

Solvor Støre, Anita Høgstad og Christine Teien

Vurdering av to krysstyper i forbindelse med ny metrobussholdeplass på Tiller

A Study of Two Types of Intersection in
Connection with the New Tiller Terminal

Prosjekt nr: 2019-14

Bacheloroppgave i ingeniørfag bygg

Veileder: Nils Kobberstad NTNU og Monica Buran Rambøll

Mai 2019

Solvor Støre, Anita Høgstad og Christine Teien

Vurdering av to krysstyper i forbindelse med ny metrobussholdeplass på Tiller

A Study of Two Types of Intersection in Connection
with the New Tiller Terminal

Prosjekt nr: 2019-14

Bacheloroppgave i ingeniørfag bygg
Veileder: Nils Kobberstad NTNU og Monica Buran Rambøll
Mai 2019

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

Problemstilling

Denne prosjektoppgaven omhandler krysset mellom fylkesveg 902 Østre Rosten og kommunal veg Sentervegen på Tiller i Trondheim. Krysset som i dag er et signalregulert X-kryss planlegges endret til rundkjøring av Miljøpakken. Dette i sammenheng med etablering av nytt kollektivknutepunkt i Sentervegen. Endringene skjer mye på grunn av nytt kollektivsystem og metrobussen. Problemstillingen går dermed inn på å undersøke hvorvidt det planlagte krysset ivaretar de ulike trafikantergruppene og videre se dette i sammenheng med det nye knutepunktet, Tillerterminalen. Dette skal gruppen gjøre ved å besvare følgende spørsmål:

- Er rundkjøring bedre enn signalregulert X-kryss?
- Bli myke trafikanters behov ivaretatt?
- Kan et alternativt løsningsforslag være bedre for myke trafikanter?

I denne oppgaven vil dagens situasjon og fremtidige planer for prosjektområdet bli presentert. Gruppen ser for seg en økning av myke trafikanter i området og vil derfor legge et hovedfokus på denne trafikantergruppa. En litteraturstudie vil ligge til grunn for sammenligning av de to krysstypene sett opp mot dagens løsning og de fremtidige planene som foreligger. Til slutt vil det bli utarbeidet en alternativ løsning ved hjelp av tegneprogrammet AutoCAD.

Problemstillingen har blitt noe endret fra forprosjektet. Se avviksmelding på vedlegg 7.

Forord

Prosjektoppgaven er skrevet av studentene Anita Høgstad, Solvor Støre og Christine Teien ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Oppgaven er utarbeidet i samarbeid med Rambøll Trondheim og utgjør totalt 20 studiepoeng. Gruppen har tatt spesialisering innen Teknisk Planlegging og valgte å skrive bachelor sammen på bakgrunn av en felles interesse for vegfaget. Det har vært et hyggelig og lærerikt semester basert på godt samarbeid og stor interesse for oppgaven.

Gruppen vil benytte anledningen til å takke de som har hjulpet til med å forme prosjektoppgaven. Dette hadde ikke gått uten gruppens eksterne veileder, Monica Buran, som har bidratt med gode råd og rutiner rundt oppgaveskriving. Også en takk til resten av gjengen på Rambøll for god veiledning, supre lokaler, påspandert lunsj og en god del kaffekopper. Forøvrig vil gruppen også takke Are Kullerud ved Trondheim Kommune for nyttig informasjon om metrobussen og prosjektområdet.

En stor takk til gruppens interne veileder og foreleser Nils Kobberstad ved instituttet. Han har bidratt til å gjøre vegfaget spennende og hans engasjement settes pris på. Uten hans faglige tyngde hadde ikke gruppen fått et så godt perspektiv på faget. Takk for mange hyggelige samtaler. Gruppen ser tilbake på tre fine år ved institutt for bygg- og miljøteknikk takket være flinke forelesere, medstudenter og et trivelig miljø.

Trondheim, 16.05.19


Anita Høgstad


Solvor Støre


Christine Teien

Sammendrag

Hensikten med prosjektoppgaven har vært å undersøke omstendighetene rundt etablering av nytt kollektivknutepunkt og omgjøring av krysset mellom Østre Rosten og Sentervegen på Tiller. Miljøpakken har kommet med et planforslag hvor dagens signalregulerte X-kryss byttes ut med rundkjøring. I planene skal i tillegg Sentervegen få en midtstilt holdeplass og et noe uvanlig kjøremønster for kollektivtransporten. Gruppen har gjennom oppgaven hatt størst fokus på å undersøke om denne rundkjøringen vil være det beste alternativet.

I en analyse av dagens situasjon har det kommet frem at Prosjektkrysset og området rundt preges av mye biltrafikk og utfordringer knyttet til myke trafikanter. Overgangsbroer bidrar til å skille myke trafikanter fra kjøreplanet, men ikke alle benytter disse. Fremtidige planer om at Tiller skal bli et mer urbant sentrum tyder også på at antallet myke trafikanter i området vil øke. Sammen med en økt andel busser mener derfor gruppen at ivaretagelse av denne trafikantgruppen bør være sentral i prosjektet.

Gjennom en litteraturstudie og analyse av lignende kryss i Trondheim har gruppen kommet frem til at rundkjøring vil være den beste krysstypen. Dette i likhet med Miljøpakkens forslag. Valget er basert på trafikksikkerhet og trafikkavvikling, men også sett i sammenheng med resten av utbyggingen i Sentervegen. Krysstypen er ikke utelukkende bra for myke trafikanter, men ved en bedre tilrettelegging i Sentervegen kan dette være med på å bedre trafikantgruppens sikkerhet.

For å tilrettelegge bedre for myke trafikanter har gruppen utarbeidet et eget planforslag ved hjelp av tegneprogrammet AutoCAD. Her har gruppen benyttet Miljøpakkens tegning som utgangspunkt og endret på utformingen i og rundt Sentervegen. Sentrale trekk ved gruppens forslag er bilfri gate i Sentervegen, mer oversiktlige gangfelt og en lengre plattform som har plass til flere busser samtidig.

Opgaven har vært krevende da det har utviklet seg til å bli et noe omstridt prosjekt. Byggingen av Tillerterminalen med tilhørende rundkjøring har blitt utsatt på grunn av usikkerhet knyttet til trafikksikkerhet. Det er fattet misnøye med planen som foreligger og det er usikkert når byggingen vil kunne gjennomføres. Gruppen er dermed spent på utviklingen videre i prosjektet og har tro på eget løsningsforslag.

Summary

The purpose of this project has been to investigate the circumstances concerning establishment of the new main junction at Tiller and the new intersection between Østre Rosten and Sentervegen.

Miljøpakken has come up with a planning proposal where today's signal regulated X-cross will be exchanged for a roundabout. The plan involves a bus stop in the center of the road, which causes a rare driving pattern for public transportation. The group's main focus through this project has been to investigate whether a roundabout is the best alternative.

In an analysis of today's situation, the results presented the intersection as trafficked and challenging concerning pedestrians. Footbridges contribute to the separation of road traffic and pedestrians but aren't used by everybody. Future plans for Tiller show an urban solution, which indicates more pedestrians and buses. The group suggests that the safety of pedestrians should be a central part in the project.

Through literary study and analysis of similar intersections in Trondheim, the group has concluded that a roundabout is a better solution for this intersection both in terms of traffic safety and traffic management. This is also a better solution regarding the rest of the development in Sentervegen. This type of intersection isn't exclusively a good solution regarding pedestrians, but a better arrangement throughout the Sentervegen can contribute to enhance their traffic safety.

The group has made a planning proposal in favor of the pedestrians by using the drawing program AutoCAD. The group used Miljøpakkens plan as a base and changed the formation around Sentervegen. The group suggests a car-free street in Sentervegen, a longer bus stop that can manage several buses at the same time, and clear pedestrian crossings.

As the project has developed to be somewhat disputed, this thesis has been demanding. The construction of Tillerterminalen and the associated roundabout has been delayed due to uncertainty related to traffic safety. The present plan is dissatisfactory, and it is uncertain when the construction can carry out. The group is excited about the future progress in the project and believes in its own compilation of the project area.

Terminologi

Begreper

Prosjektkrysset	Krysset mellom Fv 902 Østre Rosten og Kv Sentervegen på Tiller
Gruppen	Studentene som skriver denne bacheloroppgaven
Prosjektoppgaven	Denne bacheloroppgaven
Prosjektområdet	Omhandler Prosjektkrysset, men også kollektivknutepunkt i Sentervegen
Sentervegen	Blir i denne oppgaven brukt om en del av Sentervegen mellom E6 og Østre Rosten. Ligger sør for parkeringen til City Syd.
Tillerterminalen	Kollektivknutepunkt i Sentervegen
Matebuss	Buss som frakter passasjerer til og fra større kollektivknutepunkt.
AutoCAD	Digitalt tegneverktøy utarbeidet av Autodesk
SOSI-fil	Forkortelse for Samordnet Opplegg for Stedfestet Informasjon. Den største nasjonale standarden for geografisk informasjon
DWG-fil	Teknisk tegning som benyttes i AutoCAD
Årsdøgntrafikk	Gjennomsnittstall for daglig trafikkmengde i begge retninger.
Vegdatabanken	Nasjonal database med informasjon om veger i Norge.

Forkortelser

Fv	Fylkesveg
Kv	Kommunal veg
KVT	Kristen videregående skole Trøndelag
ÅDT	Årsdøgntrafikk
SVV	Statens Vegvesen
NTP	Nasjonal Transportplan
TØI	Transportøkonomisk institutt

Innholdsfortegnelse

Problemstilling	I
Forord	II
Sammendrag	III
Summary	IV
Terminologi	V
Begreper	V
Forkortelser	VI
Innholdsfortegnelse	VII
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Mål for prosjektoppgaven.....	1
1.3 Avgrensninger.....	2
1.4 Oppbyggingen av rapporten.....	2
2 Metode	3
2.1 Befaring	3
2.2 Innhenting av planer	4
2.3 Dialog med fagpersoner.....	4
2.4 Valg av krysstype.....	5
2.5 Utarbeidelse av ny løsning.....	6
3 Dagens situasjon	7
3.1 Lokalisering	7
3.2 Kryssutforming	8
3.3 Trafikkmengder	9
3.4 Ulykker	9
3.5 Myke trafikanter	11
3.6 Utfordringer med dagens løsning	12

4	Fremtidige planer	13
4.1	Metrobuss.....	13
4.2	Plan for området.....	14
4.3	Tiller i utvikling.....	16
4.4	Utfordringer	16
5	Litteraturstudie	18
5.1	Krysstyper.....	18
5.2	Trafikksikkerhet.....	18
5.3	Trafikkavvikling	22
5.4	Kostnader	25
5.5	Atferd	26
5.6	Oppsummering.....	29
6	Analyse av lignende kryss	31
6.1	Bakgrunn for valg av kryss.....	31
6.2	Ulykkesstatistikk.....	32
6.3	Fire kryss til sammenligning.....	33
6.4	Vurdering av de fire kryssene	41
7	Valg av kryss	42
8	Gruppens forslag	44
8.1	Kun kollektivtrafikk.....	45
8.2	Holdeplassen.....	47
8.3	Tilrettelegging for myke trafikanter	48
9	FoU – utviklingen av autonome kjøretøy	50
9.1	Intro.....	50
9.2	Muligheter og utfordringer	50
9.3	I Norge	51
10	Diskusjon	53
11	Konklusjon	56

Referanser.....	57
Figurliste.....	61
Tabelliste.....	62
Vedleggsliste.....	63

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Hele kollektivsystemet i Trondheim skal endres og bli landets mest moderne kollektivtilbud. Planene trer i kraft allerede august 2019 og i den forbindelse foregår det utbygging av flere holdeplasser i byen. Et av de største knutepunktene vil bli Tillerterminalen ved City Syd. Her har Miljøpakken planlagt en løsning som innebærer et noe uvanlig kjøremønster og at dagens X-kryss mellom Kv Sentervegen og Fv 902 Østre Rosten skal erstattes av en rundkjøring. På grunn av manglende tid, penger og areal har dette vært et omstridt prosjekt. Det kan derfor stilles tvil til om alle trafikantgruppene har blitt ivaretatt i denne prosessen eller om metrobussen har vært for dominerende.

Rambøll som tidligere har vært involvert i en trafikkanalyse av prosjektområdet foreslo dette X-krysset som en mulig oppgave. Basert på gruppens interesse for kryss og trafikksikkerhet ble oppgaven utformet med utgangspunkt i dette. Gjennom oppgaven har gruppen valgt å kalle dette krysset Prosjektkrysset.

1.2 Mål for prosjektoppgaven

Gruppen har følgende mål for oppgaven:

- Lage en tydelig oversikt over dagens situasjon og fremtidige planer
- Ha et fokus på myke trafikanter og deres sikkerhet
- Gjennomføre en litteraturstudie med faglig tyngde
- Avgjøre om rundkjøring eller X-kryss er beste løsning for Prosjektkrysset
- Utarbeide skisse av alternativ planløsning

Gruppemedlemmene har som mål å øke kunnskap om analyse av trafikk og ulike trafikantgrupper i tilknytning til kryss. I løpet av dette prosjektet er det ønskelig at samtlige gruppemedlemmer får en bedre forståelse av arbeidshverdagen og samarbeid i større prosjekt, samt lære å utarbeide en faglig prosjektrapport.

1.3 Avgrensninger

På grunn av prosjektets omfang og tidsbegrensning har oppgaven blitt avgrenset. Det er ikke benyttet programvare til å analysere trafikkstrømmer, noe som vanligvis gjøres i en slik sammenheng. Egne eksperter benytter disse programmene hos Rambøll og det hadde vært for tidkrevende å lære seg disse.

Under utarbeidelsen av gruppens alternative løsning ble det sett bort ifra kostnader og problematikk til ulike grunneiere, terrengmessige forhold og tekniske installasjoner i bakken, samt andre dimensjoneringskrav. Det eksisterende krysset og den prosjekterte rundkjøringen viser at det er mulig med begge krysstypene i terrenget. Det er også viktig å påpeke at planen som blir utarbeidet er en skisseløsning.

1.4 Oppbyggingen av rapporten

Rapporten vil i første del ta for seg Prosjektkrysset i dagens situasjon og kartlegge hva som kan være utfordrende her. Fremtidige planer omkring metrobuss og Miljøpakkens plan for Tiller blir også presentert. Videre kommer en større litteraturstudie, samt en ulykkesstatistikk hvor signalregulert X-kryss og rundkjøring sammenlignes. Siste del av rapporten innebærer å finne frem til beste kryssløsning og utarbeide et alternativt løsningsforslag ved hjelp av AutoCAD. Rapporten inneholder også en forskningsdel som kommer før diskusjon og konklusjon. Denne omhandler utviklingen av autonome kjøretøy.

