

Sondre Skiaker

Evaluering av kollektivprioritering

En studie av Jonsvannsveien på Moholt i Trondheim

Masteroppgave i Transport

Veileder: Arvid Aakre

Juli 2020



Sondre Skiaker

Evaluering av kollektivprioritering

En studie av Jonsvannsveien på Moholt i Trondheim

Masteroppgave i Transport
Veileder: Arvid Aakre
Juli 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Sammendrag

Selv om det brukes store ressurser på å gi kollektivtrafikk bedre framkommelighet, gjøres det sjelden evalueringer i ettertid for å vurdere effekten av dette. Denne masteroppgaven er en trafikkteknisk evaluering av Jonsvannsveien på Moholt i Trondheim, som nylig er bygget om med en rekke tiltak for kollektivprioritering. Evalueringen av Jonsvannsveien har vært todelt:

- Det er gjort en kvalitativ undersøkelse av vegen for å vurdere lesbarhet. Dette er basert på befaringer og videoopptak av trafikken.
- Trafikken er simulert i Aimsun for å vurdere framkommelighet i den nåværende utformingen av Jonsvannsveien i forhold til to alternative utforminger:
 - 1) en optimalisering av nåværende utforming, og
 - 2) Jonsvannsveien utformet på konvensjonelt vis med fire gjennomgående kjørefelt.

Den kvalitative undersøkelsen viser at Jonsvannsveien er utformet på en særdeles uvanlig og lite intuitiv måte. Det er problematisk at kjøremønsteret varierer i så stor grad på en vegstrekning som er i underkant av 1km lang. Det er mye feilkjøring grunnet uvanlig og lite gjenkjennelig regulering og skilting. Verst er det ved Lidarende i sørgående retning hvor det er registrert at 10% av alle trafikanter kjører i feil kjørefelt, selv etter to måneder med kjøremønsteret. Den syv måneder lange perioden hvor vegen var ferdigstilt uten regulert kjøremønster har trolig skapt uvaner for noen trafikanter. Mye av problematikken knyttet til lesbarhet ville trolig vært unngått om vegen var utformet på en mer konvensjonell måte.

Resultater fra trafikksimuleringer tyder på at den nåværende utformingen avviklingsmessig har ingen fordeler i forhold til alternativ 1) og 2). At de signalregulerte kryssene utformes forskjellig i alternativ 1) og 2) gir noe bedre framkommelighet for buss og mye bedre framkommelighet for personbiler. Dybdahlsvegkrysset avvikles mye bedre dersom det endres til å tillate venstresvingende trafikk fra Jonsvannsveien Sør å bruke venstre felt. Alle trafikkstrømmer ville vært avviklet bedre om Frode Rinnans Veg-krysset var utformet med fire gjennomgående kjørefelt. Videre er disse alternativene mer robuste dersom trafikkmengden skulle øke. Reisetid for personbil er for den nåværende utformingen 188 sek/km, og reduseres til 149 sek/km ved alternativ 1 og til 131 sek/km ved alternativ 2. Disse tallene må sees på som indikasjoner av hvordan framkommelighet endres grunnet usikkerhet i trafikksimuleringen.

Den nåværende utformingen av Jonsvannsveien ansees som unødvendig kompleks, og gir personbiler uforholdsmessig store forsinkelser. Utformingen gir buss svært god framkommelighet.

Abstract

Although large resources are spent on prioritization of public transportation, evaluations are rarely done to examine the effects. This master thesis serves as an evaluation of Jonsvannsveien in the Moholt area of Trondheim, Norway. This road has recently been improved with several measures for public transit priority. The evaluation has been twofold:

- A qualitative examination of the road was done to evaluate the readability of the road system. The findings are based on observations of the traffic.
- The traffic has been simulated in Aimsun to compare travel times in the current road design compared to two alternative designs:
 - 1) An optimization of the current road design, and
 - 2) Jonsvannsveien designed in a more conventional manner with four continuous lanes

The qualitative examination has shown that Jonsvannsveien is designed in a very uncommon manner which is not intuitive to road users. It is problematic that the road is designed very differently over such a small length. Many road users have been observed to drive in a wrong fashion. Near the intersection with the road Lidarende 10% of vehicles were registered to use the lanes incorrectly, even after two months with the current regulation of the road. For seven months after the road works were finished the lane usage was not regulated. This may have given some road users bad habits. A lot of these problems would have been avoided if Jonsvannsveien was designed in a conventional way.

Results from traffic simulations indicate that that the current road design do not have any advantages compared to alternative 1) and 2). The signalized intersections are designed differently which slightly reduces delays for buses, and to a large extent for other road users. If the intersection by Dybdahls Veg allowed for left turn in the left lane for all vehicles coming from Jonsvannsveien South, the traffic would flow much better. The traffic would flow much better if the intersection by Frode Rinnans Veg was designed with four continuous lanes. These alternatives are more robust for changes in the traffic volume than the current road design. Travel time for cars is 188 sec/km for the current design and is reduced to 149 sec/km with alternative 1 and to 131 sec/km with alternative 2. Due to uncertainty in the simulation these numbers must be considered as indications of how travel time will differ.

The current design of Jonsvannsveien is therefore considered unnecessary complicated and gives other road users than buses large delays. The design prioritizes buses which result in minimal delays.

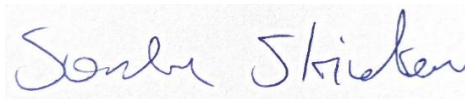
Forord

Denne masteroppgaven markerer fullførelsen av det femårige sivilingeniørstudiet Bygg- og miljøteknikk innen studieretningen Transport ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgaven har en studiebelastning på 30 studiepoeng og ble skrevet våren 2020. Arbeidet ble veiledet av førsteamanuensis, og leder for Trafikkteknisk Senter, Arvid Aakre. Grunnet oppgavens relevans for Miljøpakken har vi hatt en samarbeidsavtale, og min kontaktperson i Miljøpakken har vært Aslak Heggland.

Jeg vil rette en stor takk min veileder Arvid som har hjulpet meg gjennom dette arbeidet. Videre vil jeg takke Aslak Heggland i Miljøpakken, Børge Bang i Statens Vegvesen, Jon Flydal i Statens Vegvesen og Marte Dahl i Rambøll som har bidratt med faglige innspill og litteratur. Sist, men ikke minst, vil jeg takke medarbeiderne i studentsamskipnaden som var særdeles hjelpelige med å gi meg tilgang til taket på Moholt Studentby slik at jeg kunne filme Jonsvannsveien fra høyde. Jeg vil også rette en stor takk til alle dere som hjalp meg med korrekturlesning.

Grunnet COVID-19-pandemien ble fokuset i masterarbeidet endret fra observasjoner av trafikken til trafikksimulering i Aimsun. Dette medførte at arbeidet ble noe forsinket.

Hamburg, 7. juli 2020

A handwritten signature in blue ink that reads "Sondre Skiaker". The signature is written in a cursive, flowing style.

Sondre Skiaker

Innhold

Figurer	viii
Tabeller	xii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Motivasjon.....	1
1.3 Valg av Jonsvannsveien som studieområde	2
1.4 Begrensninger	4
1.5 Forsknings spørsmål	4
2 Om Jonsvannsveien	6
2.1 Jonsvannsveien før ombygningen	6
2.2 Ferdigstilt, men ikke godkjent.....	8
2.3 Detaljert beskrivelse av Jonsvannsveien etter ferdigstillelse og godkjennelse	9
2.3.1 Kryss i Jonsvannsveien	9
2.3.2 Kjøremønster.....	10
2.4 Trafikkmengder.....	14
2.5 Kollektivtrafikk.....	15
3 Litteratur om kollektivprioritering.....	17
3.1 Litteratursøk.....	17
3.2 Generelt om kollektivprioritering	17
3.3 Kollektivfelt	20
3.4 Holdeplasser.....	23
3.5 Signalprioritering.....	24
3.5.1 Aktive og passive signalanlegg.....	24
3.5.2 Kapasitet i signalregulerte kryss.....	25
3.5.3 Kriterier for opprettelse av signalanlegg	26
3.6 Andre tiltak	28
3.6.1 Tilfartskontroll	28
3.6.2 Buss unntatt fra svingebevegelse	29
3.6.3 Køflytting	29
3.7 Skilt og vegoppmerking	29
3.7.1 Prinsipper.....	29
3.7.2 Skilt som regulerer kollektivfelt.....	30
3.7.3 Andre skilt.....	32
3.7.4 Vegoppmerking.....	33
4 Metode	34

4.1	Datainnsamling	34
4.1.1	Videoregistreringer	35
4.1.2	Beregning av trafikkmengder	39
4.1.3	Estimering av trafikkmengder	40
4.1.4	Kollektivtrafikk	43
4.2	Trafikkmodellering	44
4.2.1	Hva er trafikkmodeller	44
4.2.2	Detaljeringsnivå	45
4.2.3	Dynamiske og statiske modeller	46
4.2.4	Stokastiske og deterministiske modeller	46
4.2.5	Valg av programvare for trafikkmodellering	46
4.2.6	Om Aimsun 8.3.1	47
4.2.7	Norsk veileder i Aimsun	47
4.3	Utvikling av trafikkmodell av Jonsvannsveien	47
4.3.1	Formål	48
4.3.2	Samle grunnlagsdata	48
4.3.3	Bygge vegnettverket	48
4.3.4	Antall replikasjoner	53
4.3.5	Verifisering, kalibrering og validering	54
4.3.6	Output fra Aimsun	54
5	Kvalitativ evaluering av kjøremønsteret i Jonsvannsveien	57
5.1	Dybdahls Veg til Lidarende	59
5.2	Bregnevegen	62
5.3	Frode Rinnans Veg-krysset	63
5.4	Ved Moholt Storsenter	69
5.5	Skilting og vegoppmerkning	70
5.6	Sammenfatning	73
6	Utvikling av alternative vegutforminger	75
6.1	Generelt om alternative utforminger	75
6.2	Alternativ 0 – Nåsituasjonen	77
6.2.1	Utforming av signalanlegg	79
6.3	Alternativ 1 – Nåsituasjonen optimalisert	81
6.3.1	Utforming av signalanlegg	83
6.4	Alternativ 2 – Fire gjennomgående kjørefelt	85
6.4.1	Utforming av signalanlegg	87
6.5	Øvrige alternativer som bør utredes	88
7	Resultater fra trafikksimulering	89

7.1	Servicenivå i signalregulerte kryss.....	89
7.2	Subpath-analyse	92
7.2.1	Gjennomsnittlig reisetid i makstimen	92
7.2.2	Nordgående buss	93
7.2.3	Nordgående personbil	94
7.2.4	Sørgående buss	95
7.2.5	Sørgående personbil	96
7.2.6	Vestgående buss	97
7.3	Reisetid for hele vegsystemet	98
7.3.1	Alternativ 0	98
7.3.2	Alternativ 1	98
7.3.3	Alternativ 2	99
8	Diskusjon av trafikksimuleringer	100
8.1	Servicenivå i signalregulert kryss	100
8.2	Subpath-analyse	101
8.3	Reisetid for hele vegsystemet	102
8.4	Sammenligning av alternativene	103
8.5	Svakheter i Aimsun-modellen	104
9	Konklusjon	105
	Referanser.....	106
	Vedlegg.....	108
9.1	Trafikkmengder i ettermiddagsmakstimen	108
9.2	Skriv fra NTNU angående COVID-19 situasjonen	111

Figurer

FIGUR 1 PROSENTVIS TRANSPORTMIDDELBRUK FOR ULIKE REISELENGDER PÅ ET NASJONALT NIVÅ. HENTET FRA: (TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT, 2014)	2
FIGUR 2 FRODE RINNANS VEG-KRYSSET ER UTFORMET FOR Å PRIORITERE KOLLEKTIVTRAFIKK.	3
FIGUR 3 TIL VENSTRE: STUDIEOMRÅDETS Plassering i Trondheim. TIL HØYRE: STUDIEOMRÅDET I STØRRE MÅLESTOKK. BAKGRUNNSKART HENTET FRA: (GULE SIDER, 2020)	4
FIGUR 4 DYBDAHLSVEGKRYSSET GA OFTE TILBAKEBLOKKERING PÅ JONSVANNSVEIEN UNDER RUSH. HENTET FRA:(RAMBØLL, 2015)	6
FIGUR 5 FRODE RINNANS VEG-KRYSSET I 2017, FØR OMBYGNINGEN AV JONSVANNSVEIEN. HENTET FRA: (ASPLAN VIAK, 2019)	7
FIGUR 6 FLYFOTO SOM VISER FRODE RINNANS VEG-KRYSSET I 2013. HENTET FRA: (FINN.NO, 2020). 7	
FIGUR 7 FRODE RINNANS VEG-KRYSSET SETT FRA NORD DEN 20. FEBRUAR 2020. KRYSSET STÅR I GULBLINK OG SKILT ER TEIPET OVER. HØYRE FELT ER DEKKET AV SNØ.....	8
FIGUR 8 VEGKRYSS I JONSVANNSVEIEN. BAKGRUNNSKART HENTET FRA: (GULE SIDER, 2020).....	9
FIGUR 9 PROFIL AV HVORDAN KJØREMØNSTERET I JONSVANNSVEIEN VARIERER. KJØRETØYSFIGURER ER HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2019A)	11
FIGUR 10 OVERSIKT OVER SKILTING FOR REGULERING AV KJØREFELT I JONSVANNSVEIEN. BAKGRUNNSKART HENTET FRA: (GULE SIDER, 2020).....	12
FIGUR 11 KOLLEKTIVFELT PÅ STREKNINGEN. SYSTEMSKIFTET SKJER VED KRYSSET JONSVANNSVEIEN X FRODE RINNANS VEG. BAKGRUNNSKART HENTET FRA: (GULE SIDER, 2020)	13
FIGUR 12 SYSTEMSKIFTE AV KOLLEKTIVFELT VED KRYSSET JONSVANNSVEIEN X FRODE RINNANS VEG. BAKGRUNNSKART HENTET FRA:(NORGE I BILDER, 2020).....	13
FIGUR 13 ÅDT I STUDIEOMRÅDET JONSVANNSVEIEN. ÅDT ER BEREGNET FRA TRAFIKKTELLING OG TRAFIKKESTIMAT 3. MARS 2020. ÅDT I BREGNEVEGEN ER FRA 2015. ÅDT I LIDARENDE ER UKJENT.	14
FIGUR 14 METROBUSSRUTENE BETJENES AV 24 METER LANGE BUSS MED TRE LEDD. HENTET FRA: (TRONDHEIM KOMMUNE, 2020).....	15
FIGUR 15 BUSSRUTER I OG VED JONSVANNSVEIEN. BAKGRUNNSKART HENTET FRA: (GULE SIDER, 2020)	16
FIGUR 16 KART OVER BUSSHOLDEPLASSER LANGS JONSVANNSVEIEN. BAKGRUNNSKART HENTET FRA: (GULE SIDER, 2020)	16
FIGUR 17 SKJEMATISK INNDELING AV TILTAK FOR Å PRIORITERE KOLLEKTIVTRANSPORT. HENTET FRA:(DADASHZADEH AND ERGUN, 2018).....	19
FIGUR 18 PRINSIPPLØSNING AV SYSTEMSKIFTE PÅ STREKNING. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2014B)	21
FIGUR 19 PRINSIPPLØSNING AV SYSTEMSKIFTE VED KRYSS. HENTET FRA:(STATENS VEGVESEN, 2014B)	21
FIGUR 20 EKSEMPEL PÅ HVORDAN HOLDEPLASS KAN UTFORMES MED MIDTSTILT KOLLEKTIVFELT. (STATENS VEGVESEN, 2014E)	21
FIGUR 21 HOLDEPLASSLØSNING DER KJØREFELT SNEVRES INN FOR Å SPARE AREAL. (ASPLAN VIAK, 2018)	22
FIGUR 22 PRINSIPPLØSNING AV BUSSHOLDEPLASS UTFORMET SOM BUSSLOMME. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2014B)	23
FIGUR 23 PRINSIPPLØSNING AV BUSSHOLDEPLASS UTFORMET SOM KANTSTOPP. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2014B)	23
FIGUR 24 KRITERIER FOR SIGNALREGULERING AV VEGKRYSS UT IFRA TRAFIKKMENGDE. RØD PRIKK ANGIR TRAFIKKMENGDEN I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2012B) 26	

FIGUR 25 KRITERIER FOR SIGNALREGULERING AV GANGFELT. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2012B)	27
FIGUR 26 EKSEMPEL PÅ KRYSS UTFORMET MED TILFARTSKONTROLL FOR Å SLIPPE VENSTRESVINGENDE BUSS FORAN ANNEN TRAFIKK. KRYSSET ER CHRISTIAN MICHELSENS GATE (RING 2) X FAGERHEIMGATA I OSLO. HENTET FRA: (SWECO, 2018).....	28
FIGUR 27 BUSS PRIORITERES VED Å FÅ UNNTAK FRA SVINGEBEVEGELSE. HENTET FRA:(STATENS VEGVESEN, 2014B)	29
FIGUR 28 EKSEMPEL PÅ PÅBUDSSKILT. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2020A).....	32
FIGUR 29 EKSEMPEL PÅ VEGVISNINGSSKILT. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2020A).....	33
FIGUR 30 PRINSIPPSKISSE AV OPPMERKING AV BUSSLOMME. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2015)	33
FIGUR 31 PRINSIPPSKISSE AV OPPMERKING AV KANTSTOPP. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2015)	33
FIGUR 32 ACTION-KAMERAER AV TYPEN GARMIN VIRB XE (T.V.) OG GoPro HERO 7 (T.H.) BLE BRUKT TIL REGISTRERING AV TRAFIKKEN.	35
FIGUR 33 T.V.: KAMERA FESTET PÅ TAK AV MOHOLT STUDENTBY. KAMERAOPPSETTET ER FESTET MED TEIP OG SIKRET MED TAU. T.H.: KAMERA MONTERT PÅ EN LANG PLANKE, SOM ER FESTET MED STRIPS OG SLANGSKLEMMER I NETTINGVEGGEN.	36
FIGUR 34 SKJEMA FOR TRAFIKKTELLINGER I DYBDAHLSVEG. TILSVARENDE SKJEMAER BLE BRUKT TIL TRAFIKKTELLING I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET OG ADKOMSTVEGEN TIL MOHOLT STORSENTER. .	39
FIGUR 35 ANTATT TRAFIKK (KJT/T) VED KRYSSET JONSVANNSVEIEN X BREGNEVEGEN	41
FIGUR 36 ANTATT TRAFIKK (KJT/T) VED KRYSSET JONSVANNSVEIEN X LIDARENDE	41
FIGUR 37 ILLUSTRASJON AV FORSKJELLEN MELLOM MIKRO-, MESO- OG MAKRONIVÅ. HENTET FRA: (AAKRE, 2018B)	46
FIGUR 38 I STATISKE TRAFIKKMODELLER ER TRAFIKKMENGDER KONSTANTE, MENS FOR DYNAMISKE VARIERER TRAFIKKMENGDEN OVER TID. HENTET FRA: (AAKRE, 2018B)	46
FIGUR 39 PROSESS FOR Å UTVIKLE EN MIKROSIMULERINGSMODELL. HENTET FRA: (STATENS VEGVESEN, 2019B)	47
FIGUR 40 ET VEGSYSTEM I AIMSUN BESTÅR AV LENKER OG NODER. SVINGEBEVEGELSER DEFINERES I NODER.	49
FIGUR 41 OPPBYGNING AV SYSTEM FOR SIGNALANLEGG I AIMSUN.	51
FIGUR 42 INNDELING AV JONSVANNSVEIEN I FIRE DELOMRÅDER. BAKGRUNNSKART ER HENTET FRA: (NORGE I BILDER, 2020).....	57
FIGUR 43 FASER I SIGNALANLEGGET I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET.	58
FIGUR 44 KJØREMØNSTER FOR VANLIG TRAFIKK MELLOM DYBDAHLS VEG OG LIDARENDE. BAKGRUNNSKART ER HENTET FRA: (NORGE I BILDER, 2020)	59
FIGUR 45 DYBDAHLSVEGKRYSSET SETT FRA JONSVANNSVEIEN SØR. VANLIG TRAFIKK MÅ BRUKE HØYRE KJØREFELT.....	60
FIGUR 46 MELLOM BUSSLOMMEN OG KJØREFELTET LENGER FREMME ER VEGEN SNEVRET INN.	60
FIGUR 47 SKILTING VED KRYSSET MED LIDARENDE.....	61
FIGUR 48 KJØREMØNSTER FOR VANLIG TRAFIKK VED KRYSSET MED BREGNEVEGEN. STIPLA LINJE ANGIR KJØREMØNSTER TIL BILER FRA SØR SOM SKAL SVINGE AV TIL BREGNEVEGEN.	62
FIGUR 49 PÅBUDSSKILT REGULERER KJØREFELTENE MELLOM BUSSHOLDEPLASS MOHOLT STUDENTBY OG BREGNEVEGEN. LEGG MERKE TIL AT PÅBUDSSKILTENE ER SKILTET 100 METER FØR KRYSSET MED BREGNEVEGEN.	62
FIGUR 50 KJØREMØNSTER FOR VANLIG TRAFIKK VED FRODE RINNANS VEG-KRYSSET. STIPLA LINJER VISER KJØREMØNSTER TIL KJØRETØY SOM SVINGER AV TIL FRODE RINNANS VEGS.	63
FIGUR 51 BIL I KOLLEKTIVFELTET.	64
FIGUR 52 BIL BLOKKERER METROBUSS I KOLLEKTIVFELTET.	65
FIGUR 53 TO BILER SOM STOPPER INNE I KRYSS NÅR SIGNALLET BLIR RØDT.	66

FIGUR 54 RØDMARKERT BIL SOM VENTER PÅ Å TA VENSTRESVING STÅR I KJØREFELTET. DETTE BLOKKERER KJØREFELTET FOR ORANSJEMARKERT BIL, SOM KJØRER FORBI I KOLLEKTIVFELTET.....	67
FIGUR 55 TRAFIKK I BEGGE RETNINGER MÅ STOPPE, SELV OM DET BARE ER BUSS I EN KJØRERETNING...	67
FIGUR 56 RØDMARKERT BIL TOK VENSTRESVING FRA MOHOLT ALLÉ OG ENDTE I MOTGÅENDE KJØRERETNING I JONSVANNSVEIEN.	68
FIGUR 57 RØDMARKERT VAREBIL MARKERT MED RØDT MÅTTE VENDE I FRODE RINNANS VEG I 3 MINUTTER FØR DEN FIKK GRØNT SIGNAL.	68
FIGUR 58 KJØREMØNSTER FOR VANLIG TRAFIKK (IKKE BUSS I RUTE) I DEN SØRLIGSTE DELEN AV OMRÅDET, LANGS MOHOLT STORSENTER. STIPLA LINJER VISER KJØREMØNSTER UTENFOR STUDIEOMRÅDET.	69
FIGUR 59 SKILTING OG REGULERING AV KJØREFELT I JONSVANNSVEIEN. FARGENE LANGS VEGEN ANGIR HVORDAN KOLLEKTIVFELTET ER REGULERT.	70
FIGUR 60 HELTRUKNE SPERRELINJER MELLOM KOLLEKTIVFELT OG VANLIG KJØREFELT I JONSVANNSVEIEN.	71
FIGUR 61 BUSSHOLDEPLASSER I STUDIEOMRÅDET.....	72
FIGUR 62 ALTERNATIVE UTFORMINGER AV FRODE RINNANS VEG-KRYSSET.	76
FIGUR 63 ALTERNATIV 0 ER DEN NÅVÆRENDE UTFORMINGEN AV JONSVANNSVEIEN.	78
FIGUR 64 FASEPLAN I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET FOR ALTERNATIV 0.	79
FIGUR 65 FASEPLAN I DYBDAHLSVEGKRYSSET FOR ALTERNATIV 0.....	80
FIGUR 66 I ALTERNATIV 1 ER DYBDAHLSVEGKRYSSET ENDRET FOR Å TILLATE VENSTRESVING I VENSTRE KJØREFELT I JONSVANNSVEIEN SØR. I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET KAN KOLLEKTIVFASEN FORLENGES VED BEHOV.....	82
FIGUR 67 FASEPLAN FRODE RINNANS VEG-KRYSSET FOR ALTERNATIV 1.	83
FIGUR 68 FASEPLAN I DYBDAHLSVEGKRYSSET FOR ALTERNATIV 1. STIPLA LINJE MELLOM FASE A_FØRGRØNT OG FASE A ANGIR AT DET GIS FØRGRØNT NÅR BUSS DETEKTERES.	84
FIGUR 69 ALTERNATIV 2 ER UTFORMET MED FIRE GJENNOMGÅENDE KJØREFELT. KOLLEKTIVFELT ER SIDESTILTE. DYBDAHLSVEGKRYSSET TILLATER BUSS OG ANDRE TRAFIKANTER FRA JONSVANNSVEIEN SØR I KRYSSET SAMTIDIG.	86
FIGUR 70 FASEPLAN I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET FOR ALTERNATIV 2.	87
FIGUR 71 FASEPLAN I DYBDAHLSVEGKRYSSET FOR ALTERNATIV 2. STIPLA LINJE MELLOM A_FØRGRØNT OG A ANGIR AT DET GIS FØRGRØNT NÅR BUSS DETEKTERES.....	88
FIGUR 72 REISETID FOR NORDGÅENDE BUSS VED 100% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK.	93
FIGUR 73 REISETID FOR NORDGÅENDE BUSS VED 125% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK.	93
FIGUR 74 REISETID FOR NORDGÅENDE PERSONBIL VED 100% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK.....	94
FIGUR 75 REISETID FOR NORDGÅENDE PERSONBIL VED 125% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK.	94
FIGUR 76 REISETID FOR SØRGÅENDE BUSS VED 100% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK	95
FIGUR 77 REISETID FOR SØRGÅENDE BUSS VED 125% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK.	95

FIGUR 78 REISETID FOR SØRGÅENDE PERSONBIL VED 100% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK	96
FIGUR 79 REISETID FOR SØRGÅENDE PERSONBIL VED 125% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK	96
FIGUR 80 REISETID FOR VESTGÅENDE BUSS VED 100% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK	97
FIGUR 81 REISETID FOR VESTGÅENDE BUSS VED 125% TRAFIKKMENGDE FOR HVERT AV DE FORSKJELLIGE ALTERNATIVENE, VIST MED BLÅ, ORANSJE OG GRÅ LINJE. USIKKERHETSSTOLPENE ER FARGET TILSVARENDE SOM REISETIDSGRAFENE, OG ANGIR ET STANDARDAVVIK.	97

Tabeller

TABELL 1 BUSSRUTER I JONSVANNSVEIEN.	15
TABELL 2 FORDELER OG ULEMPER MED MIDTSTILTE- OG SIDESTILTE KOLLEKTIVFELT.....	22
TABELL 3 OVERSIKT OVER ULIKE SKILT FOR Å REGULERE KOLLEKTIVFELT.	31
TABELL 4 UNDERSKILT SOM REGULERER KJØREFELT	32
TABELL 5 KAMERAPLASSERING 3. MARS OG 5. MAI.	38
TABELL 6 TRAFIKKVARIASJON MELLOM 15.00 OG 17.00 I FORHOLD TIL MAKSTIMEN.	43
TABELL 7 GJENNOMSNIITTLIG STOPPTID OG STANDARDAVVIK. KURSIV SKRIFT ANGIR ESTIMERTE VERDIER.	44
TABELL 8 FORDELER OG ULEMPER VED TRAFIKKMODELLERING.....	45
TABELL 9 MINSTE TILLATE GRØNNTID I SIGNALREGULERTE KRYSS.	51
TABELL 10 MINSTE VEKSLINGSTID I SIGNALREGULERT KRYSS.....	52
TABELL 11 RESULTAT FRA FORSØK FOR Å FINNE ANTALL NØDVENDIGE REPLIKASJONER.....	53
TABELL 12 SERVICENIVÅER DEFINERT SOM FORSINKELSE.....	54
TABELL 13 SUBPATH-ER TIL ANALYSE. BAKGRUNNSKART HENTET FRA: (GULE SIDER, 2020)	56
TABELL 14 VIRKEMÅTE TIL SIGNALANLEGGET I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET FOR ALTERNATIV 0.....	79
TABELL 15 VIRKEMÅTE TIL SIGNALANLEGGET I DYBDAHLSVEGKRYSSET FOR ALTERNATIV 0.	80
TABELL 16 VIRKEMÅTE TIL SIGNALANLEGGET I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET FOR ALTERNATIV 1.....	83
TABELL 17 VIRKEMÅTE TIL SIGNALANLEGGET I DYBDAHLSVEGKRYSSET FOR ALTERNATIV 1.	84
TABELL 18 VIRKEMÅTE TIL SIGNALANLEGGET I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET FOR ALTERNATIV 2.....	87
TABELL 19 VIRKEMÅTE TIL SIGNALANLEGGET I DYBDAHLSVEGKRYSSET FOR ALTERNATIV 2.	88
TABELL 20 SERVICENIVÅ I FRODE RINNANS VEG-KRYSSET.....	90
TABELL 21 SERVICENIVÅ I DYBDAHLSVEGKRYSSET.	91
TABELL 22 GJENNOMSNIITTLIG REISETID FOR ALTERNATIV 0 MELLOM 15.30 OG 16.30.	92
TABELL 23 GJENNOMSNIITTLIG REISETID FOR ALTERNATIV 1 MELLOM 15.30 OG 16.30.	92
TABELL 24 GJENNOMSNIITTLIG REISETID FOR ALTERNATIV 2 MELLOM 15.30 OG 16.30.	92
TABELL 25 REISETID FOR ALTERNATIV 0 MED 100% TRAFIKKMENGDE. SAMMENFATTET FOR HELE VEGSYSTEMET.....	98
TABELL 26 REISETID FOR ALTERNATIV 0 MED 125% TRAFIKKMENGDE. SAMMENFATTET FOR HELE VEGSYSTEMET.....	98
TABELL 27 REISETID FOR ALTERNATIV 1 MED 100% TRAFIKKMENGDE. SAMMENFATTET FOR HELE VEGSYSTEMET.....	98
TABELL 28 REISETID FOR ALTERNATIV 1 MED 125% TRAFIKKMENGDE. SAMMENFATTET FOR HELE VEGSYSTEMET.....	98
TABELL 29 REISETID FOR ALTERNATIV 2 MED 100% TRAFIKKMENGDE. SAMMENFATTET FOR HELE VEGSYSTEMET.....	99
TABELL 30 REISETID FOR ALTERNATIV 2 MED 125% TRAFIKKMENGDE. SAMMENFATTET FOR HELE VEGSYSTEMET.....	99

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Kollektivtransportsystemet i Trondheim er kraftig rustet opp de senere årene. I august 2019 ble metrobussystemet innført med store endringer i rutestrukturene samt oppgradering av busstraseer, knutepunkt og holdeplasser.

Formålet med kollektivsatsingen er å gjøre kollektivreiser mer attraktivt ved blant annet å redusere reisetid. Selv om det brukes mye ressurser for å bedre kollektivtrafikkens framkommelighet gjøres det sjelden evalueringer i etterkant for å vurdere hvor godt dette faktisk fungerer.

I denne masteroppgaven skal vi undersøke en vegstrekning i Trondheim som nylig er bygget om for å gi buss prioritet. Vi skal evaluere hvilken effekt prioriteringstiltakene har for kollektivtrafikk og øvrige trafikanter. Stikkord som reisetid, forsinkelse, regulering, forståelse av vegsystemet og gjenkjennelige løsninger er sentrale i denne sammenheng.

Vegstrekningen som undersøkes er Jonsvannsveien på Moholtsletta. Jonsvannsveien er utformet særdeles særegent, og det er mange meninger om utformingen til Jonsvannsveien, blant annet har det vært uenigheter mellom ulike offentlige etater, og det har vært en rekke medieoppslag om vegen. Dette gjør det enda viktigere å utføre en evaluering av vegen.

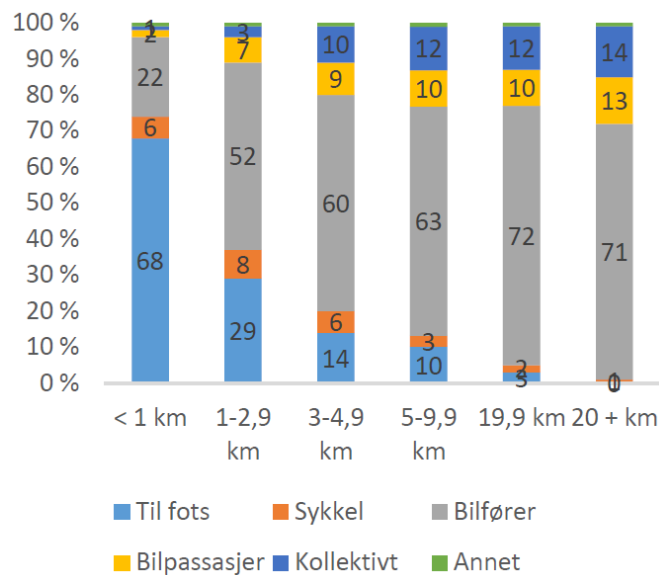
1.2 Motivasjon

Motivasjonen for å få flere til å reise kollektiv kan begrunnes med nullvekstmålet, som er en målsetning om at selv om befolkningen i byene øker, skal veksten i persontrafikk skje med kollektivtransport, sykkel og gange. Det er bred politisk enighet om nullvekstmålet som ble videreført i Nasjonal Transportplan for 2018-2029 (Regjeringen, 2017). For samfunnet er det gunstig at nullvekstmålet nås da det vil føre til:

- Reduserte klimagassutslipp
- Redusert lokal forurensing
- Bedre luftkvalitet
- Mindre støy
- Bedre framkommelighet for kollektivtransport og andre som bruker vegene
- Byer må planlegges på en måte som i større grad legger til rette for fotgjengere, syklist og kollektivtrafikk, hvilket vil gagne slike reiser.

Kollektivreiser må bli mer attraktive dersom nullvekstmålet skal nås. Det er mye som tyder på at kollektivsystemet i Trondheim ikke er godt nok. I 2018 publiserte Miljøpakken en reisevaneundersøkelse for Trondheim (Miljøpakken, 2018). Her kom det frem at kollektivreiser kun utgjør 12% av alle reiser. Bilandelen er langt høyere, 54%. Gå- og sykkelandelen er henholdsvis 25% og 9%. I Trondheim gjøres de fleste reisene i forbindelse med arbeid, handel og fritid. Nær halvparten av disse tas med bil. Det kan tenkes at en signifikant andel av disse reisene følger et regelmessig mønster, slik at det burde være mulig å tilrettelegge for at flere av disse reisene kan tas med kollektiv. På et

nasjonalt nivå er bilandelen høy selv på kortere reiser, se Figur 1. Reisevaneundersøkelsen viser at for reiser mellom 1 og 3km er bilandelen 52%. For reiser mellom 3 og 5km er bilandelen 60%, mens kollektivandelen er 10%.



Figur 1 Prosentvis transportmiddelbruk for ulike reiselengder på et nasjonalt nivå. Hentet fra: (Transportøkonomisk Institutt, 2014)

Dette tyder på at det er potensial for å få flere til å reise kollektivt. Som transportplanlegger kan man jobbe for å gjøre bussreiser mer attraktivt ved blant annet bedret framkommelighet for kollektivtrafikk. Dette gjør at passasjerer kommer raskere frem og vil føre til at flere velger å reise kollektivt i stedet for med bil, hvilket er svært gunstig for samfunnet.

1.3 Valg av Jonsvannsveien som studieområde

I arbeidet med fordypningsprosjektet i forkant av masteroppgaven ble det vurdert hvilke områder som kunne være aktuelle å jobbe med videre. Det ble tidlig bestemt at masteroppgaven skulle være en evaluering av tiltak for prioritering av kollektivtrafikk. Dette krever at vegen har ulike prioriteringstiltak, som for eksempel kollektivfelt, signalprioritering eller kryss utformet for prioritering av buss.

Det var ønskelig å jobbe med et område som er viktig i Trondheim sitt kollektivtransportsystem. Derfor ble det kun vurdert veger som lå langs metrobusstraseene, med dertil høy bussfrekvens. På bakgrunn av befaring, og innspill fra veileder og andre fagfolk ble følgende steder vurdert:

Tillerterminalen ved City Syd: Dette er et viktig knutepunkt med veldig høy bussfrekvens. Bussholdeplassen er utformet veldig utradisjonelt der bussene kjører på motsatt side av hverandre av hva som er vanlig slik at busser i begge retninger betjener en midtstilt holdeplass. Øvrig trafikk går parallelt med knutepunktet, som avgrenses mellom to rundkjøringer i en avstand av 250 meter. Tillerterminalen befinner seg i et viktig handelsområde sør i Trondheim.

Haakon VIIs gate på Lade: Denne vegen er omtrent 1,2 km lang og går gjennom et viktig handelsområde nordøst for Trondheim sentrum. Vegen er firefelts og det vurderes ulike løsninger for kollektivfelt.

Jonsvannsveien på Moholt: Dette er en vegstrekning på omtrent 1 km som er en del av Jonsvannsveien og ligger på Moholt. Her er både sidestilt- og midtstilt kollektivfelt. Strekningen har et kryss som er utformet for å prioritere kollektivtrafikk.



Figur 2 Frode Rinnans Veg-krysset er utformet for å prioritere kollektivtrafikk.

Valget falt til slutt på Jonsvannsveien på Moholt. Først og fremst fordi Frode Rinnans Veg-krysset er utformet utradisjonelt, og det vil være spennende å finne ut hvor godt dette faktisk fungerer. Videre har Jonsvannsveien både midt- og sidestilte kollektivfelt med systemskifte i Frode Rinnans Veg-krysset. Summen av dette er at arbeidet vil få større faglig bredde, hvilket er ønskelig. Medieoppslag om Jonsvannsveien tyder på at det er mange meninger om den nåværende utformingen, og det viktiggjør en evaluering av denne vegen.

Avgrensning av studieområdet:

Studieområdet er en delstrekning av Jonsvannsveien som ligger på Moholtsletta i Trondheim, som vist i Figur 3. Strekningen avgrenses i sør av rundkjøringen i Jonsvannsveien x Brøsetvegen x Omkjøringsvegen, men inkluderer ikke rundkjøringen. I nord avgrenses strekningen av krysset Jonsvannsveien x Dybdahlsveg x Kong Øisteins Veg, som er inkludert i studieområdet. Når det senere refereres til Jonsvannsveien menes denne avgrensningen.

Sideveiene Lidarende, Bregnevegen, Moholt Allé, Frode Rinnans Veg og adkomstvegen til Moholt Storsenter inngår i studieområdet.



Figur 3 Til venstre: Studieområdets plassering i Trondheim. Til høyre: Studieområdet i større målestokk. Bakgrunnskart hentet fra: (Gule Sider, 2020)

1.4 Begrensninger

Masteroppgavens omfang er begrenset til å undersøke trafikkavvikling i Jonsvannsveien, og forståeligheten av vegsystemet. Fag som trafikksikkerhet, universell utforming, geometrisk utforming av veg og kryss, og drift og vedlikehold faller utenfor oppgavens omfang. Men dette kan diskuteres dersom det viser seg å være særlig nevneverdig. Videre er masteroppgaven begrenset til å kun vurdere kjøretøy samt fotgjengere ved fotgjengeroverganger. Selv om det ville vært relevant for en evaluering å vurdere slike andre aspekter ville dette gjort arbeidet for tidkrevende i forhold til omfanget av en masteroppgave.

1.5 Forskningsspørsmål

Ettersom fokuset i masteroppgaven er prioritering av kollektivtrafikk må det undersøkes hva slags tiltak som finnes og hvor ulike tiltak er hensiktsmessig. Videre er det nødvendig å undersøke hvilke regler som gjelder for bruk av aktuelle tiltak. Dette har gitt et åpent forskningsspørsmål:

- Hvordan kan kollektivtrafikk prioriteres?

Jonsvannsveien er utformet for å gi buss god framkommelighet. Men gir den valgte vegutformingen faktisk kort reisetid for buss? For å finne ut av dette skal det gjøres en evaluering av trafikkavviklingen på strekningen ved å observere trafikken samt utvikle en trafikkmodell. Dette skal gi svar på om buss forsinkes, i så fall hvor mye og hvor forsinkelsene oppstår? Dette har gitt følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan påvirkes prioriteringstiltakene i Jonsvannsveien framkommelighet for buss?

Videre er det interessant å se hvordan andre trafikanter påvirkes av tiltakene. Både hvordan andre trafikanter oppfatter vegsystemet og hvorvidt de forsinkes. Dette leder til tredje forskningsspørsmål:

- Hvordan påvirker kollektivprioritering øvrig trafikk?

Etter å ha vurdert de foregående forskningsspørsmålene vil det være naturlig å undersøke hvorvidt alternative vegutforminger kan være hensiktsmessig. Hvis det er utfordringer for kollektivtrafikkens framkommelighet, eller dersom øvrig trafikk forsinkes unødvendig må det vurderes om dette kan bedres. Dette har gitt fjerde og siste forskningsspørsmål:

- Kan alternativ utforming av Jonsvannsveien være mer hensiktsmessig både for kollektivtrafikk og øvrige trafikanter?

2 Om Jonsvannsveien

Studieområdet Jonsvannsveien er en vegstrekning på omtrent 1 km og ligger på Moholt i Trondheim. Vegstrekningen ble bygd om fra to felts veg til fire felt med flere tiltak for å prioritere kollektivtrafikk. Det er flere sideveier langs Jonsvannsveien som danner både vikepliktsregulerte T-kryss og signalregulerte kryss. Dette kapittelet er en systematisk gjennomgang av studieområdet hvor vi kartlegger aktuelle aspekter ved Jonsvannsveien, slik som førsituasjonen, det nåværende kjøremønsteret, kryss, trafikkmengder og hvordan vegen reguleres.

2.1 Jonsvannsveien før ombygningen

Før Jonsvannsveien ble bygget om og ferdigstilt i 2019 var det ingen tiltak for å prioritere kollektivtrafikk. Vegen hadde to kjørefelt fra rundkjøringen til Dybdahlsvegkrysset. Ved innfarten til Dybdahlsvegkrysset i retning nordover var det imidlertid 2 kjørefelt i Jonsvannsveien. Innfarten var en flaskehals i vegsystemet, med opptil 209 sek/km forsinkelse mellom holdeplassen Moholt Studentby (som da var ved Bregnevegen) til Østre Berg (i utfarten av Dybdahlsvegkrysset). (Rambøll, 2015; Miljøpakken, 2017). Figur 4 viser tilbakeblokkering på Jonsvannsveien sør for Dybdahlsvegkrysset.



Figur 4 Dybdahlsvegkrysset ga ofte tilbakeblokkering på Jonsvannsveien under rush. Hentet fra: (Rambøll, 2015)

Frode Rinnans Veg-krysset var et vikepliktsregulert X-kryss. Det var ikke trafikksignaler for fotgjengerovergangene, og fotgjengere måtte krysse to kjørefelt for å komme over vegen. Figur 5 viser dette. I begge kjøreretninger var bussholdeplassene plassert før krysset, veldig forskjellig fra nåsituasjonen. Se Figur 6 for flyfoto over Frode Rinnans Veg-krysset fra 2013.



Figur 5 Frode Rinnans Veg-krysset i 2017, før ombygningen av Jonsvannsveien. Hentet fra: (Asplan Viak, 2019)



Figur 6 Flyfoto som viser Frode Rinnans Veg-krysset i 2013. Hentet fra: (Finn.no, 2020)

2.2 Ferdigstilt, men ikke godkjent

Vegen ble ferdigstilt i august 2019, allikevel ble ikke signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset aktivert før begynnelsen av mars 2020. Grunnen til dette var uenighet blant offentlige etater. Etatene som måtte godkjenne skilt- og oppmerkjingsplanen var ikke villig til å gjøre det, da de mente at vegutformingen ikke var god nok med tanke på trafikkavvikling, trafiksikkerhet og generelt at løsningen var for komplisert (Trondheim Parkering, Trøndelag Politidistrikt og Statens Vegvesen, 2019).

Ettersom Jonsvannsveien ikke ble godkjent ble ikke signalanlegget aktivert. Krysset stod derfor i gulblink fra august 2019 til mars 2020. Skilt var ikke gyldige og flere av skiltene ble derfor teipet over. Frode Rinnans Veg-krysset fungerte derfor som et vikepliktsregulert kryss, der trafikanter fra Frode Rinnans Veg og Moholt Allé måtte vike for trafikanter i Jonsvannsveien. Alle kjøretøy måtte vike for fotgjengere.

I denne perioden ble ikke høyresvingefeltene måkt, slik at de var fulle av snø gjennom hele vinteren, og ikke kunne brukes. Trafikanter måtte da ligge i det som egentlig skulle være kollektivfelt. Se Figur 7. Dette tillot trafikanter å kjøre som de selv ville uavhengig av hvordan kjøremønsteret egentlig skulle vært regulert.

At trafikantene i syv måneder kjørte som de selv ønsket ga utfordringer når signalanlegget ble aktivert. Svært mange bilister hadde vent seg til å kjøre i kollektivfeltet og havnet dermed i konflikt med bilister i riktig kjørefelt.



