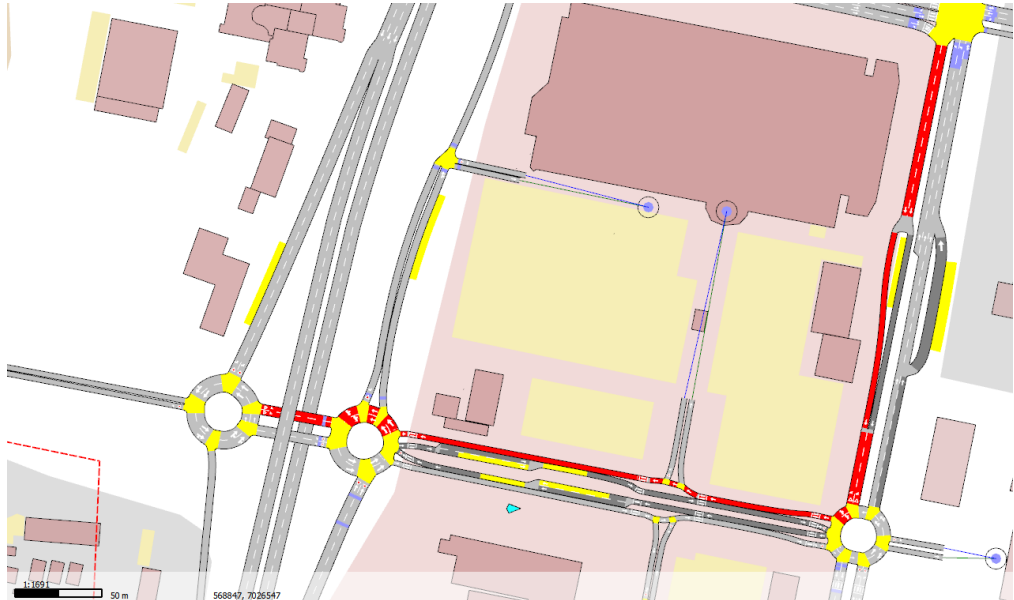

## 5. RESULTATER

Resultater for de ulike alternativene er vist i det følgende avsnittet. Betydning av følsomhetsberegninger med +5 % flat trafikkvekst i modellen er beskrevet i eget underkapittel: 5.4.

Resultater er hovedsakelig presentert ved forsinkelse for hhv. bil og buss gjennom Sentervegen. Traséene med forsinkelser og tilhørende lengder er vist i Tabell 3.

**Tabell 3: Delstrekninger for resultatuttak**

Delstrekninger for resultatuttak (her vist med rød farge og alternativ 1)	Lengde
<p><b>Kjøretøytype:</b> Buss  <b>Fra:</b> Kryss Sentervegen/Østre Rosten  <b>Til:</b> Bussveg mot Vestre Rosten                      (vestgående)</p> 	725 m
<p><b>Kjøretøytype:</b> Buss  <b>Fra:</b> Bussveg mot Vestre Rosten  <b>Til:</b> Kryss Sentervegen/Østre Rosten                      (østgående)</p> 	775 m

<p><b>Kjøretøytype:</b> Bil  <b>Fra:</b> Kryss John Aaes veg/Østre Rosten  <b>Til:</b> Rundkjøring med Sentervegen og rampe fra E6 sørgående (vestgående)</p>  <p>1:1691 50 m 568847, 7026547</p>	<p>620 m</p>
<p><b>Kjøretøytype:</b> Bil  <b>Fra:</b> Kryss i Østre Rosten v/ Tiller vgs  <b>Til:</b> City Syd parkeringsanlegg (sør) (nordgående)</p>  <p>1:1691 50 m 568886, 7026282</p>	<p>415 m</p>

