

Ole-Jakob Fossum Martinsen

Tiltak for å bedre trafikkavviklingen i området Grønli – Cicignon i Fredrikstad

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Arvid Aakre

Juni 2022

Ole-Jakob Fossum Martinsen

Tiltak for å bedre trafikkavviklingen i området Grønli – Cicignon i Fredrikstad

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Arvid Aakre
Juni 2022

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne masteroppgaven ser på muligheten for å forbedre trafikkavviklingen i et sentrumsnært område i Fredrikstad. Området strekker seg fra Grønli i nord til Cicignon i sør, og mye av trafikken inn og ut av Fredrikstad går gjennom dette området. Det består av fire rundkjøringer og har en utstrekning på omtrent 500 meter. Trafikkmengden er størst i morgen- og ettermiddagsrushet noe som fører til problemer med trafikkavviklingen i disse periodene. På grunn av den begrensede utstrekningen og den store trafikkmengden kan kødannelse i en av rundkjøringene ofte føre til tilbakeblokkering gjennom de andre rundkjøringene. Det er planer for endringer i området, men disse planene blir stadig flyttet lengre fram i tid.

Hensikten med oppgaven er derfor å se på om ulike endringstiltak kan bedre trafikkavviklingen i området. Basert på utformingen av rundkjøringene og observerte utfordringer foreslås endringstiltak. Det bygges en grunnmodell av området ved hjelp av nettverksfunksjonen i modelleringsverktøyet SIDRA INTERSECTION 9. Grunnmodellen bygger på data som er hentet inn om utformingen av området og innsamlet trafikkdata som svingebevegelser i rundkjøringene og forsinkelse på utvalgte ruter gjennom nettverket. Endringstiltakene implementeres i modellen for å vurdere og dokumentere effekten av dem. Gjennomsnittlig forsinkelse på utvalgte ruter gjennom nettverket brukes for å se på effekten av tiltakene.

Resultatene fra analysene viser at det mest effektive enkelttiltaket er tilfartskontroll i St. Croix. Det fører til at gjennomsnittlig forsinkelse på rutene fra nord til sør i området reduseres med omtrent 75 %. På rutene fra sør til nord gjennom området har tiltaket med å redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna best effekt for å redusere gjennomsnittlig forsinkelse. Videre er det sett på alternative tiltak som ikke bedret trafikkavviklingen. Det er sett på alternativ feltbruk for å utnytte ledig kapasitet i området. Det er også sett på muligheten for å redusere antall felt fra tre til to på tilfarten øst for St. Croix for å gjøre rundkjøringen mer oversiktlig. Oppgaven diskuterer også utformingen av sentraløya for å bedre sikten i noen av rundkjøringene.

Modellen som er utarbeidet i denne oppgaven har sine svakheter og usikkerheter. Det kunne vært hentet inn mer data fra området og datainnsamlingen ble gjort rett etter at landet åpnet etter nærmere to år med pandemi. Derfor bør resultatene ansees som lovende, men ikke endelige.

Abstract

This master's thesis aims to improve traffic flow in an area close to the city center of Fredrikstad. The area stretches from Grønli in the north to Cicignon in the south, and much of the traffic in and out of Fredrikstad passes through this area. It consists of four roundabouts and has an extent of about 500 meters. The amount of traffic is greatest in the morning and afternoon rush hour, which leads to problems with traffic flow during these periods. Due to the limited extent and the large amount of traffic, congestion in one of the roundabouts can often lead to queue spillback through other roundabouts. There are plans for changes in the area, but these plans are increasingly being moved ahead.

Therefore, the purpose of this thesis is to look at whether various measures can improve traffic flow in the area. Based on the design of the roundabouts and observed challenges, measures are proposed. A base model of the area is developed by using the network function in the traffic modeling tool SIDRA INTERSECTION 9. The base model is based on data obtained about the design of the area and collected traffic data such as turning movements at the roundabouts and delays on selected routes through the network. The measures are implemented in the model to assess and document their effect. The average delay on selected routes through the network is used to evaluate at the effect of the measures.

The results from the analysis show that the most effective single measure is metering control in St. Croix. As a result, the average delay on the routes from north to south in the area is reduced by approximately 75 %. On the routes from south to north through the area, the measure to reduce the number of circulating lanes in Taverna has the best effect of reducing the average delays. Furthermore, alternative measures have been considered, but did not improved traffic flow. Alternative lane use has been considered to utilize available capacity in the area. The possibility of reducing the number of lanes from three to two on the approach east of St. Croix has also been considered to make the roundabout more transparent. The thesis also discusses the design of the central island to improve visibility at some of the roundabouts.

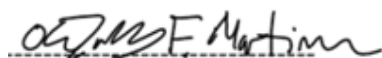
The model developed in this thesis has its weaknesses and uncertainties. More data could have been collected from the area and the data collection was done right after the country opened after almost two years of pandemic. Therefore, the results should be interpreted as promising, but not definitive.

Forord

Denne masteroppgaven er det avsluttende arbeidet på studiet Bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Masteroppgaven er skrevet av Ole-Jakob Fossum Martinsen i emnet TBA4940 Veg, masteroppgave. Emnet utgjør 30 studiepoeng og er utført våren 2022. Som forberedende arbeid til denne masteroppgaven ble det høsten 2021 gjennomført et fordypningsprosjekt. Dette har fungert som et forprosjekt for arbeidet med denne oppgaven. Veileder for oppgaven har vært Arvid Aakre, leder for Trafikkteknisk senter ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Jeg ønsker å takke Arvid Aakre for gode innspill og råd underveis i arbeidet med oppgaven, både faglig og med utformingen av oppgaven. Takk for at jeg fikk låne alt av utstyr for å kunne gjennomføre datainnsamlingen i Fredrikstad.

Trondheim, juni 2022



Ole-Jakob Fossum Martinsen

Innhold

Sammendrag	i
Abstract	iii
Forord	v
Innhold	vii
Figurer	xi
Tabeller	xiii
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Beskrivelse av området	1
2 Mål	7
3 Teori	8
3.1 Trafikksimulering	8
3.2 SIDRA INTERSECTION	9
3.2.1 Nettverk	10
3.2.2 Rundkjøringer	11
3.2.3 Viktige parametere	12
4 Metode	15
4.1 Planlegging	15
4.2 Befaring	18
4.3 Datainnsamling	18
4.3.1 Utforming av rundkjøringene	18
4.3.2 Trafikkdatainnsamling	22
4.3.3 Videoanalyse	22
4.3.4 Svingebevegelser	22
4.3.5 Reisetider	29
4.4 Utvikle grunnmodell	38
4.5 Kalibrering av grunnmodell	41
4.6 Utvikle og implementere endringstiltak	44
4.6.1 Problembeskrivelse Taverna	45
4.6.2 Problembeskrivelse Torvbyen	46
4.6.3 Problembeskrivelse St. Croix	46
4.6.4 Problembeskrivelse Cicignon	47
4.6.5 Endringstiltak	47

5	Resultater	52
5.1	Dagens situasjon.....	52
5.1.1	Morgenrushet	52
5.1.2	Ettermiddagsrushet	53
5.2	Endringstiltak	54
5.2.1	Redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna	54
5.2.2	Lengre kjørefelt på tilfart sør for Taverna	56
5.2.3	Endring av kjørefelt på tilfart nord for Taverna og øst for Torvbyen	57
5.2.4	Endring av kjørefelt på tilfart nord for Torvbyen	58
5.2.5	Redusere antall kjørefelt på tilfart sør for St. Croix	59
5.2.6	Endring av kjørefelt tilfart vest for St. Croix.....	60
5.2.7	Tilfartskontroll i St. Croix	61
5.2.8	Kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix.....	63
6	Diskusjon	65
6.1	Hvordan er trafikkavviklingen i området i dag?	65
6.1.1	Situasjon morgenrushet.....	65
6.1.2	Situasjon ettermiddagsrushet	66
6.2	Hvor realistisk kan dagens situasjon modelleres?	67
6.2.1	Datainnsamling	67
6.2.2	Databehandling.....	68
6.2.3	Modellering og kalibrering	69
6.2.4	Morgenrushet	71
6.2.5	Ettermiddagsrushet	71
6.3	Hvilke tiltak kan forbedre dagens trafikksituasjon?	72
6.3.1	Redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna	72
6.3.2	Lengre kjørefelt på tilfart sør for Taverna	74
6.3.3	Tilfartskontroll i St. Croix	74
6.3.4	Kombinasjon av tilfartskontroll i St. Croix, redusert antall felt i sirkulasjonsarealet i Taverna og lengre felt på tilfart sør for Taverna.....	76
6.3.5	Tiltak som ikke har gitt ønsket effekt.....	76
6.3.6	Tiltak som ikke er modellert	79
7	Konklusjon	81
7.1	Hvordan er trafikkavviklingen i området i dag?	81
7.2	Hvor realistisk kan dagens trafikksituasjon modelleres?	81
7.3	Hvilke tiltak kan forbedre dagens trafikksituasjon?	81
8	Videre arbeid	84

Referanser.....	85
Vedlegg.....	87

Figurer

Figur 1.1 Oversiktsbilde av studieområdet (Norgeskart, 2022)	2
Figur 1.2 Navn på rundkjøringene (Norgeskart, 2022).....	3
Figur 1.3 Forenklet skisse av området	5
Figur 3.1 Detaljeringsgrad for trafikk og veggeometri for de ulike nivåene av modeller (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020)	8
Figur 3.2 Modellfeil mot modellkompleksitet (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020)	9
Figur 3.3 Peak Flow Factor (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020)	13
Figur 4.1 Aktuelle kameraplasseringer ved Taverna (Norgeskart, 2022)	17
Figur 4.2 Aktuelle kameraplasseringer ved St. Croix (Norgeskart, 2022).....	17
Figur 4.3 Mål av rundkjøring Taverna (FINN, 2021)	19
Figur 4.4 Mål av rundkjøring Torvbyen (FINN, 2021).....	19
Figur 4.5 Mål av rundkjøring St. Croix (FINN, 2021)	20
Figur 4.6 Mål av rundkjøring Cicignon (FINN, 2021).....	20
Figur 4.7 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Taverna morgen 07:15-08:15.....	23
Figur 4.8 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Taverna ettermiddag 15:15-16:15	24
Figur 4.9 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Torvbyen morgen 07:15-08:15	25
Figur 4.10 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Torvbyen ettermiddag 15:15-16:15	25
Figur 4.11 Antall kjøretøy per svingebevegelse i St. Croix morgen 07:15-08:15	26
Figur 4.12 Antall kjøretøy per svingebevegelse i St. Croix ettermiddag 15:15-16:15	27
Figur 4.13 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Cicignon morgen 07:15-08:15	28
Figur 4.14 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Cicignon ettermiddag 15:15-16:15	28
Figur 4.15 Ruter og registreringspunkter mellom Taverna og St. Croix for beregning av reisetider (Norgeskart, 2022).....	29
Figur 4.16 Ruter og registreringspunkter i St. Croix for beregning av reisetider (Norgeskart, 2022)	30
Figur 4.17 Registrerte reisetider morgen øst – St. Croix – Taverna – nord	31
Figur 4.18 Registrerte reisetider ettermiddag øst – St. Croix – Taverna – nord.....	31
Figur 4.19 Registrerte reisetider morgen Øst – St. Croix – Taverna – vest	32
Figur 4.20 Registrerte reisetider ettermiddag øst – St. Croix – Taverna – vest	33
Figur 4.21 Registrerte reisetider morgen sør – St. Croix – Taverna – vest.....	34
Figur 4.22 Registrerte reisetider ettermiddag sør – St. Croix – Taverna – vest	34
Figur 4.23 Registrerte reisetider morgen vest - Taverna- St. Croix - øst	35
Figur 4.24 Registrerte reisetider ettermiddag vest – Taverna - St. Croix - øst	35
Figur 4.25 Registrerte reisetider morgen nord - Taverna - St. Croix - øst.....	36
Figur 4.26 Registrerte reisetider ettermiddag vest - Taverna - St. Croix - øst	36
Figur 4.27 Registrerte reisetider morgen St. Croix vest – øst	37
Figur 4.28 Registrerte reisetider ettermiddag St. Croix vest – øst	37
Figur 4.29 Registrerte reisetider morgen St. Croix øst – vest	38
Figur 4.30 Registrerte reisetider ettermiddag St. Croix øst – vest	38
Figur 4.31 skjerm bilde av Site Input i SIDRA INTERSECTION 9	39
Figur 4.32 Kødannelse for sørgående trafikk i Taverna	45
Figur 4.33 Flytting av vikelinjen	45
Figur 4.34 Sikten for reisende på nordre tilfart. Bilen fra sør er allerede inne i rundkjøringen.	46

Figur 4.35 Endring av sirkulasjonsarealet	48
Figur 4.36 Endring på tilfart nord for Torvbyen	49
Figur 4.37 Endring på tilfart øst for Torvbyen	49
Figur 4.38 Endring på tilfart i sør for St. Croix	50
Figur 4.39 Endring av kjøremønster fra vest for St. Croix	51
Figur 4.40 Tilfartskontroll	51
Figur 6.1 Sterkt motlys under datainnsamling ettermiddag	68
Figur 6.2 Kjøretøytyper i SIDRA INTERSECTION	69
Figur 6.3 Sikt på tilfarten i sør mot vest	73
Figur 6.4 Sporene viser at det kun er et felt som benyttes av sirkulasjonsarealet	73
Figur 6.5 Foreslått kjøremønster mellom Torvbyen og Taverna	77
Figur 6.6 Sikt på tilfarten sør for Cicignon	80

Tabeller

Tabell 1.1 ÅDT rundkjøring Taverna (Statens vegvesen, 2021a)	6
Tabell 1.2 ÅDT rundkjøring Torvbyen (Statens vegvesen, 2021a)	6
Tabell 1.3 ÅDT rundkjøring St. Croix (Statens vegvesen, 2021a)	6
Tabell 1.4 ÅDT rundkjøring Cicignon (Statens vegvesen, 2021a)	6
Tabell 4.1 Feltbredde og feltlengde Taverna	21
Tabell 4.2 Feltbredde og feltlengde Torvbyen	21
Tabell 4.3 Feltbredde og feltlengde St. Croix	21
Tabell 4.4 Feltbredde og feltlengde Cicignon	21
Tabell 4.5 Sammendrag av reisetider på de utvalgte rutene	30
Tabell 4.6 Stigning østre arm St. Croix	40
Tabell 4.7 Stigning vestre arm Taverna	40
Tabell 4.8 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i Taverna	42
Tabell 4.9 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i Torvbyen	42
Tabell 4.10 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i St. Croix	42
Tabell 4.11 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i Cicignon	42
Tabell 4.12 Peak Flow Factor i Taverna morgenrushet	42
Tabell 4.13 Peak Flow Factor i Taverna ettermiddagsrushet	43
Tabell 4.14 Peak Flow Factor i Torvbyen morgen- og ettermiddagsrushet	43
Tabell 4.15 Peak Flow Factor i St. Croix i morgenrushet	43
Tabell 4.16 Peak Flow Factor i St. Croix i ettermiddagsrushet	43
Tabell 4.17 Peak Flow Factor i Cicignon i morgen- og ettermiddagsrushet	43
Tabell 4.18 Exiting Flow Effect i St. Croix	44
Tabell 4.19 Percent Opposed by Nearest Lane Only i St. Croix	44
Tabell 5.1 Gjennomsnittlig forsinkelse morgen	52
Tabell 5.2 Kritisk tidsluke og følgetid St. Croix morgen	52
Tabell 5.3 Kritisk tidsluke og følgetid Taverna morgen	52
Tabell 5.4 Gjennomsnittlig forsinkelse ettermiddag	53
Tabell 5.5 Kritisk tidsluke og følgetid Taverna ettermiddag	53
Tabell 5.6 Kritisk tidsluke og følgetid St. Croix ettermiddag	53
Tabell 5.7 Gjennomsnittlig forsinkelse ved å redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna	54
Tabell 5.8 Kritisk tidsluke og følgetid ved å redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna	55
Tabell 5.9 Gjennomsnittlig forsinkelse ved lengre felt på tilfart sør for Taverna	56
Tabell 5.10 Kritisk tidsluke og følgetid ved lengre kjørefelt på tilfart sør for Taverna	56
Tabell 5.11 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring av kjørefelt på tilfart nord for Taverna og øst for Torvbyen	57
Tabell 5.12 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring av kjørefelt på tilfart nord for Torvbyen	58
Tabell 5.13 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring tilfart sør for St. Croix	59
Tabell 5.14 Kritisk tidsluke og følgetid ved endring tilfart sør for St. Croix	59
Tabell 5.15 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring av kjørefelt på tilfart vest for St. Croix	60

Tabell 5.16 Kritisk tidsluke og følgetid ved endring av kjørefelt på tilfart vest for St. Croix	60
Tabell 5.17 Gjennomsnittlig forsinkelse ved tilfartskontroll i St. Croix	61
Tabell 5.18 Verdier for den signalregulerte tilfarten.....	61
Tabell 5.19 Kritisk tidsluke og følgetid i St. Croix ved tilfartskontroll i St. Croix.....	62
Tabell 5.20 Gjennomsnittlig forsinkelse ved kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix	63
Tabell 5.21 Kritisk tidsluke og følgetid i Taverna ved kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix	63
Tabell 5.22 Kritisk tidsluke og følgetid i St. Croix ved kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix	64
Tabell 6.1 Antall kjøretøy på utfartene i Taverna i morgenrushet	65
Tabell 6.2 Antall kjøretøy på utfartene i St. Croix i morgenrushet	66
Tabell 6.3 Antall kjøretøy på utfartene i Taverna i ettermiddagsrushet	67
Tabell 6.4 Antall kjøretøy på utfartene i St. Croix i ettermiddagsrushet	67
Tabell 7.1 Total forsinkelse på de utvalgte rutene for tiltak som bedrer dagens trafikksituasjon	82

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Rundkjøringen i St. Croix-krysset er et velkjent problemområde for trafikken i Fredrikstad. I 1987 var St. Croix-krysset Østfolds mest trafikkerte kryss, med omtrent 3 400 kjøretøy i trafikktoppene (Mostad, 2017). Vegmyndighetene lovet bedre trafikkavvikling og det lysregulerte krysset ble erstattet med en rundkjøring.

Etter at rundkjøringen i St. Croix-krysset ble bygd i 1987 og senere ombygd i 1994, har trafikken i området forandret seg. I 2012 ble det laget en ny bruforbindelse mellom Kråkerøy og Fredrikstad. Det førte til at trafikkmengden over den gamle bruforbindelsen ble nærmere halvert, som igjen førte til lavere trafikkmengde gjennom dette området. Tidligere lå sykehuset i Fredrikstad i nær tilknytning til St. Croix, dette ble i 2015 flyttet ut av byen, noe som også har ført til lavere trafikkmengde gjennom området. På tross av dette er ikke trafikkavviklingen i området tilfredsstillende, og det er flere faktorer som tyder på at trafikken ikke vil avta ytterligere med det første. I 1. kvartal 2022 er det 83 885 innbyggere i Fredrikstad og nettoflytting var 683 personer i 2021 (Statistisk sentralbyrå, 2022).

For å redusere trafikkmengden gjennom området ytterligere, har det lenge vært planlagt en ny bru over Glomma lengre sør. Denne skulle etter planen stått klar i 2024 (Bypakke Nedre Glomma, u.å.). Dette prosjektet er nedprioritert, og det er nå foreslått utbygd fra 2032 til 2036 (Lågbu, 2021). Det tyder på at dagens situasjon i området ikke vil forbedres med det første, snarere tvert imot.

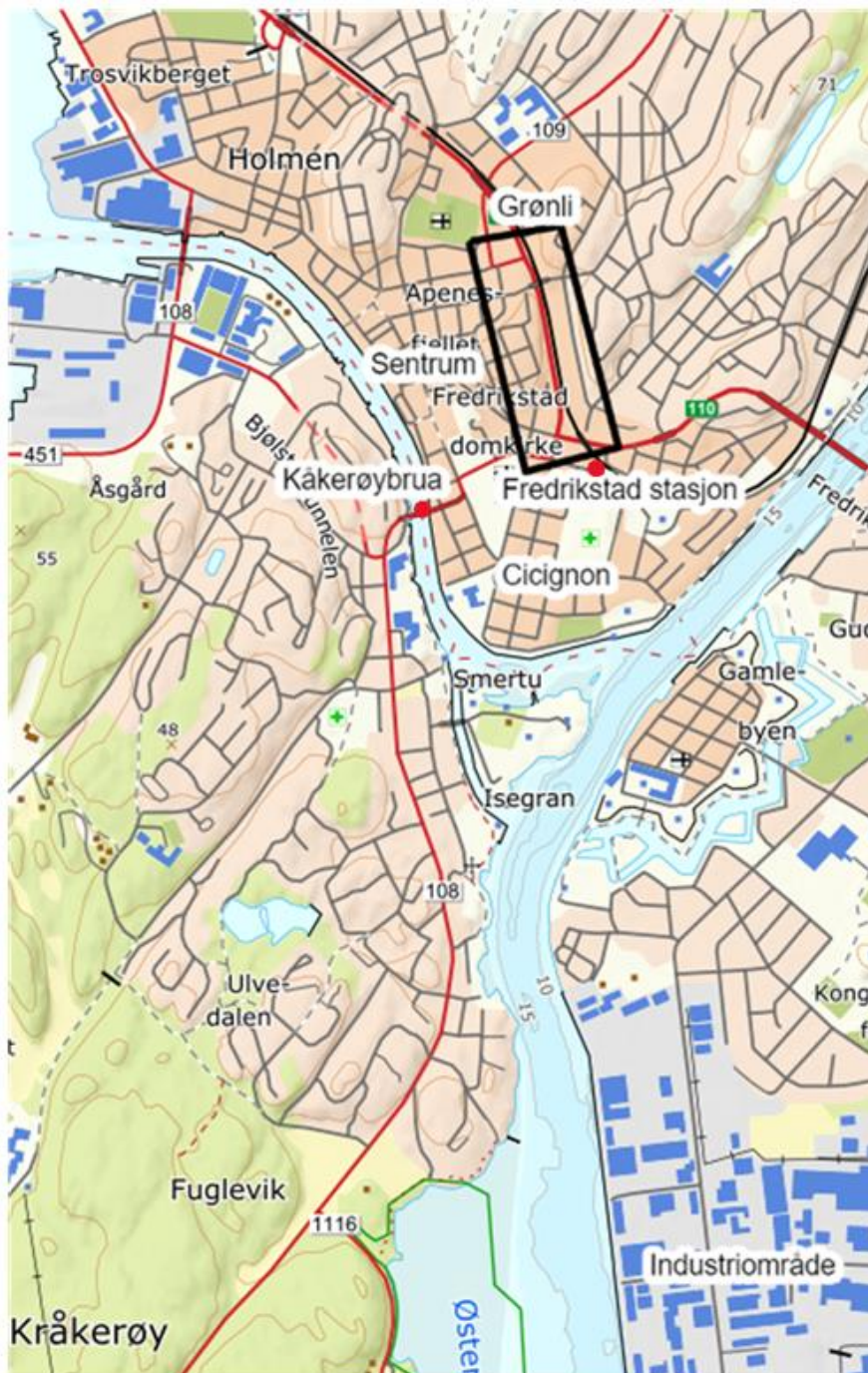
InterCity-dobbelt spor gjennom Fredrikstad kommune er under planlegging (Fredrikstad kommune, 2021). Kommunedelplan for området er vedtatt, men reguleringsplan er ikke påbegynt. Dersom dette bygges, vil det påvirke utformingen av området omkring St. Croix. I Nasjonal transportplan 2022-2033 inngår ikke denne utbyggingen av jernbanen, noe som også underbygger det faktum at det vil ta flere år før dagens trafiksituasjon vil komme til å endre seg.

Med bakgrunn i dette vil formålet med oppgaven være å se om det er mulig å forbedre trafikkavviklingen i St. Croix krysset og området rundt, uten for store endringer og kostnader frem til andre tiltak er på plass.

1.2 Beskrivelse av området

Bakgrunnen for denne oppgaven har vært den nåværende rundkjøringen i St. Croix-krysset. Som nevnt i 1.1 Bakgrunn er denne rundkjøringen et kjent problemområde for trafikken i Fredrikstad. Likevel er det ikke sikkert det er nøyaktig her problemet oppstår eller at det kan være flere andre faktorer som gjør at det oppstår kø og forsinkelser i dette området. Derfor er det valgt å se på området mellom Grønli i nord og Cicignon i sør. Studieområdet er vist i Figur 1.1. Området består av fire rundkjøringer og har en utstrekning på omtrent 500 meter. For å enklere kunne referere til de ulike rundkjøringene er de gitt navn basert på sin beliggenhet i området. Navnene er vist i Figur 1.2. Et større kart finnes i Vedlegg 1, der området er vist i sammenheng med tettstedene og områdene

rundt Fredrikstad. I Figur 1.3 er det en skisse av området, der kjørefeltene på tilfartene og utfartene er tegnet.



Figur 1.1 Oversiktsbilde av studieområdet (Norgeskart, 2022)



Figur 1.2 Navn på rundkjøringene (Norgeskart, 2022)

Nord for rundkjøringen Taverna ligger Riksveg 110. Trafikken som kommer inn mot studieområdet herfra er hovedsakelig fra tettstedene som ligger vest for Fredrikstad. I tillegg er dette en av rutene reisende fra nord på E6 kan benytte seg av for å komme til Fredrikstad eller videre mot Hvaler.

Fra nord i rundkjøringen Torvbyen kommer Riksveg 109. Dette er en av vegene mellom Fredrikstad og Sarpsborg. Denne vegen fører også til flere tettsteder som er lokalisert nord for sentrum av Fredrikstad, i tillegg til et næringsområde med blant annet kjøpesenter og flere arbeidsplasser. Denne rundkjøringen ligger nær kjøpesenteret Torvbyen. Kjøpesenteret har gode parkeringsmuligheter som brukes i forbindelse med turer til både Torvbyen og sentrum av Fredrikstad. Dette er først og fremst utenfor rushtiden på morgen og ettermiddagen.

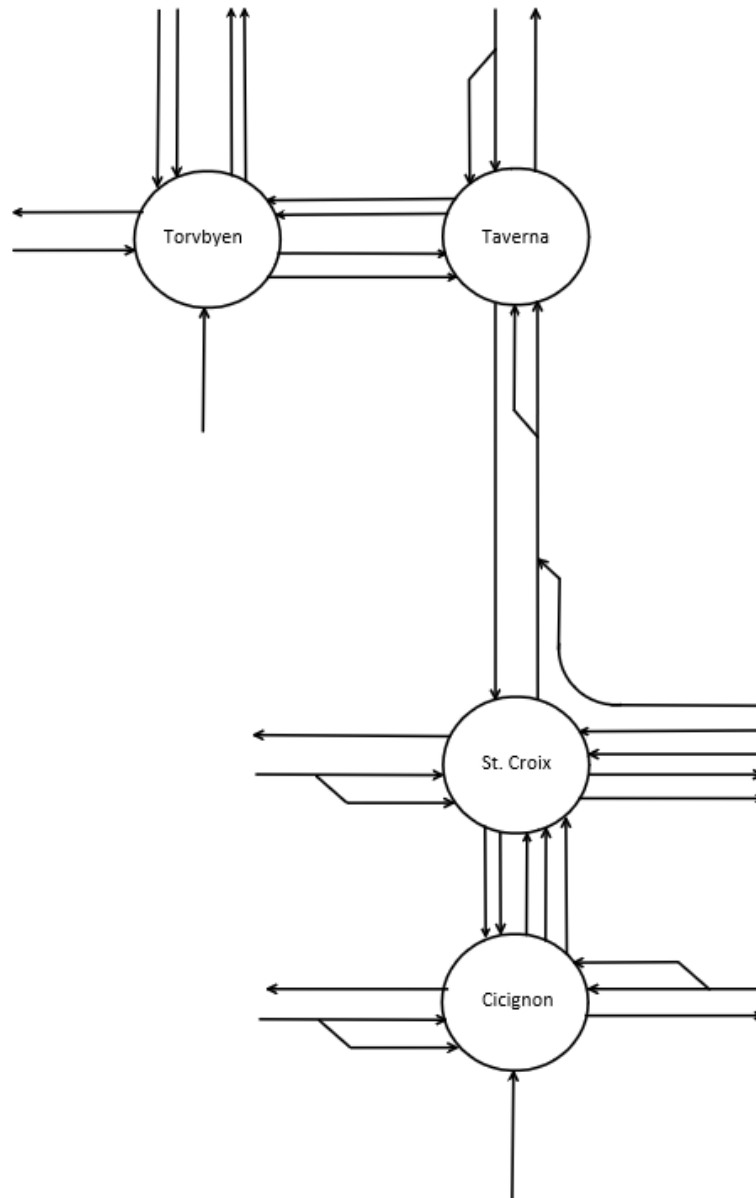
Rundkjøringen St. Croix er det som har vært utgangspunktet for denne oppgaven. Armen i øst har tre felt på tilfarten. Fra øst mot nord er det et filterfelt som leder trafikken utenfor rundkjøringen. Disse fletter da med kjørende fra sør og vest etter rundkjøringen. Trafikken som kommer fra øst er trafikk fra tettstedene som er lokalisert øst for Glomma i Fredrikstad. I tillegg er det et større industriområde med flere fabrikker og kaianlegg som er lokalisert her. Det fører til mye trafikk i denne retningen i både morgen- og ettermiddagsrushet av både mindre og større kjøretøy. Trafikk som kommer sørfra på E6

vil også bruke denne vegen inn til Fredrikstad. Vest for rundkjøringen vil det hovedsakelig være trafikk inn og ut av sentrum. Det vil i størst grad være kjørende til og fra øst som vil benytte denne vegen ettersom kjørende til og fra nord og sør har alternative ruter inn til sentrum. Vest for rundkjøringen ligger også Fredrikstad brannstasjon. Utrykninger herfra vil kunne føre til stans i trafikken. Trafikken som kommer nordfra vil være trafikk fra rundkjøringen Taverna, mens sørfra er det trafikk til og fra rundkjøringen Cicignon.

Rundkjøringen Cicignon leder til Fredrikstad stasjon og bebyggelse i Cicignon området i øst og Fylkesvei 108 mot Kråkerøy og Hvaler i vest. Omtrent halvparten av trafikken til og fra Kråkerøy og Hvaler bruker Kråkerøybrua som er lokalisert i nærheten av rundkjøringen Cicignon. Omtrent halvparten av all trafikk til og fra Kråkerøy passerer denne brua. Videre er armen i nord knyttet til armen sør for St. Croix. Denne strekningen er kun 35 meter, noe som kan være problematisk dersom trafikkmengden på denne strekningen blir høy. I sør er det kun et felt inn i rundkjøringen, og ingen utfart. Trafikken som kommer ut her kommer fra bebyggelsen i Cicignon området.

Med tanke på at områdets utstrekning ikke er mer enn om lag 500 meter, vil trafikken i disse rundkjøringene i stor grad påvirke hverandre. Kødannelse i rundkjøringen St. Croix vil for eksempel kunne påvirke avviklingen i Taverna, som igjen vil kunne påvirke avviklingen i Torvbyen. På samme måte vil trafikken i rundkjøringen St. Croix påvirke trafikkavviklingen i rundkjøringen Cicignon.