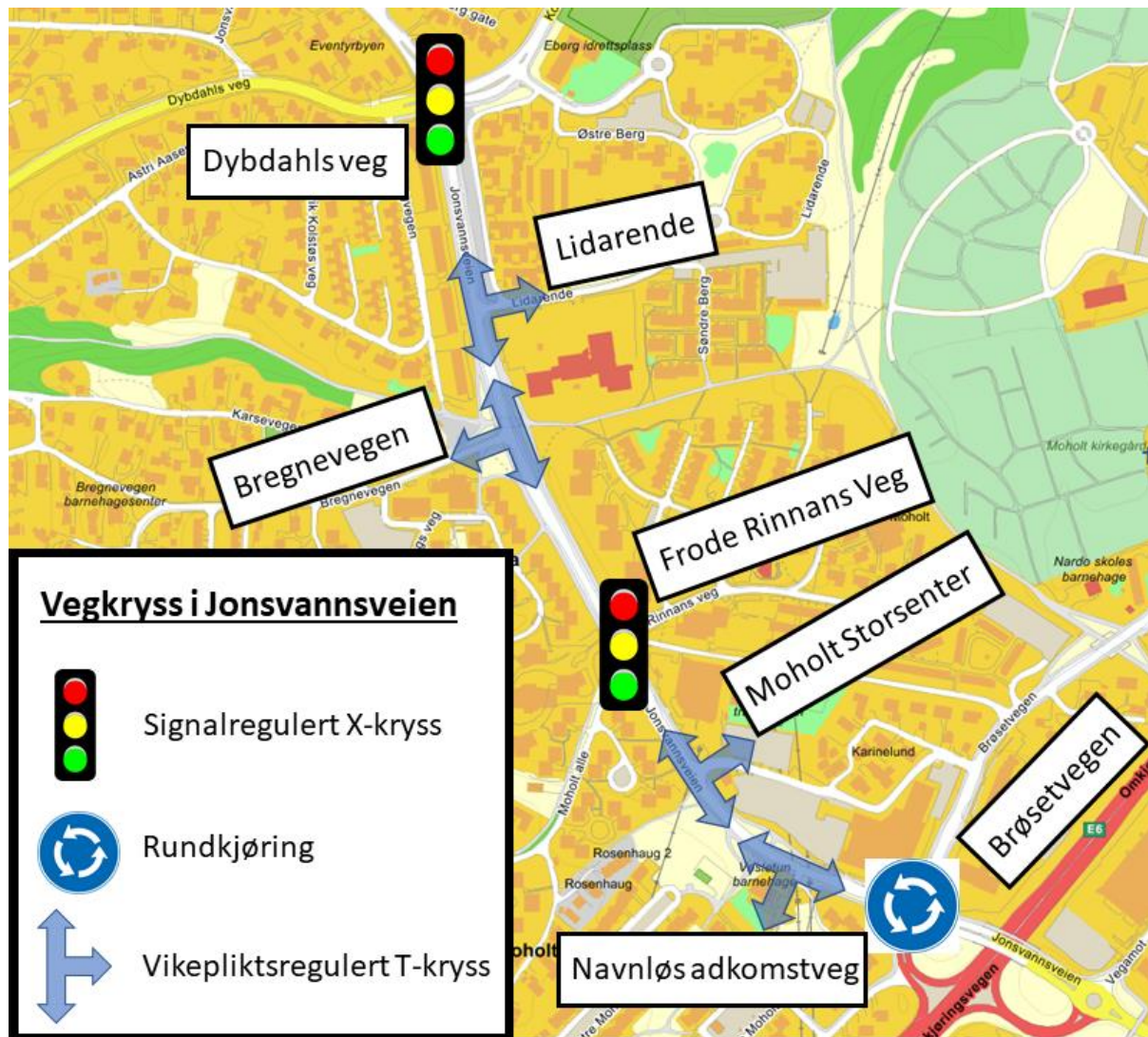
Figur 7 Frode Rinnans Veg-krysset sett fra nord den 20. februar 2020. Krysset står i gulblink og skilt er teipet over. Høyre felt er dekket av snø.

2.3 Detaljert beskrivelse av Jonsvannsveien etter ferdigstilling og godkjenning

Tidlig i mars 2020 ble skiltplanen og signalanlegget godkjent, slik at trafikanter kunne kjøre etter skiltingen. Dette delkapittelet gir en detaljert beskrivelse av Jonsvannsveien.

2.3.1 Kryss i Jonsvannsveien

På strekningen Jonsvannsveien er det mange kryss, som vist i Figur 8. Her følger en gjennomgang av kryssene:



Figur 8 Vegkryss i Jonsvannsveien. Bakgrunnskart hentet fra: (Gule Sider, 2020)

Dybdahls Veg-krysset: Krysset Jonsvannsveien x Dybdahls Veg x Kong Øisteins Veg, heretter kalt Dybdahlsveg-krysset, er et signalregulerte X-kryss.

Det er mye trafikk i alle armene i krysset, og ÅDT varierer mellom 5000 og 10 000 kjøretøy. (Statens Vegvesen, 2020b). Bussrute 13 går gjennom krysset på vest-øst-aksen. Øvrige bussruter kjører langs Jonsvannsveien og videre til Dybdahls Veg, hvilket vil si at de svinger i krysset.

Frode Rinnans Veg-krysset: Krysset Jonsvannsveien x Moholt Allé x Frode Rinnans Veg, heretter kalt Frode Rinnans Veg-krysset, er signalregulert. Frode Rinnans Veg leder til et

mindre boligområde. Moholt Allé leder til den sørlige delen av Moholt Studentby samt noen boliger.

I utfartene av krysset er det bussholdeplasser utformet som kantstopp. Krysset har egen bussfase. Ifølge Vegkart hadde Jonsvannsveien i 2018 en ÅDT på 7500 kjøretøy (Statens Vegvesen, 2020b). I forhold til trafikkmengden langs Jonsvannsveien er det observert at sideveiene har svært lite trafikk.

Rundkjøring ved Brøsetvegen: Krysset mellom Jonsvannsveien x Brøsetvegen x E6 er utformet som rundkjøring. Denne rundkjøringen faller utenfor studieområdet og vil ikke bli undersøkt eller beskrevet videre.

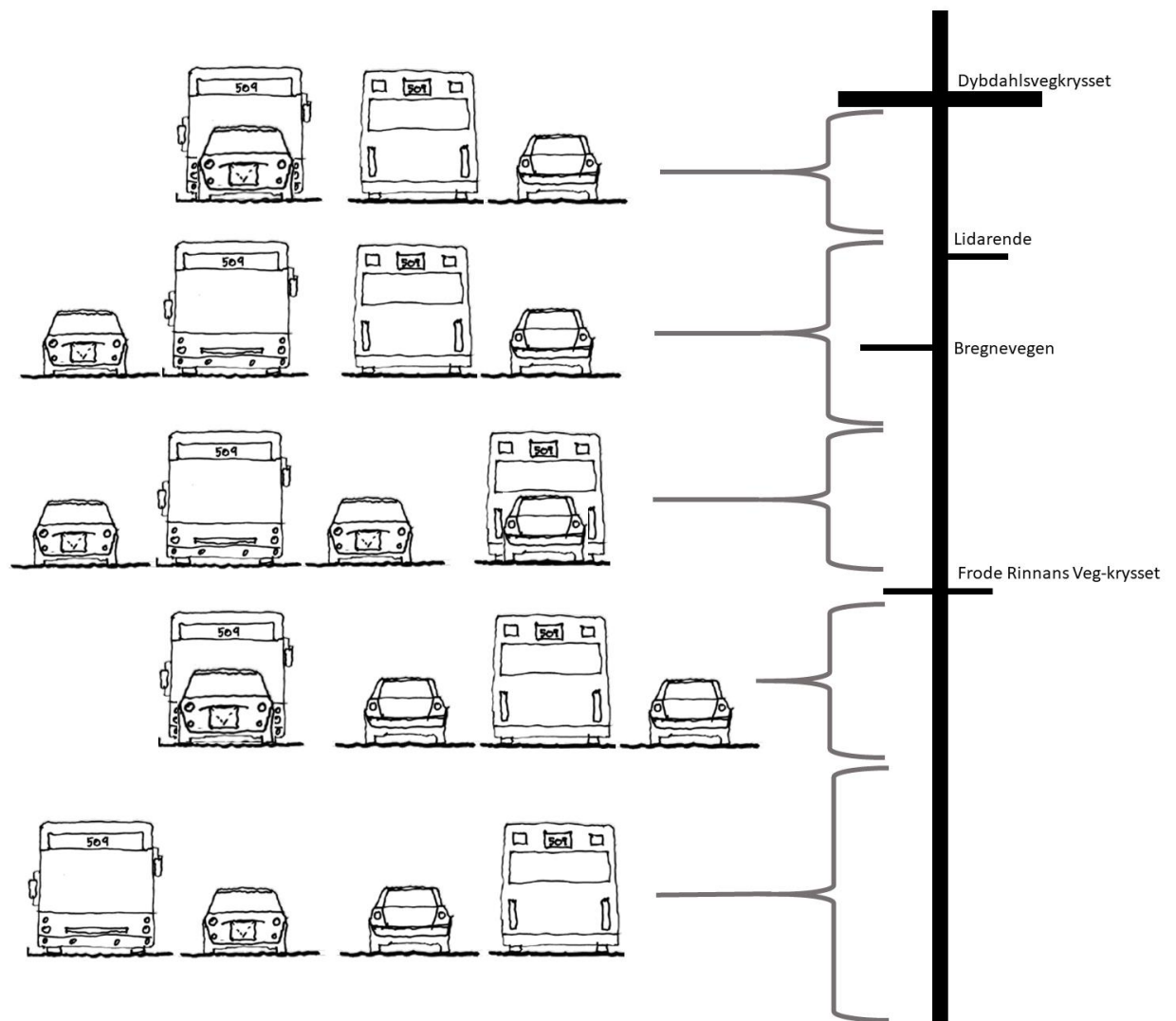
T-kryss: Langs Jonsvannsveien er det fire vikepliktsregulerte T-kryss. Trafikanter i Jonsvannsveien har forkjøringsrett gjennom T-kryssene. Her følger en kort beskrivelse av T-kryssene fra nord til sør:

- Krysset med Lidarende leder til et boligområde og Campus Moholt med tilhørende parkeringsplass. Det antas lite trafikk i dette krysset.
- Krysset med Bregnevegen leder til et større boligområde kalt Blomsterbyen. Det må derfor antas at trafikken er noe større her enn i Lidarende.
- Krysset med adkomstvegen til Moholt Storsenter leder til et stort parkeringsareal tilhørende Rema 1000, Bohus og flere andre forretninger og arbeidsplasser. Det antas derfor at trafikken her er betydelig.
- Lenger sør er det et T-kryss ved Moholt Borettslag/Vesletun Barnehage. Det er kun unntaksvis observert at biler benytter denne adkomstvegen, slik at trafikkmengden her er særdeles lav. Veggen er ikke markert i Vegkart (Statens Vegvesen, 2020b). Derfor tas det ikke hensyn til denne adkomstvegen i det videre arbeidet.

2.3.2 Kjøremønster

Kjøremønsteret i Jonsvannsveien varierer langs veggen, og kjennetegnes av feltbytter og mye regulering. Figur 9 viser et tverrsnitt av kjøremønsteret langs Jonsvannsveien. Figuren angir hvilket kjørefelt for kollektiv og for øvrig trafikk. Kollektiv er illustrert med en buss, mens all øvrig trafikk er illustrert med en bil. Bil på begge sider av buss i samme kjøreretning angir venstre- eller høyresvingefelt, hvor bil må krysse kollektivfeltet for å komme til

Fra sørenden fram til Frode Rinnans Veg-krysset er det fire kjørefelt med sidestilte kollektivfelt. Før krysset etableres et svingefelt og kjørebanelen er snevret inn til ett kjørefelt i utfarten av krysset. I krysset skjer systemskifte mellom side- og midtstilte kollektivfelt, slik at buss fortsetter i midtstilt kollektivfelt mellom Frode Rinnans Veg og Dybdahls Veg.



Figur 9 Profil av hvordan kjøremønsteret i Jonsvannsveien varierer. Kjøretøysfigurer er hentet fra: (Statens Vegvesen, 2019a)

Det brukes en rekke skilt for å regulere dette kjøremønsteret, som vist i Figur 10. De fargede, heltrukne linjene langs Jonsvannsveien indikerer hvor en type regulering av kollektivfelt gjelder. Blå heltrukken linje angir at kollektivfeltet reguleres som bussfelt. Lilla heltrukken linje angir at kollektivfeltet opphører. Svart heltrukken linje angir at kollektivfelt reguleres med buss unntatt påbudt svingebevegelse. Rødt angir at kollektivfelt reguleres med forbud for motorvogn med unntak for buss i rute. De stiplede linjene i samme farge 90 grader ut fra de heltrukne linjene angir hvilke skilt som brukes, både for å regulere kollektivfeltet og kjørefelt for øvrig trafikk. Merk at i nordgående retning nær Dybdahlsvegkrysset skiltes samme type skilt to ganger på rad uten at reguleringen av kjørefeltene endres. Fordeler og ulemper knyttet til kjøremønsteret og hvordan trafikanter oppfatter dette diskuteres i kapittel 5.



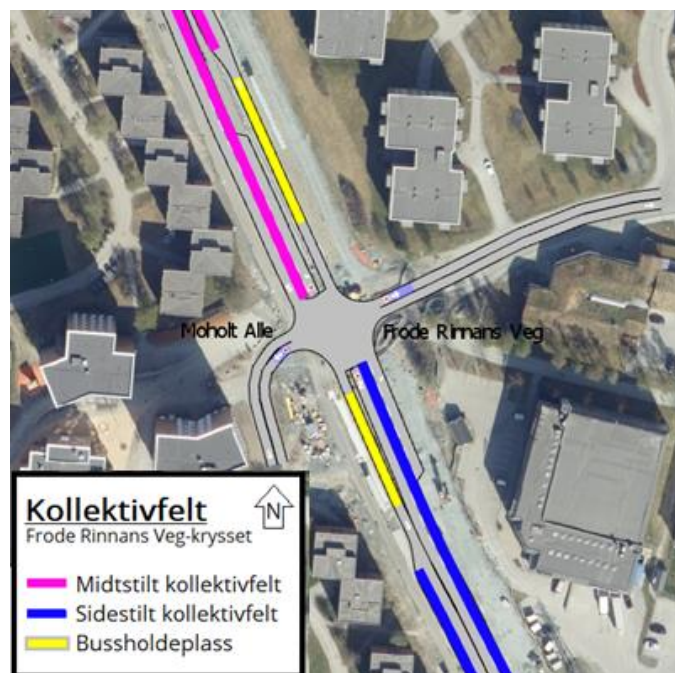
Figur 10 Oversikt over skilting for regulering av kjørefelt i Jonsvannsveien.
 Bakgrunnskart hentet fra: (Gule Sider, 2020)

Kollektivfelt:

Vegen har både sidestilt og midtstilt kollektivfelt. I den sørlige halvdel av Jonsvannsveien, mellom rundkjøringen og Frode Rinnans Veg, er det sidestilte kollektivfelt. Kollektivfeltet er midtstilt i den nordlige delen, avgrenset mellom Frode Rinnans Veg og Dybdahlsveg, se Figur 11. Systemskiftet skjer i Frode Rinnans Veg-krysset, hvor vegen snevres inn til ett kjørefelt i utfarten og det er egen bussfase, dette er illustrert i Figur 12.



Figur 11 Kollektivfelt på strekningen. Systemskiftet skjer ved krysset Jonsvannsveien x Frode Rinnans Veg. Bakgrunnskart hentet fra: (Gule Sider, 2020)



Figur 12 Systemskifte av kollektivfelt ved krysset Jonsvannsveien x Frode Rinnans Veg. Bakgrunnskart hentet fra: (Norge i bilder, 2020)

Langs strekningen reguleres kollektivfeltene forskjellig, og det skiltes med

- 508.1 Kollektivfelt for buss
- 306.1 Forbudt for motorvogn – Gjelder ikke buss i rute
- 402.5 Påbudt kjøreretning – Gjelder ikke buss i rute

Det førstnevnte skiltet tillater en rekke andre kjøretøygrupper, slik som minibusser, el- og hydrogendrevne kjøretøy, motorsykkel, moped og syklist. Denne skiltingen brukes i den sørlige delen av vegen, se Figur 10. De to sistnevnte regulerer kjørefeltet slik at det er kun busser i rute som kan benytte kjørefeltet.

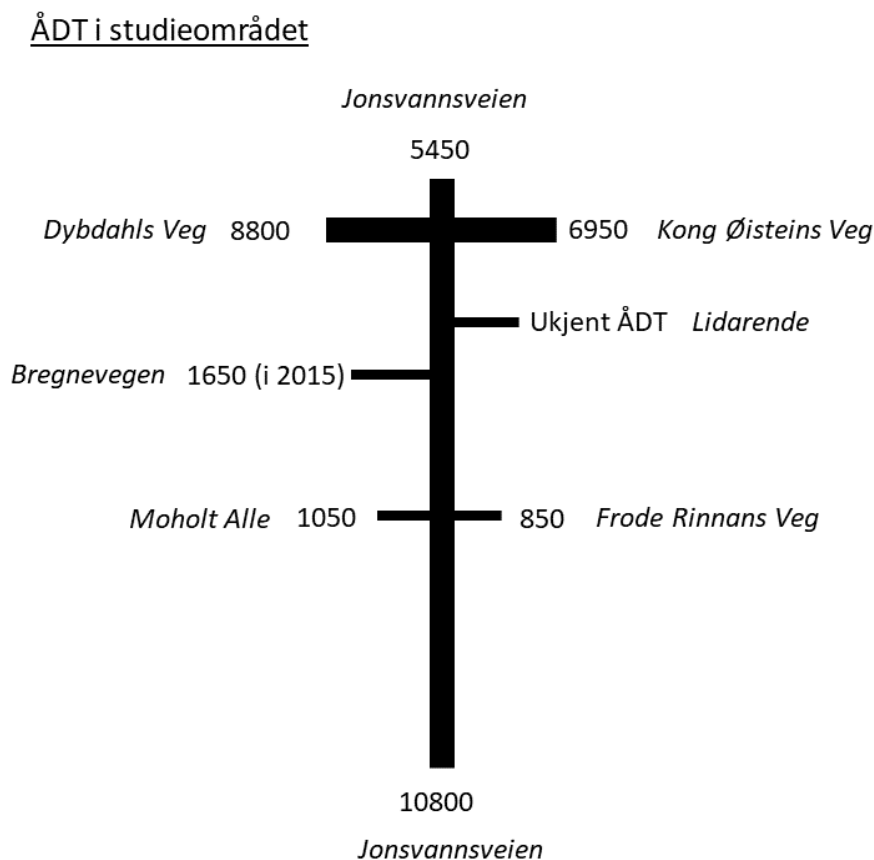
Nord for krysset med Frode Rinnans Veg er kollektivfelt hovedsakelig regulert med skilt 306.1 «Forbudt for motorvogn – Gjelder ikke buss i rute». I nordgående retning skiltes det slik fra Bregnevegen helt fram til stopplinjen ved Dybdahls Veg-krysset. I sørgående retning er det skiltet slik fra Lidarende til stopplinjen ved Frode Rinnans Veg-krysset.

Skilt 402.5 «Påbudt kjøreretning – Gjelder ikke buss i rute» skiltes i nordgående retning etter bussholdeplassen ved Frode Rinnans Veg-krysset fram til Bregnevegen. I sørgående retning skiltes det slik ved Lidarende

For å regulere kjørefeltet for øvrig trafikk brukes det både vegvisningsskilt (gule) og påbudsskilt (blå) med piler som indikerer hvor øvrige trafikanter skal kjøre.

2.4 Trafikkmengder

Figur 13 angir ÅDT beregnet ut ifra trafikkteilinger den 3. mars 2020. Som beskrevet i kapittel 4.1.3 er trafikkmengder i Dybdahlsvegkrysset estimert, og således er det usikkerhet knyttet til ÅDT for vegarmene Dybdahls Veg, Jonsvannsveien (Nord) og Kong Øisteins Veg. Lidarende inngikk ikke i trafikkteilingen, slik at ÅDT her er ukjent. ÅDT i Bregnevegen er hentet fra Vegkart og ble sist oppdatert i 2015 (Statens Vegvesen, 2020b).



Figur 13 ÅDT i studieområdet Jonsvannsveien. ÅDT er beregnet fra trafikkteiling og trafikkestimat 3. mars 2020. ÅDT i Bregnevegen er fra 2015. ÅDT i Lidarende er ukjent.

Som ÅDT-oversikten viser er det mye gjennomgangstrafikk i Jonsvannsveien. Trafikkmengde i sideveiene i Frode Rinnans Veg-krysset er forholdsvis lav. Trafikkmengde i Dybdahlsvegkrysset er i mye større grad i lik størrelsesorden for hver vegarm i krysset. ÅDT er beregnet med korreksjonsfaktor som tar hensyn til års-, uke- og døgnvariasjon for ulike vegtyper. (Statens Vegvesen, 2014d)

2.5 Kollektivtrafikk

Generelt om kollektivsystemet i Trondheim:

I august 2019 ble kollektivtrafikken i Trondheim reorganisert. Ansiktet utad på omleggingen er metrobussene, se Figur 14. Dette er busser som er lengre og har større kapasitet enn de øvrige bussene i Trondheim. De tre metrobusslinjene skal fungere som hovedlinjene i byene, og de øvrige linjene skal fungere som materuter, som skal transportere passasjerer til de tre hovedlinjene. En av metrobussrutene går langs Jonsvannsveien.



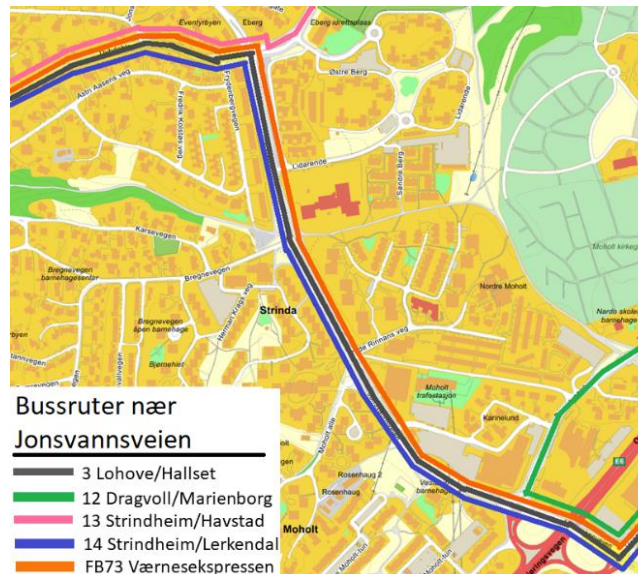
Figur 14 Metrobussrutene betjenes av 24 meter lange buss med tre ledd. Hentet fra: (Trondheim Kommune, 2020)

Bussruter: Det er flere bussruter som går gjennom studieområdet. Tre ruter går langs Jonsvannsveien, dette er rute 3 (metrobuss), 14 og FB73 (flybuss). Rute 13 går gjennom Dybdahlsvegkrysset. Tabell 1 angir bussruter i studieområdet, og antall busser i makstimen.

Bussrute	Antall busser i ettermiddagsmakstime 15.30-16.30	Kommentar	Rute
3	8	Metrobussrute	Langs Jonsvannsveien
14	6	Vanlig bussrute	Langs Jonsvannsveien
Flybuss FB73	4	Flybuss	Langs Jonsvannsveien
13	6	Vanlig bussrute	Vest-Øst gjennom Dybdahls Veg-krysset

Tabell 1 Bussruter i Jonsvannsveien.

Kollektivtrafikkens kan ikke sees isolert på denne strekningen, da dette kun er en liten del av et stort nettverk. Som vi ser av Figur 15 kjører rute 3, 14 og FB73 langs Dybdahlsveg og følger Jonsvannsveien over Moholt og fortsetter over Omkjøringsvegen (E6) hvor bussene så svinger til venstre. Rute 12 kjører gjennom rundkjøringen ved Brøsetvegen, og faller utenfor studieområdet.

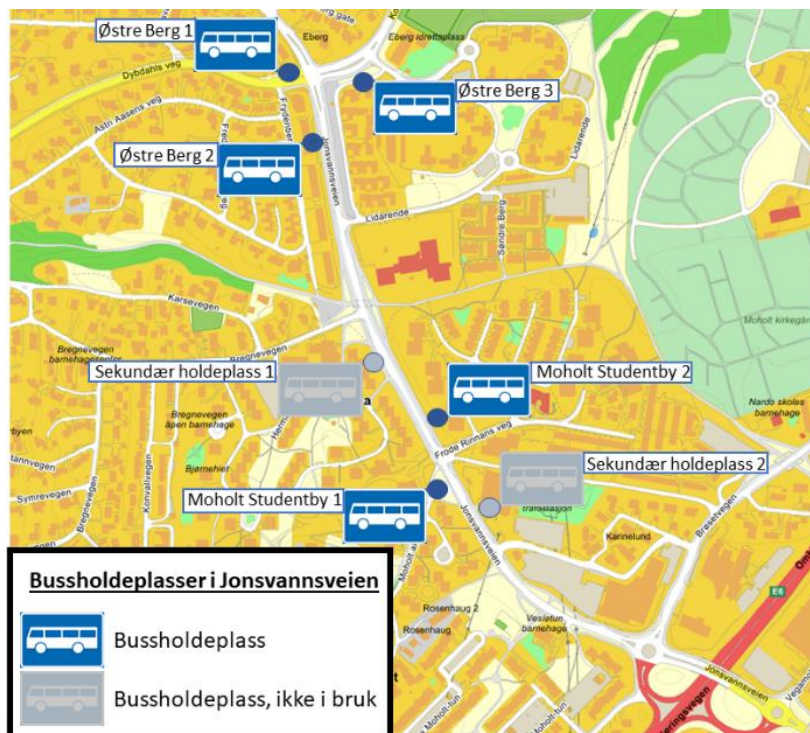


Figur 15 Bussruter i og ved Jonsvannsveien. Bakgrunnskart hentet fra: (Gule Sider, 2020)

Bussholdeplasser:

Det er flere bussholdeplasser i området, og de er sentrert rundt Dybdahlsveg-krysset og Frode Rinnans Veg-krysset. Holdeplassene er lagt ved utgangen av kryssene.

Det er to sekundære holdeplasser ved Frode Rinnans Veg-krysset. Disse er utformet som busslomme og plassert før krysset. I Figur 16 angis sekundærholdeplassene med grå busstoppeschildt. Sekundærholdeplassene er tenkt å betjene andre busser enn de vanlige rutebussene, slik som flybuss og turbusser. Disse holdeplassene er ikke skiltet og brukes ikke. Bussholdeplassene som er i bruk er markert med bussholdeplassskilt i Figur 16, og betjenes av de tidligere nevnte bussrutene.



Figur 16 Kart over bussholdeplasser langs Jonsvannsveien. Bakgrunnskart hentet fra: (Gule Sider, 2020)

3 Litteratur om kollektivprioritering

3.1 Litteratursøk

Formålet med litteratursøket har vært å finne relevant litteratur om kollektivprioritering. Dette er nødvendig for å få oversikt over aktuelle prioriteringstiltak og tilhørende regler for hvordan dette brukes. Med dette som grunnlag kan Jonsvannsveien evalueres og alternative utforminger kan utformes.

Mye av litteraturen er hentet fra Statens Vegvesens håndbøker, veiledere og rapporter. Det er fordi håndbøkene og veilederne inneholder informasjon om hvordan veger utformes, noe som er svært relevant for å kunne evaluere Jonsvannsveien. Videre har Statens Vegvesen flere relevante rapporter om kollektivprioritering. Miljøpakken bidro med en stor samling av litteratur, med blant annet mye informasjon om Jonsvannsveien og trafikktekniske undersøkelser.

3.2 Generelt om kollektivprioritering

Å prioritere kollektivtrafikk handler om å redusere reisetid. Dersom buss ikke møter hindringer vil den kunne holde en høyere kjørehastighet, og følge ruten til planlagt tid. For reisende betyr dette at de kommer raskere fram i tillegg til at de vil stole mer på kollektivsystemet. Dette fører til at flere reiser kollektivt. (Statens Vegvesen, 2017)

Det finnes en rekke tiltak for å bedre framkommelighet til buss, deriblant kollektivfelt, holdeplassutforming og signalprioritering. Vi skal diskutere disse tiltakene i detalj senere. Et viktig prinsipp er at buss får prioritet der det er behov for økt framkommelighet, det vil si der det oppstår forsinkelser. Dette er ofte ved kryss og derfor er det viktig at buss prioriteres til og gjennom krysset. Å ukritisk bruke kollektivfelt som prioriteringstiltak kan i visse tilfeller gi liten gevinst. Kollektivfelt har liten effekt på strekninger der fartsnivået i kollektivfeltet tilsvarer fartsnivået i andre kjørefelt. Ettersom kollektivfelt er arealkrevende og dyrt, er det viktig å etablere kollektivfelt kun der det er nødvendig.

I hvor stor grad man skal prioritere kollektiv er et valg man må ta. Buss kan få absolutt prioritet ved å påføre andre trafikanter store forsinkelser.

For å få flere til å reise kollektivt er det ønskelig at buss har bedre framkommelighet enn privatbiler. Bilbruk har ofte fordel av at det er raskere enn buss, i tillegg til at det er et mer fleksibelt reisemiddel. Dette stiller høye krav til reisetid for buss dersom man ønsker å få flere til å reise kollektivt. Redusert reisetid med buss vil få flere til å velge buss framfor egen bil. Symboleffekten av at bilister ser buss kjøre forbi køen trekkes ofte fram som et argument for at dette motiverer til kollektivreiser.

Forholdstallet mellom framkommelighet for kollektiv og framkommelighet for privatbil er viktig i denne sammenheng. For å få flere til å reise kollektivt kan man bedre dette forholdstallet på to måter:

- Øke framkommelighet for kollektiv
- Skape forsinkelser for privatbiler

Det er en rekke ulemper knyttet til unødvendige forsinkelser for privatbiler. Avhengig av antall biler som forsinkes og hvor lang forsinkelsen er, påføres samfunnet et stort tidstap. Videre fører det til større lokal forurensning. Fordelen er at dersom mange nok velger å reise kollektivt i stedet for med egen bil vil det gi mindre forurensning totalt sett og vegnettet frigjøres i større grad til de som har behov for å kjøre egen bil. Allikevel er det svært vanskelig å vurdere den totale miljøeffekten av en slik strategi.

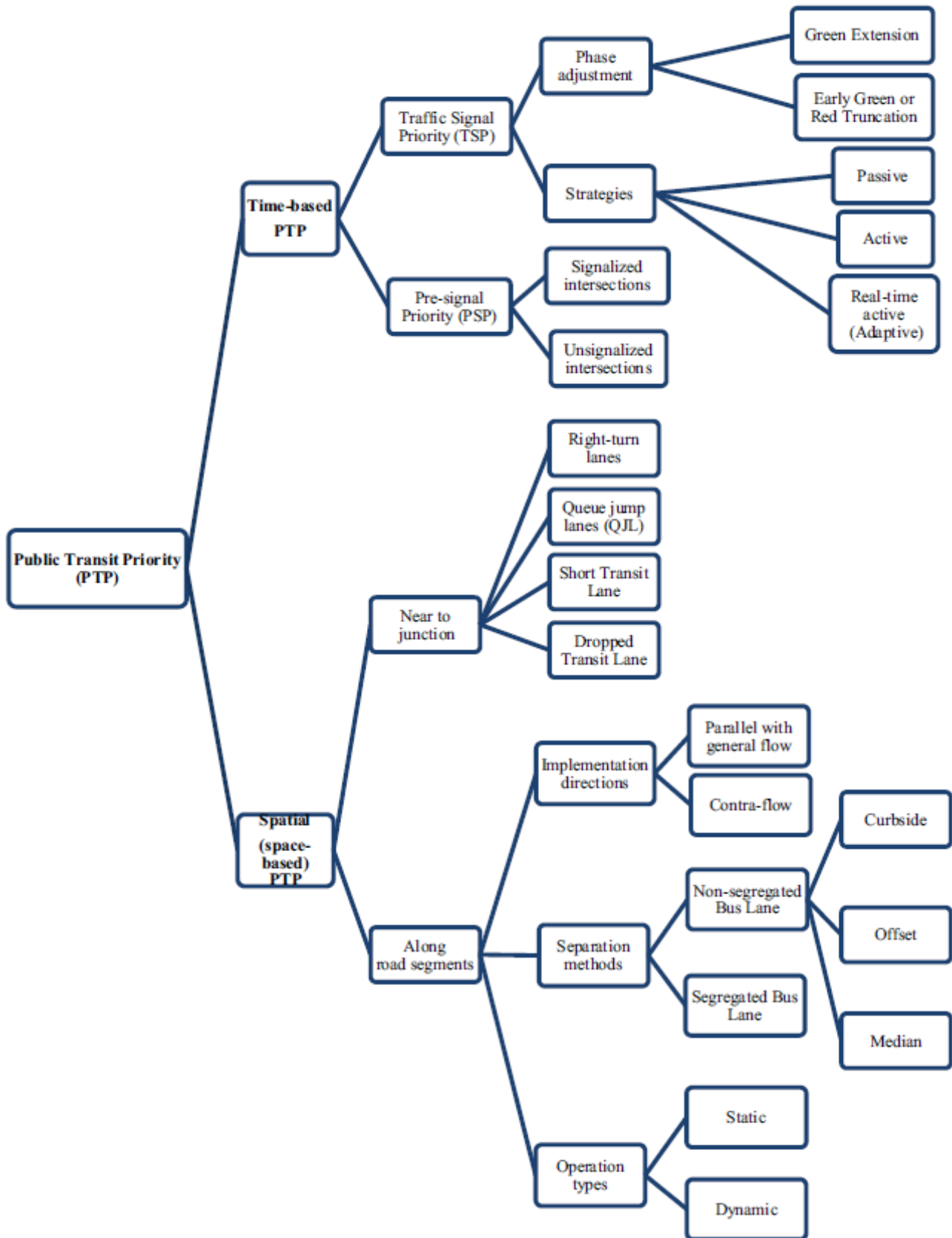
I dette kapitlet skal vi se nærmere på tiltak for å prioritere kollektivtrafikk. Dette er begrenset til tiltak som enten brukes på Jonsvannsveien eller tiltak som kan være aktuelle dersom Jonsvannsveien skulle utformes annerledes.

I henhold til Dadashzadeh og Ergun kan prioriteringstiltak klassifiseres på to forskjellige måter (Dadashzadeh og Ergun, 2018):

- Tidsbasert prioritering
 - Dette går ut på at prioritet gis ved visse tidspunkt. Konkrete tiltak vil være signalprioritering og tilfartskontroll.
- Vegutforming som prioriteringstiltak
 - Dette går ut på at prioritet gis ved å tildele plass i vegen til kollektivtrafikk. Dette kan gjøres ved kryss eller på strekninger

Denne inndelingen inneholder en nyttig kategorisering av alle tiltak for kollektivprioritering, se Figur 17.

I tillegg kan trafikkregler gi kollektivtrafikk prioritet, slik som at alle trafikanter skal vike for trikk. (Aakre, 2019). Selv om slike trafikkregler i dag har begrenset omfang, er det teoretisk mulig å gi kollektivtrafikk prioritet ved å innføre nye trafikkregler.



Figur 17 Skjematisk inndeling av tiltak for å prioritere kollektivtransport. Hentet fra:(Dadashzadeh and Ergun, 2018)

3.3 Kollektivfelt

I dette kapittelet skal vi drøfte kollektivfelt som prioriteringstiltak, med tanke på:

- Plassering av kollektivfelt
- Krav for opprettelse av kollektivfelt
- Hvordan regulere kollektivfelt med skilting og vegoppmerking

Kollektivfelt er et vanlig tiltak som brukes for å gi prioritet til buss langs strekninger. Det er kun kollektivtrafikk som får bruke kjørefeltet med noen unntak. Selv om kollektivfelt er et svært vanlig tiltak er det viktig å være klar over at kollektivfelt kan ha liten effekt mellom kryss dersom fartsnivået i kollektivfeltet er tilsvarende som i andre kjørefelt. (Aakre, 2019)

Krav for opprettelse av kollektivfelt:

I henhold til håndbok N100 bør en veg ha kollektivfelt om den oppfyller et av de følgende kriteriene:

- Det er 8 eller flere busser i en retning i makstimen, og buss forsinkes mer enn 1 minutt per km
- Buss forsinkes mer enn 2 minutter per km
- For å oppnå gjennomgående kollektivfelt over lengre strekninger av kollektivnettet

Løsninger med midtstilte kollektivfelt skal oppfylle følgende krav:

- Kryss skal utformes som T- eller X-kryss, og skal være signalregulerte
- Det midtstilte kollektivfeltet bør være minst 1km langt
- Ved krysning til holdeplass bør fartsnivået være maksimalt 40km/t (Statens Vegvesen, 2019a)

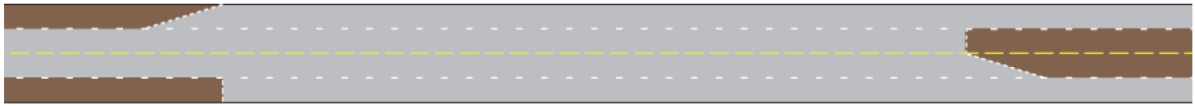
Jonsvannsveien oppfyller kravet til kollektivfelt, men det midtsilte kollektivfeltet er kortere enn det bør være.

Plassering av kollektivfelt:

Kollektivfelt kan plasseres enten sidestilt eller midtstilt. I Norge er sidestilte kollektivfelt mest vanlig, og det finnes kun et par strekninger hvor kollektivfeltet er midtstilt. Midtstilte kollektivfelt skal fraviksbehandles. (Statens Vegvesen, 2014b)

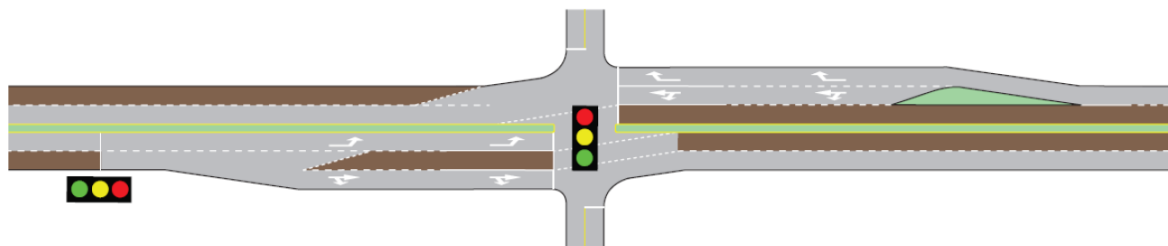
Fordelen med midtstilte kollektivfelt framfor sidestilte felt er at det i noen tilfeller kan gi en sterkere prioritering av kollektivtrafikken. Ved kryss unngår busser å bli hindret av høyresvingende kjøretøy, slik at fremkommeligheten blir bedre. En utfordring er at busser kan bli hindret av kjøretøy som svinger til venstre.

Systemskifter: En vegstrekning kan veksle mellom å ha kollektivfeltet sidestilt eller midtstilt. Denne overgangen kalles et systemskifte, og kan skje på strekning eller i kryss. Dersom det skal være et systemskifte på en strekning bør dette foregå over en vekslingsstrekning hvor kollektivfeltet opphører. Ved fartsgrense under 60 km/t bør vekslingsstrekningen være minst 200m. Hvis det er nødvendig å redusere lengden kan løsningen suppleres med tilfartskontroll for øvrig trafikk for å gi buss en luke til å bytte felt.



Figur 18 Prinsipløsning av systemskifte på strekning. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2014b)

I Jonsvannsveien skjer systemskifte i Frode Rinnans Veg-krysset. Ved systemskiftet i kryss er det nødvendig med signalregulering for å unngå konflikt med øvrig trafikk. Buss må ha egen fase. Dette gir økt tidsbruk i krysset avhengig av trafikkmengde og antall busser. (Statens Vegvesen, 2014b)

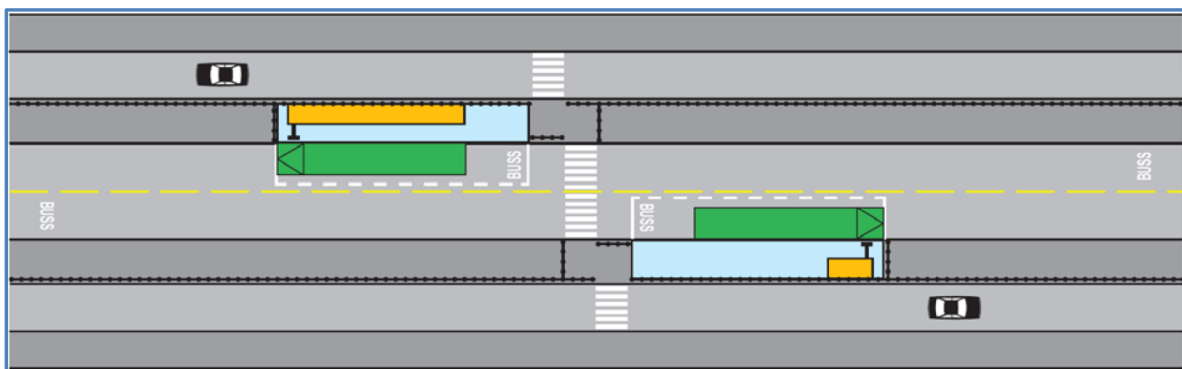


Figur 19 Prinsipløsning av systemskifte ved kryss. Hentet fra:(Statens Vegvesen, 2014b)

Midtstilte kollektivfelt og holdeplasser:

Det er flere utfordringer knyttet til holdeplasser for midtstilte busslinjer.

Dersom holdeplass legges mellom kollektivfeltet og vanlig kjørefelt, som vist i Figur 20, vil dette være arealkrevende. Bredden på holdeplasser bør være minst 3 meter. (Statens Vegvesen, 2019a). For at passasjerer skal komme til/gå fra holdeplass må de krysse kjørefelt, og det kan være nødvendig med fartsdempende tiltak for å ivareta trafikksikkerheten.



Figur 20 Eksempel på hvordan holdeplass kan utformes med midtstilt kollektivfelt. (Statens Vegvesen, 2014e)

Et alternativ til en slik løsning er at kjørefelt for øvrig trafikk opphører før holdeplassen. Da kan holdeplassen legges der kjørefeltet ville ha vært. Dette er arealbesparende. En ulempe er at øvrig trafikk kan oppleve redusert kapasitet ved stor pågang av busser. Dersom det står busser på holdeplass i begge retninger vil dette hindre utrykningskjøretøyer å komme frem.



Figur 21 Holdeplassløsning der kjørefelt snevres inn for å spare areal. (Asplan Viak, 2018)

Oppsummering av fordeler og ulemper for midt- og sidestilte kollektivfelt	Fordeler	Ulemper
Midtstilte kollektivfelt	Unngår konflikt med høyresvingende kjøretøy	Konflikt med venstresvingende kjøretøy kan oppstå Utfordringer knyttet til holdeplass Kan være nødvendig med fartsdempende tiltak for å ivareta sikkerheten til på- og avstigende
Sidestilte kollektivfelt	Unngår konflikt med venstresvingende kjøretøy Holdeplasser kan anlegges på fortau.	Konflikt med høyresvingende kjøretøy kan oppstå

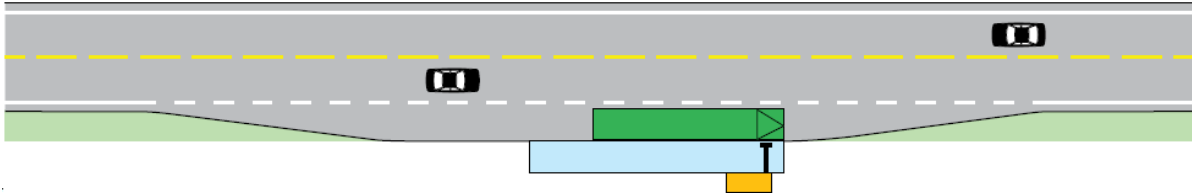
Tabell 2 Fordeler og ulemper med midtstilte- og sidestilte kollektivfelt.

Ved valg av plassering av kollektivfelt må man derfor vurdere hva som passer best på den aktuelle strekningen. Dette kommer an på:

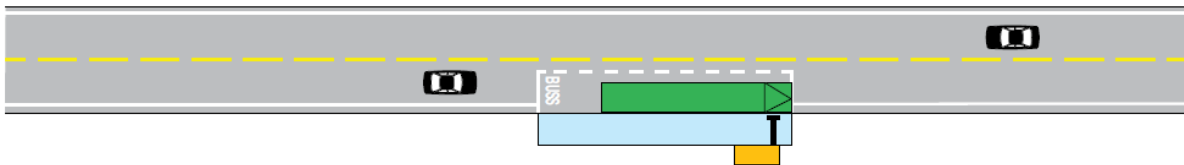
- Skal buss svinge eller kjøre rett fram på strekningen?
- Kjøremønsteret til buss utenfor strekningen. Er overgangen mellom kollektivfeltet og kjøremønsteret utenfor området hensiktsmessig?
- Andre trafikanters svingebevegelser. Er dette i konflikt med buss i kollektivfeltet?

3.4 Holdeplasser

Holdeplasser utformes enten som busslommer eller kantstopp. En holdeplass utformet som busslomme vil si at bussen svinger ut av kjørefeltet og inn i en lomme som står parallelt med vegen, se Figur 22. Kantstopp er når bussen stopper i selve kjørefeltet, se Figur 23.



Figur 22 Prinsipløsning av bussholdeplass utformet som busslomme. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2014b)



Figur 23 Prinsipløsning av bussholdeplass utformet som kantstopp. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2014b)

Å utforme holdeplass som kantstopp kan være et prioriteringstiltak. Buss trenger ikke å svinge av og på vegen, men trenger kun å senke hastigheten for å betjene holdeplassen og sparer derfor tid. Busser vil ikke kunne bli hindret av øvrig trafikk på veg ut fra holdeplassen.

Andre fordeler med kantstopp er at det er

- Mulighet for bredere holdeplass for ventende passasjerer,
- Enklere å bygge lengre holdeplasser. Dette er aktuelt dersom flere busser betjener en holdeplass samtidig, eller dersom bussene er lange. Sistnevnte er tilfelle med metrobussene i Trondheim.
- Arealbesparende

Ulempen med kantstopp er at det går på bekostning av andre trafikanter, ettersom øvrig trafikk bak bussen må vente til bussen har kjørt fra holdeplass før de kan fortsette. Dette er ikke optimalt med tanke på avvikling. I 2014 gjorde det rådgivende konsulentfirmaet COWI på oppdrag fra Trondheim kommune en evaluering av et utvalg kantstopp og busslommer i Trondheim. Rapporten anbefaler å unngå flere enn to kantstopp på rad, for at øvrig trafikk kan passere bussen. Slik kan man unngå farlige situasjoner med forbi kjøring i motgående kjørefelt kombinert med dårlig sikt på grunn av bussens størrelse. (COWI, 2014). Imidlertid kan kantstopp også være positivt for trafiksikkerheten, da det ikke er konflikt mellom kjøretøy og buss på veg ut av busslommen. (Norconsult, 2018)

Håndbok N100 legger føringer om hvilken utforming som skal velges basert på antall kjørefelt, trafikkmengde, fartsgrense, bussfrekvens, hvorvidt det er skoler, institusjoner eller knutepunkter i nærheten.

