

KRYSSET STRINDVEGEN X KLÆBUVEIEN TRAFIKKBREGNINGER

Oppdragsnavn Klæburuta sykkeltiltak
Prosjekt nr. 1350049531
Mottaker Trondheim kommune, Mobilitet og samferdselseheten
Dokument type Notat
Versjon 6
Dato 10.02.2023
Utført av David Nilsson, Andreas Kjosavik
Kontrollert av Kristin Kråkenes
Godkjent av Monica Buran
Beskrivelse Trafikkberegninger i Aimsun for krysset Strindvegen x Klæbuveien

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Bakgrunn	2
2.	Grunnlag	2
2.1	Trafikkmengder	2
2.2	Utforming	4
2.3	Signalplan	6
3.	Metode	6
3.1	Aimsunmodell	6
3.2	Trafikkmengder	6
3.3	Kollektiv	7
3.4	Signalanlegg	7
3.5	Minirundkjøring	8
4.	Resultater	8
5.	Vurdering	12
5.1	Dagens situasjon	12
5.2	Alternativ 1	12
5.3	Alternativ 2	13
6.	Konklusjon og anbefaling	14
7.	Referanser	15

1. Bakgrunn

Dette notatet er utarbeidet i forbindelse med prosjektet Klæburuta sykkeltiltak for Trondheim kommune. Notatet omhandler krysset Strindvegen x Klæbuveien som ligger langs Klæburuta. Flyfoto av krysset er vist i Figur 1. Rambøll har tidligere utarbeidet et trafikknotat som blant annet omhandlet dagens situasjon, forslag til stenging av Klæbuveien og ulike kryssløsninger. Notatet er datert 08.07.2022.

Trondheim kommune v/Mobilitet og samferdselsenheten vurderer i forbindelse med planlegging av sykkeltiltak å endre utformingen av krysset. Rambøll har derfor utført trafikkberegninger i Aimsun for dagens situasjon og to ulike alternativ for endret kryssutforming.

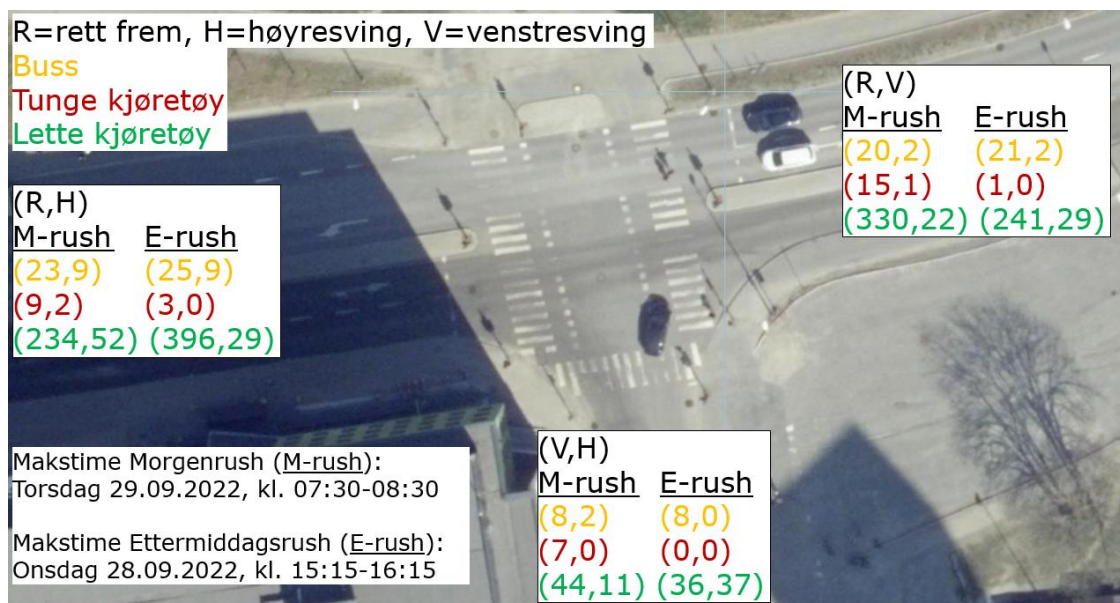


Figur 1 Krysset Strindvegen x Klæbuveien. Kilde: kart.finn.no

2. Grunnlag

2.1 Trafikkmengder

Informasjon om trafikkmengder er innhentet ved hjelp av videoregistreringer og automatisk telling for perioden onsdag 28.09.22 kl. 15:00 til fredag 30.09.22 kl. 09:00. Selve tellingene er gjort for perioden 15:00-17:00 onsdag og torsdag, og 07:00-09:00 torsdag. I tellingene er trafikken delt inn i lette kjøretøy, tunge kjøretøy, buss, sykkel og fotgjenger. Figur 2 viser en oversikt over trafikkmengdene for de ulike svingebevegelesene i makstimen i morgen- og ettermiddagsrush.



Figur 2 Trafikkmengder i makstime for biltrafikk

Trafikktellingene skal brukes som grunnlag for trafikkberegninger, og det er derfor viktig at tellingene representerer en normalsituasjon. For ettermiddagsrush viser tellingene liten variasjon mellom de to dagene, med 1488 totale kjøretøy onsdag mot 1490 kjøretøy på torsdag over to timer.

Trafikkmengdene for de aktuelle dagene er også undersøkt for nærliggende kontinuerlige Nivå-1-tellepunkt.