2 Metode

I dette kapitlet beskrives metodene som har blitt benyttet for gjennomføring av prosjektoppgaven. Valg av metode har blitt gjennomført med god veiledning fra Rambøll og etter hva som er vanlig å gjennomføre i lignende vegprosjekter.

2.1 Befaring

I oppstartsfasen var gruppen på befaring til Prosjektkrysset. Hensikten med denne metoden var å få en oversikt over situasjonen og se området på en helt annen måte enn på bilder og kart. Gruppen så på flyten i krysset, hva som fungerte bra og hva som kunne forbedres. Samtidig ble det fokusert på gående og syklende som kom gjennom krysset og hvordan deres behov ble ivaretatt.

For å få innblikk i rushtrafikken til jobb og skole dro gruppen på befaring 01.02.19 mellom 07.30 - 08.30. Bildet i figur 1 viser hvordan forholdene på tidspunktet var. Gruppens opplevelse av prosjektområdet ble påvirket av en rekke faktorer. Blant annet foregikk det byggarbeider ved siden av McDonald's som sammen med store brøytekanter sperret store deler av fortauet. Brøytekanterne ga også en del sikthindringer. Befaringen ble gjennomført på eget initiativ med veiledning av Rambøll.



Figur 1: Prosjektkrysset sett mot sør (bilde tatt på befaring)

2.2 Innhenting av planer

Planer for området ble tidlig innhentet for at gruppen skulle danne seg et helhetlig bilde av prosjektet. Fra Trondheim kommune og Miljøpakken mottok gruppen metrobussplaner og planløsningen for Tillerterminalen. Det ble også gitt tilgang på en DWG-fil og SOSI-fil som har blitt benyttet i utarbeidelse av den alternative planløsningen. Enkelte av planene var på tidligere tidspunkt ikke offentliggjort og gruppen har derfor behandlet planene etisk forsvarlig gjennom oppgaveskrivingen. Planene ble dog offentliggjort før oppgaven ble ferdigstilt.

For å få ytterligere informasjon om metrobussen og det nye kollektivtilbudet ble det sett på planene til AtB. Ruteplaner for hele Sone A i Trondheim ble benyttet for å få en oversikt over det store bildet. Kommunedelplanen for Tiller ble i tillegg benyttet for å gi en oversikt over hvilke endringer som kunne ventes for prosjektområdet.

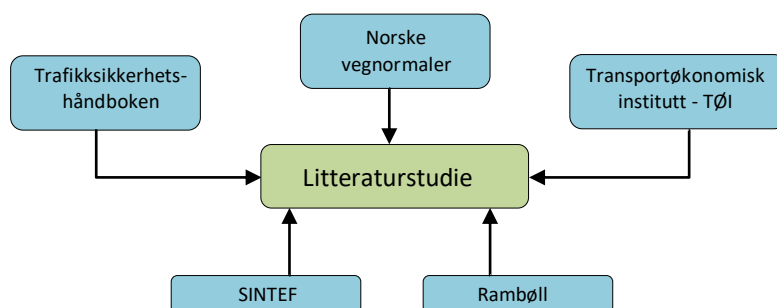
2.3 Dialog med fagpersoner

Dialog med fagpersoner har blitt brukt for å underbygge litteratur og som kvalitetssikring av oppgaven. Da gruppen var så heldige å få skrive denne prosjektoppgaven for Rambøll Trondheim har teamet deres blitt aktivt benyttet. Kunnskapen de ansatte sitter med har blitt brukt til å få en god progresjon i prosessen mot å utrede en alternativ løsning. Andre fagpersoner knyttet til prosjektområdet har også vært til stor hjelp, blant andre Are Kullerud, prosjektleder ved Trondheim Kommune. Gjennom et møte ga han oss et godt innblikk i hvilke tanker som hadde vært rundt metrobussprosjektet og Tillerterminalen. Samtidig presiserte han hvilke prioriteringer kommunen hadde gjort, og hva slags betydning den nye planen ville ha.

2.4 Valg av krysstype

2.4.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie har blitt gjennomført for å tilegne et tilstrekkelig teoretisk grunnlag. Det ble fra starten av forespeilet at enten en forbedring av dagens X-kryss eller rundkjøring ville være de beste alternativene. Litteraturstudiet gikk dermed ut på å finne teori knyttet til de to krysstypene hvor trafiksikkerhet, trafikkavvikling, kostnader og atferd var sentrale tema. Internett og norske vegnormaler har blitt flittig brukt for å innhente litteratur. Det er lagt stor vekt på kildekritikk for å danne et kvalitetssikkert grunnlag for videre utredninger. Derfor er det benyttet pålitelige aktører som vist i figur 2.



Figur 2: Litteraturstudiets ulike aktører

2.4.2 Analyse av liknende kryss

For å se nærmere på trafiksikkerhet i de to krysstypene har gruppen sammenfattet en ulykkesstatistikk fra ti lignende kryss. Den er utarbeidet ved å hente ulykkesdata fra den nasjonale vegdatabanken. Gruppen har fått innsyn til denne via vegkart.no. Microsoft Excel er videre benyttet for å fremstille ulykkesstatistikken i aktuelle diagrammer. Statistikken, sett i sammenheng med prosjektområdet og litteraturstudiet, har ligget til grunn for valg av krysstype.

2.5 Utarbeidelse av alternativ løsning

Som metode for å utarbeide en ny løsning er det blitt benyttet programvare som tegneverktøy, og SVV sine håndbøker for å sikre en løsning i henhold til regelverket.

2.5.1 Håndbøker

Gruppen har benyttet følgende normaler, veiledninger og retningslinjer:

- N100 Veg- og gateutforming
- V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss
- V122 Sykkelhåndboka
- V127 Kryssingssteder for gående
- V128 Fartsdempende tiltak
- N302 Vegoppmerking
- N303 Trafikksignalanlegg
- R700 Tegningsgrunnlag

2.5.2 Programvare

Det digitale tegneverktøyet Autodesk AutoCAD 2018 ble benyttet for å utarbeide gruppens forslag til alternativ planløsning, samt noen digitale illustrasjoner. Gruppen har tidligere hatt grunnkurs i AutoCAD gjennom ingeniørutdanningen og dette programmet kombinert med prosjekteringsverktøyet Novapoint, er vanligst å benytte i slike prosjekter. Gruppen har fått god veiledning av Rambøll for å kunne lære enda mer om programmet og utvikle nye ferdigheter. Det har blitt benyttet en DWG-fil gitt av Trondheim kommune. Filen inneholdt den prosjekterte rundkjøringen og Tillerterminalen som ble brukt som utgangspunkt til utarbeidelse av skissen.

3 Dagens situasjon

For å kunne lage en god fremtidig kryssløsning er det viktig å danne seg et grundig bilde av Prosjektkrysset i dagens situasjon. Ved hjelp av befaring og innhenting av trafikkdata beskrives kryssets funksjon, utforming, ulykkesituasjon og utfordringer. Forståelse av området rundt og hvordan dette påvirker krysset er også viktig, spesielt i denne oppgaven hvor Tillerterminalen vil havne ved siden av krysset.

3.1 Lokalisering

Prosjektkrysset er lokalisert på Tiller i Trondheim kommune mellom fylkesveg 902 Østre Rosten og kommunal veg Sentervegen. Med bil tar det omtrent 10 minutter å kjøre fra Trondheim sentrum sørover via E6. Tiller preges av å være et stort handelssentrum hvor det er enkelt å komme frem med kjøretøy. Området preges ellers av en vekst i boliger og en større industri sør for området. Her holder blant annet kjente aktører som Posten, Asko og Coop til. Kryssene langs Østre Rosten er for det meste signalregulerte, mens det i Sentervegen og Ivar Lykkes veg finnes en rekke rundkjøringer. Det er dermed ingen krysstype som dominerer i området.



Figur 3: Kart over området der Prosjektkrysset er markert i rødt (Google Maps)

Som figur 3 viser har krysset en sentral plassering i handelssentrumet. Like vest for krysset ligger en rundkjøring som er hovedåren inn til City Syd. Denne rundkjøringen genererer også trafikk via Ivar Lykkes veg inn til kjøpesenter som Tillertorget og StorM. Sørøst for krysset ligger Tiller videregående skole, Rosten barne- og ungdomsskole, KVT og Rostenhallen.

3.2 Kryssutforming

Prosjektkrysset er et firearmet signalregulert X-kryss med fysisk kanalisering. Fartsgrense i primærveien Østre Rosten er 60 km/t, mens den i sekundærvegen Sentervegen er 40 km/t. Begge vegene har midtdeler med vegetasjon.

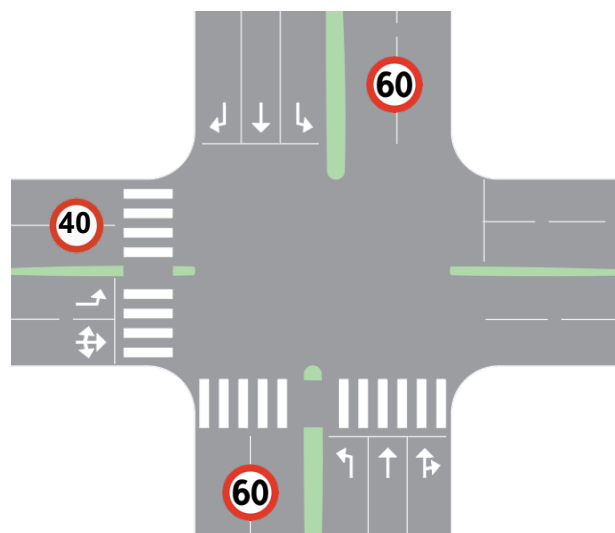
Midtdeleren i Østre Rosten er av betydelig bredere karakter og har en rekke med trær samt gjerde gående langsetter. Både primær- og sekundærveg har fire kjørefelt i tillegg til at primærvegen har venstresvingefelt inn mot krysset.



Figur 4: Prosjektkrysset utformet som et signalregulert X-kryss

Krysset er signalregulert med flere faser. I Østre Rosten har alle kjøreretninger eget signal, men i Sentervegen er det grønt for alle samtidig. Mer om signalreguleringens ulike faser er beskrevet under kapittel 5.2 *Trafikksikkerhet*. Ved eventuelt svikt av signalreguleringen, eller ved gult blinkende lys, er det Østre Rosten som har forkjøringsrett. Figur 5 viser Prosjektkrysset med retningspiler for hvordan kjøretøy skal benytte feltene. Kun ett felt nord for krysset har påbudt kjørefelt ved høyresving.

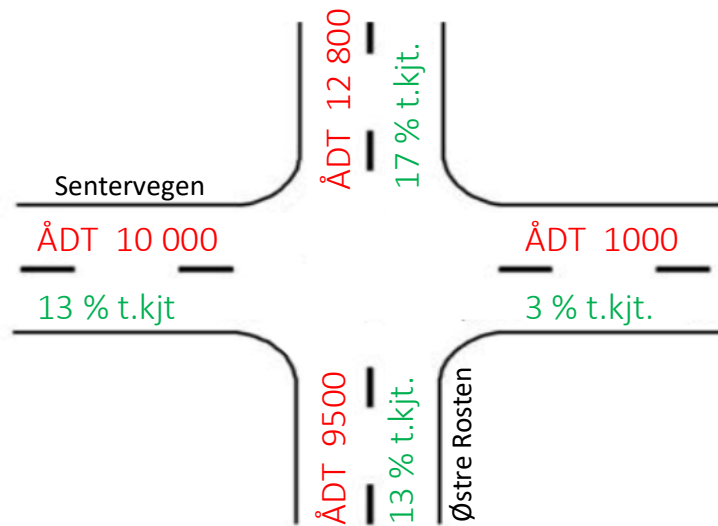
Når det gjelder myke trafikanter, har de anledning til å benytte to gangfelt i krysset slik vist på figur 5. Det finnes gang- og sykkelveg på venstre side av Østre Rosten sett i nordgående retning, samt på venstre side av Sentervegen sett mot vest. Mer om myke trafikanter i prosjektområdet kommer under kapittel 3.5 *Myke trafikanter*.



Figur 5: Prosjektkrysset med fartsgrenser og vegoppmerking.

3.3 Trafikkmengder

Trafikken bærer preg av at området er et typisk handelssentrum som både gir arbeidsplasser for mange, i tillegg til store trafikkstrømmer til kjøpesentrene. På typiske handledager vil det derfor forventes en økning i trafikk. Figur 6 gir en oversikt over ÅDT til vegstrekningene tilknyttet krysset. Data for krysset er hentet fra vegdatabanken (1), der Østre Rosten har data fra 2017, mens Sentervegen har data fra 2011. Figuren viser også andel tunge kjøretøy.



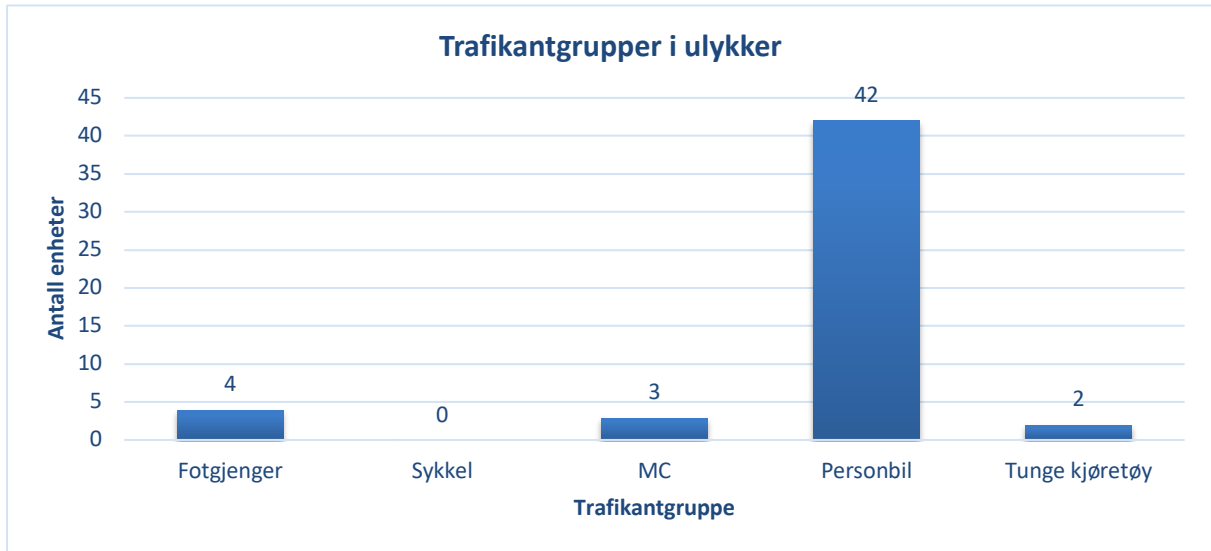
Figur 6: Prosjektkrysset med ÅDT og andel tunge kjøretøy

3.4 Ulykker

I vegdatabanken (1) er det registrert 22 politirapporterte ulykker i Prosjektkrysset. Ulykkene har resultert i 26 lettere skadde og 35 uskadde. Vegdatabanken viser i tillegg at Østre Rosten både nord og sør for Prosjektkrysset er definert som en ulykkesstrekning. Dette betyr at en strekning på 1 km har hatt flere enn ti ulykker med personskade i en periode på fem år.