Kantstopp er passende for veier med:

- 2 kjørefelt, og ÅDT < 10 000,
- 4 kjørefelt, eller
- Kollektivfelt/sambruksfelt.

Busslomme bør anlegges ved veier med

- 2 kjørefelt, og ÅDT > 10 000,
- 30 eller flere busser i rute i løpet av makstimen,
- Fartsgrense på 50km/t i nærheten av skoler og institusjoner, eller
- Fartsgrense på 50km/t dersom holdeplassen er et knutepunkt.

Et annet viktig aspekt er hvordan selve holdeplassen er utformet, og hvorvidt dette tillater rask av- og påstigning av passasjerer. Dette faller imidlertid utenfor denne masteroppgavens omfang og vil ikke drøftes videre.

3.5 Signalprioritering

For å prioritere kollektivtrafikk gjennom signalregulerte kryss kan signalanlegget utformes slik at buss kommer seg raskt gjennom krysset. I dette kapittelet skal vi se på virkemåten til forskjellige typer signalprioriteringsanlegg, i tillegg til krav for når signalanlegg kan etableres.

3.5.1 Aktive og passive signalanlegg

Vi skiller mellom aktive og passive signalanlegg. Passive anlegg er tidsstyrte, slik at omløpstiden er forutbestemt og signalfasene veksler avhengig av tiden. Aktive signalanlegg er trafikkstyrte som vil si at fasene veksler avhengig av trafikken i sanntid

Vi skal nå drøfte fordeler og ulemper med passive og aktive signalanlegg, og hvordan det kan brukes til å prioritere kollektivtrafikk.

Passiv signalprioritering:

I passive signalanlegg er lengden på fasene konstant uavhengig av trafikken. Det er fordeler og ulemper med denne typen signalanlegg. En fordel er at passive signalanlegg er enklere å etablere og drifte, da det ikke er nødvendig med deteksjon av trafikken. Det hender at deteksjon ikke fungerer optimalt, enten fordi kjøretøy feilregistreres eller ikke registreres i det hele tatt. Det er enklere å samkjøre flere kryss dersom de har passive signalanlegg. Målet med dette kan være å skape en grønn bølge, som kan være et viktig tiltak for å redusere reisetid for buss. En ulempe er passive signalanlegg er lite fleksible. Trafikken vil ikke styres optimalt dersom trafikkmengden er mye større eller mindre enn det anlegget er dimensjonert for. Allikevel kan signalanlegget programmeres til ulike omløp til ulike tider av døgnet/uken/året, men dette må man naturligvis ha gjort på forhånd, slik at utfordringen med lite fleksibilitet fortsatt er til stede.

Kollektivtrafikk kan prioriteres i passive signalanlegg ved å

- Gi mer grøntid til signalfasen(e) med kollektivtrafikk
- Samordne flere kryss for å skape en grønn bølge

- Redusere omløpstiden vil korte ned ventetiden for kollektivtrafikken
- Lede kollektivtrafikken forbi øvrig trafikk

Passiv signalprioritering kan dermed være aktuelt når:

- Det er høy bussfrekvens slik det er så mange busser at de fleste sannsynligvis vil komme i løpet av en fase som gir prioritet
- Man ønsker å skape en grønn bølges
- Detektorer er problematisk

Aktiv signalprioritering:

Aktive signalanlegg er trafikkstyrt, som vil si at anleggene detekterer kjøretøy og fasevekslingene bestemmes på bakgrunn av dette. Det finnes flere måter å detektere trafikken på, slik som induktive sløyfer i kjørebanelen, induktiv kommunikasjon (bussene sender detaljert informasjon til sløyfene, slik som rutenummer) og radiodetektering. Vi skal ikke gå nærmere inn på teknologien bak dette. Prioritering gis ved behov, og dette kan innebære at:

Forlengelse av grøntid: Hvis buss ankommer ved slutten av sin fase kan grøntiden forlenges. Da slipper bussen å vente til neste omløp

Avkortning av annen signalfases grøntid: Dersom bussen ankommer krysset ved rødt signal kan den gjeldende fasen gjøres kortere. Dersom det går buss i den andre fasen, er det mulig å vente med avkortningen til bussen er gjennom.

Endring i faserekkefølge: Dersom bussen ankommer krysset ved rødt signal og detekteres kan dette anrope signalanlegget slik at signalgruppen til bussen veksler inn tidligere enn den ellers ville ha gjort. Dette kan naturligvis kun brukes på signalanlegg med tre eller flere faser.

Egen kollektivfase: Dersom buss vil være i konflikt med annen trafikk i en tradisjonell faseinndeling kan det være aktuelt med egen bussfase. (Statens Vegvesen, 2014b)

3.5.2 Kapasitet i signalregulerte kryss

Kapasitet i signalregulerte kryss avhenger av en rekke faktorer som er beskrevet her:

Metningsvolum = Det største trafikkvolumet som kan passere et gitt punkt per tidsenhet. Dette bestemmes av tidsluken mellom kjøretøy. Med tidsluke på 2 sekunder vil metningsvolumet være 1800 kjøretøy per time. Større tidsluke gir lavere metningsvolum

Tapt tid = Fasevekslinger tar ofte 4-6 sekunder, og i løpet av denne tiden kan ikke kjøretøy kjøre. Med 2 sekunder tidsluke mellom hvert kjøretøy og 6 sekunder vekslingstid vil kapasiteten synke med 3 kjøretøy per faseveksling.

Antall faser = I hver faseveksling er det tapt tid, som beskrevet ovenfor. Flere faser i et omløp gir større tapt tid i omløpet.

Omløp per time = Ofte varer et omløp 90 sekunder, slik at det er 40 omløp per time. Kortere omløpsvarighet gir flere omløp, slik at total tapt tid øker.

Sammenhengen mellom faktorene vises i følgende formel:

$$Kapasitet = Metningsvolum - (Tapt\ tid\ per\ faseveksling) \times (Antall\ faser) \times (Antall\ omløp)$$

Veileder V322 inneholder en forenklet metode for å beregne kapasitet i signalregulerte kryss. Her et metningsvolum 1800 kjøretøy per time, hvilket forutsetter 2 sekunder tidsluke. Hvert omløp varer 90 sekunder, slik at det er 40 omløp per time. Tapt tid per faseveksling er 4-6 sekunder, slik at kapasiteten synker ca. 2,5 kjøretøy per faseveksling. Antall omløp ganger tapt tid per faseveksling blir da 100. Dermed blir formelen forenklet til:

$$\text{Kapasitet} = 1800 \text{ kjt/t} - 100 \times \text{antall faser}$$

(Statens Vegvesen, 2014c)

3.5.3 Kriterier for opprettelse av signalanlegg

Håndbok N303 oppgir tre kriterier som må oppfylles for at signalanlegg kan settes opp. Det er tilstrekkelig at ett av kriteriene er oppfylt. I korte trekk handler kriteriene om at:

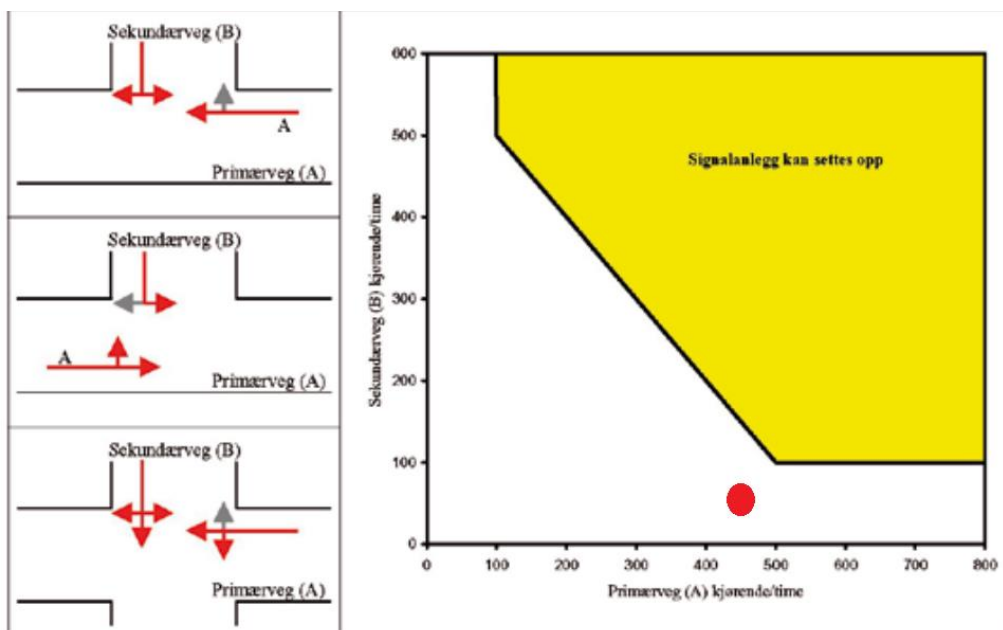
- Trafikkmengde er tilstrekkelig stor,
- Om det er nødvendig å sikre myke trafikanter i fotgjengerovergang med signalregulering, og
- Signalregulering for å samordne kryss

Vi skal gå gjennom disse kriteriene for å se hva som kan være aktuelt for caseområdet

Trafikkmengde:

Et kryss mellom to eller flere veger kan vurderes til å bli signalregulert dersom trafikkmengden inn mot krysset i makstimen en vanlig hverdag er innen det gult skraverte område i Figur 24. Det er de to største tilfartene i konflikt som skal vurderes.

Største trafikkmengde i primær og sekundærveg i konflikt er 456 og 50 kjøretøy. Dette er markert med rød sirkel i figuren. Dette faller utenfor det gulskraverte området som tilsier at signalanlegg ikke kan settes opp. Dette er allikevel kun er oppfordring, slik at unntak verken krever godkjenning eller informering av Vegdirektoratet.







Figur 24 Kriterier for signalregulering av vegkryss ut ifra trafikkmengde. Rød prikk angir trafikkmengder i Frode Rinnans Veg-krysset. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2012b)

Signalregulering av gangfelt:

Ett tiltak som kan være aktuelt for å sikre gangfelt er å signalregulere det. Tabellen under viser en sammenfatning av kriteriene for signalregulering av gangfelt. Dette gjelder gangfelt på strekning og gangfelt i sammenheng med vegkryss. Om det er mulig å signalregulere krysset kommer an på fartsgrense, trafikkmengde og antall gående/syklende.

Gangfelt kan få førgrønt signal. Det vil si at fotgjengere får grønt 2-4 sekunder før biltrafikk får det (Statens Vegvesen, 2014c).

Fartsgrense	85%-fraktil (km/t)	Trafikkmengde (ÅDT)	Gående/syklende (ant./maks. time)
	-	5000 – 8000	>30
		>8000	>20
	-	5000 – 8000	>20
		>8000	>10
	-	5000 – 8000	>20
		>8000	>10
	< 65*	>2000	>20

Figur 25 Kriterier for signalregulering av gangfelt. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2012b)

Samordnet regulering:

Det kan være aktuelt å samordne et kryss med andre kryss, for eksempel for å optimalisere et område eller ha grønn bølge. Dersom det er nødvendig å signalregulere et kryss for å oppnå dette, kan dette gjøres selv om de andre kriteriene for signalregulering ikke er oppfylt.

Begrensninger:

Som nevnt er det flere begrensninger knyttet til hvor det er mulig å iverksette signalregulering. Begrensningene som er aktuelle for casestrekningen er beskrevet her:

- Trafikksignaler skal ikke brukes der det virker overraskende for trafikantene
- Fartsgrensen skal ikke være høyere enn 60 km/t
- Det er nødvendig med fartsdempende tiltak dersom 85%-fraktilen kjører over 65 km/t
- Gangfelt nær rundkjøringer må signalreguleres med varsomhet, helst bør det være stor avstand fra et signalregulert gangfelt til rundkjøringen.

Signalregulering i Frode Rinnans Veg-krysset:

Jonsvannsveien har en fartsgrense på 50 km/t, ÅDT ble funnet til å være 10800 kjøretøy. I makstimen ble det observert et høyt antall gående og syklende som brukte gangfeltet, langt over det som kreves for å signalregulere krysset. Det er nødvendig med mer enn 10 gående/syklende. Da det ble registrert mellom 55 og 266 kryssende i makstimen i de ulike gangfeltene er det klart at kriteriet er oppfylt. Dette er langt over minimumsantallet på 10, slik at gangfeltene oppfyller kravene til å signalreguleres.

Sideveiene Frode Rinnans Veg og Moholt Allé har ÅDT henholdsvis på 800 og 1200 kjøretøy per døgn, og oppfyller dermed ikke kriteriene for å signalreguleres.

Det er tilstrekkelig at kun den mest trafikkerte vegarmen i krysset oppfyller et av disse kravene for at hele krysset skal kunne signalreguleres. Derfor oppfyller Frode Rinnans Veg-krysset kravet til å reguleres med signalanlegg.

3.6 Andre tiltak

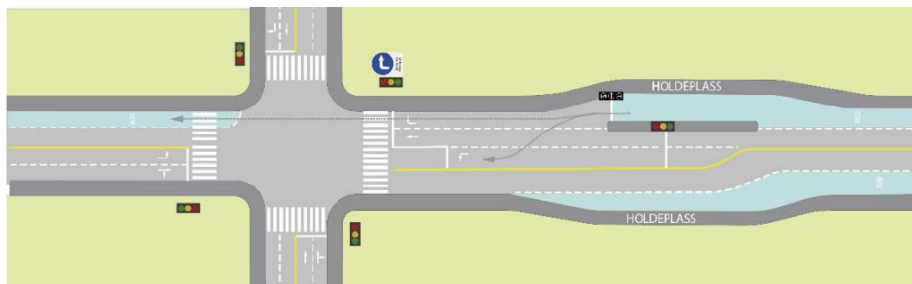
3.6.1 Tilfartskontroll

Tilfartskontroll kan brukes for å prioritere kollektiv ved å gi prioritet til buss der det er en skjev fordeling av trafikken. Det brukes trafikklys til å begrense en trafikkstrøm ved et gitt punkt i vegen. Tilfartskontroll er mest vanlig for å regulere trafikkmengder inn til hovedveger som nærmer seg kapasitetsgrensen.

Tilfartskontroll brukes for å slippe frem kollektivtrafikk ved å gi andre kjøretøy rødt lys. Signalene kan enten være tids- eller trafikkstyrt, men trafikkstyrt anlegg vil være mest hensiktsmessig ettersom det da kan tilpasses aktuelle trafikkforhold som kan påvirkes av uforutsette hendelser (Statens Vegvesen, 2017).

Dette kan særlig være aktuelt for å slippe fram venstresvingende buss hvis det er mye biltrafikk. Et eksempel på dette er krysset Christian Michelsens gate (Ring 2) x Fagerheimgata i Oslo. Når en buss kjører ut fra holdeplassen vil annen trafikk holdes igjen slik at bussen ikke forsinkes når den skal bytte til venstre kjørefelt og svinge til venstre.

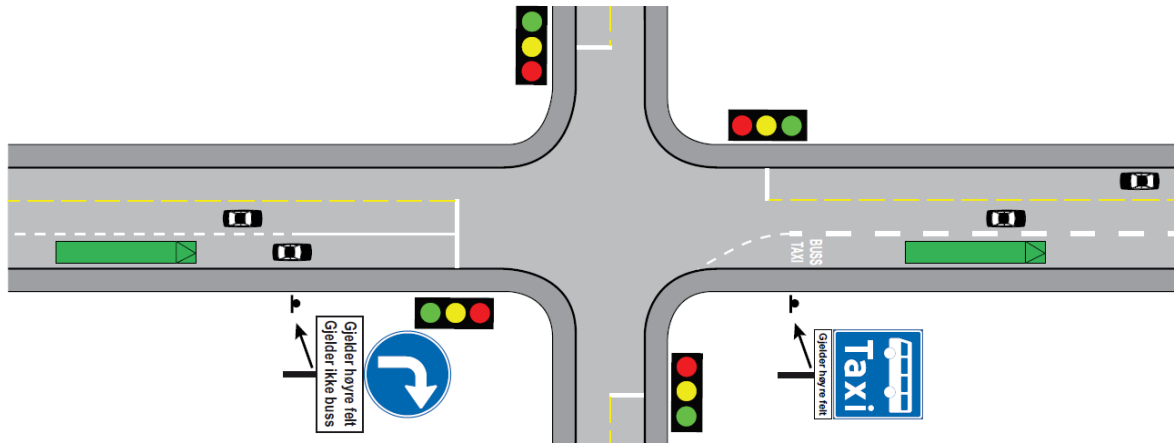
Dette kan være aktuelt for venstresvingende busser i krysset Jonsvannsveien x Dybdahls veg. En fordel med dagens utforming hvor vegen snevres inn til et kjørefelt ved holdeplassen Moholt Studentby er at det fungerer som tilfartskontroll da andre biler holdes igjen bak buss. Dersom simulering viser at det er problematisk for buss å bytte felt mellom Moholt Studentby og Dybdahlsvegkrysset vil det vurderes om tilfartskontroll er nødvendig.



Figur 26 Eksempel på kryss utformet med tilfartskontroll for å slippe venstresvingende buss foran annen trafikk. Krysset er Christian Michelsens gate (Ring 2) x Fagerheimgata i Oslo. Hentet fra: (Sweco, 2018)

3.6.2 Buss unntatt fra svingebevegelse

Ved kryss kan buss få prioritet ved å ha et kombinert kollektiv- og svingefelt. Figur 27 viser et eksempel på dette hvor det er påbudt å svinge til høyre ved krysset, men buss tillates å kjøre rett fram. Dette forutsetter at buss kan kjøre parallelt og uten konflikt med annen trafikk etter krysset. (Statens Vegvesen, 2014b)



Figur 27 Buss prioriteres ved å få unntak fra svingebevegelse. Hentet fra:(Statens Vegvesen, 2014b)

3.6.3 Køflytting

Selv om det jobbes for å hindre kødannelse vil det i mange tilfeller være uunngåelig at det oppstår kø et sted i vegsystemet. Det kan oppstå kø hvor det ikke er aktuelt med tiltak for å unngå det, for eksempel ved en flaskehals med arealbegrensninger. Det kan være en løsning å flytte køen til et sted i vegsystemet hvor det ikke medfører andre ulemper enn selve forsinkelsen for kjøretøyene. Dermed kan kollektiv kjøre forbi køen og uhindret passere flaskehalsen.

3.7 Skilt og vegoppmerking

3.7.1 Prinsipper

I håndbok N300 angir Staten Vegvesen en rekke grunnprinsipper inne skiltbruk (Statens Vegvesen, 2014a). Formålet med skilting er at trafikanter under alle forhold skal kunne:

- Oppdage skiltene
- Oppfatte og forstå budskapet
- Tro på og respektere skiltingen
- Vurdere og reagere på budskapet som skiltet

Ettersom trafikantene må gjennom denne prosessen på bare noen sekunder stiller dette sterke krav til at skiltingen er god nok med tanke på budskap, utførelse og plassering av skiltet. I tillegg skal skiltingen oppfylle juridiske krav. For å oppnå dette er det flere grunnprinsipper som gjelder, som vi nå skal beskrive.

«Så få skilt som mulig, men så mange som nødvendig». Skilt skal bare brukes når det er nødvendig for å sikre trafikkavvikling, sikkerhet og trafikantenes behov for informasjon.

En tilbakeholden bruk av skilting tar mindre oppmerksomhet fra trafikantene, og fremmer trafikantenes respekt for skiltingen.

«*Fysiske endringer fremfor skilting*». Enkle og oversiktlige løsninger gir behov for få og enkle skilt. Derfor er det nødvendig å også vurdere eventuell skilting ved planlegging av vegutformingen

«*Få og enkle reguleringer*». Enkle regulering gir enkel og forståelig skilting, og fremmer respekten skiltingen.

«*Enkle, korte, klare og entydige skiltbudskap*». Trafikanter vil ikke alltid oppfatte skiltbudskap på samme måte som skiltplanleggeren har ment. Det skal ikke være mulig å misforstå skiltbudskapet. Symboler er lettere å forstå enn tekst, men det forutsetter at symbolene er selvforklarende eller innlært. Tekst må være kortfattet og tydelig. Det bør ikke brukes mer enn to underskilt. Kombinasjoner av symboler og tekst bør unngås. Videre kan uheldige kombinasjoner av skilt gi uklare og motstridende budskap.

Skiltene gjelder fram til følgende skjer:

- Skilt opphører foregående skilt, eller
- Første vegkryss, eller
- Annet skilt angir annen kjørefeltregulering.






3.7.2 Skilt som regulerer kollektivfelt

Det er nødvendig å bruke skilt for å regulere kjørefelt som kollektivfelt. Ulike skilt regulerer kollektivfelt på forskjellige måter, forskjellen er hvilke andre kjøretøy som kan kjøre i kollektivfeltet. Tabell 3 angir hvilke skilt som kan regulere kollektivfelt.

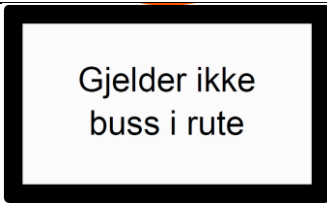




For skilt 508.1, 508.2 og 509 finnes tilsvarende skilt som opphører reguleringen av kjørefeltet.

Den strengeste måten å regulere kollektivfelt på er å bruke «Forbudt for motorvogn»-skilt. Underskiltet i tabellen er bare et eksempel, andre underskilt kan brukes. I Jonsvannsveien brukes både skilt 508.1 Kollektivfelt for buss (sør for Frode Rinnans Veg-krysset), 402.5 Påbudt kjøretøy – Gjelder ikke buss (i nordgående retning mellom Frode Rinnans Veg og Bregnevegen) og 306.1 Forbudt for motorvogn – Gjelder ikke buss i rute (resten av strekningen).

Ved å bruke underskilt kan adgangen til kollektivfelt ytterligere begrenses. Gitte kjøretøytyper kan nektes å bruke feltet, og begrensingene kan gjelde hele eller deler av døgnet. For eksempel dersom underskiltet «Gjelder ikke elmotorvogn» står sammen med skilt 508.1 vil det si at elektriske kjøretøy ikke kan være i kollektivfeltet. (Statens Vegvesen, 2014b). Se Tabell 4 for oversikt over hvilke underskilt som kan brukes for å videre regulere kjørefelt.

Skilt som regulerer kollektivfelt			
Skilt	Nr.	Navn	Kommentar
	508.1	Kollektivfelt for buss	Tillater kjøretøytyper: Buss Minibuss Elektriske kjøretøy Hydrogendrevne kjøretøy MC Sykkel Utrykningskjøretøy
	508.2	Kollektivfelt for buss og taxi	Tillater kjøretøytyper: Taxi Buss Minibuss Elektriske kjøretøy Hydrogendrevne kjøretøy MC Sykkel Utrykningskjøretøy
	509	Sambruksfelt	Tillater kjøretøytyper: Kjøretøy med minst det antall personer i som angitt på skiltet Taxi Buss Minibuss Elektriske kjøretøy Hydrogendrevne kjøretøy MC Sykkel Utrykningskjøretøy Sambruksfelt kan være en løsning dersom buss blir forsinket, men hensynet til den totale trafikkavviklingen gjør at kollektivfelt ikke er ønskelig
	402.5	Påbudt kjøreretning	Tillater kjøretøytyper: Buss Taxi Venstresvingende trafikk Utrykningskjøretøy Buss og taxi kan fortsette rett fram eller til høyre, mens all øvrig trafikk påtvinges venstresving.
	306.1	Forbudt for motorvogn	Tillater kjøretøytyper: Buss Taxi Utrykningskjøretøy Den strengeste formen for å regulere kollektivfelt, da kun buss og taxi kan bruke kjørefeltet Dette skiltet er ofte brukt i kollektivgater.

Tabell 3 Oversikt over ulike skilt for å regulere kollektivfelt.

Underskilt som regulerer tilgang til kollektivfelt		
Skilt	Skilt nr.	Kommentar
	850	Den strengeste formen for regulering med underskilt. Gir kun unntak for regel for buss som kjører i rute
	808.313	Streng form for regulering som kun gir unntak for buss. Gjelder for alle busser.
	808.317	Gir unntak fra regel for alle busser samt taxier.
	808.319	Gir unntak fra regel for nevnt motorvogntype. Dette kan være blant annet elmotorvogn eller tungtransport. Dette kan brukes for å forby for eksempel elmotorvogn fra bruk av kollektivfelt
	806	Brukes for å regulere at hovedskiltet ikke gjelder hele døgnet
Øvrige kombinasjoner	-	Underskilt kan kombineres. For eksempel kan underskilt «Gjelder ikke elmotorvogn 07-09» brukes for å forby elmotorvogner å bruke kollektivfelt i morgenrush.

Tabell 4 Underskilt som regulerer kjørefelt

3.7.3 Andre skilt

Påbudsskilt

Påbudsskilt i serien 402.x angir påbudt kjøreretning brukes i vegkryss og avkjørsler. Slike skilt skal plasseres umiddelbart før kryss. Ved bruk av underskilt kan det gis unntak fra påbudt kjøreretning.



Figur 28 Eksempel på påbudsskilt. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2020a)

Vegvisningsskilt

Orienteringstavler brukes for å forvarsle kryss eller avkjøringer. Kjørefeltorienteringstavler (707) brukes når det er flere felt inn mot et kryss, og det er behov for å vise riktig bruk av hvert felt. Skiltet står ved siden av vegen. Portalorienteringstavle (709) brukes når det er flere felt inn mot et kryss, og valg av andre orienteringstavler ikke ville gitt god nok informasjon til trafikantene. Det kan være hensiktsmessig når skilt plasser ved siden av vegen vil bli skjult av større kjøretøy i høyre felt, vegetasjon dekker til, eller det ikke er nok plass til sideplasserte skilt. Andre steder hvor det er behov for å velge kjørefelt benyttes også skilt 709. Skilt 709 kan brukes både med og uten visningsmål, sistnevnte er illustrert i Figur 29.



Figur 29 Eksempel på vegvisningsskilt. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2020a)

3.7.4 Vegoppmerking

Selv om kollektivfelt reguleres av trafikkskilt, må dette suppleres med vegoppmerking. Tekst «Buss» (eventuelt også «Taxi») skal merkes ved innkjøringen til kollektivfeltet. Skillelinjen mellom kollektivfelt og øvrige kjørefelt merkes med stiplet linje 2-2- 0,2 (skillelinje 1008). Denne er dobbelt så tykk som vanlig kjørefeltlinje. Dersom det er nødvendig å forby feltskifte til/fra kollektivfelt kan det brukes heltrukken sperrelinje.

Bussholdeplasser merkes med stiplet kantlinje 2m/2m. Busslommer skal merkes som vist i Figur 30. Kantstopp kan merkes som vist i Figur 31.



Figur 30 Prinsippskisse av oppmerking av busslomme. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2015)



Figur 31 Prinsippskisse av oppmerking av kantstopp. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2015)

4 Metode

For å evaluere Jonsvannsveien er arbeidet todelt:

- Jonsvannsveien skal modelleres og sammenlignes med alternative vegutforminger, for å vurdere hvordan prioriteringstiltakene påvirker framkommelighet til kollektiv og øvrig trafikk
- Det skal gjøres en kvalitativ evaluering av kjøremønsteret i Jonsvannsveien for å undersøke hvorvidt trafikanter forstår kjøremønsteret i tillegg til diskusjon av andre utfordringer knyttet til trafikkavvikling.

I dette kapitlet diskuteres metoden bak dette arbeidet, både hvordan data om vegen ble samlet inn og hvordan trafikkmodeller ble utviklet.

4.1 Datainnsamling

For å kunne analysere kjøremønsteret i Jonsvannsveien og lage en trafikkmodell, var det nødvendig å samle inn visse data om området, slik som:

- Trafikkmengder og svingebevegelser
- Fotgjengere
- Bussruter
- Stopptid på holdeplasser

Det eksisterer noe informasjon om dette i Nasjonal Vegdatabank (NVDB) og trafikktekniske undersøkelser av kryss i Jonsvannsveien, men dataene er ofte flere år gamle, slik at det er fordelaktig å finne dette selv. For å analysere kjøremønsteret er det mest hensiktsmessig å gjøre videoregistreringer av vegen. Videoregistreringer kan gi informasjon om trafikkmengder, fotgjengere, stopptid på holdeplasser og kjøremønster. Det ble gjort videoregistreringer to dager:

Tirsdag 3. mars 2020:

Kameraer plassert langs hele studieområdet filmet trafikken under morgen- og ettermiddagsrush. Opptakene resulterte i informasjon om trafikkmengder, fotgjengere og stopptid på holdeplass. På dette tidspunktet var ikke signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset aktivert, og skilting langs vegen var ugyldig og dekket over. Opptakene ble derfor ikke brukt til å vurdere trafikanters kjøremønster.

Tirsdag 5. mai 2020:

For å evaluere hvorvidt trafikanter forstår vegsystemet ble det gjort videoregistrering ved Frode Rinnans Veg-krysset og to andre delstrekninger hvor kjøremønsteret er uvanlig. Dette ble gjort omtrent to måneder etter at signalanlegget ble aktivert, slik at trafikanter har fått rimelig med tid på å venne seg til det nye kjøremønsteret. Ettersom disse videoregistreringene ble gjort under COVID-19 pandemien var trafikkmengdene ikke representative, og det var kun aktuelt å vurdere kjøremønsteret.

4.1.1 Videoregistreringer

Om kameraene:

Det ble brukt action-kameraer, som er små, vann- og støtsikre kameraer som med ulike festeanordninger kan plasseres nesten hvor som helst. Ettersom det var nødvendig å bruke mange kameraer for å filme langs Jonsvannsveien måtte flere ulike kameramodeller benyttes. Kameraene ble lånt fra institutt for bygg- og miljøteknikk og var av type GoPro Hero 5, GoPro Hero 7 og Garmin Virb XE.



Figur 32 Action-kameraer av typen Garmin Virb XE (t.v.) og GoPro Hero 7 (t.h.) ble brukt til registrering av trafikken.

Kameraene kan fjernstyres med apper, som heter GoPro og Garmin Virb. Under montering er dette svært praktisk, da det er enkelt å se hva kameraene filmer slik at man kan justere kamerafestet hvis kameravinkelen ikke er god nok.

Kameraene har en batteritid på omtrent to timer ved 0°C. Det skal filmes mellom 15.00 og 17.00, og det kan ta opptil en time å rigge alle kameraene langs Jonsvannsveien. I praksis vil dette si at kameraene må klare å filme minst 3 timer. Løsningen er å bruke batteribanker som strømkilde. Batteribankene er av merket Clas Ohlson og har en oppgitt kapasitet på 20.000 mAh, hvilket gjør at kameraene kan være på i opptil 8 timer. Lagringsplass på minnekort blir dermed begrensende faktor for hvor lengde det er mulig å filme. Med minnekort på 64 GB tillot dette filming i 4-6 timer med en oppløsning på 1080p.

Valg av tidspunkt for videoregistrering:

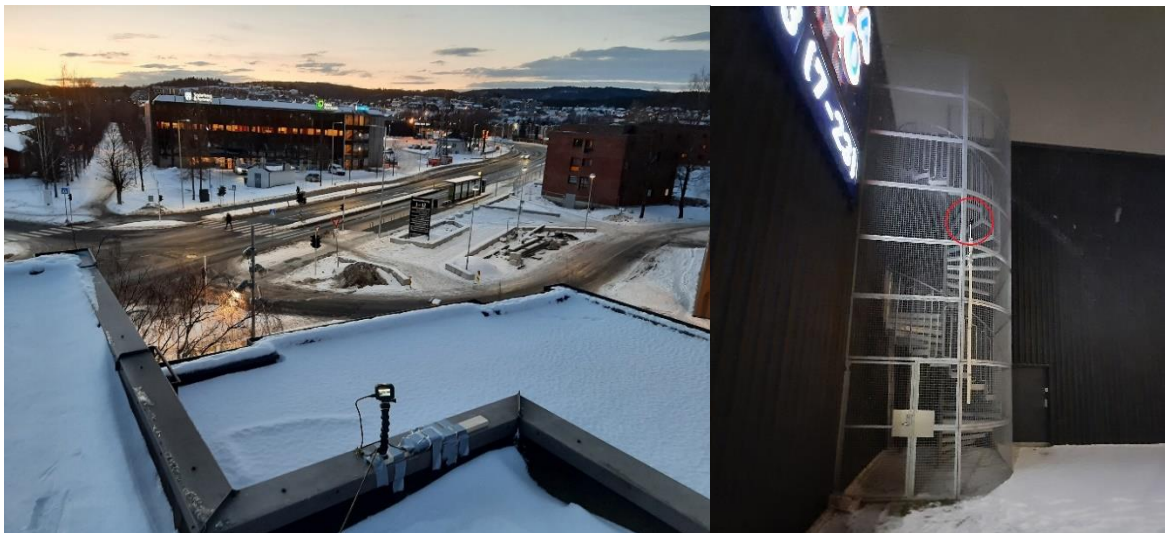
Dagen trafikken skal registreres må være så representativ som mulig, slik at dager med spesielle trafikkmønstre må unngås. Ferier, helger og øvrige fridager er dermed uaktuelle. Mandager og fredager påvirkes trafikkmønstrene av helgeaktiviteter. Dermed er det mest hensiktsmessig å gjøre undersøkelser tirsdag, onsdag eller torsdag. Dager med spesielle vær-situasjoner slik som store snømengder er også uønsket, da det vil påvirke trafikken unormalt.

Registreringene dekker morgen- og ettermiddagsrushet, 07.00-09.00 og 15.00-17.00, ettersom trafikken da er på sitt største. Analyse av videoene tatt 3. mars viste at trafikken var størst i ettermiddagsrushet mellom 15.30 og 16.30. Derfor ble det 5. mai kun filmet i dette tidsrommet.

Første dag med videoregistreringer var tirsdag 3. mars. Dette var noen uker senere enn opprinnelig planlagt, ettersom det tok noe tid før alt nødvendig utstyr var tilgjengelig. Når det var på plass var det imidlertid vinterferie i Trondheim slik at filmingen ble utsatt. Videre tok det tid å koordinere filmingen med ansvarlige for bygninger nær veggen hvor kameraer skulle plasseres.

Plassering av kamera:

Kameraene må som regel settes høyt oppe for å få et godt overblikk over trafikken. For å gjøre det enkelt å feste kamera på gunstige steder ble det laget enkle kameraoppsett som bestod av et eller flere kameraer festet i en planke. Batteribank ble teipet og stripset på planken og tilførte kamera strøm via ledning. Dette ga et svært mobilt kamerappsett som var raskt og enkelt å feste på for eksempel et gjerde eller et tak. Kameraoppsett ble festet med teip, strips eller slangeklemmer. Kameraer festet i høyden ble i tillegg sikret med tau festet i bygningen for å ivareta sikkerheten. Ved rundkjøringen med Brøsetvegen og ved Dybdahlsvegkrysset satt kameraene øverst på en lang planke som ble festet i gjerder. Ved Frode Rinnans Veg-krysset ble kamera plassert på tak på Moholt Studentby. Ved holdeplass Østre Berg 2 nær Dybdahlsvegkrysset ble kamera festet i støyskjerm. Ved Lidarende og Bregnevegen (filmet 5. mai) ble kamera festet i utvendig trappeoppgang. Kameraene ble plassert forskjellig 3. mars og 5. mai, da formålet med videoregistering var forskjellig hver dag. Se Tabell 5 for kart over kameraplassering.



Figur 33 T.v.: Kamera festet på tak av Moholt Studentby. Kameraoppsettet er festet med teip og sikret med tau. T.h.: Kamera montert på en lang planke, som er festet med strips og slangsklemmer i nettingveggen.

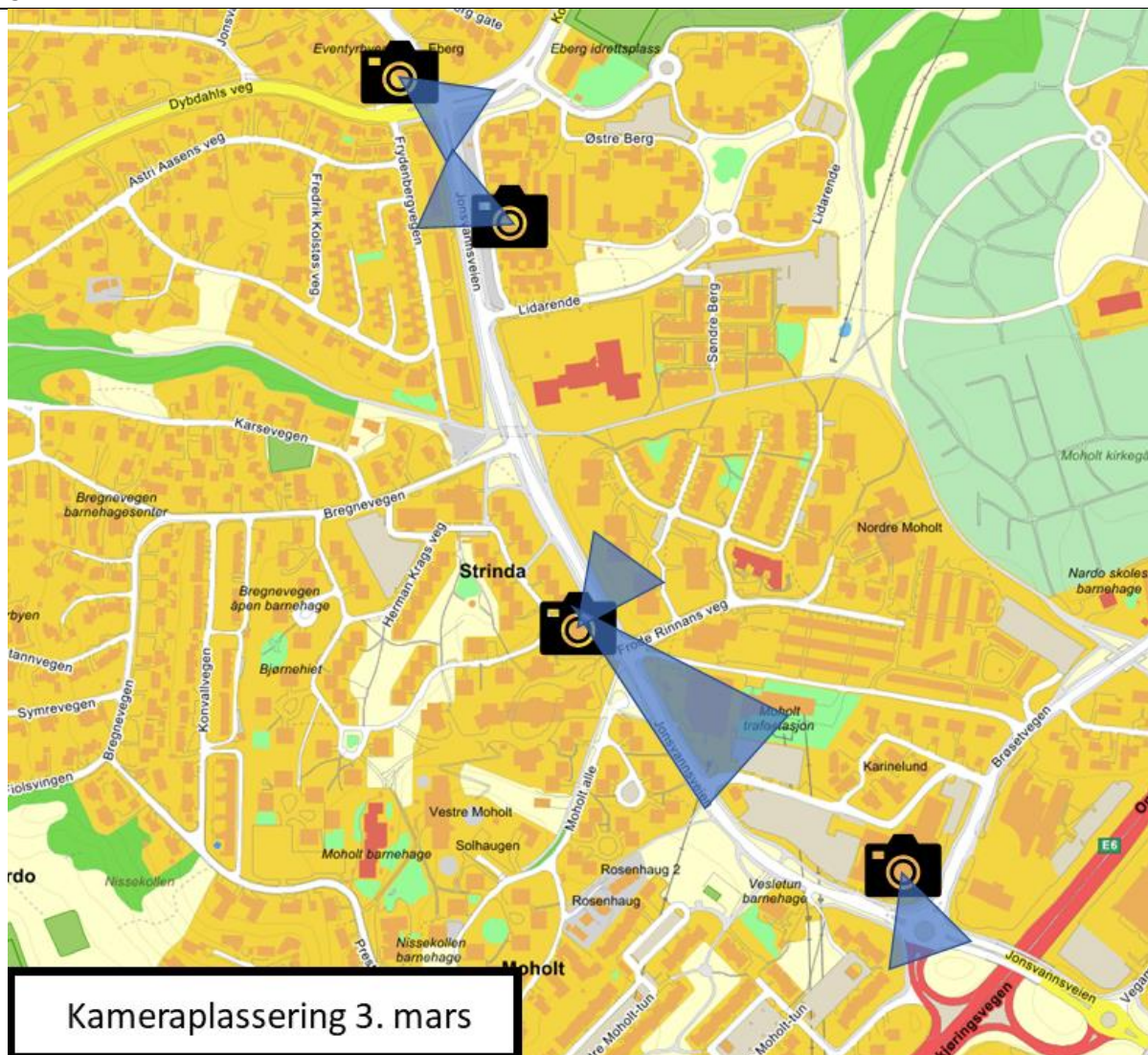
Tirsdag 3. mars

Opprinnelig var formålet med videoopptak 3. mars å samle data om trafikkmengder i tillegg til å beregne reisetid. Derfor ble det plassert kameraer ved rundkjøringen i Brøsetvegen, ved Frode Rinnans Veg-krysset og ved Dybdahlsvegkrysset.

Reisetid skulle beregnes langs strekningen før og etter aktiveringen av signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset. Derfor var det planlagt å filme vegen på nytt etter at anlegget ble aktivert. Grunnet COVID-19 situasjonen sank trafikkmengdene, slik at det ikke lenger var aktuelt å beregne reisetid før og etter aktiveringen av anlegget. Derfor ble ikke video fra rundkjøringen ved Brøsetvegen benyttet i analysene.

Det var ingen kameraer som registrerte trafikkmengder i T-kryssene med Bregnevegen og Lidarende. Planen var å gjøre dette senere, men grunnet COVID-19 situasjonen ble det uaktuelt.

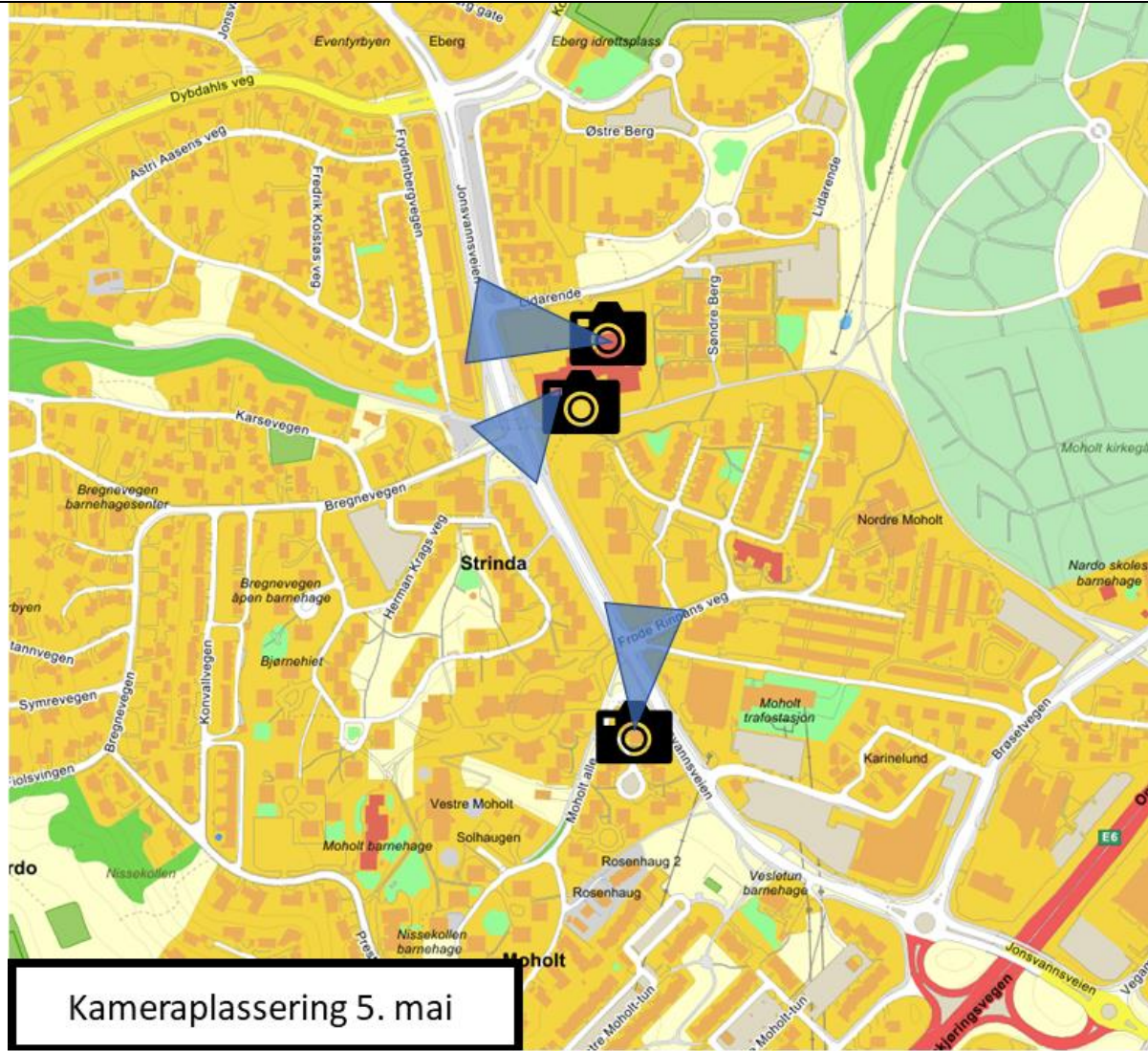
Videoene ga informasjon om trafikk i Dybdahlsvegkrysset (kun mellom 15.00 og 15.55), Frode Rinnans Veg-krysset og adkomstvegen til Moholt Storsenter. I tillegg til stopptid på holdeplassene Moholt Studentby 1 og 2 og Østre Berg 2, men ikke Østre Berg 1 og 3.



Tirsdag 5. mai

Ettersom formålet med videoopptakene var å vurdere kjøremønsteret ble det kun filmet der kjøremønsteret er uvanlig. Det vil si ved Frode Rinnans Veg-krysset og ved Bregnevegen og Lidarende hvor det er midtstilte kollektivfelt.

Kjøremønster i Dybdahlsvegkrysset ble filmet 3. mars, og siden det ikke var gjort endringer i mellomtiden var det ikke nødvendig å filme krysset 5. mai



Tabell 5 Kameraplassering 3. mars og 5. mai.