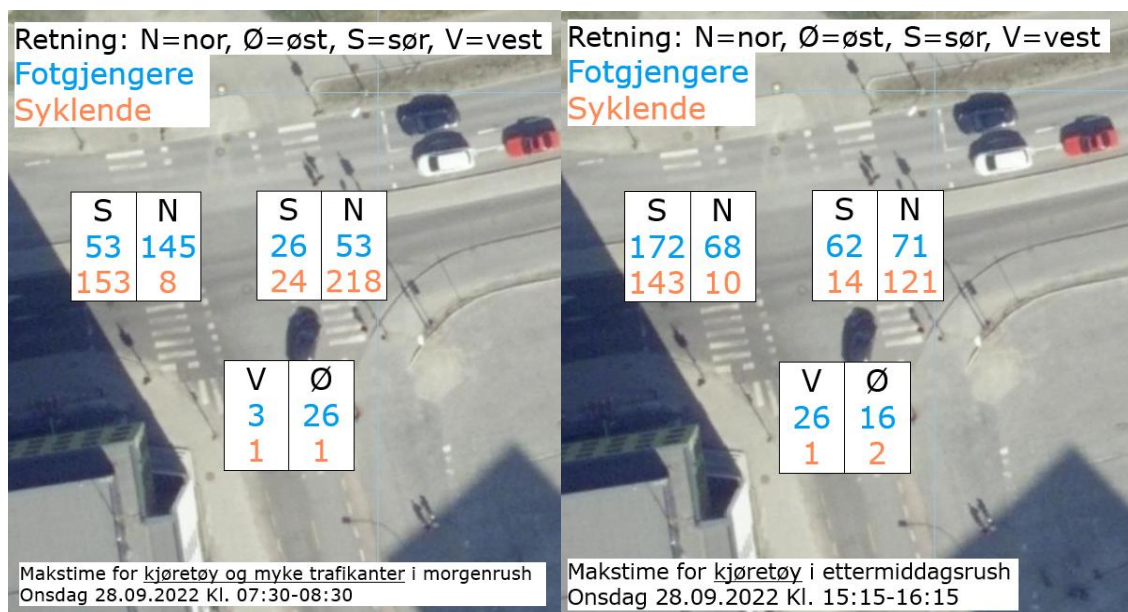
Tellepunktet *Elgeseter gate ved Abels gate* er ca. 500 m nord-vest for krysset. Her er det registrert:

- 26 314 kjt. i gjennomsnittlig YDT (yrkesdøgntrafikk) for september 2022
- 26 152 kjt. totalt onsdag 28.09.22
- Torsdag 29.09.22 var tellepunktet delvis ute av drift

Tellepunktet *Holtermanns veg nord for Bratsbergvegen* ligger ca. 900 m sør for krysset. Her er det registrert:

- 17 590 kjt. i gjennomsnitt YDT for september 2022
- 17 220 kjt. totalt onsdag 28.09.22
- 17 706 kjt. totalt torsdag 29.09.22

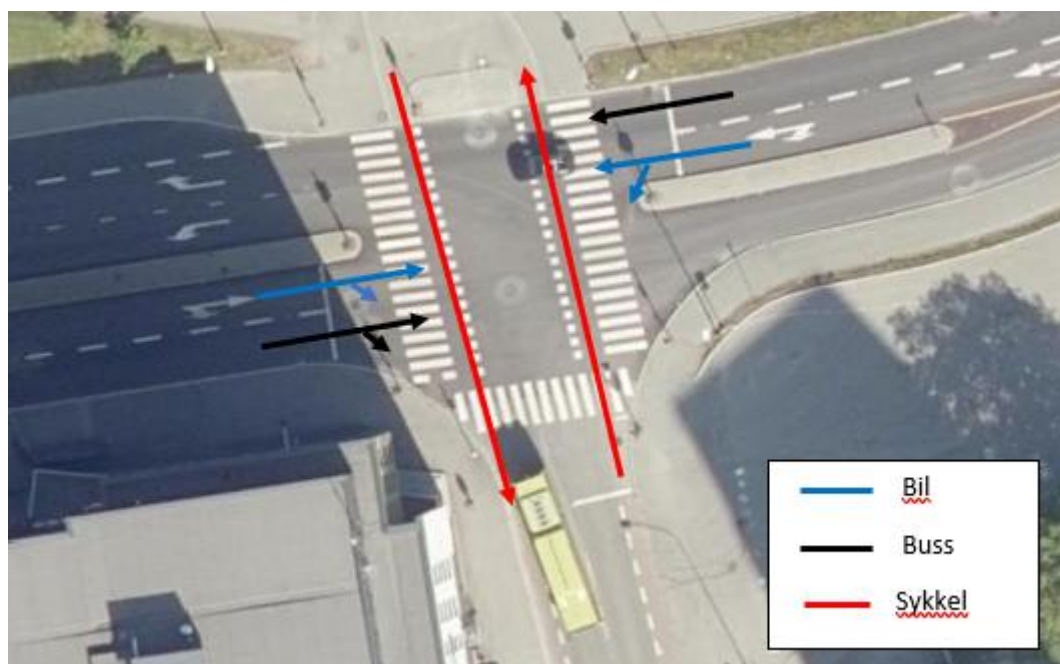
Registreringene tyder på at de valgte dagene ligger nær gjennomsnittsnivået for biltrafikk i september 2022. Figur 3 viser antallet gående og syklende i makstimen i morgen- og ettermiddagsrush. Det var oppholdsvær begge dagene det ble registrert.



Figur 3 Trafikkmengder i makstimer for gående og syklende

2.2 Utforming

Dagens kryssutforming er vist i Figur 4. Høyre kjørefelt fra øst er skiltet som kollektivfelt helt frem til krysset, men i praksis bruker biltrafikken begge felt i krysset. Fra vest er høyre felt kollektivfelt med eget signal. Dette betyr at biltrafikken svinger til høyre fra venstre felt.



Figur 4 Dagens kryssutforming. Kilde: kart.finn.no

To nye forslag til kryssløsning vist i Figur 5 og Figur 6.



Figur 5 | Illustrasjon som viser kryssutforming alternativ 1

I alternativ 1 har den vestlige adkomsten til krysset blitt redusert fra to til ett kjørefelt. Holdeplassen for buss gjøres om fra kantstopp til busslomme. Kollektivfeltet og kollektivsignalet fra vest fjernes. Det innføres sykkelsignal og egen sykkelfase i signalplanen. For gående reduseres krysningslengden over Strindvegen i gangfeltene med deleøy.