Gående og syklende har alternative ruter i området. Derfor er andelen av gående og syklende i området lav. Rundkjøringen Torvbyen har overgangsfelt på armen i sør, mens rundkjøringen Cicignon har overgangsfelt på armene i sør og øst. I disse tre armene er trafikkmengden for så vidt lav, og det vil være å anta at trafikken påvirkes av dette i liten grad. Ellers er det ingen av de andre armene i noen av de andre rundkjøringene som har overgangsfelt.



Figur 1.3 Forenklet skisse av området

Trafikkmengden i området varierer fra rundkjøring til rundkjøring og fra arm til arm i hver rundkjøring. Dette vil være med på å påvirke trafikkavviklingen i hver enkelt rundkjøring, og derfor også i hele området. Dataene er hentet fra Vegkart. Disse har stor variasjon, både med tanke på hvor presise de er og hvor gamle de er. Grunnlaget for flere av dem er gjort på skjønn, mens andre er trafikkteillinger gjort tilbake i 2016. Tallene gir likevel et bilde på hvordan trafikkfordelingen er i området.

Tabell 1.1 viser ÅDT for rundkjøringen Taverna. Den viser at ÅDT på armen i sør og vest er betraktelig mer enn hva den er for armen i nord. Det er et tegn på at det kan oppstå problemer med trafikkavviklingen.

Tabell 1.1 ÅDT rundkjøring Taverna (Statens vegvesen, 2021a)

	Nord	Sør	Vest
ÅDT	15 895	24 000	24 000
ÅDT_T	1 272	1 200	1 200
Beregningsgrunnlag	Trafikkdatasystemet	Skjønn	Skjønn
År	2020	2020	2020

Tabell 1.2 viser ÅDT for rundkjøringen Torvbyen. Her er trafikkmengden i på armen i nord og øst betraktelig større enn hva den er i vest. Det finnes ikke tall for tilfarten i sør, men trafikkmengden i denne tilfarten antas å være meget lav. Likevel er det samme tilfellet her som i Taverna, to av tilfartene er dominerende og vil derfor kunne føre til dårligere trafikkavvikling.

Tabell 1.2 ÅDT rundkjøring Torvbyen (Statens vegvesen, 2021a)

	Nord	Øst	Sør	Vest
ÅDT	24 000	24 000	N/A	6 850
ÅDT_T	1 200	1 200	N/A	-
Beregningsgrunnlag	Skjønn	Skjønn	N/A	NorTrafKommune
År	2020	2020	N/A	2016

Tabell 1.3 viser ÅDT for rundkjøringen St. Croix. Som for de andre rundkjøringene er det to av armene som har betraktelig høyere trafikkmengde enn de to andre. Dette er også et tegn på hvorfor det er problemer med trafikkavviklingen i området.

Tabell 1.3 ÅDT rundkjøring St. Croix (Statens vegvesen, 2021a)

	Nord	Øst	Sør	Vest
ÅDT	24 000	24 251	11 500	10 650
ÅDT_T	1 200	2 183	690	-
Beregningsgrunnlag	Skjønn	Trafikkdatasystemet	Skjønn	NorTrafKommune
År	2020	2020	2020	2016

Tabell 1.4 viser ÅDT for rundkjøring Cicignon også har ujevn fordelt trafikkmengde mellom armene. Trafikkmengden er også mindre enn i de tre andre rundkjøringene.

Tabell 1.4 ÅDT rundkjøring Cicignon (Statens vegvesen, 2021a)

	Nord	Øst	Sør	Vest
ÅDT	11 500	2 000	N/A	11 000
ÅDT_T	690	100	N/A	550
Beregningsgrunnlag	Skjønn	NorTrafKommune	N/A	Skjønn
År	2020	2012	N/A	2020

2 Mål

Som beskrevet i både 1.1 Bakgrunn og 1.2 Beskrivelse av området er dette et kjent problemområde i Fredrikstad med mye trafikk, særlig i rushtiden. Målet med masteroppgaven er derfor å lage en modell av området slik det er i dag og identifisere utfordringene med trafikkavviklingen ved nåværende løsning. For å gjøre dette skal SIDRA INTERSECTION 9 brukes. Modellen skal brukes for å se på ulike tiltak og implementere disse tiltakene i modellen for å kunne avgjøre om det er hensiktsmessig å gjøre endringer og hvilke endringer som bør gjøres i området.

Derfor er dette forskningsspørsmålene oppgaven har som hensikt å besvare:

- i. Hvordan er trafikkavviklingen i området i dag?
- ii. Hvor realistisk kan dagens situasjon modelleres?
- iii. Hvilke tiltak kan forbedre dagens situasjon?

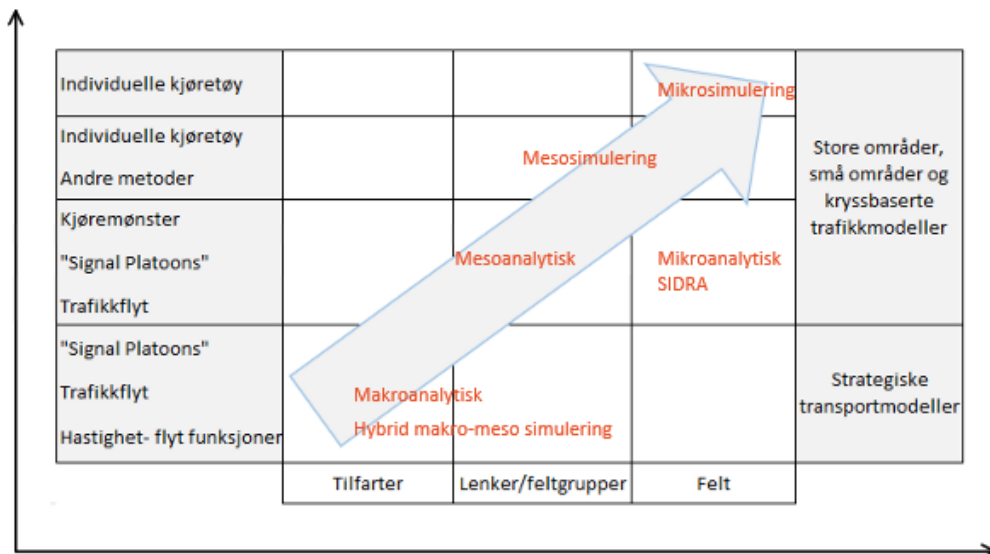
3 Teori

3.1 Trafikksimulering

Trafikksimulering gjør det mulig å kunne eksperimentere og prøve ut ulike løsninger i et kontrollert, lukket miljø (Aakre, 2021a). Skulle dette vært gjort i felt hadde det vært tilnærmet umulig både med tanke på at de ulike løsningene måtte vært bygget og antall gjennomføringer hadde gjort at det ble ekstremt kostbart. Ved å bruke trafikksimulering vil resultatene også være raskere å hente ut enn ved gjennomføring i felt. Likevel har trafikksimuleringer noen begrensninger som gjør at de og resultatene må brukes med aktsomhet. Modellene som brukes er avhengig av detaljert inngangsdata og selve oppbyggingen av modellen kan være tidkrevende. Det er også viktig at modellen kalibreres og valideres slik at det som simuleres gjenspeiler det som faktisk skjer. Gjøres ikke dette godt nok, er modellen ubrukelig og kan gi feil resultater. Dette fører også med seg muligheten til å manipulere resultatene. Feil resultater kan føre til at det som bygges, eller endringer som gjøres faktisk kan føre til at ting som bygges ikke fungerer eller at dagens situasjon forverres.

Trafikkmodeller kan deles inn i makroskopiske, mikroskopiske og mesoskopiske (Aakre, 2021a). De makroskopiske modellene er basert på trafikkstrømmer, trafikkmengde, hastighet og tetthet og benytter gjennomsnittlig føreradfærd. De mikroskopiske modellene er basert på individuelle kjøretøy og førere og inneholder detaljert beskrivelse av hvordan disse samhandler. Dette er det som typisk brukes for trafikksimulering. Mesoskopiske modeller ligger et sted mellom makroskopiske og mikroskopiske modeller og baseres på grupper av kjøretøy. Figur 3.1 viser hvordan de ulike trafikkmodellene deles inn basert på detaljeringsgrad av trafikk og veggeometri.

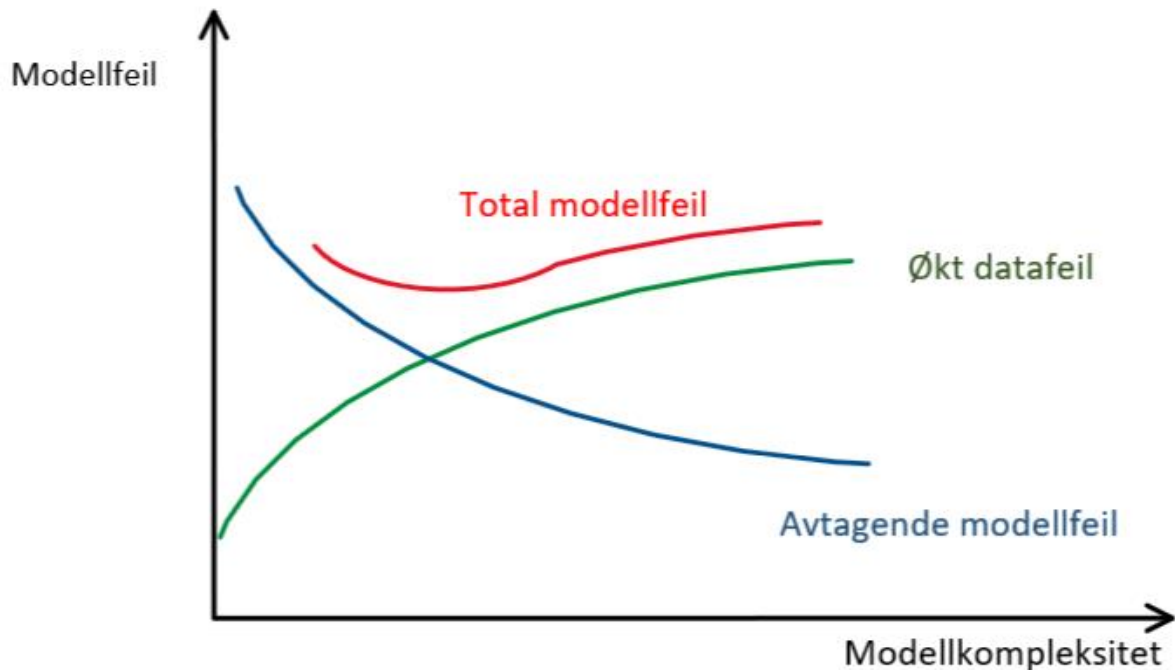
Økt detaljeringsgrad av modellen som beskriver trafikkbevegelse



Økt detaljeringsgrad av modellen som beskriver veggeometrien

Figur 3.1 Detaljeringsgrad for trafikk og veggeometri for de ulike nivåene av modeller (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020)

Når det gjelder mikrosimulering er det ikke nødvendigvis slik at en modell som baserer seg på enkelt kjøretøy vil føre til færre feil i modellen (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Som Figur 3.2 viser, vil en mer kompleks modell føre til nedgang i modellfeil, men økning i datafeil som til sammen fører til økning i total feil i modellen. Dette skyldes at en mer kompleks modell har flere variabler som hver seg bringer med en viss feilmargin.



Figur 3.2 Modellfeil mot modellkompleksitet (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020)

3.2 SIDRA INTERSECTION

SIDRA INTERSECTION 9 er programmet som brukes i denne oppgaven for å modellere området. Denne utgaven er den niende utgaven av det som startet med at Rahmi Akcelik utviklet SIDRA 1 i perioden 1975-1979. Den første utgaven av programmet ble først lansert i 1984. SIDRA er et akronym for Signalised and unsignalised Intersection Design and Research Aid (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Programmet har blitt brukt i Norge siden første utgave ble lansert. Programmet brukes blant annet av konsulenter og Statens vegvesen i dag (Aakre, 2021b).

Programmet er et mikro-analytisk verktøy som gjør det mulig å evaluere og kalkulere kapasiteten og kvaliteten av trafikkflyten i kryss og nettverk av kryss (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). For å estimere kapasitet og effektivitet, som forsinkelse og kølengde, brukes modeller for hvert kjørefelt og *drive-cycle* sammen med en iterativ tilnæringsmetode. I SIDRA INTERSECTION er det enkelt å lage, endre og sammenligne ulike løsninger. Det bruker også samme teori og metoder for ulike løsninger for kryss, noe som gjør det lett å sammenligne resultater for ulike typer kryss.

For beregning av kapasitet i rundkjøringer og vikepliktsregulerte kryss, tar modellen i SIDRA INTERSECTION utgangspunkt i beregning av kapasitet for signalregulerte kryss (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Kapasiteten for hvert kjørefelt beregnes ved denne formelen:

$$\text{Kapasitet} = \text{Metningsvolum} * \frac{\text{Effektiv grøntid}}{\text{Omløpstid}}$$

Der omløpstiden er summen av effektiv grønttid og effektiv rødtid.

For å tilpasse dette til rundkjøringer og vikepliktsregulerte kryss er det brukt samme formel, men andre parametere. Og kapasiteten for hvert kjørefelt beregnes ved denne formelen:

$$\text{Kapasitet} = \text{Metningsvolum} * \frac{\text{Effektiv ublokkert tid}}{\text{Effektiv ublokkert tid} + \text{Effektiv blokkert tid}}$$

I SIDRA INTERSECTION er det ønskelig å bygge modellene slik at de på best mulig måte skal kunne analysere den faktiske trafikken. En godt bygd modell gir også riktigere effekt av tiltak som implementeres. I programmet er det en flere tilpasninger som kan gjøres for å oppnå dette. Blant annet er det mulig å velge blant flere kjøretøytyper, som lette kjøretøy, tunge kjøretøy, busser og syklistene der de har tilpassende parametere. Alle kjørefeltene kan også hver for seg kalibreres med ulike parametere. Likevel er det sånn at noen av funksjonene i SIDRA INTERSECTION kun er der for hensikten av layout. Det betyr at det ikke påvirker modellen, men kun hvordan det ser ut. Det gjelder blant annet *Circulating Transition Line* og *Number of Downstream Circulating Lanes* for modellering av rundkjøringer.

Det er flere mulige tidslukemodeller å velge mellom i SIDRA INTERSECTION. SIDRA Standard (Akcelik M3D), Akcelik M1, Siegloch M1 og tradisjonell M1. I denne oppgaven brukes SIDRA Standard.

3.2.1 Nettverk

Nettverksmodellen er i SIDRA INTERSECTION er en mikroanalytisk modell som behandler kjørefelter hver for seg. På den måten bli trafikken i hvert enkelt kjøretøy modellert hver for seg i motsetning til tradisjonelle analytiske nettverksmodeller der kjørefeltene blir behandlet i grupper. Derfor vil beskrivelse av trafikken i SIDRA gjøres for hvert kjørefelt og i motsetning til i tradisjonelle nettverksmodeller der forholdene er aggregert. (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Det vil si at modellen kan identifisere spredning av opphopning av trafikk bakover for hvert kjørefelt mot kryss på en måte som ikke er mulig i lenkebaserte nettverksmodeller.

De to grunnelementene i den feltbaserte modellen som brukes i SIDRA INTERSECTION er spredning av opphopning av trafikk bakover og kapasitetsbegrensninger (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Mens spredning av opphopning av trafikk bakover fører til at kø på felter nedstrøms blokkerer felter oppstrøms, fører kapasitetsbegrensningene til at overmettede kjørefelter oppstrøms begrenser trafikkmengden på feltene nedstrøms. Det er altså to motsatte effekter som derfor krever en iterativ prosess som balanserer de to elementene.

Nettverkene i SIDRA INTERSECTION settes sammen av *Sites*. Dersom kølengden mellom de ulike kryssene ikke overstiger lengden av lenken, vil ikke resultatene fra nettverksmodellen være annerledes enn de er dersom de ulike kryssene analyseres hver for seg. Det er først når kølengdene overstiger lengden av lenkene det er relevant å benytte seg av nettverksanalyse. I de tilfellene der den beregnede kølengden overstiger lengden av lenken mellom de to kryssene vil det føre til tilbakeblokkering. I modellen vil da kjøretøyene plasseres i køene ved krysset oppstrøms (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020).

I nettverksmodell er det mulig å lage ulike ruter gjennom nettverket. Gjennom nettverksanalysene gir *Output* for ruter for eksempel *Level of Service*, gjennomsnittlig reisetid, gjennomsnittlig forsinkelse og antall stopp.

3.2.2 Rundkjøringer

Metoden for kapasitetsanalyse av rundkjøringer som brukes i SIDRA har sin opprinnelse fra metoden som ble utviklet av Australian Road Research Board i Special Report SR 45, og er deretter videreutviklet (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Det brukes en videreutviklet metode av tradisjonell tidsluke og kø teori med empirisk grunnlag. Det er i stor grad basert på det samme som i både kryss med og uten signalregulering, men med egne parameterverdier for å kunne representere og analysere rundkjøringer. Det empiriske grunnlaget er basert på feltstudier av tidsluker i en rekke moderne rundkjøringer i Australia. Modellen estimerer ikke bare kapasitet, men også forsinkelse, kø og andre mål på hvordan trafikkavviklingen er. Standard i SIDRA er at programmet bestemmer kritisk tidsluke og følgetid. Kritisk tidsluke og følgetid er da funksjoner av rundkjøringens geometri, den sirkulerende trafikkstrømmen i rundkjøringen og andre faktorer. Det er mulig å velge mellom rundkjøringskapasitetsmodellene SIDRA Standard, US HCM 6 og US HCM 2010, modellene fra Highway Capacity Manual. I denne oppgaven brukes SIDRA Standard.

Vanligvis ved modellering av rundkjøringer blir hver enkelt tilfart sett på som et uavhengig T-kryss mot sirkulasjonsarealet i rundkjøringen. Slik er det ikke i SIDRA. Her blir en rundkjøring sett på som et lukket system der trafikantene samhandler ved innkjøringene til rundkjøringene (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). For å kunne gjøre dette, kreves det en iterativ estimeringsprosess som tar hensyn til en rekke parametere. Disse parametere brukes som en funksjon av kapasiteten i den foregående iterasjonen, som så påvirker den gjeldende iterasjonen. Fordelen med denne metoden hvor rundkjøringen blir sett på som et lukket system og ikke som en sammensetning av uavhengige T-kryss, er i tilfeller der hvor trafikkmengden i rundkjøringen overstiger kapasiteten i rundkjøringen. Er trafikkmengden lavere enn kapasiteten i rundkjøringen, vil rundkjøringene også i denne modellen bli regnet som en sammensetning av uavhengige T-kryss.

Denne måten å modellere rundkjøringer på tar hensyn til flere elementer som er avhengige av hverandre, og er derfor grunnen til den iterative estimeringsprosessen. Det gjør denne til en mer kompleks modell (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Et av elementene er kapasitetsbegrensninger som gjør at sirkulerende trafikkmengde og trafikkmengde ut ved en av tilfartene påvirkes av trafikkmengden inn i rundkjøringen når kapasiteten overstiges. Modellen i SIDRA INTERSECTION modellerer også forhold der det er ubalanserte trafikkmengder på tilfartene i en rundkjøring som påvirker trafikkavviklingen. Det er de tilfellene der særlig er en av svingebevegelsene på en tilfart, med mye kø og uniform fordeling av tidsluker, hindrer trafikkmengden nedstrøms. I tradisjonelle modeller som behandler den totale sirkulerende trafikkmengden kan ikke kapasiteten i rundkjøringen beregnes på samme måte i denne modellen. I denne modellen avhenger kapasiteten for et felt på tilfarten også av trafikkmengden på tilfartene. I motsetning til modellene som bruker enkel eksponentiell fordeling av tidsluker, kan fordelingen av tidsluker i klynger for den sirkulerende trafikkmengden inkludere en rekke parametere. Det er parametere som gjør det mulig å modellere effekten av antall felt i sirkulasjonsarealet og fordelingen av bruken av disse feltene og hvordan dette påvirker kapasiteten inn i rundkjøringen.

Ettersom formålet med oppgaven er å se på mulighetene for å bedre trafikkavviklingen i studieområdet, som består av fire rundkjøringer, er det viktig å være klar over hva som er noen av hovedtrekkene ved SIDRAs kapasitetsmodell for rundkjøringer (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020, s. 575)

- Følgetid avtar med:
 - økende diameter på rundkjøringen

- økende inngangsradius og avtagende inngangsvinkel
 - økende sirkulerende trafikkmengde
 - færre felt i sirkulasjonsarealet
 - økt antall felt inn i rundkjøringen
- Kritisk tidsluke er proporsjonal til følgetiden med en faktor mellom 1,1 og 2,1. Kritisk tidsluke avtar med:
 - økende sirkulerende trafikkmengde
 - antall felt i sirkulasjonsarealet
 - gjennomsnittlig feltbredde på tilfarten
- For tilfarter med flere felt er det feltet med størst trafikkmengde det dominerende feltet. Det påvirker modellen på følgende måte:
 - Følgetiden er lavere for det dominerende feltet.
 - Faktoren som beregner forholdet mellom kritisk tidsluke og følgetid øker når andelen på det dominerende feltet øker sammenlignet med det ikke-dominerende kjørefeltet.

3.2.3 Viktige parametere

For å kunne gjøre gode analyser i SIDRA INTERSECTION er det en rekke parametere og faktorer som må justeres for å kalibrere modellen. Ved å justere disse faktorene vil trafikkbildet kunne tilpasses det som har blitt observert i videoanalysen. Noen av de viktigste parametere når det kommer til modellering og analyse av rundkjøringer presenteres her. Beskrivelse av faktorene og parametere som beskrives er hentet fra SIDRA INTERSECTION 9 User Guide (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020).

Exiting Flow Effect

Exiting Flow Effect kan brukes for alle typer av kryss, men er mest relevant for rundkjøringer og T-kryss. Ved modellering av rundkjøringer blir en prosentandel av utgående trafikkstrøm lagt til den sirkulerende trafikkstrømmen. I rundkjøringer er standardverdien for *Exiting Flow Effect* 0%. Det kan likevel være tilfeller der kjøretøy på vei inn mot rundkjøringen kan ha problemer med å si om kjøretøyene i rundkjøringen skal kjøre ut, eller om de skal fortsette til neste avkjøring.

Environment Factor

Environment Factor er en parameter som brukes for å kalibrere rundkjøringsmodeller. Den tar høyde for en rekke faktorer som påvirker kapasiteten i rundkjøringer som blant annet føreradfærd, utforming av rundkjøring, sikt, stigninger inn mot rundkjøringen, hastighet og størrelsen på lette og tunge kjøretøy. Standardverdien for *Environment Factor* er 1,0 og den kan justeres mellom 0,5 og 2,0. Verdier høyere enn 1,0 begrenser kapasiteten og øker kritiske tidsluker og følgetider, mens verdier lavere enn 1,0 øker kapasiteten og reduserer kritiske tidsluker og følgetider.

Lane Utilisation Factor

Lane Utilisation Factor, eller feltutnyttelsesfaktor, er en viktig faktorene når det gjelder kapasitet og trafikkytelse for alle typer kryss som modelleres i SIDRA INTERSECTION. Faktoren sier altså noe om underutnyttelsen av kjørefelt. Det kan skyldes flere årsaker som for eksempel:

- Kort kjørefelt på tilfart til rundkjøring.
- Stor andel av tunge kjøretøy i et av feltene.

- Buss eller trikk som har kantstopp i et kjørefelt i nær tilknytning til tilfarten til en rundkjøring.
- Et kjørefelt som har større andel kjøretøy enn det andre fordi det er en stor andel som skal en bestemt veg etter rundkjøringen.
- Utfordringer med trafikkavviklingen på utfarten på grunn av fletting med filterfelt fra en annen arm.

Percent Opposed by Nearest Lane Only

Percent Opposed by Nearest Lane Only er en parameter som spesifiserer andel av mindre trafikkstrøm som kun viker for nærmeste kjørefelt. I rundkjøringer betyr dette den tilfarten som ligger lengst til høyre for den aktuelle tilfarten.

Entry/circulating flow adjustment

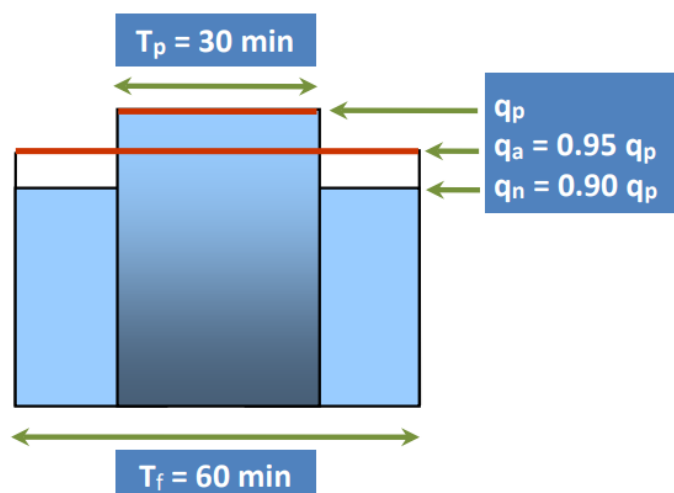
Entry/circulating flow adjustment, eller innkjørings-/sirkulasjonsstrømjustering, er en faktor gjør det mulig å kalibrere SIDRA Standard rundkjøringskapasitetsmodell når trafikkmengden er ujevn på tilfartene i rundkjøringen. Faktoren justeres forholdet mellom trafikkmengden inn i rundkjøringen og trafikkmengden i rundkjøringen. Det gjøres ved å velge enten *høy*, *middels*, *lav* eller *ingen* som justeringsnivå avhengig av lokaleforhold og føreradfærd. Ved å justere denne faktoren endres følgetid og kritisk-tidsluke. *Høy* fører til høyere kapasitet, altså redusert følgetid og kritisk-tidsluke, mens kapasiteten er lavest når *ingen* er valgt. Standardverdien er medium. Faktoren er mest effektiv i de tilfellene der trafikkmengden er lav til middels.

Peak Flow Factor og Peak Flow Period

Peak Flow Factor (PFF) er forholdet mellom trafikkmengden i hele den registrerte perioden (q_a) og perioden med høyest trafikkmengde i den registrerte perioden (q_p). Der begge er målt i antall kjøretøy per time. *Peak Flow Factor* beregnes på følgende måte:

$$PFF = 100 \frac{q_a}{q_p}$$

Peak Flow Period (T_p) er perioden i løpet av den registrerte perioden (T_f) med høyest trafikkmengde. Figur 3.3 viser grafisk hvordan dette er ved standardverdier i SIDRA INTERSECTION. Standard i SIDRA INTERSECTION er PFF = 95% og $T_p = 30$ minutter.



Figur 3.3 Peak Flow Factor (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020)

Når nettverksfunksjonen i SIDRA INTERSECTION benyttes, overstyrer *Peak Flow Period* for nettverk det som er satt på *Site*-nivå. Dette gjøres for at det skal være likhet når beregningene gjøres. Ved nettverksanalyse settes *Peak Flow Factor* til 100%, dersom det ikke er overensstemmelse mellom *Peak Flow Period* for de ulike kryssene, eller *Sitene*.

Gap Acceptance Factor

Faktoren brukes for å justere kritisk tidsluke og følgetid på felter på tilfartene der hvor kritisk tidsluke og følgetid enten er mindre eller større enn hva som beregnes i modellen. Faktorer mindre enn 1 fører til mindre kritisk tidsluke og følgetid, mens faktorer større enn 1 fører til høyere kritisk tidsluke og følgetid.

4 Metode

Målet med oppgaven er å besvare forskningsspørsmålene presentert i 2 Mål. For å kunne svare på spørsmål *i. Hvordan er trafikkavviklingen i området i dag?*, må dagens situasjon observeres. For svare på spørsmål *ii. Hva kan gjøres for å bedre dagens situasjon?* og *iii. Hva er effekten av tiltakene?* er det nødvendig at dagens situasjon modelleres på en så god måte som mulig slik at effekten av tiltakene blir så korrekte som mulig.

For å systematisk kunne svare på disse forskningsspørsmålene, brukes fremgangsmåten fra Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software (Dowling, Skabardonis og Alexiadis, 2004). Den tar utgangspunkt i de følgende syv stegene:

1. Identifiser prosjektformål, avgrensning og tilnærming
2. Datainnsamling og forberedelse
3. Utvikle grunnmodell
4. Feilsøke grunnmodell
5. Modellkalibrering
6. Analyse av tiltak
7. Sluttrapport og teknisk dokumentasjon

4.1 Planlegging

Prosjektformål, avgrensning og tilnærming ble gjort under arbeidet med fordypningsprosjektet høsten 2021. Prosjektformålet er beskrevet som forskningsspørsmålene for denne oppgaven i 2 Mål. Avgrensning av området ble gjort i samråd med veileder og det samme gjelder tilnærmingen. En kombinasjon av datainnsamling og forberedelser ble startet opp under arbeidet med fordypningsoppgaven høsten 2021.

For å gjøre datainnsamlingen i studieområdet er det valgt å gjøre manuelle registreringer. Manuelle registreringer foregår ved at en eller flere personer registrerer trafikken i et skjema og er mest passende for registreringer på 1-4 timer (Statens vegvesen, 2014). Håndbok V714 Veileder i trafikkdata anbefaler også å bruke video for å kunne etterprøve resultater, eller gjøre registreringen i ettertid. I dette tilfellet vil det være nærliggende å gjennomføre registreringen i ettertid ettersom det kun er en person som skal gjennomføre registreringen.

I dette området er trafikktoppene på morgenen og ettermiddagen. Derfor planlegges det å gjøre videopptak i disse periodene av døgnet. En befaring i området vil derfor være med på å kunne definere hvilke tidspunkt dette er på morgenen og ettermiddagen.

Noe som gjorde det utfordrende å skaffe gode trafikkdata var den pågående koronapandemien som førte til at mange benyttet seg av hjemmekontor og som igjen førte endringer i reisemønstre. For å kunne få best mulig effekt av tiltakene som skal modelleres, er det viktig at den trafikken som observeres stemmer med normalsituasjon. Den norske regjeringen endret anbefalingene og restriksjoner lørdag 12. februar, slik at folk igjen kunne leve mer normal og gå på jobb (Regjeringen, 2022). Derfor ble det bestemt å utsette gjennomføringen av trafikkdatainnsamlingen til etter anbefalingen om hjemmekontor ble

avviklet. Det ble også besluttet å gjennomføre innsamling av data på morgen og ettermiddag i to forskjellige uker. Ved å først gjennomføre innsamlingen av data på morgen, kunne det brukes tid på å analysere disse før innsamlingen av data på ettermiddagen ble gjort.