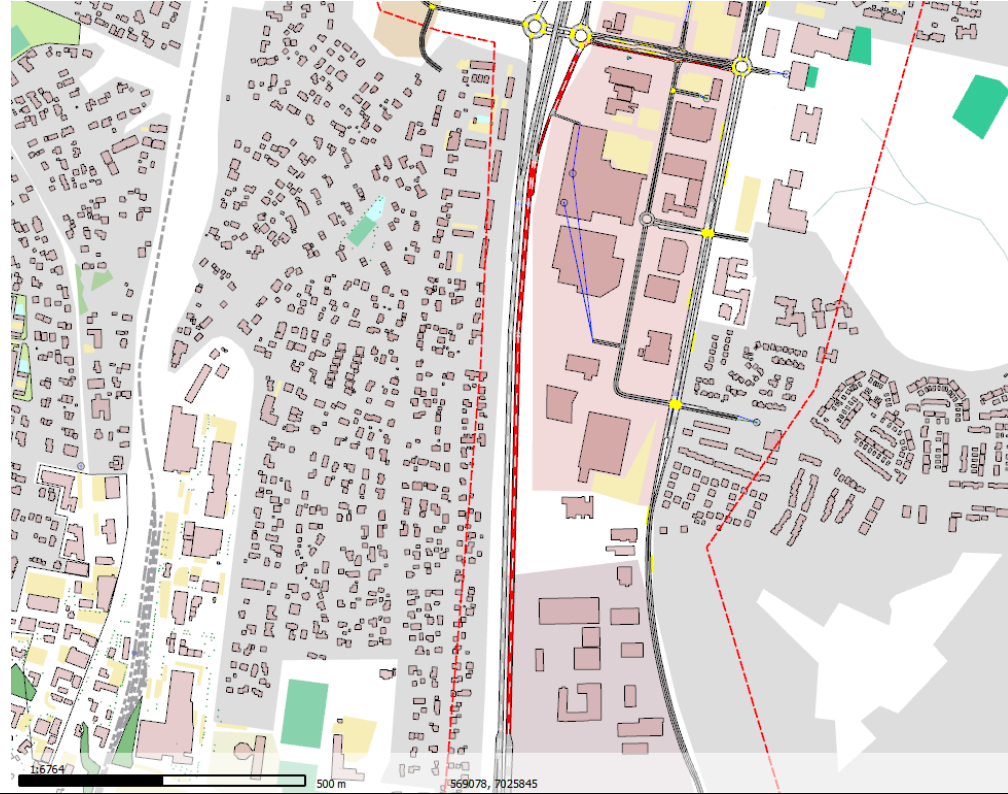
**Kjøretøytype:** Bil

**Fra:** E6 nordgående ved Statkraft Fjernvarmeanlegg

**Til:** Østre Rosten

*(nordgående)*

1480 m



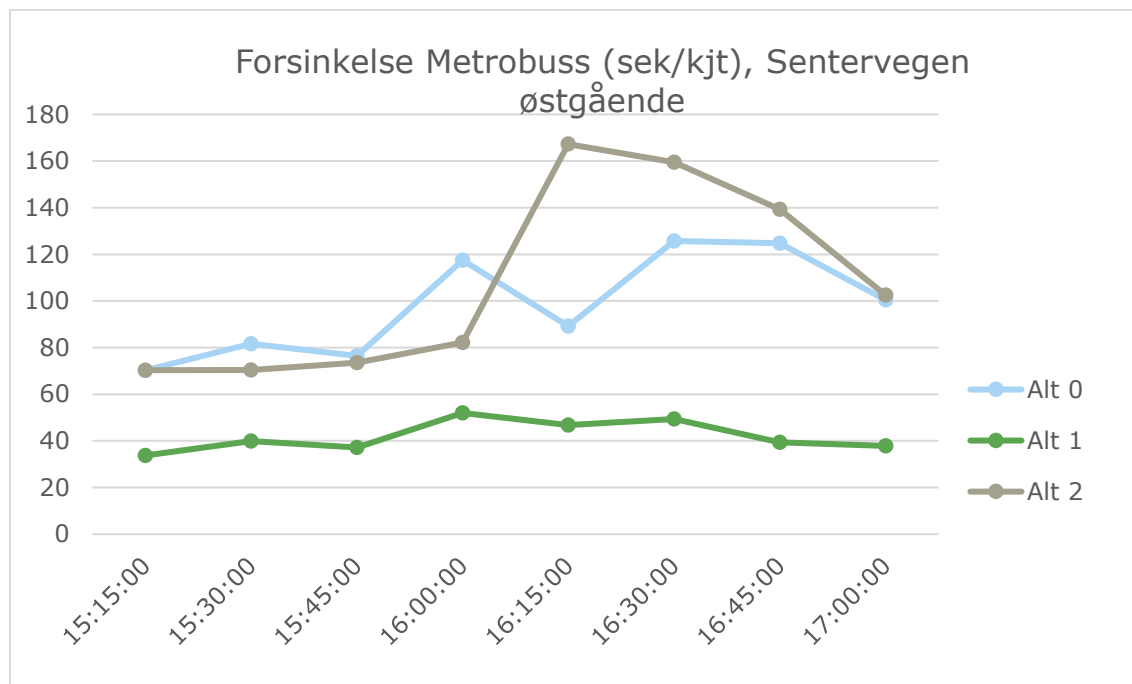


### 5.1 Forsinkelse buss

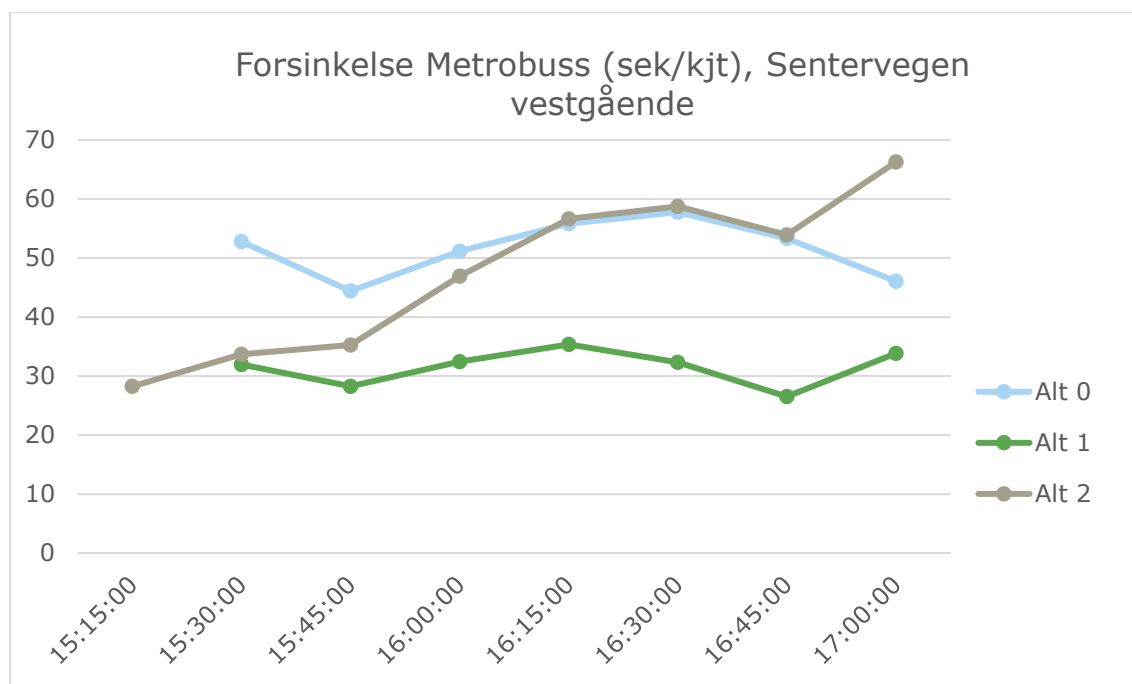
Forsinkelse for Metrobussen i alle alternativene er vist i Figur 14 og Figur 15 for strekningene omtalt i forrige avsnitt for alternativene:

- *Alt 0 – Dagens vegnett i Sentervegen*
- *Alt 1 – Rundkjøring i Østre Rosten*
- *Alt 2 – X-kryss i Østre Rosten*

Vær oppmerksom på varierende y-akse i resultatfigurer.



Figur 14: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss, Sentervegen østgående



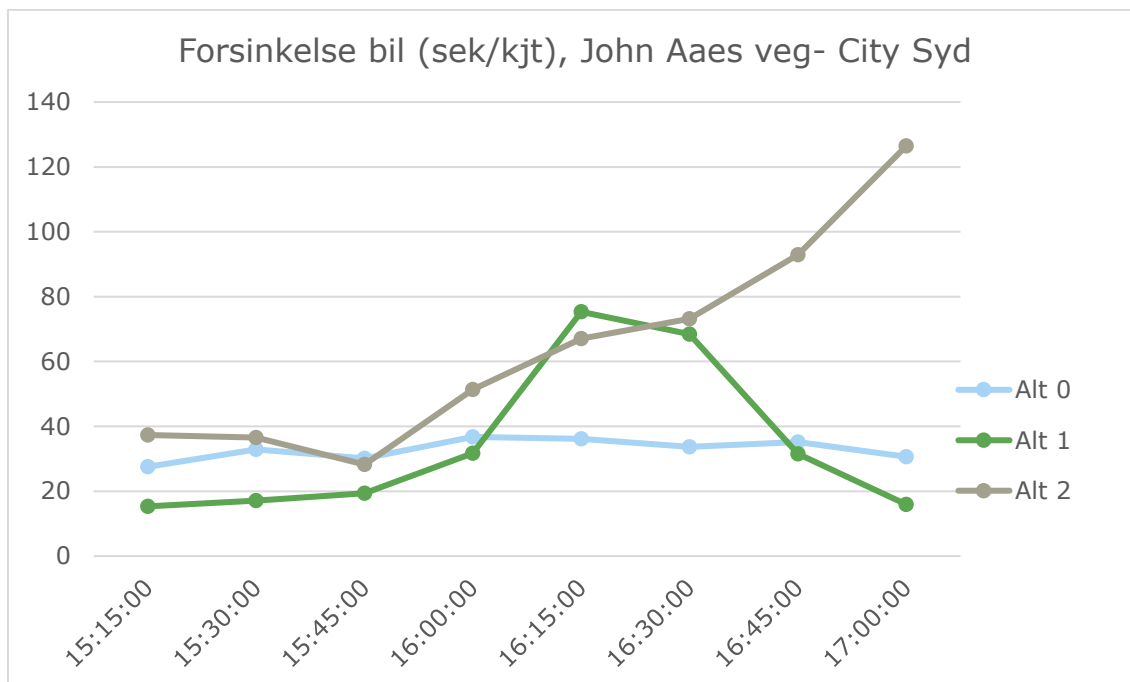
Figur 15: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss, Sentervegen vestgående