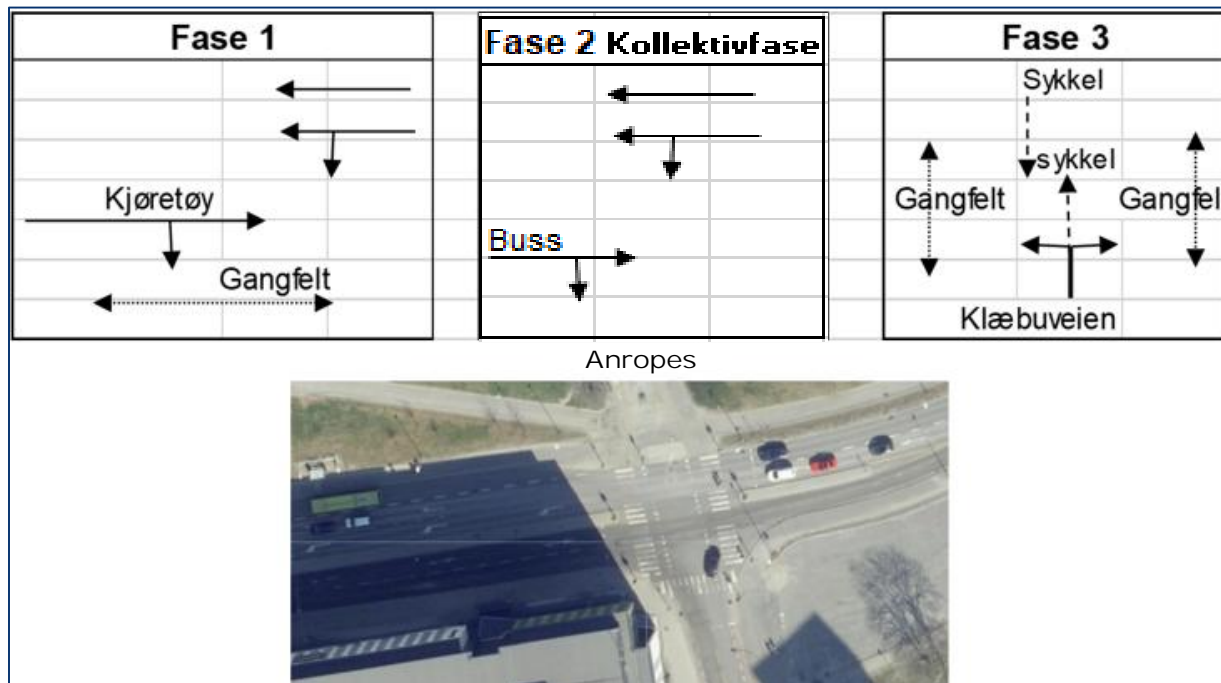


Figur 6 | Illustrasjon som viser kryssutforming alternativ 2

I alternativ 2 bygges krysset om til en minirundkjøring. Signalreguleringen i krysset fjernes og antallet kjørefelt reduseres til ett kjørefelt for hver tilfart. Gangfeltene trekkes litt bort fra krysset, men får redusert krysningslengde på grunn av reduksjonen i antall kjørefelt. Syklende ledes langs sykkelveg som er lagt øst for minirundkjøringen.

2.3 Signalplan

Signalplanen for krysset Klæbuveien/Strindvegen er i dag delt i tre faser (Swarco, 2016). Se Figur 7 nedenfor.



Figur 7 Signalfaser dagens situasjon

Fase 1 er hovedfasen i krysset med grønt for biltrafikk i begge retninger. Fase 2 er en kollektivfase som kun inntreffer når en buss anroper anlegget gjennom bussprioritering. Fase 3 er Klæbuveien, gangfelt og sykkel, hvor biltrafikken har vikeplikt for gående og syklende. Etter observasjoner ser vi at dagens bruk av kollektivsignalet er dårlig utnyttet, eventuelt ikke fungerer optimalt. Kollektivsignalet blir grønt etter anrop fra bussene. Vi ser at når det tar lang tid før bussen får kollektivsignalet kjører de på det ordinære grønne lyset. Når det da blir grønt for buss er det ingen aktivitet i krysset. Vi ser også at trafikantene har problem med å forholde seg til høyresving fra venstrefelt (fra Strindvegen til Klæbuveien), noe som gir litt ulik bruk av felt og signal.