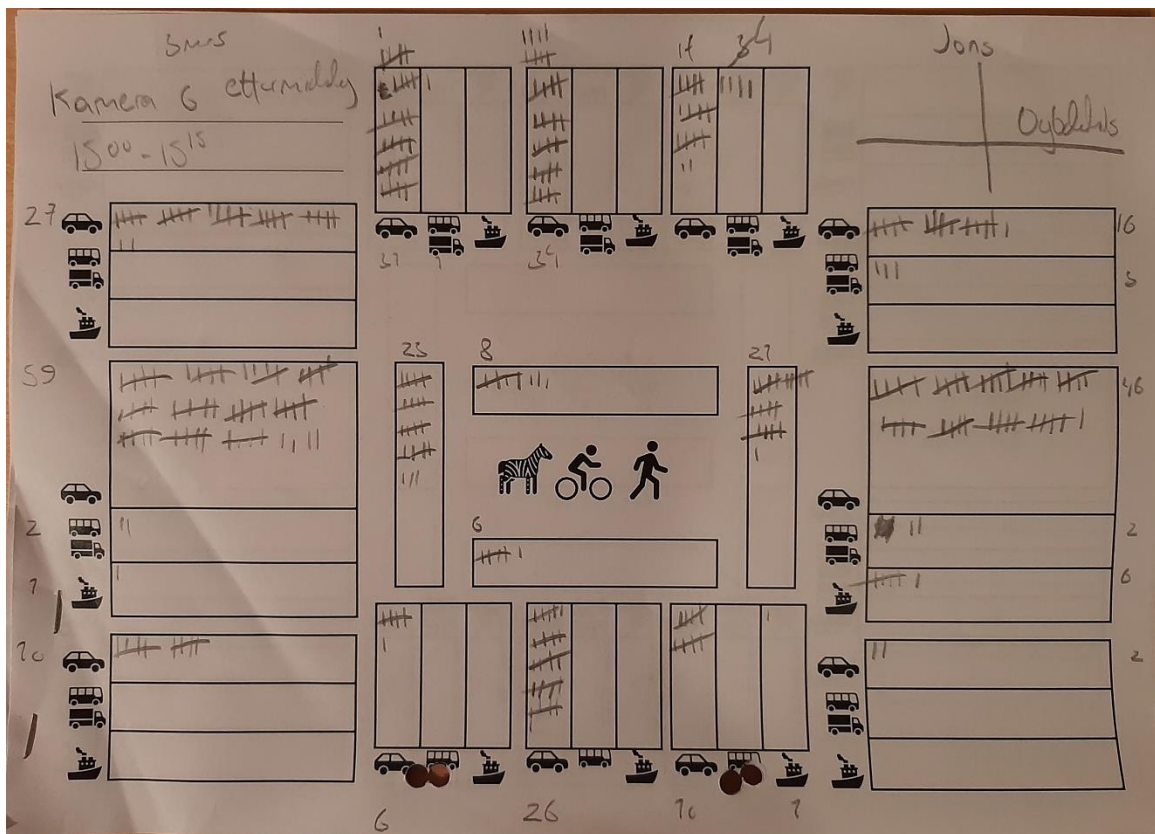
4.1.2 Beregning av trafikkmengder

Trafikkmengde i Jonsvannsveien ble funnet fra videoopptak i tidsrommene 07.00-09.00 og 15.00-17.00 den 3. mars 2020 ved følgende kryss:

- Dybdahlsveg-krysset
- Frode Rinnans Veg-krysset
- Adkomstvegen til Moholt Storsenter

For hver kjøretøytype ble antall kjøretøy i hver bevegelse i krysset notert. Dette ble gjort på et selvlaget skjema. Figur 34 viser trafikkteilingsskjema for Dybdahlsvegkrysset den 3. mars i tidsrommet 15.00-15.15. Tilsvarende skjemaer ble laget for Frode Rinnans Veg-krysset og Moholt Storsenter. Ulike figurer illustrerer kjøretøytyper og fotgjengere. For enkelhets skyld regnes syklistere som fotgjengere. Hvert skjema dekker et 15 minutters intervall, og angir:

- Antall kjøretøy i hver bevegelse i krysset
- Hvilken kjøretøytype det aktuelle kjøretøyet tilhører, enten lette, tunge eller andre kjøretøyer. Tunge kjøretøyer inkluderer buss. Andre kjøretøyer inkluderer traktor, diverse vedlikeholdskjøretøy, syklistere i vegbanen. For enkelhets skyld ble dette senere inkludert i samme kjøretøytype som lette kjøretøy.
- Antall fotgjengere i hver fotgjengerovergang



Figur 34 Skjema for trafikkteilinger i Dybdahlsveg. Tilsvarende skjemaer ble brukt til trafikkteiling i Frode Rinnans Veg-krysset og adkomstvegen til Moholt Storsenter.

Resultatene fra hvert skjema ble lagt inn i et Excel-regneark hvor den totale trafikken og trafikkvariasjon ble beregnet.

Det ble vurdert hvorvidt det var nødvendig å bearbeide trafikkmengdene funnet 3. mars for å finne en dimensjonerende trafikkmengde som vil være mer representativ. Ettersom trafikken ble registrert på en vanlig dag, i en vanlig uke, med vanlige værforhold anses dette som en svært representativ trafikkmengde. Videre er det knyttet usikkerhet til hvordan en dimensjonerende trafikkmengde kunne beregnes på en god måte, og derfor ble 3. mars valgt som dimensjonerende trafikkmengde i det videre arbeidet.

4.1.3 Estimering av trafikkmengder

Det var flere vanskeligheter med å beregne trafikkmengder som skulle brukes i trafikmodellering. Dette gjorde det nødvendig å estimere visse trafikkdata, som beskrevet under:

- T-kryssene ved Lidarende og Bregnevegen ble ikke filmet før COVID-19 situasjonen inntraff.
- Ufullstendig trafikkregistrering grunnet både ugunstig kameraplassering (for fotgjengere ved Frode Rinnans Veg-krysset) og kamera som sluttet å filme før rush-tiden var ferdig (ved Dybdahlsvegkrysset)
- Det ble gjort uheldige valg når trafikkmengder først ble analysert, som var for tidkrevende å gjøre om senere (Trafikkvariasjon i Aimsun-modell)

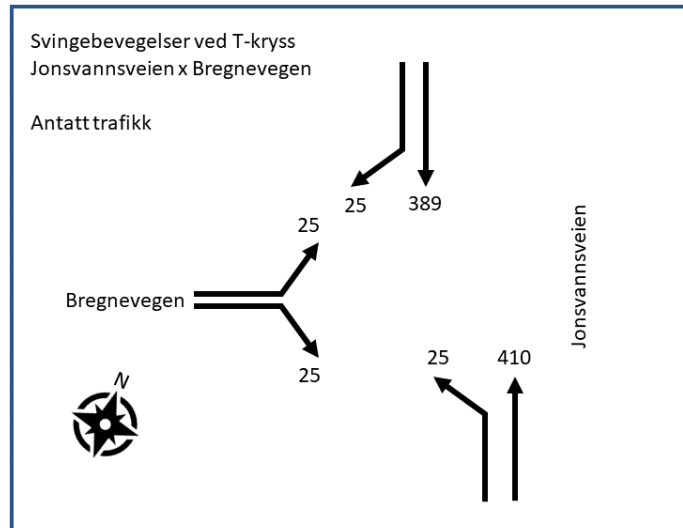
Problematikken knyttet til dette og følgende trafikkestimering er beskrevet i de følgende avsnitt.

Lidarende og Bregnevegen:

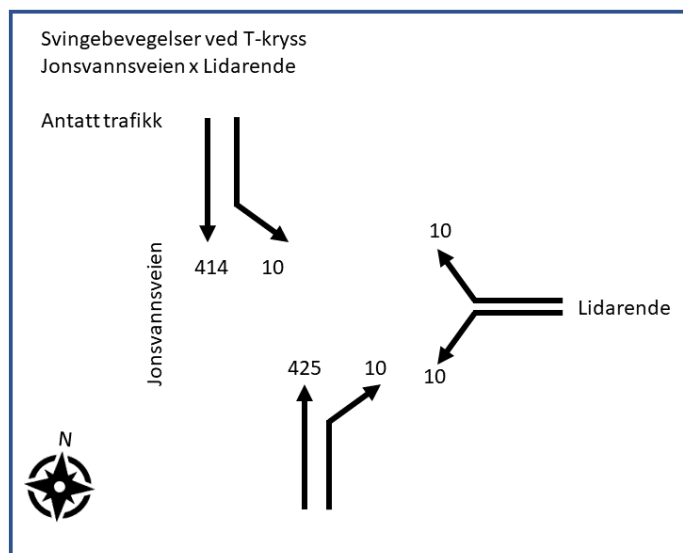
Planen var opprinnelig å filme T-kryssene med Lidarende og Bregnevegen etter 3. mars for å kartlegge trafikkmengder. Når signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset ble aktivert og skiltene langs Jonsvannsveien ble gjort gyldige var det tydelig at mange trafikanter ikke forstod kjøremønsteret. Derfor ble det bestemt å utsette filmingen to-tre uker til trafikantene hadde vent seg til kjøremønsteret. Da inntraff imidlertid COVID-19 slik at det ble uaktuelt grunnet reduserte trafikkmengder.

På befaring var det observert at trafikken fra Lidarende og Bregnevegen ikke påvirket trafikken i Jonsvannsveien i særlig grad og derfor ble det ikke lagt så mye arbeid i å finne trafikkmengdene senere. I modelleringsfasen ble det vurdert at det ville være hensiktsmessig å inkludere trafikk i Lidarende og Bregnevegen i modellen. Løsningen ble å anta trafikkmengden, og det ble ikke lagt mye vekt på å estimere så korrekt som mulig. I Lidarende blir trafikken satt til å være 20 kjt/t. Dette tilsvarer en bil hvert tredje minutt, og er i samme størrelsesorden som trafikken som er sett på befaring. Det antas at svingeandelen er 50/50 høyre/venstresving. På befaring ble det sett at Bregnevegen hadde større trafikk enn Lidarende, og trafikken derfra ble derfor satt til 50 kjt/t, som tilsvarer en bil hvert 1,2 minutt. Her ble det også antatt en 50/50 fordeling av venstre- og høyresving ut på Jonsvannsveien. For begge vegene ble svingebevegelser fra Jonsvannsveien satt likt antall biler som svinger ut fra Bregnevegen. Dette gjør at totalt antall kjøretøy som ankommer Dybdahlsvegkrysset og Frode Rinnans Vegkrysset ikke endres, slik at det ikke er nødvendig med store endringer i trafikketerspørselen i Aimsun-modellen

Figur 35 og Figur 36 viser svingebevegelser ved T-kryssene med Lidarende og Bregnevegen.



Figur 35 Antatt trafikk (kjt/t) ved krysset Jonsvannsveien x Bregnevegen



Figur 36 Antatt trafikk (kjt/t) ved krysset Jonsvannsveien x Lidarende

Dybdahlsvegkrysset:

Kameraet som filmet Dybdahlsvegkrysset slo seg av kl. 15.55, hvilket betyr at vi kun har informasjon om trafikkmengden i halve makstimen. Derfor ble det nødvendig å estimere trafikkmengden mellom 15.55 og 16.30.

Antallet kjøretøy i Dybdahlsvegkrysset ble sammenlignet med antall kjøretøy ved Frode Rinnans Veg-krysset og justert opp til å dekke hele makstimen.

Fra Frode Rinnans Veg kjører 435 lette kjøretøy nordover mot Dybdahlsvegkrysset. Det antas at ingen av kjøretøyene svinger til Bregnevegen eller Lidarende, slik at 435 lette kjøretøy skal ankomme Dybdahlsvegkrysset mellom 15.30 og 16.30. Videopptaket av Dybdahlsvegkrysset mellom 15.30 og 15.55 viser at 190 lette kjøretøy ankommer fra sør. Korreksjonsfaktoren er derfor

$$\text{Korreksjonsfaktor}_{\text{nordgående}} = 2,29 = \frac{435 \text{ lette kjøretøy}}{190 \text{ lette kjøretøy}}$$

Tilsvarende ble gjort for lette kjøretøy fra Dybdahlsvegkrysset sørover til Frode Rinnans Veg-krysset. Her ble korreksjonsfaktoren

$$\text{Korreksjonsfaktor}_{\text{sørgående}} = 2,39 = \frac{414 \text{ lette kjøretøy}}{173 \text{ lette kjøretøy}}$$

For de øvrige trafikkstrømmene i Dybdahlsvegkrysset ble en tredje korreksjonsfaktor brukt, som er gjennomsnittet av de to tidligere brukte.

$$\text{Korreksjonsfaktor}_{\text{øvrige svingebevegeleer}} = 2,34$$

Antall fotgjengere ble estimert gjennom hele makstimen ved å bruke en svært enkel korreksjonsfaktor som antar at det er like mange fotgjengere gjennom hele rushperioden.

$$\text{Korreksjonsfaktor}_{\text{fotgjengere}} = 2,4 = \frac{60 \text{ min}}{25 \text{ min}}$$

Denne metoden for å estimere trafikk i Dybdahlsvegkrysset er ikke optimal og det er knyttet usikkerhet til metoden. Særlig er det en svakhet at det brukes fire forskjellige korreksjonsfaktoren, og det ble i ettertid erkjent at estimeringen burde vært gjort mer systematisk. Denne metoden ble benyttet grunnet tidsbegrensninger som ikke tillot mer systematiske og begrunnede trafikkestimeringer. Dersom er mer korrekt metode for trafikkestimering ble benyttet ville trafikkmengdene trolig vært i samme størrelsesorden, hvilket taler imot å bruke for mye tid på dette.

Fotgjengere i Frode Rinnans Veg-krysset:

Ved Frode Rinnans Veg-krysset gjorde en ugunstig kameraplassering det umulig å se fotgjengerovergangen nord for krysset. Derfor var det nødvendig å estimere antall fotgjengere. Det var lite data om fotgjengermengder å estimere ut ifra. Selv om videoopptakene fra morgenrushet viste antall fotgjengere i alle fotgjengerovergangene antas det at dette ikke er sammenlignbart grunnet forskjellige reisemønstre morgen og ettermiddag. Asplan Viak sin rapport om Frode Rinnans Veg-krysset inneholder trafikktegninger, men disse er gjort i 2017 da trafikksystemet var veldig annerledes. Bussholdeplassene var plassert annerledes, bussene kom ikke like ofte, og vegen var tofelts. Derfor vil disse tallene heller ikke være sammenlignbare. Løsningen ble derfor å velge et fotgjengerantall i lik størrelsesorden med det som er observert i de andre fotgjengerovergangene. Antallet fotgjengere ble derfor satt til å være 100 fotgjengere i timen.

Tunge kjøretøy:

Som nevnt ble det notert antall tunge kjøretøy i Jonsvannsveien. Tunge kjøretøy inkluderer busser, og for å finne antall tunge kjøretøy som lastebiler og lignende, ble tallene sammenlignet med bussrutene. Busser ble deretter trukket fra slik at antallet lastebiler og lignende ble funnet. Dette viste at det var svært få tunge kjøretøy i Jonsvannsveien, kun et par i makstimen. Derfor ble det valgt å ikke inkludere tungtrafikk videre i modelleringen.

Trafikkvariasjon:

I utgangspunktet ble Aimsun-modellen laget med konstant trafikkmengde i makstimen 15.30-16.30. Summen av alle trafikkmengder mellom 15.30 og 16.30 ble brukt til å lage en Traffic State. Senere ble det bestemt at det ville være mer hensiktsmessig å utvide modellen til å dekke hele ettermiddagsrushet 15.00-17.00 og at trafikkvariasjon skulle

inkluderes. Dersom dette skulle blitt gjort så korrekt som mulig ville det innebære å lage en ny Traffic State i Aimsun for hvert 15. minutters intervall. Dette ville vært svært tidkrevende i tillegg til at visse trafikkmengder måtte estimeres på nytt.

En enklere løsning er å modifisere den opprinnelige Traffic State-en, som har konstant trafikkmengde fra 15.30 til 16.30. Trafikkmengden i hvert 15 minutters intervall ble sammenlignet med trafikkmengden i den opprinnelige Traffic State-en delt på fire (60 min/4=15 min). Dette resulterte i Tabell 6 som angir hvor stor trafikkmengden er i hvert 15 minutters intervall i forhold til trafikkmengden i den opprinnelige Traffic State-en. Dette er oppgitt i prosent. Det ble laget 8 duplikater av den opprinnelige Traffic State-en, som hver varer i 15 minutter. Disse ble ganget med faktorene angitt i Tabell 6.

15:00-15:15	76	%
15:15-15:30	97	%
15:30-15:45	104	%
15:45-16:00	102	%
16:00-16:15	97	%
16:15-16:30	98	%
16:30-16:45	82	%
16:45-17:00	73	%

Tabell 6 Trafikkvariasjon mellom 15.00 og 17.00 i forhold til makstimen.

Variasjonen i Tabell 6 er hentet fra Frode Rinnans Veg-krysset, slik at det antas at trafikkkvariasjonen er lik i hele Jonsvannsveien, hvilket ikke nødvendigvis stemmer helt. En annen svakhet er at variasjonsfaktorene som er brukt også er påvirket av tunge kjøretøy, selv om tunge kjøretøy ikke inkluderes i modellen.

4.1.4 Kollektivtrafikk

Rutetabeller for de aktuelle bussrutene hentet fra nettsiden til AtB (AtB, 2020). Det har vært flere endringer av rutetabellene i Trondheim siste året:

- 3. august 2019 ved omleggingen til Metrobussystemet
- 3. februar 2020 for å forbedre systemet videre
- I forbindelse med koronasituasjonen fra midten av mars av ble busstilbudet betydelig redusert grunnet færre reisende

Rutetabellene som gjaldt fra 3. februar til midten av mars er brukt, da dette vil være mest representativt for en fremtidig, normal trafikksituasjon.

Videopptakene fra 3. mars ble også brukt til å finne stopptid på bussholdeplassene. Med stopptid menes tiden hvor buss står stille på holdeplass. For å lette arbeidet ble kun stopptid beregnet kun for makstimen 15.30-16.30. Opptakene ble gått gjennom og det ble registrert hva slags type buss som stoppet, og hvor lenge bussen stod stille på holdeplassen for hver holdeplass. Dette ga gjennomsnittlig stopptid og standardavvik for hver busstype (metrobus, flybus og vanlig buss) for hver holdeplass i ettermiddagsmakstimen. Stopptid vil trolig være noe lavere utenfor makstimen da det er færre reisende som går av/på buss, men dette er ikke tatt hensyn til.

Det ble valgt å ikke filme holdeplassene Østre Berg 1, i Dybdahls Veg, og Østre Berg 3, i Kong Øisteins Veg, ettersom holdeplassene ligger i utfartene i Dybdahlsvegkrysset. Eventuell feil stopptid her vil trolig ikke påvirke resultatene i Aimsun i stor grad. Stopptid i disse holdeplassene ble derfor satt likt som stopptid for like busser i de andre holdeplassene i Jonsvannsveien. Det antas at stopptid i Østre Berg 1 og 3 er lik stopptid i Østre Berg 2 grunnet nærhet og fordi holdeplassene Moholt Studentby antas å ha mye høyere passasjerantall og derfor ikke vil være sammenlignbare. Det antas at stopptiden for flybuss i sørgående retning er lik stopptiden til vanlig buss på Østre Berg 2. Det er vanskelig å estimere stopptid på en annen måte, og disse verdiene er trolig lavere enn reell stopptid. Allikevel vil et lavt anslag kompensere for at en andel busser ikke stopper. Det ble overraskende nok ikke observert at flybuss kjørte i sørlig retning ettermiddagen 3. mars, og derfor settes stopptid lik den til vanlig buss ved holdeplassen Østre Berg 2

Stopptid på holdeplass og standardavvik er som følger i Tabell 7. Kursiv skrift angir at stopptid er estimert, og er i de tilfeller satt likt for tilsvarende buss på tilsvarende holdeplass. Med «Vanlig buss» menes vanlig rutebuss, altså rute 13 og rute 14. Metrobuss og flybuss betjener ikke holdeplass Østre Berg 3.

		Metrobuss	Vanlig buss	Flybuss
Moholt Stud. (til sentrum)	Stopptid	21,2	14,3	24,4
	Standardavvik	5,6	4,1	2,5
Moholt Stud. (fra sentrum)	Stopptid	20,5	15,2	12,2
	Standardavvik	3,3	4,3	2,5
Østre Berg 1 (Dybdahls veg)	Stopptid	21,1	12,2	12,2
	Standardavvik	7,1	2,5	2,2
Østre Berg 2 (Jonsvannsveien)	Stopptid	21,1	12,2	12,2
	Standardavvik	7,1	2,5	2,5
Østre Berg 3 (Kong Øisteins Veg)	Stopptid		12,2	
	Standardavvik		2,5	

Tabell 7 Gjennomsnittlig stopptid og standardavvik. Kursiv skrift angir estimerte verdier.

4.2 Trafikkmodellering

4.2.1 Hva er trafikkmodeller

En trafikkmodell er en forenkling av et trafikksystem og er et verktøy for å analysere trafikk i et kontrollert miljø. Ved å simulere trafikken er det forholdsvis lett å få informasjon om mange forskjellige aspekter av vegsystemet som reisetid, forsinkelse, køer, flaskehals, hastighet og drivstofforbruk. Videre kan dette visualiseres med animasjoner av trafikken som kan gjøre analysene enklere å forstå.

En trafikkmodell skal gjenskape de virkelige trafikkforholdene så godt som mulig. Men ettersom en modell kun er en forenkling av virkeligheten vil ingen modell være perfekt. Trafikk er samhandlingen mellom vegsystemet og kjøretøyene. Hvert kjøretøy styres av et individ som tar sine egne unike valg i trafikken basert på fysiologiske, psykiske og kombinerte faktorer. Blant annet sanseevne, alder, sykdommer, kjøreferdighet, personlighet og reaksjonsevne spiller inn (Blakstad, 1993). Det er derfor sjåføren som er den viktigste årsaken til at det er vanskelig å modellere trafikkflyt (Aakre, 2018a). Selv om modellen tar hensyn til de viktigste faktorene for trafikantadferd, vil det være andre

faktorer som ekskluderes, enten fordi det ansees som mindre viktig eller det er vanskelig å modellere.

I tillegg til informasjon om trafikantene og trafikkmengder krever en trafikkmodell svært detaljert informasjon om vegsystemet, det vil si at veger må kodes riktig med tanke på vegtype, kjørefeltinndeling, hastighetsnivå, trafikkregulering, trafikkmengder og svingebevegelser. Det er nødvendig med detaljert informasjon om hvordan blant annet trafikksignalanleggene fungerer, hvordan fasene er delt inn, og hvordan eventuelle detektorer fungerer.

Derfor er det viktig at de som lager trafikkmodeller vet hva de gjør, og kjenner til modellens styrker og svakheter. Dersom modellen ikke er godt nok kalibrert vil trafikkanalyser gi feilaktige resultater.

Fordeler	Ulemper
Sammenlignet med fullskala forsøk er trafikkmodellering billige og enkle å utføre.	Krever mye detaljert inputdata
Det er forholdsvis lett å sammenligne ulike alternativer.	Modellen må gjennom en tidkrevende prosess med verifisering, kalibrering og validering før det er sikkert at modellen gir gyldige analyser.
Resultater fås raskt	

Tabell 8 Fordeler og ulemper ved trafikkmodellering.

4.2.2 Detaljeringsnivå

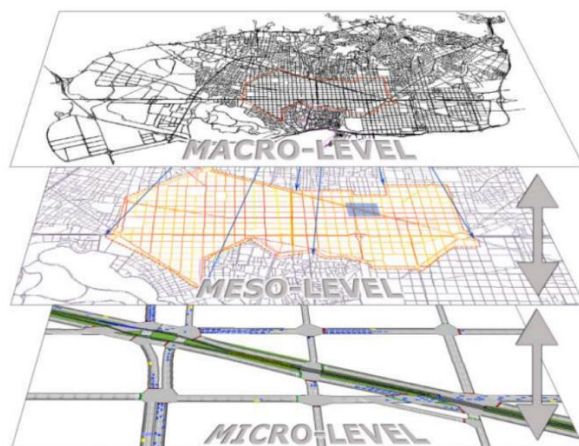
Trafikk kan modelleres på de ulike detaljeringsnivåer:

Mikronivå: Trafikken består av individuelle kjøretøy og sjåførere. Modeller bygger på en detaljert beskrivelse av samhandlingen mellom trafikantene, slik som atferd knyttet til å vike, feltbytte og bilfølgemodeller.

Makronivå: Modeller på makronivå er basert på trafikkstrømmer med gjennomsnittlig trafikkatferd. Makromodeller i mindre detaljerte og mer overordnede enn mikro- og mesomodeller.

Mesonivå: Mesomodeller er en mellomting mellom makro- og mikromodellene, og er basert på grupper av kjøretøy.

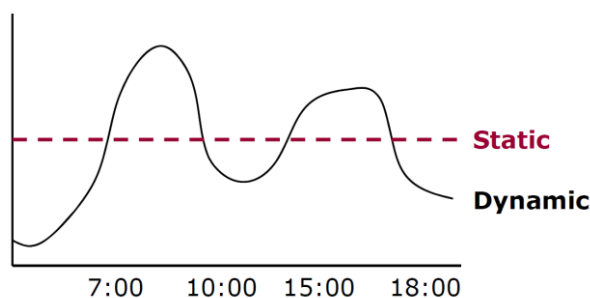
Forskjellen mellom detaljeringsnivåene er illustrert i Figur 37. Vi ønsker å undersøke trafikksystemet på en vegstrekning som er forholdsvis kort og som ikke har alternative reisemåter. Videre er det interessant for oss å se samhandlingen mellom kjøretøy. Derfor er trafikkmodeller på mikronivå det riktige verktøyet i dette arbeidet.



Figur 37 Illustrasjon av forskjellen mellom mikro-, meso- og makronivå. Hentet fra: (Aakre, 2018b)

4.2.3 Dynamiske og statiske modeller

Forskjellen på dynamiske og statiske modeller er om inputparametere varierer over tid. Som Figur 38 viser, vil en statisk modell ha konstant trafikkmengde, andeler svingebevegelse osv. over tid, mens dette varierer i dynamiske modeller.



Figur 38 I statiske trafikkmodeller er trafikkmengder konstante, mens for dynamiske varierer trafikkmengden over tid. Hentet fra: (Aakre, 2018b)

4.2.4 Stokastiske og deterministiske modeller

Stokastiske modeller tar hensyn til variasjon innen reaksjonstid, rutevalg og andre parametere innen trafikantadferd. Deterministiske modeller tar ikke hensyn til dette. Mikroskopiske modeller er stokastiske, og vil da kunne gi forskjellige resultater fra en simulering til en annen ved bruk av et «random seed». Derfor er det nødvendig å kjøre modellen gjennom flere replikasjoner og basere analysen på en sammenfatning av disse replikasjonene.

4.2.5 Valg av programvare for trafikkmodellering

Valget av programvare for trafikkmodellering falt på Aimsun. Det er fordi vi ønsker å modellere trafikken på mikronivå, hvilket er mulig i Aimsun. Aimsun brukes på NTNU, og det gis noe opplæring i programvaren i faget TBA4286 Trafikkavvikling og ITS.

Selv om nyeste versjon av Aimsun er 8.4.2, brukes versjon 8.3.1 i dette arbeidet. Grunnen er at 8.3.1 var lettest tilgjengelig som NTNU-student. Videre er den norske Aimsun-veilederen og -malen laget til 8.3.0. Dermed var det ikke nødvendig å undersøke hvorvidt malen fungerer feilfritt i versjon 8.4.2.

4.2.6 Om Aimsun 8.3.1

Aimsun er et allsidig verktøy for å utføre trafikkanalyser. Alt fra komplekse vegsystemer i større regioner til kortere strekninger og kryss kan modelleres i Aimsun. I utgangspunktet brukes Aimsun til å analysere kjøretøystrafikk, men også fotgjengere kan inkluderes i modelleringen. Det er nesten bare fantasien som setter begrensninger når det kommer til måter man kan regulere trafikken på. Eksempler er aktive og passive signalanlegg, tilfartskontroll, kjørefeltregulering og bussruter og -holdeplasser.

Aimsun står for Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks, og som navnet antyder var det opprinnelig kun mulig å modellere på mikronivå. Men etter 30 år med utvikling har Aimsun vokst og består i dag av tre simulatorer på henholdsvis mikro-, meso- og makronivå. I denne oppgaven brukes mikrosimulatoren i Aimsun versjon 8.3.1. Programmet er utviklet av spanske Transport Simulations Systems (TSS), og eies i dag av Siemens.

4.2.7 Norsk veileder i Aimsun

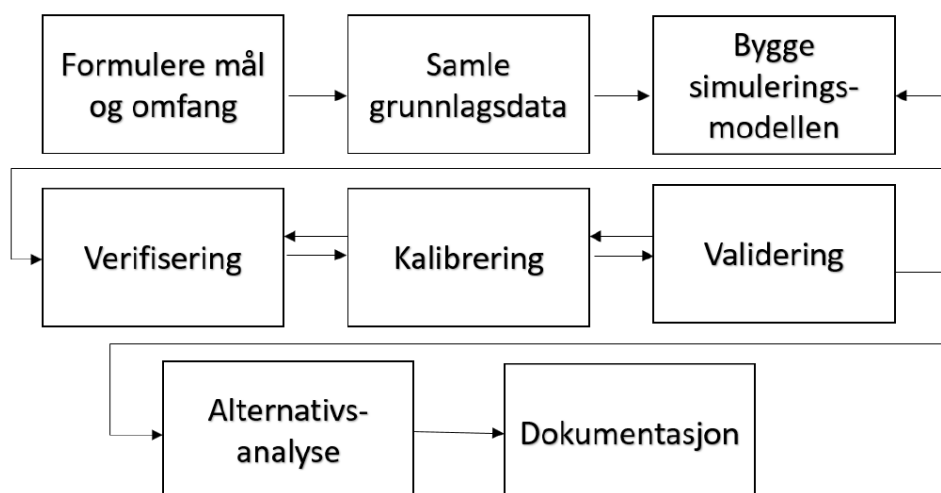
En norsk veileder i Aimsun har nylig blitt utarbeidet av et team av medarbeidere fra Asplan Viak, COWI og NTNU i tett samarbeid med Statens Vegvesen. Dette er gjort på oppdrag fra Vegdirektoratet. Veilederen er tilpasset Aimsun Next 8.3.0, som var den nyeste utgaven av Aimsun da veilederen ble utarbeidet. (Statens Vegvesen, 2019b)

I tillegg til veilederen er det laget en Aimsun-mal, hvor parametere som reaksjonstider, kjøretøys- og vegtyper er tilpasset norske forhold. Dette gjorde at det ikke var nødvendig å sette seg inn i alle parametere i Aimsun og justere de, hvilket lettet arbeidet betydelig.

Da arbeidet med denne masteroppgaven pågikk var veilederen ennå ikke publisert. Men takket være Jenny Persson i Asplan Viak og Børge Bang i Statens Vegvesen ble dette allikevel gjort tilgjengelig for masteroppgaven. Dette var av stor nytte da dette ga trafikkmodellen et mye sterkere fundament.

4.3 Utvikling av trafikkmodell av Jonsvannsveien

Å utvikle en trafikkmodell for å utføre mikrosimuleringer er en lang prosess med mange steg. I dette kapittelet skal vi se på hvordan trafikkmodellen av Jonsvannsveien ble utviklet ved å følge hvert av stegene som vist i Figur 39.



Figur 39 Prosess for å utvikle en mikrosimuleringsmodell. Hentet fra: (Statens Vegvesen, 2019b)

4.3.1 Formål

Formålet med modellen er å simulere trafikken i Jonsvannsveien. Vi ønsker å finne ut hvor god framkommelighet det er langs vegen, både for kollektivtrafikk og øvrige trafikanter. Dette innebærer å finne reisetid, forsinkelse og servicenivå på strekningen. For å undersøke hva slags vegutforming som er mest hensiktsmessig for å prioritere buss uten unødvendige forsinkelser for andre skal den nåværende utformingen av Jonsvannsveien sammenlignes med alternative utforminger. Modellen avgrenses til studieområdet definert i kapittel 1.3. Ettersom trafikken er størst i ettermiddagsrushet skal tidsrommet 15.00-17.00 modelleres.

4.3.2 Samle grunnlagsdata

Arbeidet med Aimsun-modellen begynte med å innhente informasjon om vegsystemet.

Fra Norgebilder.no ble det lastet ned ortofoto av caseområdet. Ortofotene er fra våren 2019 og siden Jonsvannsveien er bygd om såpass nylig var ikke de tilgjengelige ortofotene oppdaterte (Norge i bilder, 2020). Vegsystemet i modellen ble bygget basert på bildet tatt på befaring som viser vegen i forhold til nærliggende bygninger, som ble brukt som faste referansepunkter.

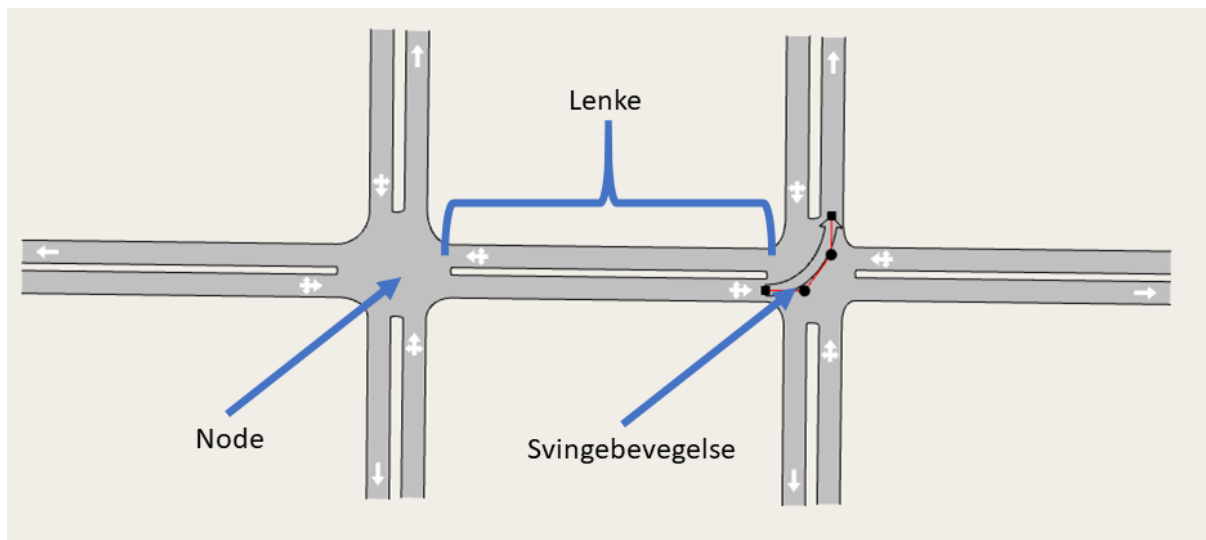
For å få informasjon om trafikkmengder, svingebevegelser og holdeplasstid for buss ble trafikken registrert ettermiddagen tirsdag 3. mars 2020. Dette er beskrevet i detalj i kapittel 4.1. Disse trafikkdataene ble brukt da det ansees som en representativ trafikkmengde. Kun ettermiddagsrush modelleres ettersom det var større trafikkmengde ettermiddag enn kveld. Selv om nullvekstmålet tilsier at trafikkmengden i Jonsvannsveien ikke vil øke i framtiden, vil modellen i tillegg simuleres med en trafikkmengde som er 125% i forhold til trafikkmengden 3. mars 2020. Dette gjøres for å undersøke hvor robust vegen er. Dette er aktuelt da det kan tenkes at trafikkmengden unntaksvis øker ved for eksempel stengning av nærliggende veger eller trafikkulykker. Andelen svingebevegelser i kryss forblir uendret. Antall fotgjengere og busser holder imidlertid konstant. Det er kun antallet personbiler som øker.

4.3.3 Bygge vegnettverket

Et vegsystem i Aimsun er består av

- Lenker (sections)
- Noder (nodes)
- Trafikkregulering
- Trafikantdata

Dette illustreres i Figur 40. Lenker er vegstrekningene, og flere lenker møtes i noder, som ofte er vegkryss. Kjøremønster fastsettes ved å definere svingebevegelser i noder. Videre kan noder kodes for å regulere trafikken, for eksempel med vikeplikt eller trafikksignaler. Lenker kan kodes slik at kun bestemte kjøretøytyper kan bruke kjørefeltet, slik som kollektivfelt.



Figur 40 Et vegsystem i Aimsun består av lenker og noder. Svingebevegelser defineres i noder.

Vegtyper:

Lenkene er kodet etter det standardiserte vegtypesystemet i Aimsun-veilederen (Statens Vegvesen, 2019b). Dette gjør det enkelt å lage en modell hvor de ulike vegstrekningene gjenspeiler det virkelige vegsystemet. Jonsvannsveien, Dybdahls Veg og Kong Øisteins Veg er kodet som «Hovedveg/-gate i byområder». Slike vegger har middels hastighetsnivå, kryss i plan og er forkjørregulert. Sidevegene Frode Rinnans Veg og Moholt Allé er kodet som «Samleveg», da de leder til boliggate og har lavt fartsnivå. Vegen til Moholt Storsenter er kodet som «Boliggate/Adkomstveg». Her er det lavt fartsnivå og vegen leder til en stor parkeringsplass, slik at vegen må kodes med lav kapasitet. «Boliggate/Adkomstveg» har lavest kapasitet av vegene og passer således godt.

Trafikketterspørsel:

I en Aimsun-modell kan man basere trafikketterspørselen enten på OD-matriser eller Traffic States:

OD-matriser: Hver matrise angir antall reiser mellom et start- og slutt punkt for en kjøretøytype. Dette er mer aktuelt for modeller med rutevalg.

Traffic States: Trafikketterspørselen baseres på trafikkstrømmer gjennom lenker og svingeandeler ved noder. Derfor må nøyaktige trafikkmengder defineres ved begynnelse av lenker, og ved noder må det angis antall kjøretøy som kjører til hver lenke i noden.

Trafikkmengder og svingebevegelser i kryss ble funnet fra videoopptakene som ble gjort 3. mars. Det var lettere å føre dette rett enn i Traffic States enn å bearbeide dataene ytterligere til OD-matriser. Videre er modellens omfang såpass begrenset at det ikke er rutevalg. Trafikketterspørselen består av et sett Traffic States hvor det skilles mellom kjøretøytype. I modellen brukes kjøretøytypene «Personbil», og «Fotgjenger». Trafikkmengdene er som beskrevet i kapittel 4.1.2 og 4.1.3.s

Fotgjengere:

Aimsun Legion kan brukes for å modellere fotgjengere, men er hovedsakelig brukt for større fotgjengerstrømmer, og er ikke like aktuelt i en mindre modell som Jonsvannsveien. Løsningen ble derfor å inkludere fotgjengere i modellen ved bruk av Traffic States med kjøretøytypen «Fotgjenger» som bruker egne lenker plassert som fotgjengeroverganger.

Antallet fotgjengere i begge kryssene er svært høyt, og når fotgjengere modelleres på denne måten skaper det en nær konstant strøm av fotgjengere. Konsekvensen av dette er at fotgjengerne anroper signalanlegget hele tiden, noe som ikke er realistisk. Løsningen ble å redusere antall fotgjengere til 50%.

Kollektivtrafikk:

Kollektivtrafikk modelleres ved å lage en kollektivtransportplan som består av et sett med ruter. En bussrute defineres slik:

- Velge hvilke lenker ruten består av
- Velge hvilke holdeplasser bussruten betjener. Gjennomsnittlig stopptid og variasjon må oppgis.
- Lage et tidsskjema som angir når buss skal ankomme første lenke i ruta.

Gjennomsnittlig stopptid og variasjon ved bussholdeplass ble kodet for hver bussrute for hver holdeplass, som angitt i Tabell 7. Rute 13, 14 og FB73, som betjenes av vanlige rutebusser, er kodet som kjøretøytypen «Buss». Ettersom rute 3 betjenes av metrobuss ble det laget en ny kjøretøytype kalt «Metrobuss – endret buss», som er en kopi av «Buss» hvor lengden er endret til 24 meter. Bussrutene er kodet med rutetabeller fra AtB og stopptid på holdeplass som beskrevet i kapittel 4.1.4.

Signalregulering:

Oppbygningen av et system for trafikksignaler i Aimsun er vist i Figur 41. Første steg er å lage en masterkontrollplan (master control plan). Denne inneholder et sett av kontrollplaner (control plans), som hver gjelder for ulike tidspunkt. En kontrollplan styrer trafikken i alle nodene i vegsystemet. For å endre et kryss velger man den aktuelle noden og bestemmer hvilke bevegelser som skal skje samtidig. Deretter velges den aktuelle signalplanen som regulerer krysset med blant annet signalregulering. Videre fasevekslinger, grønntid og så videre defineres.

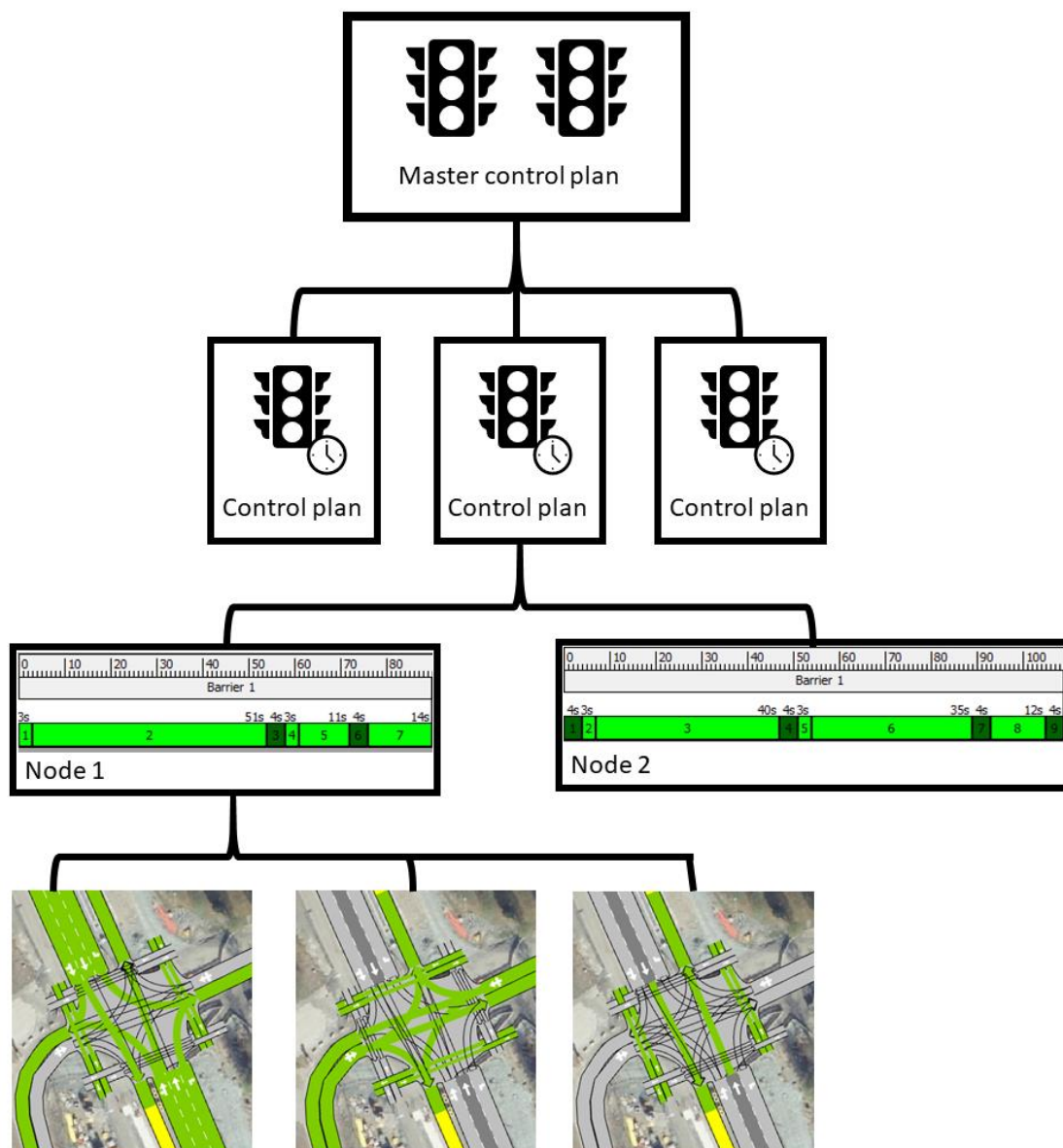
En node kan reguleres på ulike måter:

Uncontrolled: Krysset reguleres ikke med signalanlegg, og krysset må vikepliktsreguleres.

Fixed: Krysset har tidsstyrt signalregulering med faste fasevekslinger.

Actuated: Krysset har trafikkstyrt signalregulering hvor grønntid gis ved behov.

Dagens utforming av vegen har trafikkstyrt signalanlegg, og vi velger derfor å bruke «Actuated». Vi må deretter bestemme hvilke bevegelser i krysset som skal ha grønntid samtidig. Vi tar utgangspunkt i de reelle fasene som er observert og forsøker å gjenskape disse. Neste steg er å bestemme lengde på grønntider.



Figur 41 Oppbygning av system for signalanlegg i Aimsun.

Minste tillatte grøntid ble funnet for hver fase ved å beregne tømningstid for fotgjengere.

Minste tillatte grøntid, ut ifra tømningstid for gående	
Frode Rinnans Veg-krysset	
Fase	Tømningstid for gående
A (Jonsvannsveien)	8,0
B (Moholt Allé – Frode Rinnans Veg)	15,5
K (buss)	8,0 (samme som fase A)
Dybdahlsveg-krysset	
Fase	Tømningstid for gående
A (Jonsvannsveien)	12,0 s
B (Dybdahls veg – Kong Øisteins Veg)	11,0 s
K (buss)	12,0 s (samme som fase A)

Tabell 9 Minste tillatte grøntid i signalregulerte krys.

Vekslingstiden i signalanlegget ble beregnet med metoden fra håndbok N303 (Statens Vegvesen, 2012b), og er som angitt i Tabell 10.

Kryss	Vekslingstid
Dybdahlsvegkrysset	3,0 s
Frode Rinnans Veg-krysset	2,5 s

Tabell 10 Minste vekslingstid i signalregulert kryss.

Da det viste seg at det fortsatt ble problemer med at biler fra ulike faser var i krysset samtidig ble det laget en mellomfase (interphase) med varighet 4 sekunder. Dette gjør at alle fasene har rødt signal samtidig. Dette er gjort for begge signalregulerte kryss.

Det ble lagt inn ekstra faser for å gi førgrønt signal til fotgjengerne. Førgrønt varer i 3 sekunder. Førgrønt anropes av fotgjengere slik at en fase ikke vil få førgrønt dersom det ikke er fotgjengere ved krysset. Det er ikke førgrønt i kollektivfase.

Minste tillatte grøntid ga ikke tilstrekkelig god avvikling, derfor ble det eksperimentert med ulike grøntidslengder. Til slutt ble det funnet verdier for minste og lengste grøntid for alle fasene som ga tilfredsstillende trafikkavvikling, og er som angitt i kapittel 6.