### 5.2 Forsinkelse bil

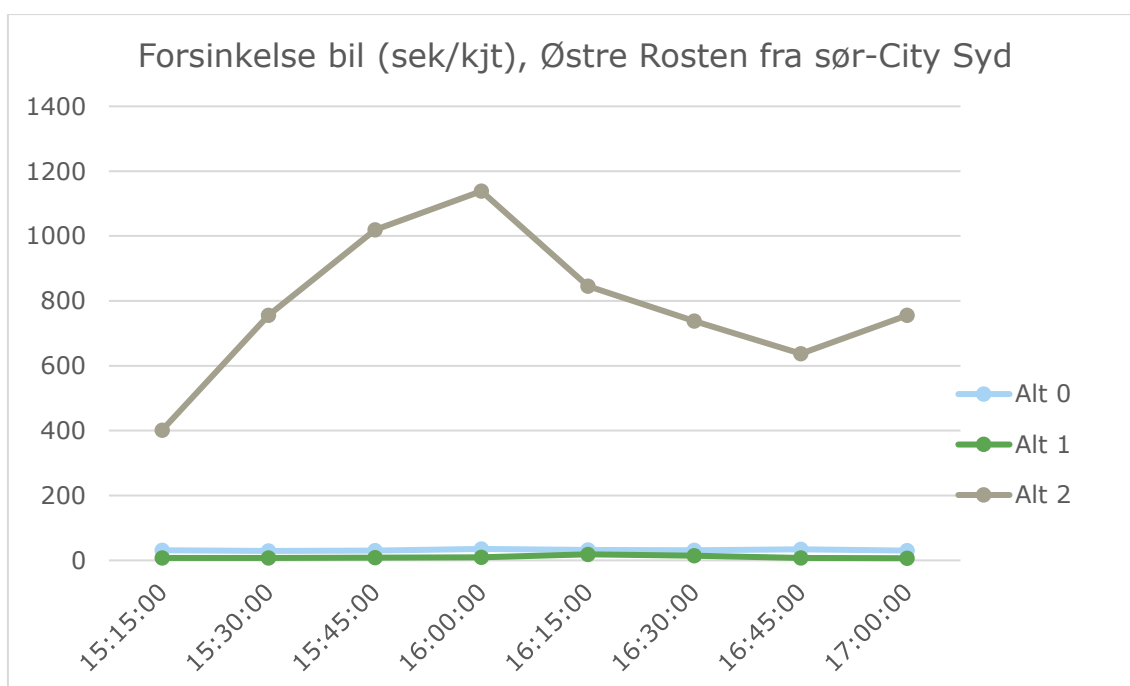
Forsinkelse for bil på strekningene omtalt i tidligere avsnitt er vist i Figur 16 - Figur 18 for alle alternativene:

- *Alt 0 – Dagens vegnett i Sentervegen*
- *Alt 1 – Rundkjøring i Østre Rosten*
- *Alt 2 – X-kryss i Østre Rosten*

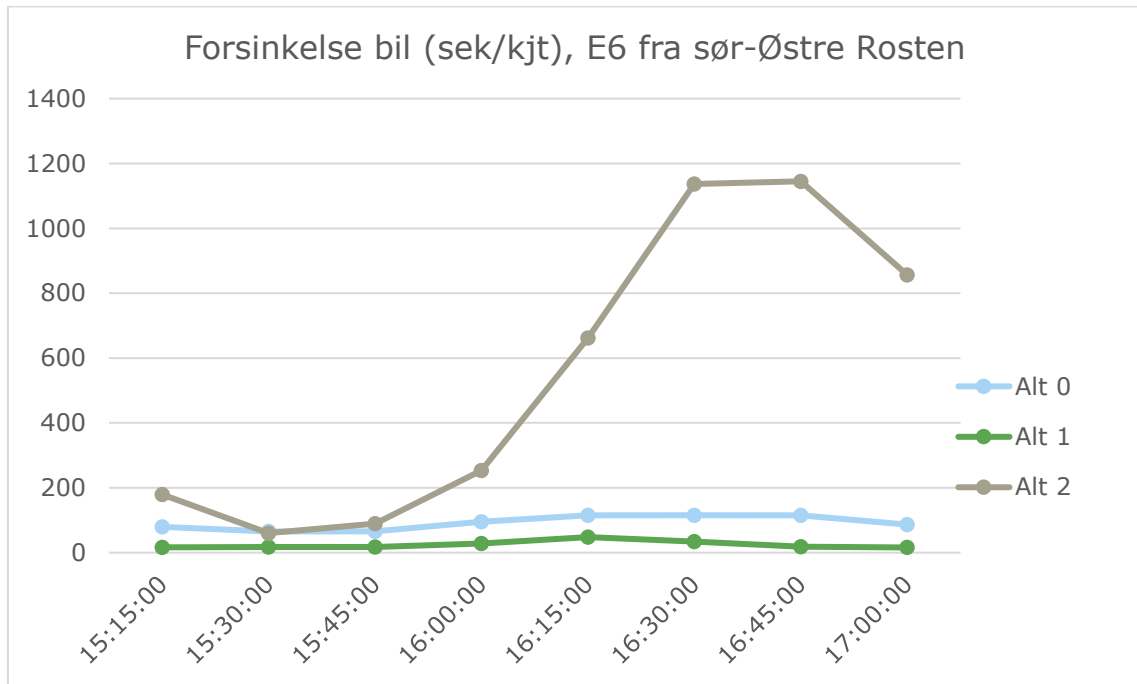
Vær oppmerksom på varierende y-akse i resultatfigurer.



Figur 16: Forsinkelse (sek/kjt) bil, fra kryss med John Aaes veg - innkjøring til City Syd



Figur 17: Forsinkelse (sek/kjt) bil, Østre Rosten fra sør - innkjøring til City Syd



Figur 18: Forsinkelse (sek/kjt) bil, E6 fra sør - Østre Rosten

### 5.3 Avvikling

#### 5.3.1 Alternativ 0

Figur 19 viser skjermdumper fra Aimsun på halvtimesnivå fra kl. 15:15.



Figur 19: Skjermdumper av alternativ 0 i Aimsun

Avviklingen i alternativ 0 er svært lik som i dagens situasjon. Det oppstår periodevis kødannelse i østgående retning i Sentervegen, og langs Østre Rosten inn mot signalanleggene. Til tider er det fremkommelighetsproblemer for buss ut av dagens holdeplasser i Sentervegen. Bussen deler også kømagasin med øvrig trafikk i alle retninger.

### 5.3.2 Alternativ 1

Figur 20 viser skjermdumper fra Aimsun på halvtimesnivå fra kl. 15:15.