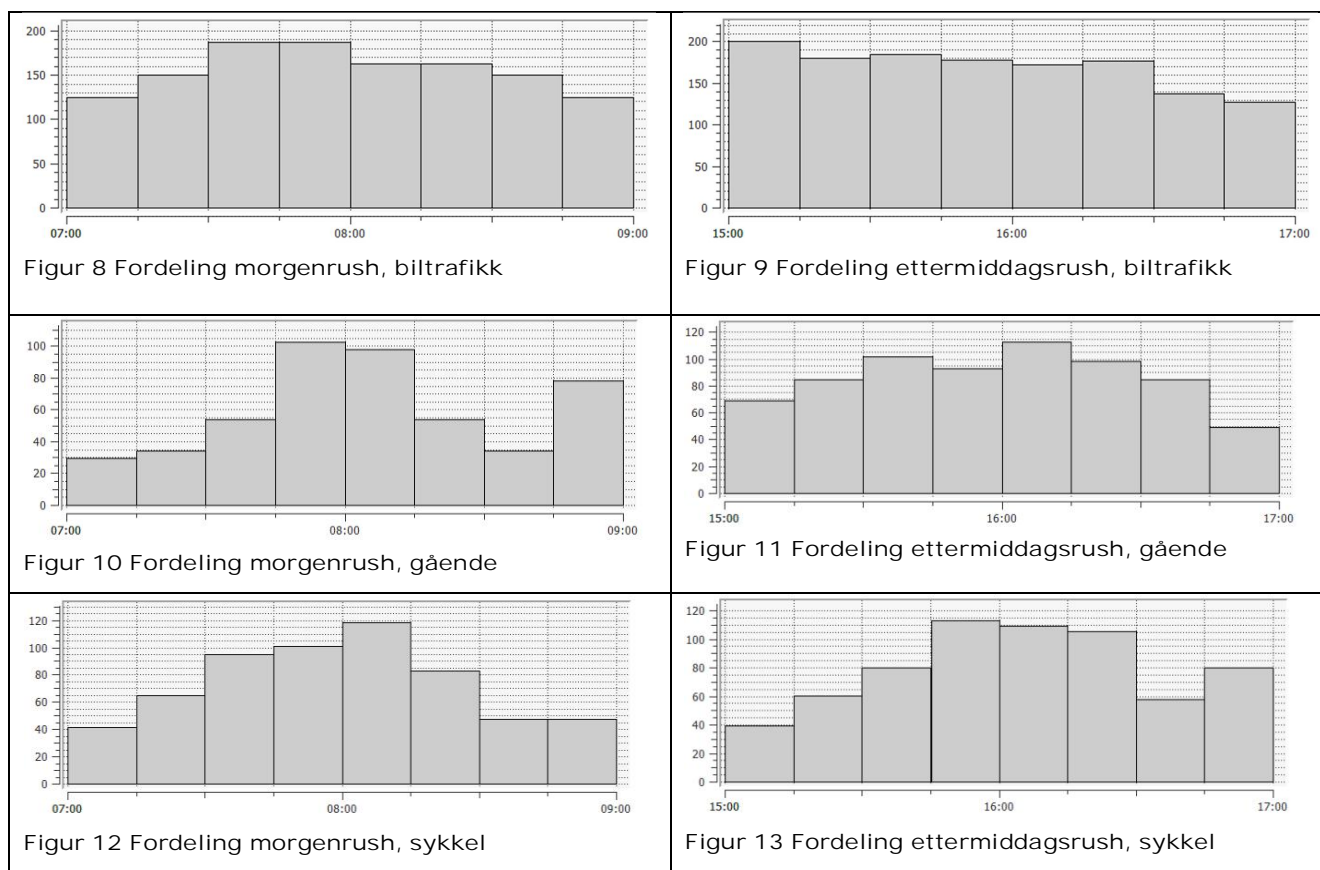
3. Metode

3.1 Aimsunmodell

Aimsun Next er et trafikkmodelleringsverktøy som i dagligtale vanligvis omtales som Aimsun. Programmet er utviklet av firmaet Aimsun som er etablert i Barcelona. Simuleringene gjøres her på mikro-nivå, som vil si at hvert enkelt kjøretøy simuleres med et sett med parametere for trafikantadfærd. For hvert scenario beregnes 10 parallelle simuleringer med tilfeldig variasjon i ankomstfordeling og kjøretøysparametere.

3.2 Trafikkmengder

Trafikkmengdene fra tellingene over to timer er lagt til grunn for simuleringene, fordelt mellom personbil, lastebil, gående og syklende. Biltrafikk, gående og syklende er fordelt prosentvis basert på fordelingen fra tellingene, vist på Figur 8 til Figur 13. Det er verdt å merke seg at biltrafikken ikke har en tydelig rushtopp i ettermiddagsrush.



3.3 Kollektiv

Det er lagt inn følgende busslinjer med tilhørende rutetabell:

- AtB Bylinje 10, 11, 13, 14, 19 og 24
- Værnesekspressen

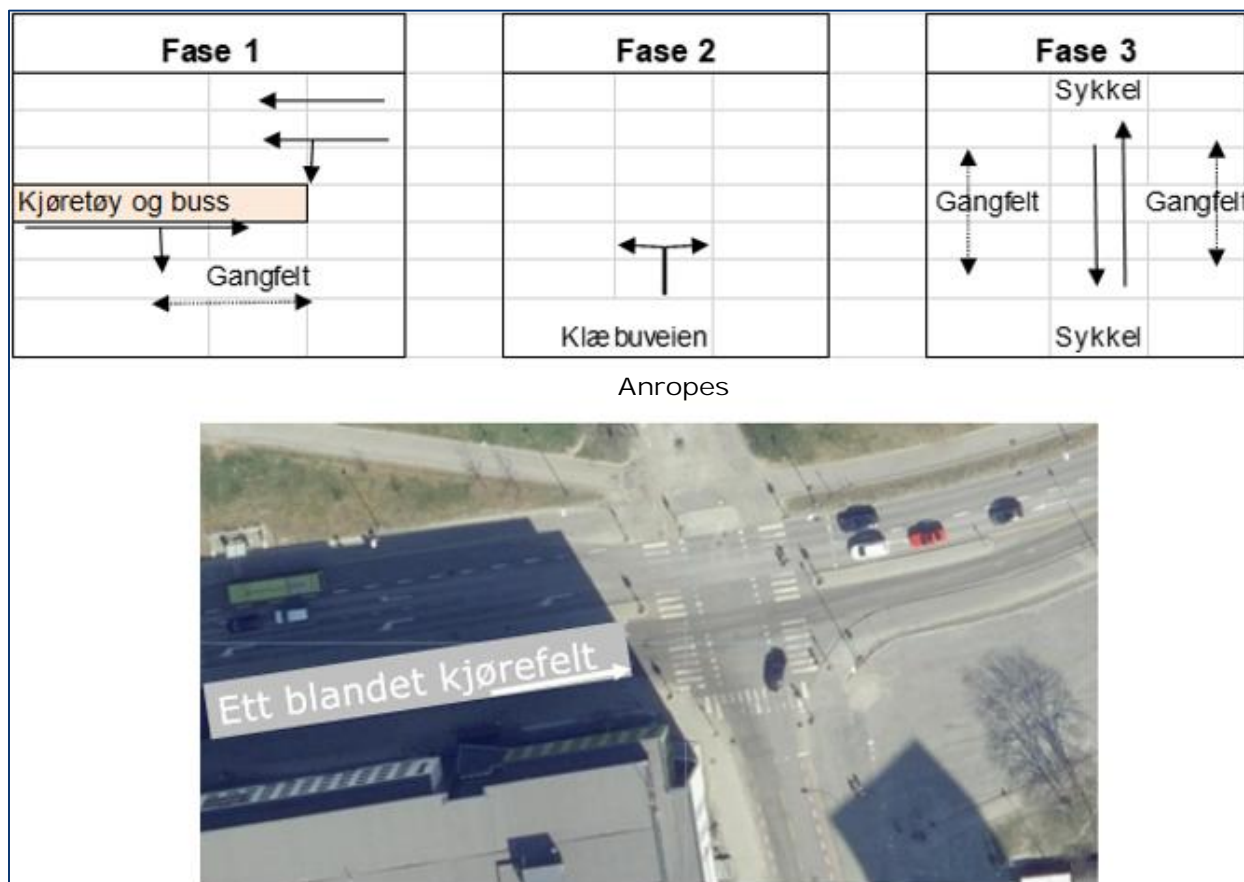
Bussene er lagt inn med 15 sekunder gjennomsnittlig holdeplasstid med et variasjonsområde på ± 10 sekunder. Værnesekspressen kjører fra hovedvegen inn til Klæbuveien og snur på Scandic Lerkendals parkering. Deretter kjører bussen ut på hovedvegen igjen. Dette kjøremønsteret er programmert inn i Aimsun-modellen.

3.4 Signalanlegg

Signalanlegget er kodet som trafikkstyrt med minimums- og maksimumstider hentet fra SK-skjema (Swarco, 2016). Dagens faseinndeling er vist i Figur 7. Kollektivsignalet er kodet med bussprioritering, slik at når en buss ankommer krysset fra vest vil det som gjenstår av omløpet avvikles til minimumstid.

Modellområdet går fram til signalanlegget i Holtermanns veg i vest. For at trafikken inn og ut av krysset skal være realistisk, er det innført et forenklet tidsstyrt signalanlegg i Holtermanns veg. Hovedtyngden av trafikken fra vest kommer i venstresving fra nord, hvor signalfasen er relativt kort.