Trafikanter anroper faser med detektorer, som kan kodes på en rekke måter. For signalanlegg kan det være aktuelt med tre forskjellige plasseringer av detektorer:

- Rett før krysset: Kjøretøy som venter før krysset vil da anrope anlegget
- Et stykke før krysset: Ved å kombinere en detektor plassert et stykke før krysset med en forsinkelse, kan fasen aktiveres i det kjøretøyet ankommer ved krysset. Dette vil redusere forsinkelser.
- Ved utfarten av krysset: For å fortelle anlegget at det ikke lenger er nødvendig med en fase, kan en detektor merke om kjøretøyet er ute av krysset.

I modellen er alle disse detektorplasseringene brukt. Detektor plassert et stykke før krysset er brukt for å gi prioritet til buss. Fra bussen detekteres er det en forsinkelse til fasen blir grønn, slik at kollektivfase skal begynne rett før buss ankommer krysset. Her brukes funksjonen «locking» som gjør at fasen påkalles også etter at buss har kjørt forbi detektoren. Detektor ved utfart av krysset brukes for å gi beskjed om at prioritet ikke lenger er nødvendig. Detektorer rett før kryss brukes for vanlige kjøretøy.

For hver signalfase må tilhørende detektorer kodes med tanke på:

- Eventuell forsinkelse fra anrop av fase til aktivering. Detektorer plassert før kryss er kodet med forsinkelse som skal aktivere grøntsignal rett før kjøretøy ankommer krysset, og således ikke forsinkes eller gir andre faser unødvendig forsinkelse.
- Eventuell grøntidsforlengelse der faser forlenges ved behov dersom flere kjøretøy detekteres innen en angitt tidsluke.
- Prioritet (Priority tab). Dette brukes for faser med kollektivtrafikk, og fungerer ved at detektorer registrerer buss og gir prioritet til aktuell fase. Prioritet slutter når buss detekteres i utfart av kryss.

Utfordringer knyttet til bussfase:

Det var utfordringer å lage separat bussfase der buss og øvrig trafikk i samme lenke er med i forskjellige faser. Det ble ikke funnet en Aimun-funksjon som tillot dette. Løsningen ble å lage en ekstra lenke (busslenken) for buss over den opprinnelige lenken. Dermed ble det to innfartslenker i stedet for en, og to lenker kan være i to forskjellige signalfaser. Buss ble kodet til å kjøre på busslenken.

Stopplinjer:

Trafikksimulering uten stopplinjer i Dybdahlsvegkrysset viste at avviklingen i innfarten Jonsvannsveien Sør ble så dårlig at det skapte tilbakeblokkering som strakk seg til Frode Rinnans Veg-krysset. Dette kom av at venstresvingende kjøretøy blokkerte kjørefelt mens de ventet på luke. Ved bruk av stopplinje velger kjøretøyene å stoppe inne i krysset, slik at andre trafikanter fra Jonsvannsveien Sør ikke hindres i like stor grad.

Yellow boxes:

Dersom kryss utformes som *Yellow Box* vil kjøretøy kun entre krysset når det også er mulig å kjøre ut av krysset. Dette gjør at kjøretøy ikke vil stoppe i krysset. Alle kryssene utenom Dybdahlsvegkrysset er utformet som *Yellow Box*, ettersom dette passer best med det observerte kjøremønsteret. Siden det var nødvendig med stopplinjer inne i Dybdahlsvegkrysset kunne det ikke utformes som *Yellow Box*.

4.3.4 Antall replikasjoner

Ettersom trafikksimuleringen er stokastisk, vil hver replikasjon av modellen vil gi forskjellige resultat. Derfor er det nødvendig å kjøre flere replikasjoner for å finne gjennomsnittsverdier med minimale avvik. For å bestemme antall nødvendige replikasjoner ble scenarioer med ulikt antall replikasjoner testet manuelt i Aimsun. Scenarioene hadde 3, 5, 10, 15, 20 og 50 replikasjoner. Gjennomsnittlig forsinkelse for alle kjøretøy ble brukt som indikator på hvordan antall replikasjoner påvirker usikkerheten. Resultatene fra forsøket er oppgitt i Tabell 11.

ANTALL REPLIKASJONER	GJENNOMSNI TTLIG FORSINKELSE (ALLE KJØRETØYTYPER) (SEK/KM)	STANDARD AVVIK (SEK/KM)
3	158,09	4,80
5	152,60	4,04
10	155,17	5,62
15	153,51	5,71
20	154,08	5,99
50	154,33	5,35

Tabell 11 Resultat fra forsøk for å finne antall nødvendige replikasjoner.

Denne undersøkelsen ga ikke de forventede resultater, da det ikke er en klar sammenheng mellom antall replikasjon og standardavvik. Målet var å finne et gitt antall replikasjoner som ville holde standardavviket under en bestemt verdi. Tabellen viser at standardavviket for alle forsøkene er relativt lavt, hvilket tyder på at gjennomsnittlig forsinkelse varierer i liten grad. Dette kan trolig forklares av vegnettverkets begrensede omfang. Standardavviket er under 6 sek/km for alle forsøk, og med tanke på at gjennomsnittsforsinkelse er omkring 154 sek/km, anses usikkerheten som akseptabel. Antall replikasjoner ble derfor satt noe vilkårlig til 10 replikasjoner, ettersom standardavviket er lavt nok, simuleringen kjøres relativt raskt, og at det er sett at andre tilsvarende trafikkmodeller er laget med 10 replikasjoner.

4.3.5 Verifisering, kalibrering og validering

Det er brukt mye tid på å verifisere og kalibrere Aimsun-modellen. Parametere er gjennomgått i henhold til sjekkliste for verifisering fra veilederen i Aimsun (Statens Vegvesen, 2019b). Modellen er kjørt utallige ganger og sammenlignet med videoopptak av Jonsvannsveien. Dette har ført til at parametere i signalanlegg, noder, stopplinjer og lignende som regulerer kjøremønster er justert for å gjenspeile de virkelige trafikkforhold i Jonsvannsveien. Særlig er kølengder fra video sammenlignet med modellen, som har gitt tilfredsstillende resultater. Modellen har ikke vært gjennom en så grundig valideringsprosess som det kreves i Aimsun-veilederen, da dette ville være for ressurskrevende. Derfor bør funn fra trafikksimuleringen tolkes som antydninger fremfor absolutte sannheter.






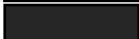
4.3.6 Output fra Aimsun

Trafikksimulering i Aimsun kan produsere en rekke output-data. For å evaluere hvor godt trafikken avvikles i Jonsvannsveien ser vi på data om spesifikke kjøreruter og hele vegsystemet sett under et. For å undersøke robusthet gjøres to simuleringer med henholdsvis 100% og 125% biltrafikk i forhold til trafikkmengden 3. mars 2020. Dette øker kun antall personbiler, og antall busser og fotgjengere forblir det samme. Følgende delkapitler beskriver hvilke resultater fra Aimsun som hentes ut for våre analyser.

Noen resultater beregnes kun for makstimen 15.30-16.30 da det er mest aktuelt å undersøke framkommelighet ved størst trafikkmengde. Andre resultater beregnes for hele rushperioden 15.00-17.00, både for å vise hvordan framkommelighet varierer fra lav til høy trafikkmengde, og fordi det er et mål på framkommelighet i hele ettermiddagsrushet.

Servicenivå:

Servicenivå (Level of service) er et kvalitativt mål på hvor godt en trafikkstrøm avvikles og hvordan trafikanter oppfatter dette. Det er seks ulike nivåer av servicegrad, fra A til F, hvor A representerer de beste kjøreforholdene for enkeltrafikanter og F er verst (Aakre, 2018a). Dette er en nyttig output da det gir et enkelt sammenligningsgrunnlag for å vurdere trafikkavvikling. Servicenivå kan baseres og beregnes på mange ulike måter, for eksempel tetthet i kjørefelt eller forsinkelse avhengig av hva som er relevant for det man undersøker (TSS, 2020). Highway Capacity Manual definerer servicenivå i signalregulerte kryss som forsinkelse. Hvert nivå svarer til et forsinkelsesintervall, som angitt i Tabell 12 (Transportation Research Board, 2016).

Control Delay (s/veh)	LoS	Fargekode
≤10	A	
>10-20	B	
>20-35	C	
>35-55	D	
>55-80	E	
>80	F	

Tabell 12 Servicenivåer definert som forsinkelse.

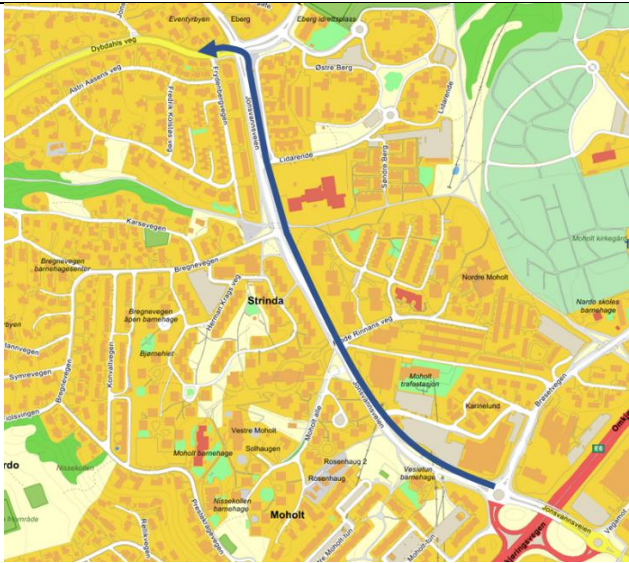
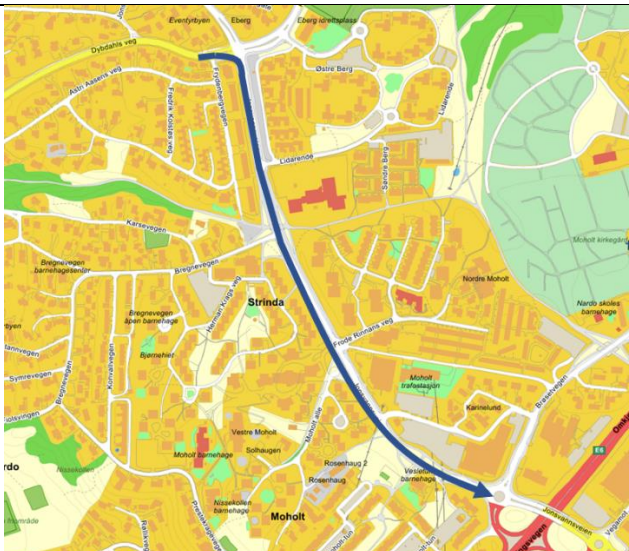
For å finne servicenivået fra trafikksimulering ble verktøyet *Time Series Viewer* brukt til å finne *delay time* for hver innfartsvegarm til Frode Rinnans Veg-krysset og

Dybdahlsvegkrysset. Disse dataene ble videre behandlet i Excel for å beregne gjennomsnittlig forsinkelse i makstimen, hvilket ga servicenivå for hver innfart.

Subpath analyse:

Flere lenker kan settes sammen til en *subpath*, som er en definert kjørerute i vegsystemet. Ettersom vi ønsker å undersøke framkommelighet for kollektiv defineres *subpath*-er ut ifra bussrutene. Oversikt over subpath-ene er gitt i Tabell 13 samt hvilke bussruter subpath-ene er definert ut ifra. Disse subpath-ene brukes også for å analysere framkommelighet for personbiltrafikk.

En subpath-analyse kan gi en rekke outputdata, men vi begrenser dette til reisetid da dette er et godt mål på framkommelighet. Gjennomsnittlig reisetid beregnes kun for makstimen 15.30-16.30, ettersom det er mest aktuelt å undersøke framkommelighet ved størst trafikkmengde.

Subpath	Illustrasjon
<p>Nordgående kjøreretning Starter i utfarten av rundkjøringen ved Brøsetvegen og følger Jonsvannsveien i nordgående kjøreretning fram til Dybdahlsvegkrysset. Subpath-en fortsetter gjennom krysset og ender i utfarten i Dybdahls Veg.</p> <p>Dette er ruten til bussrute 3, 14 og FB73.</p> <p>Subpath-en brukes for å analysere både kollektivtrafikk og personbiltrafikk</p>	
<p>Sørgående kjøreretning Begynner i Dybdahls Veg og fortsetter sørover langs Jonsvannsveien. Subpath-en slutter i innfarten til rundkjøringen i Brøsetvegen.</p> <p>Dette er ruten til bussrute 3, 14 og FB73.</p> <p>Subpath-en brukes for å analysere både kollektivtrafikk og personbiltrafikk</p>	

Vestgående kjøreretning

Begynner i Kong Øisteins Veg og fortsetter vestover gjennom Dybdahlsvegkrysset til utfarten i Dybdahlsveg. Dette er ruten til bussrute 13.

Subpath-en brukes for å analysere kun kollektivtrafikk og ikke personbiltrafikk. Det er fordi kollektivtrafikk i denne kjøreretningen ikke prioriteres gjennom krysset og således gir et bilde av framkommelighet for alle trafikanter.



Tabell 13 Subpath-er til analyse. Bakgrunnskart hentet fra: (Gule Sider, 2020)

Output summary:

Output summary gir en rekke data om hele vegsystemet, blant annet forsinkelser, reisetid, hastighet, antall stopp osv. Her ses hele vegsystemet under ett. Det vil si at f.eks. reisetid for personbil er et gjennomsnitt av reisetid for alle personbiler i alle lenker. I våre analyser bruker vi reisetid fra *output summary* for hver kjøretøytype, ettersom det sier noe om framkommelighet i hele vegsystemet, ikke bare i selve Jonsvannsveien. *Output summary* gir informasjon om hele rushperioden 15.00-17.00.

5 Kvalitativ evaluering av kjøremønsteret i Jonsvannsveien

I dette kapittelet skal kjøremønsteret i Jonsvannsveien evalueres med hensyn til:

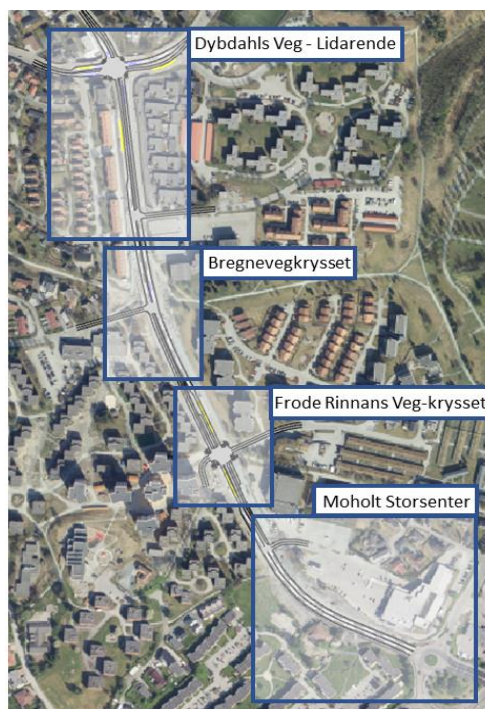
- Forståelighet for trafikanter
- Utfordringer knyttet til trafikkavvikling
- I tillegg til andre utfordringer som observeres i Jonsvannsveien

Evalueringen bygger på observasjon av Jonsvannsveien følgende dager:

Tirsdag 28. april: Befaringen ble gjort ved å være til stede og observere trafikken i Frode Rinnans Veg-krysset mellom 15.30 og 16.30. Det ble ikke gjort systematiske videoopptak, men det ble tatt bilder og notater.

Tirsdag 5. mai: Det ble gjort systematiske videoopptak 5. mai mellom 15.30 og 16.30. Tre kameraer ble montert og filmet kryssene med Frode Rinnans Veg, Bregnevegen og Lidarende. Motivasjonen var å undersøke trafikken i Frode Rinnans Veg-krysset med aktivert signalanlegg. Ved Bregnevegen og Lidarende er det tidligere observert noe feilkjøring, noe som antakelig kan forklares av uvanlig skilting. Det var derfor ønskelig å gjøre en systematisk undersøkelse for å lesbarheten i vegsystemet. Når det refereres til et gitt antall biler som kjører feil, er tellingene gjort 5. mai dagen mellom 15.30 og 16.30.

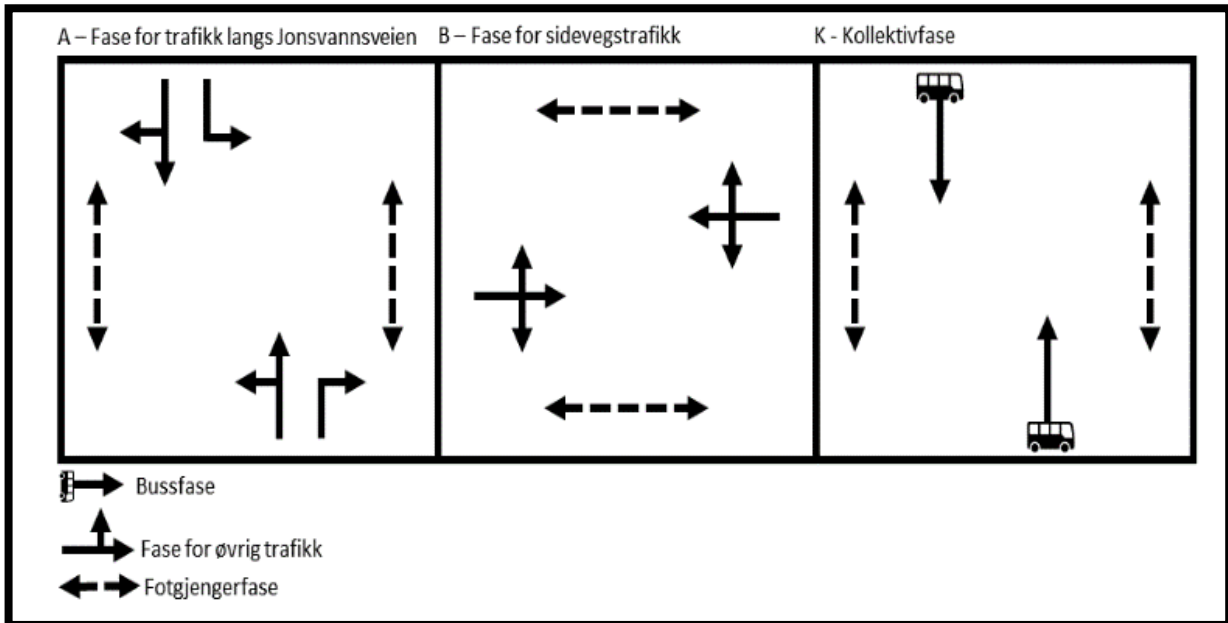
For å evaluere kjøremønsteret på en oversiktlig måte ble Jonsvannsveien delt inn i fire delstrekninger, som vist i Figur 42. For hver delstrekning skal eventuelle trafikale utfordringer diskuteres, og senere sammenfattes.



Figur 42 Inndeling av Jonsvannsveien i fire delområder. Bakgrunnskart er hentet fra:
(Norge i bilder, 2020)

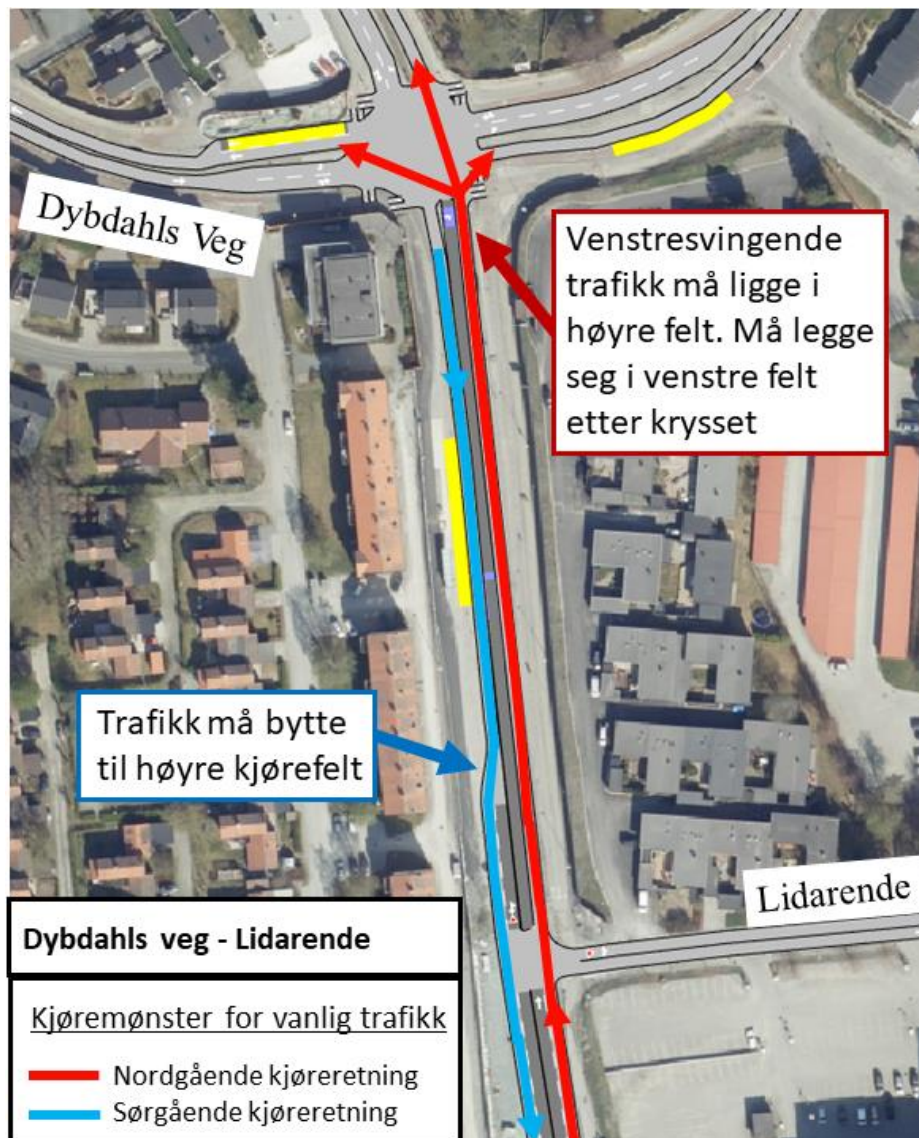
Når det refereres til vanlig trafikk i dette kapittelet betyr det alle trafikanter utenom buss i rute. Når det refereres til faser i signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset betyr:

- Fase A: Fase for trafikk langs Jonsvannsveien
- Fase B: Fase for fotgjengere på tvers av Jonsvannsveien og trafikk fra Frode Rinnans Veg og Moholt Allé
- Fase K: Busfases



Figur 43 Faser i signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset.

5.1 Dybdahls Veg til Lidarende



Figur 44 Kjøremønster for vanlig trafikk mellom Dybdahls Veg og Lidarende.
Bakgrunnskart er hentet fra: (Norge i bilder, 2020)

Nordgående retning:

Innfarten til Dybdahlsvegkrysset fra Jonsvannsveien Sør består av to kjørefelt. Venstre felt er kollektivfelt, mens høyre felt er tilegnet øvrig trafikk, se Figur 45. Biler som skal svinge til venstre må bruke høyre kjørefelt i innfarten, og venstre kjørefelt i utfarten. Dette er en svært uvanlig løsning som kan oppfattes som lite intuitiv. Allikevel er det observert at nesten alle kjøretøy kjører riktig. Dette kan trolig forklares av at kjøremønsteret har vært slik en god stund og at de fleste trafikanter da har lært seg kjøremønsteret. Den heltrukne sperrelinjen mellom kjørefeltene bidrar også til at trafikanter ikke kjører feil.

Venstresvingende trafikk som venter på luke, vil ofte vente i kjørefeltet og blokkerer da kjørebanelen for andre trafikanter fra Jonsvannsveien Sør. Resultatet er dårlig avvikling i vegarmen.



Figur 45 Dybdahlsvegkrysset sett fra Jonsvannsveien Sør. Vanlig trafikk må bruke høyre kjørefelt.

Sørgående retning:

Utfarten fra Dybdahlsvegkrysset har ett kjørefelt. Like etter krysset er holdeplassen Østre Berg 2, som er utformet som busslomme. 30 meter etter busslomma utvides vegen til to kjørefelt. Mellom busslomma og utvidelsen er det kantstein som begrenser vegen til ett kjørefelt. Denne «innsnevringen» varer kun 30 meter og ser derfor noe malplassert ut, se Figur 46. Dersom vegen skal bygges om til sidestilt kollektivfelt kan innsnevringen etter busslomme trolig fjernes forholdsvis enkelt, slik at buss kan fortsette rett fram etter holdeplassen.



Figur 46 Mellom busslommen og kjørefeltet lenger fremme er vegen snevret inn.

Rett før Lidarende utvides vegen til to kjørefelt med midtstilt kollektivfelt. Vanlig trafikk må dermed bytte til høyre kjørefelt, unntatt venstresvingende trafikk til Lidarende. Dette vil si at et svært stort flertall av alle trafikanter må bytte kjørefelt, noe som er en lite intuitiv løsning som krever at trafikantene forstår skiltingen. Figur 47 viser hvordan dette ser ut for trafikanter. Her skiltes venstre felt med «Påbudt venstresving – Gjelder ikke buss i rute», høyre felt skiltes med «Kjøreretning rett fram». Dette vil si at et påbudsskilt og et vegvisningsskilt skiltes i samme portal. Det er ingen spesielle regler sier noe om en slik

skiltkombinasjon, men det kan være forvirrende for trafikanter. Her kunne det med fordel blitt brukt påbudsskilt som angir kjøreretning rett fram i stedet for vegvisningsskiltet. Dette ville skapt en mer ensformig og forståelig skilting. Ulempen ville da vært at påbudsskiltet ble fulgt av et vegvisningsskilt rett etter krysset.

Rett etter krysset skiltes venstre kjørefelt med «Forbudt for motorvogn – gjelder ikke buss i rute», høyre felt skiltes med vegvisningsskilt «Kjøreretning rett fram og høyresving». Å regulere kollektivfeltet slik er uvanlig, noe som kan føre til at en andel av trafikantene ikke forstår kjøremønsteret. Fra Lidarende til Bregnevegen er det heltrukken sperrelinje mellom kjørefeltene, hvilket tydeliggjør forskjellen på kjørefeltene.

Altså er at det er fire trafikkskilt å forholde seg til, både påbudsskilt, forbudsskilt og vegvisningsskilt. Med tanke på at de aller fleste trafikantene må bytte kjørefelt blir summen av dette et uoversiktlig og lite lesbart vegsystem. Selv om de fleste trafikantene kjører riktig er det fortsatt forholdsvis mye feilkjøring, selv flere måneder etter at skiltene ble gyldige. I makstimen ble det telt 34 kjøretøy som kjørte i bussfeltet ved Lidarende, hvilket er 9% av alle kjøretøy utenom buss. At nesten hver tiende sjåfør ikke forstår kjøremønsteret tyder på at det er et stort forbedringspotensial.



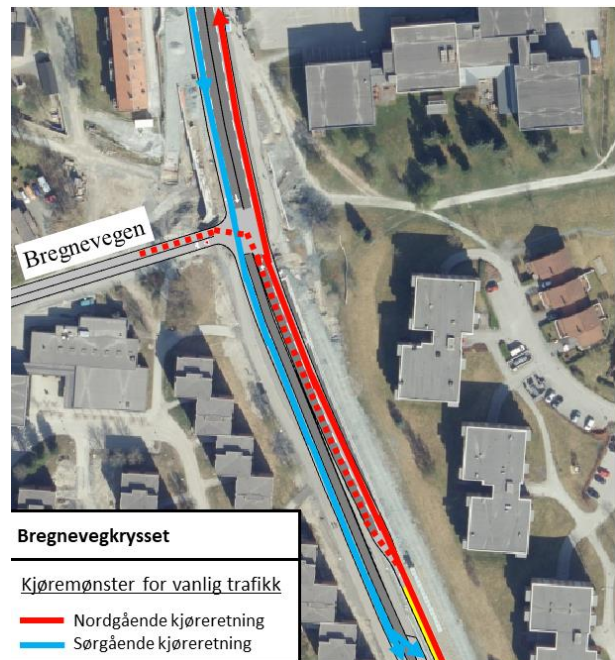
Figur 47 Skilting ved krysset med Lidarende.

5.2 Bregnevegen

Nordgående retning:

Biler som skal svinge av til Bregnevegen bruker venstre kjørefelt etter bussholdeplassen Moholt Studentby. Dette feltet er regulert med skilt «Påbudt sving til venstre – Gjelder ikke buss i rute», som vil si at kollektiv bruker venstre kjørefelt. Andre trafikanter fortsetter i samme kjørefelt etter holdeplassen. Det er en intuitiv løsning at nesten alle kjøretøy fortsetter rett fram i samme felt. Det er observert svært lite feilkjøring her, hvilket underbygger denne påstanden.

Kjøremønsteret reguleres med to påbudsskilt som vist i Figur 48. I henhold til Håndbok N300 Del 3 skiltes slike påbudsskilt umiddelbart før krysset. Her er avstanden mellom skiltet og krysset 100 meter, hvilket er i strid med håndboken. (Statens Vegvesen, 2012a)



Figur 48 Kjøremønster for vanlig trafikk ved krysset med Bregnevegen. Stipla linje angir kjøremønster til biler fra sør som skal svinge av til Bregnevegen.



Figur 49 Påbudsskilt regulerer kjørefeltene mellom bussholdeplass Moholt Studentby og Bregnevegen. Legg merke til at påbudsskiltene er skiltet 100 meter før krysset med Bregnevegen.

Sørgående retning:

Vanlig trafikk kjører i høyre kjørefelt. Biler som skal svinge av til Bregnevegen gjør dette i høyre kjørefelt. Kjørefeltene skilles av en heltrukken sperrelinje. Kollektivfeltet er merket med «Buss», ellers er det ingen skilt langs denne delen av Jonsvannsveien. En del av trafikantene som lå feilaktig i bussfeltet byttet til høyre kjørefelt ved Bregnevegen. 34 kjøretøy var i kollektivfeltet ved Lidarende, og ved Bregnevegen var tallet nede i 23. Trolig er det vegoppmerkingen som gjør at trafikantene etter hvert forstår feltinndelingen.

5.3 Frode Rinnans Veg-krysset

Frode Rinnans Veg-krysset er utformet svært uvanlig, og det er mye som skjer i krysset. Kjøremonsteret gjennom krysset illustreres i Figur 50.

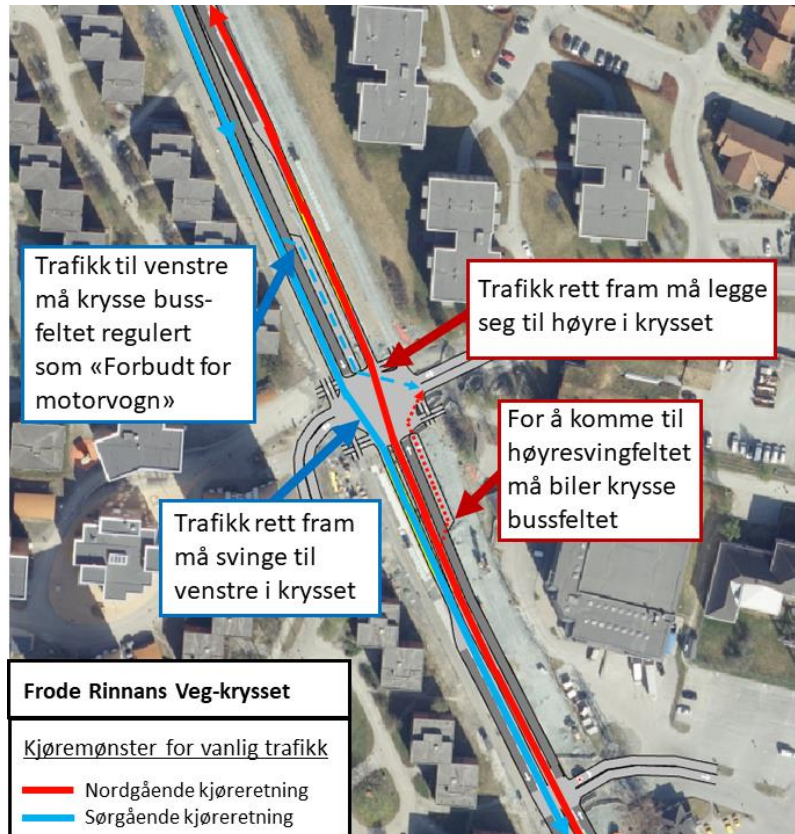
Nordgående retning:

Innfarten til krysset har tre kjørefelt. Venstre felt er vanlig kjørefelt for vanlig trafikk som skal til venstre eller rett fram i krysset. Til høyre for dette er kollektivfeltet som skiltes med «Forbudt med motorvogn – gjelder ikke buss i rute». Videre er det et eget høyresvingefelt for all høyresvingende trafikk.

I utfarten blir kjørebanelen snevret inn til ett kjørefelt, som er på linje med kollektivfeltet før i innfarten. For vanlige trafikantene vil det si at utfarten er forskjøvet til høyre i forhold til innfarten, hvilket betyr at de må legge seg til høyre i krysset. Dette gjøres av nesten alle trafikantene. I utfarten må vanlige trafikantene av og til vente bak buss som står ved holdeplassen.

Før krysset er kollektivfeltet regulert med skilt 508.1 «Kollektivfelt for buss», hvilket innebærer at også minibusser, el- og hydrogendrevne, MC og sykkel kan bruke feltet. Ettersom «Kollektivfelt for buss» ikke oppheves før krysset har disse andre kjøretøyene også lov til å kjøre i bussfeltet. Derimot har de ikke lov til å kjøre rett fram ved stopplinja. Videre er det sperrelinje mellom venstre felt og bussfeltet. Dersom de andre kjøretøyene ikke bytter til venstre felt før krysset må de rygge tilbake for å kjøre i henhold til trafikkreglene. Selv om dette eksempelet er satt litt på spissen viser det at feltoppsettet her ikke er gjenkjennelig sammenlignet med de fleste andre vegsystemer.

Biler som skal til høyresvingefeltet, må krysse bussfeltet. Bussfeltet oppheves ikke og bilene må svinge to felt til høyre. Denne løsningen kan oppfattes som uvanlig og lite intuitiv. Det er kun en liten andel av trafikken som skal svinge til høyre, 16 kjøretøy ble observert til å gjøre dette i makstimen. Disse høyresvingende kjøretøyene vil kun ha sekundærkonflikt med fotgjengere og vil sannsynligvis avvikles uten problemer, slik at et eget høyresvingefelt er unødvendig. Særlig med tanke på at kollektivfeltet kun brukes av maksimalt 18 busser i timen, burde buss og høyresvingende trafikk avvikles i samme kjørefelt.



Figur 50 Kjøremønster for vanlig trafikk ved Frode Rinnans Veg-krysset. Stipla linjer viser kjøremønster til kjøretøy som svinger av til Frode Rinnans Vegg.

Sørgående retning:

Det er tre kjørefelt ved innfarten til krysset. Til venstre er et venstresvingefelt, videre er det midtstilt kollektivfelt, og til høyre er kjørefelt for vanlig trafikk som skal rett gjennom eller til høyre i krysset.

For å komme til venstresvingefeltet må trafikanter krysse feltet hvor det er forbudt for motorvogn å kjøre (unntak for buss). Fordelen med venstresvingefeltet er at biler ikke vil blokkere for busser i bussfeltet, men ettersom det kun er 18 busser i bussfeltet og 18 biler i venstresvingefeltet i makstimen er det grunn til å revurdere om venstresvingefeltet er nødvendig. Summen av trafikken i hovedretningen er omtrent 850 kjt/t. I henhold til kriteriene i N100 er dette akkurat utenfor grensen til at venstresvingefelt bør etableres. Dersom man vurderer trafikk i hovedretningen som trafikk nordgående + busstrafikk sørgående, blir det omtrent 450 kjt/t, som også er rett utenfor grensen til at venstresvingefelt bør etableres. (Statens Vegvesen, 2019a)

Som i nordgående retning er utfarten forskjøvet i forhold til innfarten for vanlig trafikk, slik at trafikantene må legge seg noe til venstre i krysset.

Ettersom utfarten kun har ett kjørefelt gjør det at annen trafikk av og til må vente bak buss ved holdeplassen. Etter holdeplassen utvides vegen til to kjørefelt med sidestilt kollektivfelt. Buss skal da bytte til høyre felt, mens øvrig trafikk kan fortsette rett fram i samme kjørefelt. Dette er en enkel løsning som krever minimal skilting, og anses som et forståelig kjøremønster.

Andre utfordringer i Frode Rinnans Veg-krysset

Feil feltbruk:

Det er observert en del feil bruk av kjørefelt ved Frode Rinnans Veg-krysset, hvor vanlige biler legger seg i kollektivfeltet.

Figur 51 viser et eksempel på en bil ligger i bussfeltet. I dette tilfelle er det en taxi. Her ventet taxien til de andre bilene hadde kjørt forbi før den selv kjørte. I andre tilfeller er det observert at biler i begge felt kjører samtidig. Hvis det skjer uten at en av bilene viker kan det resultere i en kollisjon. Det er observert forholdsvis mye tuting og situasjoner hvor noen av trafikantene åpenbart ikke forstår kjøremønsteret. Dette kan gi farlige situasjoner.

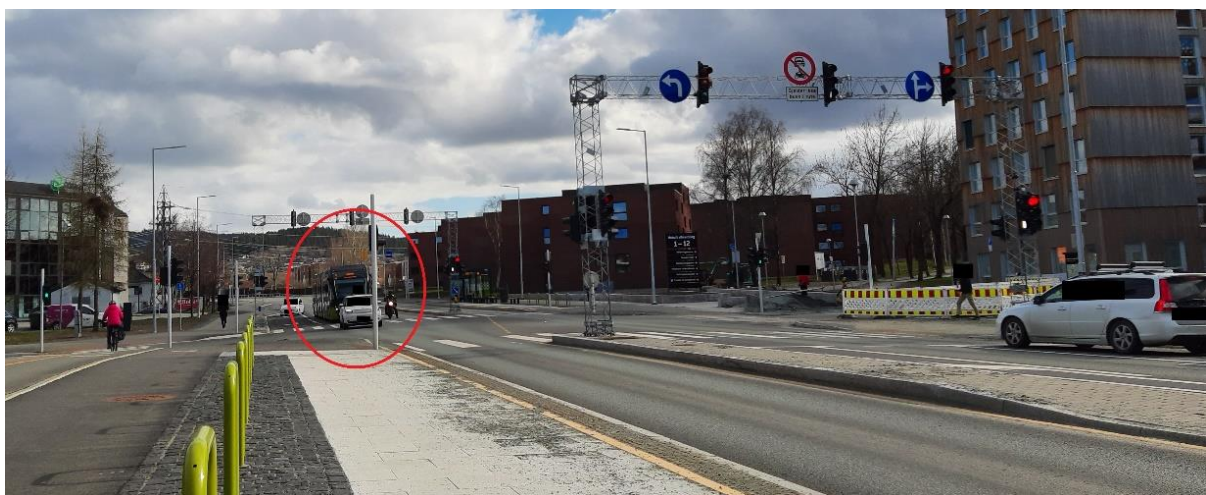


Figur 51 Bil i kollektivfeltet.

Skiltingen ved krysset, med både forbuds- og påbudsskilt, kan oppleves som uvanlig kombinasjon. Ettersom det kan virke unaturlig for trafikanter å bruke venstre felt for å kjøre rett gjennom krysset kan summen bli at dette er forvirrende for trafikanter, som forklarer at det er mye feil bruk av felt her.

Langs Jonsvannsveien i sørgående retning ble det observert en del biler som kjørte i kollektivfeltet. Andelen biler som fortsatt ligger feil når de ankommer ved Frode Rinnans Veg-krysset er mye lavere, kun tre biler bruker kollektivfeltet for å kjøre gjennom krysset. Noen av bilene som skal svinge til venstre inn til Frode Rinnans Veg kjører i kollektivfeltet fram til venstresvingefeltet.

En annen utfordring som ble observert med feil feltbruk bil som blokkerer kollektivfelt. Som vist på Figur 52 venter en hvit bil venter på grønt signal i kollektivfeltet. Bakfra kommer en buss som utløser bussfase. Bilen hadde fortsatt rødt signal og kjører derfor ikke på bussignalet. Bussen kommer seg derfor ikke gjennom krysset. Her endte det med at bussen tutet på bilen som da måtte kjøre på rødt lys gjennom krysset for at bussen kunne kjøre.



Figur 52 Bil blokkerer metrobuss i kollektivfeltet.

Allikevel virker det som de aller fleste trafikantene forstår hvordan de skal ligge i kjørefeltene, nå som det er gått to måneder siden signalanlegget ble aktivert. Tidligere var det mye mer feilkjøring her og enda flere farlige situasjoner.

Biler som stopper i krysset:

Ved flere tilfeller er det observert at biler velger å stoppe inne i krysset når de får rødt signal. Dette har kun skjedd for trafikk langs Jonsvannsveien. Det er trafikksignal to steder, i portalen før krysset og etter krysset. Signalet etter krysset er nødvendig for at trafikanter ved stopplinja skal se signal. Når dette skifter til rødt tolker noen trafikanter dette som at de skal stoppe i krysset. Selv om det ikke skjer så ofte ble det vært observert minst en gang både 28. april og 5. mai. Det er observert at det er to mekanismer som gjør at biler stopper i krysset:

- Sjøfører velger å stoppe fordi signalet blir rødt
- Signalet blir rødt for bil som er i kryss. Fotgjengere som krysser Jonsvannsveien, får grønt og begynner å gå. Biler viker for fotgjengere, og blir stående i krysset til signalet blir grønt.

Årsaken til at mange trafikanter befinner seg i krysset når det blir rødt signal er at buss på holdeplassen blokkerer vegen, slik at køen vokser og kan strekke seg ut i krysset. Dersom det er mange biler som stopper i krysset kan det blokkere for trafikk fra sideveiene. Videre kan det bli problematisk dersom det blir rødt signal fordi neste fase er bussfase. Da vil bilene blokkere bussen.

Figur 53 viser to biler som stoppet i krysset når signalet endret seg for å vike for fotgjengere. De kom seg ikke gjennom krysset i løpet av grøntiden siden det var mange biler som måtte vente bak bussen på holdeplassen, og signalet ble rødt mens de ventet i krysset. Dermed stod bilene der til signalet ble grønt igjen.



Figur 53 To biler som stopper inne i kryss når signalet blir rødt.

Utfordringer med venstresving:

Ved flere tilfeller er det observert at biler fra Jonsvannsveien sør som skal ta venstresving til Moholt Allé må vente lenge før det er stor nok luke til å svinge. Mange velger å vente i kjørefeltet slik at trafikken bak blokkeres. Det fører til at biler bak velger å legge seg i bussfeltet for å kjøre forbi. Dette er vist i Figur 54 hvor bilen i den røde sirkelen venter på luke i kjørefeltet. Bilen markert med oransje sirkel velger derfor å kjøre forbi i bussfeltet. Andre ganger velger bilen som må vente på venstresving å svinge noe til venstre før de stopper. Dette blokkerer ikke for annen trafikk i fra Jonsvannsveien sør.



Figur 54 Rødmærket bil som venter på å ta venstresving står i kjørefeltet. Dette blokkerer kjørefeltet for oransjemærket bil, som kjører forbi i kollektivfeltet.

Avviklingsutfordringer knyttet til signalanlegget:

Kollektivfase anropes for begge kjøreretninger selv om det er buss i kun en kjøreretning. Figur 55 viser en buss i sørgående retning som kjører i kollektivfasen. Dette fører til at annen trafikk i begge kjøreretninger ikke får kjøre. Selv om bilene i nordgående retning ikke er i konflikt med bussen må de altså stoppe ved krysset. Avviklingsmessig er denne forsinkelsen unødvendig.

Det hender at det kommer buss i begge kjøreretninger samtidig, men det er ikke hovedregelen. Derfor oppfattes denne bussfasen som en unødvendig hindring for annen trafikk.



Figur 55 Trafikk i begge retninger må stoppe, selv om det bare er buss i en kjøreretning.

I de tilfellene hvor en buss kommer rett etter en annen buss forlenges allikevel ikke bussfasen, selv om bussfasen er for kort til å få begge bussene gjennom krysset. Den andre bussen må da vente på at signalanlegget veksler gjennom både fase A og fase B før det blir kollektivfase. Dette tar som regel et halvt minutt. Derfor burde grøntiden i kollektivfasen kunne forlenges ved behov.

Det er observert at buss ofte venter på at fase A skal bli ferdig. Tilsvarende må ofte trafikanter tilhørende fase A vente på at kollektivfasen skal bli ferdig før de selv kan kjøre. Dersom fase A og kollektivfasen ble avviklet samtidig ville dette trolig redusert forsinkelsene i stor grad.

Et annet aspekt som er observert er at det er forholdsvis mye fasevekslinger i Frode Rinnans Veg-krysset. I løpet av et 18 minutters intervall ble det telt 47 vekslinger. Det vil si at gjennomsnittlig veksler fasene hver 23. sekund. Selv om det ikke er så mye biltrafikk i sideveiene er det mange fotgjengere som krysser Jonsvannsveien. Fotgjengere anropes fase B og resultatet er mange fasevekslinger. Signalanlegget veksler mest mellom fase A og B. Som ventet er det som oftest noen minutters mellomrom mellom kollektivfasene. Med en tapt tid på fire sekunder mellom hver faseveksling vil det si at 3 minutter av disse 18 minuttene gikk tapt, hvilket tilsvarer 17% av tiden. Dette er et betydelig tidstap.

Bil i motgående kjøreretning:

En bil fra Moholt Allé som skulle til Jonsvannsveien Nordgående la seg i motgående kjøreretning på feil side av midtrabatten. Et par meter inn i innfarten skjønte sjåføren feilen, rygget tilbake til krysset og kjørte ut av krysset i utfarten. Figur 56 under viser bilen som kjører i motgående kjøreretning, etter at sjåføren rygget bilen tilbake i krysset. Som man ser brukte sjåføren så mye tid på å rygge ut at fase A har fått grønt signal. Det antas at sjåføren ble forvirret at han/hun skulle passere tre sørgående felt før han/hun kunne legge seg i det ene feltet i nordgående retning. Selv om kjøretøy holder lav hastighet og det var lite trafikk er dette et klart faremoment at noen ikke forstår vegsystemet og ender i motgående kjøreretning.



Figur 56 Rødmarkert bil tok venstresving fra Moholt Allé og endte i motgående kjøreretning i Jonsvannsveien.