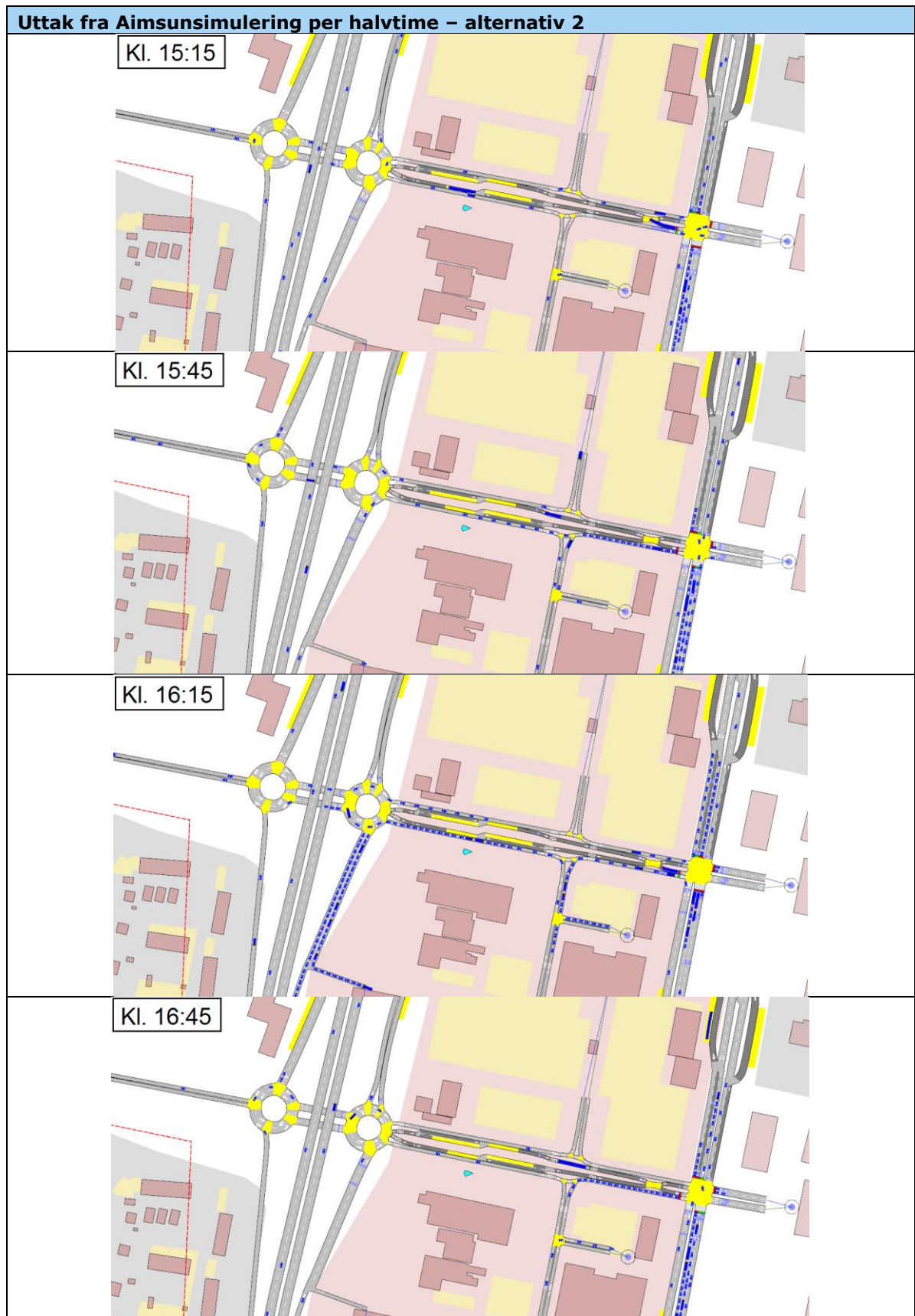
Figur 20: Skjermdumper av alternativ 1 i Aimsun

Svært god framkommelighet for bussen med egne bussfelt. Rundkjøring i krysset med Østre Rosten bedrer avviklingen i området for all trafikk, og gir bedre framkommelighet for både buss og øvrig motortrafikk. Det gjelder hele rushperioden, også ved rushtopp mellom kl. 16:00 og 16:15.

Beregningene viser 300 kjøretøy som i løpet av to timer som foretar U-sving i rundkjøringen i krysset med Østre Rosten og 500 i rundkjøringen med E6-rampene.

### 5.3.3 Alternativ 2

Figur 21 viser skjermdumper fra Aimsun på halvtimesnivå fra kl. 15:15.



Figur 21: Skjermdumper av alternativ 2 i Aimsun

Grei fremkommelighet for buss på grunn av egne felt, men dårlig fremkommelighet i kø utenom bussveg. Svært dårlig fremkommelighet for øvrig trafikk. Hovedårsaken til dette er signalanlegget i Østre Rosten. Midtstilt bussfelt i Sentervegen inn mot signalanlegget i Østre Rosten og endret feltbruk i Østre Rosten fra nord gjør at det er behov for å endre dagens signalplan. Buss fra Sentervegen må ha egen fase. Buss og bil til høyre i sørgående retning langs Østre Rosten kan gå i samme fase, gitt at sporingskurver viser at det er tilstrekkelig areal. Krysset må suppleres med ledelinjer for å unngå konflikt.

Økt antall faser medfører behov for lengre omløpstid, og flere mellomfaser. Dette fører til økte forsinkelser gjennom krysset for all trafikk sammenlignet med dagens lyskryss. Lang kryssingslengde over gangfeltene, som medfører lang minimum grøntid for fasene med fotgjengere, og det tar lengre tid å veksle over til neste fase ved anrop. I modellen er grønt for gående inne i hver fase, men i realiteten vil grønt for gående anropes noe sjeldnere.

Beregningene viser gradvis oppbygging av kø i Østre Rosten og Sentervegen inn mot det signalregulerte krysset. I perioder strekker køen i Sentervegen seg tilbake langs avrampen fra E6 sør og i de verste tilfeller langt tilbake på E6. Det er også observert kø langs Sentervegen tilbake til rundkjøringen med John Aes veg og i Østre Rosten strekker køen seg tilbake til Ivar Skjånes veg i svært belastede perioder (replikasjoner i modellen med svært mye samtidig trafikk). Fare for kø gjennom rundkjøringen vest i Sentervegen med tilbakevirkende effekt på utkjøringen fra City Syd. Noe kø langs Ivar Lykkes veg i nordgående retning, av trafikk som ønsker å unngå kø og forsinkelse inn mot signalanlegget i Østre Rosten.

Endret signalanlegg i krysset Sentervegen/Østre Rosten, med flere faser og mellomfaser på grunn av endret feltbruk klarer ikke å avvikle dagens trafikkmengder i området, og fører til et forlenget rush og lange kødannelser i store deler av modellen, som har uheldige konsekvenser for bussen i det øvrige vegnettet.

Beregningene viser 380 kjøretøy som foretar U-sving i løpet av to timer i rundkjøringen vest i Sentervegen.