I alternativ 1 fjernes kollektivfasen, og maksimumstid for fase 1 reduseres fra 45 sekunder til 30 sekunder for å være mer fleksibel. Fase 3 deles, slik at det blir en egen fase for biltrafikken fra Klæbuveien og en fase for sykkel og gangfelt i retning nord-sør. Ny faseinndeling er vist i Figur 14. Fase 2 vil være trafikkstyrt med anrop ved deteksjon av bil eller buss fra Klæbuveien.



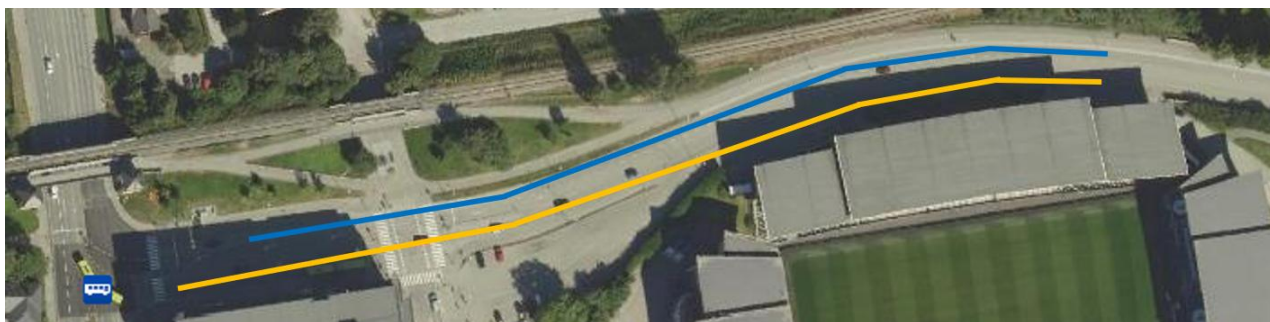
Figur 14 Signalfaser alternativ 1

3.5 Minirundkjøring

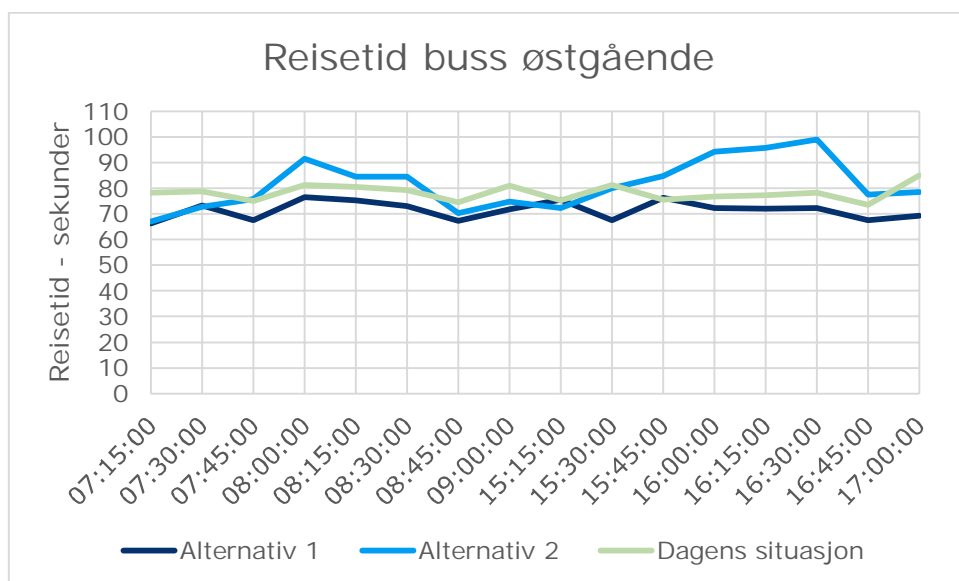
Minirundkjøringen er kodet på en måte som separerer vikesituasjonene mot andre kjøretøy fra gangfeltene. Dette er vesentlig for å unngå at biler blir stående og vike på veg inn i rundkjøringen på grunn av gående som krysser i gangfeltet på veg ut av rundkjøringen. En ulempe med dette er at vikesituasjonene kommer brått på, slik at hastighetsnivå og nedbremsing ikke blir realistisk i modellen. Hastighetsnivået er redusert til 30 km/t på veg inn og ut av minirundkjøringen for å representere fartsdempende tiltak. Det er lagt til grunn at sentraløya er overkjørbar og at dette medfører et relativt høyt uhindret fartsnivå (30 km/t) gjennom rundkjøringen, også for venstresvingende trafikk.

4. Resultater

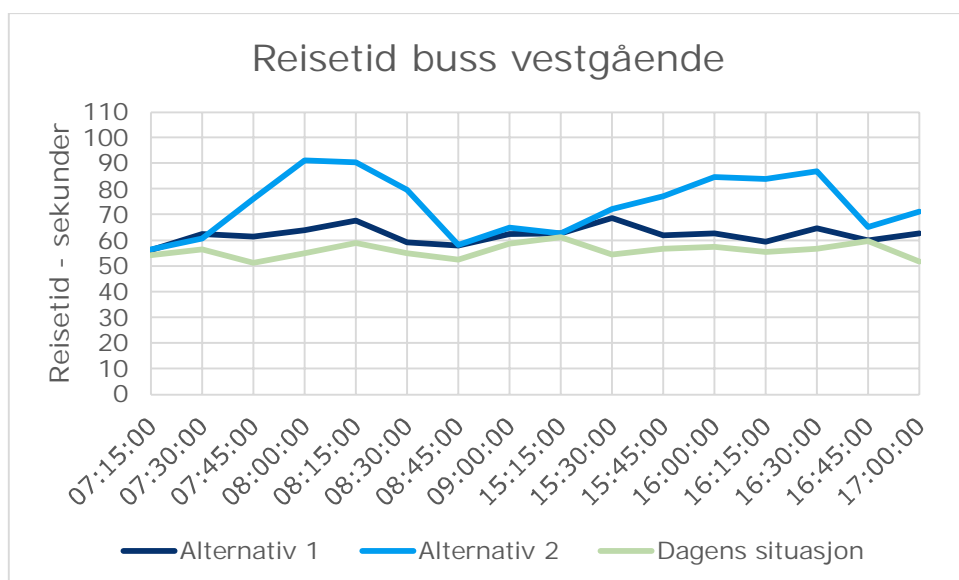
Det er tatt ut resultat for fremkommelighet for buss, gående og syklende i de ulike alternativene. Hvert resultat er gjennomsnitt av 10 parallelle simuleringer, hvor den tilfeldige variasjonen er lik for hvert alternativ. Fordi det er ulik utforming i alternativene, er resultatene tatt ut i form av reisetid for utvalgte sammenlignbare strekninger for buss, vist i Figur 16 og Figur 17. Utvalgte strekninger er vist i Figur 15. Reisetid for buss inkluderer holdeplasstid. Det er viktig å se resultatene mellom alternativene relativt i forhold til hverandre, og ikke som absolutte verdier.