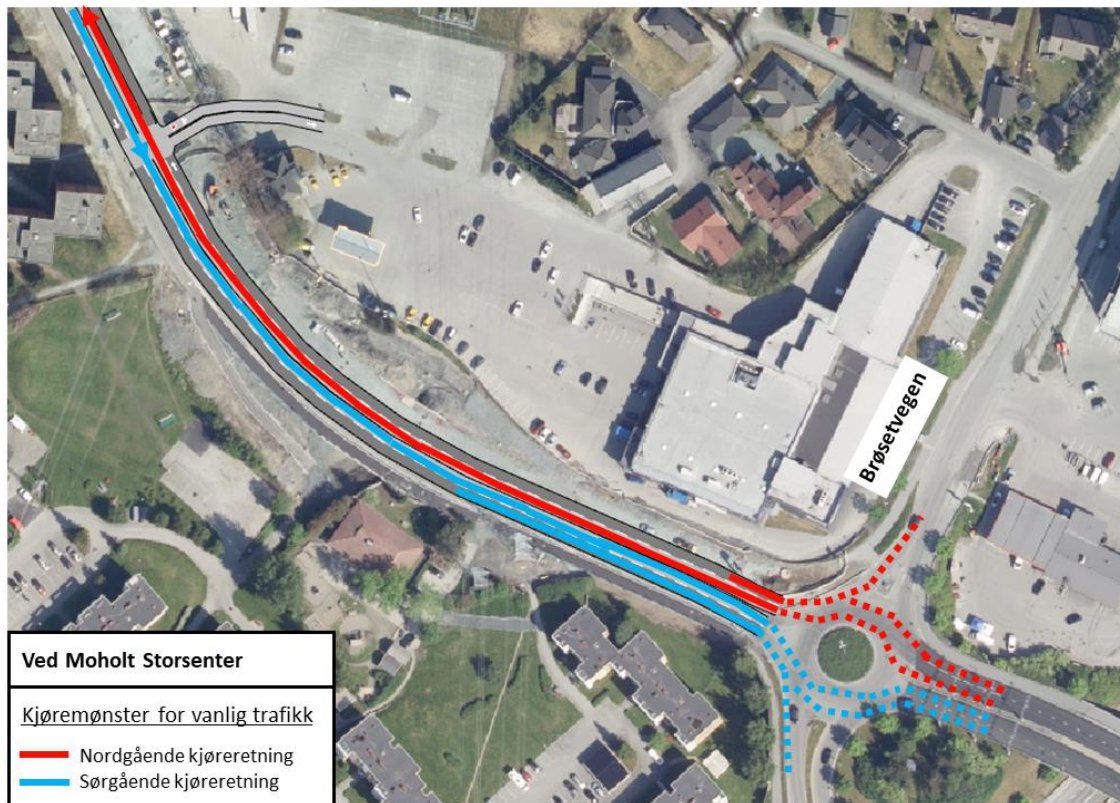
Deteksjon av trafikk fra sideveiene:

Sideveiene Frode Rinnans Veg og Moholt Allé har stopplinjener som er plassert to meter før fotgjengerovergangen. Allikevel stopper de fleste bilene etter stopplinjene. En ansatt i Studentsamskipnaden, som kjører mye i sideveiene fortalte at man ikke utløser fase B med mindre man stopper etter stopplinja. Dette stemmer overens med det som er observert, selv om det er vanskelig å si akkurat hva som utløser fase B. Det virker som flere biler i sideveiene blir stående og vente til det kommer fotgjengere som anroper fase B. Et eksempel på at biler ikke detekteres så bra er den hvite varebilen i Figur 57 som måtte vente i over tre minutter før den får kjøre. Den kjørte fram og tilbake over stopplinja for å anrope fasen, men fikk ikke grønt signal. Det er først idet en forgjenger anroper signalanlegget at fase B får grønt og varebilen kan kjøre gjennom krysset.



Figur 57 Rødmarkert varebil markert med rødt måtte vente i Frode Rinnans Veg i 3 minutter før den fikk grønt signal.

5.4 Ved Moholt Storsenter



Figur 58 Kjøremønster for vanlig trafikk (ikke buss i rute) i den sørligste delen av området, langs Moholt Storsenter. Stipla linjer viser kjøremønster utenfor studieområdet.

Denne delen av Jonsvannsveien har et mer konvensjonelt vegsystem, med sidestilte bussfelt.

Nordgående kjøreretning:

I nordgående retning etableres bussfeltet omtrent 30 meter etter rundkjøringen. Dermed må biltrafikk i høyre felt bytte felt rett etter krysset.

Videoregistreringene viste at en del av bilene som kommer fra Brøsetvegen enten byttet fra høyre til venstre felt ved fotgjengerovergangen, eller kjørte rett fra Brøsetvegen til venstre felt. Dette innebærer at trafikantene må ha kontroll på både eventuelle fotgjengere og andre biler i det de legger seg i venstre kjørefelt.

Sørgående kjøreretning:

I sørgående retning oppheves bussfeltet 100 meter før rundkjøringen, slik at høyresvingende trafikk kan bytte felt.

Det er observert at mange busser i sørgående retning ikke benytter kollektivfeltet. Det kan forklares ved at etter holdeplassen Moholt Studentby skal sørgående busser videre til holdeplassen Voll Studentby, som er på den andre siden av Omkjøringsvegen (E6). For å kjøre dit må de kjøre Jonsvannsveien gjennom rundkjøringen ved Brøsetvegen, og deretter svinge til venstre i neste rundkjøring. Ved å forbli i venstre kjørefelt etter Moholt Studentby holdeplassen slipper bussen å bytte felt senere. Det må nevnes at dette ble observert da trafikknivået var lavt grunnet COVID-19-situasjonen. Buss hadde dermed ikke like mye

behov for kollektivfelt som når det var mer trafikk. Allikevel viste videoopptakene fra 3. mars at en del av bussene kjørte slik da også, selv om andelen var lavere.

5.5 Skilting og vegoppmerkning

Jonsvannsveien kjennetegnes av mye og varierende skilting. Figur 59 viser skilting langs vegen og hvordan kollektivfeltet reguleres. I figuren betyr de fargede linjene langs Jonsvannsveien følgende:

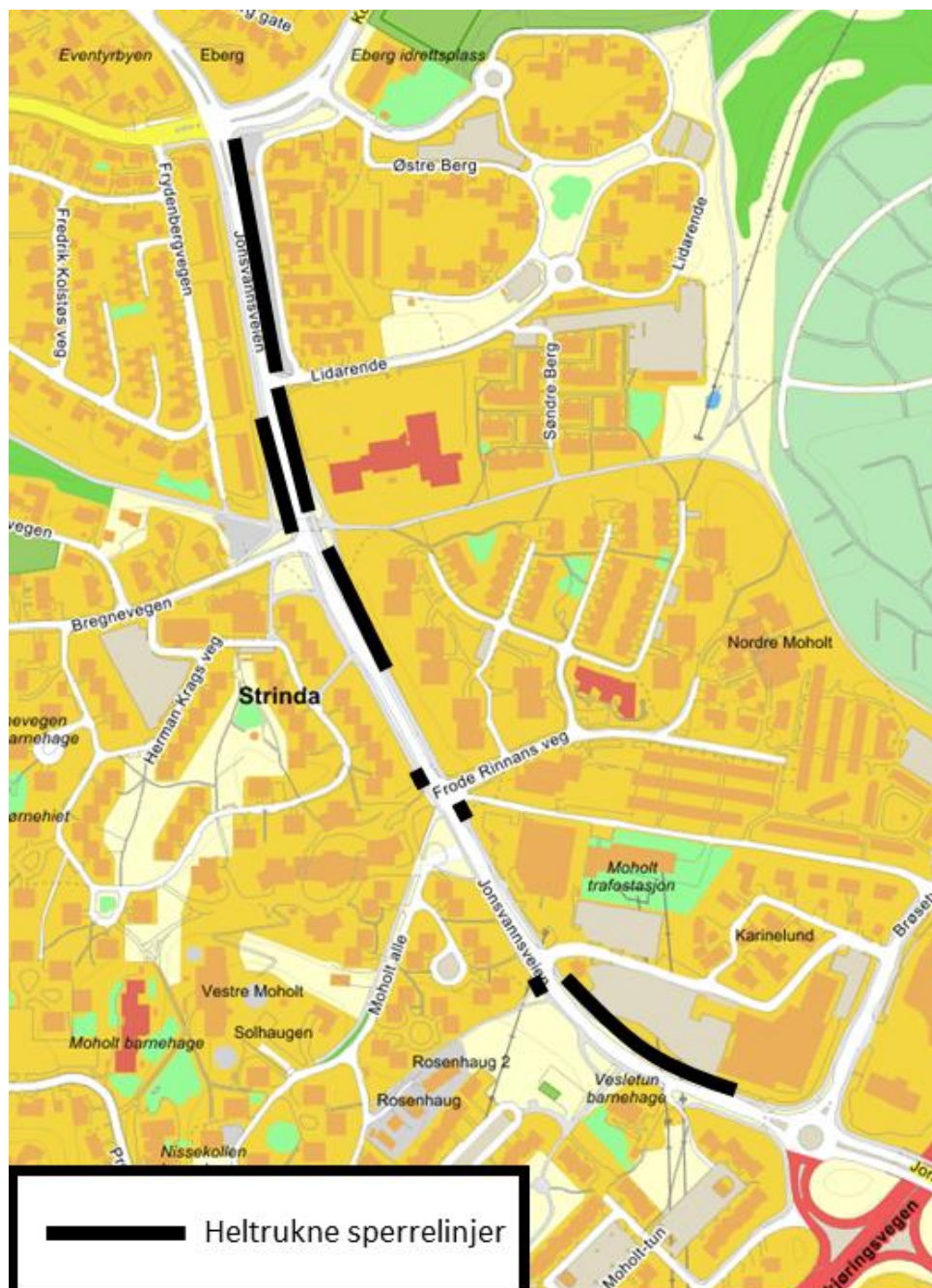
- Blått = Kollektivfelt for buss
- Lilla = Kollektivfelt for buss opphevet
- Rødt = Forbudt for motorvogn – gjelder ikke buss i rute
- Svart = Påbudt svinge til venstre – gjelder ikke buss i rute

Trafikanter har svært mange skilt å forholde seg til, selv på korte strekninger. Dette er svært ugunstig da dette gjør vegsystemet vanskelig å forstå. Trafikanter som kjører her til vanlig vil trolig lære seg kjøremønsteret etter noe tid, men det er problematisk for trafikanter som ikke er kjent i området.



Figur 59 Skilting og regulering av kjørefelt i Jonsvannsveien. Fargene langs vegen angir hvordan kollektivfeltet er regulert.

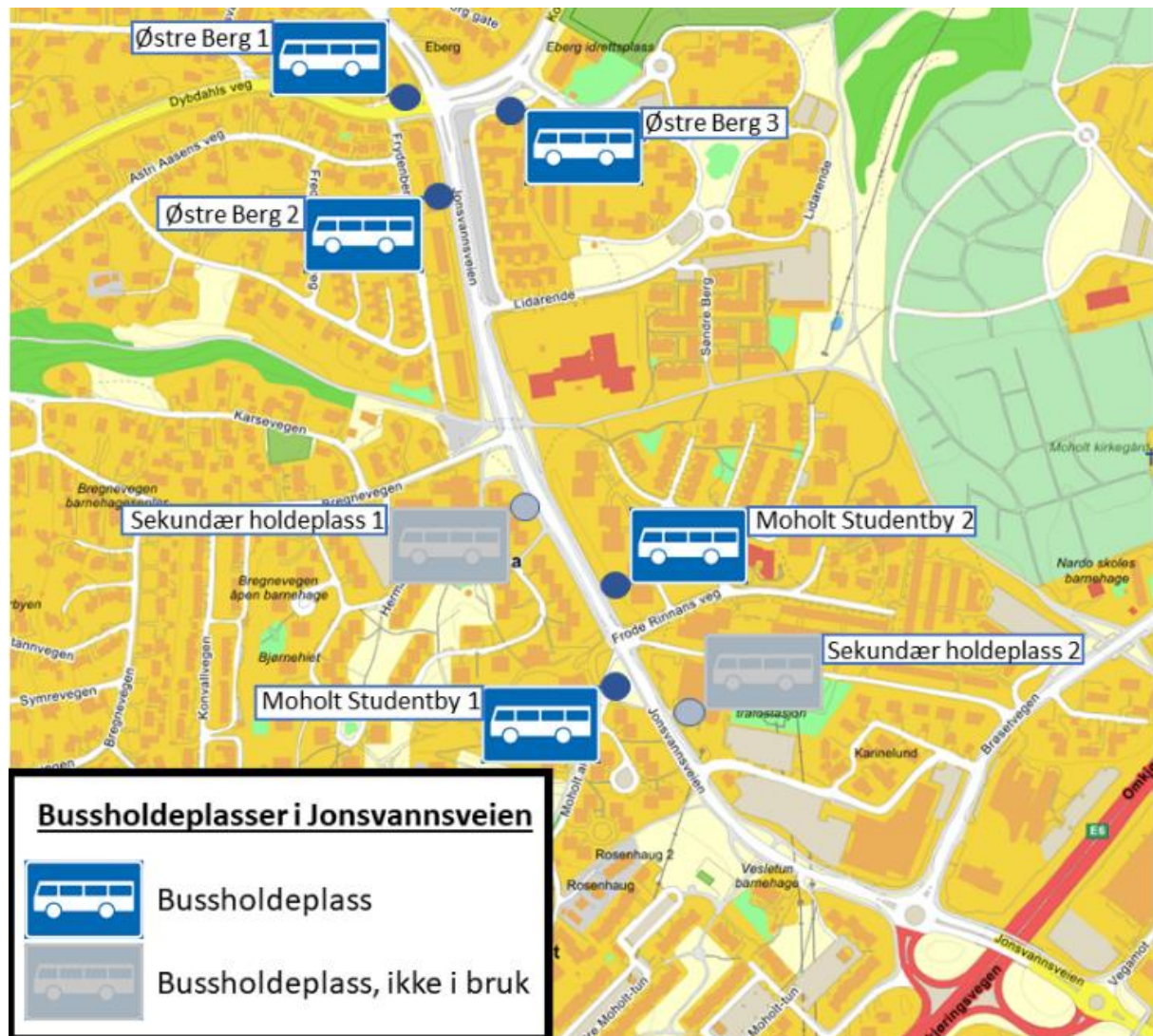
Kollektivfelt og vanlig kjørefelt skilles på deler av strekningen med heltrukne sperrelinjer, som vist i Figur 60. Dette tydeliggjør forskjellen mellom kjørefeltene, slik at trafikanter forstår hvilke felt de skal bruke i større grad. Kollektivfeltene er markert med «Buss» med jevne mellomrom, hvilket bidrar til at trafikanter forstår at feltet er forbeholdt buss. Vegoppmerkingen er slitt på deler av Jonsvannsveien, særlig nær Dybdahlsvegkrysset. Oppmerkingen «Buss» i sørgående kjøreretning fra Lidarende til Frode Rinnans Veg er utydelig grunnet sporslitasje. Vegoppmerkingen kan med fordel utbedres for å gjøre kjøremønsteret mer forståelig.



Figur 60 Heltrukne sperrelinjer mellom kollektivfelt og vanlig kjørefelt i Jonsvannsveien.

Sekundære bussholdeplasser:

Ved Frode Rinnans Veg-krysset er det to sekundære bussholdeplasser, i tillegg til holdeplassene for de vanlige rutebussene. Disse er tiltenkt å benyttes av turbusser og flybuss. I kartet er sekundærholdeplassene markert med grå symboler. Se Figur 61. Sekundær holdeplass 1, ligger langs sørgående kjøreretning, og er plassert mellom Bregnevegen og Frode Rinnans Veg. Sekundær holdeplass 2 er for nordgående retning, og er plassert mellom innkjøring til Moholt Storsenter og Frode Rinnans Veg. Disse holdeplassene er utformet som busslommer.



Figur 61 Bussholdeplasser i studieområdet.

Flybuss og turbuss skal ikke stoppe på holdeplassene Moholt Studentby 1 og 2, og vil derfor ikke hindre annen kollektivtrafikk og trafikanter. I praksis er det allikevel ikke slik. Sekundærholdeplassene er ikke skiltet. Derfor er det ikke noe som indikerer at passasjerer skal vente ved sekundærholdeplassene, i stedet for Moholt Studentby-holdeplassen. Det er heller ikke noe på Moholt Studentby-holdeplassen som tyder på dette. Dette kan forklare årsaken til at det kun er observert at busser stopper på Moholt Studentby. Det er ikke observert at turbusser stopper langs strekningen, men det kan nok forklares ved at turbussene muligens kjører her på andre tidspunkter.

Dersom en buss, som ikke var i rute, skulle bruke Sekundærholdeplass 2 (nordgående retning) ville det skjedd slik: Bussen kjører i det sidestilte bussfeltet fram til holdeplassen hvor den svinger inn i busslomma. Ettersom bussen ikke er i ordinær rute, kan den ikke bruke bussfeltet gjennom krysset. Derfor må bussen deretter legge seg i venstre felt etter holdeplassen. Ved krysset må bussen, som alle andre trafikanter unntatt buss, legge seg til høyre i krysset. Dette skaper et veldig lite intuitivt kjøremønster for bussjåførene.

Dersom en buss skulle betjene Sekundærholdeplass 1 (sørgående retning) ville det skjedd forskjellig avhengig av om det er en turbuss, som ikke er i rute, eller en flybuss som er i rute. En turbuss vil kjøre i høyre kjørefelt og svinge inn og ut av busslomma på vanlig måte. En flybuss skal kjøre i det midstilte kollektivfeltet og må derfor bytte til høyre kjørefelt før den kan svinge inn i busslomma. Tilsvarende må flybussen bytte to felt for å komme tilbake til kollektivfeltet etter holdeplassen. En løsning som krever slike feltbytter er særdeles ugunstig.

5.6 Sammenfatning

Jonsvannsveien kjennetegnes av et uvanlig kjøremønster som varierer mye over en relativt kort strekning. Det er forholdsvis mange skilt å forholde seg til og mange feltbytter. Vegen kan deles i to ved Frode Rinnans Veg-krysset. Den delen nord for krysset er utformet svært annerledes i forhold til utforming av kjøremønster i Norge. Å regulere bussfelt med forbudsskilt er svært uvanlig, og brukes for det meste til å regulere rene bussgater, ikke parallelle kjørefelt. Derfor er dette en lite gjenkjennelig løsning. I tillegg er kollektivfeltet midtstilt, noe som ikke er veldig utbredt. Summen av alt dette kan være at trafikantene oppfatter vegsystemet som forvirrende.

I tillegg er det uvanlige skiltkombinasjoner. Selv om dette ikke er imot reglene fra håndbøkene gjør dette vegsystemet mindre lesbart. Som Figur 59 viser har vegen blant annet følgende skiltkombinasjoner:

- Påbudsskilt og vegvisningsskilt.
- Forbudsskilt og vegvisningsskilt

Det er en del feilkjøring ved at biler kjører i kollektivfeltet, særlig i sørgående retning. Allikevel bytter de fleste bilene til riktig felt før Frode Rinnans Veg-krysset. Ved Lidarende kjørte 34 biler i kollektivfeltet. Ved Bregnevegen var antallet nede i 23, mens kun 3 biler kjøre rett gjennom Frode Rinnans Veg-krysset fra kollektivfeltet. I omtrent hver tredje feilkjøring er det flere biler på rad. Dette kan tolkes som at bilene bak følger bilen foran framfor skiltingen, og antar at den første bilen kjører riktig.

Delen av Jonsvannsveien sør for Frode Rinnans Veg-krysset står i sterk kontrast til den nordlige delen. Her er vegen utformet på en mer konvensjonell måte med sidestilte kollektivfelt, som skiltes med vanlige bussfeltskilt.

Ved bussholdeplassene i Jonsvannsveien snevres vegen inn til et kjørefelt. Etter holdeplassene utvides vegen til to kjørefelt, hvor noe av trafikken fortsetter rett fram og noen må bytte kjørefelt. Et eksempel på dette er i sørgående retning ved Lidarende. Her må nesten alle trafikanter bytte til høyre kjørefelt, hvilket ikke er et åpenbart kjøremønster. Ved holdeplassene ved Frode Rinnans Veg-krysset fortsetter vanlig trafikk rett fram i samme kjørefelt, mens buss bytter til kollektivfelt, hvilket er intuitivt. Det er problematisk

at dette er inkonsistent. Det er flere andre eksempler på inkonsistent regulering av kjørefelt:

- Kollektivfelt reguleres på ulike måter
- Kollektivfelt er både sidestilt og midtstilt
- Det er nødvendig med relativt mange feltbytter for alle trafikanter

At trafikken reguleres på så mange forskjellige måter langs Jonsvannsveien går imot prinsippet om «*Få og enkle reguleringer*», og gjør det nødvendig med mye skilting. Dette gjør det vanskeligere for trafikanter å forstå hvordan de skal kjøre.

Dersom vegen var utformet på en mer konvensjonell måte ville mye av denne problematikken vært unngått. En konvensjonell utforming av Jonsvannsveien kan innebære at vegen består av fire kjørefelt med sidestilte kollektivfelt. Før Frode Rinnans Veg-krysset kan kollektivfeltet opphøre for å tillatte høyresving. All trafikk i Jonsvannsveien kunne avvikles i samme fase dersom det er fire gjennomgående kollektivfelt. Dermed kan kollektivfeltet skiltes vanlige bussfeltskilt. Langs vegen vil vanlige trafikanter dermed kjøre i venstrefeltet, hvilket er en vanlig løsning og enkelt å forstå.

6 Utvikling av alternative vegutforminger

6.1 Generelt om alternative utforminger

Det er en rekke utfordringer knyttet til trafikkavvikling i Jonsvannsveien med dagens utforming. Kollektivtrafikk har noe forsinkelse selv om det prioriteres høyt, og personbiler har forholdsvis mye forsinkelse. Simulering i Aimsun viste at forsinkelsene hovedsakelig oppstår ved kryssene med Frode Rinnans Veg og Dybdahls Veg. Fokuset i skissefasen er derfor å utforme kryssene annerledes, både med ulikt oppsett av signalanlegg, forskjellig feltbruk og annen geometrisk utforming av kryssene som tillater bevegelser som i dagens løsning ikke er mulig. Alternativene er beskrevet og skissert i de følgende delkapitlene.

Buss får med nåværende vegutforming høy prioritet i Jonsvannsveien. Alternative vegutforminger vil derfor trolig ikke gi store utslag på reisetiden til kollektivtrafikk. Formålet er derfor å vurdere om det er mulig å redusere forsinkelse for andre trafikanter uten at det går på bekostning av kollektivtrafikkens framkommelighet. For å forsøke å bedre avviklingen i kryssene ble det skissert alternative og forbedrede kryssutforminger for Dybdahlsvegkrysset og Frode Rinnans Veg-krysset. Deretter blir disse kombinert for å lage alternative utforminger av hele Jonsvannsveien.

Dybdahlsvegkrysset:

Med den nåværende utformingen er det hovedsakelig to utfordringer i Dybdahlsvegkrysset:

- Nordgående buss trenger egen bussfase
- Venstresvingende trafikk i Jonsvannsveien sør for krysset må bruke høyre felt før krysset

Dersom all trafikk fra Jonsvannsveien sør for krysset kunne avvikles samtidig, i motsetning til egen bussfase, kan antallet faser reduseres fra tre til to. Dette er ikke mulig i dagens kryss grunnet geometriske begrensninger som gjør at venstresvingende buss må legge seg til høyre i krysset for å kunne legge seg riktig ved holdeplassen i utfarten av krysset.

Venstresvingende trafikk må ofte vente på luke, og hindrer derfor annen trafikk fra Jonsvannsveien sør. Dersom venstresvingende trafikk kan bruke venstre kjørefelt vil dette øke kapasiteten i vegarmen. Dette gjør at fasen kan vare kortere og avvikle samme trafikkmengde. I tillegg vil dette gi kortere omløpstid i krysset. Det er busstrafikk i begge faser, og kortere omløpstid vil si at busser venter kortere på grønt signal.

På bakgrunn av dette foreslås to alternative løsninger for Dybdahlsveg-krysset:

- En løsning for å tillate venstresving i venstre felt er at all trafikk i Jonsvannsveien Sør kjører samtidig. Når buss detekteres får venstresvingebevegelsen førgrønt, hvilket fører både buss og annen venstresvingende trafikk gjennom krysset, før det så blir grønt for annen trafikk i Jonsvannsveien Sør og Nord.
- Krysset geometri endres slik at buss kan svinge til venstre uten å være i konflikt med andre kjøretøy fra Jonsvannsveien Sør.

Ettersom disse løsningene gir bedre avvikling i vegarmen Jonsvannsveien Sør vil det være aktuelt å korte ned grønttiden. I de simulerte alternativene er signalfasenes varighet endret noe for å ta hensyn til forbedret kapasitet. Det er en for omfattende oppgave å

finne en optimal signalplan, og det er nødvendig med mer arbeid for å bestemme grønttider.

Frode Rinnans Veg-krysset:

Det er hovedsakelig to utfordringer i Frode Rinnans Veg-krysset:

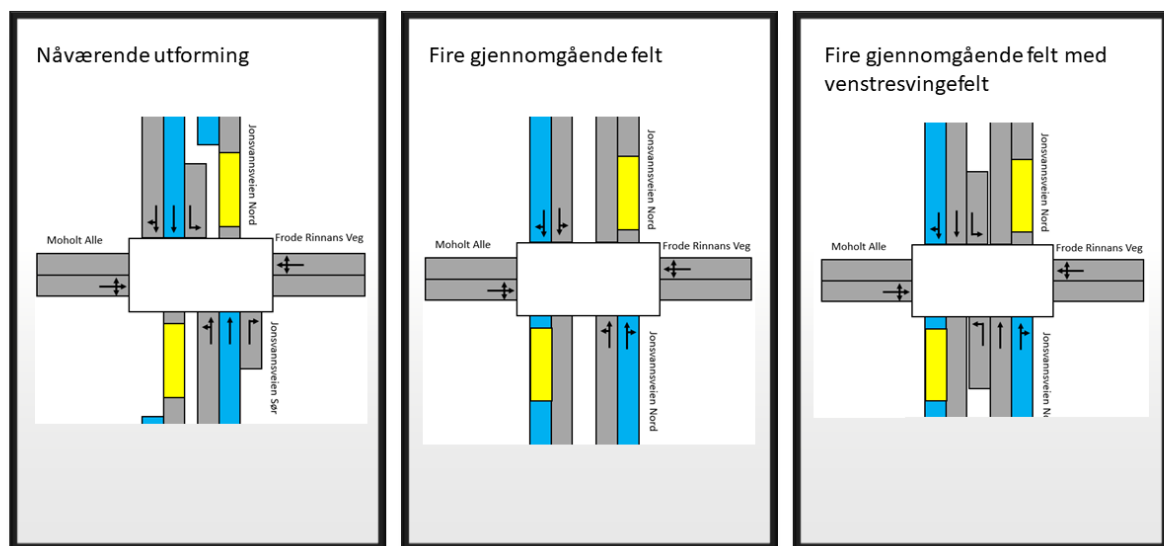
- Kollektiv og øvrig trafikk avvikles i forskjellige faser
- Trafikanter må vente bak buss på holdeplass

Utformingen av Frode Rinnans Veg-krysset gjør at kollektivtrafikk og øvrig trafikk langs Jonsvannsveien må avvikles i forskjellige faser. Dette gjør at det blir mye venting på grønt signal i krysset, og både kollektiv og øvrig trafikk får stopptid før krysset. Når buss stopper ved holdeplassen, blokkerer dette kjørebanelen og skaper forsinkelser for andre trafikanter.

Dersom krysset hadde vært utformet med fire gjennomgående felt, eventuelt også et venstresvingefelt, vil disse utfordringene overkommes. Det antas at reisetiden vil synke for både kollektiv og øvrig trafikk dersom krysset utformes slik. Videre vil antall faser reduseres fra tre til to. Redusert omløpstid gir bedre kapasitet i krysset.

Den nåværende utformingen av krysset har et eget felt for høyresvingende trafikk i Jonsvannsveien Sør. Andelen kjøretøy som svinger til høyre er dog veldig liten. Disse kjøretøyene vil kun ha konflikt med fotgjengere og bør derfor ikke ha så store avviklingsproblemer at det er nødvendig med et eget kjørefelt. Kollektivfeltet brukes av kun 18 busser i makstimen og bør kunne avvikle både kollektivtrafikk og høyresvingende trafikk. Derfor har ikke de alternative kryssutformingene høyresvingefelt.

En alternativ kryssutforming vil være fire gjennomgående kjørefelt, eventuelt med dedikerte venstresvingefelt. Dette er illustrert i Figur 62.



Figur 62 Alternative utforminger av Frode Rinnans Veg-krysset.

Vegutforminger:

På bakgrunn av de alternative kryssutformingene ble det utarbeidet to alternativer til hvordan Jonsvannsveien kan utformes, i tillegg til nåsituasjonen som er alternativ 0.

Alternativ 1 er en forbedring av nåsituasjonen med endringer i signalanlegg og kjørefeltregulering. Dersom et slikt alternativ skulle implementeres i Jonsvannsveien ville dette ikke vært nødvendig å endre selve vegbanen.

Alternativ 2 er utformet svært annerledes enn nåsituasjonen og er utarbeidet som et konvensjonelt vegsystem. Jonsvannsveien er modellert med fire gjennomgående kjørefelt samt venstresvingefelt i Frode Rinnans Veg-krysset. Kollektivfelt er sidestilte.

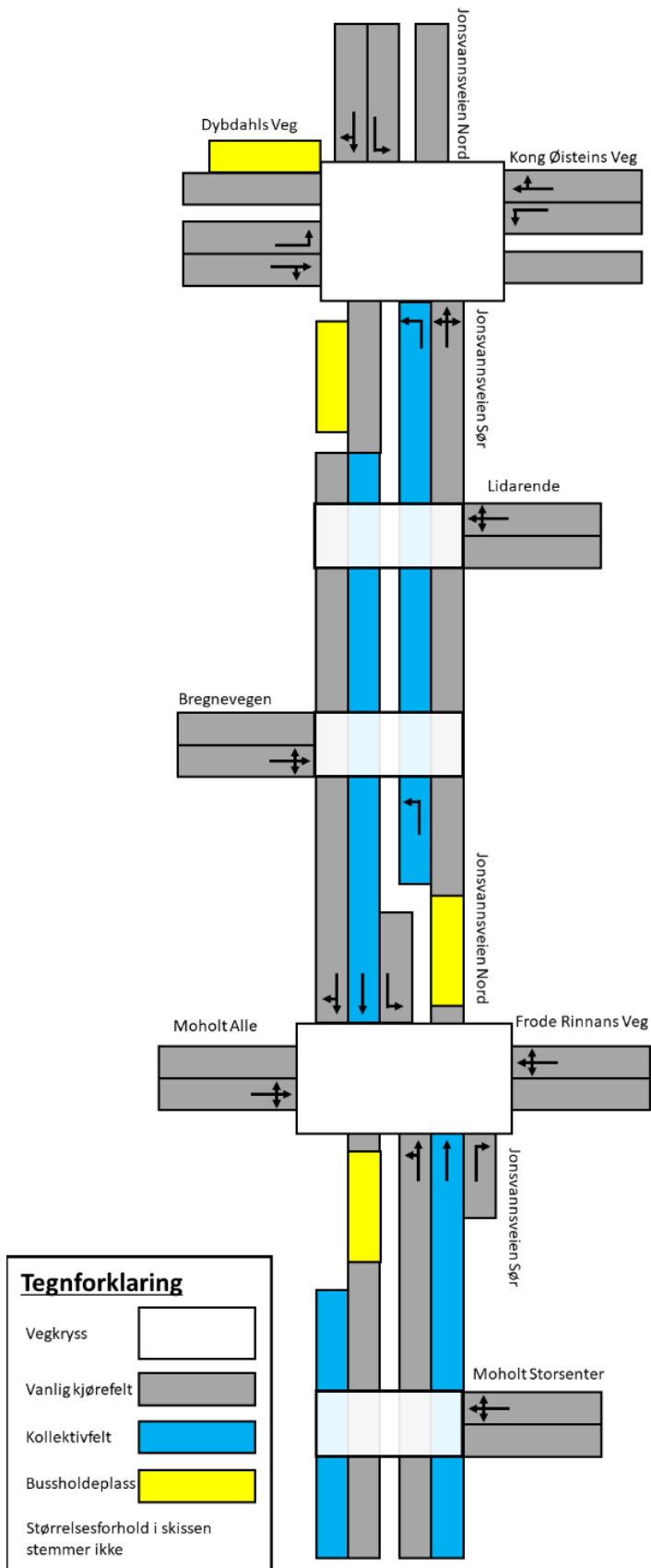
Alternativ 0, 1 og 2 er beskrevet i detalj i de følgende delkapitlene

6.2 Alternativ 0 – Nåsituasjonen

Alternativ 0 er den nåværende vegutformingen. Dette er beskrevet i detalj i andre kapitler og vil derfor kun beskrives i korte trekk her. Vegen er utformet med sidestilte og midtstilte kollektivfelt. Vegen snevres inn til et kjørefelt ved utfartene i Frode Rinnans Veg-krysset. I nordgående retning kan kun buss bruke venstre kjørefelt fram til Dybdahlsvegkrysset.

Ettersom det ikke forelå detaljert informasjon om virkemåten til signalanleggene, ble signalanleggene i modellen basert på videoopptakene av kryssene. Dette viste hvordan fasene vekslet, i tillegg lå kollektivprioritering til grunne for grønntidsforlengelser og lignende. Selv om modellens signalanlegg i grove trekk gjenspeiler det virkelige anlegget, er det visse aspekter som er forskjellig slik som grønntidslengde.

Alternativ 0 - Nåsituasjonen

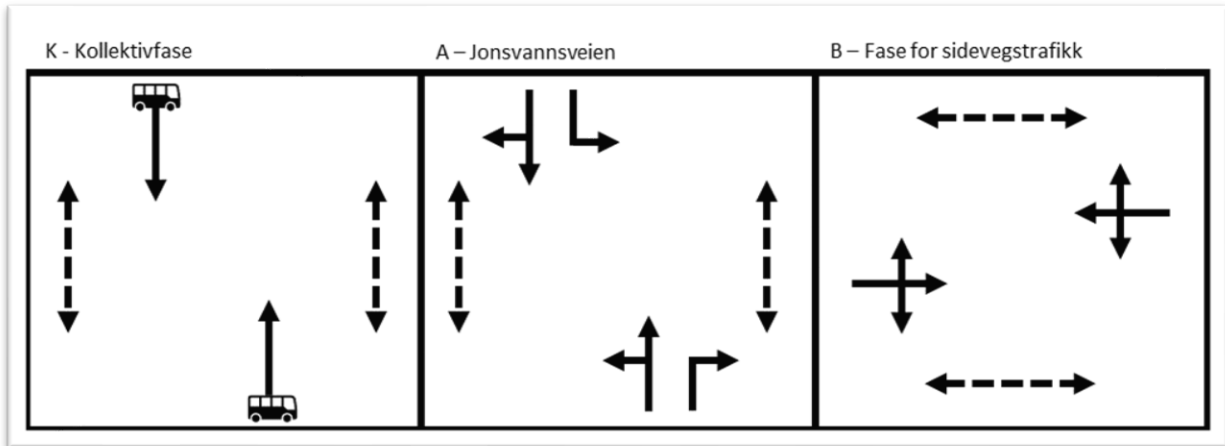


Figur 63 Alternativ 0 er den nåværende utformingen av Jonsvannsveien.

Signalanleggene i alternativ 0 er utformet som angitt i Tabell 14 og Tabell 15, som er basert på den observerte virkemåten til signalanleggene. På dette feltet stemmer modellen trolig ikke 100% overens med de virkelige signalanleggene, da det ikke var mulig å få tilstrekkelig detaljert informasjon om dette.

6.2.1 Utforming av signalanlegg

Frode Rinnans Veg-krysset:



Figur 64 Faseplan i Frode Rinnans Veg-krysset for alternativ 0.

Signalanlegget har tre faser:

- Kollektivfase som anropes når buss nærmer seg krysset. Fase K kommer etter fase B
- Fase A for trafikk langs Jonsvannsveien. Dette er hvilefase
- Fase B for trafikk fra sidevegene og fotgjengere som skal krysse Jonsvannsveien. Grunnet høyt fotgjengerantall er det som regel fotgjengere som anroper denne fasen.

Fase	Min. grøntid (s)	Maks grøntid (s)	Førgrønt fotgjenger (s)	Grøntidsforlengelse (s)	Maks tidsluke for grøntidsforl. (s)	Detektorplassering
K	14	14	0	0	-	250 m før kryss Stopplinje
A	8	90	3	6	6	Stopplinje Fotgjengerovergang
B	11	11	3	0	-	Stopplinje Fotgjengerovergang

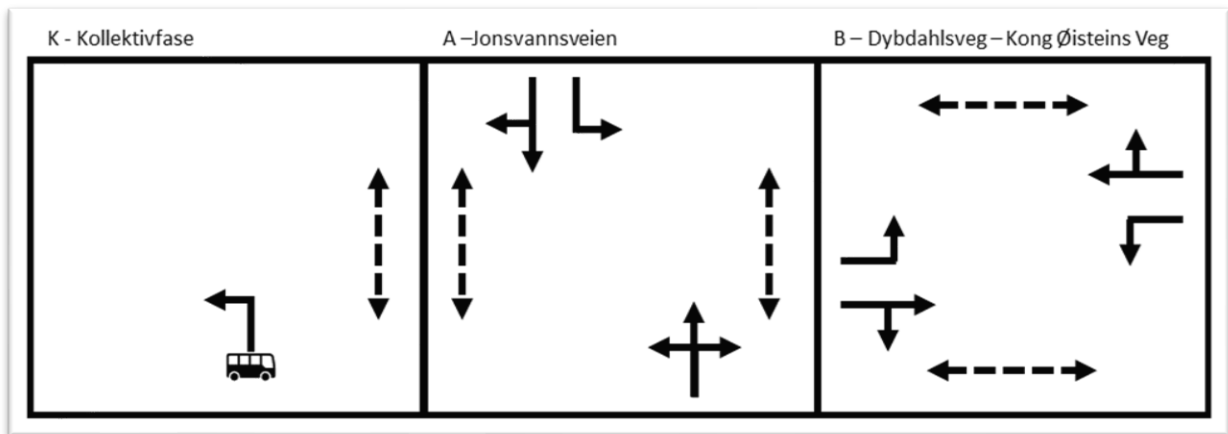
Tabell 14 Virkemåte til signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset for alternativ 0.

Førgrønt for fotgjengere aktiveres kun i de tilfeller hvor fotgjengere skal krysse fotgjengerovergang tilhørende den aktuelle fasen.

Dybdahlsvegkrysset

Signalanlegget har tre faser:

- Kollektivfase som anropes når buss nærmer seg krysset. Fase K kan komme etter både fase A og fase B
- Fase A for trafikanter fra Jonsvannsveien og fotgjengere som krysser Dybdahl Veg og Kong Øisteins Veg.
- Fase B for trafikanter fra Dybdahls Veg og Kong Øisteins Veg, samt fotgjengere som skal krysse Jonsvannsveien.



Figur 65 Faseplan i Dybdahlsvegkrysset for alternativ 0.

Fase	Min. grøntid (s)	Maks. grøntid (s)	Førgrønt fotgjenger (s)	Grøntidsforlengelse (s)	Maks tidsluke for grøntidsforl. (s)	Detektorplassering
K	7	30	0	15	20	300 meter før kryss Stopplinje
A	12	30s	3	8	2	Stopplinje Fotgjengerovergang
B	11	35	3	8	2	Stopplinje Fotgjengerovergang

Tabell 15 Virkemåte til signalanlegget i Dybdahlsvegkrysset for alternativ 0.

6.3 Alternativ 1 – Nåsituasjonen optimalisert

I alternativ 1 er det gjort relativt små endringer i vegsystemet, og det er kun gjort endringer på signalanlegg og feltbruk. Dette alternativet kan derfor implementeres uten store kostnader.

Dybdahlsvegkrysset er endret til at all venstresvingende trafikk i Jonsvannsveien Sør skal kjøre i venstre felt fram til krysset. På det meste er det ca. 100 kjøretøy/time som svinger til venstre her, det vil si omtrent et kjøretøy hvert 30. sekund, og vil derfor ikke hindre kollektivtrafikken i stor grad.

Alle bevegelsene i Jonsvannsveien Sør og Nord skjer i samme signalfase. Ettersom buss ikke kan svinge til venstre uten å være i konflikt med andre trafikanter fra Jonsvannsveien Sør får venstresvingebevegelsen førgrønt i minst 10 sekunder når buss detekteres. Med denne løsningen er det derfor ikke nødvendig å endre geometrien i krysset. En svakhet ved modellen som skal simulere dette er at buss fortsatt kan kjøre i samme signalfase som andre trafikanter i Jonsvannsveien Sør. I de fleste tilfeller ble bussen detektert, utløste førgrønt og kjørte i «bussfasen». Allikevel skjedde det at buss kjørte samtidig med øvrig trafikk i Jonsvannsveien, men dette skjer kun i 10-15% av tilfellene.

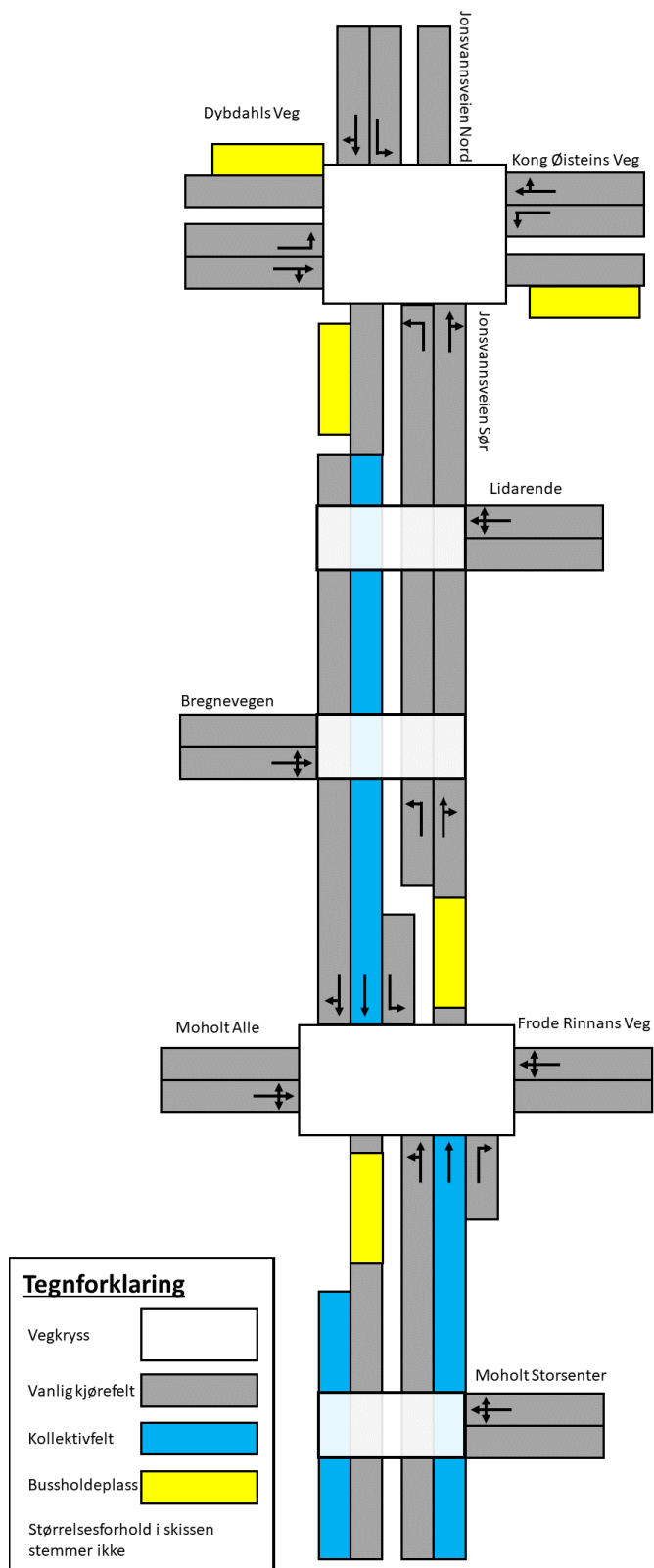
I Frode Rinnans Veg-krysset kan grønttiden nå forlenges dersom flere busser detekteres.

I nordgående kjøreretning, mellom Frode Rinnans Veg- og Dybdahlsveg-krysset er kollektivfeltet fjernet. Her er høyre kjørefelt forbeholdt trafikk som skal rett gjennom eller til høyre i Dybdahlsvegkrysset. Venstre felt er forbeholdt venstresvingende trafikk, som inkluderer busser. Dette reguleres ikke med kollektivfelt for å legge til rette for feltbytter, ettersom det er svært mange de fleste kjøretøy, også buss, må bytte kjørefelt før Dybdahlsvegkrysset.

Utenom dette er Jonsvannsveien utformet på samme måte som alternativ 0.

Alternativ 1 er skissert i Figur 66.