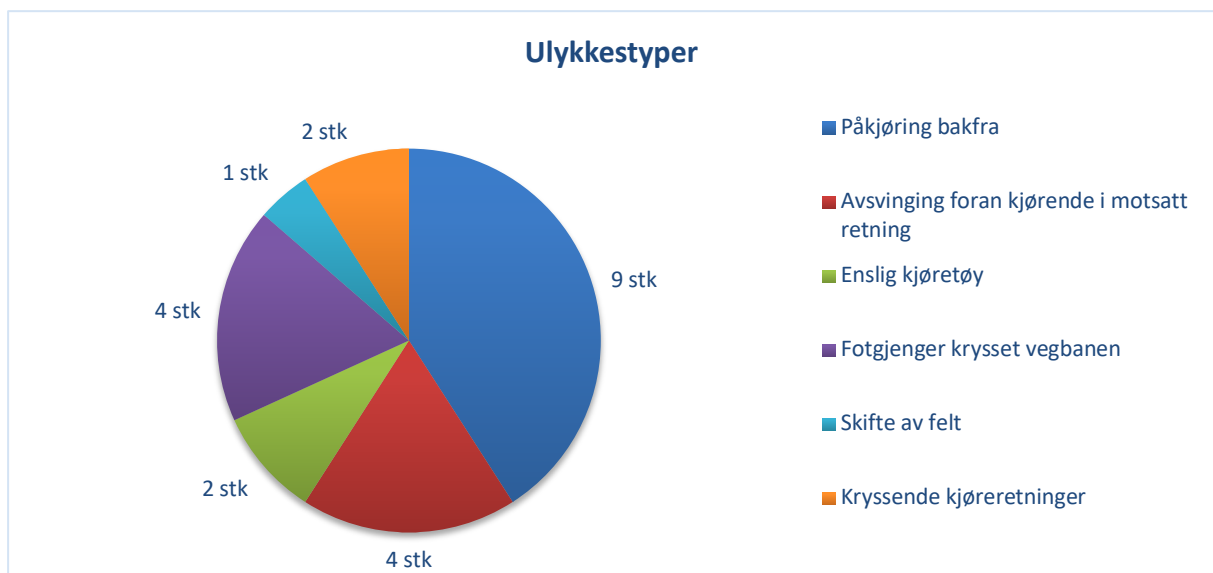
For å vise hvilke trafikantgrupper som har vært involverte og hvilke ulykker som har inntruffet, har gruppen presentert ulykkene i to diagrammer. Søylediagrammet i figur 7 tar for seg fem ulike trafikantgrupper og viser hvor ofte de har vært involvert i ulykker. Under kategorien bil inngår også varebil og EL-bil. Alle klasser motorsykkel, samt moped tilhører kategorien MC. For tunge kjøretøy gjelder vogntog, lastebiler i alle klasser, samt buss.

Diagrammet viser at fire av ulykkene involverer fotgjenger. Alle fotgjengerulykker er registrert før 2008 og kun en av ulykkene har forekommet i gangfelt. Det bør nevnes at det er uvisst hvordan de resterende fotgjengerulykkene har inntruffet samt hvem som har skyld i uhellet.



Figur 7: Antall involverte trafikantgrupper i ulykker

I figur 8 er ulike ulykkestyper fremstilt ved hjelp av et sektordiagram. Diagrammet viser at de fleste ulykker er av typen påkjøring bakfra. Av de nyere ulykkene, etter år 2000, er uhell midt i krysset på grunn av avsvinging foran kjørende i motsatt retning mest dominerende.



Figur 8: Typer ulykker som har inntruffet i Prosjektkrysset

3.5 Myke trafikanter

Overgangsbroer for myke trafikanter er plassert med jevne mellomrom over Østre Rosten, tett på bussholdeplassene. Prosjektkrysset ligger midt mellom to slike broer og det kan virke som hoveddelen av myke trafikanter benytter disse. Over Sentervegen går det også en gang- og sykkelbro parallelt med E6. Denne er del av en lengre sykkeltrasé koblet opp mot Heimdalsruta og Byåsruta som gir syklister muligheten til å komme seg helt inn til Trondheim sentrum uten å måtte benytte kjørebanelen.

På befaring kunne gruppen likevel se ferdsel av myke trafikanter på bakkeplan gjennom Prosjektkrysset. Majoriteten var skoleelever som skulle krysse Østre Rosten. Disse kom hovedsakelig fra bussholdeplassen på E6 og benyttet Sentervegen for å ta seg til skolen.



Figur 9: Overgangsbro sør for Prosjektkrysset (Google Maps)

3.6 *Utfordringer med dagens løsning*

Gruppen kan se flere utfordringer med dagens løsning og det kan virke som at det er myke trafikanter som blir minst ivaretatt. Ved de to gangfeltene kan det oppleves lang ventetid på grønn mann. På befaring sjekket gruppen hvor lenge en person måtte vente ved det vestlige gangfeltet dersom det nettopp hadde blitt rød mann. Her ble det erfart en gjennomsnittstid på 1 minutt og 20 sekunder. Dette kan oppleves lenge og medføre uønsket ferdsel. Blant annet ble det observert flere syklister som ikke tok hensyn til signalreguleringen. Disse situasjonene kan igjen føre til ulykker og nestenulykker. Dette er et større problem i vinterhalvåret da snø blir lagret rundt Prosjektkrysset og hindrer sikt og fremkommelighet for myke trafikanter og kjørende slik vist på figur 10.



Figur 10: Snølagring som sperrer fortau og gir dårlig sikt (bilde tatt på befaring)

Det kan oppstå utfordringer med kjøremønster for de som ikke er kjent i området da krysset har flere felt i hver arm. Skiltingen som viser feltplassering kan også være noe vanskelig å tyde og legge merke til. I tillegg er vegoppmerkingen slitt bort enkelte steder. Det å ligge i riktig felt er viktig for å unngå konflikter og for å gi bedre flyt i trafikken. Med dagens trafikk ser det ut til at krysset har god nok kapasitet. Gruppen la ikke merke til noe kjøproblematikk, selv om befaringen var i morgenrushet. Allerede fra høsten, når metrobussen kommer, kan det tenkes at dette blir en utfordring.

4 Fremtidige planer

I dette kapitlet presenteres planer for metrobussen, den fremtidige planen for prosjektområdet og et overblikk over hva som ventes for Tiller som helhetlig område. Det blir også sett på hvilke konsekvenser dette kan ha for prosjektet, noe som vil ligge til grunn for vurderingen av både krysstypen og utforming av Sentervegen.

4.1 Metrobuss

AtB har utarbeidet et rutekart (2) for det nye kollektivsystemet som kommer til Trondheim i august 2019. Ut ifra dette er det bestemt at et av de største knutepunktene, Tillerterminalen, skal anlegges i Sentervegen ved City Syd. I den sammenheng behøver Sentervegen en ombygging. Figur 11 er en illustrasjon av hvordan Tillerterminalen er tenkt utformet. I og med at ombyggingen i Sentervegen er noe forsinket har AtB laget et midlertidig rutekart (3) som vil gjelde fra 3. august og frem til Tillerterminalen er ferdigstilt.

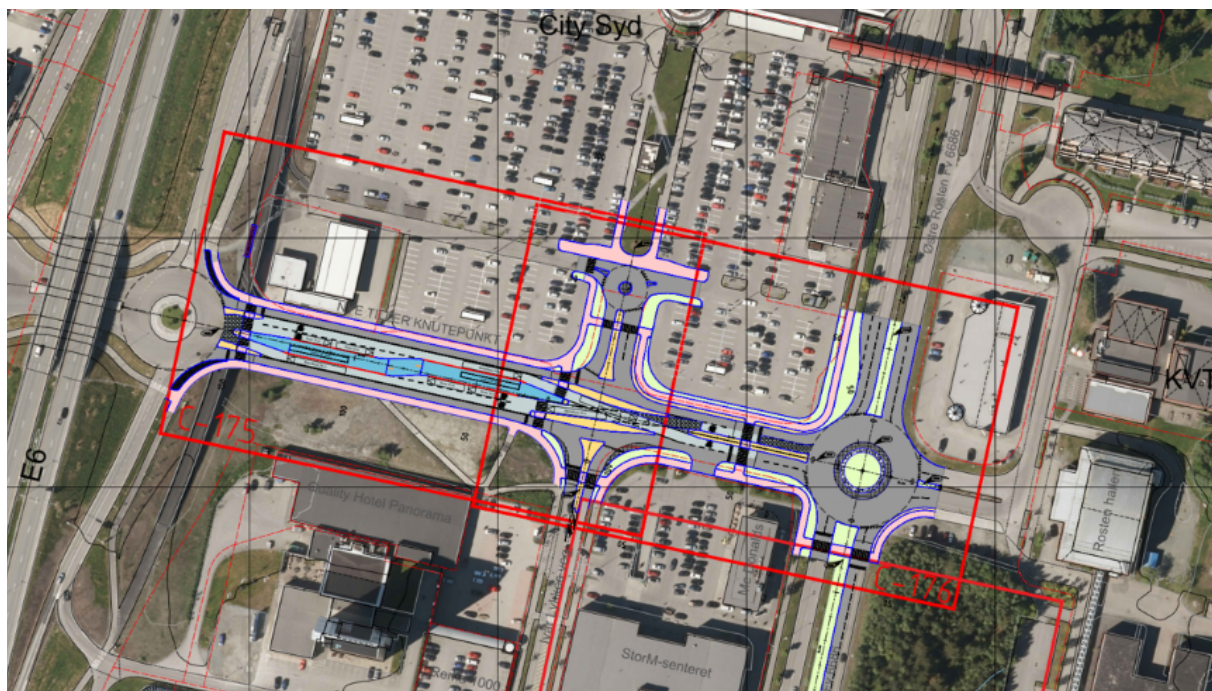


Figur 11: Utforming av Tillerterminalen (Multiconsult)

Det planlegges tre metrobussruter, M1, M2 og M3 (4), som vil være ryggraden i det nye kollektivsystemet. Dette vises på vedlegg 1. Ruten M1 vil gå i Sentervegen og er derfor aktuell å se på i forbindelse med prosjektet. Metrobussen vil ha flere matebusser som kommer til og fra blant annet Melhus og Klæbu. Passasjerer fra disse blir dermed å benytte Tillerterminalen som omstigningspunkt. Ut ifra den nye rutetabellen til AtB (5) har gruppen beregnet at i rushtiden vil det være minst 32 busser i timen, samt at det antas at egne skoleruter vil ferdes i området. Til sammenligning kjører det maks to busser i timen gjennom Sentervegen i dag. Det blir dermed en stor økning når den nye Tillerterminalen står klar (6).

4.2 Plan for området

Miljøpakken har i samarbeid med Trondheim kommune lagt planer for hvordan Sentervegen og tilhørende kryss skal endres for å gi bedre flyt for det nye kollektivsystemet. I planen er særlig metrobussen prioritert. Planløsningen er prosjektert av Multiconsult og vises nedenfor på figur 12. Fullstendig plantegning med tegnforklaring finnes på vedlegg 2.

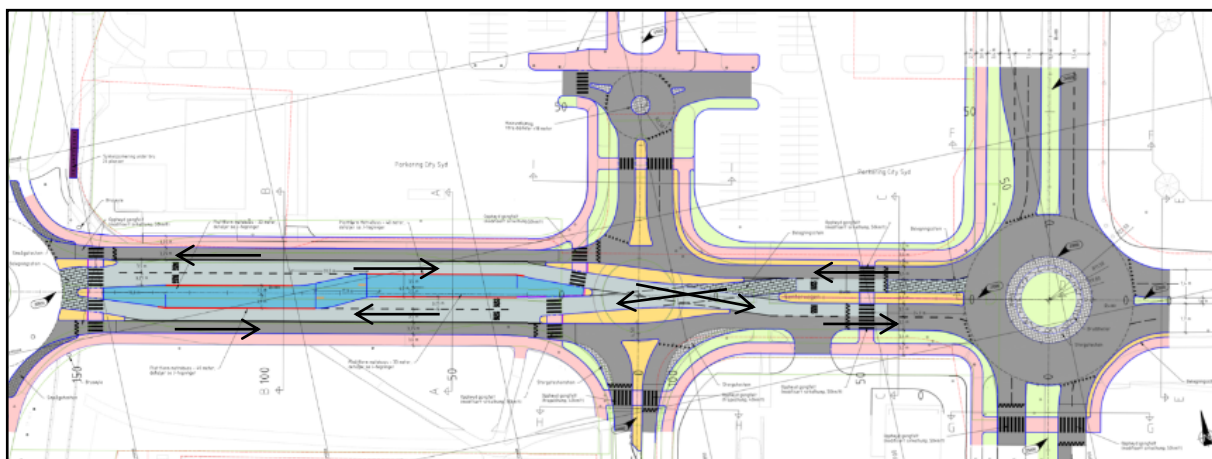


Figur 12: Planløsning for prosjektområdet (Are Kullerud, Trondheim Kommune)

I planen er dagens rundkjøring mellom Sentervegen og Ivar Lykkes veg fjernet samtidig som Prosjektkrysset i Østre Rosten har blitt endret til rundkjøring. Den lysgrå fargen i planen representerer kollektivfeltet som har fått et noe spesielt kjøremønster. Kollektivtransporten må ta en kryssing for å få avstigning på riktig side i og med at holdeplassen er midtstilt. Den midtstilte løsningen er, ifølge Are Kullerud ved Trondheim Kommune (7), valgt fordi holdeplassen blir et sentralt knutepunkt i den nye kollektivstrukturen og fordi den i hovedsak skal benyttes til linjebytter. Fordelen er da at passasjerene enkelt kan bytte til busser i motsatt kjøreretning. Det vil fremdeles være mulig å krysse vegen til holdeplassen, men for passasjerer til og fra City Syd vil antagelig holdeplassen øst for kjøpesenteret være et bedre alternativ.