Når registreringen skal gjennomføres bør det lages et skjema i for eksempel Excel. På denne måten er det lettere å ha kontroll på svingebevegelsene de ulike kjøretøyene foretar seg i krysset. Det vanligste ved kapasitetsvurderinger er å registrere trafikk i 2 timer, både i morgen- og ettermiddagsrush. Dersom det oppstår hendelser som avviker fra en normal trafikksituasjon, bør trafikkregistreringen gjøres på nytt en annen dag (Statens vegvesen, 2014). Det er viktig å tenke på i dette området da bruforbindelsen til Kråkerøy, som leder trafikk inn i området fra sør, i perioder har vært stengt på grunn av rehabilitering. Skulle det være tilfellet, vil trafikkbildet avvike fra en normalsituasjon.

For manuell registrering av reisetider er det to ulike metoder som er mest vanlig å bruke. Registrering av nummerskilt og visuell gjenkjenning (Statens vegvesen, 2014). Her vil visuell gjenkjenning bli brukt da det er mest passende for denne oppgaven. Visuell gjenkjenning gjøres ved å kjenne igjen et kjøretøy fra to ulike registreringspunkter og se på tidsdifferansen mellom dem. Denne metoden passer best i de tilfellene der det kun er et lite utvalg av kjøretøyene reisetiden skal beregnes. For å kunne gjøre dette er det viktig at alle klokke blir synkronisert slik at reisetiden blir korrekt.

Med tanke på områdets utstrekning og beliggenhet av de ulike rundkjøringene, er det viktig å finne posisjoner der kameraene kan plasseres slik at mest mulig kan observeres. Dersom det blir brukt mange kameraer, blir det mye å holde oversikt over under gjennomføringen av datainnsamlingen i tillegg til at analysen av videoene er tidkrevende. Derfor er det viktig at kameraene plasseres taktisk, slik at en klarer å samle inn så mye informasjon som mulig i de punktene som velges. På bakgrunn av dette ble det foreslått ulike kameraplasseringer ved Taverna og St. Croix som er vist i henholdsvis Figur 4.1 og Figur 4.2.



Figur 4.1 Aktuelle kameraplasseringer ved Taverna (Norgeskart, 2022)



Figur 4.2 Aktuelle kameraplasseringer ved St. Croix (Norgeskart, 2022)

4.2 Befaring

I forkant av datainnsamlingen ble det gjennomført flere befaringer, første gang høsten 2021 i forbindelse med fordypningsprosjektet. Fredag 29. oktober ble det gjennomført en pilotstudie og befaring av området. Formålet var å bli kjent i området og med mulighetene for plassering av kamera. Det ble også kjørt flere ulike ruter gjennom studieområdet for å se på reisetider og forsinkelser for å danne et bilde av hvor utfordringene med trafikkavviklingen oppstod. Dette var med på å skape bedre bekjentskap i området, noe som vil være nyttig for å kunne lage en god modell.

Befaringene viste at de største utfordringene med trafikkavviklingen i området oppstår i rundkjøringene St. Croix og Taverna. Periodene med mest trafikk er mellom 07:00 og 08:30 på morgenen og 15:00 og 16:30 på ettermiddagen.

Ettersom studieområdet ligger sentrumsnært er det omgitt av flere bygninger og annen infrastruktur som gjør det vanskelig å finne gode kameraplasseringer. Kameraplasseringene foreslått i 4.1 Planlegging ble testet ut for å finne plasseringene som ga best mulig oversikt, men de aller fleste medførte noen utfordringer. Ettersom jeg var alene om å gjennomføre datainnsamlingen, var det også flere forhåndsregler å ta. Det var ønskelig å unngå at kameraene ble plassert ved overganger eller andre steder hvor personer ferdes og har muligheten til å enten stjele eller tukle med dem. Befaringen viste at det mest passende stedet for kameraplassering ved rundkjøringen St. Croix var i posisjon 1 i Figur 4.2. Det var ikke mulig fordi bygget der det var tenkt å plassere kamera skulle rives. Derfor ble posisjon 2 valgt. Denne posisjonen gjorde det mulig å få oversikt over alle svingebevegelser i rundkjøringen St. Croix og kjøretøy fra vest inn mot rundkjøringen Cignon.

Ved rundkjøringen Taverna ble kamera plassert på en kolle rett ved rundkjøringen i posisjon 2 i Figur 4.1. Det gjorde det mulig å filme alle svingebevegelesene i rundkjøringen, samtidig som tidspunktene der køen inn mot St. Croix ble så lang at den strekker seg helt tilbake til Taverna. I tillegg var det også mulig å se hvilket felt kjøretøyene på utfarten i vest brukte, noe som også forteller hvilket felt de bruker på tilfarten i Torvbyen.

4.3 Datainnsamling

Datainnsamlingen er gjort både digitalt og i felt. De digitale innsamlingene ble gjort i forbindelse med arbeidet med fordypningsprosjektet. Innsamlingen i felt er gjort etter oppstart med masteroppgaven.

4.3.1 Utforming av rundkjøringene

Ytre diameter og diameter av sentraløyene

Diameter av både sentraløy og ytre diameter for rundkjøringene er funnet ved bruk av funksjonen Lengdeberegning i kartverket ved FINN (FINN, 2021). Dette er parametere som vil være nødvendige når grunnmodellen skal bygges. Målene vil ikke være helt nøyaktige, men ansees å være gode nok for formålet, da det også ville være problematisk å gjennomføre dette i felt på grunn av trafikken. De ulike målene av rundkjøringene er vist i Figur 4.3 til Figur 4.6.



Figur 4.3 Mål av rundkjøring Taverna (FINN, 2021)



Figur 4.4 Mål av rundkjøring Torvbyen (FINN, 2021)



Figur 4.5 Mål av rundkjøring St. Croix (FINN, 2021)



Figur 4.6 Mål av rundkjøring Cicignon (FINN, 2021)

Lengde og bredde av tilfarter og utfarter i rundkjøringene

Både feltlengder og feltbredder er nødvendige å ha med i en trafikkmodell. Dataene som presenteres i Tabell 4.1 til Tabell 4.4 er hentet ut ved bruk av funksjonen Lengdeberegning i kart.finn.no (FINN, 2021). I noen av tilfellene er det utfordrende å gi nøyaktige lengder enten på grunn av dårlige bilder eller at vegoppmerkingen er nedslitt. For noen av lengdene er det lagt inn 500 meter, dette er gjort fordi de kommer fra lange strekker inn mot

rundkjøringen. 500 meter er da brukt fordi det er standardverdien i SIDRA. I tabellene er feltene merket med hvilke svingebevegelser som blir gjort. På tilfartene merket med V/R/H, der V er venstresving, R er rett fram og H er høyre. Utfartene er merket V/M/H. der V er venstre felt, M er midtre felt og H er høyre felt. F er brukt for filterfeltet i rundkjøringen St. Croix.

Tabell 4.1 Feltbredde og feltlengde Taverna

	Nord			Sør			Vest			
	Tilfart		Utfart	Tilfart		Utfart	Tilfart		Utfart	
Felt	H	R		V	R		V	H	V	H
Bredde (m)	3,5	3,5	3,6	2,7	2,6	3,9	2,7	2,7	2,8	2,7
Lengde (m)	62	1800	1800	20	490	490	56	56	56	56

Tabell 4.2 Feltbredde og feltlengde Torvbyen

	Nord				Øst				Sør	Vest	
	Tilfart		Utfart		Tilfart		Utfart		Tilfart	Tilfart	Utfart
Felt	V	H	V	H	R	H	V	H			
Bredde (m)	4,0	3,8	3,2	3,2	2,8	2,7	2,8	2,7	4,9	3,5	3,5
Lengde (m)	400	400	400	400	56	56	56	56	70	43	43

Tabell 4.3 Feltbredde og feltlengde St. Croix

	Nord				Øst				Sør				Vest				
	Tilfart		Utfart		Tilfart			Utfart	Tilfart			Utfart	Tilfart		Utfart		
Felt	V	RH	F		H	RH	F	V	H	V	R	H	V	H	RV	RH	
Bredde (m)	3,2	3,5	3,8	3,5	2,8	2,8	3,2	3,0	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,3	3,3	4,5
Lengde (m)	115	490	50	490	186	186	40	190	190	35	35	35	35	35	500	46	500

Tabell 4.4 Feltbredde og feltlengde Cicignon

	Nord					Øst			Sør	Vest		
	Tilfart		Utfart			Tilfart		Utfart	Tilfart	Tilfart		Utfart
Felt	V	H	V	M	H	R	H			V	VR	
Bredde (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,8	4,5	2,7	2,7	3,5
Lengde (m)	35	35	35	35	35	60	500	500	64	500	500	500

4.3.2 Trafikkdatainnsamling

Gjennomføringen av trafikkdatainnsamlingen ble gjort ved følgende tidspunkter:

Ukedag	Dato	Klokkeslett
Torsdag	17.02.2022	07:00-08:30
Torsdag	03.03.2022	15:00-16:30

Før videoopptaket på morgenen oppstod det et teknisk problem som gjorde at opptaket startet litt senere enn hva som var planlagt ved den ene av rundkjøringene. Det gjorde at det bare ble videoopptak fra begge rundkjøringene fra 07:15. Ut fra dataene som presenteres i denne oppgaven ser ikke dette ut til å være et problem da de høyeste registrerte mengdene var i periodene nærmere klokken 08:00.

4.3.3 Videoanalyse

Det ble telt antall kjøretøy inn i rundkjøringene i hvert kjørefelt og hvilken svingebevegelse de gjorde. Det ble brukt to telleapparat for å lettere kunne telle både lette og tunge kjøretøy samtidig på hver av tilfartene. Registreringene ble så gjort i 15 minutters intervaller for å kunne se hvordan trafikkmengden endret seg i løpet av opptaksperioden. I både morgen- og ettermiddagsrushet er det benyttet videoopptak på én time. Det ble gjort på bakgrunn av den observerte trafikken og de ble ansett til å være tilstrekkelig for å modellere området. Følgende tidsperioder ble brukt:

Ukedag	Dato	Klokkeslett
Torsdag	17.02.2022	07:15-08:15
Torsdag	03.03.2022	15:15-16:15

4.3.4 Svingebevegelser

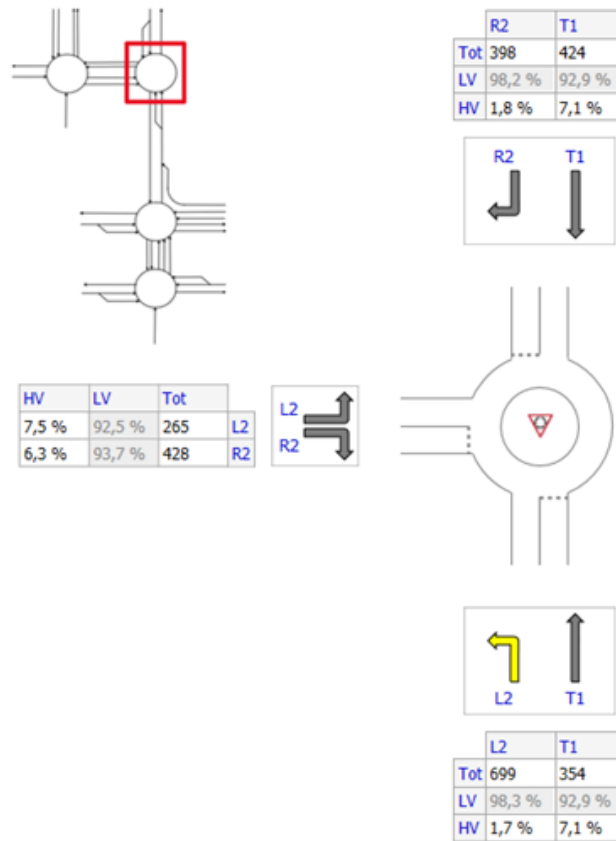
For å kunne gjøre gode analyser av trafikken slik den er i dag og for å kunne komme opp med forslag til endringer på dagens løsning er det nødvendig å vite antall kjøretøy for hver svingebevegelse i rundkjøringene. Derfor ble hvert enkelt kjøretøy notert med hvilken tilfart de kom på inn mot rundkjøringen og hvilken utfart de brukte ut av rundkjøringen. Det ble valgt å skille mellom tunge og lette kjøretøy. Det kunne også vært gjort en mer detaljert fordeling av kjøretøyene, men det ville vært en prosess som ville tatt lengre tid.

I rundkjøringene Taverna og St. Croix ble dette gjort for alle armene. I Torvbyen ble det sett på tilfarten og utfarten i vest, mens i Cicignon ble det sett på tilfartene i vest og nord og utfarten i sør. Det er fordi Taverna og St. Croix sees på som de mest sentrale rundkjøringene i dette området med tanke på trafikkavviklingen. For å kunne ha verdier på de tilfartene og utfartene som ikke inngikk i videoanalysen ble trafikkmengdene fra Tabell 1.1 til Tabell 1.4 brukt sammen med tall fra de andre armene i rundkjøringene der det ble telt svingebevegelser for å estimere disse verdiene.

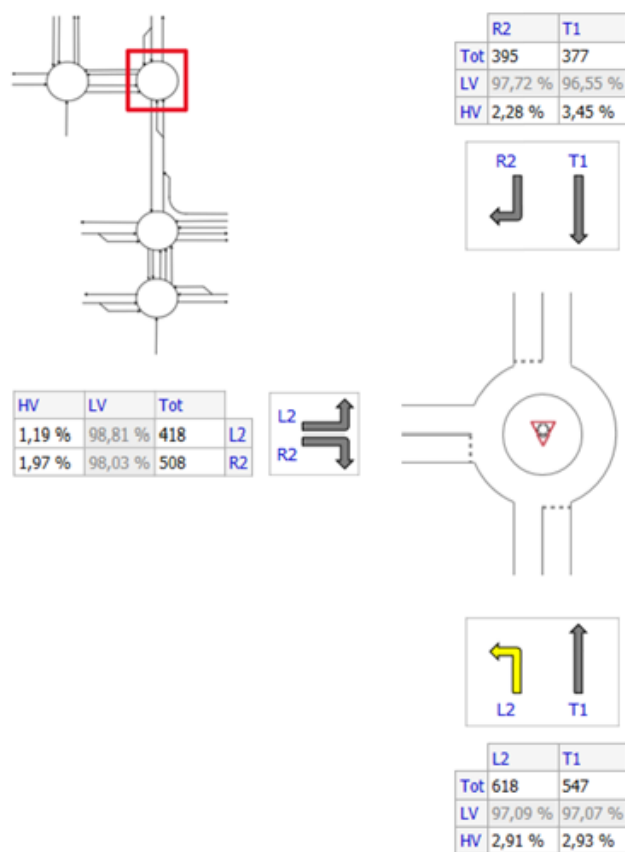
Det totale antallet kjøretøy for hver av svingebevegelsene i rundkjøringene presenteres her i oppgaven ved et skjermbilde av input-data i SIDRA INTERSECTION. I Vedlegg 2 er det en mer detaljert forklaring av disse tallene der de er fordelt på 15 minutters intervaller.

Taverna

Fra tallene i Figur 4.7 og Figur 4.8 kommer det fram at den totale trafikkmengden er høyere på ettermiddagen enn på morgenen, men at det er flere kjøretøy mot vest på morgenen. Det skyldes først og fremst at trafikkmengden fra sør er høyere på morgenen enn på ettermiddagen.



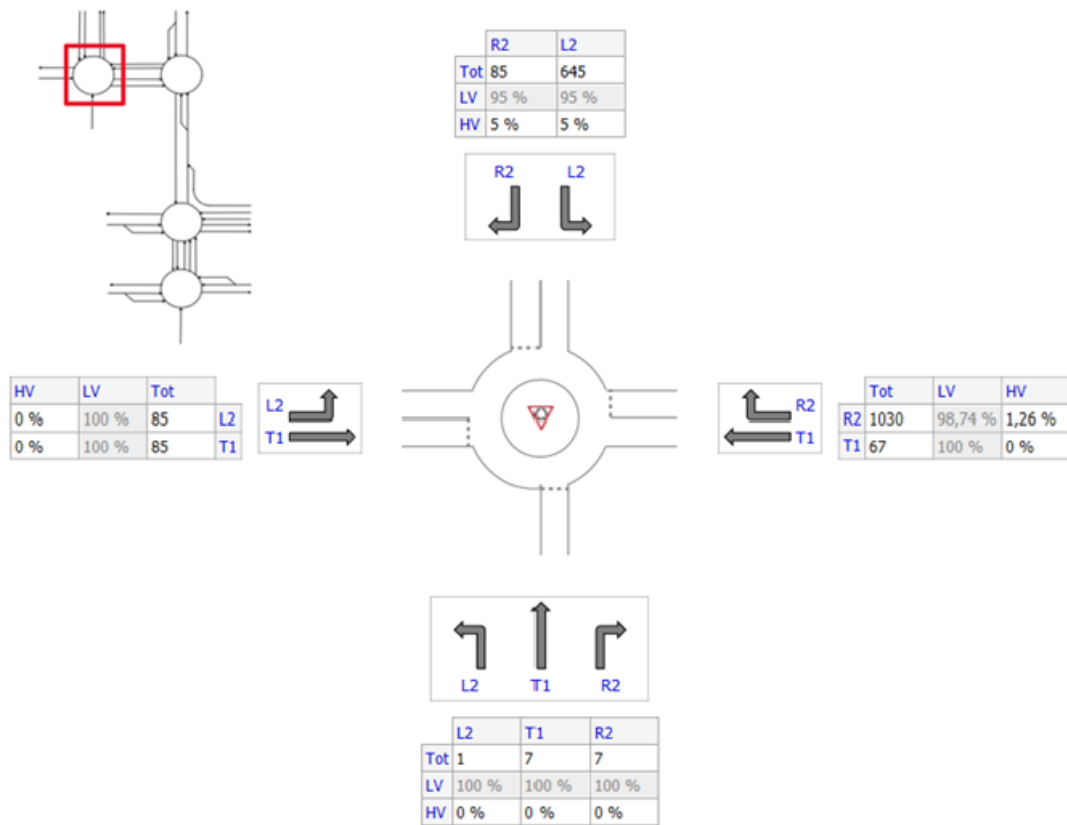
Figur 4.7 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Taverna morgen 07:15-08:15



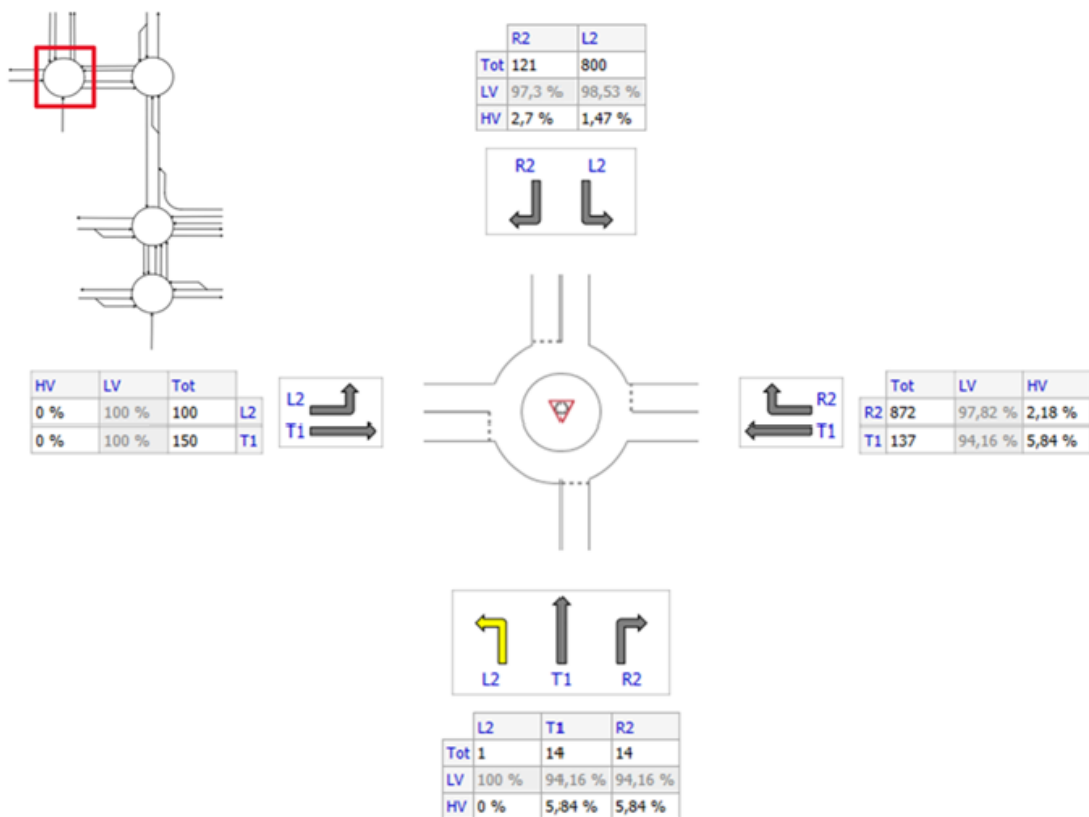
Figur 4.8 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Taverna ettermiddag 15:15-16:15

Torvbyen

I Figur 4.9 og Figur 4.10 er tallene av varierende kvalitet. Fra videoopptakene var det mulig å telle antall kjøretøy inn og ut på armen i øst. For de øvrige armene er det estimerte verdier basert på tellingene samt trafikkmengdene vist i Tabell 1.1 og Tabell 1.2. På tilfarten i sør er det observert få kjøretøy mot alle retninger, men det er antatt å være kun ett kjøretøy mot vest, da det er alternative ruter for kjøring i denne retningen. Videre er det observert flest kjøretøy mot øst som kommer fra nord og det antas at det er flere som benytter armen i vest på ettermiddagen enn på morgenen.



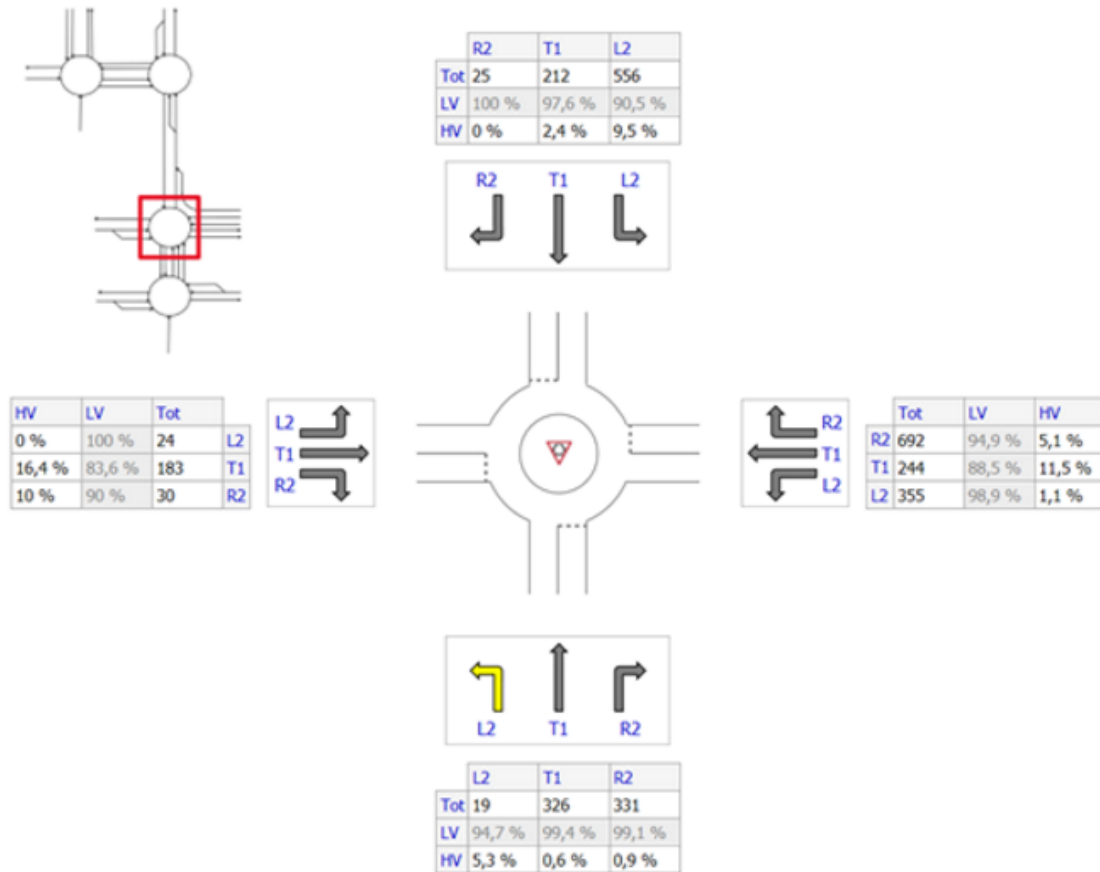
Figur 4.9 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Torvbyen morgen 07:15-08:15



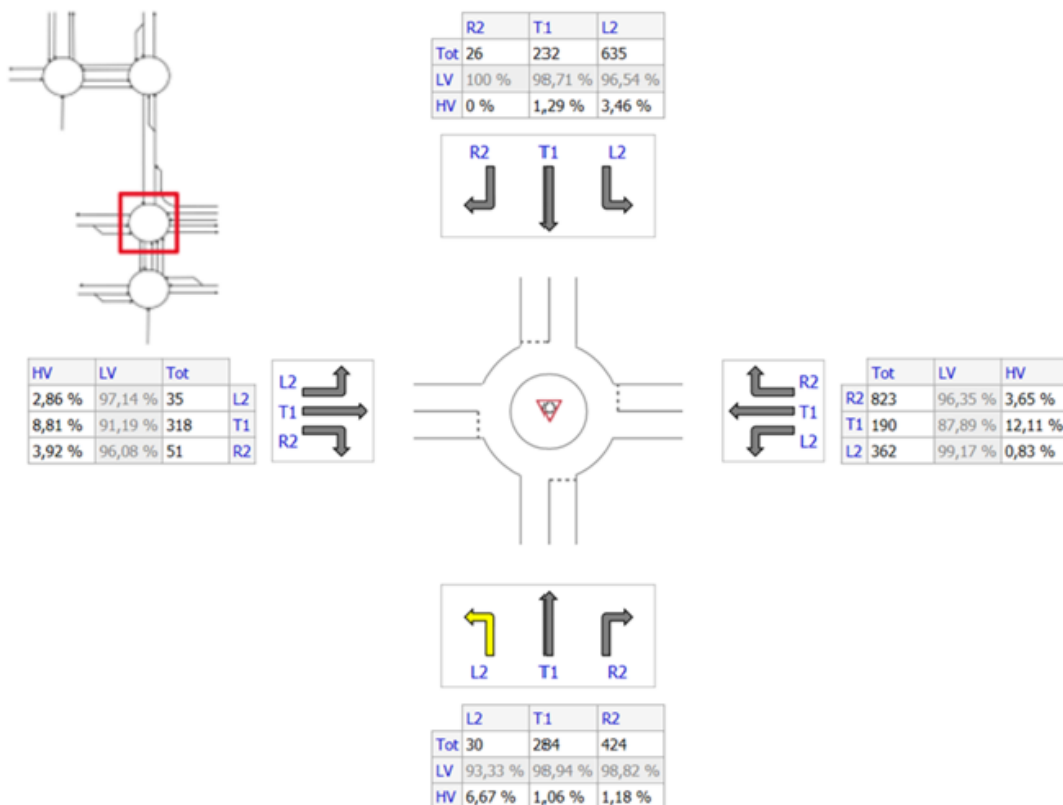
Figur 4.10 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Torvbyen ettermiddag 15:15-16:15

St. Croix

Ved å studere Figur 4.11 og Figur 4.12, ser man her som i Taverna at trafikkmengden er høyere på ettermiddagen enn på morgenen. Det er kun antall kjøretøy mot vest som er lavere på ettermiddagen enn på morgenen. Det er også færre kjøretøy fra sør mot nord i morgenerushet sammenlignet med ettermiddagsrushet. Totalt antall kjøretøy mot nord er høyere på grunn av et betydelig høyere antall fra øst mot nord og en liten økning i antall kjøretøy fra vest i ettermiddagsrushet.