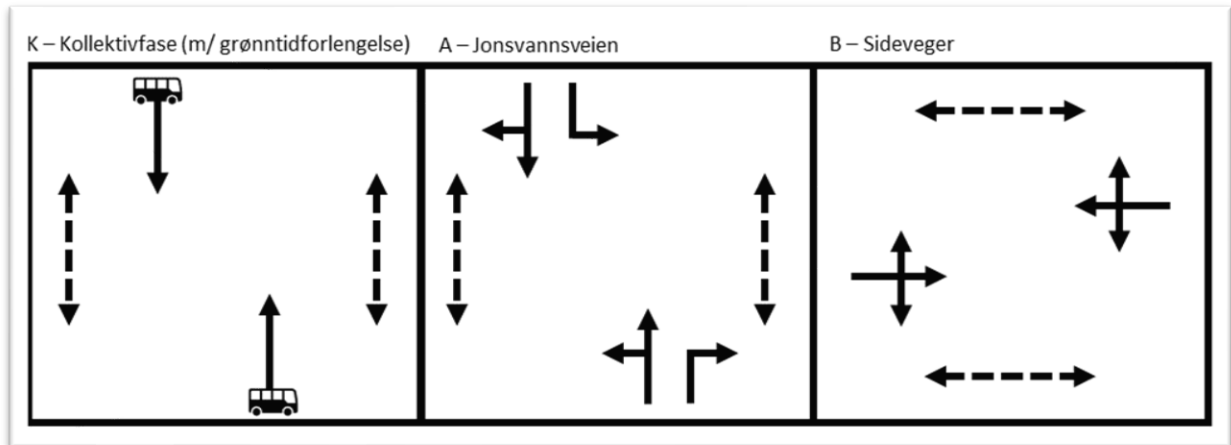
Alternativ 1 – Dybdahlsvegkrysset optimalisert



Figur 66 I Alternativ 1 er Dybdahlsvegkrysset endret for å tillate venstresving i venstre kjørefelt i Jonsvannsveien Sør. I Frode Rinnans Veg-krysset kan kollektivfasen forlenges ved behov

6.3.1 Utforming av signalanlegg

Frode Rinnans Veg-krysset:



Figur 67 Faseplan Frode Rinnans Veg-krysset for alternativ 1.

Signalanlegget har tre faser:

- Kollektivfase som anropes når buss nærmer seg krysset. Fase K kan komme etter både fase A og fase B
- Fase A for trafikk langs Jonsvannsveien. Dette er hvilefase
- Fase B for trafikk fra sidevegene og fotgjengere som skal krysse Jonsvannsveien. Grunnet høyt fotgjengerantall er det som regel fotgjengere som anroper denne fasen.

Fase	Min. grøntid (s)	Maks. grøntid (s)	Førgrønt fotgjenger (s)	Grøntidsforlengelse (s)	Maks tidsluke for grøntidsforl. (s)	Detektorplassering
K	14	14	0	8	15	250 m før kryss Stopplinje
A	8	90	3	6	6	Stopplinje Fotgjengerovergang
B	11	11	3	0	-	Stopplinje Fotgjengerovergang

Tabell 16 Virkemåte til signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset for alternativ 1.

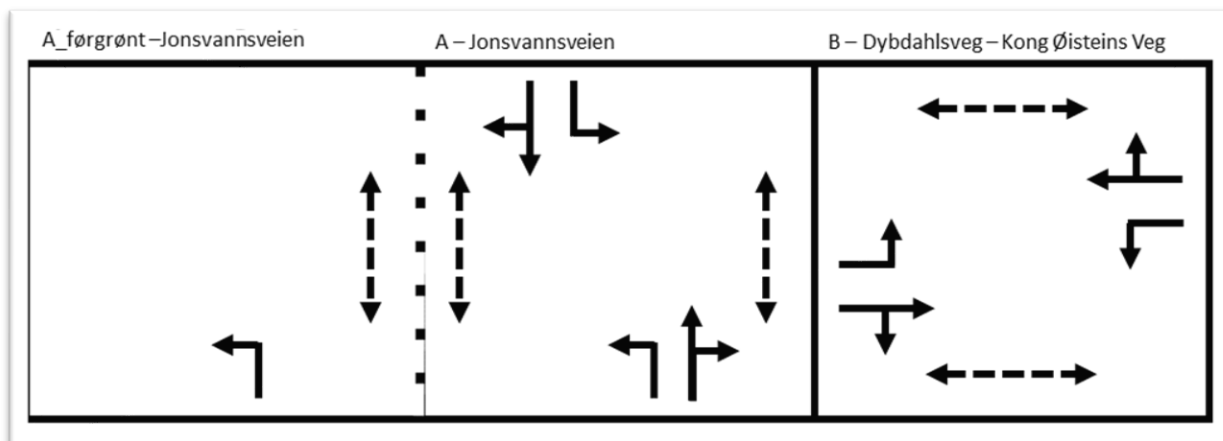
Forskjellen fra alternativ 0 er at grøntiden for buss kan forlenges ved behov.

Dybdahl Veg-krysset:

Signalanlegget har tre faser:

- Kollektivfase som anropes når buss nærmer seg krysset. Fase K kan komme etter både fase A og fase B
- Fase A for trafikanter fra Jonsvannsveien og fotgjengere som krysser Dybdahl Veg og Kong Øisteins Veg.

- Fase B for trafikanter fra Dybdahls Veg og Kong Øisteins Veg, samt fotgjengere som skal krysse Jonsvannsveien.



Figur 68 Faseplan i Dybdahlsvegkrysset for alternativ 1. Stiplet linje mellom fase A_førgrønt og fase A angir at det gis førgrønt når buss detekteres.

Fase	Min. grønttid (s)	Maks. grønttid (s)	Førgrønt fotgjenger (s)	Grøntidsforlengelse (s)	Maks tidsluke for grøntidsforl. (s)	Detektorplassering
A_f.	10	25	0	15	15	300 meter før kryss Stopplinje
A	12	18	0	5	2	Stopplinje Fotgjengerovergang
B	11	25	3	5	2	Stopplinje Fotgjengerovergang

Tabell 17 Virkemåte til signalanlegget i Dybdahlsvegkrysset for alternativ 1.

Førgrønt for fotgjengere aktiveres kun i de tilfeller hvor fotgjengere skal krysse fotgjengerovergang tilhørende den aktuelle fasen.

Geometrien i krysset forblir lik som for alternativ 0. Forskjellen er at venstresvingende trafikk fra Jonsvannsveien sør nå bruker venstre kjørefelt. For å unngå konflikt i fase A mellom buss og andre trafikanter fra Jonsvannsveien Sør, og for å unngå at buss blir hindret av trafikanter fra Jonsvannsveien Nord, får venstresvingende trafikk førgrønt når buss detekteres før krysset. Når buss ikke detekteres, vil alle trafikanter fra Jonsvannsveien Sør og Jonsvannsveien Nord kjøre samtidig. Trafikken i Jonsvannsveien Sør avvikles raskere med venstresvingende kjøretøy i venstre felt, slik at fase A og B har lavere maksimal grønttid.

6.4 Alternativ 2 – Fire gjennomgående kjørefelt

Alternativ 2 er utformet med store endringer i vegsystemet, og er utarbeidet med tanke på de nåværende avviklingsutfordringene i tillegg til ønsket om en mer konvensjonelt vegutforming.

Frode Rinnans Veg-krysset er utformet som vist i Figur 69, «Fire gjennomgående kjørefelt med venstresvingefelt». Dette er valgt for å minke forsinkelser i krysset, både for kollektiv og øvrig trafikk. I tillegg anses en slik utforming som svært gjenkjennelig med andre vegkryss, noe som er svært gunstig for trafikanters forståelse av vegsystemet. Trafikkmengden i krysset faller utenfor kravet til hvorvidt venstresvingefelt bør etableres. Allikevel er det ikke langt unna kravet, og en liten økning i trafikkmengden ville oppfylt kravet. Derfor velger vi å inkludere venstresvingefelt i Frode Rinnans Veg-krysset. Det er ikke høyresvingefelt i krysset da dette anses som unødvendig.

Dybdahlsvegkrysset er i grove trekk likt som for alternativ 1. Forskjellen er at både buss og øvrig trafikk fra Jonsvannsveien Sør avvikles samtidig. For at buss ikke skal bli hindret av trafikk fra Jonsvannsveien Nord gis trafikk i Jonsvannsveien Sør førgrønt når det detekteres kjøretøy i venstre felt.

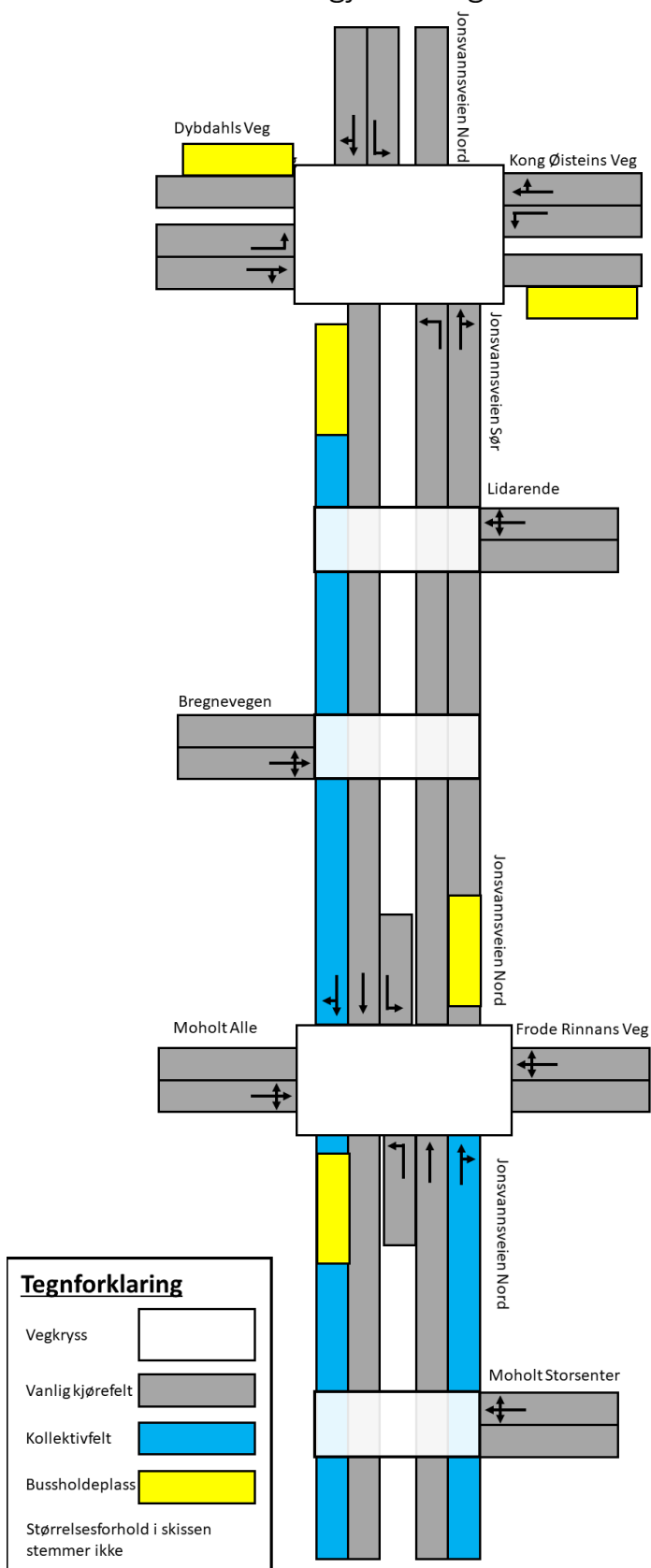
Som i alternativ 1 er det ikke kollektivfelt i nordgående retning mellom Frode Rinnans Veg og Dybdahls Veg. I sørgående retning er kollektivfeltet sidestilt. Det blir relativt mange feltbytter på denne strekningen, hvilket ikke er ideelt. Men dette antas å være uproblematisk avviklingsmessig da trafikantene har en strekning på 500 meter å gjøre dette på. Ettersom det i alternativ 0 her ikke er observert forsinkelser langs strekningen, men heller før Dybdahlsvegkrysset antas det at dette ikke vil påvirke framkommeligheten til buss i særlig grad. Motivasjonen for dette er å legge til rette for feltbytte, og det vil ikke gi buss dårligere framkommelighet da det ikke oppstår forsinkelser langs denne strekningen.

Kollektivfeltene er sidestilt av to grunner

- Det skaper et ensformig kjøremønster langs hele strekningen som er lett å forstå.
- Sidestilte kollektivfelt passer bedre sammen med fire gjennomgående felt i Frode Rinnans Veg-kryss med kantstopp i utfarten.
- Buss i sørgående retning kan fortsette rett fram etter busslommen Østre Berg 2. Dette forutsetter at den 30 meter lange «plomberingen» av høyre kjørefelt fjernes og at det anlegges veg her.
- De færreste kjøretøy svinger av langs Jonsvannsveien, slik at det er uproblematisk å oppheve kollektivfelt for at disse kjøretøyene kan svinge av Jonsvannsveien

Alternativ 2 er illustrert i Figur 69.

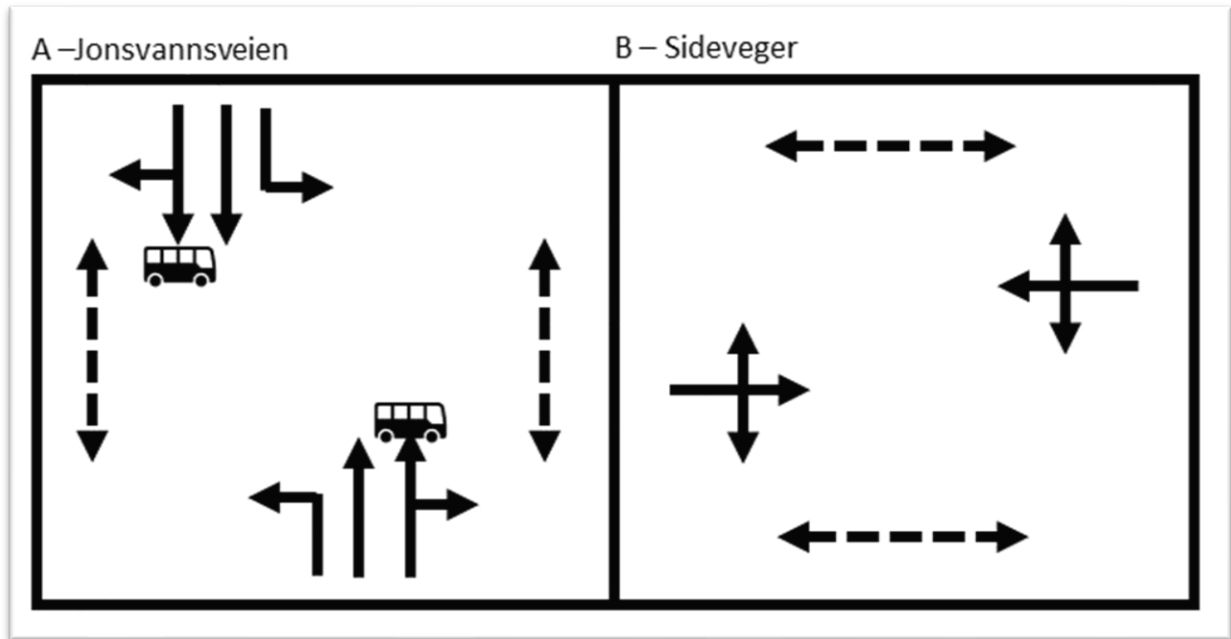
Alternativ 2 – Fire gjennomgående felt



Figur 69 Alternativ 2 er utformet med fire gjennomgående kjørefelt. Kollektivfelt er sidestilt. Dybdahlsvegkrysset tillater buss og andre trafikanter fra Jonsvannsveien Sør i krysset samtidig.

6.4.1 Utforming av signalanlegg

Frode Rinnans Veg-krysset:



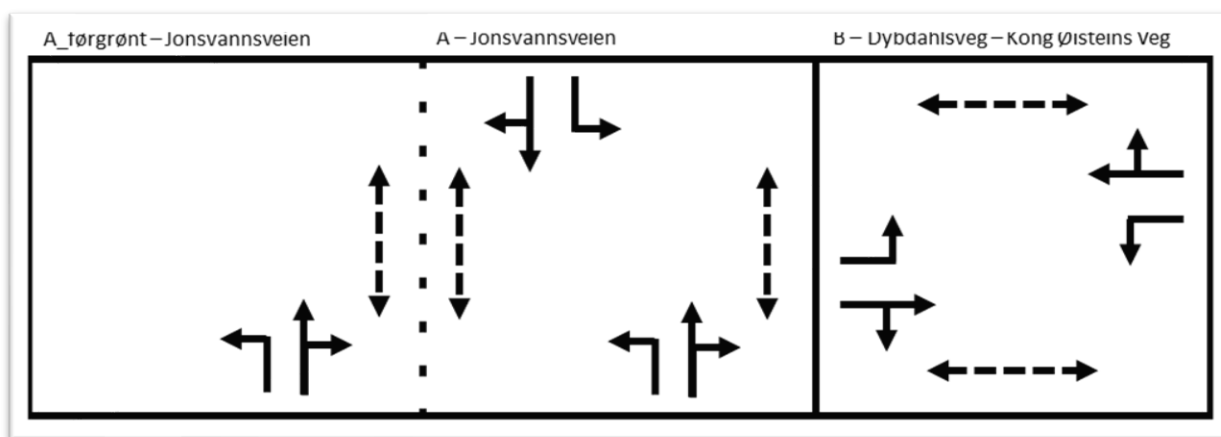
Figur 70 Faseplan i Frode Rinnans Veg-krysset for alternativ 2.

Fase	Min. grøntid (s)	Maks. grøntid (s)	Førgrønt fotgjenger (s)	Grøntidsforlengelse (s)	Maks tidsluke for grøntidsforl. (s)	Detektorplassering
A	8	47	3	8	6	250 meter før kryss i kollektivfelt Stopplinje Fotgjengerovergang
B	11	11	3	0	-	Stopplinje Fotgjengerovergang

Tabell 18 Virkemåte til signalanlegget i Frode Rinnans Veg-krysset for alternativ 2.

I alternativ 2 er Frode Rinnans Veg-krysset utformet med fire gjennomgående felt samt venstresvingefelt. Dette tillater vanlig trafikk samt buss i Jonsvannsveien å avvikles samtidig. Fase A gis høy prioritet ved at grøntiden forlenges i større grad enn i andre kryss i alternativ 0 og alternativ 1, ved å tillate større største tillate tidsluke mellom kjøretøy som anroper signalanlegget. Grunnet reduksjonen fra tre til to faser er omløpstiden redusert til 76 sekunder, og maks grøntid for fase A er 47 sekunder. De to sistnevnte verdiene er valgt noe vilkårlig, men gir ønsket prioritet av buss.

Dybdahlsvegkrysset:



Figur 71 Faseplan i Dybdahlsvegkrysset for alternativ 2. Stiplet linje mellom A_førgrønt og A angir at det gis førgrønt når buss detekteres.

Fase	Min. grøntid (s)	Maks. grøntid (s)	Førgrønt fotgjenger (s)	Grøntidsforlengelse (s)	Maks tidsluke for grøntidsforl. (s)	Detektorplassering
A_f.	10	25	0	10	15	300 meter før kryss i kollektivfelt Stopplinje
A	12	18	0	5	2	Stopplinje Fotgjengerovergang
B	11	25	3	5	2	Stopplinje Fotgjengerovergang

Tabell 19 Virkemåte til signalanlegget i Dybdahlsvegkrysset for alternativ 2.

6.5 Øvrige alternativer som bør utredes

Grunnet tidsbegrensninger i masterarbeidet ble det kun aktuelt å simulere de to nevnte alternative vegutformingene samt nåsituasjonen. Allikevel er det flere aspekter som vil være relevant å undersøke blant annet:

- For Frode Rinnans Veg-krysset utformet med egen kollektivfase: Kan Kollektivfase aktiveres kun i den retning buss kjører? Slik blir ikke i andre kjøreretning unødvendig hindret
- For Frode Rinnans Veg-krysset med fire gjennomgående kjørefelt og venstresvingefelt: Venstresvingende trafikkmengde er relativt lav, og det bør utredes om det er nødvendig med venstresvingefelt

7 Resultater fra trafikksimulering

I dette kapitlet presenteres output fra simulering av Aimsun-modeller. Dette gjøres tematisk som vil si at hver type output beskrives i et eget delkapittel for alle tre alternativene. Dette er gjort for at det skal være enklere å sammenligne et gitt aspekt for hvert av de tre alternative vegutformingene. Hvor det har vært mulig er tabeller og grafer farget slik at alternativ 0 er blått, alternativ 1 er oransje og alternativ 2 er grått.

Følgende typer output-data er hentet fra trafikksimulering i Aimsun:

- Servicenivå i de signalregulerte kryssene; Frode Rinnans Veg-krysset og Dybdahlsvegkrysset
- Analyse av reisetid for ulike kjøreruter (subpath-analyse)
- Statistikk for hele vegsystemet hvor reisetid oppgis for ulike kjøretøytyper i sekunder/km.

7.1 Servicenivå i signalregulerte kryss

Tabell 20 og Tabell 21 angir servicenivået i henholdsvis Frode Rinnans Veg-krysset og Dybdahlsvegkrysset. Servicenivå er beregnet for ettermiddagsmakstimen som angitt i Highway Capacity Manual (Transportation Research Board, 2016).

Servicenivå i Frode Rinnans Veg-krysset

	100% trafikk	125% trafikkmengde
Alternativ 0		
Alternativ 1		
Alternativ 2		

Tabell 20 Servicenivå i Frode Rinnans Veg-krysset.

Servicenivå i Dybdahlsvegkrysset		
	100% trafikk	125% trafikkmengde
Alternativ 0	<p>Diagram showing traffic signal phases for 100% traffic volume. The intersection is a crossroad with Dybdahls Veg (yellow) on the west, Jonsv. Nord (orange) on the north, Kong Øisteins Veg (orange) on the east, and Jonsv. Sør (green/red) on the south. Signal phases are labeled A, B, C, and E.</p>	<p>Diagram showing traffic signal phases for 125% traffic volume. The intersection is a crossroad with Dybdahls Veg (yellow) on the west, Jonsv. Nord (orange) on the north, Kong Øisteins Veg (red) on the east, and Jonsv. Sør (green/black) on the south. Signal phases are labeled A, B, C, D, and F.</p>
Alternativ 1	<p>Diagram showing traffic signal phases for 100% traffic volume. The intersection is a crossroad with Dybdahls Veg (green) on the west, Jonsv. Nord (yellow) on the north, Kong Øisteins Veg (yellow) on the east, and Jonsv. Sør (orange) on the south. Signal phases are labeled A, B, and C.</p>	<p>Diagram showing traffic signal phases for 125% traffic volume. The intersection is a crossroad with Dybdahls Veg (green) on the west, Jonsv. Nord (yellow) on the north, Kong Øisteins Veg (yellow) on the east, and Jonsv. Sør (black) on the south. Signal phases are labeled A, B, and F.</p>
Alternativ 2	<p>Diagram showing traffic signal phases for 100% traffic volume. The intersection is a crossroad with Dybdahls Veg (yellow) on the west, Jonsv. Nord (yellow) on the north, Kong Øisteins Veg (orange) on the east, and Jonsv. Sør (yellow) on the south. Signal phases are labeled B and C.</p>	<p>Diagram showing traffic signal phases for 125% traffic volume. The intersection is a crossroad with Dybdahls Veg (yellow) on the west, Jonsv. Nord (yellow) on the north, Kong Øisteins Veg (orange) on the east, and Jonsv. Sør (yellow) on the south. Signal phases are labeled B and C.</p>

Tabell 21 Servicenivå i Dybdahlsvegkrysset.

7.2 Subpath-analyse

Her angis resultater fra subpath-analyse som beregnet for makstimen 15.30-16.30. Subpath-ene er beskrevet i kapittel 4.3.64.3.6

7.2.1 Gjennomsnittlig reisetid i makstimen

Gjennomsnittlig reisetid i hver subpath beregnes for makstimen 15.30 til 16.30 for hvert alternativ og er angitt i de tre følgende tabeller:

Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 0			
Subpath	Kjøretøytype	Reisetid (sek) (100% trafikk)	Reisetid (sek) (125% trafikk)
Nordgående	Buss	158,4	181,9
	Personbil	167,7	480,6
Sørgående	Buss	174,8	185,5
	Personbil	125,2	128,1
Vestgående	Buss	70,6	78,7

Tabell 22 Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 0 mellom 15.30 og 16.30.

Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 1			
Subpath	Kjøretøytype	Reisetid (sek) (100% trafikk)	Reisetid (sek) (125% trafikk)
Nordgående	Buss	156,5	165,5
	Personbil	142,5	206,5
Sørgående	Buss	157,6	163,5
	Personbil	117,0	124,7
Vestgående	Buss	54,0	53,9

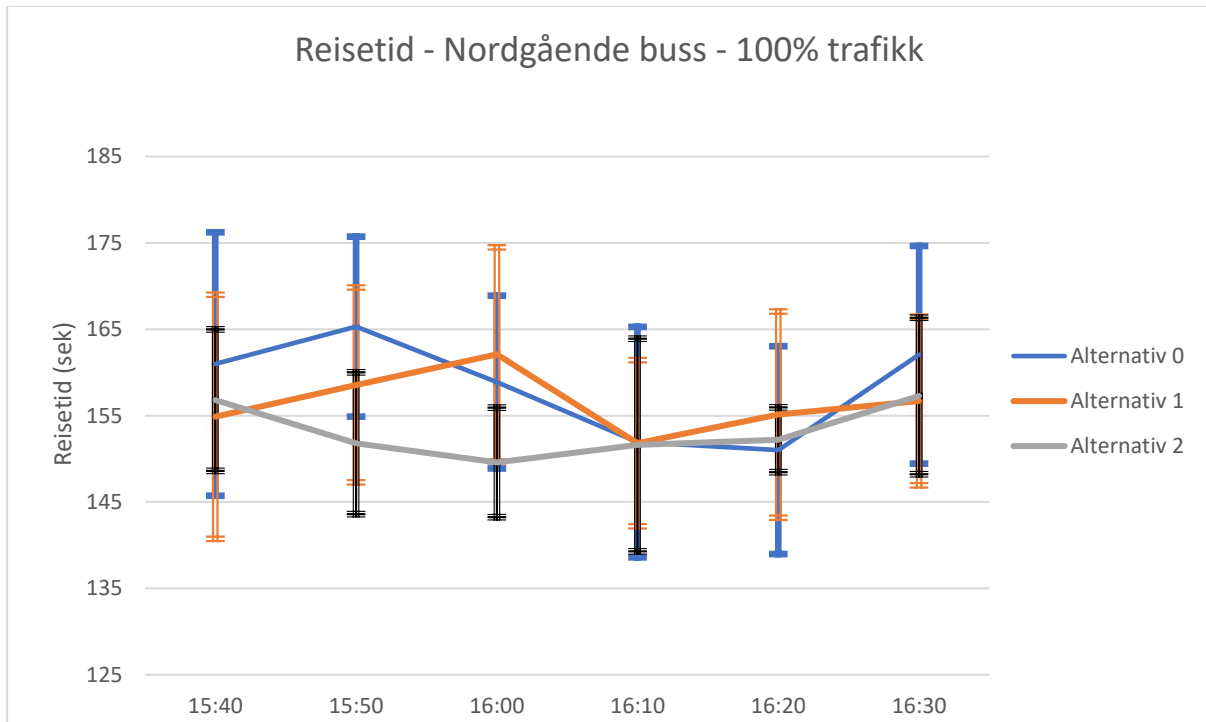
Tabell 23 Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 1 mellom 15.30 og 16.30.

Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 2			
Subpath	Kjøretøytype	Reisetid (sek) (100% trafikk)	Reisetid (sek) (125% trafikk)
Nordgående	Buss	153,2	157,1
	Personbil	103,3	104,7
Sørgående	Buss	157,6	165,6
	Personbil	112,7	116,1
Vestgående	Buss	60,0	71,6

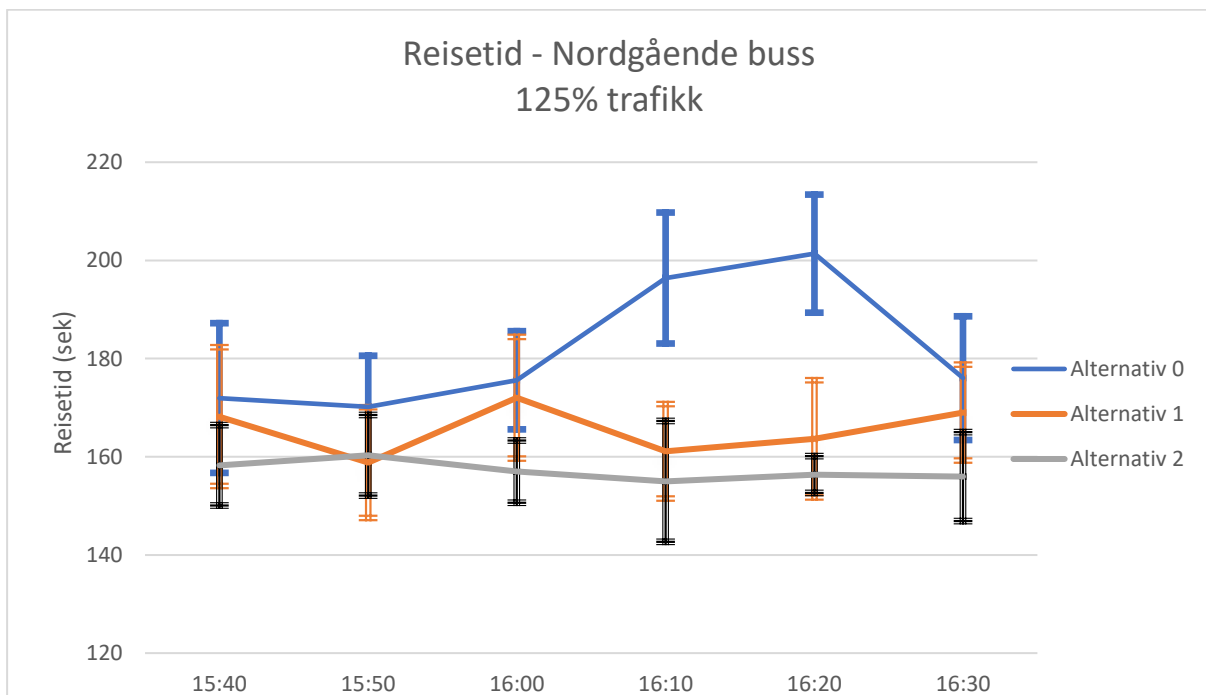
Tabell 24 Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 2 mellom 15.30 og 16.30.

Videre følger grafer over reisetid for hver subpath for kollektivtrafikk og personbiltrafikk.

7.2.2 Nordgående buss

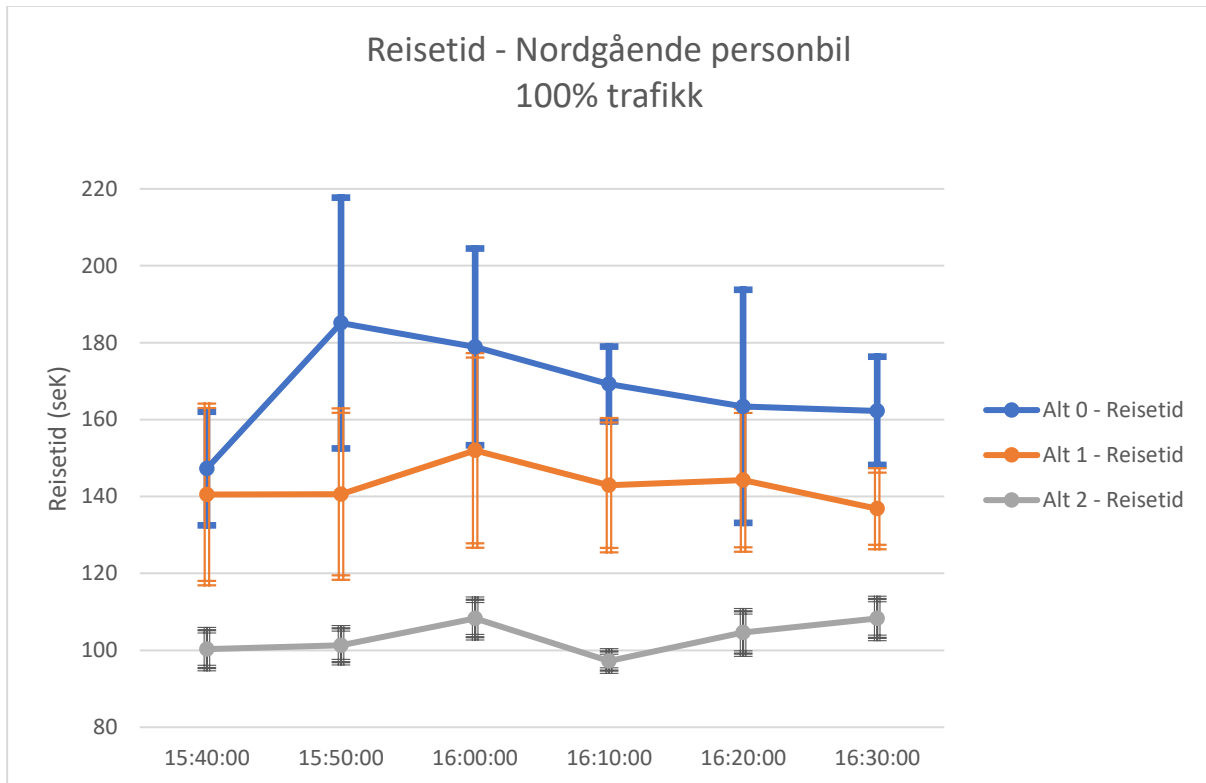


Figur 72 Reisetid for nordgående buss ved 100% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik.

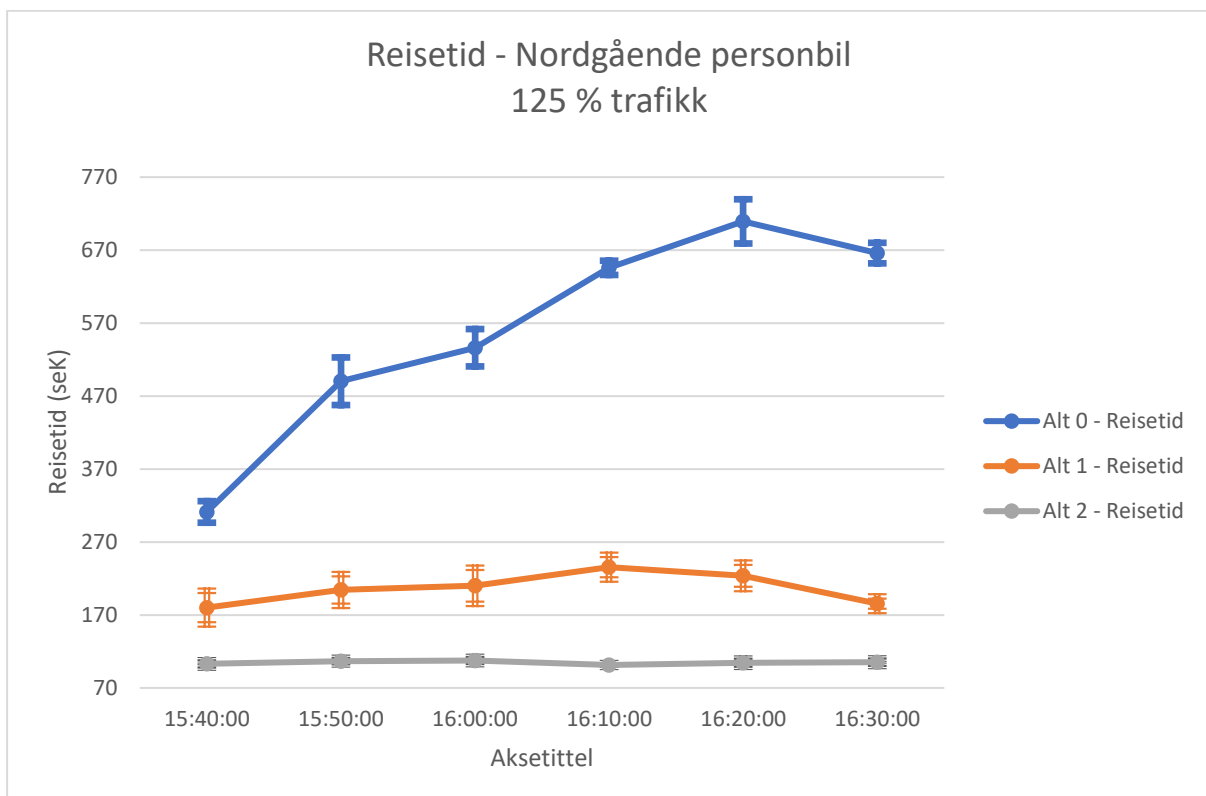


Figur 73 Reisetid for nordgående buss ved 125% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik.

7.2.3 Nordgående personbil

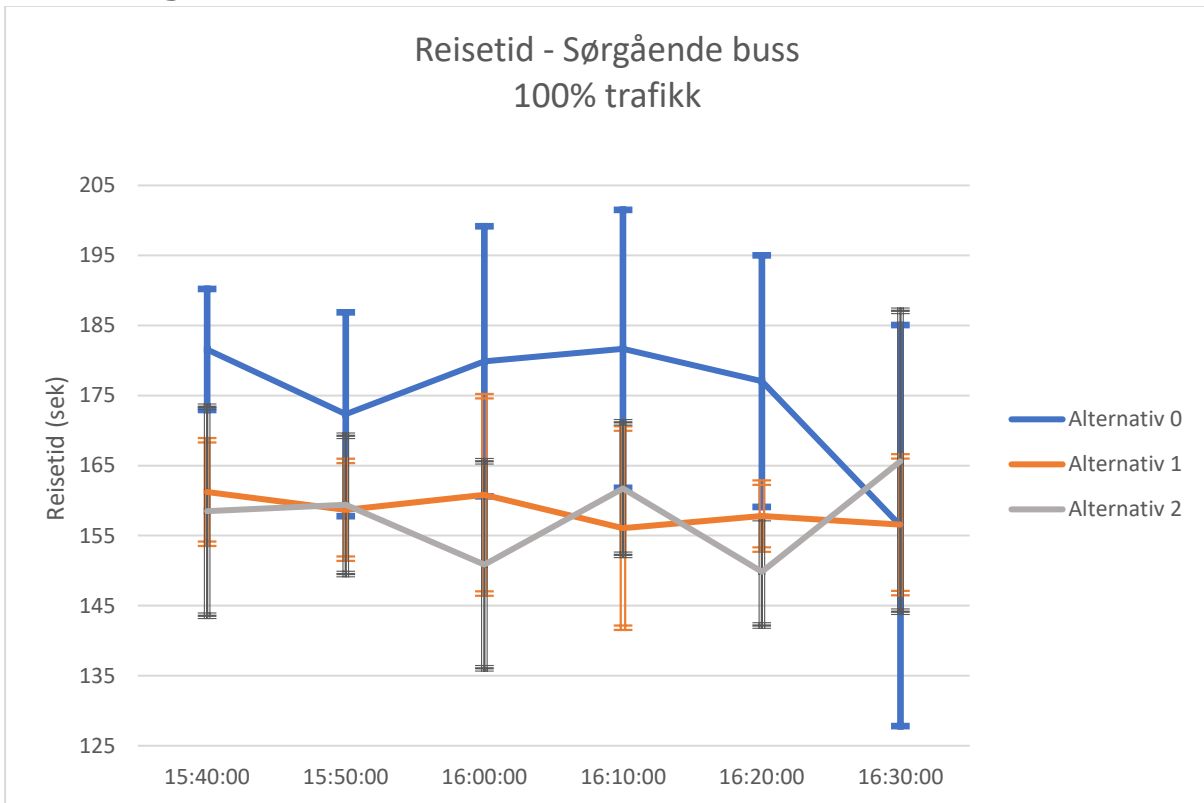


Figur 74 Reisetid for nordgående personbil ved 100% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik

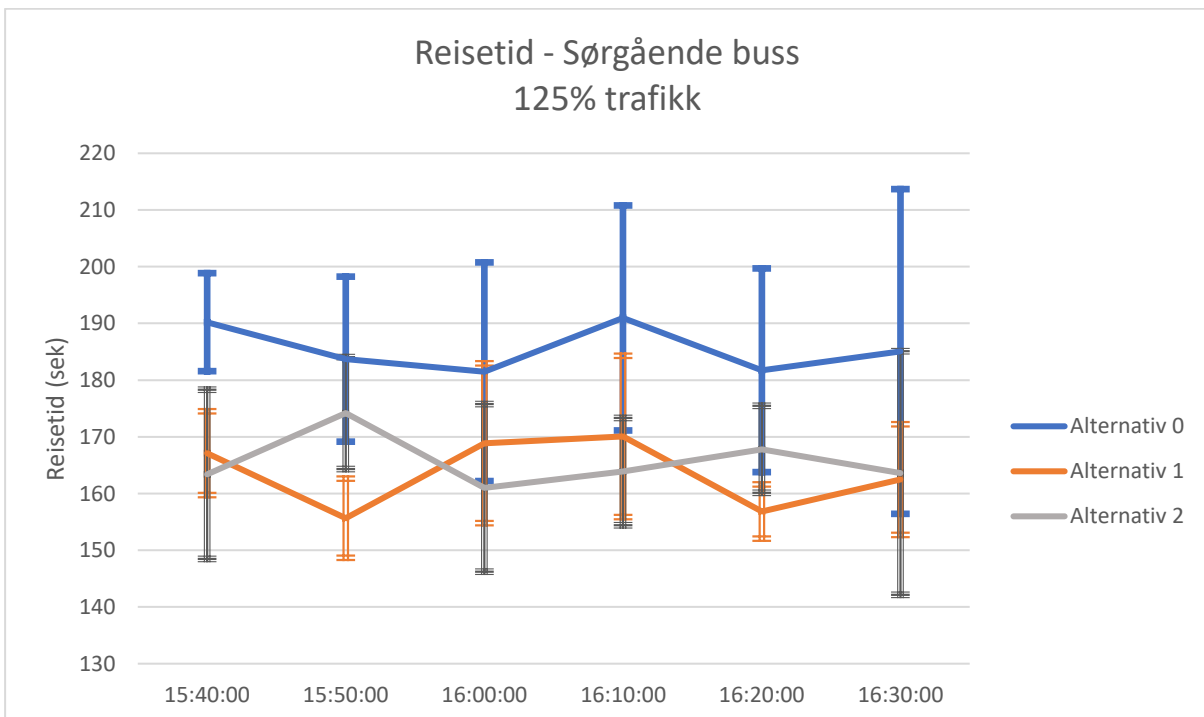


Figur 75 Reisetid for nordgående personbil ved 125% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik.

7.2.4 Sørgående buss

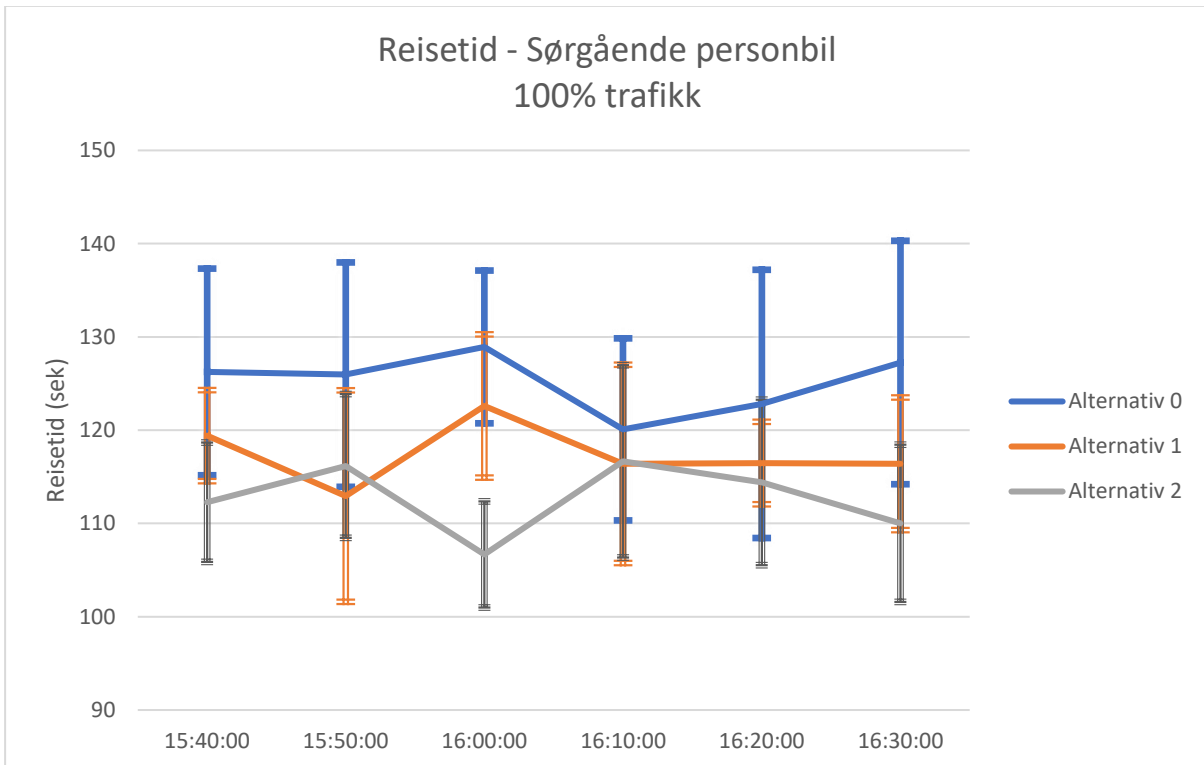


Figur 76 Reisetid for sørgående buss ved 100% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik

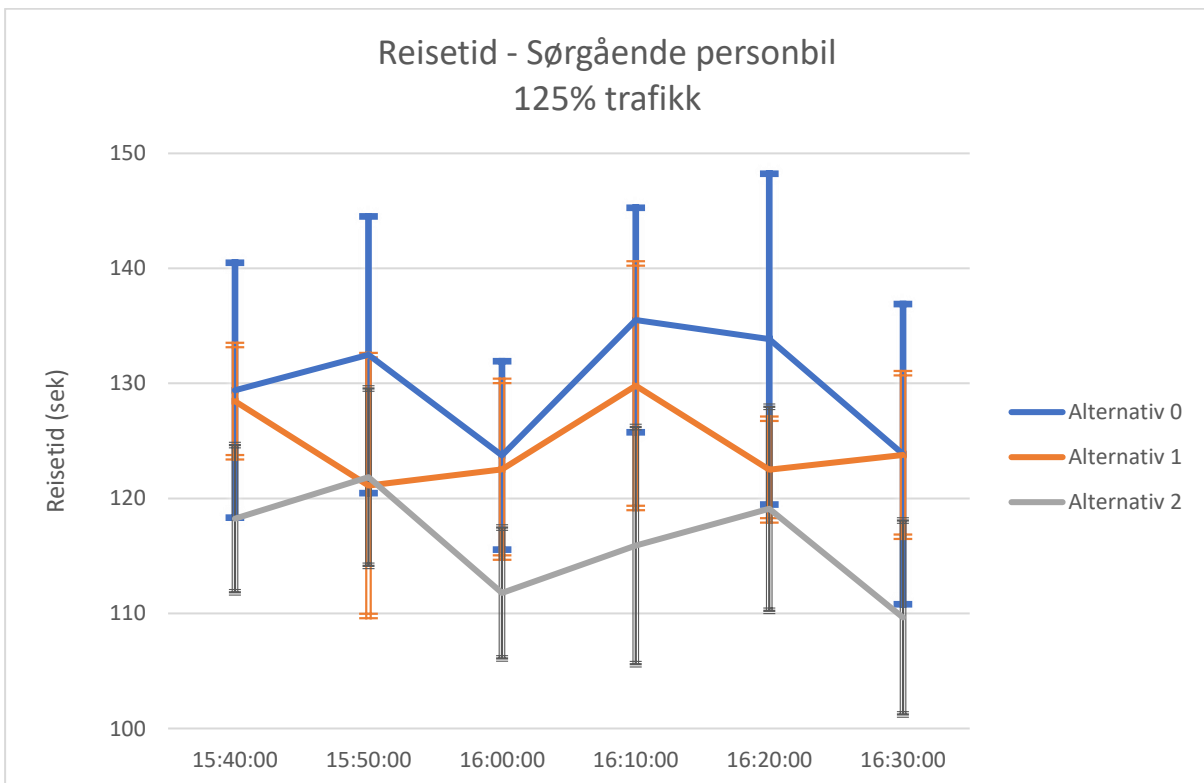


Figur 77 Reisetid for sørgående buss ved 125% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik.