Øvrig trafikk vil kunne benytte de mørkegrå feltene i planen. Dette innebærer at trafikk som tidligere har hatt to kjørefelt, nå bare kan kjøre i det ytterste feltet utenom kollektivfeltet. Fjerning av rundkjøringen i Sentervegen innebærer også at øvrig trafikk kan få en omveg inn til City Syd. Dette er for eksempel dersom de kommer fra vest eller ut fra Ivar Lykkes veg. I begge tilfeller må det kjøres en u-sving i den nyetablerte rundkjøringen i Østre Rosten for å komme på «riktig» side i Sentervegen. Figur 13 viser en oversikt over kjøreretningene i de ulike feltene.

Gangvegene blir som opprinnelig, med unntak av etablering av en ny gangveg på nordsiden av Sentervegen i øst. Her er det i dag ingen gangveg og myke trafikanter må benytte parkeringsplassen til City Syd. Gangfeltene inn mot holdeplassen er adskilte med små øyer mellom alle kjørefelt, dette med tanke på at buss og andre kjøretøy vil ha ulik kjøreretning. Rundt Prosjektkrysset vil det fortsatt være to gangfelt for gående slik vist på figur 14. Disse er trukket litt lengere ut fra rundkjøringen enn de tidligere gangfeltene og er opphøyde av type sirkelhump.



Figur 13: Plassering av gangfelt og ulike kjøreretninger i Sentervegen (Are Kullerud, Trondheim Kommune)

4.3 Tiller i utvikling

I starten av 2015 vedtok bystyret i Trondheim en egen kommunedelplan for Tiller. I planbestemmelsene står det skrevet (8):

Det er en visjon at Tiller skal bli et handels- og næringsområde som fungerer godt både som lokalsenter og som et attraktivt senter i Trondheimsregionen.

Videre går planen inn på at det skal etableres en bydelspark eller torg på store deler av parkeringen til City Syd, nærmest Prosjektkrysset. All parkering ønskes lagt under terreng eller unna uterom, offentlige rom og gang- og sykkeltrafikk (8).

Planene innebærer derfor at dagens Tiller sentrum skal gå fra å være preget av store parkeringsareal og biltrafikk til og bli mer urbant og egnet for myke trafikanter.

Tillerterminalen skal dempe for den økende biltrafikken og bidra til miljøvennlig transport. Andelen myke trafikanter som ferdes i området kan av den grunn forventes økt. Dyrvik Arkitekter (9) er en av flere som har tegnet forslag for hvordan det fremtidige Tiller Sentrum kan se ut. Figur 14 viser et overordnet bilde hvor Sentervegen og Prosjektkrysset er midt blant boliger og næringsliv. I dette forslaget er vegen og krysset en sentral del av infrastrukturen. Figur 15 viser hvordan et yrende folkeliv skal prege sentrum.



Figur 14: Forslag til utforming av Tiller sentrum (Dyrvik arkitekter, Adressa)



Figur 15: Mulighetsstudie av fremtidens Tiller sentrum (Dyrvik Arkitekter)

4.4 utfordringer

På grunn av Tillerterminalen og kommunedelplanene for Tiller kan det forventes økt antall gående og syklende i prosjektområdet. I en trafiksikkerhetsrevisjon beregnet av Rambøll (10) kommer det frem at prosjektet på Tiller ikke har hatt stort fokus på tilrettelegging for myke trafikanter og deres fremkommelighet. Gangfeltene er plassert nært hvor kollektivtransporten skal krysse og skifte kjøreretning. I tillegg er øyene som skiller de ulike kjøreretningene minimale. Rapporten nevner at en del av gang- og sykkeltrafikken vil finne det mer utrygt når signalreguleringen fjernes.

I møte med Trondheim kommune fikk gruppen inntrykk av at planen for prosjektområdet var av midlertidig karakter. Are Kullerud forklarte saken med at det var et omfattende prosjekt med mangel på midler samt at ideen om en total endring av bystrukturen på Tiller er under planlegging (7). Selv om planen er midlertidig mener gruppen likevel at sikkerheten og fremkommeligheten for myke trafikanter bør prioriteres ytterligere. Gangfeltene tilknyttet rundkjøringen kan oppleves som en omveg da de er trukket lenger unna krysset. Dette kan føre til farlige momenter hvor myke trafikanter kan bli fristet til å ta snarveger gjennom krysset. Barn og unge er særlig utsatte da de møter disse utfordringene på sin daglige skoleveg.

Når det gjelder biltrafikken og det nye kjøremønsteret kan dette by på problemer. Bilistene kan bare benytte ytterste felt, noe som kan medføre ekstra kø og omveger inn til City Syd. Konsekvensen av å kjøre feil i kollektivfeltet kan i verste fall resultere i frontkollisjon. Da Tiller er et område med en del tilreisende, kan misforståelse av kjøreretninger bli en utfordring for sikkerheten. Spesielt da denne løsningen er ny og ukjent for mange.

Det er vanskelig å forutse hvordan trafikantene faktisk vil reagere på den nye løsningen. Med helt nytt kollektivsystem, utradisjonelt kjøremønster, midtstilt holdeplass og et økt antall fotgjengere er det mange faktorer som påvirker utfallet.

5 Litteraturstudie

Dette kapitelet omhandler teori tilknyttet signalregulert X-kryss og rundkjøring. Studiet er delt opp etter temaer som trafiksikkerhet, trafikkavvikling, kostnader og atferd. Denne teorien anskaffes for å få tilstrekkelig kunnskap om de to krysstypene og vil være sentralt for vurdering av krysstype på Tiller. Avslutningsvis blir fordeler og ulemper ved de to krysstypene presentert.

5.1 Krysstyper

X-kryss og rundkjøring er de eneste aktuelle krysstypene for prosjektområdet på grunn av størrelse, nærliggende miljø og antall armer. I henhold til håndbok V121 (11, s. 23) er det ikke aktuelt med vikepliktsregulerte kryss på grunn av trafikkmengde, antall kjørefelt og ÅDT. X-krysset må derfor i dette tilfelle være signalregulert.

Et signalregulert X-kryss er et kryss med fire armer som er regulert av trafikklys. Signalregulering brukes ofte der det er problemer med sikkerhet eller avvikling i plankryss og benyttes vanligvis i trange bykryss der særlig gående og syklende ferdes. Et godt alternativ til X-kryss er rundkjøring. En rundkjøring er en type plankryss som har til hensikt å redusere farten til kjørende gjennom krysområdet. Rundkjøring er vanlig langs norske veger hvor trafikkmengden på armene og funksjonen til de tilhørende vegene er ganske lik, men er ikke å anbefale i trange gatenett. De er bedre egnet i områder med mer spredt bebyggelse (11).

For å kunne velge mellom de to krysstypene er det flere ting å ta hensyn til. Håndbok V121 (11, s. 22) nevner følgende momenter som er viktig å vurdere ved valg av krysstype:

- *Kryssets funksjon*
- *Nåværende og fremtidig trafikkmengde*
- *Ulykkesituasjon*
- *Trafikkavvikling*
- *Fartsgrense for kryssende veger*
- *Krysstyper på strekningen for øvrig*
- *Dimensjoneringskrav for kryssende veger*
- *Terrengmessige forhold*
- *Vegplaner som finnes i området*
- *Planlagt utvikling i området, arealbruk*
- *Trafikksituasjonen inkludert gang- og sykkeltrafikk og kollektivtrafikk.*

Mange av disse punktene har allerede blitt beskrevet under kapitlene 3. *Dagens situasjon* og 4. *Fremtidige planer*. Terrengmessige forhold og dimensjoneringskrav for kryssende veger er utelukket under 1.3 *Avgrensninger*.

5.2 Trafikksikkerhet

Trafikksikkerhet er ifølge håndbok V121 (11, s. 7) en av de viktigste premissene ved utarbeidelse av et kryss. Dette kapitlet tar for seg tema som nullvisjonen, ulykkesfrekvens, konfliktpunkter, utforming av signalanlegg og sikkerhet for myke trafikanter.

5.2.1 Nullvisjonen

I Norge fikk arbeidet med nasjonal trafikksikkerhet et nytt engasjement da Nullvisjonen kom i 2002. Dette er en visjon som Regjeringen og Stortinget la til grunn i forbindelse med NTP 2002-2011 på grunn av svært høye ulykkestall på norske veier. Visjonen har som mål å oppnå null drepte og null varige skadde i trafikken (12). Med varig skadde menes personer som er meget alvorlig skadd. Ifølge SVV (13) er dette definert på følgende måte:

Meget alvorlig skadde er personer med skader av en slik art at personens liv en tid er truet eller har skader som fører til varig og alvorlig mén.

Statistikk fra Statistisk Sentralbyrå (14) viser at det har vært en tydelig nedgang av trafikkulykker etter at nullvisjonen kom. Ambisjonen i NTP for 2018-2029 er at det maksimalt skal være 350 hardt skadde og drepte i 2030 (12). Dette er et strengt mål, men nødvendig for å ha store mål å strekke seg etter. For å nå dette målet kreves det flere tiltak på området hvor ulykkesfrekvensen er stor. Ifølge håndbok V121 (11, s. 8) inntreffer 30-40 % av alle politirapporterte ulykker i kryss og avkjørsler. Dette er derfor steder hvor trafikksikkerhet må ha stort fokus. Myke trafikanter og kjøretøy med kryssende kjøreretning er de som kommer dårligst ut og er involvert i de alvorligste ulykkene. Risikoen er etter håndbok V127 (15, s. 7) beskrevet til å være tre ganger så stor for å bli drept eller skadet dersom du er fotgjenger kontra kjørende. I lys av nullvisjonen var det derfor ønskelig å prioritere sikring av denne trafikantgruppen, noe gruppen har lagt vekt på i denne oppgaven.

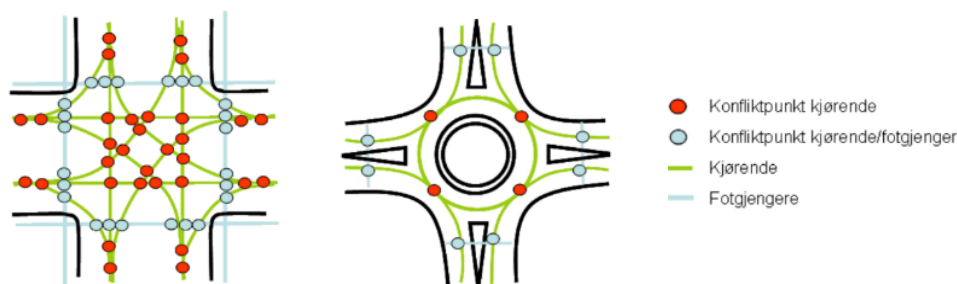
5.2.2 Ulykkesfrekvens

Trafikksikkerhetshåndboken (16) beskriver sikkerheten i rundkjøringer som nokså god sammenlignet med andre plankryss. Dette kan bekreftes av SVV (11) som sier at rundkjøringer har både lavere ulykkesfrekvens og skadegrad. Mye av grunnen til dette er selve utformingen som sørger for at førere senker farten. Mindre fart forebygger alvorlige ulykker og sammen med utformingen inntreffer eventuelle kollisjoner i en mer gunstig vinkel.

I en rapport av SINTEF (17) kommer det frem at gjennomsnittet for ulykkesfrekvens ligger på 0,4-0,5 og at det har liten betydning om rundkjøringen har tre eller fire armer. Til sammenligning har signalregulerte X-kryss dobbel ulykkesfrekvens på 0,10. I en rundkjøring kommer all trafikk fra samme retning og all trafikk fortsetter også i den samme retningen gjennom rundkjøringen. Dette er også en faktor som gir mindre ulykker da kjøretøyene har forutsatt kjøreretning og det er lettere å lese trafikkbildet. Selv om ulykkesfrekvensen er lavere i rundkjøring er det også viktig å ta hensyn til kryssenes plassering. Den gjennomsnittlige rundkjøringen ligger i middels tett bebyggelse, mens det gjennomsnittlige signalregulerte X-krysset ligger i tettbygde områder der det er flere myke trafikanter å ta hensyn til. Sammenligningen av gjennomsnittlig ulykkesfrekvens er derfor ikke alene en grunn til å velge krysstype, da kryssene ofte har ulike forutsetninger.

5.2.3 Konfliktpunkter

Når det gjelder konfliktpunkter, er disse relativt få i rundkjøringer sammenlignet med alternative kryssløsninger. Slik som vist i figur 16 har rundkjøringer betydelig færre konfliktpunkt enn X-kryss. Konfliktpunktene mellom kjørende blir betydelig redusert fra 32 til 4 ved omgjøring til rundkjøring. Det samme gjelder konfliktpunkt mellom kjørende og fotgjenger med en reduksjon fra 24 til 8. Signalregulerte X-kryss anses derimot for å være sikrere i forhold til X-kryss uten signalregulering. Signalregulering benyttes for å separere trafikkstrømmer i både tid og rom. Antall konfliktpunkter forblir det samme, men sannsynligheten for at konflikter oppstår blir mindre (17).



Figur 16: Konfliktpunkter i X-kryss og rundkjøring (SINTEF)

I figur 16 er det ikke tatt hensyn til at syklende kan ha annet kjøremønster enn fotgjengere og kan derfor ha andre konfliktpunkter med kjørende. Figuren gjelder også bare for rundkjøringer og X-kryss med gangfelt over hver av de fire armene. Signalregulering med fotgjengerfase vil derfor redusere sannsynligheten for at en ulykke inntreffer i disse konfliktpunktene da trafikantgruppene blir mer separerte. Kryssløsninger med færre gangfelt vil naturlig få færre konfliktpunkt mellom kjørende og fotgjenger. Dette vil da gjelde for Prosjektkrysset som har kun to gangfelt. Begge kryssene i figur 16 har bare et kjørefelt i hver retning, mens det i Prosjektkrysset er flere kjørefelt. Likevel viser figuren at det er markant forskjell på de to krysstypene, noe gruppen kan benytte i videre vurderinger.

5.2.4 *Utforming av signalanlegg*

Det er også viktig å være klar over at sikkerheten i signalregulerte kryss avhenger av utformingen til signalanlegget. Et kryss kan ha følgende signalgrupper: gående, syklende, kjørende og kollektiv. Fasene i signalanlegget sørger for å føre alle signalgruppene gjennom krysset. Antall faser bestemmes ut ifra om det er separat venstresvingefase, separat høyresvingefase og/eller separate fotgjengerfaser. Ifølge TØI (18) har kryss med flere faser mindre ulykker. For eksempel kan det vises at ulykker med venstresvingende kan reduseres ved å ha en egen venstresvingefase i signalreguleringen. Dette vises med signal grønn pil når gjeldende trafikkstrøm kan svinge av vegen. Kryss med mye trafikk, flere kjørefelt og/eller separate høyre- og venstresvingefelt har ofte installert flere faser. Ifølge TØI (19) kan disse fasene utformes på to måter: enten med egen fase for hver trafikkstrøm eller ved at kombinasjon av flere faser. I Norge er den siste mest vanlig. Det betyr at kryssende fotgjengere ofte har samme fase som de som svinger til høyre. I tillegg til at fasen til de som svinger til venstre kombineres med møtende trafikk.