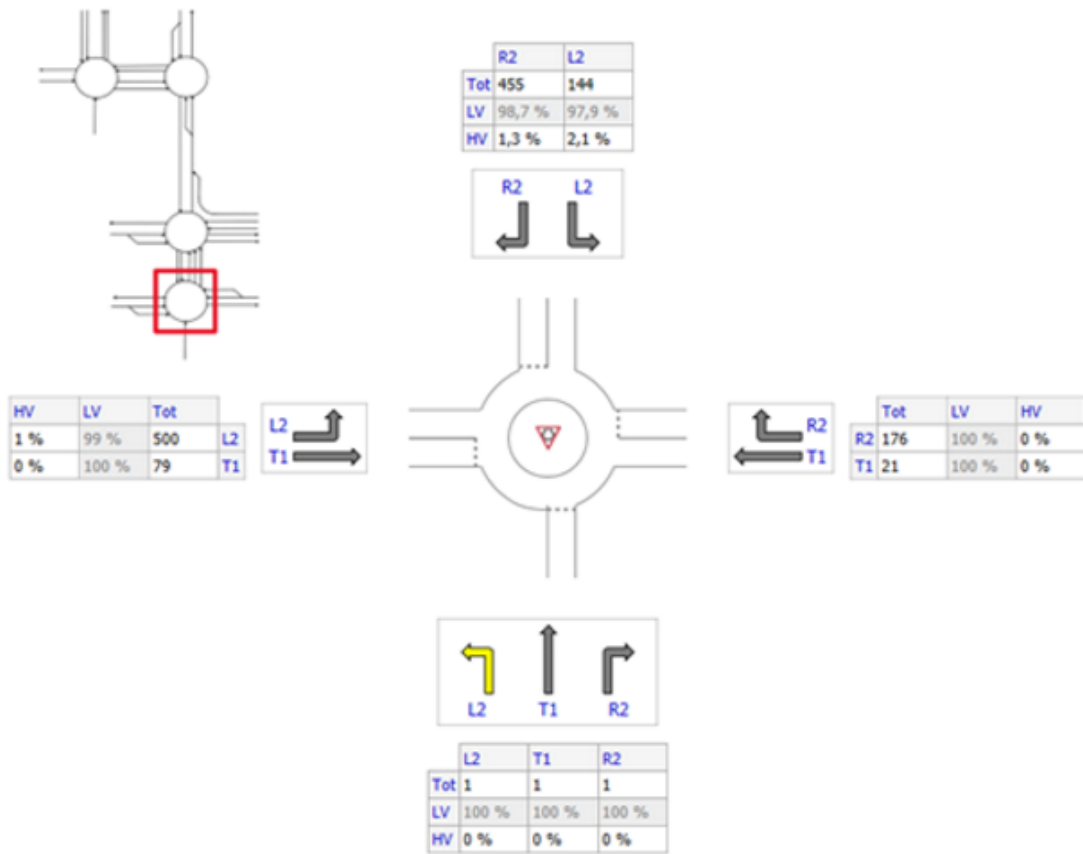
Figur 4.11 Antall kjøretøy per svingebevegelse i St. Croix morgen 07:15-08:15



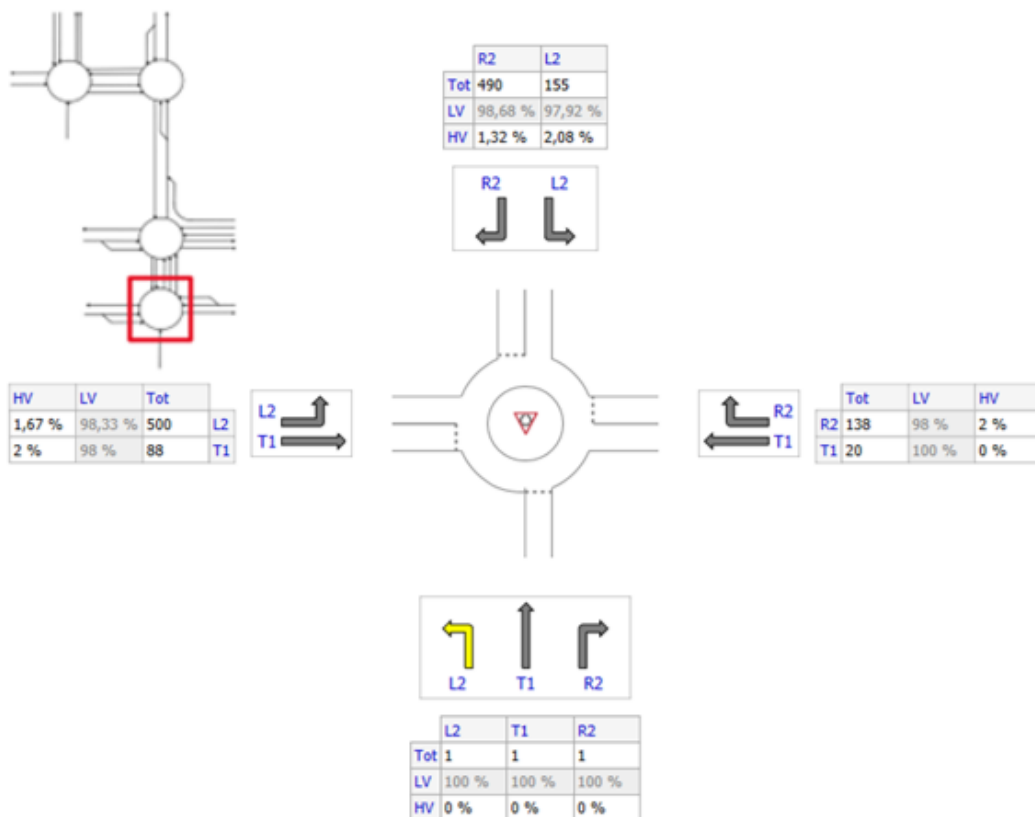
Figur 4.12 Antall kjøretøy per svingebevegelse i St. Croix ettermiddag 15:15-16:15

Cicignon

Trafikkmengdene i Figur 4.13 og Figur 4.14 er av varierende kvalitet. På samme måte som i Torvbyen er de basert på egne tellinger og trafikkmengdene fra Tabell 1.3 og Tabell 1.4. Summen av kjøretøy på tilfarten i vest er telt, mens fordelingen mot øst og nord er mer usikker. I morgenrushet ble det telt svingebevegelser som ble gjort på tilfarten i nord, mens på ettermiddagen ble antall kjøretøy ut av St. Croix mot sør fordelt på de to svingebevegelesene etter fordelingen i morgenrushet. Antall kjøretøy øst-vest er telt, mens antall kjøretøy øst-nord er estimert.



Figur 4.13 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Cicignon morgen 07:15-08:15



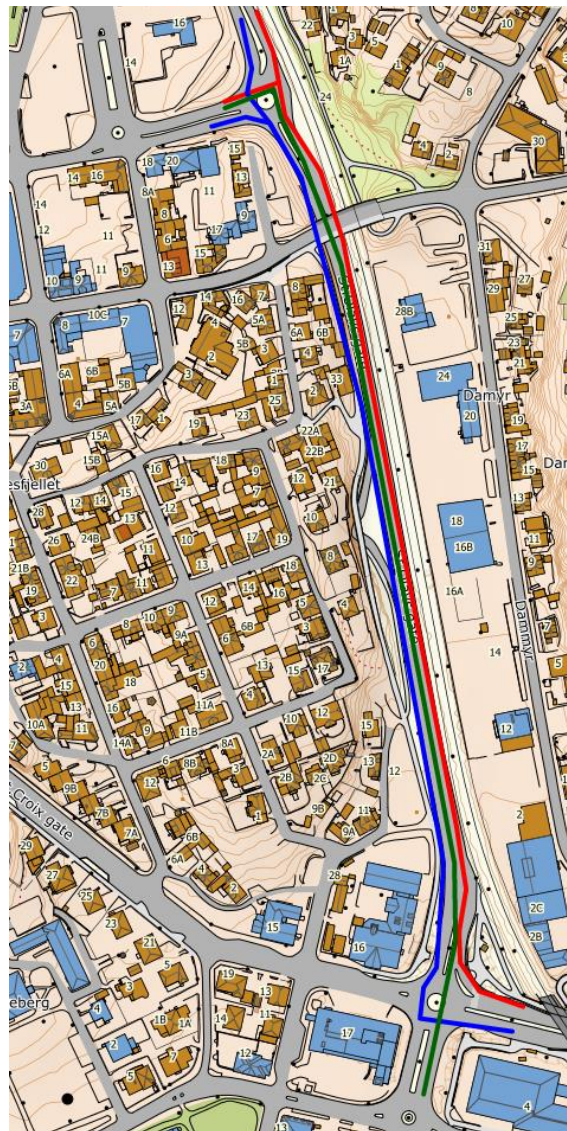
Figur 4.14 Antall kjøretøy per svingebevegelse i Cicignon ettermiddag 15:15-16:15

4.3.5 Reisetider

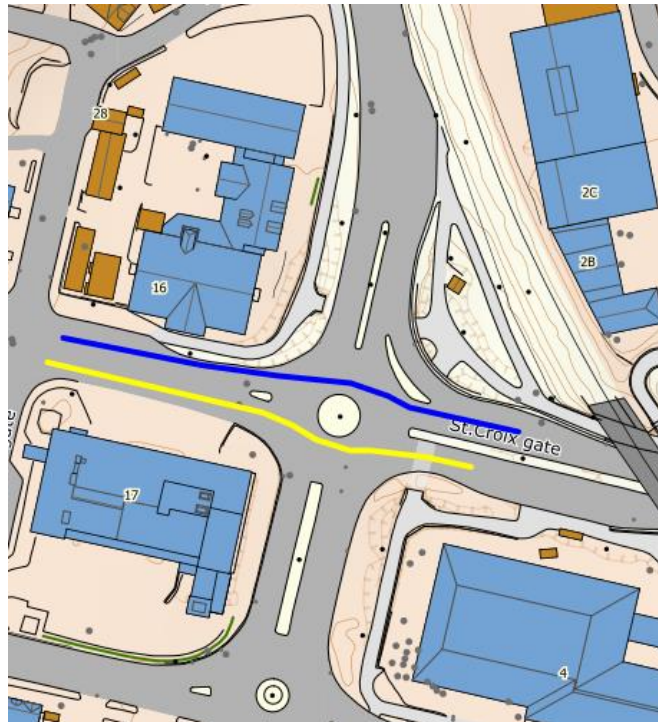
For å se på reisetider i området ble det valgt ulike ruter gjennom studieområdet. Rutene som ble valgt er vist i Figur 4.15. De blå strekene viser rutene fra Taverna mot St. Croix, de røde strekene viser rutene fra øst for St. Croix mot Taverna og den grønne streken viser ruten sør for St. Croix og videre mot Taverna. For å registrere reisetidene ble tiden da kjøretøyet kom inn i bildet registrert, og det samme da det kjørte ut av bildet. Disse rutene ble valgt på grunn av problemene med trafikkavviklingen mellom Taverna og St. Croix.

Det ble også registrert reisetider fra vest til øst og øst til vest gjennom St. Croix. Her var det kun noen perioder hvor det var utfordringer med tanke på trafikkavviklingen, men likevel var det nyttig for å kunne bruke det for kalibrering av modellen. Registreringspunktene og rutene for disse kan sees i Figur 4.16.

For å finne reisetidene gjennom studieområdet ble det valgt et kjøretøy for hver av rutene med 5 minutters intervall i både morgen- og ettermiddagsrushet. En oppsummering av reisetidene er vist i Tabell 4.5, mens en mer utfyllende versjon der alle de registrerte reisetidene er vist i Vedlegg 3.



Figur 4.15 Ruter og registreringspunkter mellom Taverna og St. Croix for beregning av reisetider (Norgeskart, 2022)



Figur 4.16 Ruter og registreringspunkter i St. Croix for beregning av reisetider (Norgeskart, 2022)

Tabell 4.5 Sammendrag av reisetider på de utvalgte rutene

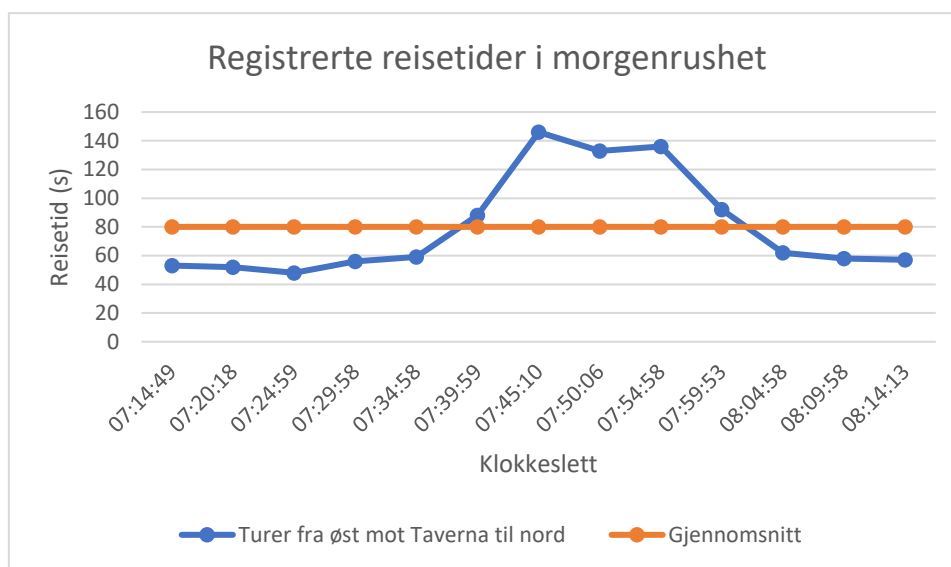
Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig reisetid morgen (sekunder)	Gjennomsnittlig reisetid ettermiddag (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	80	84
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	95	100
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	111	120
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	135	216
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	145	226
Vest-øst St. Croix	11	30	52
Øst – vest St. Croix	10	12	11

Øst – St. Croix – Taverna – nord

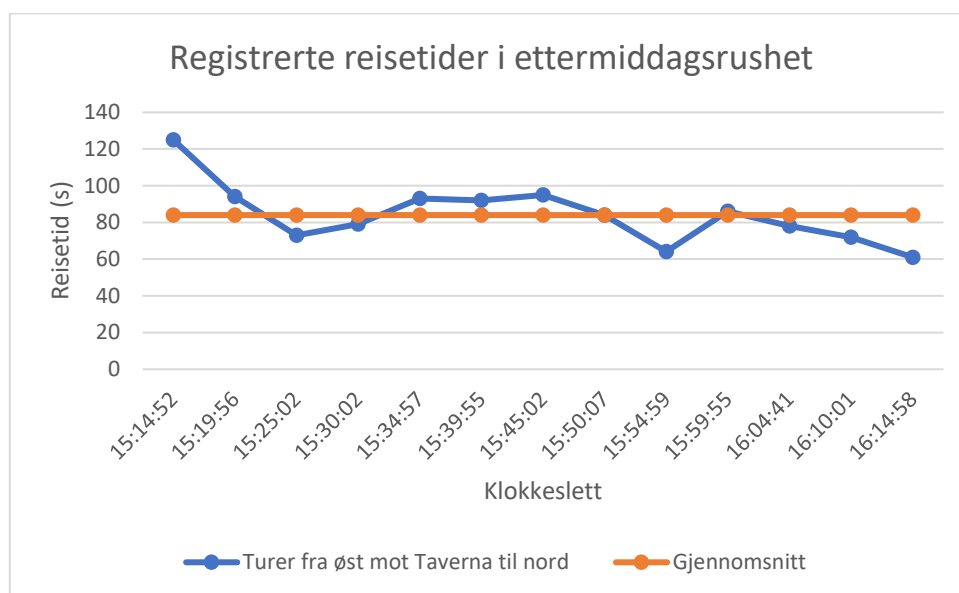
Uforstyrret reisetid på ruten fra øst for St. Croix til nord for Taverna er 48 sekunder. Grafen i Figur 4.17 viser at den gjennomsnittlige reisetiden i morgenrushet er 80 sekunder, mens gjennomsnittlig reisetid i ettermiddagsrushet er 84 sekunder, som vist i grafen i Figur 4.18. Det er kun fire sekunder lengre gjennomsnittlig reisetid på ettermiddagen enn på morgenen. Likevel er det forskjeller i hvordan reisetidene endrer seg i løpet av den registrerte timen.

I morgenerushet er alle tidene fram til og med 07:35 under 60 sekunder og den laveste registrerte reisetiden er på 48 sekunder registrert rundt klokken 07:25. Dette tilsvarer uforstyrret reisetid. Etter dette øker reisetidene frem mot 07:45 er den lengste reisetiden er registrert på 146 sekunder. Når klokken passerer 08:00 er reisetidene igjen 120 sekunder og beveger seg nedover mot uforstyrret reisetid. Det er altså en topp i grafen mellom 07:45 og 08:00.

I ettermiddagsrushet er dette annerledes. Her er eneste registrerte reisetid på over 120 sekunder målt rundt klokken 15:15 og er på 125 sekunder. Etter dette varierer reisetidene fra 61 sekund til 95 sekunder. Selv om det kun skiller 4 sekunder på gjennomsnittlig reisetid mellom morgen og ettermiddag, er det forskjeller i hvordan trafikken endrer seg i løpet av timen. Det er mindre variasjon i ettermiddagsrushet enn i morgenerushet og det er ingen tydelige topper, men etter 16:00 avtar reisetidene.



Figur 4.17 Registrerte reisetider morgen øst – St. Croix – Taverna – nord



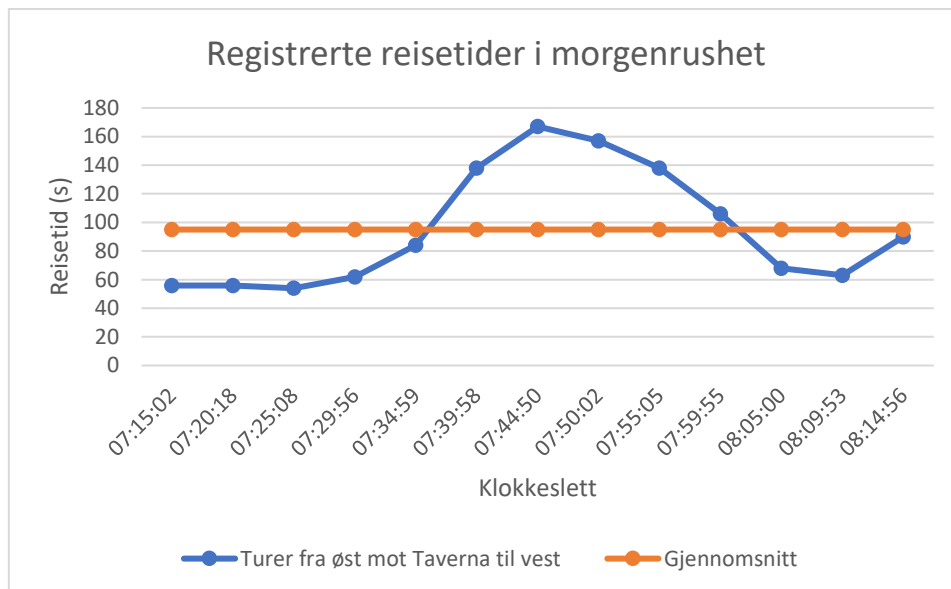
Figur 4.18 Registrerte reisetider ettermiddag øst – St. Croix – Taverna – nord

Øst – St. Croix – Taverna – vest

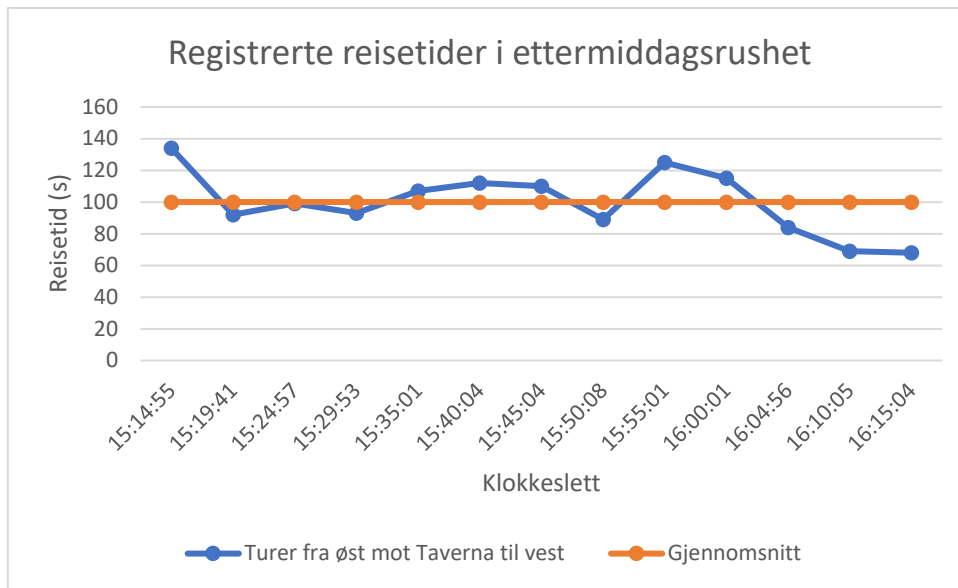
På ruten fra øst for St. Croix til vest for Taverna er uforstyrret reisetid 52 sekunder. Den gjennomsnittlige reisetiden i morgen- og ettermiddagsrushet kan leses av i grafene i Figur 4.19 og Figur 4.20, og er henholdsvis 95 sekunder og 100 sekunder. Reisetiden på ettermiddagen er i gjennomsnitt 5 sekunder lengre på ettermiddagen enn hva den er på morgenen.

Grafen for morgenrushet, i Figur 4.19 viser det samme mønsteret som grafen for morgenrushet på ruten fra øst for St. Croix til nord for Taverna. Reisetidene frem til 07:30 er nærme uforstyrret reisetid, men etter dette øker de og den lengste registrerte reisetiden er 167 sekunder målt ved klokken 07:45. Det er 21 sekunder mer enn hva som var tilfellet på ruten fra øst for St. Croix til nord for Taverna.

I ettermiddagsrushet er også mønsteret for reisetidene likt som mønsteret for ruten fra øst for St. Croix til nord for Taverna, men gjennomsnittlig reisetid er 20 sekunder lengre. Det er ingen tydelige topper, og lengste registrerte reisetid er 134 sekunder målt klokken 15:15. Etter dette varierer tidene mellom 125 sekunder og 84 sekunder fram til klokken 16:10, da avtar reisetidene og er i underkant av 70 sekunder. Det er en liten topp rett før klokken 16:00, men etter dette avtar reisetidene.



Figur 4.19 Registrerte reisetider morgen Øst – St. Croix – Taverna – vest



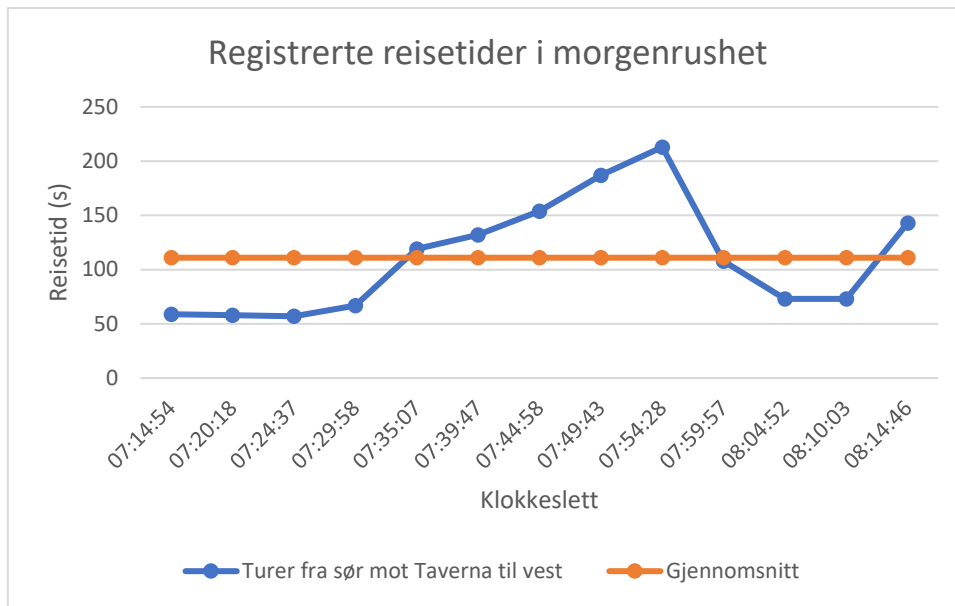
Figur 4.20 Registrerte reisetider ettermiddag øst – St. Croix – Taverna – vest

Sør – St. Croix – Taverna – vest

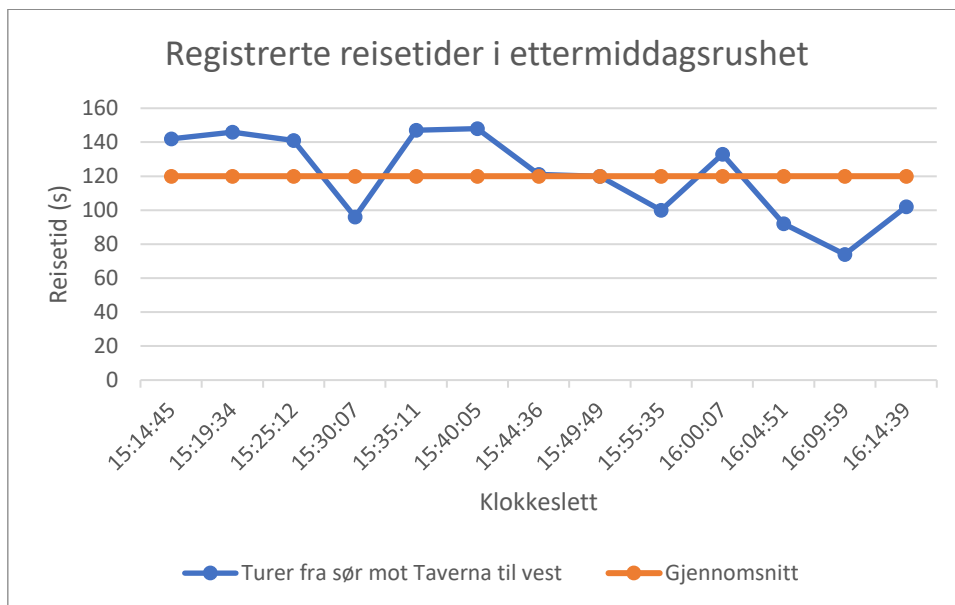
Uforstyrret reisetid fra sør inn mot St. Croix videre mot Taverna og deretter mot vest 48 sekunder. Gjennomsnittlig reisetid i morgnrushet er 111 sekunder og 120 sekunder i ettermiddagsrushet. Dette kan leses av grafene i Figur 4.21 og Figur 4.22. Som for de to andre rutene fra St. Croix er det lite som skiller mellom gjennomsnittlig reisetid i morgen- og ettermiddagsrushet.

I morgnrushet er det som for de andre rutene også stor endring i løpet av den timen da målingene ble gjort. De er nære uforstyrret reisetid i starten, før tidene øker rundt 07:35. Etter dette avtar de rundt 08:05. Den korteste registrerte reisetiden er 57 sekunder, rundt klokken 07:25, mens den lengste reisetiden er 213 sekunder og ble registrert rundt klokken 07:55.

I ettermiddagsrushet er det mindre forskjell på reisetidene. Den korteste registrerte reisetiden er 100 sekunder registrert rundt klokken 15:55, mens den lengste er 146 sekunder, registrert rundt klokken 15:20. Som for de andre rutene fra St. Croix mot Taverna og videre er det mønstret gjenkjennbart.



Figur 4.21 Registrerte reisetider morgen sør – St. Croix – Taverna – vest



Figur 4.22 Registrerte reisetider ettermiddag sør – St. Croix – Taverna – vest

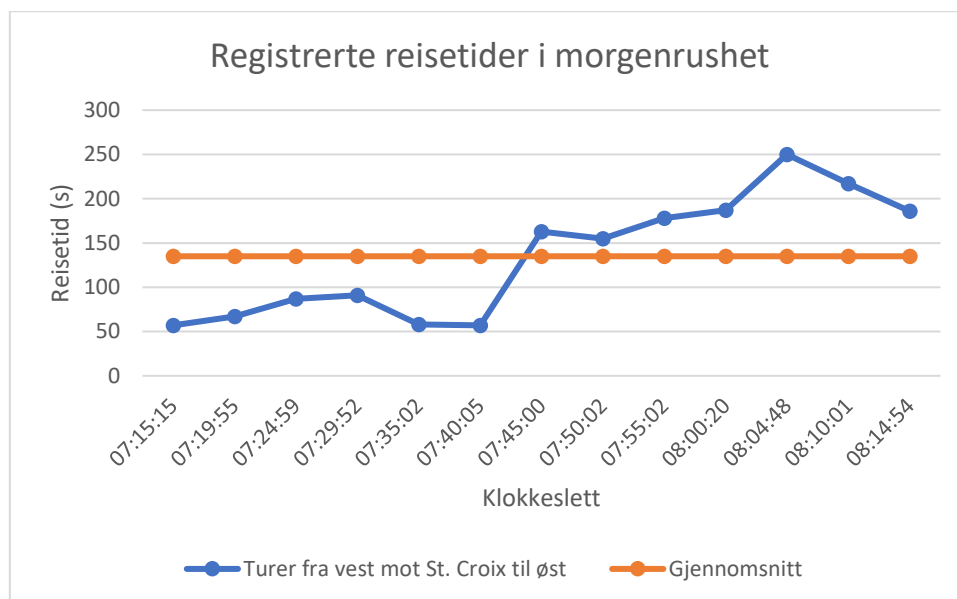
Vest – Taverna – St. Croix – øst

Uforstyrret reisetid for kjøretøy på ruten fra vest inn mot Taverna og videre mot St. Croix og deretter mot øst i er 49 sekunder. Gjennomsnittlig reisetid for ruten i henholdsvis morgen- og ettermiddagsrushet kan leses av grafene i Figur 4.23 og Figur 4.24. Disse er 135 sekunder og 216 sekunder. På denne ruten er det i gjennomsnitt 81 sekunder mer forsinkelse i ettermiddagsrushet enn i morgenrushet.

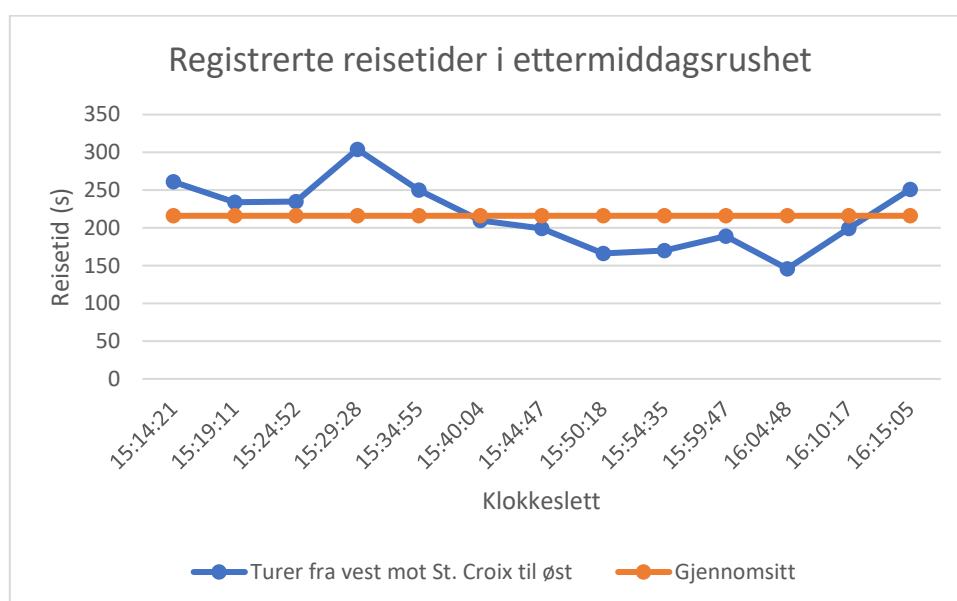
De første registrerte reisetidene i morgenrushet ligger litt i overkant av uforstyrret reisetid. Mellom klokken 07:40 og 07:45 er det et større hopp. Etter dette øker reisetidene fram til omtrent klokken 08:05 der den lengste registrerte reisetiden på 250 sekunder er registrert. Etter dette avtar reisetidene noe mot slutten av registreringsperioden.

I ettermiddagsrushet derimot er det ikke et like tydelig mønster som i morgenrushet. Reisetidene er høyere tidlig i registreringsperioden fram til omtrent klokken 15:30 og avtar

noe fram til klokken passerer 16:05. Da stiger reisetidene igjen. Den lengste registrerte reisetiden var 304 sekunder, mens den korteste var 146 sekunder som er høyere enn gjennomsnittet for de registrerte reisetidene på morgenen.



Figur 4.23 Registrerte reisetider morgen vest - Taverna- St. Croix - øst



Figur 4.24 Registrerte reisetider ettermiddag vest – Taverna - St. Croix - øst

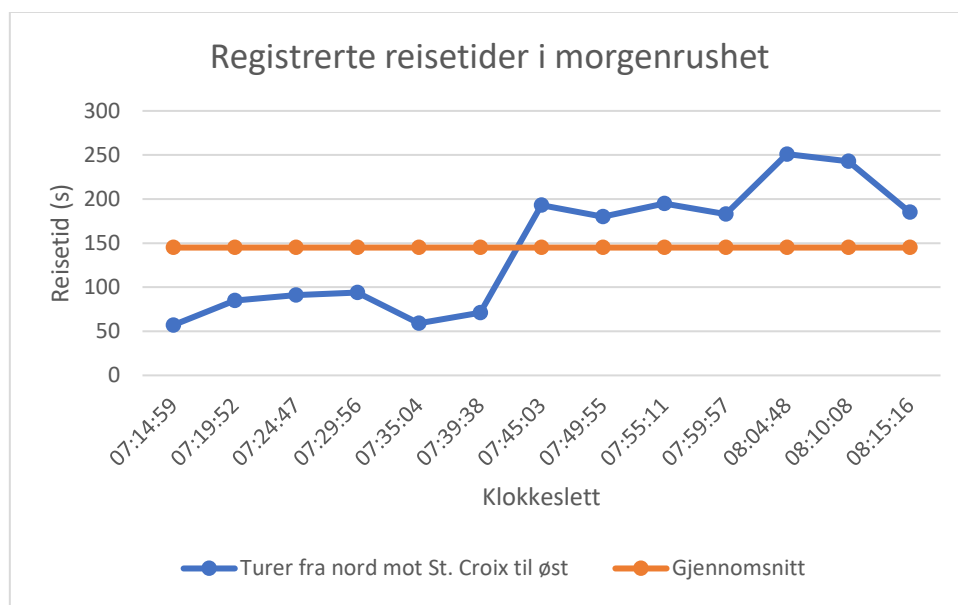
Nord - Taverna – St. Croix – øst

Uforstyrret reisetid for kjøretøy fra nord inn mot Taverna videre mot St. Croix og deretter mot øst i er 50 sekunder. Grafen i Figur 4.25 viser at gjennomsnittlig reisetid i morgenrushet er 135 sekunder, mens grafen i Figur 4.26 viser at gjennomsnittlig reisetid i ettermiddagsrushet er 216 sekunder. Reisetiden på ettermiddagen er altså i gjennomsnitt 81 sekunder lengre på ettermiddagen er hva den er på morgenen.