Figur 15 Streknings for beregning av reisetid. Østgående oransje (280 m), vestgående blå (260 m).



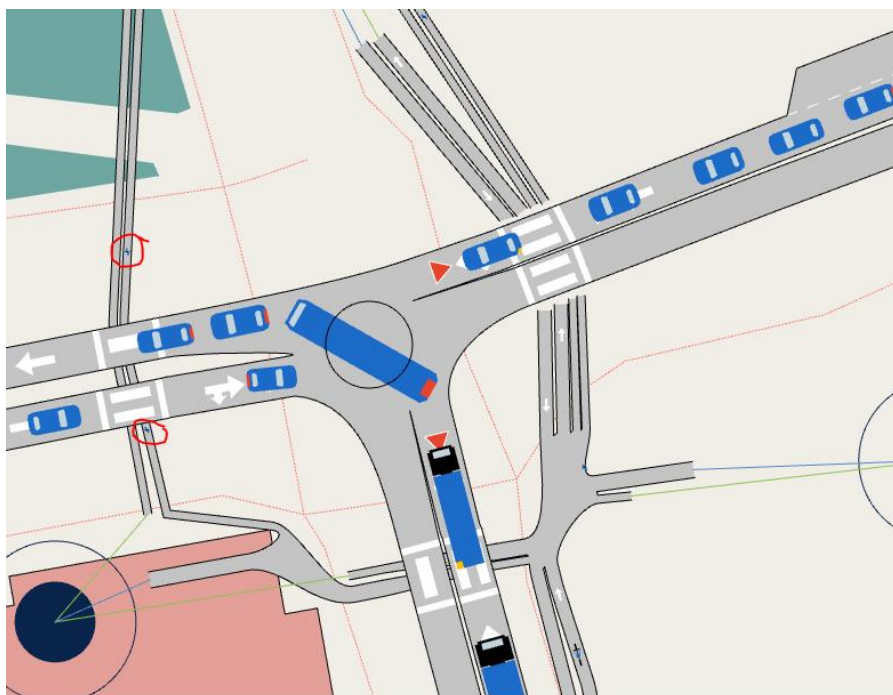
Figur 16 Resultater reisetid buss Strindvegen østgående, inkludert holdeplasztid



Figur 17 Resultater reisetid buss Strindvegen vestgående, inkludert holdeplasztid

Resultatene i Figur 16 og Figur 17 viser detaljert reisetid per 15-minutts intervall. For alternativ 2 gir dette en definert rushtopp som sammenfaller med tidsprofilen for gående og syklende (Figur 10 til Figur 13). For dagens situasjon og alternativ 1 er det liten variasjon i reisetid over tidsperioden, og forskjellene mellom disse alternativene kommer kun som følge av endringer i signalplanen.

I alternativ 2 er avviklingssituasjonen for buss og bil preget av mange korte stopp inn mot gangfelt. Når mange kjøretøy ankommer samtidig, kan dette medføre at flyten inne i rundkjøringen stopper opp, som vist på Figur 18.



Figur 18 Eksempelsituasjon alternativ 2 morgenrush, fotgjengere er framhevet med rød sirkel

Et gjennomsnitt av resultatene er vist i Tabell 1 under.

I alternativ 1 får buss 7 sekunder *reduert* reisetid i østgående retning og 6 sekunder *økt* reisetid i vestgående retning sammenlignet med dagens situasjon.

I alternativ 2 får buss i østgående retning 3 sekunder *økt* reisetid og vestgående buss 17 sekunder *økt* reisetid sammenlignet med dagens situasjon.

Tabell 1 Resultat oppsummert – gjennomsnittlig reisetid buss

Strekning	Dagens situasjon	Alternativ 1	Alternativ 2
Strindvegen østgående	78	71	81
Strindvegen vestgående	56	62	73

Tabell 2 under viser resultater for ventetid i signalanlegg for gående og syklende.

I alternativ 1 innføres en egen fase for gående og syklende som gjør at den totale omløpstiden øker. Dette fordi denne fasen sannsynligvis inntreffer i hvert omløp, ikke bare av og til slik dagens kollektivsignal gjør. Fordi det nå er en egen fase for gående og syklende med økt trygghet gir dette i gjennomsnitt en økt ventetid i signalanlegget på 3-4 sekunder. I dagens situasjon deler disse fase med kjørende i Klæbuveien, med de utrygghetene og mulige konflikter som dette gir.

I alternativ 2 fjernes signalreguleringen, og det er ingen simulert ventetid for gående og syklende.

Tabell 2 Resultat gående og syklende - gjennomsnittlig ventetid i signalanlegg (sekunder)

Klokkeslett	Dagens situasjon	Alternativ 1	Alternativ 2
07 - 09	14	17	-
15 - 17	14	18	-

I beregningene er det tatt utgangspunkt i at all trafikk stopper for gående og syklende i krysningspunktet for gående og syklende. I Trondheim er det delvis en kultur for at trafikantene tar hensyn til hverandre på denne måten, men ifølge Håndbok N300 del2 er ikke det nødvendigvis en riktig formell vurdering. En simulering der syklende viker ville gitt ventetid for syklende og noe mindre ventetid for bil og buss.

I beskrivelse av «Anvendelse av forkjøringsregulering på sykkelveger» er det satt krav til at sykkelveger kan forkjøringsreguleres hvis følgende krav er tilfredsstillt:

- *Det skal være sammenhengende sykkelrute hvor alle kryss med sideveger skal ha samme regulering*
- *Parallell veg skal være forkjøringsregulert*
- *Sykkelveg skal være utformet for rask og trafikksikker sykling*
- *Mellom kryssene skal sykkelvegen være adskilt fra parallell veg og skilt fra fortau i samsvar med gjeldende regler i N100*
- *Kryss med sekundærveg som pålegges vikeplikt skal være utformet etter geometri- og siktkrav i N100 og skal kunne skiltes og oppmerkes i henhold til krav i N302 og for skilt 3.4.1 202 Vikeplikt.*
- *Sykkelvegen skal være skiltet med skilt 520 «sykkelveg», ha en kjørebanebredde på minimum 3,0 m og være merket med gul midtlinje.*

Alle disse punktene er det vanskelig å tilfredsstillte her.