5.2.5 *Sikkerhet for myke trafikanter*

Som nevnt er myke trafikanter de som kommer dårligst ut av ulykker i kryss. Myke trafikanter, da særlig fotgjengere, vil oppleve signalregulerte X-kryss som tryggere da det er fotgjengerfase i signalanlegget. Myke trafikanter har da ideelt sett enerett ved grønn mann (17). Denne sikkerheten vil imidlertid ikke være tilstede i en rundkjøring da myke trafikanter i større grad ferdes sammen med kjørende. Fordelen med gangfeltene her er at myke trafikanter slipper å vente på grønn mann, men kan benytte gangfeltet når dem vil og forvente at kjørende stopper for dem. Gang- og sykkelveg kan i noen tilfeller bli sett på som en omvei når rundkjøringen blir stor, da gangfeltene har en tendens til å bli plassert lenger ut.

I en rapport fra 2017 beskriver TØI (20, s. 6) at rundkjøringer er den typen plankryss hvor de fleste sykkelulykker inntreffer. Typiske ulykker er hvor syklende inne i rundkjøringen kolliderer med biler på veg inn i rundkjøringen. Tiltak for å bedre sikkerheten i disse tilfellene kan ifølge TØI være å senke farten inn mot rundkjøringen eller å «tvinge» syklister i midten av kjørefeltet for å unngå at syklister og bil havner parallelt.

Prosjektkrysset har i dag relativt lite gående og syklende da mesteparten benytter overgangsbroene. I henhold til håndbok V127 (15, s. 8) er det en større risiko for ulykke dersom gangfeltet benyttes lite. Det er derfor viktig at overgangen er trygg når gående og syklende faktisk kommer.

5.3 Trafikkavvikling

Ifølge håndbok V121 (11, s. 7) er også trafikkavvikling et viktig premiss ved utarbeidelse av kryss. Dette kapitlet går nærmere inn på trafikkavvikling i rundkjøring og signalregulert X-kryss og hvilken innvirkning dette har på Prosjektkrysset.

5.3.1 Avvikling i rundkjøringer

Ifølge SINTEF (17) kan rundkjøring i flere tilfeller gi bedre trafikkavvikling enn kryss med signalregulering. Grunnen til dette er at kjørende slipper unødig stans og på den måten oppnås bedre trafikkflyt. Dette er en fordel som må ses i sammenheng med nærliggende kryss da dårlig trafikkavvikling i disse kan gi motsatt effekt. Mindre start og stop er også positiv for miljøet da utslipp og støy reduseres. Dimensjonering av rundkjøringen påvirker også framkommeligheten i stor grad. Dette fordi ikke alle kjøretøy har like stor svingeradius og kan ha vanskeligheter med å komme seg gjennom rundkjøringen. I tettbygde strøk er det for eksempel mer og mer vanlig med 15-meters busser og leddbusser. Disse busstypene har enda større utfordringer med manøvrering i enkelte rundkjøringer. Det er derfor en fordel at rundkjøringer med flere busser og annen tungtrafikk har så stor ytre diameter som mulig (11). Gruppen ser ikke dette som et stort problem da det er areal nok til å anlegge et slikt kryss i prosjektområdet. Nærliggende kryss må likevel ses i sammenheng.

5.3.2 Signalanlegg

Ifølge håndbok N303 (21) kan signalanlegg settes opp for å bedre trafiksikkerheten, trafikkavviklingen og redusere forsinkelser. Signalregulering er også godt egnet til å prioritere trafikkstrømmer, da særlig kollektivtrafikk. Ved skoler og andre institusjoner kan en slik løsning bidra til å øke trygghetsfølelsen. I kryss med mye trafikk og høy prioritet av kjørende kan signalregulering forårsake lang ventetid for myke trafikanter, men også for trafikkstrømmer med lav prioritet. Dette kan føre til økt forsinkelse.

Et eksempel i Drammen viser til at et signalregulert kryss mellom Telthusgata og Tordenskiolds gate ble fjernet i 2016 på grunn av lange køer og dårlig framkommelighet for biler (22). Fra tidligere hadde lyskrysset innført bussprioritering. Sensorer sørget for å varsle når bussen kom, slik at denne alltid fikk grønt lys. Dette førte til store køproblemer for biltrafikken, og etter mye klager og protester vedtok formannskapet tilslutt å fjerne signalreguleringen. Her ble også lys i forbindelse med gangfelt fjernet og erstattet av opphøyde gangfelt. Etter Vegvesenet og fylkeskommunen sin oppfatning fungerte krysset til sin hensikt, men kommunen var uenig (23). Kommunen hadde også støtte i Sweco sin rapport som dokumenterte dårligere sikkerhet og framkommelighet og en større miljøbelastning i krysset.

5.3.3 Kollektivtrafikkens fremkommelighet

I og med at det er bestemt at den nye metrobussen skal kjøre gjennom Prosjektkrysset er det nødvendig å se på dens fremkommelighet. Figur 17 viser hvordan metrobussen vil se ut. Denne 23,8 meter dobbeltleddede bussen er betydelig lengre enn andre busser og har vært del av et prøveprosjekt i Bergen. Ut ifra dette prøveprosjektet kan Trondheim sanke erfaringer. Rambøll har evaluert fremkommelighet for dobbeltleddede busser i Bergen og beskrevet erfaringer i en rapport (24). Det er utført sporingsanalyse og testkjøring i flere kryss med både dagens leddvogner og dobbeltleddet buss. Ut fra sporingsanalysen ble det vist at dobbeltleddet buss har noe større svingeradius enn vanlige leddvogner. Under testkjøringen opplevdes det likevel ikke stor forskjell mellom de to typene. Operatør fra TIDE Buss har uttalt seg om fremkommeligheten til dobbeltleddet buss i Bergen:

«... fremkommelighet i sentrumsgater har denne bussen ingen problemer med. Det er nesten ikke noe utslag på leddet ved sving, tredje ledd følger i sporet til ledd to. På grunn av at det ikke er noe overheng, tar den i noen svinger mindre plass enn en vanlig leddbuss.»



Figur 17: Metrobussen i Trondheim (Van Hool, Nettbuss)

Ut ifra de sporingsanalysene som ble utført i forkant, samt erfaringer fra testkjøring samstemmer dette også med lignende prosjekt som er gjennomført i Trondheim. Både vanlige leddvogner og dobbeltleddet buss tar mindre plass enn 15-meters bussene uten ledd, som da blir den busstypen som tar størst plass. Disse bussene blir dermed dimensjonerende kjøretøy under eventuell utbygging av Prosjektkrysset. Ut ifra erfaringer fra prøveprosjektet i Bergen ble det påvist utfordringer knyttet til enkelte holdeplasser da metrobussen er såpass lang og krever større areal til holdeplasser. Dette var nyttig å vite i forkant slik at det kunne planlegges nye holdeplasser for metrobussen i Trondheim. I og med at metrobussen skal ha knutepunkt i Sentervegen og at det i den forbindelse skal anlegges nye holdeplasser her, er det også relevant å se dette i sammenheng med Prosjektkrysset.

SINTEF har undersøkt kollektivtrafikkens fremkommelighet i rundkjøringer da det i Oslo ble ønsket bedre fremkommelighet for busser. I den sammenheng har de vært i kontakt med hovedverneombudet for Trondheim Trafikklag som har 700 sjåførere. Her kom det frem at ansatte og passasjerer ikke hadde noe negativt å si om rundkjøringer. Erfaringene tilsier at rundkjøringer blir sett på som et positivt element, spesielt da bussen vanligvis slipper å stoppe. Det kan tyde på at sving i rundkjøring er bedre enn full stans for så å ta en 90 graders sving i signalregulerte X-kryss (17).

5.3.4 Myke trafikanters fremkommelighet

Som nevnt har metrobussen og dens fremkommelighet hatt stort fokus under utbyggingen i Sentervegen. Gruppen ønsker å fokusere mer på myke trafikanter og vil derfor se på deres fremkommelighet og avvikling i forbindelse med de alternative krysstypene. Signalregulering med egen fotgjengerfase oppleves trygt for brukerne av gangfeltene. I kryss med mye trafikk og høy prioritet av kjørende kan det gi lang ventetid for myke trafikanter, men også for trafikkstrømmer med lav prioritet. Dette kan øke forsinkelse og i enkelte tilfeller forårsake at myke trafikanter velger å ta snarveger over kjørebane. Gang- og sykkelveger i forbindelse med rundkjøring vil i større grad gi bedre avvikling da det ikke forekommer unødig stans, men vil i enkelte tilfeller redusere trafiksikkerheten og trygghetsfølelsen. I større rundkjøringer kan det også virke som en omveg å ta runden i rundt. Da det i stor grad er barn og ungdom som ferdes gjennom Prosjektkrysset, styrker dette fokuset som er rettet mot myke trafikanter i utbedringen.

5.4 Kostnader

Når vegkryss skal utbedres spiller økonomi og kostnader en stor rolle. Av og til må den beste løsningen vike fordi en rimeligere løsning blir god nok. Gruppen vil som nevnt ikke beregne kostnadene for utbygging av kryssløsningen, men se litt på hva som normalt forventes ved de to krysstypene.

Signalregulering er en økonomisk løsning for å forbedre uregulerte X-kryss i og med at det unngås å stenge vegen for ombygging av selve krysset. Håndbok V121 (11, s. 24) beskriver signalregulering som en dyr investering da teknisk vedlikehold er ressurskrevende og fører til høye kostnader i legenden.

En rundkjøring er noe mer arealkrevende og har større anleggsutgifter sammenlignet med signalregulerte X-kryss. Selv om rundkjøringens levetid starter med høye kostnader vil nytte-kostnadsforholdet nøytraliseres etterhvert. Dette fordi en rundkjøring er betydelig billigere i drift enn et signalregulert X-kryss da det er mindre teknisk vedlikehold som krever oppfølging. Da det er mindre ulykker av betydelig grad i en rundkjøring vil det bli mindre kostnader som belaster samfunnet (16).

I 2009 kostet det ifølge håndbok V121 (11, s. 9) 1,8 millioner per personskaueulykke i X-kryss, mens det i rundkjøring var relativt lav på 1,3 millioner. Årsaken til dette er at kollisjonene i en rundkjøring inntreffer med lavere fart og liten vinkel og dermed blir mindre alvorlig. Kostnadene ved ulykker forteller likevel ingenting om totalkostnad som har inntruffet, men kun den gjennomsnittlige kostnaden dersom det inntreffer en personskaueulykke i hver av krysstypene. Tatt alle faktorene i betraktning vil rundkjøring i flere tilfeller bli en rimeligere løsning.

5.5 Atferd

Menneskelig atferd er en sentral faktor i trafikken og viktig å ta hensyn til ved Prosjektkrysset på Tiller. Krysset må være utformet slik at trafikantene ledes til riktig atferd og hindrer at det oppstår konflikt- og ulykkessituasjoner. Selv om det finnes trafikkregler for alle som ferdes i trafikken, oppleves det stadig at enkelte trafikanter velger å bryte eller tilpasse disse dersom de finner det mer praktisk (25). Ved å se på typisk atferd i sammenheng med de to krysstypene kan gruppen bedre tilrettelegge for dette på Tiller.

5.5.1 Atferd i rundkjøring

Antallet rundkjøringer har eksplodert i Norge de siste tiårene. Samtidig som ulykkestall og fart har gått ned, kan det likevel lese mye i mediene om bilførere som stadig plasserer seg feil, glemmer å blinke og bryter vikeplikten.

Per i dag finnes det ikke egne regler for ferdsel i rundkjøring (26). Her må det generelle regelverket tilpasses og brukes, og dette gir rom for ulike tolkninger og kan i flere tilfeller skape uenighet. På Youtube har millioner sett videoer på hvordan det skal kjøres i rundkjøring. Kjørelærere og sensorer i Norge har også lenge vært delt i to ifølge fagsjef i NAF Morten Fransrud (27). Mange av forsikringsselskapene savner derfor en klargjøring av reglene.

I en undersøkelse gjennomført av Tryg Forsikring kommer det frem at selvtilliten i rundkjøringer er høy blant nordmenn (28). Av de spurte i undersøkelsen mener 66 % at de aldri har opplevd farlige situasjoner på grunn av deres egen usikkerhet. Til sammenligning svarer nesten like mange (59 %) at de har opplevd slike situasjoner fordi andre ikke har skjønnet hvordan de skulle kjøre. Ifølge seksjonsleder Ketil Voll i Tryg tyder dette på at folk har overdreven tro på egen kunnskap vedrørende kjøring i rundkjøring (29). Flere unngår å bruke blinklys for å vise hvor de skal, og i tillegg oppleves det mye brudd på vikeplikten. Enkelte har for vane å ikke stoppe ved vikelinja, men begynner å rulle sakte inn, noe som kan avskjære kursen til de kjørende inne i rundkjøringa. Tryg har også erfart at mange sliter med å velge riktig felt. Her skjer det feil allerede i planleggingsfasen inn mot rundkjøringen.

En kandidatoppgave med tema *rundkjøringer - hensikt og kjøremåte* skrevet ved HINT (30) har intervjuet flere personer om krysstypen. Oppgaven konkluderer med at de fleste takler rundkjøringer bra og at krysset fungerer etter sin hensikt. Usikkerheten kommer dersom størrelsen øker og rundkjøringen får flere felt. I samme oppgave ble en fagperson fra Statens vegvesen intervjuet. Fagpersonen mente at mangelen på egne regler for rundkjøring ikke bare hadde ulemper. Usikkerheten blant folket medfører også en reduksjon av fart og en økt aktsomhet fra manges side.

5.5.2 *Atferd i signalregulerte kryss*

I motsetning til rundkjøring vil det kanskje for mange være mer entydige regler i et signalregulert kryss. Likevel oppleves det stadig at folk kjører på rødt, plasserer seg i feil fil og bråbremses slik at flyten i krysset blir redusert.

I Trondheim har det blitt rapportert om flere tilfeller hvor både biler og rutebuss har kjørt forbi på rødt lys. I 2015 demonstrerte flere foreldre utenfor Singsaker skole i Trondheim for å bedre skoleveien for barna (31). FAU representant ved skolen Elin Marita Hermunstad opplevde selv en nesten-ulykke når hun fulgte førsteklasingen sin til skolen. En buss dundret rett foran nesen deres på rødt lys.