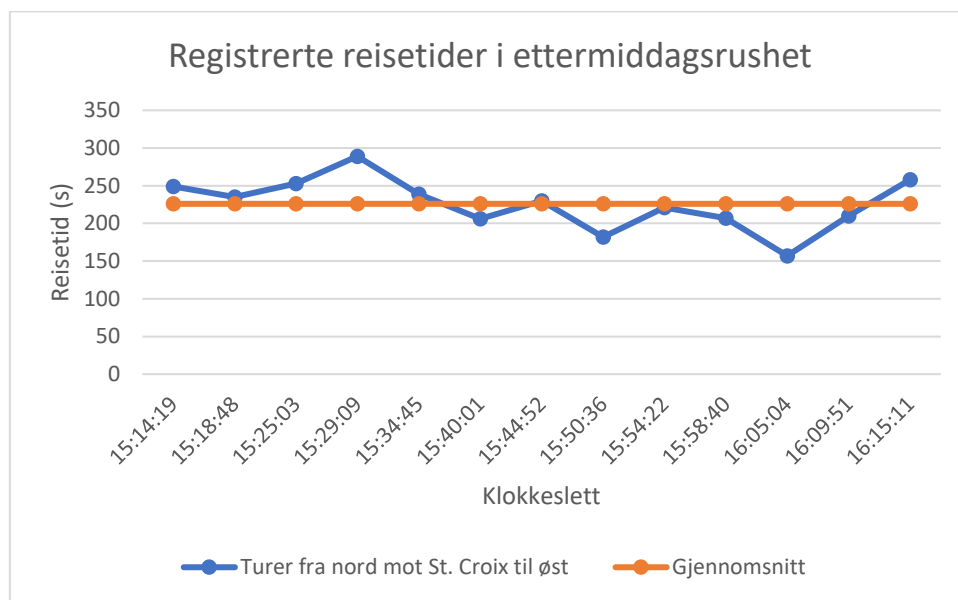
I morgenrushet er reisetidene noe i overkant av uforstyrret reisetid fram til omtrent 07:40, deretter dette er det et stort hopp i reisetidene. Den lengste registrerte reisetiden er rundt klokken 08:05 og er 251 sekunder, mens den korteste reisetiden på 57 sekunder, er den

første registrerte reisetiden rundt klokken 07:15. Dette mønsteret er likt det mønsteret for trafikken i motsatt retning. Reisetidene fram mot 07:40 er i overkant av uforstyrret reisetid, mens etter dette fram mot klokken 08:10 øker reisetidene. Siste registrerte reisetid er lavere enn de foregående reisetidene som tyder på at de synker etter det.

Reisetidene i ettermiddagsrushet er annerledes enn i morgenrushet. Her er det som for trafikken i motsatt retning ingen tydelig trend, men jevnere utover hele timen. Den lengste registrerte reisetiden er på 289 sekunder rundt klokken 15:30, mens den korteste er på 157 sekunder, registrert rundt klokken 16:05.



Figur 4.25 Registrerte reisetider morgen nord - Taverna - St. Croix - øst

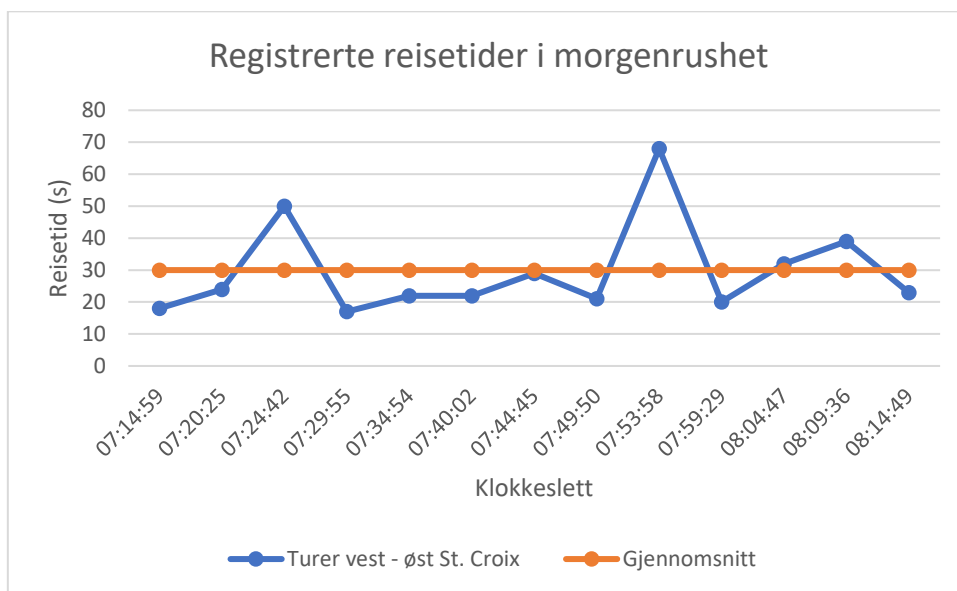


Figur 4.26 Registrerte reisetider ettermiddag vest - Taverna - St. Croix - øst

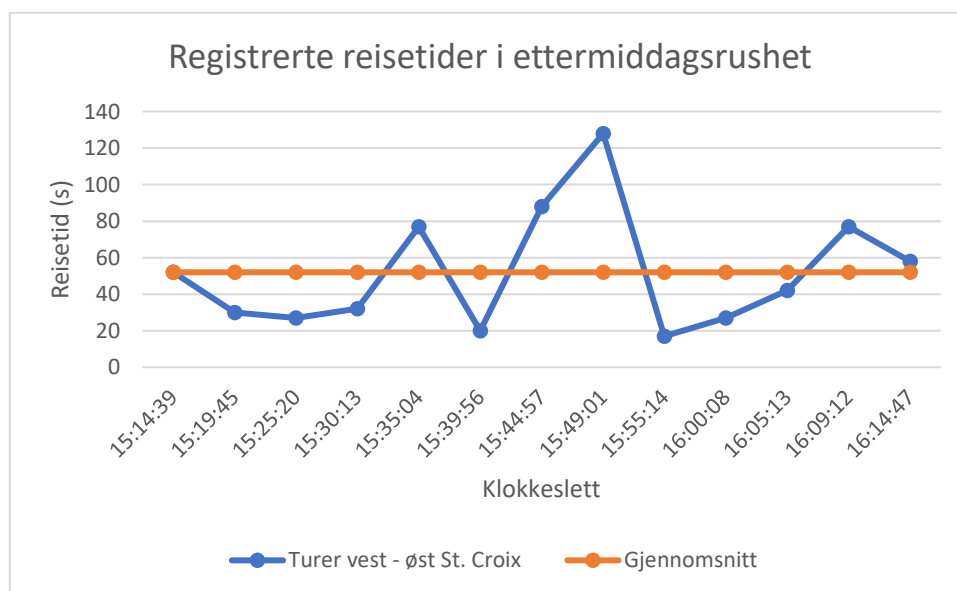
St. Croix vest – øst

Uforstyrret reisetid fra vest til øst i rundkjøringen St. Croix er 11 sekunder. Grafen i Figur 4.27 viser at gjennomsnittlig reisetid på morgen er 30 sekunder, mens den korteste registrerte reisetiden er 17 sekunder og den lengste er 69 sekunder.

Fra grafen i Figur 4.28 kan gjennomsnittlig reisetid på ettermiddagen leses av til å være 52 sekunder, mens den lengste registrerte reisetiden er 128 sekunder og korteste registrerte reisetiden er som på morgenen, 17 sekunder. Det er ikke det samme mønsteret her som det var for rutene gjennom nettverket. På denne ruten er det mer avhengig av antall kjøretøy på denne tilfarten ved det aktuelle tidspunktet. Trafikkmengden på denne tilfarten er lavere enn hva den er på de lenkene hvor reisetidene gjennom nettverket blir registrert.



Figur 4.27 Registrerte reisetider morgen St. Croix vest – øst

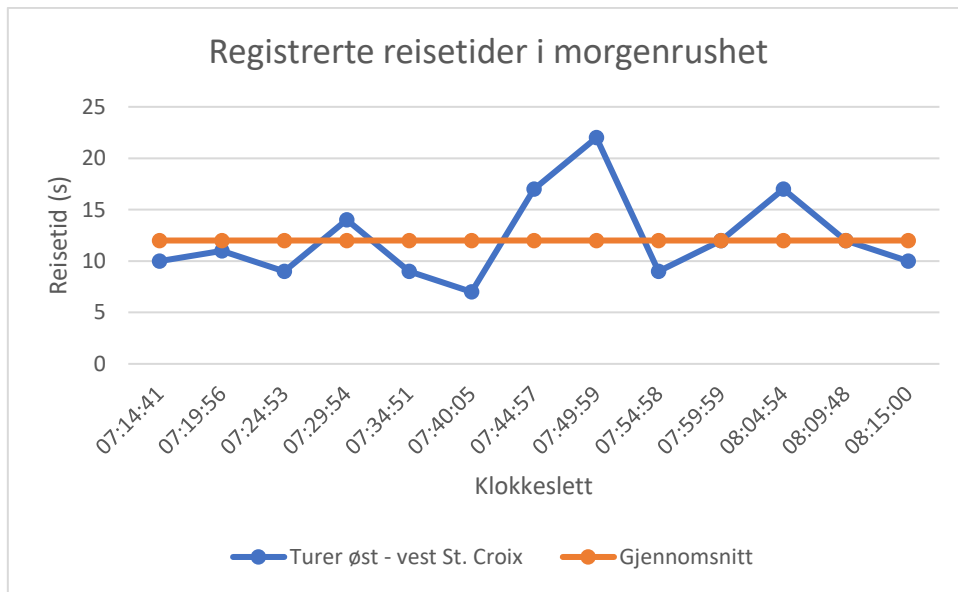


Figur 4.28 Registrerte reisetider ettermiddag St. Croix vest – øst

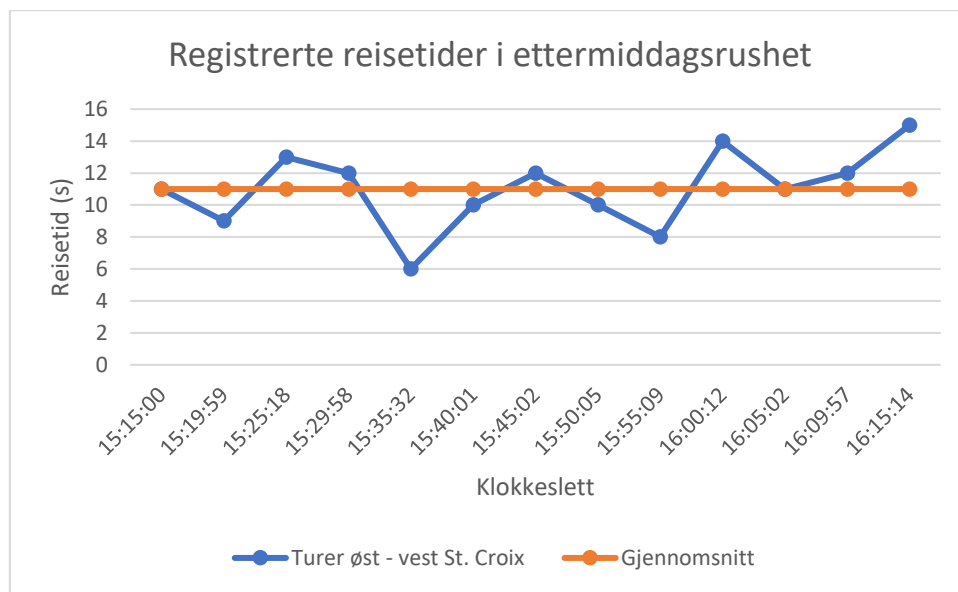
St. Croix øst – vest

Uforstyrret reisetid fra øst til vest gjennom St. Croix er 10 sekunder. Grafen i Figur 4.29 viser at gjennomsnittlig reisetid på morgenen er 12 sekunder, mens grafen i Figur 4.30 viser at gjennomsnittlig reisetid på morgenen er 11 sekunder. Det er altså få tilfeller der kjøretøyene i dette feltet blir stående å vente på å komme inn i rundkjøringen. Som det kommer fram av grafene er det flere kjøretøy som også har reisetider som er lavere enn

hva som er uforstyrret reisetid. Det skyldes at det er flere som kommer inn mot rundkjøringen i høy hastighet.



Figur 4.29 Registrerte reisetider morgen St. Croix øst – vest



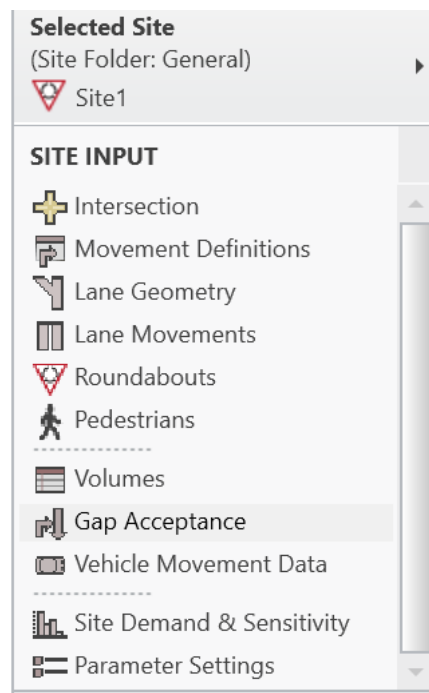
Figur 4.30 Registrerte reisetider ettermiddag St. Croix øst – vest

4.4 Utvikle grunnmodell

Når en grunnmodell skal utvikles i SIDRA INTERSECTION starter arbeidet med å lage hvert enkelt kryss. Det kan enten gjøres ved å bruke funksjonen *Map Extract* som henter ut krysset direkte fra kartet, eller ved å lage det manuelt. Det viste seg at *Map Extract* ikke ga særlig nøyaktige feltbredder. Derfor ble løsningen heller å lage det manuelt. I SIDRA gjøres dette ved å opprette kryss, i dette tilfellet rundkjøring, under *Site*. Deretter starter man på toppen av listen *Site Input*, som vist i Figur 4.31 for å bygge rundkjøringen slik den skal være med dataene som er hentet inn.

Denne prosessen gjentas så for hver av de fire rundkjøringene som er i området. Det ble gjort ved å legge inn kjørefeltbredde og kjørefeltlengde samt svingebevegelser for hver av

kjørefeltene på tilfartene. Videre ble trafikkmengdene for hver svingebevegelse lagt inn i modellene. På de armene hvor det ikke var samlet inn data, ble det gjort antagelser og estimeringer basert på innsamlet data og trafikkdata presentert i 4.3 Datainnsamling. Prosessen med å lage rundkjøringene er presentert nedenfor.



Figur 4.31 skjermbilde av Site Input i SIDRA INTERSECTION 9

Intersection

I Intersection bestemmes det hvilke og hvor mange armer det skal være i rundkjøringen. I tillegg defineres lengden på tilfartene og utfartene. Parameteren *Extra Bunching* for både enkelt kryss og nettverk kan også justeres i dette vinduet. Det er en parameter som kan brukes for å tillatte effekten signal oppstrøms har på luketidskapasiteten i rundkjøringer. I denne modellen er ikke disse justert.

Movement Definitions

Her bestemmes hvilke kjøretøytyper som skal inkluderes i modellen. Standard er *Light Vehicles* og *Heavy Vehicles*, men det er også mulig å inkludere flere typer som blant annet busser og trikk. I denne modellen er det kun valgt å bruke *Light Vehicles* og *Heavy Vehicles*. Det er også mulig å definere hvilke svingebevegelser som kan gjøres fra hver av armene. Det var ikke aktuelt å gjøre endringer på disse for noen av rundkjøringene i modellen.

Lane Geometry

I *Lane Geometry* bygges armene til rundkjøringene og dataen som er vist i Tabell 4.1 til Tabell 4.4 fylles inn. I tillegg defineres det type felt, som normale felt og filterfelt. Det legges også inn stigning inn og ut av rundkjøringene. Disse ble justert for armen i øst for St. Croix og lenken mellom Taverna og Torvbyen. Stigningen ble funnet ved å finne høydeforskjellen og lengden mellom to punkter ved start og slutt på stigning. Verdiene er vist i Tabell 4.6 og Tabell 4.7.

Tabell 4.6 Stigning østre arm St. Croix

Østre arm St. Croix		
	Tilfart	Utfart
Stigning (%)	4,35	-4,35

Tabell 4.7 Stigning vestre arm Taverna

Vestre arm Taverna		
	Tilfart	Utfart
Stigning (%)	2,67	-2,67

Videre kan de ulike de ulike kjøretøytypene legges til et bestemt felt på tilfartene. Det ble ikke gjort noen endringer av dette i modellen. Under *Lane Data* kan det gjøres endringer på utnyttelsesgraden av feltene, metningshastigheten og kapasitetsbegrensninger på enkelte av feltene. For det høyre feltet på tilfarten vest for St. Croix ble utnyttelsesgraden satt til 50% da de aller fleste som skal mot øst i rundkjøringen benytter det venstre feltet.

Lane Movements

I dette vinduet legges det inn hvilke kjørefelt som benyttes for de ulike svingebevegelsene i rundkjøringene. Det er også mulig å endre *Lane Blockage Calibration Factor*. Denne ble ikke endret.

Roundabouts

Her defineres geometrien av selve rundkjøringen. Denne er fylt ut med data fra Figur 4.3 til Figur 4.6. For *Entry radius* og *Entry Angle* er det ikke gjort endringer fra standardverdiene i SIDRA. I dette vinduet finnes også *Environment Factor* og *Entry/Circulating Flow Adjustment*, dette blir sett på i 4.5 Kalibrering av grunnmodell.

Pedestrians

Det er kun tilfartene sør for Cicignon og sør for Torvbyen som er tilknyttet overgangsfelt. Ettersom det ikke er gjort videoopptak ved disse rundkjøringene antas disse å være null.

Volumes

I dette vinduet legges det inn data relatert til tellingene av svingebevegelsene som er gjort. Først defineres lengden av perioden for tellingene og lengden av *Peak Flow Period*. Disse er satt til henholdsvis 60 minutter og 15 minutter. Deretter legges verdiene for alle de telte svingebevegelsene for hver av feltene til alle rundkjøringene samt andel tunge kjøretøy. Verdiene for dette er vist i Figur 4.7 til Figur 4.14. Her legges det også inn verdier for *Peak Flow Factor*. Dette blir sett på i 4.5 Kalibrering av grunnmodell.

Gap Acceptance

I vinduet *Gap Acceptance* fylles det inn verdier relatert til kritiske tidsluker og følgetid. I modellen er disse satt til beregning av modellen. Videre parametere som endres i dette vinduet blir tatt i 4.5 Kalibrering av grunnmodell.

Vehicle Movement Data

Her legges det inn blant annet *Approach Cruise Speed* og *Exit Cruise Speed*. Dette er de uforstyrrede hastighetene, og det er derfor brukt fartsgrensene i området som inngangsverdier. Andre endringer som er gjort her blir sett på i 4.5 Kalibrering av grunnmodell.

Site Demand & Sensitivity og Parameter Settings

Det har ikke blitt gjort endringer i noen av disse vinduene.

Etter at hver enkelt rundkjøring ble modellert kan disse settes sammen i nettverk. Det ble det laget ett nettverk med trafikkmengden i morgenrushet og ett med trafikkmengden i ettermiddagsrushet. For at det skal være mulig å lage nettverk i SIDRA må alle lenkene som går mellom kryssene være like lange. I SIDRA kan funksjonen *Clone* brukes på både kryss- og nettverksnivå. Det gjør at en enkelt kan kopiere et kryss eller et nettverk og gjøre endringer på det. Ettersom hvert enkelt kryss konstrueres hver for seg, er det enkelt å kunne bytte ett eller flere for å gjøre endringstiltak.

4.5 Kalibrering av grunnmodell

Grunnmodellen kalibreres for å sørge for at det er samsvar mellom den trafikken som er registrert i felt og den trafikken som analyseres i modellen. På den måten vil analysene av tiltakene gi mer korrekte resultater. For å kalibrere grunnmodellen er gjennomsnittlig forsinkelse på de valgte rutene gjennom området sammenlignet med gjennomsnittlig forsinkelse på de samme rutene i modellen. Ettersom det ikke ble målt kølengder i studieområdet, ble de kølengdene som oppgis i SIDRA kun sett på for å se om det ga mening sammenlignet med det observerte. For å kalibrere modellen som er laget i SIDRA kan de parameterne som er nevnt i 3.2.3 Viktige parametere brukes for å best mulig tilpasse modellen til den observerte situasjonen. Det er anbefalt å bruke *Environment Factor* for kalibrering av rundkjøringer (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020, s. 49).

Kalibrering av en grunnmodell kan være en tidkrevende prosess. Dersom en av faktorene på en av tilfartene endres vil dette også påvirke de andre tilfartene. Derfor er kalibreringen i denne oppgaven gjort ved en prosess med prøving og feiling. Det er først og fremst *Environment Factor* som er benyttet for å kalibrere grunnmodellen. Grunnen til dette er at de andre parameterne hadde liten effekt på resultatene i analysen sammenlignet med *Environment Factor*. Endringene av *Environment Factor* og *Entry/Circulating Flow Adjustment* som er gjort for å kalibrere modellen er vist i Tabell 4.8 til Tabell 4.11. Det ble tatt utgangspunkt i en verdi for *Environment Factor* på 1,10 før denne ble justert for å tilpasses de lokale forholdene.

Videre er også *Peak Flow Factor* justert for å tilpasses dagens situasjon. For å beregne *Peak Flow Factor* ble det 15 minutters intervallet med høyest trafikkmengde for hver av svingebevegelsene i de registrerte periodene brukt for Taverna og St. Croix. For Torvbyen og Cicignon er det på grunn av mangelfull datainnsamling brukt standardverdier fra SIDRA. *Peak Flow Factor* er vist i Tabell 4.12 til Tabell 4.17.

Tabell 4.8 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i Taverna

	S	N	V
Environment Factor	1,10	1,15	1,20
Entry/Circulating Flow Adjustment	High	Medium	Medium

Tabell 4.9 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i Torvbyen

	S	Ø	N	V
Environment Factor	1,20	1,10	1,20	1,20
Entry/Circulating Flow Adjustment	Medium	Medium	Medium	Medium

Tabell 4.10 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i St. Croix

	S	Ø	N	V
Environment Factor	1,20	1,00	1,23	1,11
Entry/Circulating Flow Adjustment	Medium	High	Medium	Medium

Tabell 4.11 Environment Factor og Entry/Circulating Flow Adjustment i Cicignon

	S	Ø	N	V
Environment Factor	1,00	1,00	1,00	1,00
Entry/Circulating Flow Adjustment	Medium	Medium	Medium	Medium

Tabell 4.12 Peak Flow Factor i Taverna morgenrushet

Peak Flow Factor (%)			
	V	S	N
V		79	74
S	93		92
N	89	90	

Tabell 4.13 Peak Flow Factor i Taverna ettermiddagsrushet

Peak Flow Factor (%)			
	V	S	N
V		84	88
S	91		85
N	93	87	

Tabell 4.14 Peak Flow Factor i Torvbyen morgen- og ettermiddagsrushet

Peak Flow Factor (%)				
	V	S	N	Ø
V			95	95
S	95		95	95
N	95			95
Ø	95		95	

Tabell 4.15 Peak Flow Factor i St. Croix i morgenrushet

Peak Flow Factor (%)				
	V	S	N	Ø
V		63	75	63
S	43		95	73
N	89	98		99
Ø	76	78	81	

Tabell 4.16 Peak Flow Factor i St. Croix i ettermiddagsrushet

Peak Flow Factor (%)				
	V	S	N	Ø
V		85	67	86
S	94		96	89
N	59	81		92
Ø	86	86	94	

Tabell 4.17 Peak Flow Factor i Cicignon i morgen- og ettermiddagsrushet

Peak Flow Factor (%)				
	V	S	N	Ø
V			95	95
S	95		95	95
N	95			95
Ø	95		95	

Det ble forsøksvis gjort endringer av *Exiting Flow Effect* og *Percent Opposed by Nearest Lane Only* i St. Croix for å prøve å justere etter det som ble observert i rundkjøringen. Det er vanskelig å vite nøyaktig hva disse verdiene vil være og det ble oppnådd liten effekt ved

forsøke å kalibrere rundkjøringen ved bruk av disse parameterne. Derfor ble dette ikke gjort for de andre rundkjøringene. Justeringene av parameteren *Exiting Flow Effect* i St. Croix er vist i Tabell 4.18, mens endringene av *Percent Opposed by Nearest Lane Only* er vist i Tabell 4.19.

Tabell 4.18 *Exiting Flow Effect* i St. Croix

Exiting Flow Effect (%)				
	V	S	N	Ø
V		0	20	20
S	10		10	10
N	20	10		20
Ø	0	10	0	

Tabell 4.19 *Percent Opposed by Nearest Lane Only* i St. Croix

Percent Opposed by Nearest Lane Only (%)				
	V	S	N	Ø
V		0	0	0
S	20		0	0
N	10	0		0
Ø	0	0	0	

I tillegg til de faktorene som er vist i tabellene er følgende endringer gjort:

- Torvbyen:
 - *Gap Acceptance Factor* er endret til 1,05 for svingebevegelsen fra sør mot vest

Det ble gjort fordi sikten mot vest inn mot rundkjøringen er dårlig på grunn av en fjellskrent som blokkerer sikten. I tillegg er Environment Factor lavere her enn for de andre tilfartene fordi de kjørende mot nord ofte holder høyere hastighet og benytter seg av mindre luker.

- St. Croix:
 - *Gap Acceptance Factor* er endret til 1,05 for svingebevegelsen fra sør mot vest og nord
 - *Lane Utilisation Ratio* er endret til 50 % for det høyre feltet på tilfarten i vest

Gap Acceptance Factor ble justert fordi de som kjører mot vest og nord i mange tilfeller ofte kan bli stående å vente på større luker inn mot rundkjøringen enn hva de som skal mot øst gjør. *Lane Utilisation Ratio* ble justert fordi de fleste som skal rett gjennom rundkjøringen mot øst bruker det venstre feltet på tilfarten i vest.

4.6 Utvikle og implementere endringstiltak

For å besvare forskningsspørsmål iii. Hvilke tiltak kan forbedre dagens situasjon? Fra 2 Mål, vil dette delkapittel se på noen av utfordringene med dagens utforming av området. På bakgrunn av dette vil det foreslås endringstiltak som modelleres i SIDRA for å se på effekten av dem. Filen i Vedlegg 4 inneholder både grunnmodell og endringstiltakene som foreslås her.

4.6.1 Problembeskrivelse Taverna

Ettersom køen inn mot St. Croix fra nord i perioder blir så lang at den strekker seg helt tilbake til Taverna, skaper dette problemer med avviklingen i rundkjøringen. Figur 4.32 viser at det dannes kø inn mot rundkjøringen fra både nord og vest mot sør på grunn av dette. Det er individuelle forskjeller på hvordan trafikantene løser dette. I de fleste tilfellene fletter trafikantene fra nord og vest, mens i andre tilfeller ikke. Det kan skyldes to årsaker; enten lar ikke kjørende fra nord kjørende fra vest slippe ut i rundkjøringen, eller så er ikke de kjørende fra vest «nok på». Det kan skyldes at de er usikre på om de vil få komme fram, men det kan også skyldes utformingen av rundkjøringen.



Figur 4.32 Kødannelse for sørgående trafikk i Taverna

Vikelinjen på tilfarten i vest er plassert langt fra det området der trafikken faktisk er. Rundkjøringen faktisk er. Det gjør også at trafikantene fra vest mot nord blir stående langt unna trafikken. Det gjør det mer utfordrende å bedømme om tidslukene er store nok. Figur 4.33 viser hvor vikelinjen er plassert i dag og hvor den kunne vært plassert uten å påvirke trafikken i rundkjøringen.



Figur 4.33 Flytting av vikelinjen

På tilfarten i sør er også vikelinjen trukket langt tilbake. Det fører til samme utfordring som på tilfarten i vest. Trafikantene blir stående lengre unna det sirkulasjonsarealet som faktisk brukes og det gjør at det blir vanskeligere å dømme om en luke er stor nok. Det går fra å

være ett til to felt omtrent 20 meter før vikelinjen, men vegoppmerkingen nedslitt. Ny vegoppmerking kunne hjulpet med å få flere trafikanter til å legge seg i rett felt tidligere.

4.6.2 Problembeskrivelse Torvbyen

I morgen- og ettermiddagsrushet er det mest trafikk på armene i vest og nord i denne rundkjøringen. På tilfarten i nord blir det i perioder lang kø som skyldes tilbakeblokkering fra rundkjøringen Taverna. Det er to felt på tilfarten i nord, men det er bare det venstre feltet som leder til Taverna. Det gjør at køen her blir veldig mye lengre enn hva den blir i det høyre feltet. På tilfarten i øst blir det også periodevis problemer med kø. Det skyldes at de aller fleste på denne tilfarten skal videre mot nord og derfor benytter det høyre kjørefeltet. Mindre problemer med avviklingen i Torvbyen kan raskt føre til kødannelse som potensielt kan føre til tilbakeblokkering gjennom Taverna.

4.6.3 Problembeskrivelse St. Croix

Rundkjøringen St. Croix oppleves som ganske uoversiktlig. Den er for så vidt liten og har en sentraløy som hindrer sikten til tilfartene rett ovenfor hverandre. På tilfarten i nord kan det være vanskelig å se om de på tilfarten fra sør ligger i feltet mot nord eller vest, fordi sentraløya blokkerer for sikten. Dette er vist i Figur 4.32. Det er særlig utfordrende fordi det ofte ikke er kjøretøy som skal ut av rundkjøringen mot vest. Da må kjørende fra nord vente til kjøretøyet fra sør er synlig ved siden av sentraløya og gir signal om videre kjøring. For reisende som ikke er kjent i rundkjøringen vil dette være vanskeligere å vite om ettersom det ikke er vanlig å ha tre felt på en tilfart inn mot en rundkjøring.