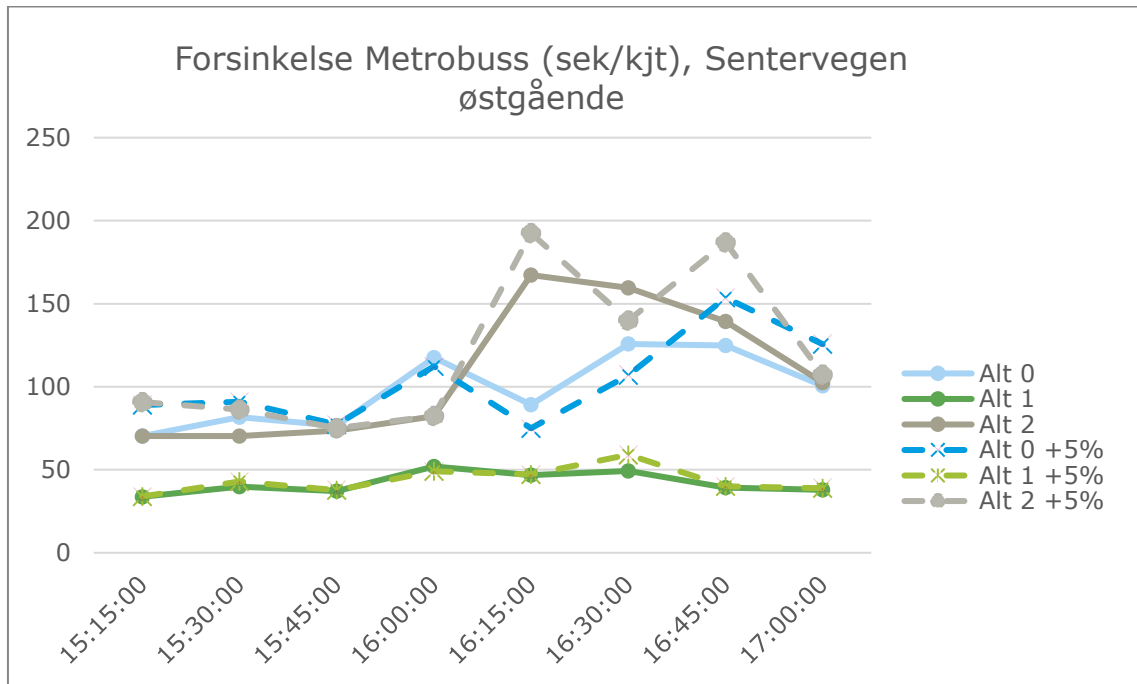
### 5.4 Følsomhetsberegninger +5 % flat vekst

#### 5.4.1 Forsinkelse buss

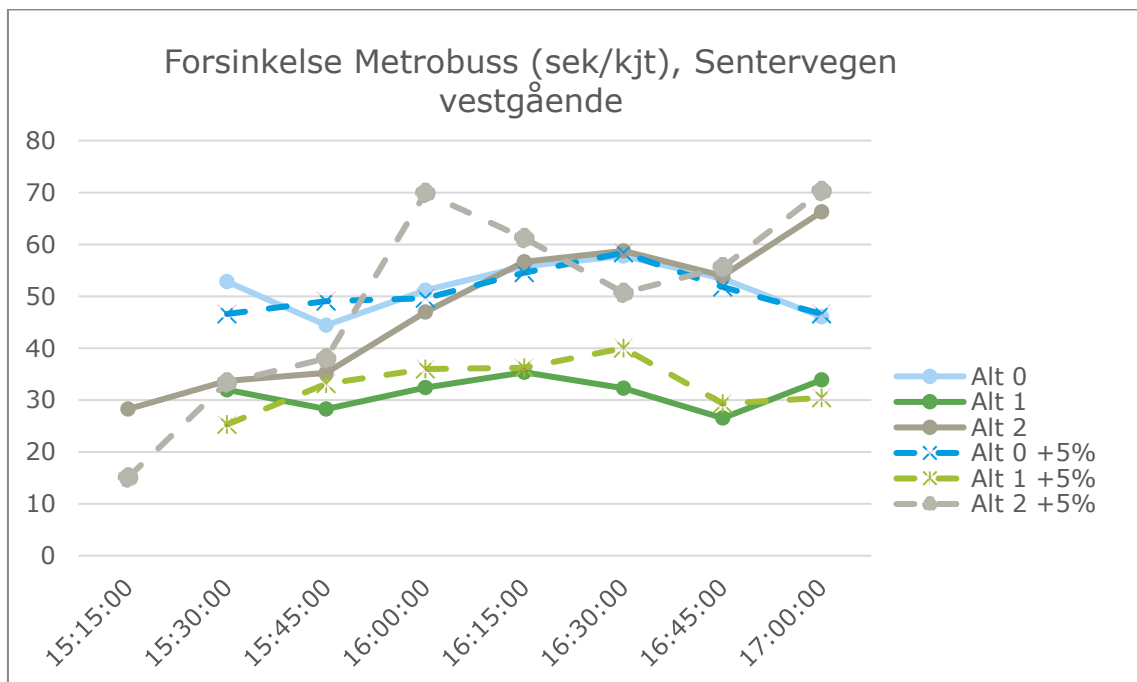
Forsinkelse for buss med 5 % trafikkvekst, sammenlignet med 2019-trafikk er vist i Figur 22 og Figur 23.

- *Alt 0 – Dagens vegnett i Sentervegen*
- *Alt 1 – Rundkjøring i Østre Rosten*
- *Alt 2 – X-kryss i Østre Rosten*

Vær oppmerksom på varierende y-akse i resultatfigurer.



Figur 22: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss med 5% trafikkvekst, Sentervegen østgående



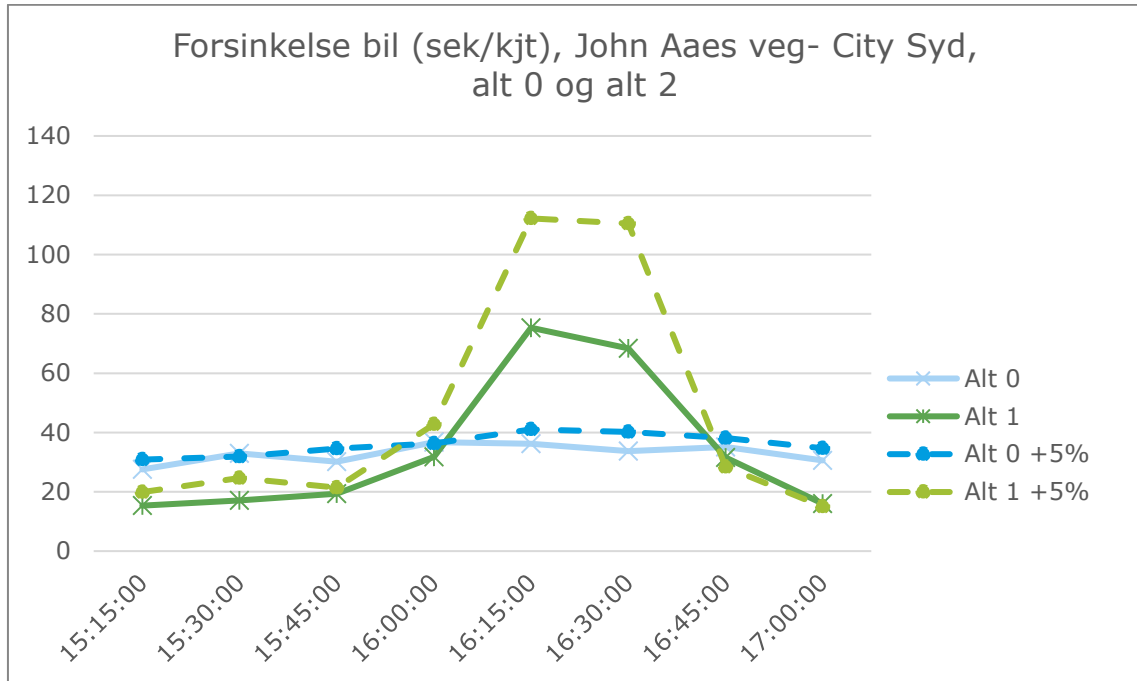
Figur 23: Forsinkelse (sek/kjt) Metrobuss med 5% trafikkvekst, Sentervegen vestgående