Bussjåførenes atferd blir også sentral i Prosjektkrysset, da Rosten barne- og ungdomsskole ligger i nærheten. Et høyt antall busser vil i rushtimene passere krysset, og kjøring på rødt lys vil kunne senke trafikksikkerheten nevneverdig.

5.5.3 *Vikeplikt ovenfor gående og syklende*

Både i dagens situasjon og det planlagte Prosjektkrysset ferdes myke trafikanter og kjørende i samme plan. Vikeplikt er en sentral del for samspillet dem imellom. I henhold til trafikkloven § 9 nr. 2 (32) skal kjørende som krysser gangfeltet uten signalregulering vike for gående som befinner seg i eller er på veg ut i feltet. Ifølge Stein Johanssen (33), professor ved institutt for bygg, anlegg og transport ved NTNU, er nevnte paragraf en av de som har størst problemer i praksis, og årsakene kan være mange. Manglende respekt fra føreres side, dårlig oppmerkede gangfelt og usikkerhet om de involverte partene har sett hverandre.

Det er flere ganger dokumentert at overholdelse av vikeplikten har nær sammenheng med fart. Stein Johannesen har i en rapport (34) tilknyttet Statens Vegvesen sitt etatsprosjekt "Nullvisjonen" sammenfattet flere studier som har forsket på nettopp dette. Ifølge Johannesen har det lenge vært en akseptert «sannhet» at 30 km/t er en kritisk fartsgrense og at det ved kryssningsteder for gående ofte reduseres ned til denne. En fartsgrense på 50 km/t har i motsetning høy dødsrisiko i tillegg til at bare om lag 50 % av bilførere viker ved denne hastigheten. Det nye denne rapporten viser til er at 40 km/t i mange tilfeller vil være akseptable forhold for fotgjengere. Dette med grunnlag i at undersøkelser viser at 40 km/t halverer dødsrisikoen som finnes ved 50km/t. Andelen som viker i en fart 30-40 km/t ligger også på 70-80 %.

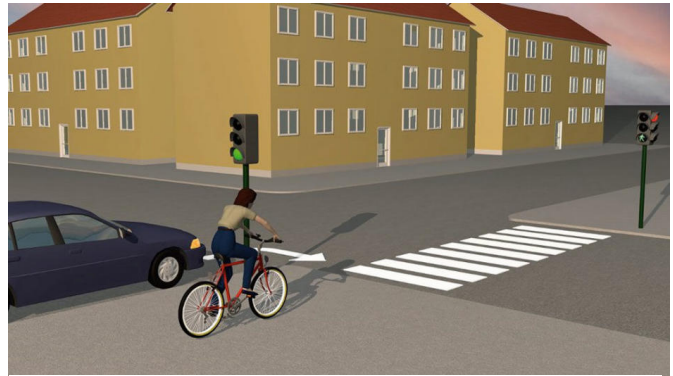
Vikeplikt ovenfor syklister oppleves for mange kjørende mer uklart enn ved fotgjengere. Statens Vegvesen (35) har forsøkt og tydeliggjort reglene gjennom en video på hjemmesiden. Videoen viser at en syklist som krysser vegen i gangfelt har vikeplikt for biler fordi personen regnes som kjørende. En undersøkelse gjennomført av Respons Analyse i 2016 for Statens Vegvesen viser at kun 38% synes det er lett å forstå vikepliktsreglene i sammenheng med sykling (36). Deltagerne i undersøkelsen var alle over 18 år og sykler jevnlig i trafikken. Generalsekretær Morgan Andersson i Syklistenes Landsforening

er bekymret for tallene, spesielt med tanke på at dette var godt erfarne syklister, mens det stadig kommer flere barn og unge inn i bildet.

I signalregulerte kryss, slik som Prosjektkrysset, vil det ofte være slik at kjørende som skal svinge har grønt lys samtidig som gående har grønn mann i sidevegen slik som vist i figur 18.

Lyssignalet kan i dette tilfelle bli en falsk trygghet for syklende, da de kan føle grønn mann også er ment for dem, ikke bare gående. Dette kan påvirke

trafiksikkerheten for myke trafikanter i signalregulerte kryss.



Figur 18: Situasjon som lett kan skape konflikt (Knut August Johansen)

Morgan Andersson påpeker at reglene for syklende i slike situasjoner er krevende for folk å skjønne, og at det ofte ender opp med å være samspillet mellom trafikantene som avgjør hvem som får vikeplikt, og ikke nødvendigvis trafikkreglene (35). Dette samspillet behøver ikke alltid være like bra, og kan medføre at trafiksikkerheten i slike overganger blir redusert. Andersson nevner også at de uklare reglene krever flere ofre hvert år. Statens Vegvesen sin rapport (36) viser til at halvparten av 71 dødsulykker med sykkel i perioden 2005-2012 skyldtes at en av partene ikke overholdt vikeplikten.

5.6 Oppsummering

For å sammenfatte litteraturstudiet er det laget en oversikt over kryssenes fordeler og ulemper i to separate tabeller. Det som gruppen mener utpreger seg i hvert av temaene er her trukket frem. I tillegg er det hentet noen punkter fra tabell 2.3 i håndbok V121 (11, s. 24).

Tabell 1: Fordeler og ulemper med rundkjøring

Rundkjøring		
	Fordeler	Ulemper
Trafikksikkerhet	<ul style="list-style-type: none"> - Lav ulykkesfrekvens - Lav fart - Få konfliktpunkt - Fleksibel for trafikkvariasjoner - All trafikk fra samme retning - Lav skadegrad i ulykker 	<ul style="list-style-type: none"> - Myke trafikanter mer utrygge - Fare for sykkelulykker, særlig i større rundkjøringer med eget sykkelfelt.
Trafikkavvikling	<ul style="list-style-type: none"> - Stor kapasitet - Bedre for miljøet - God flyt og få forsinkelser. Sjeldent at det må stoppes helt - Gir mulighet for U-sving ved feilkjøring - Behagelig for passasjerer i buss 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan være problematisk for tunge kjøretøy - Kan oppstå forsinkelser og redusere kapasiteten hvis det er store forskjeller i trafikkmengden eller høy fart hos en eller flere armer. - Ikke prioritering av kollektivtrafikk - Kan oppleves som omveg for gående
Kostnader	<ul style="list-style-type: none"> - Nytte-kostnadsforholdet jevnes ut - Lave ulykkeskostnader - Krever mindre oppfølging og lite teknisk vedlikehold 	<ul style="list-style-type: none"> - Høye anleggskostnader - Arealkrevende
Atferd	<ul style="list-style-type: none"> - Økt aktsomhet 	<ul style="list-style-type: none"> - Uklare regler - Mangelfull viking, blinking og feil valg av felt

En lignende tabell med fordeler og ulemper for signalregulert X-kryss er presentert nedenfor i tabell 2. Der forutsatt at signalreguleringen fungerer som den skal. Når reguleringen er ut av drift eller ved gult blinkende lys vil krysset fungere som et uregulert X-kryss og vil derfor få alle konsekvenser dette måtte medføre.

Tabell 2: Fordeler og ulemper med signalregulert X-kryss

Signalregulert X-Kryss		
	Fordeler	Ulemper
Trafikksikkerhet	<ul style="list-style-type: none"> - Gående mer trygge - Naturlige gangforbindelser med gangfelt - Godt egnet for tilfartskontroll - Reduserer kryssingsulykker 	<ul style="list-style-type: none"> - Kan øke antall ulykker med påkjøring bakfra og mellom gående og svingende - Kan ikke benyttes på høyhastighetsveg
Trafikkavvikling	<ul style="list-style-type: none"> - Ulike trafikkstrømmer kan prioriteres - Godt egnet for prioritering av kollektivtransport - God løsning i trange bykryss 	<ul style="list-style-type: none"> - Høy ventetid ved signalveksling kan føre til økt forsinkelse - Krever lange oppstillingsfelt
Kostnader	<ul style="list-style-type: none"> - Rimelig løsning i kryss der det eksempelvis ikke behøves flere felt 	<ul style="list-style-type: none"> - Høye kostnader og ressurskrevende med oppfølging og teknisk vedlikehold
Atferd	<ul style="list-style-type: none"> - Mer entydig regler 	<ul style="list-style-type: none"> - Kjøring på rødt lys

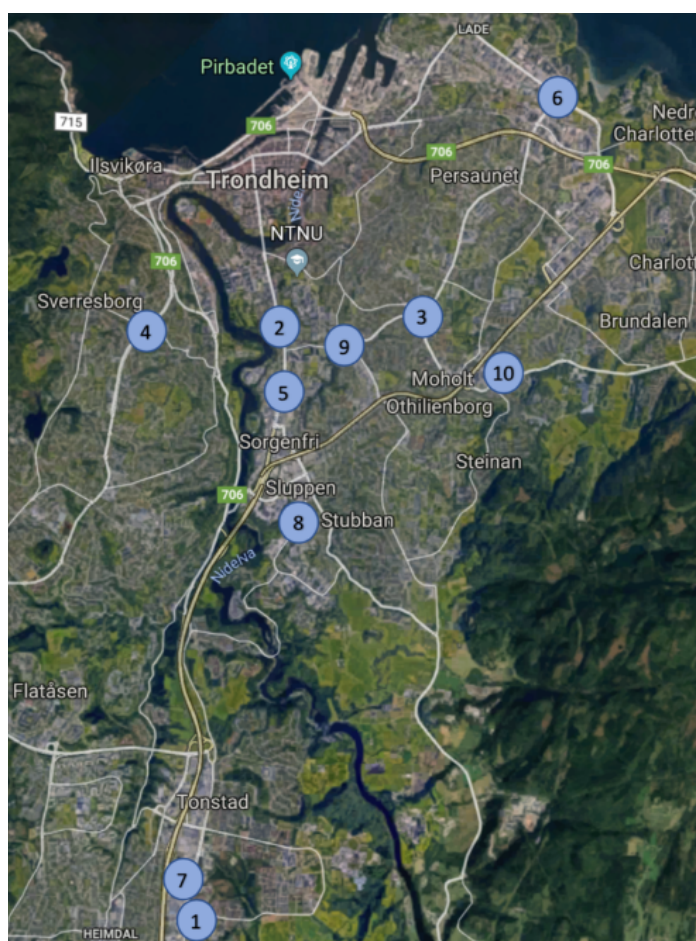
6 Analyse av lignende kryss

For å undersøke trafikksikkerheten ved de to krysstypene har gruppen valgt å sette seg inn i liknende kryss i Trondheim. Ut ifra dette er det laget en samlet ulykkesstatistikk som viser hvilke trafikantgrupper som har vært involvert og hvilke tendenser som opptrer i forbindelse med kryssene. Formålet med dette er å kunne se hvilken krysstype som er mest trafikksikker for enhver trafikantgruppe. Videre er det sett nærmere på enkelte av kryssene og på hvilke typer ulykker som har inntruffet.

6.1 Bakgrunn for valg av kryss

Gruppen har valgt å se på Trondheim som område på grunn av likhet i kjørekultur og klima, i tillegg til at gruppen har en del kjennskap til byen. Ved bruk av Google Maps, vegdatabanken og lokalkunnskap har gruppen undersøkt en rekke kryss i byen. Ut ifra disse er det valgt ut ti kryss som i størst grad ligner Prosjektkrysset i størrelse, utforming, fart og trafikkmengde. For å få frem tendensene ved de to ulike krysstypene er det sett på fem rundkjøringer og fem signalregulerte X-kryss.

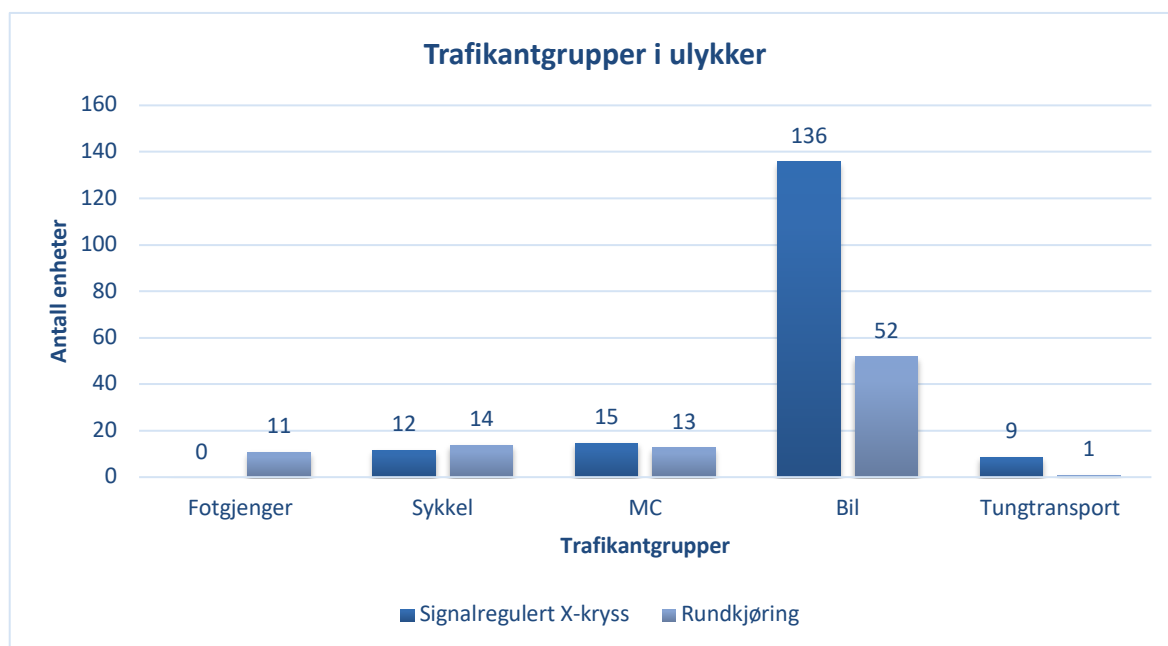
Bilde og beskrivelse av de utvalgte kryssene finnes på vedlegg 3. Beliggenheten er presentert i figur 19 hvor nummereringen er i henhold til vedlegget.