Figur 4.34 Sikten for reisende på nordre tilfart. Bilen fra sør er allerede inne i rundkjøringen.

På tilfarten i øst er det et lavbrekk før det er en stigning inn mot rundkjøringen. Det gjør at mange har høy hastighet inn mot rundkjøringen, i tillegg til at sentraløya blokkerer sikten ytterligere for de på tilfarten i vest. Det fører til samme utfordring som for reisende fra nord som gjør at det kan være utfordrende å se hvor de skal kjøre videre. Hastigheten er også en faktor som vil gjøre det vanskeligere for de på tilfarten i nord å bedømme tidslukene.

Det er nokså store forskjeller på trafikkmengden i de ulike armene i denne rundkjøringen. Tilfarten fra øst er den mest trafikkerte, og den største andelen av kjøretøyene på denne tilfarten kjører mot nord. Disse kjøretøyene benytter seg av et filterfelt, slik at de aldri samhandler med trafikken i rundkjøringen, men de fletter med andre trafikanter etter rundkjøringen. På tross av at det er høyere trafikkmengde på utfarten i nord på ettermiddagen enn på morgenen, er det på morgenen lengre kø i noen tilfeller.

Fra øst, inn mot rundkjøringen, er det et kantstopp for bussene som ligger i høyre kjørefelt. Det fører til perioder med mindre trafikk ettersom både kjørende mot nord og vest benytter seg av høyre kjørefelt.

Avstanden mellom St. Croix og Cicignon er omtrent 35 meter og køen på feltene mot øst og nord kan ofte strekke seg opp mot denne lengden. Likevel var det kun et tilfelle i løpet av de to opptakene at køen på tilfarten i sør førte til kø videre vestover gjennom Cicignon. Det venstre kjørefeltet mot vest er lite trafikkert, men de som benytter seg av dette kan ofte bli stående og vente på å kjøre inn i rundkjøringen.

Tilfarten i vest er den minst trafikkerte av de fire tilfartene i rundkjøringen. Slik feltinndelingen er i dag, er det kjøring rett fram i begge kjørefeltene, mens kjørende mot nord skal bruke venstre kjørefelt og kjørende mot sør skal bruke høyre kjørefelt. Etter å ha analysert videoopptakene er inntrykket at de som ligger i venstre felt og skal mot øst venter lengre på å komme inn i rundkjøringen enn hva de i venstre felt gjør. Dette er fordi de i større grad må vike for de fra nord som skal benytte seg av samme utfart.

På tilfarten i nord er det omtrent to tredjedeler av kjøretøyene som skal videre mot øst. Disse kjøretøyene utgjør mye av denne køen som periodevis strekker seg tilbake til Taverna. Trafikantene som skal videre mot vest/nord har et kjørefelt som er 115 meter, men dette feltet starter omtrent 95 meter lengre tilbake, på grunn av utkjøring fra et parkeringshus. Erfaringsmessig er det mange som velger å skifte felt tidligere. På grunn av dette og at det ikke er en jevn flyt inn mot rundkjøringen, er det ofte store luker mellom kjøretøyene i kø.

Mye av trafikken i rundkjøringen går mot øst. Det er kjøretøy fra nord som dominerer utfarten i øst. Det er to felt, men likevel er det svært få som benytter seg av høyre felt. Årsaken til dette er at de aller fleste trafikantene planlegger sin kjøring videre mot neste rundkjøring der de aller fleste skal ligge i venstre felt.

4.6.4 Problembeskrivelse Cicignon

Rundkjøringen Cicignon er den minst trafikkerte rundkjøringen av de fire som inngår i studieområdet. Sentraløya i denne er lik den som er i St. Croix, men den byr ikke på like store problemer som den gjør i St. Croix. Det skyldes i stor grad at det er mindre trafikkmengde her, samtidig som det også er færre felt og området er mindre som gjør at det er mer oversiktlig.

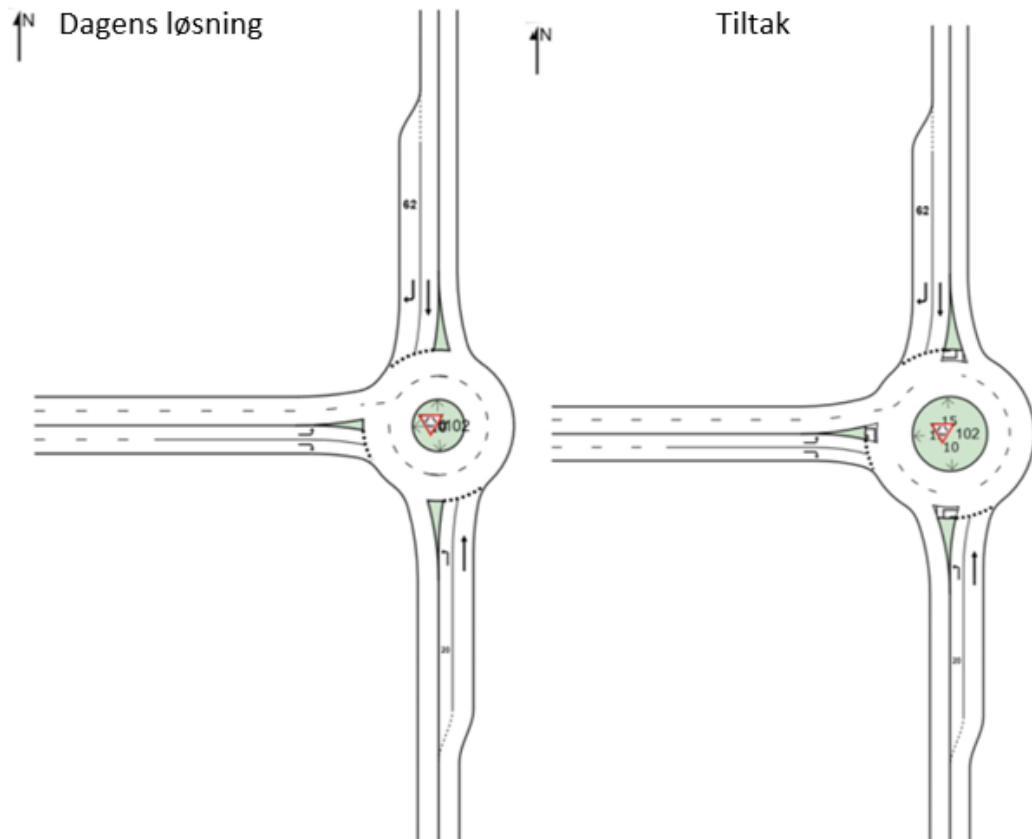
4.6.5 Endringstiltak

Med bakgrunn i de observerte utfordringene knyttet til rundkjøringene som er beskrevet ovenfor blir det foreslått noen endringstiltak som vil kunne være med på å bedre trafikkflyten.

Taverna

- **Redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet**

Her blir kjøretøyene på tilfartene stående langt unna trafikken i rundkjøringen. Trafikantene fra sør mot nord kunne ha kjørt lengre inn i rundkjøringen uten at de hadde vært til hinder for trafikantene fra øst mot nord. Det ville også gjort at de fikk bedre sikt i rundkjøringen fordi trafikantene fra sør mot vest ikke lengre blokkerer sikten i like stor grad. Tiltaket blir derfor å redusere antall felt i sirkulasjonsarealet fra to til ett kjørefelt, som vist i Figur 4.35.



Figur 4.35 Endring av sirkulasjonsarealet

- **Lengre kjørefelt på tilfart i sør**

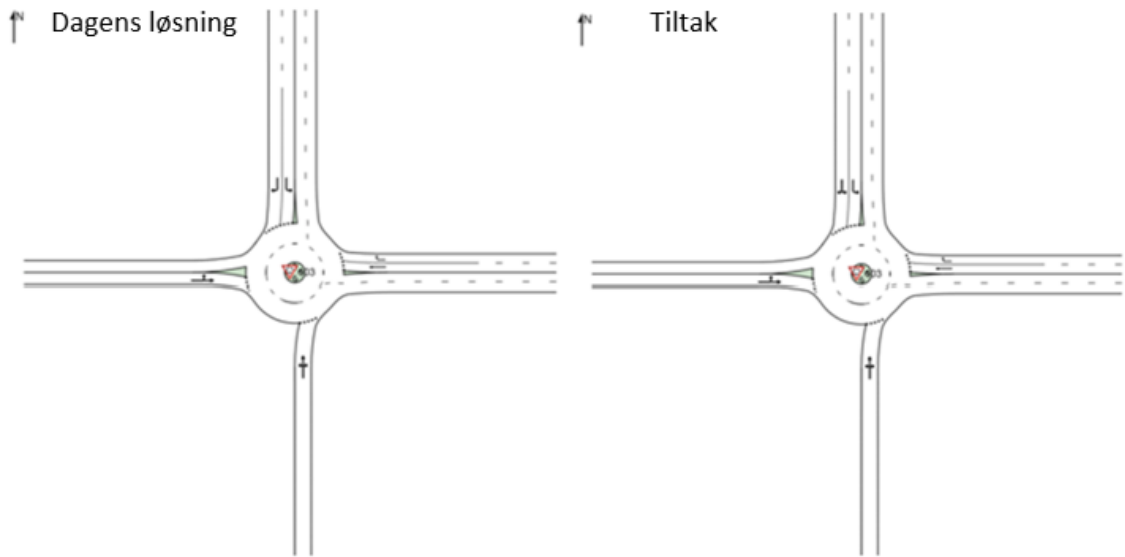
Sør for rundkjøringen er det 2-feltsveg som går over til å ha to kjørefelt på tilfarten omtrent 20 meter før vikelinjen. Lengden på det korte kunne med fordel ha vært lengre for å redusere kølengden. En utfordring her er at jernbanelinjen ligger nokså tett inntil vegen. Det gjør at det er begrenset hvor mye det er mulig å utvide vegen på tilfarten på denne tilfarten. Denne oppgaven vil ikke se på om det lar seg gjøre, men effekten av et slikt tiltak.

Torvbyen

- **Endre feltbruk på tilfart i nord**

Armene i nord og øst er dominerende når det kommer til trafikkmengde i denne rundkjøringen i rushtiden. Begge disse armene er 4-feltsveger, hvor det ene kjørefeltet har langt større trafikkmengde enn det andre. Dersom dette endres og begge kjørefeltene på tilfarten kan brukes av trafikantene som skal kjøre fra nord

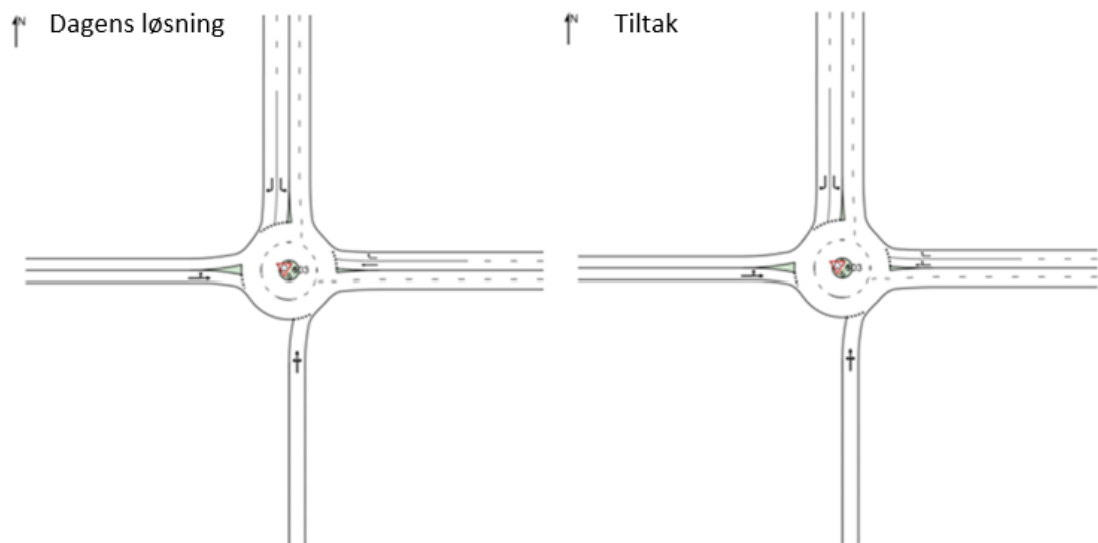
mot vest, som vist i Figur 4.36, kan de tidligere planlegge sin reiserute tidligere. På den måten vil kølengden kunne reduseres.



Figur 4.36 Endring på tilfart nord for Torvbyen

- **Endre feltbruk på tilfart i øst**

Som nevnt i punktet ovenfor er det ujevn trafikkmengde i de to feltene på tilfarten i øst og at det er betraktelig flere trafikanter som skal mot nord enn mot vest. Et tiltak kan da være å la trafikantene som reiser fra sør i Taverna mot nord i Torvbyen benytte seg av det venstre feltet på tilfarten i øst, mens trafikantene som reiser fra nord i Taverna mot nord i Torvbyen bruke det høyre feltet. Utformingen av dette er vist i Figur 4.37. Utfordringen med dette er da de trafikantene som kommer fra nord gjennom Taverna og skal vest gjennom Torvbyen. Dette kan løses ved å endre armen i nord i rundkjøringen Taverna og la disse benytte seg av venstre felt på tilfarten.

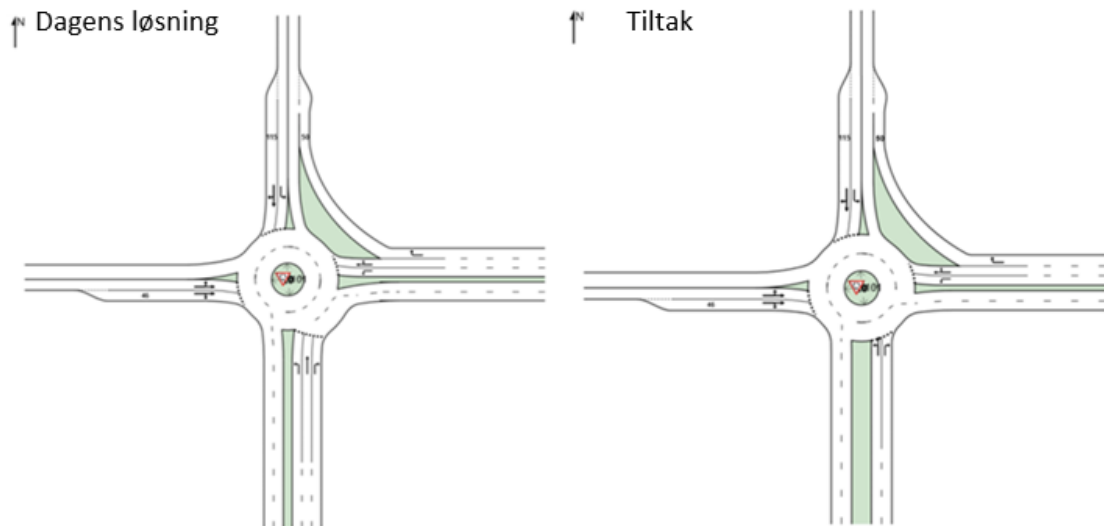


Figur 4.37 Endring på tilfart øst for Torvbyen

St. Croix

- **Redusere antall kjørefelt på tilfarten i sør**

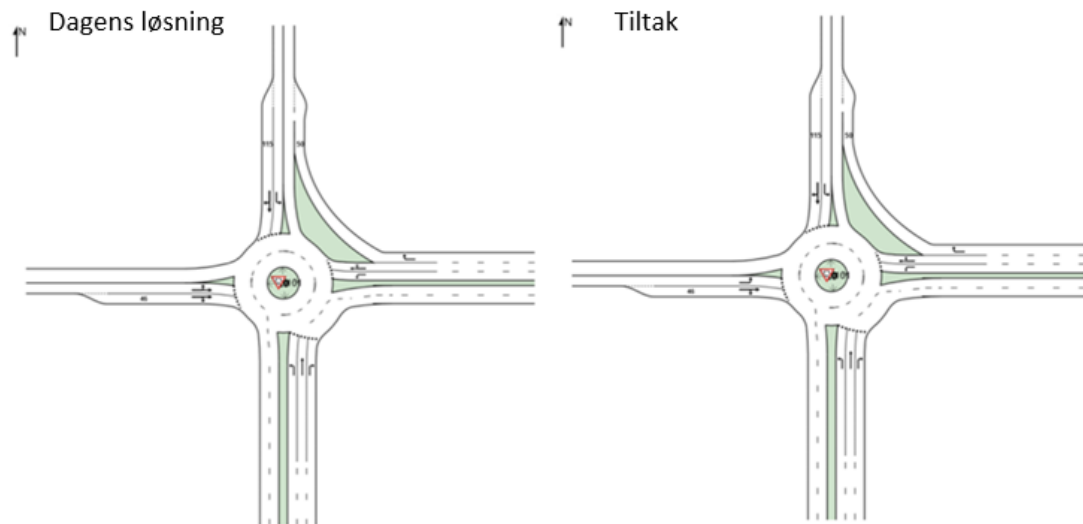
Tilfarten i sør har tre felt, men det er svært få som benytter seg av det venstre feltet. Likevel er det vanskelig for de andre i rundkjøringen å se dette ettersom det venstre feltet ligger skjult bak beplantningen på sentraløya. Når det heller ikke er noen som benytter seg av det venstre feltet vil trafikantene som kjører sør-nord legge seg tett inntil det overkjørbare arealet, slik at det er vanskelig for trafikantene, særlig på tilfarten i nord, å vite om de skal kjøre rett gjennom rundkjøringen eller videre rundt i rundkjøringen mot vest. Endringen er vist i Figur 4.38.



Figur 4.38 Endring på tilfart i sør for St. Croix

- **Endre feltbruk i vest**

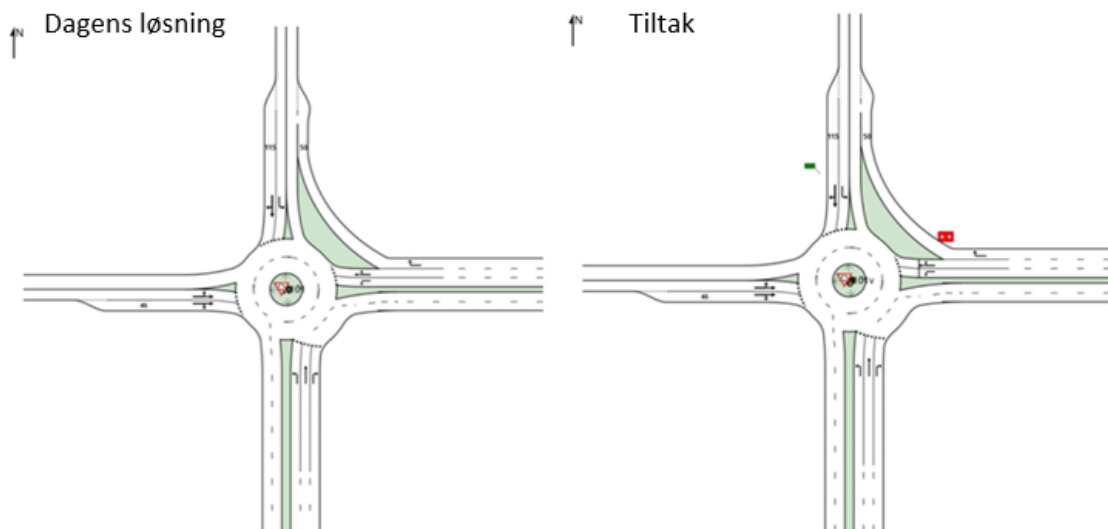
Dagens løsning i vest tillater kjøring mot øst i begge feltene på tilfarten, og de aller færreste benytter seg av det høyre feltet. Det er stort sett bussene som benytter seg av denne løsningen. Ved å se på video var det tydelig at de som benyttet seg av det venstre kjørefeltet hadde lengre ventetider enn de som benyttet seg av det høyre. Grunnen til det er at de som benytter seg av de venstre feltet i mye større grad må vike for trafikken fra nord til øst, mens de som benytter seg av det høyre feltet slipper dette. Årsaken til at de aller fleste velger å benytte seg av venstre felt er at de skal ligge i venstre felt når de kjører ut av rundkjøringen og inn mot neste rundkjøring. Tanken ved å flytte alle kjøretøyene som kjører fra vest mot øst er da at de kan flette etter rundkjøringen inn mot den neste fremfor at de venter på tilfarten. Utformingen av tiltaket er vist i Figur 4.39.



Figur 4.39 Endring av kjøremønster fra vest for St. Croix

- **Tilfartskontroll**

I denne rundkjøringen er det en utfordring med tilbakeblokkering fra tilfarten i nord gjennom Taverna. Ved å bruke tilfartskontroll på tilfarten i øst vil dette prioritere trafikken fra nord. Dette vil føre til at køen tilbake mot Taverna ikke blir like lang. På den måten kan det være mulig å unngå tilbakeblokkering og forsinkelsene for de reisende går ned. Tiltaket er vist i Figur 4.40.



Figur 4.40 Tilfartskontroll

Cicignon

Rundkjøringen Cicignon har stort sett få utfordringer med tanke på trafikkavviklingen. Det er god oversikt i rundkjøringen og det er også mindre trafikk her enn hva det er i de tre andre rundkjøringene. Derfor foreslås det ikke å gjøre endringer på dagens løsning. Likevel vil forslaget om å redusere antall felt på tilfarten av St. Croix påvirke denne rundkjøringen, uten at det trolig vil være nødvendig å gjøre endringer i denne rundkjøring på grunn av dette.

5 Resultater

5.1 Dagens situasjon

5.1.1 Morgenrushet

Tabell 5.1 Gjennomsnittlig forsinkelse morgen

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse morgen (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	32	18
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	43	50
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	63	56
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	86	138
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	95	154
Vest – øst St. Croix	11	19	21
Øst – vest St. Croix	10	2	6

Tabell 5.2 Kritisk tidsluke og følgetid St. Croix morgen

Kritisk tidsluke/følgetid (s)				
	V	S	N	Ø
V		6,0/3,7	3,9/2,5	4,3/2,7
S	6,7/3,8		4,8/2,7	4,2/2,4
N	5,9/3,6	5,9/3,6		5,0/3,0
Ø	4,8/2,5	4,0/2,1	-	

Tabell 5.3 Kritisk tidsluke og følgetid Taverna morgen

Kritisk tidsluke/følgetid (s)			
	V	S	N
V		6,0/3,1	6,4/3,3
S	5,5/2,8		6,6/3,3
N	4,3/2,8	4,4/2,9	

5.1.2 Ettermiddagsrushet

Tabell 5.4 Gjennomsnittlig forsinkelse ettermiddag

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173
Vest – øst St. Croix	11	41	45
Øst – vest St. Croix	10	1	6

Tabell 5.5 Kritisk tidsluke og følgetid Taverna ettermiddag

Kritisk tidsluke/følgetid (s)			
	V	S	N
V		5,9/3,0	6,0/3,0
S	5,6/2,8		5,4/2,7
N	4,4/2,8	4,4/2,8	

Tabell 5.6 Kritisk tidsluke og følgetid St. Croix ettermiddag

Kritisk tidsluke/følgetid (s)				
	V	S	N	Ø
V		5,4/3,4	3,9/2,4	4,0/2,5
S	6,3/3,6		4,8/2,8	4,0/2,3
N	5,8/3,5	5,8/3,5		4,9/3,0
Ø	4,2/2,2	4,4/2,3	-	

5.2 Endringstiltak

5.2.1 Redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna

Tabell 5.7 Gjennomsnittlig forsinkelse ved å redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse observert ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	28
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	24
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	47
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	177
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	168
Vest – øst St. Croix	11	41	45	45
Øst – vest St. Croix	10	1	6	6

Tabell 5.8 Kritisk tidsluke og følgetid ved å redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna

Kritisk tidsluke/følgetid (s)			
	V	S	N
V		5,5/2,4	6,0/2,6
S	4,9/2,2		5,5/2,4
N	4,4/2,4	4,0/2,2	

5.2.2 Lengre kjørefelt på tilfart sør for Taverna

Tabell 5.9 Gjennomsnittlig forsinkelse ved lengre felt på tilfart sør for Taverna

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse observert ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	25
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	31
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	54
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	190
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	167
Vest – øst St. Croix	11	41	45	45
Øst – vest St. Croix	10	1	6	6

Tabell 5.10 Kritisk tidsluke og følgetid ved lengre kjørefelt på tilfart sør for Taverna

Kritisk tidsluke/følgetid (s)			
	V	S	N
V		5,9/3,0	6,0/3,0
S	5,0/2,6		5,1/2,6
N	4,4/2,8	4,4/2,8	

5.2.3 Endring av kjørefelt på tilfart nord for Taverna og øst for Torvbyen

Tabell 5.11 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring av kjørefelt på tilfart nord for Taverna og øst for Torvbyen

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	35
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	64
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	86
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	209
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	173
Vest – øst St. Croix	11	41	45	45
Øst – vest St. Croix	10	1	6	6

5.2.4 Endring av kjørefelt på tilfart nord for Torvbyen

Tabell 5.12 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring av kjørefelt på tilfart nord for Torvbyen

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	35
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	64
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	86
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	209
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	173
Vest – øst St. Croix	11	41	45	45
Øst – vest St. Croix	10	1	6	6

5.2.5 Redusere antall kjørefelt på tilfart sør for St. Croix

Tabell 5.13 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring tilfart sør for St. Croix

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	32
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	57
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	95
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	206
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	180
Vest – øst St. Croix	11	41	45	42
Øst – vest St. Croix	10	1	6	8

Tabell 5.14 Kritisk tidsluke og følgetid ved endring tilfart sør for St. Croix

Kritisk tidsluke/følgetid (s)				
	V	S	N	Ø
V		5,4/3,4	3,9/2,5	4,0/2,5
S	5,4/3,1		5,3/3,0	4,8/2,8
N	6,3/3,8	6,3/3,8		5,0/3,0
Ø	4,1/2,2	4,4/2,4	-	

5.2.6 Endring av kjørefelt tilfart vest for St. Croix

Tabell 5.15 Gjennomsnittlig forsinkelse ved endring av kjørefelt på tilfart vest for St. Croix

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	32
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	57
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	68
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	193
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	168
Vest – øst St. Croix	11	41	45	86
Øst – vest St. Croix	10	1	6	7

Tabell 5.16 Kritisk tidsluke og følgetid ved endring av kjørefelt på tilfart vest for St. Croix

Kritisk tidsluke/følgetid (s)				
	V	S	N	Ø
V		4,0/2,5	5,8/3,6	4,0/2,5
S	6,3/3,7		4,8/2,8	4,0/2,3
N	5,8/3,5	5,8/3,5		4,9/3,0
Ø	4,2/2,2	3,8/2,1	-	

5.2.7 Tilfartskontroll i St. Croix

Tabell 5.17 Gjennomsnittlig forsinkelse ved tilfartskontroll i St. Croix

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	32
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	57
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	74
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	47
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	37
Vest – øst St. Croix	11	41	45	15
Øst – vest St. Croix	10	1	6	16

Tabell 5.18 Verdier for den signalregulerte tilfarten

Tilfartskontroll	
Syklustid (s)	20
Rød tid (s)	10
Blank tid (s)	7
Gul tid (s)	3
Rød tid (effektiv) (s)	13
Blank tid (effektiv) (s)	7
Blank tid andel	0,35

Tabell 5.19 Kritisk tidsluke og følgetid i St. Croix ved tilfartskontroll i St. Croix

Kritisk tidsluke/følgetid (s)				
	V	S	N	Ø
V		6,0/3,8	4,0/2,5	4,1/2,6
S	6,7/3,8		5,0/2,8	4,2/2,4
N	5,4/3,2	5,3/3,2		4,4/2,6
Ø	5,0/2,6	3,8/2,0	NA	

5.2.8 Kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix

Tabell 5.20 Gjennomsnittlig forsinkelse ved kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix

Rute	Uforstyrret reisetid (sekunder)	Gjennomsnittlig observert forsinkelse ettermiddag (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av grunnmodell (sekunder)	Gjennomsnittlig forsinkelse ved analyse av tiltak (sekunder)
Øst – St. Croix – Taverna – nord	48	36	32	25
Øst – St. Croix – Taverna – vest	52	48	57	22
Sør – St. Croix – Taverna – vest	48	72	79	40
Vest – Taverna – St. Croix – øst	49	167	198	34
Nord – Taverna – St. Croix – øst	50	176	173	33
Vest – øst St. Croix	11	41	45	15
Øst – vest St. Croix	10	1	6	16

Tabell 5.21 Kritisk tidsluke og følgetid i Taverna ved kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix

Kritisk tidsluke/følgetid (s)			
	V	S	N
V		5,3/2,4	5,8/2,6
S	4,8/2,1		5,4/2,4
N	4,4/2,4	4,0/2,2	

Tabell 5.22 Kritisk tidsluke og følgetid i St. Croix ved kombinasjon av lengre tilfart i sør og redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og tilfartskontroll i St. Croix

Kritisk tidsluke/følgetid (s)				
	V	S	N	Ø
V		6,0/3,8	4,0/2,5	4,1/2,6
S	6,7/3,8		5,0/2,8	4,2/2,4
N	5,4/3,2	5,3/3,2		4,4/2,6
Ø	5,0/2,6	3,8/2,0	NA	

6 Diskusjon

6.1 Hvordan er trafikkavviklingen i området i dag?

I kapittel 4.6 Utvikle og implementere endringstiltak, ble en rekke av utfordringene ved utformingen av rundkjøringene og hvordan dette påvirker trafikkavviklingen i området tatt opp. I dette delkapittelet vil først og fremst trafikken i området i både morgen- og ettermiddagsrushet diskuteres.

6.1.1 Situasjon morgenrushet

Som reisetidene fra 4.3.5 Reisetider viser, endrer disse seg i løpet av den registrerte timen i morgenrushet. I starten ligger de fleste reisetidene nærmere uforstyrret reisetid, men etter hvert som klokken passerer omtrent 07:30, begynner de raskt å øke. Problemene med avviklingen er knyttet til de to rundkjøringene Taverna og St. Croix. I noen få tilfeller blir køen inn mot St. Croix så lang at det fører til tilbakeblokkering gjennom Taverna. I disse tilfellene fletter trafikantene som skal mot St. Croix fra nord og vest for Taverna. Derfor er utfordringene med trafikkavviklingen i Taverna i disse periodene i stor grad knyttet til det som skjer i St. Croix. Rutene som går fra Taverna til St. Croix har mest forsinkelse. Det tyder på at de fleste utfordringene med tanke på trafikkavviklingen er i St. Croix.

I perioder er det også problemer med avviklingen av trafikken som kommer fra Taverna inn mot Torvbyen. Tabell 6.1 viser at den mest trafikkerte utfarten i Taverna er mot vest, mot Torvbyen. Avstanden mellom Taverna og Torvbyen er kun 56 meter og mer enn 90 % av alle kjøretøyene på denne tilfarten benytter det høyre feltet. Det betyr at dersom de er nødt til å vike for annen trafikk i rundkjøringen, vokser køen raskt. Kun ved noen få tilfeller er det observert tilbakeblokkering gjennom Torvbyen. Dette har ellers lite påvirkning for resten av trafikken i Taverna.