5.4.2 Forsinkelse bil

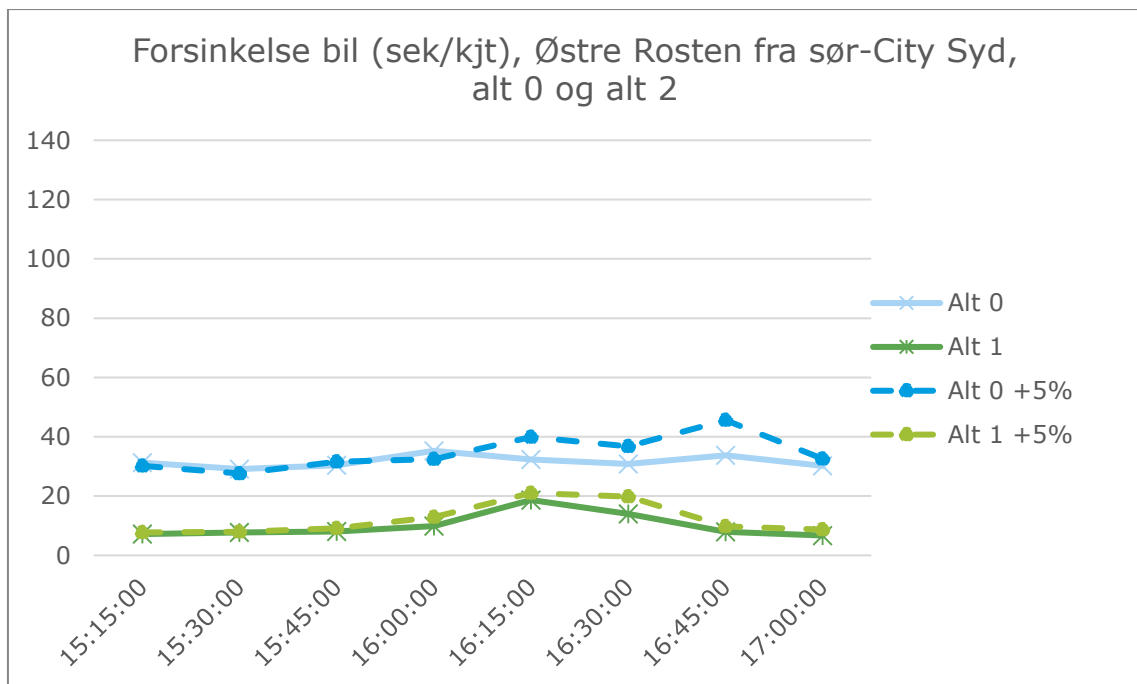
Forsinkelse for bil med 2019-trafikk og 5% trafikkvekst, sammenlignet med 2019 trafikk er vist i Figur 24 -Figur 29. Alternativ 2 er vist i egne figurer for bedre lesbarhet for alternativ 0 og 1.

- *Alt 0 – Dagens vegnett i Sentervegen*
- *Alt 1 – Rundkjøring i Østre Rosten*
- *Alt 2 – X-kryss i Østre Rosten*

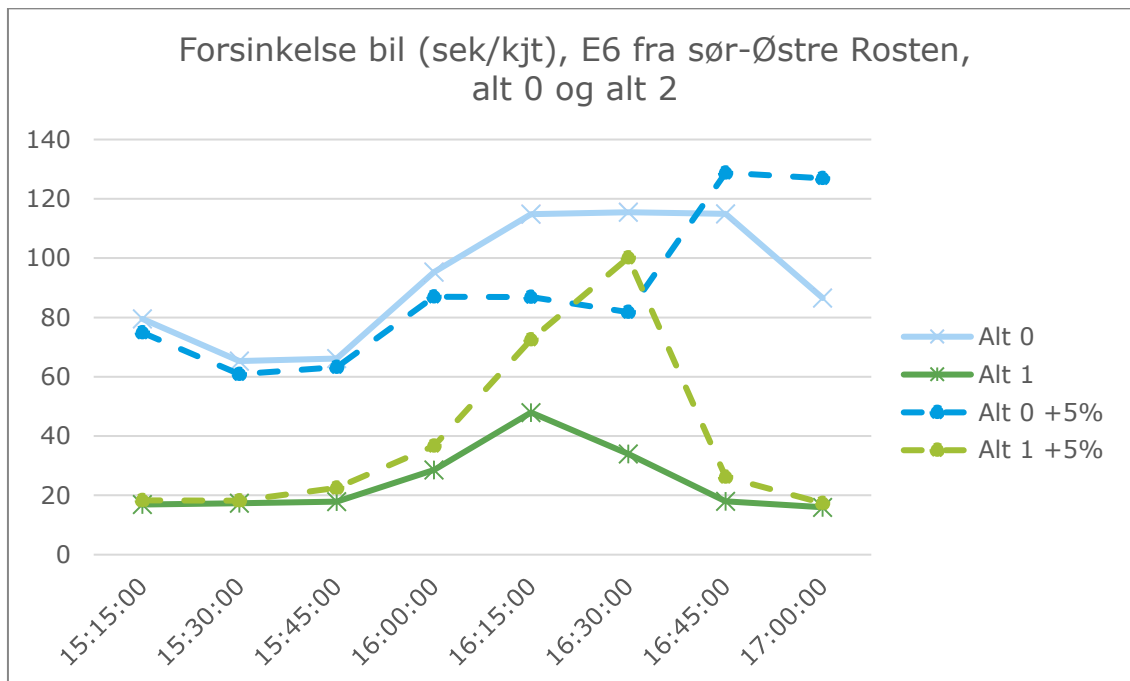
Vær oppmerksom på varierende y-akse i resultatfigurer.