Figur 19: Oversiktskart over de ti utvalgte kryssene i Trondheim (Google Maps)

6.2 Ulykkesstatistikk

Ved hjelp av vegdatabanken (1) og registrerte ulykker i de ti kryssene har gruppen laget en ulykkesstatistikk vist i figur 20. Det har blitt sett på alle ulykkene for hvert enkelt kryss, og notert ned hvilke trafikantgrupper og antall enheter som har vært involverte. Ulykkesstatistikken er hentet fra en 20-årsperiode (2000-2019) slik at kryssene kan sammenlignes da noen er av nyere dato. Ulykkene er begrenset innenfor selve krysset og i eventuell kø inn mot krysset



Figur 20: Ulykkesstatistikk for X-kryss vs. rundkjøring

Diagrammet viser at ulykker med bil, MC og tungtransport er mest opptredende i signalregulert X-kryss. Med en relativt høy søyle for biler. Innunder kategorien personbil tilhører også varebil og EL-bil. Alle klasser motorsykkel samt moped tilhører kategorien MC. Under tungtransport gjelder vogntog, lastebiler i alle klasser samt buss. Dette gjelder også for annen statistikk presentert i denne rapporten. For syklister er det ikke særlig stor forskjell mellom krysstypene, men det er litt mer ulykker i rundkjøring. Fotgjengere har et mer tydelig skille med null ulykker i signalregulert X-kryss mot elleve i rundkjøring.

Oppsummerende viser statistikken at rundkjøring er mer trafiksikkert for de kjørende, mens gående har en større sikkerhet i signalregulert X-kryss.

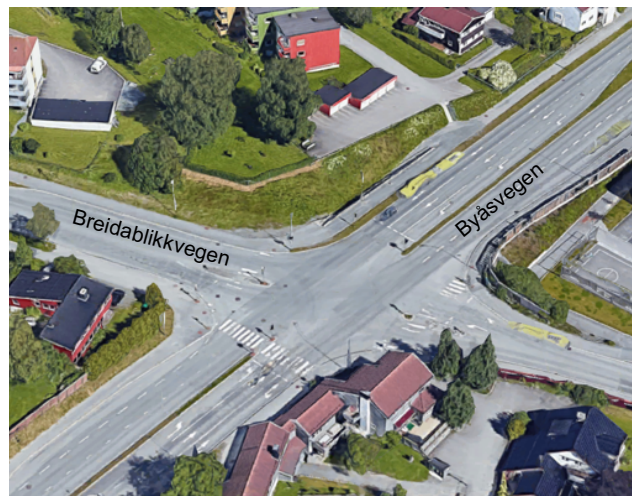
6.3 Fire kryss til sammenligning

For å kunne gå mer i dybden og undersøke hvilke typer ulykker som har inntruffet i de to krysstypene har gruppen valgt å se nærmere på fire av de ti kryssene i figur 19. Nærmere bestemt to rundkjøringer og to signalregulerte X-kryss. Disse kryssene kan sammenlignes med Prosjektkrysset, men har ulike løsninger for myke trafikanter. En analyse av ulykkesstatistikken kan vise hvordan myke trafikanters behov har blitt ivaretatt og hvilke løsninger som kan være aktuelle for Prosjektkrysset på Tiller. Ulykkestypene for disse kryssene blir også hentet fra vegdatabanken, men her blir alle registrerte ulykker tatt med i diagrammene for å skape et mer helhetlig bilde av hvert enkelt kryss.

6.3.1 Signalregulert X-kryss på Byåsen

Krysset er lokalisert mellom Fv 6650 Byåsvegen og Breidablikkvegen. Fartsgrensen i vegene er henholdsvis 50 km/t og 40 km/t.

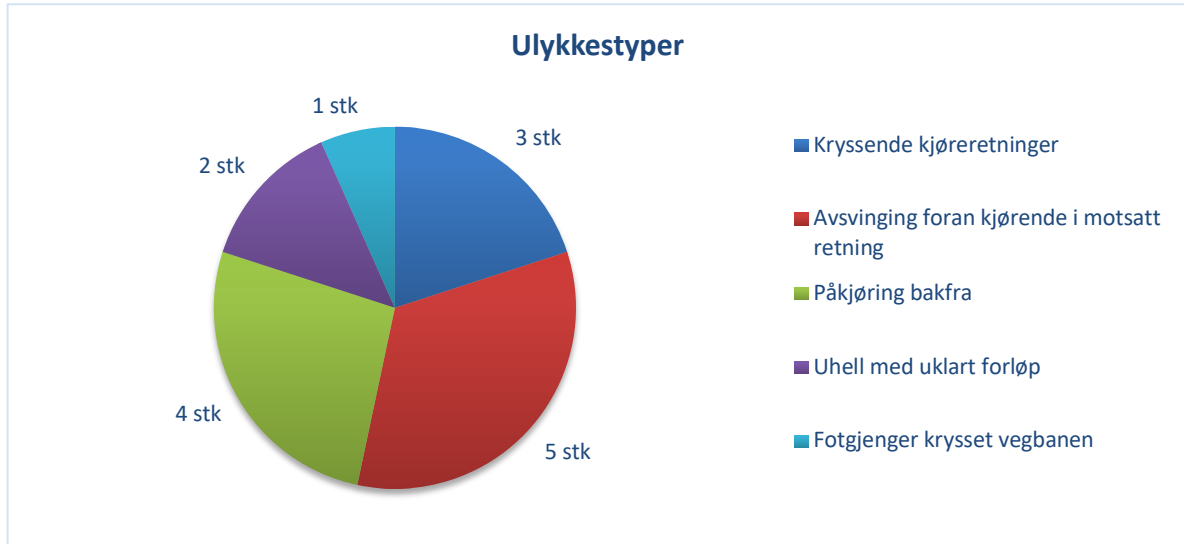
Trafikkmengden er varierende i de fire armene og har en ÅDT fra 4400 til 12 340. Krysset er fysisk kanalisert og det er venstresvingefelt i hver av de fire armene. Byåsvegen har midtdeler og fire kjørefelt, mens Breidablikkvegen har to kjørefelt. Signalanlegget har ingen separate faser i Breidablikkvegen, men det er egen venstresvingefase i Byåsvegen. Det er gangfelt i tre av armene i krysset og i den fjerde er det en planskilt undergang for å krysse Byåsvegen i nord. Gang- og sykkelveg ligger langs begge vegene og det er fire bussholdeplasser nær krysset.



Figur 21: Signalregulert X-kryss på Byåsen (Google Maps)

I likhet med Prosjektkrysset har en av armene betydelig mindre ÅDT. Antall felt og kanalisering er også relativt lik. En av forskjellene er at Byåsvegen har noe lavere fartsgrense sammenlignet med Østre Rosten som har fartsgrense 60 km/t. Slik som på Tiller er det nærliggende skoler og idrettshaller. Åsveien skole og ressurscenter, samt Julius barnehage og Åsveienhallen, ligger nær krysset. Dette gjør at mange myke trafikanter, særlig barn, ferdes i området. Til forskjell fra Prosjektkrysset er det her en planskilt undergang som sikrer trygg kryssing til og fra skolen. Området består ellers av småhusbebyggelse og noen mindre boligkomplekser.

Vegdatabanken viser at det tilsammen er registrert 15 ulykker i krysset på Byåsen siden første registrering i 1995. Av de registrerte har 21 personer blitt lettere skadd. Kun én fotgjenger og én MC har vært involvert i ulykkene, de resterende er biler. Alle ulykker i dette krysset har skjedd i Byåsvegen. Vegdatabanken viser at den ene fotgjengerulykken har skjedd utenfor gangfeltet.

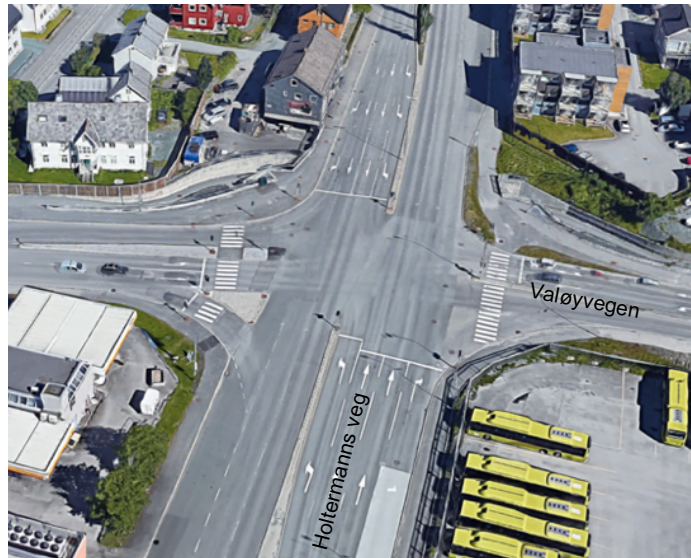


Figur 22: Typer ulykker som har inntruffet i krysset på Byåsen

Sektordiagrammet i figur 22 viser hvilke typer ulykker som har inntruffet i krysset. Her kommer det frem at uhell på grunn av avsvinging foran kjørende i motsatt retning og påkjøring bakfra er dominerende. I og med at signalanlegget i Breidablikkvegen ikke har separate faser, skyldes trolig noe av dette at avsvinging til venstre kombineres med møtende trafikk. Likevel ser det ut til at påkjøring bakfra er et mindre problem her enn i Prosjektkrysset. Det kan tenkes at årsaken til dette kan være forskjellen i fartsgrense for primærvegene i disse kryssene. Å redusere fartsgrensen i Østre Rosten kan derfor være en løsning for å redusere denne ulykkestypen. Diagrammet viser at det kun har vært én fotgjengerulykke. Dette kan tyde på at myke trafikanter er godt sikret og at undergangen under Byåsvegen er med på å bidra til dette.

6.3.2 Signalregulert X-kryss på Tempe

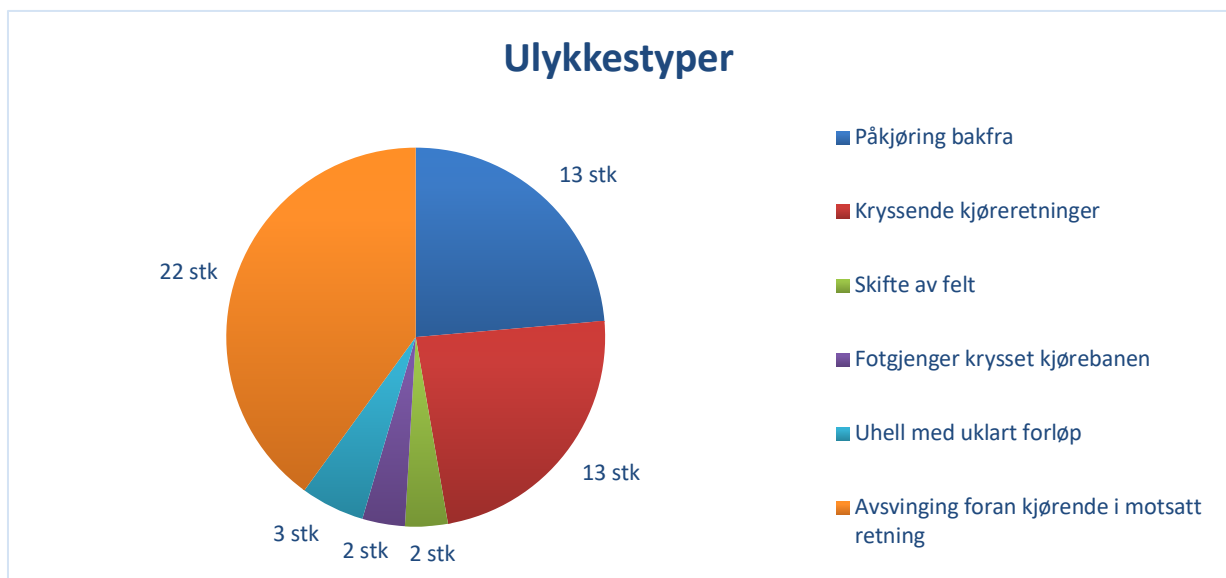
Krysset er lokalisert mellom Fv 6690 Holtermanns veg og Valøyvegen. Fartsgrenser til vegene er henholdsvis 60 km/t og 30 km/t. ÅDT varierer fra 4000 til 17850. Holtermanns veg er hovedfartsåre inn til Trondheim sentrum fra den sørlige siden av byen. Veggen har fem kjørefelt hvor et av de nordgående er kollektivfelt. Krysset er fysisk kanalisert i alle retninger, med et eget svingefelt adskilt med trompetøy vest i Valøyvegen. Det er to gangfelt i Valøyvegen, mens planskilt undergang nord for krysset kan benyttes for å komme seg over Holtermanns veg.



Figur 23: Signalregulert X-kryss på Tempe (Google Maps)

Området ligger like utenfor Trondheim sentrum og preges av en blanding av næring og tettbebygde boliger. Rett sørøst for krysset ligger Vy sin eiendom hvor en stor del av AtB sine busser lagres. På motsatt side av Holtermanns veg ligger 7-Eleven og et næringsbygg med blant annet matvarekjeden Extra.

Gruppens ulykkesstatistikk viser at det har vært 55 ulykker i krysset i perioden 1983-2019. Ulykkene har resultert i 66 lettere skadd, fem alvorlig skadd, én meget alvorlig skadd og fire drepte. Litt over halvparten av ulykkene inntraff før år 2000. Etter 2000 har det kun vært ett dødsfall. Dette var i forbindelse med at en lastebil kjørte på en syklist. Majoriteten av ulykkene involverer personbiler, mens mange trafikanter er sjeldent deltakende. Kun to fotgjengere og fem syklister har vært involverte.



Figur 24: Typer ulykker som har intruffet i krysset på Tempe

Sektordiagrammet i figur 24 viser at det har vært mange ulykker med avsvinging foran kjørende i motsatt retning. I likhet med Prosjektkrysset er fartsgrensen 60 km/t noe som kan være en faktor for flere av ulykkestypene. Selv om fartsgrensen på Holtermanns veg er på 60 km/t kan flere bli fartsblind på denne lange og rette vegstrekningen. Dette er det andre lyskrysset som kommer etter avkjøring fra E6 fra sør. Bilistene er derfor vant med en mye større hastighet fra før, og det kan ta tid før farten senkes. For høy fart kan gjøre det utfordrende å stoppe i det signalreguleringen skifter fra grønt til rødt. En konsekvens av dette kan være ukomfortabel oppbremsing og påkjøring bakfra.

Kjøretøy som skal svinge inn i Valøyvegen vil ha grønt lys samtidig som fotgjengere har grønn mann. Dette kan føre til utfordrende situasjoner dersom føreren ikke alltid er like observant. En ulykke fra 2009 viser til dette da en syklist ble påkjørt av en lastebil som skulle svinge inn.

Med kun en planskilt undergang på nordsiden av krysset kan det som myk trafikant oppleves tungvint å krysse Holtermanns veg. Ved lite trafikk hender det at enkelte velger å ta risikoen med å krysse kjørebane direkte for å komme seg over på andre siden. Dette innebærer kryssing av fem felt samtidig. Siden det ikke er noen hindring på midtdelene er det også mulig å stå her og vente dersom det ikke er klart i begge kjøreretninger. Mye av grunnen til slik kryssing skyldes nok plassering av en bussholdeplass rett utenfor 7-Eleven.