Når det gjelder trafikken som går fra St. Croix mot Taverna er den betydelig høyere i tidsrommet 07:30-07:45. Dette kan sees i Tabell 6.2, der antall kjøretøy mot nord er kjøretøy mot Taverna. Dette kan sees i sammenheng med at det er mange som starter på jobb klokken 08:00. I denne perioden er også reisetidene høyere. På grunn av dette fører det til at køen i en liten periode strekker seg nesten helt tilbake til St. Croix.

Tabell 6.1 Antall kjøretøy på utfartene i Taverna i morgenrushet

	Mot sør	Mot nord	Mot vest
07:15-07:30	200	139	258
07:30-07:45	212	138	279
07:45-08:00	240	185	295
08:00-08:15	200	157	265
Totalt	852	619	1097

Tabell 6.2 Antall kjøretøy på utfartene i St. Croix i morgenrushet

	Mot sør	Mot øst	Mot nord	Mot vest
07:15-07:30	103	231	229	57
07:30-07:45	144	249	311	60
07:45-08:00	191	324	262	98
08:00-08:15	159	266	240	73
Totalt	597	1070	1042	288

6.1.2 Situasjon ettermiddagsrushet

Ettermiddagsrushet utvikler seg annerledes enn morgenrushet. Her er det mindre variasjon i reisetidene mellom rundkjøringene Taverna og St. Croix i løpet av den registrerte timen. Som i morgenrushet er det også i ettermiddagsrushet mest forsinkelse på rutene som går fra Taverna til St. Croix. Det underbygger at det er St. Croix som har flest utfordringer med tanke på trafikkavviklingen.

Sammenlignes Tabell 6.1 og Tabell 6.2 med Tabell 6.3 og Tabell 6.4, kommer det fram at det er mindre variasjon i trafikkmengden i løpet av den registrerte perioden på ettermiddagen. Kjøretøyene som skal fra Taverna og til øst for St. Croix dominerer trafikkmengden på tilfarten nord for St. Croix. Som en konsekvens av dette er køen fra St. Croix mot Taverna lengre i en større del av perioden. I de periodene der køen strekker seg helt tilbake til Taverna fører det til at det blir mer fletting mellom trafikantene fra nord og vest i Taverna som skal mot St. Croix.

Når det gjelder trafikken fra St. Croix til Taverna er den totale trafikkmengden høyere enn hva den er i morgenrushet. Likevel er det ingen tilfeller der køen blir like lang som den ble i morgenrushet. Det kan skyldes at trafikkstrømmen er jevnere enn hva den var i morgenrushet. Det kan også være at den perioden med høyest trafikkmengde også i realiteten er mindre enn det 15-minuttersintervallet som er brukt i denne oppgaven.

Som i morgenrushet er det også perioder der køen øst for Torvbyen fører til tilbakeblokkering i Taverna. I ettermiddagsrushet er det omtrent 85 % av kjøretøyene på tilfarten i øst som benytter seg av det høyre feltet. Dette hyppigere på ettermiddagen enn på morgenen selv om trafikkmengden er omtrent den samme. Det kan skyldes at trafikken fra øst mot nord gjennom Torvbyen er høyere på grunn av åpningstidene til kjøpesenteret som er lokalisert ved armen i øst.

Tabell 6.3 Antall kjøretøy på utfartene i Taverna i ettermiddagsrushet

	Mot sør	Mot nord	Mot vest
15:15-15:30	213	237	253
15:30-15:45	202	251	264
15:45-16:00	243	235	265
16:00-16:15	227	242	231
Totalt	885	965	1013

Tabell 6.4 Antall kjøretøy på utfartene i St. Croix i ettermiddagsrushet

	Mot sør	Mot øst	Mot nord	Mot vest
15:15-15:30	141	345	296	53
15:30-15:45	164	341	305	58
15:45-16:00	161	351	288	60
16:00-16:15	179	340	253	75
Totalt	645	1377	1142	246

6.2 Hvor realistisk kan dagens situasjon modelleres?

6.2.1 Datainnsamling

Ved oppstart av masteroppgaven var fortsatt koronapandemien noe som preget hverdagen vår. Indikasjoner på at anbefalingen om hjemmekontor snart skulle oppheves gjorde at datainnsamlingen ble utsatt til etter dette. I løpet av nærmere to år med pandemi har mennesker endret sine vaner og også reisevaner. Derfor vil det være naturlig at det tar litt tid før ting nærmer seg hvordan ting var før. Det kan også være at ting vil endre seg i tiden fremover. Noen som brukte kollektivtransport før pandemien har kanskje begynt å bruke eget kjøretøy eller sykle, mens andre kanskje i tiden fremover vil bruke mer hjemmekontor.

Uavhengig av pandemien vil det alltid være variasjon i trafikken. Datainnsamlinger bør gjøres utenfor ferier og andre spesielle døgn (Statens vegvesen, 2014). I denne oppgaven ble det valgt å gjøre innsamling på torsdag morgen og torsdag ettermiddag ettersom det som oftest var en av dagene det var høyest trafikkmengde i området i de aktuelle tidspunktene. Når det bare blir samlet inn data på en dag, til et bestemt tidspunkt, kan det være at valgt dag for eksempel ligger lavere eller høyere enn hva som er vanlig. Det kan også være at reisemiddelfordelingen ikke helt samsvarer med en normalsituasjon. Derfor vil det alltid være en viss usikkerhet ved å samle inn data på denne måten. Timestrafikken fra en kontinuerlig trafikkregistrering på Riksveg 110, nord for Taverna, viser at tallene er nokså like tallene fra samme tidsperiode i 2019. Sammenlignet med timestrafikken for april/mai 2022, ligger timetrafikken ved registreringstidspunktene noe lavere.

Når det skal lages en trafikkmodell av et område, er det viktig at inngangsverdiene er gode slik at modellen stemmer overens med det faktiske trafikkbildet. Denne oppgaven er utført i Fredrikstad, noe som gjorde at det var vanskeligere å få hjelp til å gjennomføre selve

datainnsamlingen i studieområdet. Derfor ble hovedfokus lagt på de to rundkjøringene Taverna og St. Croix, som etter alt å dømme hadde størst påvirkning på trafikkavviklingen valgt for å gjøre videoopptak. På grunn av studieområdets beliggenhet og utforming var det utfordrende å finne gunstige kameraplasseringer der det var mulig å få oversikt over både kølengder og svingebevegelser. Derfor ble de to kameraene først og fremst plassert for å registrere svingebevegelesene i de valgte rundkjøringene og ulike reisetider gjennom området. For å få bedre inngangsverdier burde det vært flere kameraer i området. Dette hadde ført til mer arbeid både i studieområdet og med databehandling. Derfor var dette et valg som ble gjort med tanke på arbeidsmengde og tilgjengelige ressurser.

Selv om datainnsamlingen kunne ha vært mer utfyllende er den mest utfordrende delen av området observert. Det er trafikken mellom de to rundkjøringene Taverna og St. Croix som har størst utfordringer med tanke på avviklingen. Det er også her det i perioder er problemer med tilbakeblokkering fra St. Croix til Taverna. Problemet med tilbakeblokkering oppstod under datainnsamlingen, derfor kan det sies at det som var ønskelig å observere, ble observert. Variasjoner i trafikken er heller ikke noe som kan unngås og trafikken som ble observert i begge periodene kan sies å være typisk for området.

6.2.2 Databehandling

Svingebevegelesene ble telt for hver av tilfartene i Taverna og St. Croix i tillegg til tilfarten øst for Torvbyen og vest og nord i Cicignon, samt kjørende fra øst mot vest. Som vist i Figur 6.1 var det under opptaket på ettermiddagen i St. Croix så sterkt motlys ved Cicignon at det ikke var mulig å se hvilket felt kjøretøyene brukte på tilfarten nord for Cicignon. Det ble i stedet valgt å bruke antallet kjøretøy ut av St. Croix fordelt på de to feltene ved å bruke samme fordeling mot øst og vest som ble registrert under morgenrushet. Det er å anta at dette ikke vil påvirke resultatene nevneverdig da denne rundkjøringen, og særlig denne tilfarten, hadde få utfordringer med tanke på kapasitet og avvikling. På de resterende armene der det ikke ble gjort tellinger, var det nødvendig å gjøre estimater. Grunnlaget for å gjøre disse estimatene ligger i trafikkdata fra vegvesenet. Disse er enten gjort på skjønn, eller gjort tilbake i 2016. Det er derfor vanskelig å kunne være helt trygg på disse.



Figur 6.1 Sterkt motlys under datainnsamling ettermiddag

I SIDRA kan en velge mellom flere ulike kjøretøytyper som vist i Figur 6.2. For å forenkle arbeidet med å telle kjøretøyene ble det i denne oppgaven valgt å kun bruke *Light Vehicles* og *Heavy Vehicles*. De ulike kjøretøytypene i SIDRA har forskjellige parametere ved seg, som for eksempel lengde og luketidsfaktorer. I en mer nøyaktig modell kunne en mer detaljert fordeling av kjøretøytyper gi et bedre trafikkbilde.

User Classes

Select to Include (User)

	Name	ID	Base Class
<input type="checkbox"/>	User Class 1	U1	Light Vehicles ▼
<input type="checkbox"/>	User Class 2	U2	Heavy Vehicles ▼
<input type="checkbox"/>	User Class 3	U3	Buses ▼
<input type="checkbox"/>	User Class 4	U4	Bicycles ▼
<input type="checkbox"/>	User Class 5	U5	Large Trucks ▼
<input type="checkbox"/>	User Class 6	U6	Light Rail / Tram ▼

Figur 6.2 Kjøretøytyper i SIDRA INTERSECTION

For å beregne reisetid og forsinkelse gjennom området ble det valgt ut syv ruter. Det ble valgt ut kjøretøy hvert femte minutt i registreringsperiodene. Totalt blir dette 13 kjøretøy per rute, per time hvor reisetid og forsinkelse ble målt. Selv om dette var tidkrevende arbeid, utgjør disse kjøretøyene en liten andel av alle de kjøretøyene som faktisk kjørte disse rutene. Det er heller ikke klart hvor mange kjøretøy som kjørte de rutene som går mellom rundkjøringene ettersom det kun er svingebevegelsene som er registrert. En utfordring er at denne måten å velge ut kjøretøy på i stor grad baserer seg på tilfeldighet. Hadde det neste kjøretøyet inn i bildet blitt valgt, ville dette kunne gitt en annen forsinkelse fordi de ville hatt ulike ventetider ved vikelinjen.

Rutene som går mellom Taverna og St. Croix, med unntak av øst – St. Croix – Taverna – nord, har en utfordring ved at de ikke dekker fullstendige lenker. For eksempel kan det se ut som at flere av kjøretøyene inn mot Taverna fra vest og nord ved flere tilfeller har stått i kø før de fanges oppi kamerabildet. Det innebærer at den reelle forsinkelsen gjennom området er lengre enn den registrerte forsinkelsen som er blitt brukt i denne oppgaven. Den største ulempen med dette er trafikken inn mot Torvbyen fra nord. Her er det ikke noe datagrunnlag, men i ettermiddagsrushet kan køen her bli nokså lang. Under en tilfeldig passering av området ble det observert kø på mer enn 120 meter. Dette var noe som ikke ble oppdaget eller noe som ikke var et problem under befaringen, og var derfor ikke prioritert da datainnsamlingen ble gjort.

På tross av at det kunne vært brukt flere ruter gjennom nettverket, sett på enda flere reisetider og telt svingebevegelser for alle tilfartene i alle rundkjøringene, viser resultatene mønsteret i trafikken og hvordan dette utvikler seg i løpet av registreringsperiodene. De viktigste rutene er observert, og de mest sentrale svingebevegelsene er telt i de rundkjøringene med mest utfordringer med tanke på avviklingen. Å skulle beregne forsinkelse for alle kjøretøy gjennom nettverket hadde vært en jobb som hadde krevd for mye ressurser.

6.2.3 Modellering og kalibrering

For å modellere området, som beskrevet i 4.4 Utvikling av grunnmodell, er det brukt standardverdiene i SIDRA for *Entry Radius* og *Entry Angle* i samtlige rundkjøringer. Det var et valg som ble gjort for å forenkle modelleringen. Resultatene i SIDRA viser at

geometrisk forsinkelse er veldig liten sammenlignet med den totale forsinkelsen. Derfor antas det at det ikke ville utgjort en stor forskjell dersom disse hadde vært endret. Utenom dette er det forsøkt å modellere området så godt som mulig. Likevel har det blitt gjort en tilpasning i modellen. På tilfarten sør for Taverna er det malt opp to kjørefelt 20 meter før rundkjøringen. Slik situasjonen er i dag, begynner trafikken å dele seg før dette. Denne ble derfor justert til 30 meter.

Hvordan rundkjøringsmodellen i SIDRA fungerer er beskrevet i 3.2.2 Rundkjøringer. Det er en detaljert modell som ikke behandler hver av tilfartene som T-kryss, men at trafikantene samhandler ved hver tilfart. På tross av dette, er det ikke nødvendigvis slik det foregår i dette området. Hvordan trafikantene samhandler er i stor grad avhengig av føreradferden til hver enkelt.

Noe som ikke er modellert i SIDRA er busstopp. Både på tilfarten og utfarten på armen øst for St. Croix er det busstopp. På tilfarten er dette et kantstopp, noe som gjør at det hindrer trafikken i det høyre feltet. Det virker som trafikken i liten grad blir preget av dette, men det ble observert noen situasjoner der det var få kjøretøy på tilfarten i en kortere periode før bussen kom. På utfarten er det busstopp nesten med en gang etter rundkjøringen. Det virker som også dette påvirker trafikken i liten grad da de aller fleste kjøretøyene bruker det venstre feltet på utfarten. Dette kan uansett ikke bekreftes helt, da dette ligger utenfor det området som ble filmet.

For å kalibrere modellen ble det forsøkt å bruke flere av de ulike faktorene som er presentert i 3.2.3 Viktige parametere. Det viste seg at flere av disse, som *Percent Opposed by Nearest Lane Only* og *Exiting Flow Effect*, hadde liten effekt på modellen. Derfor var det i stor grad *Environment Factor* som ble brukt for å kalibrere modellen. *Environment Factor* er som inkluderer en rekke parametere som påvirker kapasiteten i rundkjøringer. Den tar for seg blant annet, føreradferd, utforming av rundkjøring, sikt, stigninger inn mot rundkjøringen, hastighet og størrelsen på lette og tunge kjøretøy. Det er altså en faktor som består av en rekke parametere. Ved å bruke denne kunne modellen kalibreres ved å sammenligne gjennomsnittlig registrert forsinkelse og gjennomsnittlig forsinkelse i modellen på de utvalgte rutene.

Under kalibreringen av modellen var det mye prøving og feiling fordi en endring ved en av armene førte til endring på de andre armene. Derfor ble det mye fram og tilbake for å modellere dagens situasjon. Det utfordrende å skulle ha en modell som var bra kalibrert for både morgen- og ettermiddagsrushet. Med tanke på at de observerte forsinkelsene for de utvalgte rutene gjennom området var høyest i ettermiddagsrushet, ble det valgt å legge vekt på denne situasjonen under kalibreringen. Ved en feil ble ikke endringene av *Exiting Flow Effect* og *Percent Opposed by Nearest Lane Only* under kalibreringen ikke brukt i analysen av morgenrushet. Dette er en faktor som kan ha påvirket kalibreringen av modellen.

Peak Flow Factor var en faktor som påvirket den analyserte trafikken i stor grad. Peak Flow Factor ble justert ved rundkjøringene Taverna og St. Croix ettersom det var her de mest nøyaktige trafikkteilingene ble gjort. I de to andre rundkjøringene, Torvbyen og Cicignon, ble det brukt standardverdien 95%. Med tanke på at denne faktoren hadde stor betydning for modellen, ville nok modellen også sett annerledes ut dersom disse hadde blitt justert på en god måte. Samtidig er det viktig å tenke på at disse faktorene kun baserer seg på trafikken i en registrert time på en dag. Det betyr at det ikke nødvendigvis representerer trafikken slik den er ved en normal situasjon. Hadde datainnsamlingen vært gjort en annen dag, kunne disse faktorene ha vært annerledes. I tillegg ble det i denne oppgaven brukt

intervaller på 15 minutter. Hadde trafikkteilingene vært delt opp annerledes, kunne dette også ha påvirket verdiene for *Peak Flow Factor*.

Som resultatene i Tabell 5.1 og Tabell 5.4 viser, er de analyserte forsinkelsene nokså like de observerte, foruten forsinkelsene fra Taverna mot St. Croix på morgenen. På de kortere rutene gjennom St. Croix derimot, er det mindre forskjell i forsinkelse enn hva det er for de andre rutene som går gjennom flere rundkjøringer. Det viser at det er mer komplekst å modellere nettverk av rundkjøringer enn hva det er å modellere enkelt rundkjøringer. Det kan også skyldes at i tilfeller der metningsgraden er høy, som den er for noen av feltene i denne modellen, kan det ikke forventes helt presise resultater fra analysene (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Hovedformålet med å modellere området er å kunne se på effekten av ulike tiltak for å bedre trafikkavviklingen i området. Derfor ansees modellen som god nok for formålet.

6.2.4 Morgenrushet

Nettverksmodellen fra SIDRA har noen utfordringer med å analysere forsinkelsene i morgenrushet i dagens trafikksituasjon. Dette kan sees i resultatene i Tabell 5.1. Den ene utfordringen er forsinkelsen på rutene fra St. Croix mot Taverna. Sammenlignes de to rutene som går fra øst mot Taverna og videre, er den observerte forsinkelsen nokså lik, mens avviket for de analyserte forsinkelsene er større. Når det gjelder forsinkelsen for ruten mot nord er den analyserte mindre enn den observerte. For ruten mot vest er den observerte mindre enn den analyserte. En årsak til dette kan være at feltet mot vest, på tilfarten til Taverna satt til *Short Lane* i modellen. I virkeligheten er det ikke like lett å avgjøre hva som faktisk er det korte kjørefeltet ettersom vegbredden øker kontinuerlig inn mot rundkjøringen. For ruten fra sør for St. Croix, mot Taverna og ut mot vest er liten forskjell i observert og analysert forsinkelse.

På rutene som går fra nord og vest for Taverna mot St. Croix og videre mot øst er den analyserte forsinkelsen langt høyere enn den observerte forsinkelsen. En av utfordringene her er som nevnt tidligere at lenkene er lengre enn det som det er blitt gjort videoopptak av. Derfor er det naturlig å tenke at faktisk gjennomsnittlig forsinkelse er høyere enn observert gjennomsnittlig forsinkelse. Likevel er det ikke å forvente at den faktiske forsinkelsen skal være så mye høyere enn den observerte. Dette kan skyldes at modellen er best kalibrert for trafikken i ettermiddagsrushet. Ettersom det ikke er så store forskjeller på trafikkmengden i morgen- og ettermiddagsrushet på utfarten sør for Taverna, kan det være derfor det er mindre avvik i de analyserte forsinkelsene enn i de observerte forsinkelsene når morgen- og ettermiddagsrushet sammenlignes.

For de to rutene som går gjennom St. Croix er det nokså god overensstemmelse mellom gjennomsnittlig observert og gjennomsnittlig analysert forsinkelse for ruten fra vest mot øst. For ruten fra øst mot vest er den registrerte forsinkelsen 2 sekunder, mens den analyserte er 6 sekunder, altså tre ganger så mye. Det ble forsøkt å justere ned denne ved bruk av ulike parametere, men det lot seg ikke gjøre. Det kan skyldes at måten trafikken analyseres på i SIDRA ikke stemmer helt med hvordan trafikken fordeler seg på denne armen og i resten av rundkjøringen.

6.2.5 Ettermiddagsrushet

Sammenlignet med morgenrushet stemmer gjennomsnittlig analyserte forsinkelse i ettermiddagsrushet bedre overens med gjennomsnittlig registrert forsinkelsene. Tabell 5.4 viser at for alle ruter, bortsett fra ruten øst – St. Croix – Taverna – nord, er den analyserte forsinkelsen større enn den registrerte. Sammenlignet med morgenrushet er det er bedre

overensstemmelse mellom de ulike rutene. Likevel er det samme utfordring her som i morgenrushet med tanke på rutene som går fra øst for St. Croix til Taverna. Den analyserte forsinkelsen på ruten som går videre mot vest er høyere enn den registrerte, mens for ruten fra øst mot nord er det motsatt. For ruten som kommer fra sør for St. Croix til Taverna og videre mot vest er den analyserte forsinkelsen også høyere enn den registrerte, som er motsatt av tilfellet i morgenrushet. Selv om det er litt ulikheter mellom de registrerte og de analyserte forsinkelsene, er det en sammenheng mellom dem.

For rutene fra Taverna mot St. Croix er gjennomsnittlig analysert forsinkelse større enn gjennomsnittlig registrert forsinkelse for ruten fra vest, mens den er lavere for ruten fra nord. At den analyserte forsinkelsen er høyere enn den observerte virker sannsynlig ettersom det ikke ble gjort videoopptak av hele lengden av lenkene, og det ble observert kjøretøy som sto i kø utenfor det kameraet klarte å fange opp både i nord og vest. Derfor er nok den faktiske forsinkelsen på rutene fra nord og vest større enn de observerte forsinkelsene. At den er lavere på ruten fra nord gir ikke mening. Det kan skyldes at slik nettverksmodellen i SIDRA fungerer, blir ikke de tilfelle der det oppstår fletting mellom de kjørende fra nord og vest mot sør i Taverna analysert på en lik måte som det foregår i området.

I likhet med morgenrushet er de gjennomsnittlige observerte og gjennomsnittlige analyserte forsinkelsene for rutene gjennom St. Croix nokså like. Disse rutene påvirkes ikke av nettverksmodellen og det kan derfor være at disse er lettere å modellere enn hva som er tilfellet for de rutene gjennom nettverket.

6.3 Hvilke tiltak kan forbedre dagens trafikksituasjon?

I 4.4 Utvikle og implementere endringstiltak, ble det foreslått en rekke tiltak for å bedre trafikkavviklingen i området. Resultatene av disse tiltakene ble presentert i 5 Resultater. Her vil disse resultatene og mulige påvirkninger på området diskuteres.

For å vurdere effekten av de ulike tiltakene er det registreringene av svingebevegelsene fra ettermiddagsrushet som blir brukt. Det er gjort ettersom modellen er bedre kalibrert for ettermiddagsrushet og som diskutert tidligere er det større utfordringer med trafikkavviklingen på ettermiddagen enn på morgenen.

6.3.1 Redusere antall kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna

Det ble gjort følgende endringer av parametere ved innføringen av dette tiltaket:

- *Gap Acceptance Factor* redusert fra 1,05 til 1,0 for venstre felt på tilfarten i sør
- *Environment Factor* redusert fra 1,15 til 1,05 på tilfarten i nord
- *Environment Factor* redusert fra 1,20 til 1,10 på tilfarten i vest
- *Environment Factor* redusert fra 1,10 til 1,00 på tilfarten i sør

Slik utformingen av rundkjøringen er i dag, er vikelinjen trukket lang tilbake i forhold til den delen av sirkulasjonsarealet som faktisk benyttes. På tilfarten i sør er også sikten mot vest blokkert av et berg. Ved å flytte vikelinjen lengre inn mot rundkjøringen vil også sikten bli bedret. I modelleringen ble dette implementert ved å endre *Gap Acceptance Factor* for svingebevegelsen fra sør mot vest. Sikten på tilfarten i sør vises i Figur 6.3.



Figur 6.3 Sikt på tilfarten i sør mot vest

Under datainnsamlingen ble det også observert at flere velger å ikke forholde seg til vikelinjen, men heller stopper ved konfliktpunktet. Ved å se på spormerkene i Figur 6.4, er det tydelig at ikke hele sirkulasjonsarealet i dag benyttes og at det faktiske konfliktpunktet ikke er ved vikelinjen. Det gjør at trafikantene kan benytte seg av mindre luker. Ved å gjøre om på dette, vil det være mulig å eliminere en del usikkerhet blant trafikantene. Dette er implementert i modellen ved å redusere *Environment Factor* med 0,1 for samtlige tilfarter.



Figur 6.4 Sporene viser at det kun er et felt som benyttes av sirkulasjonsarealet

Ved å gjøre om på dagens løsning med to felt i sirkulasjonsarealet i rundkjøringen Taverna viser resultatene i Tabell 5.7 at det vil ha størst effekt på forsinkelsen av trafikken fra St. Croix mot Taverna. Det vil også ha positiv effekt på trafikken inn mot rundkjøringen fra vest og liten positiv effekt på trafikken inn mot rundkjøringen fra nord. Om det faktisk vil være slik at forsinkelsen går ned for de reisende fra nord mot sør, og opp for de som reiser fra vest mot sør er ikke helt sikkert ettersom de i ettermiddagsrushet ofte fletter ved utfarten i sør. I de periodene der de ikke fletter er det naturlig at resultatene fra analysen stemmer bedre.

Endringen av sirkulasjonsarealet og justeringene av faktorene har en positiv effekt på kritisk tidsluke og følgetid. Dette kan sees ved å sammenligne verdiene i Tabell 5.5 og Tabell 5.8. Som beskrevet i 3.2.2 Rundkjøringer, synker følgetiden med redusert antall felt i sirkulasjonsarealet. Når det gjelder kritisk tidsluke er det ingen endring for svingebevegelsene mot nord, og heller ikke svingebevegelsen fra nord til vest. At den kritiske tidsluken for svingebevegelsen fra sør til nord ikke synker som følge av tiltaket, er noe overraskende med tanke på at de nå kommer nærmere konfliktpunktet i rundkjøringen. Den kritiske tidsluken som reduseres mest er svingebevegelsen fra sør mot vest. Det skyldes også endringen av *Gap Acceptance Factor*, men det virker også sannsynlig ettersom sikten nå bedres mot vest.

6.3.2 Lengre kjørefelt på tilfart sør for Taverna

Det ble gjort følgende endringer av parametere ved innføringen av dette tiltaket:

- *Environment Factor* på tilfarten i sør er redusert fra 1,10 til 1,0

Fra sør inn mot Taverna er det oppmerket til to felt omtrent 20 meter før vikelinjen. Det er begrenset med plass i området på grunn av jernbanelinjen som går parallelt med vegen. Likevel ble det gjort et forsøk på å se på effekten av å utvide vegen til å ha to felt inn mot rundkjøringen de siste 100 meterne.

Resultatene i Tabell 5.9 som viser forsinkelsene fra SIDRA at dette tiltaket vil ha positiv effekt for de reisende fra St. Croix mot Taverna og videre til både nord og vest. Særlig for de rutene som går ut mot vest reduseres forsinkelsene mest. Dette virker å være et resultat som kan være å forvente ved en slik implementering. Dersom det venstre kjørefeltet forlenges, vil kømengden kunne fordeles på begge feltene, noe som også vil gjøre at effektiviteten på tilfarten forbedres. Resultatene viser også at det vil ha en liten positiv effekt på forsinkelsen for rutene som går fra Taverna mot St. Croix.

Sammenligning av kritisk tidsluke og følgetid for Taverna i Tabell 5.5 og Tabell 5.10, viser at de går ned på tilfarten i sør og er uendret for de andre tilfartene ved innføring av tiltaket. At kritisk tidsluke og følgetid reduseres skyldes endringen i *Environment Factor*. Det er plausibelt at en slik endring vil oppstå som følge av tiltaket. Fordi det gjør at feltskiftene gjøres lengre vekk fra vikelinjen, som igjen fører til at de kan følge kjøretøyet foran tettere inn mot rundkjøringen.

Hvorvidt dette tiltaket faktisk lar seg gjøre er ikke sjekket, men det viser i hvert fall at en slik endring ville kunne ha positiv effekt på effektiviteten i rundkjøringen.

6.3.3 Tilfartskontroll i St. Croix

Det ble gjort følgende endringer av parametere ved innføringen av dette tiltaket:

- *Environment Factor* redusert fra 1,23 til 1,13 på tilfarten i nord

Tilfartskontroll i rundkjøringen St. Croix, med signalregulering på armen i øst, har først og fremst størst effekt på forsinkelsene for rutene fra Taverna mot St. Croix. Dette kan leses ut av Tabell 5.17. På begge disse rutene vil forsinkelsene reduseres kraftig. For ruten fra vest reduseres forsinkelsen med 151 sekunder, mens for ruten fra nord reduseres forsinkelsen med 136 sekunder. Sannsynligheten for tilbakeblokkeringen gjennom Taverna blir også eliminert ved innføring av dette tiltaket. Tiltaket har også positiv effekt på rutene fra sør og vest i denne rundkjøringen. For rutene som går fra øst mot St. Croix og videre mot Taverna er forsinkelsen den samme. Det skyldes at disse rutene holdes utenfor signalreguleringen i St. Croix fordi de bruker filterfeltet.

Ved å sammenligne Tabell 5.6 og Tabell 5.19 for kritisk tidsluke og følgetid, vil disse verdiene gå ned på tilfarten i nord for alle svingebevegelser. På de andre tilfartene vil de øke, og da mest på tilfarten i øst. Dette skjer som en kombinasjon av tiltaket og endringen av *Environment Factor* på tilfarten i nord. At kritisk tidsluke og følgetid reduseres på denne tilfarten er forventet som følge av tiltaket. For tilfarten i vest vil dette tiltaket også gjøre at de får bedre oversikt over tilfarten i øst, og det ville vært forventet at disse verdiene ville gått ned. Dette kunne ha vært justert ved å endre *Environment Factor*.

En ting som kan skje ved denne løsningen er at køen på det midtre feltet på tilfarten i øst blir så lang ved rødt lys at dette blokkerer de som skal mot nord fra å kunne bruke filterfeltet. De eneste som blir påvirket i negativ forstand ved implementeringen av dette tiltaket, er kjørende på tilfarten i øst. Forsinkelsen på ruten fra øst mot vest gjennom St. Croix øker med 10 sekunder. På tross av dette øker den totale effektiviteten i rundkjøringen St. Croix og i nettverket.

Ytre diameter i denne rundkjøringen er på omtrent 32 meter. Det kan være utfordrende å bruke signalregulering i rundkjøringer der diameteren er liten (MacDonald, 2009, s. 9). Likevel er det oppnådd suksess med en slik løsning for rundkjøringer ned til en diameter på 50 meter. Derfor kan det være utfordringer med et slikt tiltak som en bør være klar over.

I denne modellen er det ikke gjort forsøk på å optimalisere signalreguleringen. Det er standardverdier i SIDRA som er benyttet for signalreguleringen. I masteroppgaven Tilfartskontroll i rundkjøring (Heisholt, 2015) ble det undersøkt om tilfartskontroll kan bidra til å bedre forholdene i en ubalansert rundkjøring. Det ble gjort feltforsøk med tilfartskontroll i rushtiden i en rundkjøring i Porsgrunn, som også ble modellert i SIDRA INTERSECTION. Resultatet viste at tilfartskontroll vil kunne bedre trafikkavviklingen, men også at en godt gjennomført signalplan vil kunne gjøre det enda bedre. Tallene for syklustidene i tilfartskontrollen i denne rundkjøringen er oppgitt i Tabell 5.18.