7.2.5 Sørgående personbil

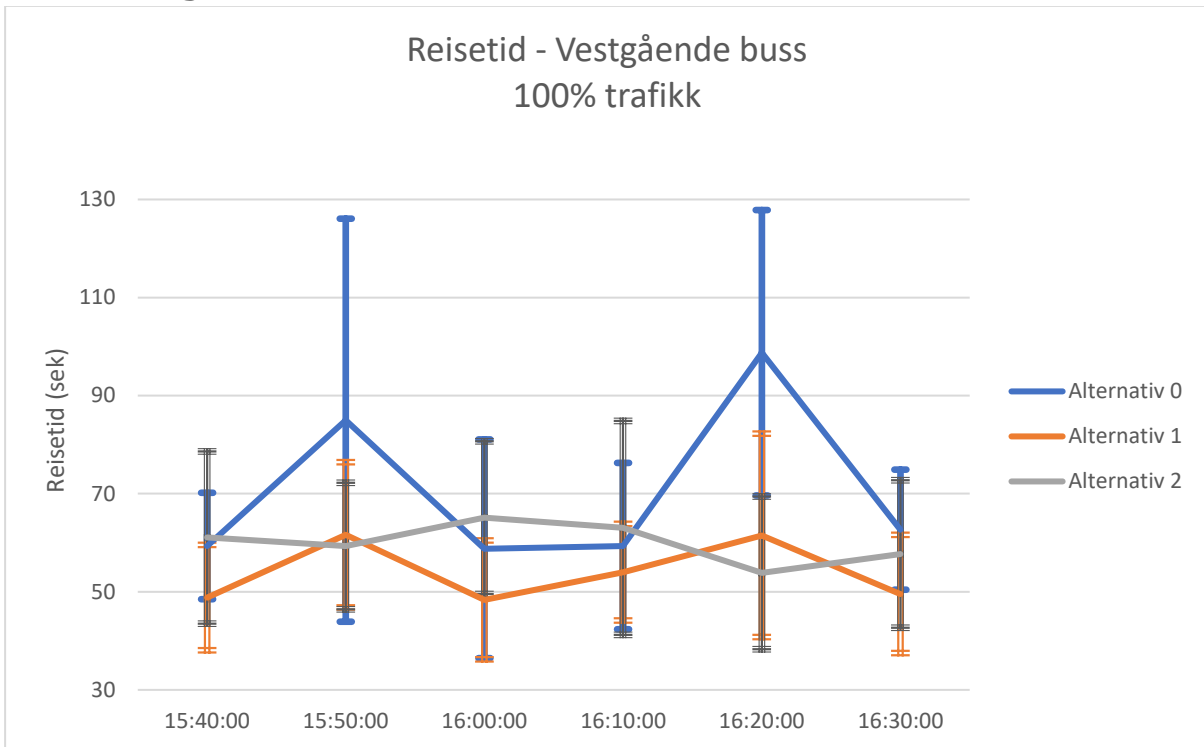


Figur 78 Reisetid for sørgående personbil ved 100% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik

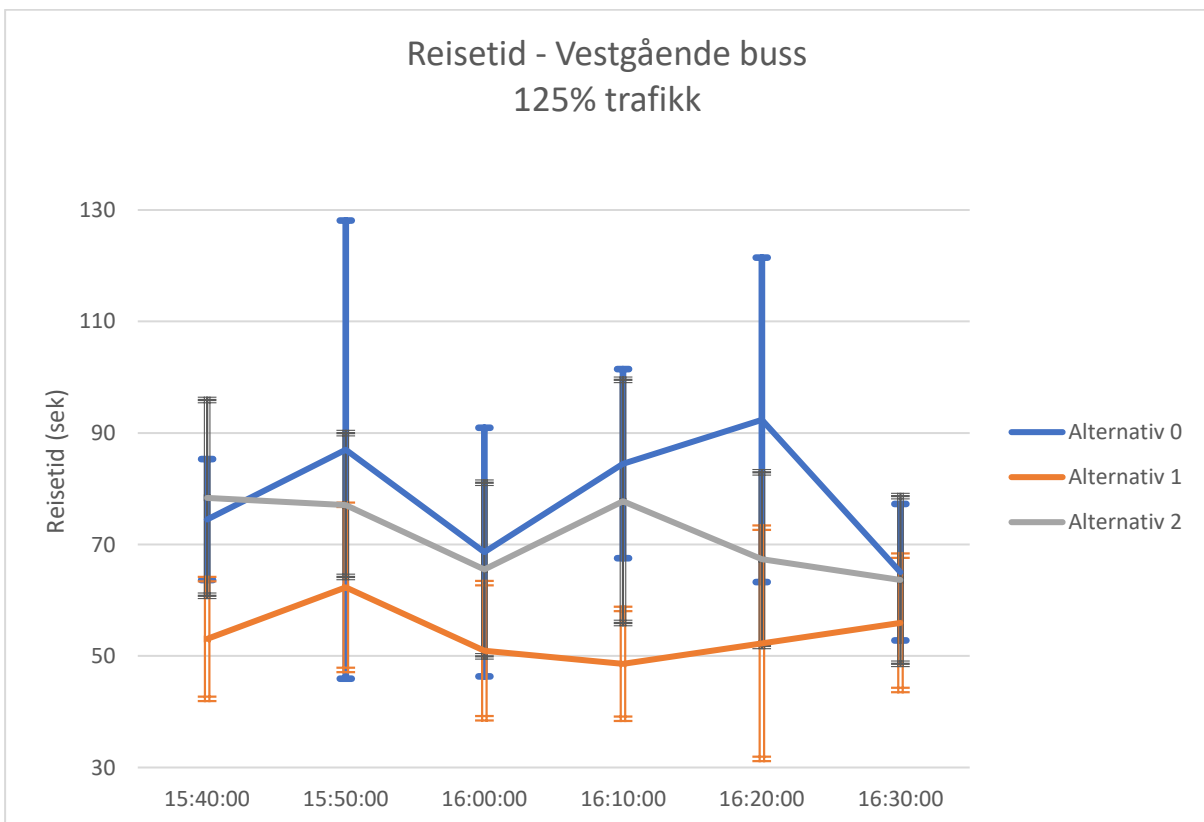


Figur 79 Reisetid for sørgående personbil ved 125% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik.

7.2.6 Vestgående buss



Figur 80 Reisetid for vestgående buss ved 100% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik



Figur 81 Reisetid for vestgående buss ved 125% trafikkmengde for hvert av de forskjellige alternativene, vist med blå, oransje og grå linje. Usikkerhetsstolpene er farget tilsvarende som reisetidsgrafene, og angir et standardavvik.

7.3 Reisetid for hele vegsystemet

Følgende tabeller angir reisetid for hele vegsystemet, i sekunder/km, for hver alternative vegutforming og trafikkmengde.

7.3.1 Alternativ 0

100% trafikkmengde			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Travel Time - Buss	198,9	7,47	sec/km
Travel Time - Personbil	187,92	4,24	sec/km
Travel Time - Metrobuss (endret "buss")	179,56	2,86	sec/km

Tabell 25 Reisetid for alternativ 0 med 100% trafikkmengde. Sammenfattet for hele vegsystemet.

125 % Trafikkmengde			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Travel Time - Buss	214,64	12,92	sec/km
Travel Time - Personbil	325,72	32	sec/km
Travel Time - Metrobuss (endret "buss")	189,59	4,38	sec/km

Tabell 26 Reisetid for alternativ 0 med 125% trafikkmengde. Sammenfattet for hele vegsystemet.

7.3.2 Alternativ 1

100% trafikkmengde			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Travel Time - Buss	174,86	3,13	sec/km
Travel Time - Personbil	148,7	2,73	sec/km
Travel Time - Metrobuss (endret "buss")	170,43	3,04	sec/km

Tabell 27 Reisetid for alternativ 1 med 100% trafikkmengde. Sammenfattet for hele vegsystemet.

125% trafikkmengde			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Travel Time - Buss	179,03	5,41	sec/km
Travel Time - Personbil	181,27	18,81	sec/km
Travel Time - Metrobuss (endret "buss")	175,79	5,43	sec/km

Tabell 28 Reisetid for alternativ 1 med 125% trafikkmengde. Sammenfattet for hele vegsystemet.

7.3.3 Alternativ 2

100% trafikkmengde			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Travel Time - Buss	183,79	6,12	sec/km
Travel Time - Personbil	131,04	2,08	sec/km
Travel Time - Metrobuss (endret "buss")	164,89	2,14	sec/km

Tabell 29 Reisetid for alternativ 2 med 100% trafikkmengde. Sammenfattet for hele vegsystemet.

125% trafikkmengde			
Time Series	Value	Standard Deviation	Units
Travel Time - Buss	195,53	8,84	sec/km
Travel Time - Personbil	147,53	4,23	sec/km
Travel Time - Metrobuss (endret "buss")	170,23	2,51	sec/km

Tabell 30 Reisetid for alternativ 2 med 125% trafikkmengde. Sammenfattet for hele vegsystemet.

8 Diskusjon av trafikksimuleringer

I dette kapittelet diskuteres resultater fra Aimsun-simuleringene. De tre alternative vegutformingene er beskrevet i detalj i kapittel 6. Bakgrunn for hvilke output-data som ble vurdert er diskutert i kapittel 4.3.6. Resultater fra Aimsun-simuleringene er angitt i kapittel 7.

8.1 Servicenivå i signalregulert kryss

Kapittel 7.1 angir servicenivå i Frode Rinnans Veg-krysset og Dybdahlsvegkrysset for de alternative vegutformingene ved 100% og 125% trafikkmengde.

Frode Rinnans Veg-krysset:

Buss og annen trafikk i Jonsvannsveien kjører i separate faser i alternativ 0 og alternativ 1. Derfor angis to servicenivåer ved innfartene Jonsvannsveien Nord og Sør. Ved alternativ 2 kjører trafikken i samme fase, og derfor angis derfor kun et servicenivå for innfartene.

Fase med kollektivtrafikk har svært godt servicenivå for alle tre alternativene. Ved økt trafikkmengde synker servicenivået til B for alternativ 0 og 1, mens alternativ 2 har nivå A. Dette er som forventet ettersom buss prioriteres gjennom krysset i alle alternativene, og at buss i alternativ 2 deler fase med annen trafikk langs Jonsvannsveien og dermed har mer grøntid.

For øvrig trafikk langs Jonsvannsveien er det forskjellig servicenivå ved ulike kryssutforming. Ved alternativ 0 har vegarmen Jonsvannsveien Sør servicenivå D, mens vegarmen fra nord er på nivå C. Forskjellen kan forklares av at det er noe mer trafikk fra sør enn fra nord. Dette tyder på betydelig forsinkelse før krysset. Ved alternativ 1 er servicenivåene her det samme. Alternativ 2 gir imidlertid mye bedre resultat og begge innfartene har servicenivå A ved både 100% og 125% trafikkmengde.

Sideveiene Frode Rinnans Veg og Moholt Allé har servicenivå C ved alternativ 2 ved både 100% og 125% trafikk. Ved alternativ 0 og 1 er det større forsinkelse slik at nivået er D.

Denne servicenivåanalysen tyder på at dersom krysset var utformet på en mer konvensjonell måte med fire gjennomgående felt (alternativ 2), ville det gitt mye bedre avvikling for alle trafikanter enn den nåværende kryssutformingen gir. Denne analysen har ikke funnet forskjell mellom alternativ 0 og 1.

Dybdahlsvegkrysset:

Buss og annen trafikk fra Jonsvannsveien Sør kjører i forskjellig fase i alternativ 0, slik at det angis et servicenivå for hvert felt. For alternativ 1 og 2 kjører denne trafikken i en fase, selv om buss prioriteres gjennom krysset i forhold til andre trafikanter i fasen, slik at det angis kun et servicenivå for vegarmen. Ettersom buss prioriteres gjennom krysset og dermed har lavere forsinkelse enn andre trafikanter, blir ikke dette tatt hensyn til i

servicenivåanalysen. Fra Kong Øisteins Veg kjører rute 13. Fra Dybdahlsveg kjører rute 3, 13, 14 og FB73. Fra Jonsvannsveien Sør kjører rute 3, 14 og FB73. For bussframkommelighet er derfor servicenivået i Dybdahlsveg og Jonsvannsveien Sør viktigst i denne analysen.

Trafikk fra Dybdahlsveg har i alternativ 0 servicenivå B. Ved alternativ 1 forbedres dette til nivå A, og ved alternativ 2 er nivået B. Servicenivå endres ikke ved større trafikkmengde. Således gir alternativ 1 lavest forsinkelse for trafikk fra Dybdahls Veg.

Servicenivået i Jonsvannsveien Sør bedres betraktelig når vegutformingen endres. For alternativ 0, 1 og 2 er servicenivået henholdsvis E, C og B. Som tidligere diskutert prioriteres buss gjennom krysset ved alternativ 1 og 2 slik at det faktiske servicenivået for buss fra Jonsvannsveien Sør er mye bedre enn det som er angitt her, da servicenivået er beregnet ut ifra alle kjøretøy i innfarten. Innfarten har servicenivå F ved 125% trafikkmengde for alternativ 0 og 1. For alternativ 2 forblir nivået B. Dette tyder på at alternativ 2 er best for denne innfarten.

Kong Øisteins Veg har servicenivå C, B og C for henholdsvis alternativ 0, 1 og 2. Ved økt trafikkmengde forverres servicenivået i alternativ 0 til nivå D. Servicenivået endres ikke for alternativ 1 og 2. Alternativ 1 er derfor best for Kong Øisteins Veg.

Vegarmen Jonsvannsveien Nord har servicenivå C for alternativ 0, og nivå B ved alternativ 1 og 2. Servicenivået endres ikke av økt trafikkmengde.

Dette tyder på at alternativ 1 og 2 gir bedre avvikling enn alternativ 0. Alternativ 1 er trolig den beste løsning da den gir best framkommelighet for Dybdahls Veg og Kong Øisteins Veg. Selv om Jonsvannsveien Sør avvikles bedre i alternativ 2 prioriteres buss gjennom krysset og bør ha tilstrekkelig framkommelighet. En stor svakhet ved alternativ 1 er imidlertid det svært dårlige servicenivået for Jonsvannsveien Sør ved økt trafikkmengde. Alternativ 2 tolkes som er mer robust løsning.

8.2 Subpath-analyse

Det er ikke ment at reisetiden skal sammenlignes for ulike subpath-er, ettersom de har ulike kjøreruter. For eksempel «Nordgående personbil» foretar venstresving i Dybdahlsvegkrysset, og må derfor vike, slik at reisetiden øker. «Sørgående personbil» foretar her høyresving uten primærkonflikt, og vil derfor ha mindre forsinkelse gjennom krysset. Derfor sammenlignes kun reisetid innad i en subpath.

Nordgående buss:

Simuleringene viser at reisetiden for buss er mellom 153 og 158 sekunder for de tre alternativene, altså er det ingen signifikant forskjell i reisetid. Dette er som forventet ettersom Jonsvannsveien er utformet for å prioritere kollektivtrafikk. Ved økt trafikkmengde øker reisetidsforskjellen og blir særlig stor for alternativ 0, som øker med 24 sekunder når trafikken vokser til 125%. Alternativ 1 gir noe lavere reisetid, og alternativ 2 gir lavest reisetid og er således den mest robuste vegutforming med for nordgående busser.

Nordgående personbil:

Det er forholdsvis stor forskjell i reisetid for personbiler i nordgående retning. Standardavviket er relativt stort både for alternativ 0 og alternativ 1, hvilket tyder på at reisetiden varierer i mye større grad enn den gjør ved alternativ 2. Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 0, 1 og 2 er henholdsvis 168, 143 og 103 sekunder. Dette vil si at reisetiden ville reduseres med et minutt dersom Jonsvannsveien var utformet med fire gjennomgående kjørefelt. Dette er en meget stor tidsbesparelse med tanke på at strekningen kun er 900 meter lang. Størrelsen på standardavvikene tyder på at denne reisetidsreduksjonen er svært sannsynlig.

Ved økt trafikkmengde vokser reisetiden for alternativ 0 dramatisk da den mangedobles. Dette viser at vegutformingen er svært lite robust. Reisetiden for alternativ 1 øker fra 143 til 207 sekunder. Reisetid er mest robust for alternativ 2 og endres ikke av større trafikkmengde.

Sørgående buss:

For sørgående busser har alternativ 0 noe lengre reisetid, med et gjennomsnitt på 175 sekunder. For alternativ 1 og 2 er reisetiden henholdsvis 164 og 166 sekunder. Dette er som forventet da omløpstiden er redusert i Dybdahlsvegkrysset, slik at sørgående busser raskere kommer seg gjennom krysset ettersom de ikke må vente like lenge på egen fase. Ved økt trafikkmengde øker gjennomsnittlig reisetid med omtrent 10 sekunder for hvert av alternativene. Således er alternativ 1 og 2 tilsvarende gode for å sikre framkommelighet for buss i sørgående retning.

Sørgående personbil:

Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 0, 1 og 2 er henholdsvis 125, 117 og 113 sekunder. Dette er en forholdsvis liten reduksjon i reisetid sammenlignet med tidsbesparelsen for nordgående personbiler, som trolig kan forklares av flaskehalsen Dybdahlsveg ikke er like hindrende for sørgående personbiler. Standardavvik tyder på at reisetidsreduksjonen er sannsynlig, mens forskjellen mellom alternativ 1 og 2 ikke er signifikant. Ved økt trafikkmengde øker reisetiden noe, og er best for alternativ 2.

Vestgående buss:

Gjennomsnittlig reisetid for alternativ 0, 1 og 2 er henholdsvis 71, 54 og 60 sekunder, og er således forholdsvis lik for de tre alternativene selv om alternativ 0 tidvis har store forsinkelser. Ved økt trafikkmengde er gjennomsnittlig reisetid henholdsvis 79, 54 og 72 sekunder. Altså avvikles vestgående buss best dersom Dybdahlsvegkrysset var utformet som i alternativ 1.

8.3 Reisetid for hele vegsystemet

Bussrute 13, 14 og FB73 modelleres med kjøretøytypen «Buss» og bussrute 3 modelleres med «Metrobuss (endret buss)». Aimsun sammenfatter automatisk output for hver kjøretøytype. Derfor angis reisetid/km for hver av disse busstypene.

Reisetid/km for metrobuss gir et godt bilde av den generelle framkommeligheten for buss langs Jonsvannsveien. Ved 100% trafikkmengde er reisetid/km for buss for alternativ 0, 1 og 2 henholdsvis 180, 170 og 165 sek/km. Ved 125% trafikkmengde er reisetiden henholdsvis 190, 176 og 170. Altså er reisetid/km best ved alternativ 2.

Reisetidsforskjellen er større enn flere av standardavvikene, slik at forskjellen er meget sannsynlig. Dette tyder på at buss vil få bedre framkommelighet om Jonsvannsveien utformes som alternativ 1 eller alternativ 2.

For kjøretøytypen «buss» er reisetid/km 199, 175 og 184 sek/km for henholdsvis alternativ 0, 1 og 2. Analyse av servicenivå viser at Dybdahls Veg og Kong Øisteins Veg har lavere forsinkelse i alternativ 1 enn ved alternativ 2, og det er trolig dette trekker ned reisetiden for «buss» i alternativ 1. Ved 125% trafikkmengde er reisetid/km 215, 179 og 196 sek/km. For dette aspektet gir derfor alternativ 1 best avvikling og er den mest robuste løsningen.

For personbil er reisetid for alternativ 0, 1 og 2 henholdsvis 188, 149 og 131 sek/km. Reisetidsreduksjonen som oppnås ved alternativ 1 og 2 er meget sannsynlig grunnet standardavvik på 2-7 sek/km. Når trafikkmengden økes til 125% blir reisetid henholdsvis 326, 181 og 147 sekunder. Her er standardavvik fra 4-32 sek/km. Alternativ 1 og 2 er betydelig mer robuste enn alternativ 0, og gir store tidsbesparelser for personbiltrafikken. Med hensyn til dette gir alternativ 2 bedre avvikling enn alternativ 1.

8.4 Sammenligning av alternativene

Et av forskningsspørsmålene i denne masteroppgaven er hvorvidt alternativ utforming kan være hensiktsmessig både for kollektivtrafikk og øvrige trafikanter. I dette delkapittelet skal vi derfor diskutere framkommelighet i alternativ 1 og 2 i forhold til nåsituasjonen simulert som alternativ 0.

Som diskutert i de foregående delkapitlene har alternativ 1 følgende fordeler i forhold til alternativ 0 med hensyn til trafikkavvikling:

- Sørgående busser sparer omtrent 10 sekunder i reisetid
- Vestgående busser sparer omtrent 15 sekunder i reisetid
- Reduserer reisetid for nordgående personbiler med 25 sekunder
- Reisetidsreduksjon for sørgående personbiler er omtrent 10 sekunder
- For hele vegsystemet reduseres reisetid/km for personbiler fra 188 til 149 sek/km
- Dybdahlsvegkrysset har best servicenivå for flest vegarmer utformet som i alternativ 1

Alternativ 2 har videre en rekke fordeler, og gir på flere måter bedre framkommelighet til flere enn alternativ 1 gjør. I forhold til alternativ 0 har alternativ 2 følgende fordeler:

- Sørgående busser sparer omtrent 10 sekunder i reisetid
- Vestgående busser sparer omtrent 10 sekunder i reisetid
- Reisetid for nordgående personbiler reduseres med 65 sekunder
- Reisetidsreduksjon for sørgående personbiler er omtrent 10 sekunder
- Prioriterer trafikk langs Jonsvannsveien gjennom Frode Rinnans Veg-krysset
- For hele vegsystemet reduseres reisetid/km for personbiler fra 188 til 131 sek/km
- Frode Rinnans Veg-krysset har best servicenivå for alle vegarmer utformet som i alternativ 2

Nåsituasjonen modellert som alternativ 0 gir kollektivtrafikk god framkommelighet, og det er i størst grad personbiler som forsinkes. Resultatene fra simuleringene i Aimsun tyder på at det er ingen fordeler med den nåværende utformingen av Jonsvannsveien i forhold til alternativ 1 og alternativ 2.

Alternativ 1 gir på noen måter bedre framkommelighet enn alternativ 2, særlig i Dybdahlsvegkrysset. Det er rimelig å anta at Dybdahlsvegkrysset i alternativ 2 kunne vært utformet mer optimalt enn det som er brukt i trafikkmodellen. Dette taler for å kombinere elementer fra alternativ 1 og alternativ 2 for å finne en optimal utforming av Jonsvannsveien. Grunnet tidsbegrensninger ble det ikke mulig å modellere flere alternativer enn de tre som er beskrevet her.

8.5 Svakheter i Aimsun-modellen

Det er usikkerhet i disse resultatene. Det er flere svakheter i selve Aimsun-modellen, som er beskrevet i følgende punkter:

- Visse trafikkmengder er estimert. Dette gjelder særlig trafikkmengde i Dybdahlsvegkrysset og trafikkvariasjonen der. Videre ble også tungtrafikk neglisjert i modellen, da det ble registrert svært lite tunge kjøretøy 3. mars. Det er imidlertid grunn til å tro at de estimerte trafikkmengdene er i korrekt størrelsesorden.
- Modellen er i liten grad validert i henhold til krav fra veilederen i Aimsun. Modellen er validert ved å sammenligne simuleringsanimasjon med videoopptak av vegen, og dette samsvarer i stor grad. Allikevel ville det styrke modellen dersom aspekter reisetid for buss ble brukt for å validere modellen. Dog ville det vært svært tidkrevende å hente inn reell data om dette, hvilket er årsaken for at dette ikke ble gjort.

Det største usikkerhetsmomentet er den begrensede valideringen av Aimsun-modellen. En annen type usikkerhet er usikkerhet i output-data som genereres av trafikksimulering. For de fleste output-data angis standardavviket for å ta hensyn til dette. På bakgrunn av dette må kvantitative resultater fra denne studien tolkes som antydninger, ikke som absolutte fakta. Når det sies at alternativ 2 vil kutte reisetiden for nordgående personbiler med 65 sekunder i forhold til alternativ 0, ville dette ikke bety at reisetiden kommer til å bli 65 sekunder kortere dersom vegen bygges om til firefelts veg. Det bør heller tolkes i den retning av at reisetid for nordgående personbiler vil reduseres betydelig dersom vegen bygges om.

9 Konklusjon

Denne studien har evaluert prioriteringstiltak for kollektivtrafikk i Jonsvannsveien på Moholt med hensyn til trafikkavvikling og lesbarhet av kjøremønsteret, både for kollektivtrafikk og øvrig trafikk. Dette kapitlet oppsummerer funn fra den kvalitative evalueringen av kjøremønsteret i Jonsvannsveien og funn fra simulering av alternative vegutforminger.

Jonsvannsveien er utformet med flere tiltak for at buss skal prioriteres og gir buss meget god framkommelighet. En ulempe ved nåværende utforming er at øvrig trafikk får store forsinkelser. Ettersom vegen er utformet såpass særegent er den lite gjenkjennelig med det øvrige vegnettet. Særlig er det problematisk at kjøremønsteret er svært forskjellig i ulike deler av vegen. Det brukes uvanlig skilting og skiltkombinasjoner, og det er nødvendig med hyppige feltbytter for de fleste trafikanter. Dette gir store utfordringer knyttet til lesbarhet av vegen.

To alternative vegutforminger er modellert i Aimsun og sammenlignet med modell av nåsituasjonen (alternativ 0):

- Alternativ 1 er en videreutvikling av nåsituasjonen hvor det er gjort noen endringer i signalanlegg og kjørefeltregulering, men ingen geometriske endringer av vegbanen eller kjørefelt. Trafikksimulering av dette tyder på at dette kan redusere reisetid for de fleste busser med 10-15 sekunder, og reisetid for personbiler kan reduseres fra 188 til 149 sekunder/km.
- Alternativ 2 er Jonsvannsveien utformet på en mer konvensjonell måte med fire gjennomgående kjørefelt hvor kollektivfelt er sidestilte. Dybdahlsvegkrysset tillater nordgående buss å foreta venstresving samtidig som andre trafikanter er i krysset. Resultater fra simuleringer i Aimsun tyder på at dette kan redusere reisetid for de fleste busser med 10 sekunder og reisetid for personbiler kan reduseres fra 188 til 131 sek/km. Avviklingen i Frode Rinnans Veg-krysset forbedres for alle trafikanter.

Nåsituasjonen (alternativ 0) har avviklingsmessig ingen fordeler i forhold til alternativ 1 og alternativ 2. Kollektivtrafikk har i grove trekk like tilsvarende god framkommelighet for alle alternative vegutforminger, ettersom dette prioriteres. Alternativ 1 og 2 tyder på at øvrige trafikanter får unødvendige forsinkelser som følge av den valgte vegutformingen, som ville vært unngått i større grad om Jonsvannsveien var utformet annerledes. Hvis Jonsvannsveien var utformet som modellert i alternativ 2, skapt et betydelig mer lesbart kjøremønster. Dette kunne vært utformet med vanlig regulering og skilting, og redusert antall feltbytter. I tillegg til å redusere forsinkelser for øvrige trafikanter. Trafikksimuleringer tyder på at dette ikke ville gått på bekostning av framkommelighet for kollektivtrafikk, tvert imot ville det gitt buss noe kortere reisetid. Nåværende utforming av Jonsvannsveien ansees derfor som en uforholdsmessig komplisert løsning som gir unødvendige forsinkelser til personbiltrafikken. Utformingen lykkes med å gi kollektivtrafikk god framkommelighet.

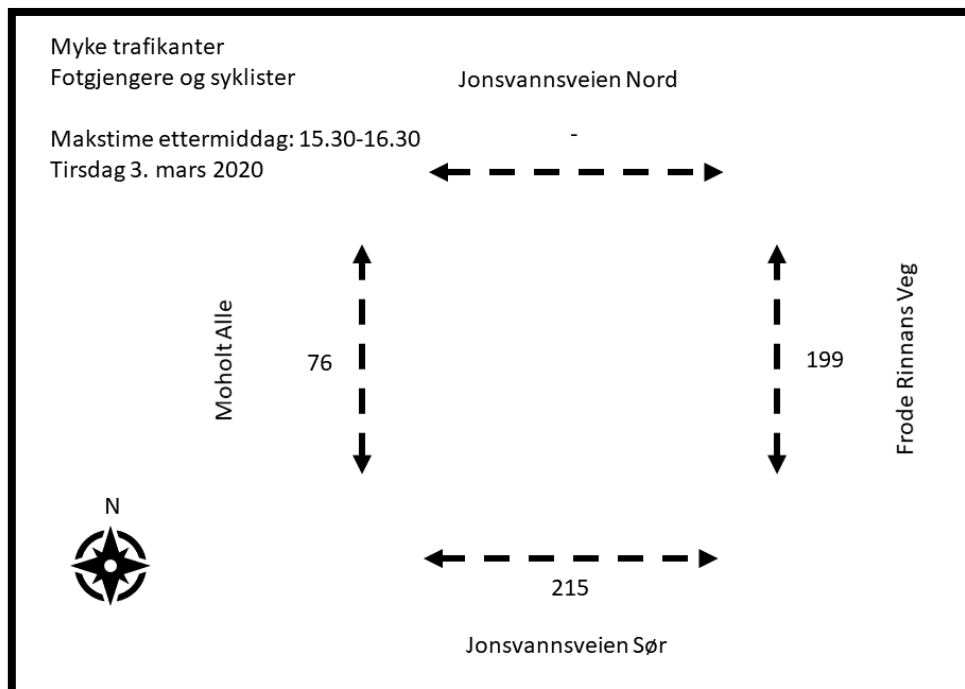
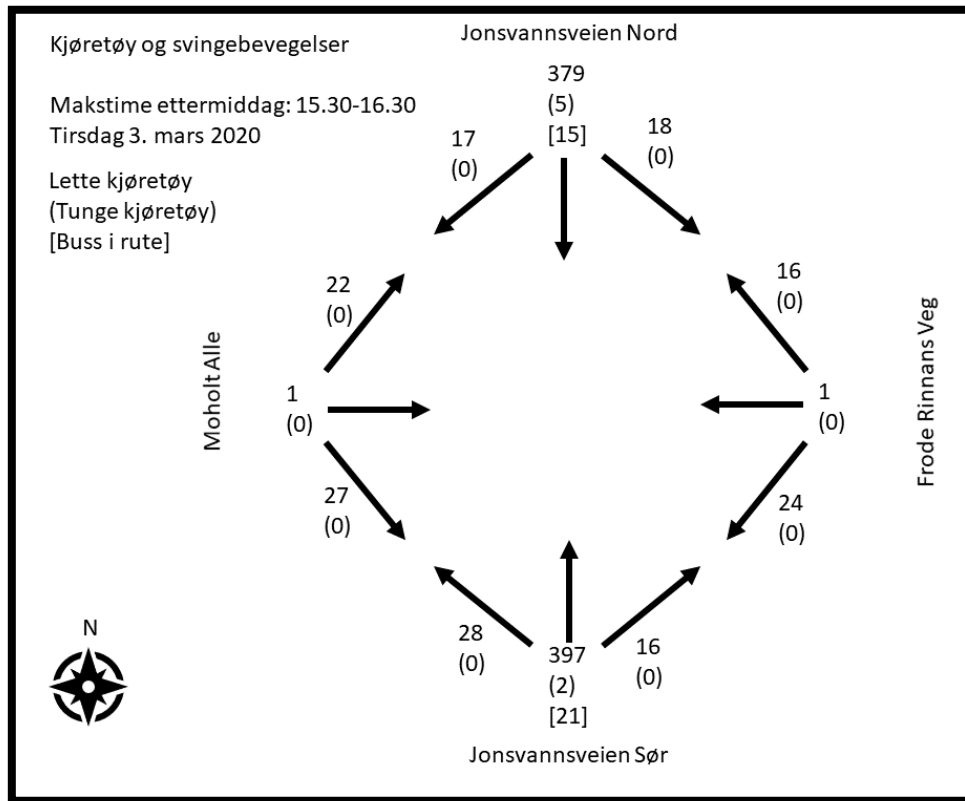
Referanser

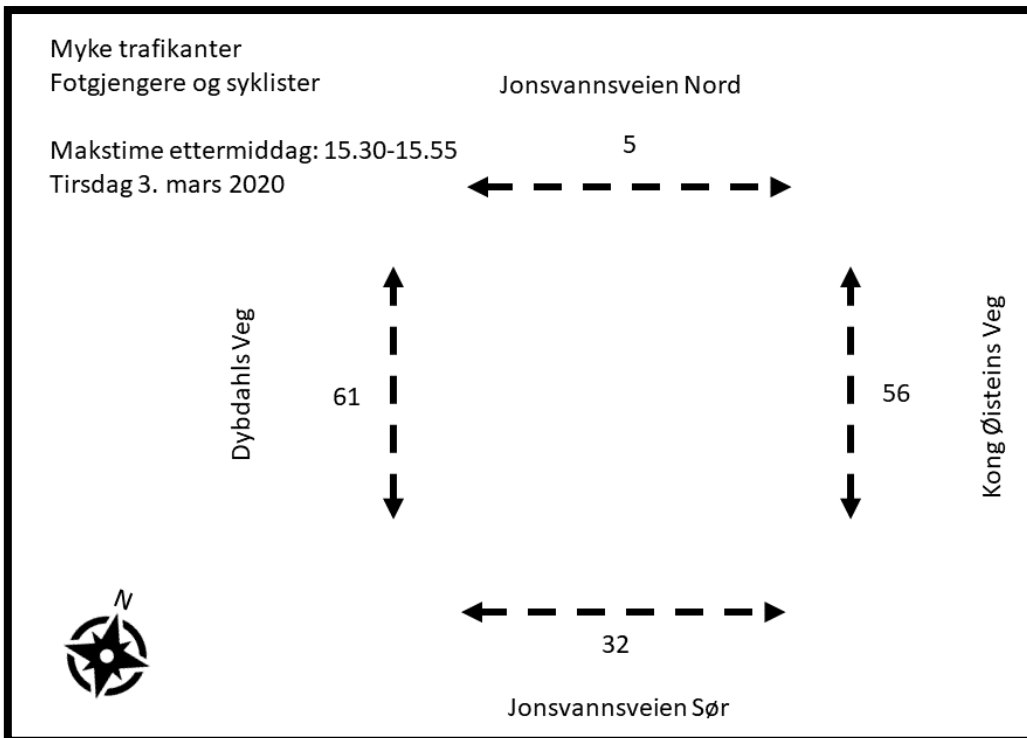
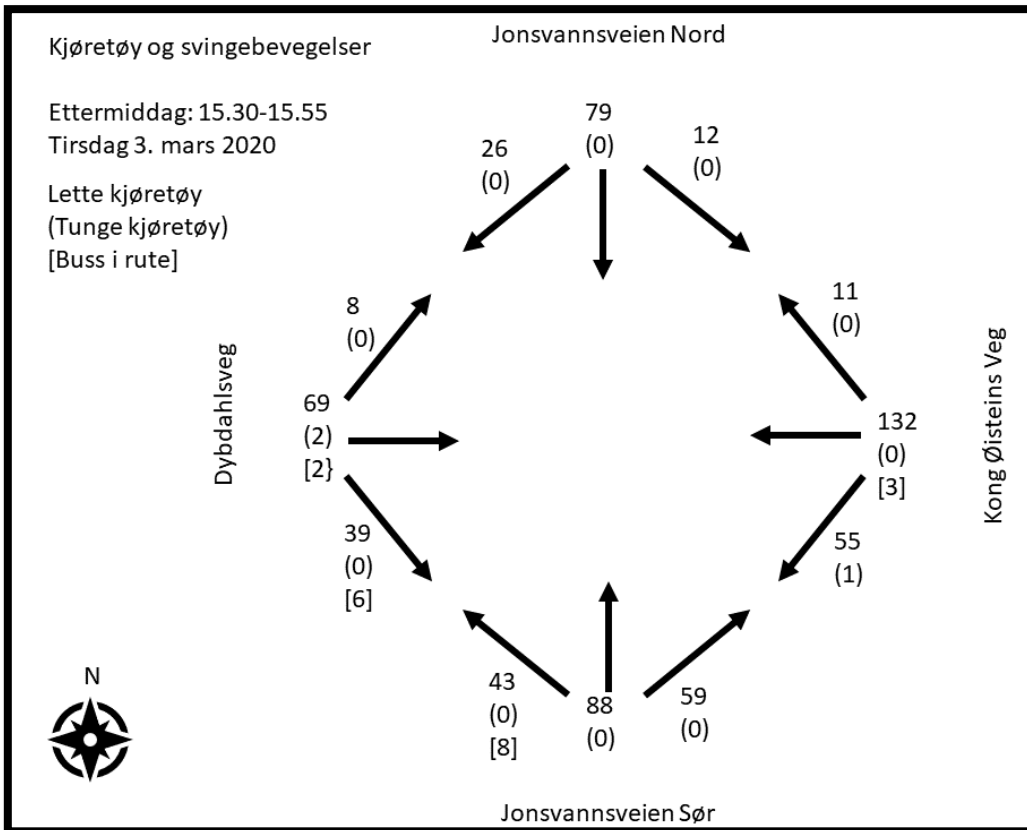
- Aakre, A. (2018a) «Forelesning: Basic traffic terms and relations». NTNU TBA4286, (Forelest: 09.01.2018).
- Aakre, A. (2018b) «Forelesning: Traffic simulation and AIMSUN». NTNU TBA4286, (Forelest: 20.03.2018).
- Aakre, A. (2019) «Forelesning: Some comments on (bus) priority». NTNU TBA4286, (Forelest: 25.09.2019).
- Asplan Viak (2018) *Trafikksimulering Haakon VI's gate på lade - Revidert notat mai 2018*.
- Asplan Viak (2019) «Trafikkteknisk vurdering for signalvedtak - Jonsvannsveien X Moholt Alle x Frode Rinnans Veg».
- AtB (2020) *Rutetabeller*. Tilgjengelig på: <https://www.atb.no/rutetabeller/> (Åpnet: 18. februar 2020).
- Blakstad, F. (1993) *Kompendium i trafikkteknikk*. Tapir. Tilgjengelig på: https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2010120905104.
- COWI (2014) *Evaluering av bussholdeplasser i Trondheim*.
- Dadashzadeh, N. og Ergun, M. (2018) «Spatial bus priority schemes, implementation challenges and needs: an overview and directions for future studies». doi: 10.1007/s12469-018-0191-5.
- Finn.no (2020) *FINN kart*. Tilgjengelig på: <https://kart.finn.no/> (Åpnet: 17. juni 2020).
- Gule Sider (2020) *Gule Sider Kart*. Tilgjengelig på: <https://kart.gulesider.no/> (Åpnet: 4. mars 2020).
- Miljøpakken (2017) *Jonsvannsveien - Status, kontaktutvalget 28.4.2017*.
- Miljøpakken (2018) «Mini-RVU - Trondheim», s. 1–14. Tilgjengelig på: <https://miljopakken.no/wp-content/uploads/2018/01/Mini-RVU-rapport-2014-2017.pdf>.
- Norconsult (2018) «Evaluering av holdeplassoppgradering - Fv. 287 Øvre Kråkenes».
- Norge i bilder (2020) *Norge i bilder*. Tilgjengelig på: <https://www.norgeibilder.no/> (Åpnet: 28. februar 2020).
- Rambøll (2015) *Fremkommelighet for buss - Flaskehalsen i Trondheim*.
- Regjeringen (2017) *Nasjonal transportplan 2018–2029 (Meld. St. 33 [2016–2017])*. Tilgjengelig på: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/> (Åpnet: 5. mai 2020).
- Statens Vegvesen (2012a) «Håndbok N300 - Trafikkskilt, Del 3 Forbudsskilt, påbudsskilt, opplysningsskilt og skilt med trafikksikkerhetsinformasjon».
- Statens Vegvesen (2012b) *Håndbok N303: Trafikksignalanlegg*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.
- Statens Vegvesen (2014a) *Håndbok N300: Trafikkskilt, Del 1 Fellesbestemmelser*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.
- Statens Vegvesen (2014b) *Håndbok V123: Kollektivhåndboka*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

- Statens Vegvesen (2014c) *Håndbok V322: Trafikksignalanlegg*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.
- Statens Vegvesen (2014d) *Håndbok V714: Veileder i trafikkdata*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.
- Statens Vegvesen (2014e) *Rapport 312: Superbusskonsept og midtstilt kollektivfelt*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/statens+vegvesens+rapporter>
- Statens Vegvesen (2015) *Håndbok N302: Vegoppmerking Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse of utforming*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.
- Statens Vegvesen (2017) «Rapport 434: Fremkommelighet for buss». Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/publikasjoner/statens+vegvesens+rapporter>
- Statens Vegvesen (2019a) *Håndbok N100: Veg- og gateutforming*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.
- Statens Vegvesen (2019b) «VEILEDER FOR AIMSUN».
- Statens Vegvesen (2020a) *Last ned trafikkskilt*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/langs-veien/trafikkskilt/filnedlasting> (Åpnet: 20. april 2020).
- Statens Vegvesen (2020b) *Vegkart*. Tilgjengelig på: <https://www.vegvesen.no/nvdb/vegkart/v2/> (Åpnet: 30. april 2020).
- Sweco (2018) «Prioritering av buss i kryss - eksempelsamling fra Norge og internasjonalt». Tilgjengelig på: https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning+og+utvikling/pagaende-fou-program/vegutforming/publikasjoner/_attachment/2716165?_ts=16b27090900&fast_titl e=Prioritering+av+buss+i+kryss+-+eksempelsamling+fra+Norge+og+internasjonalt.pdf.
- Transportation Research Board (2016) *Highway Capacity Manual 2016 Chapter 19, HCM 6th Edition: Highway Capacity Manual*. doi: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000746.
- Transportøkonomisk Institutt (2014) *Den nasjonale reisevane undersøkelsen 2013/14*. Tilgjengelig på: https://www.toi.no/getfile.php/1339511/Publikasjoner/TØI_rapporter/2014/1383-2014/1383-2014-elektronisk.pdf.
- Trondheim Parkering, Trøndelag Politidistrikt og Statens Vegvesen (2019) *Vedtak: VD-16 U-19 | Skiltvedtak Jonsvannsveien (2019.11.08)*.
- TSS (2020) *Aimsun Next 8.3 User's Manual*.

Vedlegg

9.1 Trafikkmengder i ettermiddagsmakstimen





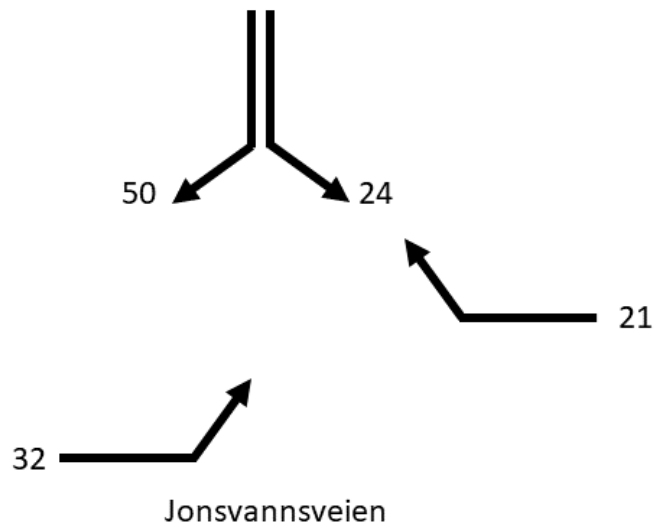
Svingebevegelser ved T-kryss
Jonsvannsveien x Moholt Storsenter

Ettermiddag: 15.30-16.30
Tirsdag 3. mars 2020

Kun kjøretøy som svinger
er tatt med. Øvrig trafikk
fremkommer av andre
oversikter



Adkomst til Moholt Storsenter



9.2 Skriv fra NTNU angående COVID-19 situasjonen



Faculty of Engineering
Department of Civil and Environmental Engineering

Date
3 June 2020
Your date

Our reference
Your ref

1 of 1

To Whom it Might Concern

Master thesis spring 2020 - consequences of the Covid 19 pandemic

The pandemic situation in spring 2020 made it necessary to change or adjust the topic for master theses at NTNU. The university closed including laboratories and did not allow any type of field work, thus made it impossible to continue planned work for many students.

Sincerely yours

Inge Hoff
Professor



This letter was sent to all students with specialisation in Transport, Road or Railways in the Civil and Environmental study program to be included as an attachment in their thesis.

Address	Org. no. 974 767 880	Location	Phone	Executive officer
7491 Trondheim Norway	postmottak@iv.ntnu.no www.ntnu.no/ibm	Høgskoleringen 7 A	+47 73594640	Inge Hoff inge.hoff@ntnu Phone: 934 26 463

Please address all correspondence to the organizational unit and include your reference.