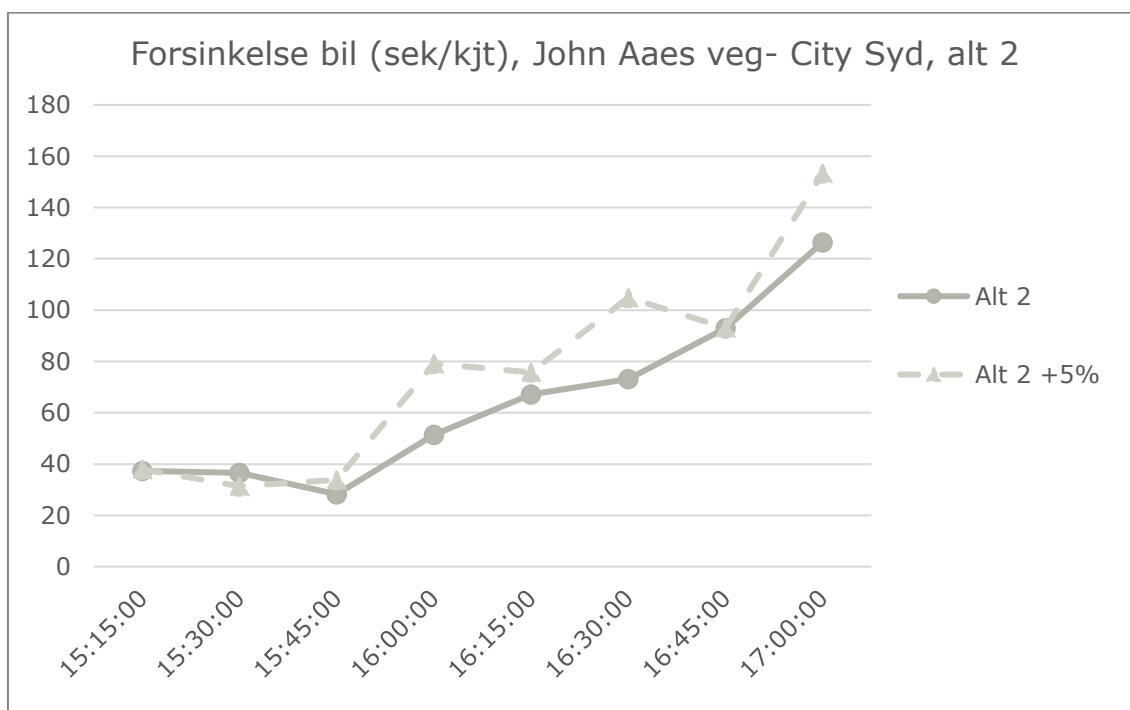
Figur 24: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, kryss med John Aes veg- innkjøring City Syd



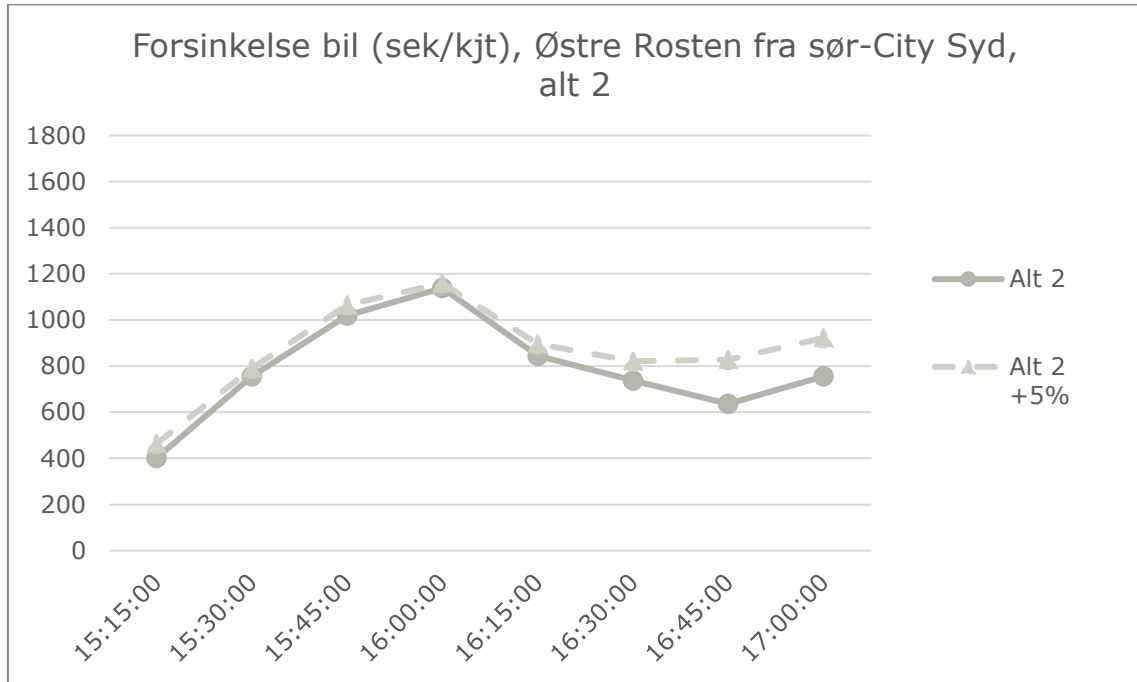
Figur 25: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, Østre Rosten fra sør- innkjøring til City Syd



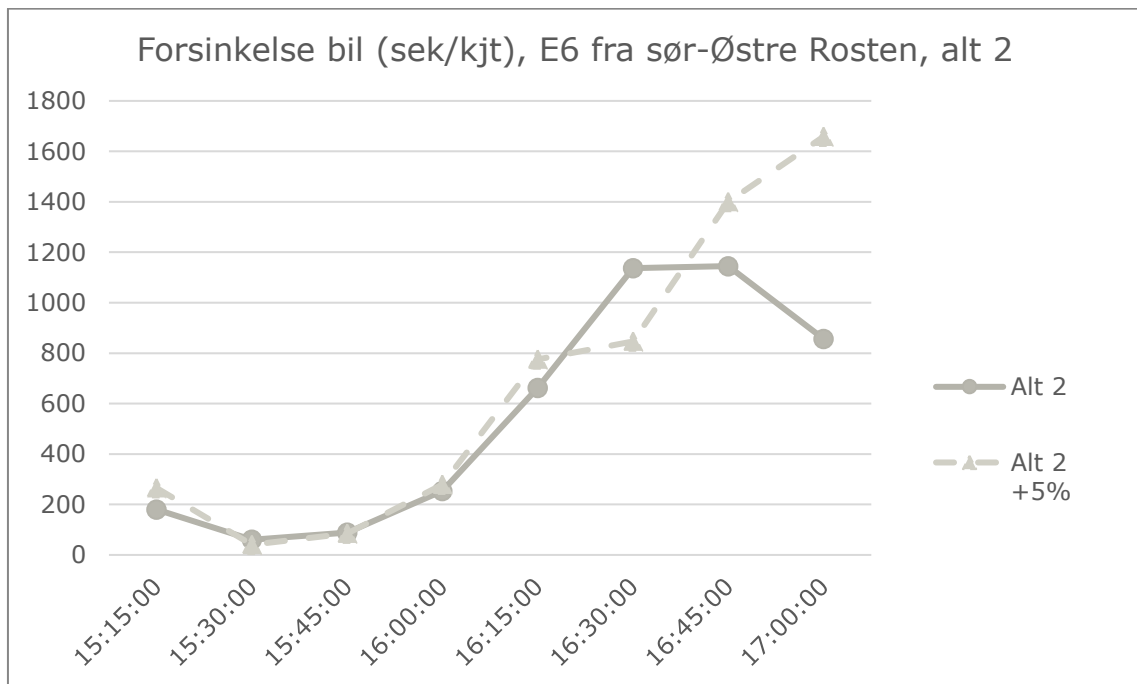
**Figur 26 : Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, E6 fra sør – Østre Rosten**