I Fredrikstad finnes det ingen rundkjøringer med denne løsningen i dag. Det kan bety at en slik løsning vil kreve en viss tilvenningsperiode før det fungerer som tenkt. Andre ting som kan skje er at det vil kunne føre til at trafikantene velger å reise på alternative ruter. Ettersom armen ifra øst er eneste krysningspunkt over Glomma og inn mot sentrum av Fredrikstad, så det tvilsomt at det vil skje.

En fordel med bruk av tilfartskontroll er at den ikke nødvendigvis trenger å være aktiv hele døgnet. Ved å bruke detektor for kø, er den bare aktivert i de periodene der det er hensiktsmessig.

6.3.4 Kombinasjon av tilfartskontroll i St. Croix, redusert antall felt i sirkulasjonsarealet i Taverna og lengre felt på tilfart sør for Taverna

Det ble gjort følgende endringer av parametere ved innføringen av dette tiltaket i St. Croix:

- *Environment Factor* redusert fra 1,23 til 1,13 på tilfarten i nord

Det ble gjort følgende endringer av parametere ved innføringen av dette tiltaket i Taverna:

- *Gap Acceptance Factor* redusert fra 1,05 til 1,0 for venstre felt på tilfarten i sør
- *Environment Factor* redusert fra 1,15 til 1,05 på tilfarten i nord
- *Environment Factor* redusert fra 1,20 til 1,10 på tilfarten i vest
- *Environment Factor* redusert fra 1,10 til 1,00 på tilfarten i sør

Som resultatene fra de tre tiltakene viste, har de ulik effekt på de forskjellige rutene gjennom området. Ved å innføre tre tiltak som var effektive på hver sin måte, viser resultatene for gjennomsnittlig forsinkelse, i Tabell 5.20, at forsinkelsen på alle rutene som er brukt i denne oppgaven går ned. Bortsett fra ruten øst-vest gjennom St. Croix, som ble diskutert i 6.3.3 Tilfartskontroll i St. Croix. Tilfartskontroll hadde store effekt på rutene fra Taverna til St. Croix. Når dette kombineres med de to andre tiltakene reduseres forsinkelsene ytterligere. Det samme gjelder for rutene som går fra St. Croix til Taverna. Det virker sannsynlig at det ville være tilfellet ved innføring av disse tiltakene, men i hvor stor grad er vanskelig å vite. Resultatene er avhengige av mange faktorer og er påvirket av endringer av parametere i modellen.

At det er flere tiltak implementert i modellen påvirker ikke kritisk tidsluke og følgetid i St. Croix, og resultatet i Tabell 5.22 er derfor det samme som i Tabell 5.19, der kun tilfartskontroll ble implementert i nettverket. Når det gjelder Taverna, er kritisk tidsluke lavere ved implementeringen av begge tiltakene i rundkjøringen, enn hva de var hver for seg for tilfartene i vest og sør. Følgetiden er uendret sammenlignet med tiltaket om å redusere antall felt i sirkulasjonsarealet. For tilfarten i nord er både kritisk tidsluke og følgetid uendret sammenlignet med tiltaket om å endre sirkulasjonsarealet. Det kan sees ved å sammenligne Tabell 5.21 med Tabell 5.8. Sammenlignet med endringen av sirkulasjonsarealet, der kritisk tidsluke og følgetid er vist i Tabell 5.10, er det kun snakk om små reduksjoner og kan skyldes kombinasjonen av nedjustert *Environment Factor* for samtlige tilfarter og lengre tilfart i sør som gjør at faktoren som beregner forholdet mellom kritisk tidsluke og følgetid går ned ved implementeringen av begge tiltakene.

Alle de tre ulike tiltakene vil ha en viss usikkerhet ved seg dersom de hadde vært innført. Ved å ha tre ulike tiltak i en modell, vil den totale usikkerheten også bli høyere.

6.3.5 Tiltak som ikke har gitt ønsket effekt

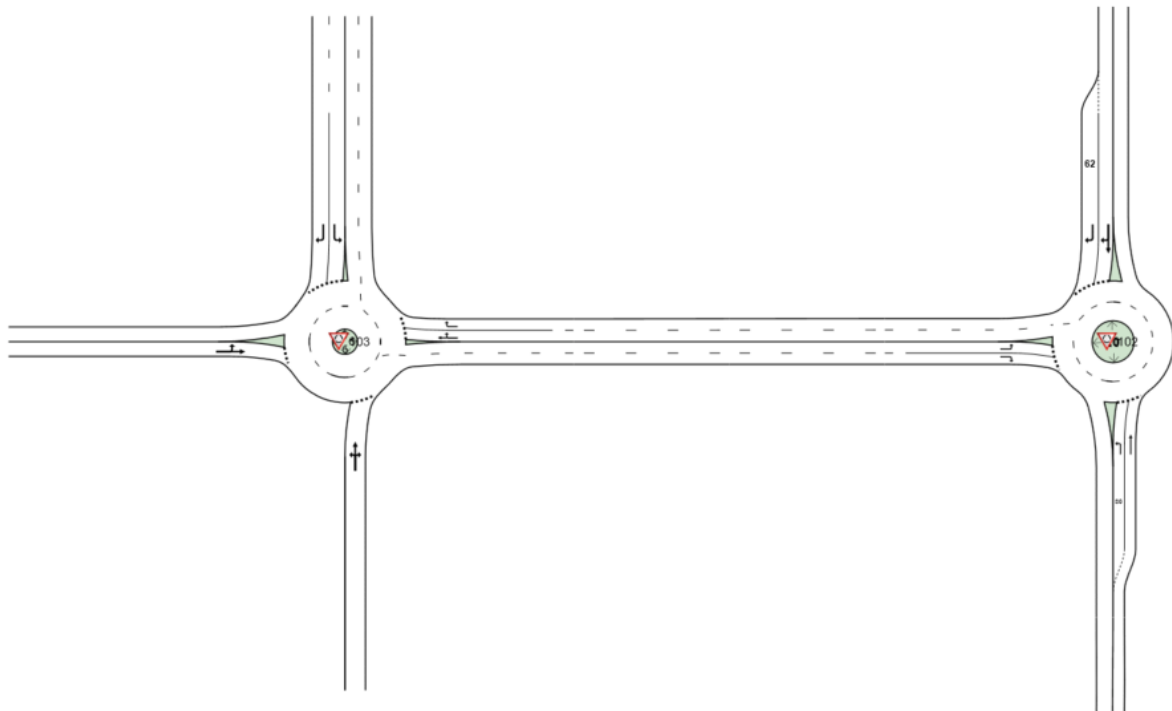
Noen av de tiltakene som er modellert og analysert har ikke forbedret trafikkavviklingen i området. Det kan skyldes at disse tiltakene faktisk ikke vil bedre trafikkavviklingen, eller at det burde ha vært gjort andre endringer i modellen ved implementering.

Endring av kjørefelt på tilfart nord for Taverna og øst for Torvbyen

På grunn av mangelfull datainnsamling i Torvbyen, gjøres det ingen endringer av faktorer og parametere for dette tiltaket.

Det er stor forskjell på fordelingen av trafikkmengde på de feltene på tilfarten vest for Torvbyen. De aller fleste benytter seg av det høyre feltet for kjøring mot nord. I noen

tilfeller fører dette til tilbakeblokkering gjennom Taverna. Det er to felt på utfarten mot nord i Torvbyen. Derfor kunne det tenkes at det å tillate kjøring mot nord fra det venstre feltet på tilfarten i vest, vil kunne redusere sannsynligheten for tilbakeblokkering. Da kunne reisende fra nord benyttet det høyre kjørefeltet, mens de fra sør kunne brukt det venstre kjørefeltet. For å gjøre det enklere for de som kommer fra nord for Taverna og skal videre mot vest gjennom Torvbyen, endres også denne tilfarten for å gjøre dette enklere. Hvordan kjøremønsteret da blir er vist i Figur 6.5.



Figur 6.5 Foreslått kjøremønster mellom Torvbyen og Taverna

Resultatene i Tabell 5.11, viser at dette ikke vil påvirke forsinkelsene på de utvalgte rutene i stor grad, men det vil bli en liten økning i forsinkelse på samtlige ruter bortsett fra nord – Taverna – St. Croix – øst. Denne er den samme. Dette resultatet var overraskende, da det ville være mer naturlig å tenke at det ville kunne ha en positiv effekt på rutene fra St. Croix mot Taverna. Fordi det er disse rutene som i størst grad blir påvirket av tilbakeblokkeringen fra Taverna. For ruten nord – Taverna – St. Croix – øst ville det være naturlig at forsinkelsen ville økt fordi det nå kunne tenkes at det vil være flere som benytter seg av venstre felt på tilfarten nord for Taverna. Disse resultatene kan skyldes at det ikke er gjort endringer med tanke feltutnyttelse i området som følge av denne endringen. Det burde også vært brukt ruter gjennom Torvbyen for å evaluere dette tiltaket. Det er ikke gjort i oppgaven på grunn av begrenset datainnsamling i denne rundkjøringen.

Endring av kjørefelt på tilfart nord for Torvbyen

På grunn av mangelfull datainnsamling i denne rundkjøringen, gjøres det ingen endringer av faktorer for dette tiltaket.

Uten at det ble gjort opptak eller registrering av svingebevegelser, har det blitt observert lang kø inn mot Torvbyen fra nord i det venstre feltet og nesten ingen kø i det høyre feltet. I videoanalysen er det også observert at køen mot sør fra vest for Taverna er lengre enn

hva den er mot nord, der det sjeldent oppstår kø. Ettersom det er to felt på tilfarten nord for Torvbyen, er det forslått å bruke begge disse feltene til kjøring gjennom rundkjøringen mot øst. På den måten kan trafikantene planlegge reisen tidligere. Da ville køen på tilfarten nord for Torvbyen blitt fordelt på begge feltene og sannsynligvis ville de reisende fått redusert forsinkelse. Det ble ikke gjort noen målinger på dette i felt og datagrunnlaget er derfor mangelfullt for dette tiltaket. Likevel er dette et interessant tiltak som potensielt kunne redusert forsinkelsene for reisende fra nord for Torvbyen og inn mot området.

Resultatene fra analysert forsinkelse i Tabell 5.12 viser at dette ikke vil påvirke forsinkelsene på de utvalgte rutene nevneverdig, men det vil ha en liten negativ effekt. Overraskende nok vil forsinkelsen øke på ruten vest – Taverna – St. Croix – øst. Det kan skyldes at det ikke nødvendigvis er slik at trafikantene i modellen vil bruke denne løsningen slik den er tenkt å fungere. En annen årsak som kan gjøre at resultatet ikke er helt som forventet er at denne ruten ikke ser på lenken som er på tilfarten til Torvbyen. Det ville også vært interessant å sett på endring i forsinkelse for de som skal nord gjennom Taverna, fra nord for Torvbyen for å se om det påvirker denne ruten. Dersom det hadde vært gjort endringer av *Environment Factor* ville dette spilt inn på resultatene. Det kan også være andre endringer som burde vært gjort i modellen ved implementeringen av et slikt tiltak. Ettersom datagrunnlaget er mangelfullt, er det valgt å ikke gjøre det.

Redusere antall kjørefelt på tilfart sør for St. Croix

Tilfarten sør for St. Croix består av tre kjørefelt. Dette oppleves som uoversiktlig og en idé var derfor å se på om det kunne lønne seg å fjerne et kjørefelt i sør. Som beskrevet i 3.2.2 Rundkjøringer, er en av de faktorene som gjør at følgetiden reduseres antall kjørefelt på tilfarten. Jo flere kjørefelt, jo lavere følgetid. Ved å sammenligne kritisk tidsluke og følgetid for grunnmodellen i Tabell 5.6 med tiltaket i Tabell 5.14, er det noen endringer. For kjørende fra sør til vest, går verdiene ned, på tross av det som er beskrevet ovenfor. For de to andre svingebevegelsene øker både kritisk tidsluke og følgetid. Det samme gjelder tilfarten i nord, mens de to andre tilfartene er uendret. Av den grunnen ga ikke dette tiltaket noen form for forbedring av trafikkavviklingen i rundkjøringen, snarere tvert imot.

Ettersom rutene fra Taverna til St. Croix kommer inn mot St. Croix på tilfarten i nord viser resultatene av gjennomsnittlig analysert forsinkelse i Tabell 5.13 at forsinkelsene øker på disse turene. Det samme gjelder ruten fra sør for St. Croix videre mot Taverna. Ruten fra øst for St. Croix til Taverna er uendret.

Det som kan gjøres i et slikt tilfelle er å endre på *Environment Factor*, men det er vanskelig være sikker på om en slik endring faktisk vil bedre trafikkavviklingen. Selv om det kan argumenteres for at dette vil bedre trafikkavviklingen, gir det også mening at en slik endring ikke nødvendigvis vil føre til at trafikkavviklingen i rundkjøringen vil bedres. Det ble observert at de som skulle fra sør mot vest i mange tilfeller ble stående ved innkjøringen til rundkjøringen lengre enn de som skulle mot nord. I verste fall kan denne endringen gjøre at forsinkelsen for kjørende mot nord øker. Det samme gjelder for de kjørende fra nord. Ved dagens løsning kan det kanskje være lettere å se hvilken rute gjennom rundkjøringen, selv om de er vanskelig å se bak sentraløya, enn dersom både kjørende mot vest og sør ligger i samme felt. Dette vil være avhengig av hvor tydelige trafikantene er med signal og hvilket felt i sirkulasjonsarealet de bruker.

Endring av kjørefelt på tilfart vest for St. Croix

Det ble gjort følgende endringer av parametere ved innføringen av dette tiltaket i St. Croix:

- *Lane Utilisation Ratio* er endret fra 50 % til 100% for det høyre feltet på tilfarten i vest.

De aller fleste som skal fra vest mot øst gjennom St. Croix bruker det venstre kjørefeltet på tilfarten for å planlegge for videre kjøring. Tilfarten i vest er ikke den mest trafikkerte, men på grunn av den store trafikkmengden fra nord, kan de ofte bli stående lenge å vente på å kjøre inn i rundkjøringen. Forslaget var derfor å gjøre om til at de skulle benytte høyre feltet på tilfarten slik at de ikke trenger å vike for de som kjører fra nord til øst, men at de heller kan flette etter rundkjøringen. Hvorvidt dette hadde blitt gjennomført i praksis, er ikke like enkelt å si. Hvordan trafikanter kjører i rundkjøringer varierer fra fører til fører. Noen liker å holde ytterste felt gjennom rundkjøringen, uavhengig av hvilken avkjørsel de skal ut, mens andre er mer komfortable med å bytte felt i rundkjøringen. I denne situasjonen vil det kunne tenkes at mange fortsatt ville vike for de kjørende fra nord til øst fordi det ikke føles naturlig å skulle kjøre inn i en rundkjøring samtidig som det kommer et kjøretøy som en vanligvis har vikeplikt for. Et tiltak for å gjøre dette tydelig kunne være vegoppmerking i rundkjøringen som gjør det tydeligere hvilke felt som skal brukes.

Ved å sammenligne kritisk tidsluke og følgetid i modellen for dagens løsning og modellen for tiltaket, i henholdsvis Tabell 5.6 og Tabell 5.16, reduseres de for svingebevegelsene fra vest til sør. For svingebevegelsene fra vest til nord er det en økning på nesten to sekunder i kritisk tidsluke. Det tyder på at tiltaket som hadde som hensikt å øke effektiviteten på denne tilfarten virker mot sin hensikt slik det har blitt modellert her. For øvrige svingebevegelser i rundkjøringen er verdiene de samme.

Resultatene av analysert gjennomsnittlig forsinkelse fra Tabell 5.15 viser at dette ikke vil være en løsning som fungerer som tenkt. Det fører til at forsinkelsen mer enn dobler seg på ruten fra vest til øst. Det kan skyldes at både trafikantene ikke kjører som tenkt, samt at det høyre feltet på tilfarten kun er 46 meter. For rutene fra Taverna vil dette gi en liten reduksjon i gjennomsnittlig forsinkelse og det samme for ruten sør for St. Croix mot Taverna. Det var ikke det som var hensikten med tiltaket, og det ansees derfor ikke som et godt tiltak.

6.3.6 Tiltak som ikke er modellert

Det er noen endringstiltak som potensielt vil kunne bedre dagens trafikksituasjon, men som ikke er modellert og analysert i SIDRA.

Endre sentraløya i St. Croix

Sentraløya i St. Croix er nokså høy. Kravet i N100 Veg- og gateutforming sier at: «For å sikre god oversikt, skal der ikke være objekt (inkl. vegetasjon) som er høyere enn 0,5 meter over nivået på sirkulasjonsarealet, i et belte på 6 m av langs ytterkanten til sentraløya» (Statens vegvesen, 2021b, s. 70). Det er vanskelig å tyde nøyaktig hvor høy sentraløya er i denne rundkjøringen uten å gjøre målinger, men det er å anta at den ligger rundt denne høyden. Utdfordringen er at bilene som kommer fra øst er veldig lite synlige for de som kommer fra vest. Derfor vil det kunne være en fordel å senke sentraløya for å bedre sikten. Det ville også være med på å bedre sikten for kjørende på tilfartene i nord og sør. På den måten kunne tidslukene blitt redusert. Dette har ikke blitt sett på i SIDRA ettersom dette ville medført endringer i *Environment Factor*. Hvor store disse endringene ville vært er vanskelig å vite.

Endre sentraløya i Cicignon

Sentraløya i Cicignon er tilnærmet lik den i St. Croix. Selv om det er mindre trafikk, og heller ikke stigning inn mot rundkjøringen på noen av tilfartene, viser Figur 6.6 hvor begrenset sikten er på grunn av sentraløya. Hvorvidt det er aktuelt å senke den, og hvor stor effekten av dette ville vært, kan diskuteres da det er særlig lite trafikk på tilfarten i

sør hvor bildet er tatt. På grunn av begrenset datainnsamling i denne rundkjøringen, er også grunnlaget for dårlig til å kunne foreslå en slik endring.



Figur 6.6 Sikt på tilfarten sør for Cicignon

7 Konklusjon

7.1 Hvordan er trafikkavviklingen i området i dag?

I 4.6 Utvikle og implementere endringstiltak ble en del av utfordringene med utformingen av rundkjøringene beskrevet og i 6.1 Hvordan er trafikkavviklingen i området i dag? ble forskjellene mellom hvordan trafikken utfolder seg i morgen- og ettermiddagsrushet diskutert. Her kommer det fram at det er noen forhold med tanke på både utforming og trafikkmengde som fører til problemer med trafikkavviklingen.

Det er først og fremst trafikken mellom St. Croix og Taverna som fører til problemer med trafikkavviklingen i området. Fra Taverna mot St. Croix blir køen tidvis så lang at den fører til tilbakeblokkering gjennom Taverna og videre gjennom Torvbyen. I motsatt retning er det ikke den samme utfordringen. Køen inn mot Taverna kan også bli lang, men det er ikke de samme problemene med tanke på tilbakeblokkering. På tilfarten øst for Torvbyen kan det også bli lang kø som fører til tilbakeblokkering gjennom Taverna. Faktorer som fører til dette, er den korte strekningen mellom de rundkjøringene og at trafikkmengden på det høyre feltet er langt høyere enn på det venstre.

Det er forskjell på hvordan forsinkelsen og trafikkmengden fordeler seg i området. I morgenrushet er en tydelig topp når klokken passerer 07:30, mens i ettermiddagsrushet er det mer jevnt fordelt. Det fører til at de høyeste registrerte forsinkelsene er gjort på morgenen, mens den gjennomsnittlige forsinkelsen stort sett er høyere på ettermiddagen. Forsinkelsen er også høyere på de rutene som går fra Taverna til St. Croix enn motsatt retning i området. Det gjelder både i morgen- og ettermiddagsrushet.

7.2 Hvor realistisk kan dagens trafikksituasjon modelleres?

Modellen som er utarbeidet i denne oppgaven har sine svakheter og usikkerheter. Datagrunnlaget kunne vært bedre og tidspunktet for datainnsamlingen har ikke vært optimalt. Ved modellering og analyse i SIDRA INTERSECTION er det også usikkert om trafikken faktisk utspiller seg slik den gjør i studieområdet selv om det er oppnådd ganske gode resultater av analysene med tanke på forsinkelse.

Resultatene viser at modellen er bedre kalibrert for ettermiddagsrushet enn morgenrushet. I ettermiddagsrushet er det bedre overenstemmelse mellom forsinkelsene for alle rutene gjennom nettverket enn hva det er i morgenrushet. Kalibreringen av modellen kunne vært gjort bedre dersom det var flere prestasjonsmål enn forsinkelse på bestemte ruter gjennom nettverket. Likevel er det også slik at det ikke kan forventes at modeller der metningsgraden er høy eller at etterspørselen overstiger kapasiteten gir presise resultater (Akcelik & Associates PTY LTD, 2020). Med tanke på at hovedmålet med å modellere området er å se på effekten av ulike tiltak, ansees modellen som god nok.

7.3 Hvilke tiltak kan forbedre dagens trafikksituasjon?

Resultatene i denne oppgaven er optimistiske med tanke på å bedre dagens trafikksituasjon. På grunn av usikkerheter ved modellen bør resultatene sees på som lovende, men ikke endelige. I Tabell 7.1 er det vist en oppsummering av total forsinkelse på de utvalgte rutene.

Tabell 7.1 Total forsinkelse på de utvalgte rutene for tiltak som bedrer dagens trafikksituasjon

Tiltak	Grunnmodell	Lengre felt på tilfart sør for Taverna	Et felt sirkulasjons-arealeet i Taverna	Tilfartskontroll i St. Croix	Kombinasjon av de tre tiltakene
Total Forsinkelse (s)	590	575	495	274	201

Resultatene fra analysen av tiltaket med bruk av tilfartskontroll i St. Croix, med trafikksignal på tilfarten i øst, viser at gjennomsnittlig forsinkelse på rutene fra Taverna til St. Croix reduseres med omtrent 75 %. Det medfører kortere kø, noe som gjør at dagens utfordring med tilbakeblokkering gjennom Taverna vil kunne elimineres. Ved å gjennomføre dette tiltaket vil forsinkelsen for de trafikantene på tilfarten øst for St. Croix øke. Likevel vil dette tiltaket gjøre at den totale effektiviteten i rundkjøringen øker. Dette tiltaket er modellert med standardverdier i SIDRA for tilfartskontroll. For å få den beste effekten av tiltaket bør avstanden fra detektoren til vikelinjen optimaliseres.

Det er sett på muligheten for å innskrenke sirkulasjonsarealet i Taverna fra ett til to felt. Dette tiltaket gir best effekt for forsinkelsen på rutene fra St. Croix mot Taverna. For trafikantene på tilfarten i nord er det tilnærmet ingen endring, mens det vil for trafikantene på tilfarten i vest gi en liten negativ effekt på forsinkelsen. Totalt sett er dette et tiltak som forbedrer effektiviteten i Taverna.

Tiltaket med å breddeutvide tilfarten sør for Taverna for å kunne ha to felt med lengde på 100 meter inn mot rundkjøringen krever at vegen bygges ut. Om en slik utbygning er mulig er usikkert med tanke på beliggenheten av jernbanelinjen. Tiltaket vil gjøre at køen inn mot Taverna vil bli kortere, noe som igjen reduserer forsinkelsen. Dette tiltaket har positiv effekt med tanke på forsinkelsene på rutene fra St. Croix mot Taverna, men ikke i like stor grad som tiltaket med å innskrenke sirkulasjonsarealet i Taverna.

Resultatene viser at det som har best effekt på forsinkelsene på de utvalgte rutene gjennom området er en løsning der alle de tre tiltakene nevnt ovenfor er implementert. Med mange endringer i modellen øker, også usikkerheten i modellen. Derfor bør dette resultatet i enda større grad enn de andre resultatene brukes med varsomhet.

Videre er det også sett på andre forslag som vil kunne være med på å øke effektiviteten gjennom området. Det er forsøkt å se på muligheter for å bruke kjørefeltene i Torvbyen annerledes for å utnytte ledig kapasitet. I St. Croix ble det sett på om det var mulig å redusere fra tre til to felter på tilfarten i sør for å gjøre rundkjøringen mer oversiktlig, men dette strider imot SIDRAs beregninger av kritisk tidsluke og følgetid. Det er også forsøkt å endre tilfarten vest for St. Croix ved å la de som skal mot øst benytte det høyre feltet på tilfarten for å redusere antall konfliktpunkter i rundkjøringen. Ved bruk av denne modellen har ikke disse tiltakene bedret trafikkavviklingen, men det kan tenkes at videre arbeid med disse løsningene kunne vise om det vil ha positiv effekt på trafikkavviklingen.

Oppgaven har også diskutert høyden på sentraløya i både St. Croix og Cicignon, uten at dette er forsøkt modellert. I St. Croix ville det å senke sentraløya bedret sikten tvers

gjennom rundkjøringen, som igjen kunne bedret effektiviteten. Det er lite sannsynlig at dette ville hatt like stor betydning i Cicignon ettersom det er mindre trafikk i denne rundkjøringen enn hva den er i St. Croix.

8 Videre arbeid

Resultatene av de modellerte tiltakene i denne oppgaven viser at det er mulig å bedre trafikkavviklingen i området. Ved å installere trafikksignalanlegg i St. Croix vil dagens utfordring med tilbakeblokkering gjennom Taverna kunne elimineres. Om det endres fra to til ett kjørefelt i sirkulasjonsarealet i Taverna og det korte feltet på tilfarten sør for rundkjøringen forlenges, vil forsinkelsene i hele området reduseres kraftig.

Likevel har modellen noen utfordringer som gjør at resultatene bør ansees som foreløpige. Resultatene viser blant annet at modellen er best kalibrert for trafikken på ettermiddagen. Plasseringen av detektoren i tilfartskontrollen i St. Croix er ikke optimalisert for området, men det er brukt standardverdier fra SIDRA. Det er heller ikke gjort undersøkelser på om det faktisk er mulig å øke lengden på det korte feltet på tilfarten sør for Taverna.

Trafikkdataene som er brukt i modellen er hentet inn rett etter at landet åpnet etter omtrent to år med restriksjoner, som har endret befolkningens reisemønster og reisevaner. Det er naturlig å tenke at det vil ta litt tid før ting normaliserer seg. Det kunne med fordel også ha vært hentet inn data for alle de fire rundkjøringene. Derfor ville det vært en fordel å samle inn nye data til modellen etter hvert som ting har stabilisert seg.

Opgaven har også forslått tiltak som ikke har gitt ønsket effekt. Derfor bør det samles inn mer trafikkdata særlig i rundkjøringen Torvbyen. For å bedre kunne se på effekten av de foreslåtte tiltakene der. Disse tiltakene kan arbeides med videre for å se om det også kan være endringer i modellen som kan gjøre at dette endrer seg.

På bakgrunn av dette bør grunnmodellen og de modellerte tiltakene utvikles videre. Det er også noen spørsmål som burde bevares før tiltakene bygges i området. Er det mulig å optimalisere tilfartskontrollen i St. Croix? Vil tilfartskontrollen føre til andre utfordringer ettersom det er en løsning som ikke brukes andre steder i byen? Er det mulig å øke lengden på det korte kjørefeltet på tilfarten sør for Taverna? Vil tiltakene kunne føre til at det oppstår nye utfordringer utenfor studieområdet? Hvilken effekt vil tiltakene ha på bruken av kollektivtransport og for gående og syklende? Vil tiltakene være i strid med bypakke Nedre Glommas mål om at veksten i persontransport skal tas med kollektivtransport, sykling og gange?

Referanser

- Aakre, A. 2021a. Traffic simulation and AIMSUN. *TBA4286 – Trafikkavvikling og ITS*. (Hentet: 24. mars 2022).
- Aakre, A. 2021b. SIDRA INTERSECTION. *TBA4286 – Trafikkavvikling og ITS*. (Hentet: 24. mars 2022).
- Akcelik & Associates PTY LTD (2020) SIDRA INTERSECTION 9 USER GUIDE.
- Bypakke Nedre Glomma (u.å.) *Ny bru over Glomma i Fredrikstad*. Tilgjengelig fra: <https://bypakkenedreglomma.no/ny-bru-over-glomma-i-fredrikstad/> (Hentet: 2. november 2021).
- Dowling, R., Skabardonis, A. og Alexiadis, V. (2004) *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software*. Washington: U.S Department of Transportation Federal Highway Administration.
- FINN (2021) *FINN kart*. Tilgjengelig fra: <https://kart.finn.no/> (Hentet: 24. november 2021).
- Fredrikstad kommune (2021) *InterCity gjennom Fredrikstad*. Tilgjengelig fra: <https://www.fredrikstad.kommune.no/tjenester/intercity/> (Hentet 20. november 2021).
- Heisholt, H.C. (2015) *Tilfartskontroll i rundkjøringer*, Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2356421> (Hentet: 4. november 2021).
- Lågbu, Ø. (2021) *Græsdal mener vi ikke har en reell bypakke: Tror ikke det kommer ny bru Omberg-Torp*, Fredriksstad blad. Tilgjengelig fra: <https://www.f-b.no/grasdal-mener-vi-ikke-har-en-reell-bypakke-tror-ikke-det-kommer-ny-bru-omberg-torp/s/5-59-2378678> (Hentet: 20. november 2021).
- MacDonald, M. (2009) *Signal Controlled Roundabouts*. Department for Transport Tilgjengelig fra: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/876622/ltn-1-09_Signal_controlled_roundabouts.pdf (Hentet: 23. november 2021).
- Mostad, L. (2017) *30 år siden rundkjøringene gjorde sitt inntog i Fredrikstad*, Fredriksstad blad. Tilgjengelig fra: <https://www.f-b.no/trafikksikkerhet/feature/st-croix/30-ar-siden-rundkjoringene-gjorde-sitt-inntog-i-fredrikstad/f/5-59-855398> (Hentet: 20. november 2021).
- Norgeskart (2022) Tilgjengelig fra: <https://www.norgeskart.no/> (Hentet: 4. juni 2022).
- Regjeringen (2022) *Smitteverntiltakene oppheves lørdag 12. februar*. Tilgjengelig fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/smitteverntiltakene-oppheves/id2900873/> (Hentet: 11. mars 2022).

Statens vegvesen (2014) *Håndbok V714 Veileder i trafikkdata*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v714.pdf> (hentet 25. november 2021).

Statens vegvesen (2021a) *Vegkart*. Tilgjengelig fra: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/> (Hentet: 19. november 2021).

Statens vegvesen (2021b) *Vegnormal N100 Veg- og gateutforming*. Tilgjengelig fra: <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859922?filePath=N100%202021.pdf> (Hentet: 18. mai 2022).

Statistisk sentralbyrå (2022) *Kommunefakta Fredrikstad*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/kommunefakta/fredrikstad> (Hentet 6. juni 2022).

Vedlegg

Vedlegg 1: Oversiktskart

Vedlegg 2: Registrering av svingebevegelser

Vedlegg 3: Registrering av reisetider

Vedlegg 4: Grunnmodell og endringstiltak