5. Vurdering

Nærheten til krysset i Holtermanns veg gir noen forutsetninger og begrensninger for hvordan krysset i Strindvegen x Klæbuveien vil fungere. I både øst- og vestgående retning er krysset i Holtermanns veg begrensende for den totale kapasiteten lenge før man når en kapasitetsgrense i Strindvegen x Klæbuveien. I østgående retning vil en eventuell kø havne i venstresvingefeltet i Holtermanns veg, og ikke i Strindvegen. I vestgående retning vil en eventuell kø fra Holtermanns veg kunne tilbakeblokkere Strindvegen x Klæbuveien uten at kapasiteten der isolert sett overskrides. I beregningene er det ikke sett detaljert på krysset med Holtermanns veg. Dette utgjør en usikkerhet i beregningene.

Alle de tre kryssutformingene som er beregnet gir akseptabel avvikling i krysset og vil ha restkapasitet. Trafikksikkerhet og ulik prioritering av trafikantgrupper utgjør forskjellene mellom alternativene.

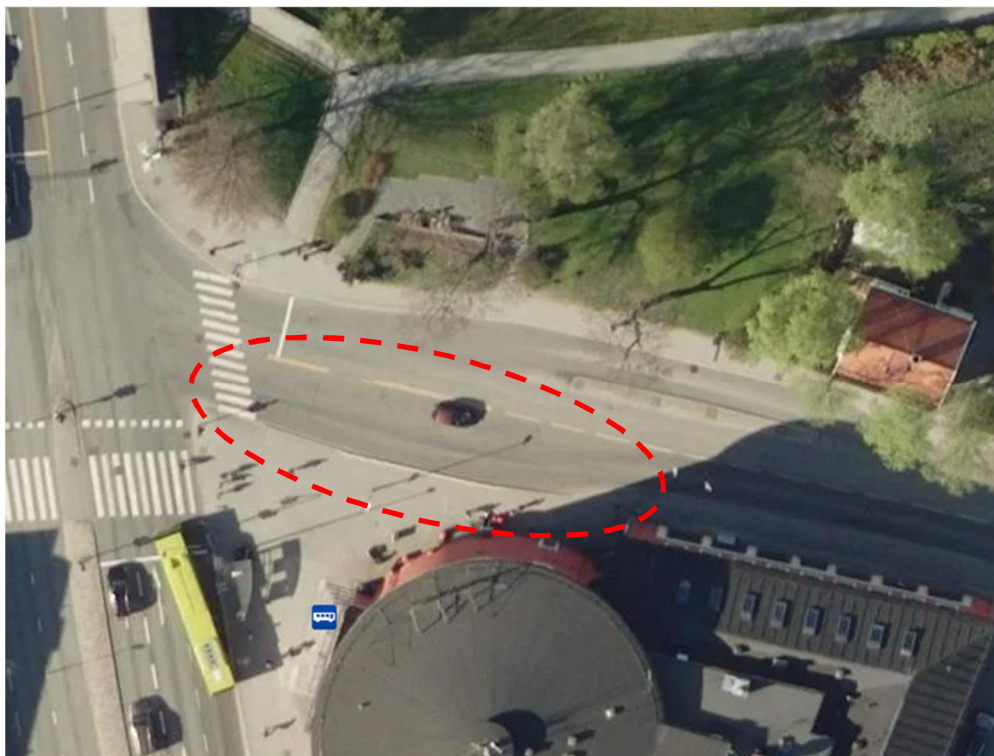
5.1 Dagens situasjon

I dagens situasjon har krysset god kapasitet og ingen avviklingsproblemer. Utformingen med kollektivfelt og kollektivsignal fra vest fungerer ikke hensiktsmessig på grunn av nærheten til holdeplass. Bussen anroper ikke anlegget før den står ved krysset. Avhengig av når i omløpet bussen ankommer kan ventetiden bli opp mot 40 sekunder fordi hver av de andre fasene har minimumstid knyttet til krysningslengden for gående. Fra videoregistreringer ser vi at bussen da skifter felt og benytter fasen for bil, og man får unødvendig ventetid mens signalanlegget går gjennom kollektivfasen uten bussen. Svingende biltrafikk har sekundærkonflikt mot gangfelt i begge bilfasene, og bevegelsene fra Klæbuveien har også sekundærkonflikt mot sykkelfelt. Bil skal formelt sett vike for syklende, men enkelte gjør dessverre ikke det. Svingende trafikk oppleves utrygt for syklende, og dermed er det få som vil la barna sykle gjennom dette krysset.

5.2 Alternativ 1

I alternativ 1 fjernes kollektivsignalet og det innføres en egen signalfase for gående og syklende i retning nord-sør. Fjerning av kollektivsignalet er utelukkende positivt for avviklingen i krysset, og gir redusert reisetid for buss i østgående retning. Endringen av signalplanen gir mulighet til å bruke bussprioritering til å forlenge hovedfasen. Denne gevinsten vil også gjelde utenom rushperioden.

For at denne løsningen skal fungere optimalt kan utforming av holdeplassen i østgående retning endres til busslomme slik at bussen får forkjørsrett. Eksempel på en slik utforming er holdeplassen ved Studentersamfundet på veg ut av krysset Elgesetergate x Klostergata, se Figur 19. Holdeplassen bør utformes slik at det er plass til to busser samtidig.



Figur 19 Utforming av holdeplass i Klostergata ved Studentersamfundet, Trondheim. Kilde: kart.finn.no

Gevinsten av ny fase 3 er bedre trafiksikkerhet. Gående og syklende unngår konflikt med svingende kjøretøy i samme fase.

Innstramming av krysset og deleøyer i Strindvegen gir kortere gangkryssinger, og bedret trafiksikkerhet for gående med signalanlegg ute av drift da man krysser med trafikk fra kun en retning om gangen.