**Figur 27: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, kryss med John Aaes veg- innkjøring City syd, alt 2**



Figur 28: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, fra Østre Rosten sør – innkjøring City syd, alt 2



Figur 29: Forsinkelse (sek/kjt) bil med 5% trafikkvekst, E6 fra sør – Østre Rosten, alt 2

## 6. VURDERING OG KONKLUSJON

Dagens vegnett viser stort sett uendret avvikling sammenlignet med dagens situasjon. Fremkommeligheten for biler vil være lik som i dag. Antall busser gjennom Sentervegen øker med ny rutestruktur, og beregningene viser relativt store forsinkelser for bussene. Dette skyldes i stor grad at bussene deler kjørefelt, og dermed kømagasin, med øvrig trafikk. Stor sannsynlighet for store bussforsinkelser i østgående retning langs Sentervegen dersom det ikke gjennomføres tiltak i Sentervegen for bussen. Dette er på grunn av kødannelse inn mot Østre Rosten som strekker seg forbi dagens busslommer.

Rundkjøring i Østre Rosten i alternativ 1 bedrer avviklingen generelt i krysset, og har positiv effekt på trafikken i området. Egne bussfelt sikrer at bussene kjører forbi kø i Sentervegen og Østre Rosten, og har prioritet over bil inn mot rundkjøringen fra Sentervegen. Løsningen gir god fremkommelighet for bussene i alternativ 1, også med trafikkvekst. Ulempen med dette alternativet er at det ikke er mulig å prioritere bussen over trafikkstrømmene i rundkjøringene, og dette kan få store konsekvenser for bussens fremkommelighet ved ytterligere trafikkvekst.

I alternativ 2 er det god fremkommelighet for bussen i Sentervegen og gjennom signalanlegget. Løsningen gir også mulighet for å prioritere bussen gjennom krysset i stor grad. Det signalregulerte krysset klarer derimot ikke å avvikle etterspørselen av biltrafikken i rush. Dette skyldes til dels flere faser og lengre omløpstid i krysset, samt endringer i trafikkstrømmer på grunn av høyre av- og høyre på i Sentervegen. Avviklingsproblemer i X-krysset har konsekvenser andre steder i vegnettet som påvirker og forsinker bussen i stor grad. Særlig gjelder dette buss fra Sentervegen i vest, buss langs E6, og langs Østre Rosten fra sør. Signalanlegget tillater ikke U-sving i kryss med Østre Rosten.

Begge alternativene har kryssløsning høyre av/-på i Sentervegen fra City syd og Ivar Lykkes veg. Dette medfører en del U-svinger i rundkjøringen(e) i begge alternativene.

Følsomhetsberegninger med 5% flat trafikkvekst, viser minst konsekvenser for biler i alternativ 0 – dagens vegnett i Sentervegen. For buss viser beregningene at både dagens vegnett og alternativ 1 med rundkjøring i Østre Rosten tåler trafikkøkning uten å påvirke forsinkelsen for bussen i stor grad. Bussene har betydelig bedre fremkommelighet i alternativ 1 på grunn av egne bussfelt sammenlignet med alternativ 0. Langs Sentervegen i egne bussfelt gjelder det samme for alternativ 2.

### 6.1 Konklusjon

Egne bussfelt i Sentervegen gir en betydelig bedre fremkommelighet for bussen. Kryssløsning i Østre Rosten har stor betydning for trafikkavviklingen i Sentervegen og Østre Rosten. Nytt signalanlegg gir dårligere avvikling enn i dag og har uheldige konsekvenser for buss i det øvrige nettverket. Dette til tross for prioritering av busser gjennom krysset. Rundkjøring i alternativ 1 gir bedre avvikling enn i dag, men noe lengre kjøreturer for ordinær trafikk inn og ut av City Syd parkeringsanlegg og Ivar Lykkes veg med høyre av/høyre på.

Det anbefales å velge rundkjøring som kryssløsning over nytt/endret signalanlegg i Østre Rosten med midstilte bussfelt i Sentervegen. Rundkjøringsløsningen er noe utradisjonell i forhold til retning på bussfelt, og det er derfor svært viktig at det gjennomføres en trafiksikkerhetsvurdering av løsningen. Dette gjelder også rundkjøring i kryss med av-/pårampe til E6 i nordgående retning.

### 6.2 Usikkerheter i beregningene

Det er knyttet en del usikkerheter til beregningene. Området er et handelsområde som vil ha svært varierende trafikkmengder over ukedager og året. Enkelte dager med spesielle typer salg

kan endre trafikkmengden betydelig i området. Det er forsøkt å gjenskape en gjennomsnittlig ettermiddag på en hverdag, basert på tellinger fra ulike dager og år, og som gjennomsnitt av flere beregninger i modellen. Det vil likevel kunne være avvik fra reell situasjon. Derfor sammenlignes de to alternativene med et 0-alternativ, og ikke observert dagens situasjon.

Det er også usikkerhet knyttet til fremtidig trafikkmengde. Fremtidig trafikksituasjon påvirkes av flere faktorer som 0-vekstmål, boligutbygging på Heimdal og Tiller, suksess av ny rutestruktur, og endring i reisevaner.

Nytt signalanlegg i Østre Rosten er kodet etter beste evne for å føre til minst mulig ulemper for alle trafikanter, samt høy prioritet av buss. Det har vært begrenset med tid til å bearbeide/finjustere dette signalanlegget for å optimalisere alle bevegelser. Signalplaner i slike modeller er alltid en forenkling av et faktisk signalanlegg. For eksempel er fotgjengerfasene inne i hvert omløp i modellen, som gjør at det tar lengre tid å veksle inn bussfasen når buss ankommer. I realiteten vil ikke gående være inne i hvert omløp. Det er sannsynlig at beregnet forsinkelse i alternativ 2 ligger noe høyere enn en virkelig situasjon.

For å gjøre alternativsammenligningen mellom alternativ 1 og 2 rettfærdig, er det lagt inn gående i rundkjøringen. Beregningene viste bare noen sekunders økt forsinkelse på grunn av gående. Det er knyttet stor usikkerhet til programmets beregninger i forhold til gående, og faktisk antall kryssende over gangfeltene. Det er ikke lagt inn gående øvrig over Sentervegen for noen av alternativene.

Aimsun tar ikke hensyn til bussens bredde og svingeegenskaper. Dette betyr at busser kun benytter ett kjørefelt i modellen i rundkjøringer med flere felt. Observert benytter busser i virkeligheten begge kjørefelt i en to-felts rundkjøring. Effekten av dette er derfor utelatt i Aimsunmodellen.