5.3 Alternativ 2

I alternativ 2 endres reguleringsformen i krysset fullstendig. Ved å fjerne signalreguleringen, fjernes ventetiden for gående og syklende slik beregningene nå er gjort. Kapasiteten for bil og buss reduseres og blir avhengig av antallet gående og syklende, i tillegg til mengden biltrafikk. Bil- og busstrafikken forsinkes inn mot, gjennom og ut av rundkjøringen. Dette skyldes et ganske høyt antall gående og syklende, men også innsnevring til ett felt i alle tilfarer. Simuleringene viser likheter med situasjonen i krysset Dybdahls veg x Strindvegen, men i en mindre skala. Selv om alternativ 2 kommer dårligere ut enn dagens utforming og alternativ 1, er avviklingskvaliteten innenfor det som regnes som akseptabelt, nivå C (20-35 sekunder gjennomsnittlig forsinkelse i makstimen) i henhold til SIDRA Standard (Akcelik, 2009).

Utenom rush vil denne utformingen gi god avvikling og redusert reisetid for bil og buss sammenlignet med dagens utforming. I rushperiodene viser beregningene opp mot 40 sekunder økt reisetid for buss. Aimsun regner med absolutt vikeplikt, som betyr at alle biler og busser overholder vikeplikt for gående og syklende. I tillegg påvirkes reisetiden, spesielt i vestlig retning av vikeplikt for bil fra venstre (fra Klæbuveien) når man etablerer rundkjøring.

I beregningene er det forutsatt at biltrafikken viker for syklister som krysser bilvegen. Rent teknisk håndteres dette vikeforholdet på samme måte som for mellom biler, som ikke nødvendigvis gir realistisk

avvikling. I virkeligheten vil ikke dette være like entydig, heller ikke med tanke på trafikkregler. En beregning der syklende viker ville gitt ventetid for syklende og noe mindre ventetid for bil og buss.

Trafikkregistreringene ble gjort på en dag med fint vær og relativt mange gående og syklende. Dette er også medvirkende til resultatene, og gir en indikasjon på at løsningen er følsom for en økning i antallet gående og syklende.

Trafikksikkerhetsmessig innebærer en minirundkjøring økt risiko utenom rushperiodene, hvor hastighetsnivået i mindre grad påvirkes av gang- og sykkeltrafikken. For trafikken rett fram gjennom krysset vil det være minimal avbøyning som innbyr til høy hastighet. For ordinære rundkjøringer er redusert hastighet som følge av avbøyning noe av den trafikksikkerhetsmessige fordelene ved krysstypen. I håndbok V126 omtales minirundkjøring som en unntaksløsning: «Minirundkjøringer tar liten plass og vil ofte kunne tilpasses omgivelsene. Dette kan være en aktuell løsning for trange problemkryss i sentrumsområder hvor signalregulering vil være uheldig av hensyn til estetikk eller avvikling. (...) En flat overkjørbar sentraløy kan også føre til dårlig avbøyning og høyere fart. På steder med høyt fartsnivå anbefales derfor ikke flate minirundkjøringer med mindre det samtidig settes inn tiltak for å redusere farten.» (Statens vegvesen, 2013). Det er derfor behov for avbøtende tiltak, og dette kan for eksempel være opphøyde felt foran gang- og sykkelkryssingen.

Det er mange gående og syklende i krysset, nok til at det i seg selv er grunn til å vurdere signalregulering ifølge håndbok 270 (Statens vegvesen, 2007).

Minirundkjøring kan under de rette forholdene være en kryssløsning som innbyr til «shared space», der de ulike trafikantergruppene blandes, men tar hensyn til hverandre. En slik tilnærming er imidlertid ikke forenelig med en hovedveg for buss og bil som krysser en hovedferdselsåre for gående og syklende. Her er det viktig å få separert trafikkstrømmene for å minimere konflikt. Avviklingsmessig vil det være hensiktsmessig at bil- og busstrafikken «slippes frem» av gående og syklende, slik at man opprettholder flyten gjennom krysset. Vår vurdering er at det i dette tilfellet er så mange gående og syklende i rushperioden at spørsmålet ikke blir hvorvidt biltrafikken må vike, men hvor mange man må vike for. Dette gjør også at syklisterens vikeplikt blir mindre vesentlig. De vil krysse samtidig som de gående, og har også muligheten til å krysse som gående.

6. Konklusjon og anbefaling

Trafikkberegningene viser samlet sett best fremkommelighet i dagens situasjon som er marginalt bedre enn alternativ 1. Alternativ 1 har egen fase for syklende og gående nord-sør. Konfliktfri kryssing gir større trygghet og bedre trafikksikkerhet for gående og syklende. Løsningen er samtidig svært robust for framtidig økning i antall syklende. Alternativ 2 gir redusert fremkommelighet for buss og bil og redusert ventetid for syklende og gående. Løsningen vil gi økt trafikksikkerhetsmessig risiko for gående og syklende dersom ikke avbøtende tiltak som for eksempel opphøyd gangfelt innføres. Her vil det være en avveining mellom opplevd trygghet og trafikksikkerhet for myke trafikanter og fremkommelighet for bil og buss.

Vår anbefaling er å fjerne kollektivsignalet i Strindvegen og bygge om holdeplassen i østgående retning til busslomme. Isolert sett gir denne løsningen gevinst for bussen, men også for alle andre trafikantergrupper ved å redusere omløpstida. Innføring av en egen fase for sykkel og gående vil gi bedre trafikksikkerhet for gående og syklende, på bekostning av noe økt ventetid i signalanlegget for alle. En slik endring vil være en avveining mellom trafikksikkerhet og fremkommelighet.

Minirundkjøring i et kryss med mye buss og forholdsvis mye trafikk, med kryssende sykkelveg over østre arm og fotgjengerkryssinger over alle armer, er en utfordrende krysstype. Beregningene tilsier at denne kryssløsningen gir dårligere fremkommelighet for bil og buss enn signalregulering i rushperiodene som følge av høyt antall gående og syklende. Minirundkjøring vil ha god avvikling utenom rushperiodene, og avviklingen vil være akseptabel også i rush.

Lite mulighet for avbøying i rundkjøringen og dårlig forståelse av hvilke trafikkregler som gjelder for kryssende syklister, fra både kjørende og syklende sin side, fører til at vi trafiksikkerhetsmessig ikke anbefaler en minirundkjøring i dette krysset.

7. Referanser

- Akcelik, R. (2009). Evaluating Roundabout Capacity, Level of Service and Performance. Hentet fra https://www.researchgate.net/figure/Level-of-Service-definitions-for-VEHICLES-based-on-DELAY-only_tbl3_242257530
- Statens vegvesen. (2007). *Håndbok 270 Gangfeltkriterier*.
- Statens vegvesen. (2013). *Håndbok V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss*.
- Swarco. (2016). *SK-skjema 1601.611*.