6.3.3 Rundkjøring på Lade

Rundkjøringen er lokalisert mellom Fv 6668 Haakon VII's gate, Bromstadvegen og Lade allé. Det er en firearmet kanalisert rundkjøring der alle armene har en fartsgrense på 50 km/t. ÅDT varierer fra 5900 til 15 350. Haakons VII's gate og Bromstadvegen har fire kjørefelt, mens Lade allé kun har to. Rundkjøringen har gangfelt over alle de fire armene og sykkelveg med fortau i alle retninger.

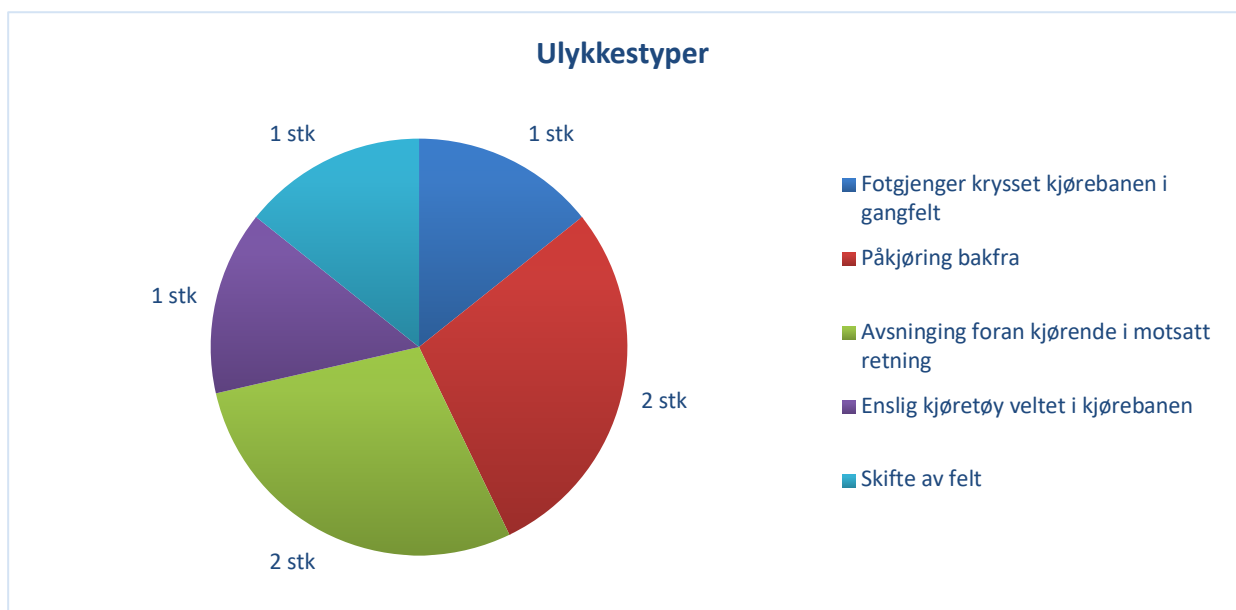


Figur 25: Rundkjøring på Lade (Google Maps)

Store deler av Lade er preget av handel- og industri. I den forbindelse er

denne rundkjøringen med på å «mate» trafikk inn til handelsområdet via Haakon VII's gate mot nordvest, mens den i sørøst munner ut i E6. Det er også boligområder i nærheten. Rundkjøringen er i likhet med Prosjektkrysset i et handelsområde, men har noe høyere trafikkmengde. Slik som i Prosjektkrysset har også her en av armene betydelig mindre ÅDT.

Ulykkesstatistikken viser at det er registrert sju ulykker i rundkjøringen fra 1997 fram til i dag. Ulykkene har resultert i sju lettere skadet. Kun én fotgjenger har vært involvert, resten er personbiler, MC og tunge kjøretøy.



Figur 26: Typer ulykker som har inntruffet i rundkjøringen på Lade

Sektordiagrammet i figur 26 viser at det ikke er noen uhellstyper som dominerer mer enn andre i tillegg til at det er relativt få ulykker. Dette kan tyde på at rundkjøring er riktig kryssløsning på Lade. Likevel skal det nevnes at en av sju ulykker involverer en fotgjenger som har blitt skadet i gangfeltet. Dette viser at plassering og sikring av gangfelt tilknyttet rundkjøring er svært viktig. Dersom rundkjøring skal være aktuelt i Prosjektkrysset må dette tas til etterretning.

På typiske handelsdager har det en tendens til å være lange køer og mye trafikk i området. Trafikken i rundkjøringen stopper til tider opp på grunn av det nærliggende signalregulerte X-krysset i Haakon VII's gate. Når køen starter å gå igjen kan det være vanskelig å oppdage fotgjengerne som beveger seg over gangfeltet. Dette kan skape farlige situasjoner. Ved Prosjektkrysset er det også flere signalregulert X-kryss. Dersom det velges rundkjøring i dette tilfellet kan dermed den samme problematikken oppstå.

6.3.4 Rundkjøring på Voll

Rundkjøringen er lokalisert mellom Vegamot, Steinanvegen og Jonsvannsvegen. Alle fire armer inn til rundkjøringen har fartsgrense 50 km/t. Trafikkmengden er varierende i de fire armene og har en ÅDT fra 2000 til 10 310. Rundkjøringen er fysisk kanalisert og alle veger har to kjørefelt.



Figur 27: Rundkjøring på Voll (Google Maps)

Rett ved rundkjøringen ligger Voll Studentby, samt en rekke butikker.

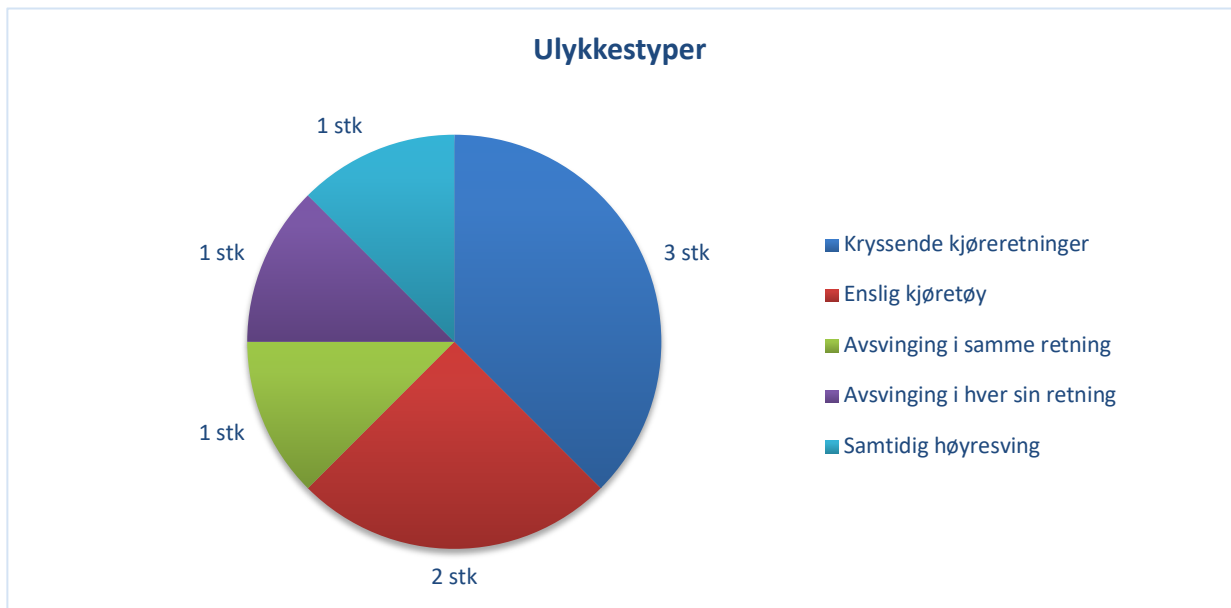
Både sør og øst for rundkjøringen

ligger flere boligfelt i småhusbebyggelse, særlig opparbeidet for småbarnsfamilier. I nærheten ligger også besøksgården Voll Gård og NTNU Dragvoll. Dette gjør at det ferdes mange myke trafikanter i området. Denne trafikanntgruppen er separert fra kjørende med unntak av i Vegamot hvor det er gangfelt i samme plan. Gang- og sykkelveg med planskilte broer sørger for god sikkerhet, noe ulykkesstatistikken i figur 28 underbygger.

Til sammenligning med Prosjektkrysset har rundkjøringen på Voll generelt noe mindre ÅDT. Den ene armen har betydelig mindre trafikkmengde enn de andre, men slik er det også i Prosjektkrysset. Voll er et mer landlig område enn Tiller og bærer mer preg av gjennomgangstrafikk.

Ut ifra ulykkesstatistikken er det registrert åtte ulykker i rundkjøringen og alle har inntruffet de siste ti årene. Det kan derfor tyde på at denne rundkjøringen ikke er så gammel. Av ulykkene har seks personer blitt lettere skadd, samt at det foreligger en ulykke der alvorlighetsgrad ikke er registrert. Resten er uskadde. En sykkelulykke fant sted i 2009 og ut ifra vegdatabanken kan det se ut til at syklisten hadde krysset rundkjøringen i kjørebanelen og dermed blitt påkjørt. Denne ulykken hadde trolig blitt unngått hvis syklisten hadde benyttet gang- og sykkelvegen.

I de registrert ulykkene er det ingen fotgjengere, noe som også gjenspeiler at gangvegen er lagt i et annet plan og at det ikke er mange kryssende gangfelt nær rundkjøringen. Fire MC og ni personbiler er resterende trafikanntgrupper involvert.



Figur 28: Typer ulykker som har inntruffet i rundkjøringen på Voll

Sektordiagrammet i figur 28 viser hvilke typer ulykker som har inntruffet i krysset. Her kommer det frem at ulykker på grunn av kryssende kjøreretninger har størst forekomst. Få ulykker tyder på at rundkjøringen fungerer bra, men det er viktig å huske at rundkjøringen er av nyere dato.

En av utfordringene til en slik løsning er at den er plasskrevende. For å opparbeide gode gangforbindelser avhenger det at områdene rundt har plass til gang- og sykkelveger i flere retninger for å gjøre avstandene så korte som mulig for både gående og syklende. Av natur er mennesker slik at de vil ta korteste veg. Det er derfor viktig at en slik løsning er nøye gjennomtenkt for at det skal bli en god løsning der formålet er trygg ferdsel for myke trafikanter. Det kan tenkes at vegen rundt og over broene blir for lang slik at enkelte blir fristet til å ta snarvegen gjennom rundkjøringen. Særlig syklistene kan falle for denne fristelsen.

Selv om en rundkjøring med gang- og sykkelveg separert fra kjørebanelen er en optimal løsning for god sikkerhet for myke trafikanter, blir trolig denne typen løsning for arealkrevende og overdimensjonert for Prosjektkrysset slik det fremstår i dag.

6.4 Vurdering av de fire kryssene

I de to signalregulerte X-kryssene er det ulykkestypene påkjøring bakfra, avsvinging foran kjørende i motsatt retning og kryssende kjøreretning som er mest dominerende. Dette samsvarer også med ulykker i Prosjektkrysset. Som nevnt i kapittel 5.2 *trafikkikkerhet* er involverte i ulykker med kryssende kjøreretning de som kommer dårligst ut. Det er derfor viktig å ta dette i betraktning. I motsetning til nevnte X-kryss har de to rundkjøringene færre ulykker og større variasjon i ulykkestype. Kjøretøy med kryssende retning er ikke like framtreddende der.

Selv om antall personbiler i statistikken er betydelig høyere enn andre trafikantgrupper, betyr ikke det nødvendigvis at de blir rammet hardest. Ofte er en eller flere personbiler involvert i de fleste ulykkene. De som sitter i personbilen er som oftest uskadd eller lettere skadd. Dødsulykker har kun inntruffet med myke trafikanter i møte med kjøretøy, men dette kommer ikke så godt fram av statistikken.

Ut ifra statistikken fra de ti kryssene er det som nevnt myke trafikanter som er mest utsatt i rundkjøring. Likevel kommer det frem av de to rundkjøringene på Voll og Lade at det nesten ikke er forekomst av ulykker med trafikantgruppen. Derimot ser gruppen mer av disse type ulykker i de to X-kryssene. Det er viktig å påpeke at alderen til kryssene er svært forskjellig. Dersom det hadde blitt sett på statistikken etter år 2000 hadde krysstypene stilt mere likt. Det kan derfor tyde på at denne statistikken ikke gir et helt korrekt bilde av sikkerheten for myke trafikanter i rundkjøring. Hensikten med disse fire kryssene var dog ikke å sammenligne dem med hverandre, men mer å se helhetlig på hvordan løsningene ga utslag i ulykkesstatistikken.

7 Valg av krysstype

Ut ifra dagens situasjon, fremtidige planer og teori presentert i litteraturstudie, har gruppen konkludert med at rundkjøring vil være den mest optimale krysstypen på Tiller. Dette underbygges med følgende argumentasjon:

I lys av nullvisjonen har gruppen veid trafikkikkerhet tungt under kryssavgjørelsen. Gruppen har kommet frem til at rundkjøring er mer trafikkikkert for kjørende. Rundkjøring har lavere ulykkesfrekvens og mindre konfliktpunkter. Dette gjenspeiles også i ulykkesstatistikken av de ti liknende kryssene i kapittel 6.2 *Ulykkesstatistikk*. Prosjektkrysset har en stor andel ulykker og et av målene med å velge rundkjøring er å redusere disse og bidra til at Østre Rosten ikke lenger defineres som en ulykkesstrekning.

Ulykkesstatistikken fra kapittel 6.2 viser et høyere antall ulykker med myke trafikanter i rundkjøring enn i signalregulert X-kryss. Dette er tatt i betraktning ved valget, men ved nærmere undersøkelse av rundkjøringen på Voll og Lade i litteraturstudiet kom gruppen fram til at det er gode muligheter for å komme fram til en god nok løsning i rundkjøring. Det vil også være enklere å legge til rette for disse samtidig som det opprettholdes det beste for de andre trafikantene. Spesielt med hensyn på at Prosjektkrysset har mye større forekomst av kjørende enn gående og syklende.

En teknisk svikt av signalreguleringen i dagens X-kryss kan utløse forvirring av trafikkstyring, noe som kan medføre en lavere trafikkikkerhet. Ved rundkjøring er det mulighet for avbøyning av kjørebanelen noe som medfører lav fart og liten kollisjonsvinkel. I dag har strekningen på Østre Rosten flere signalregulerte kryss, disse fører ikke nødvendigvis til at kjørende senker farten ved en grønn bølge. En rundkjøring midt på strekningen vil dermed tvinge alle kjørende ned i fart.

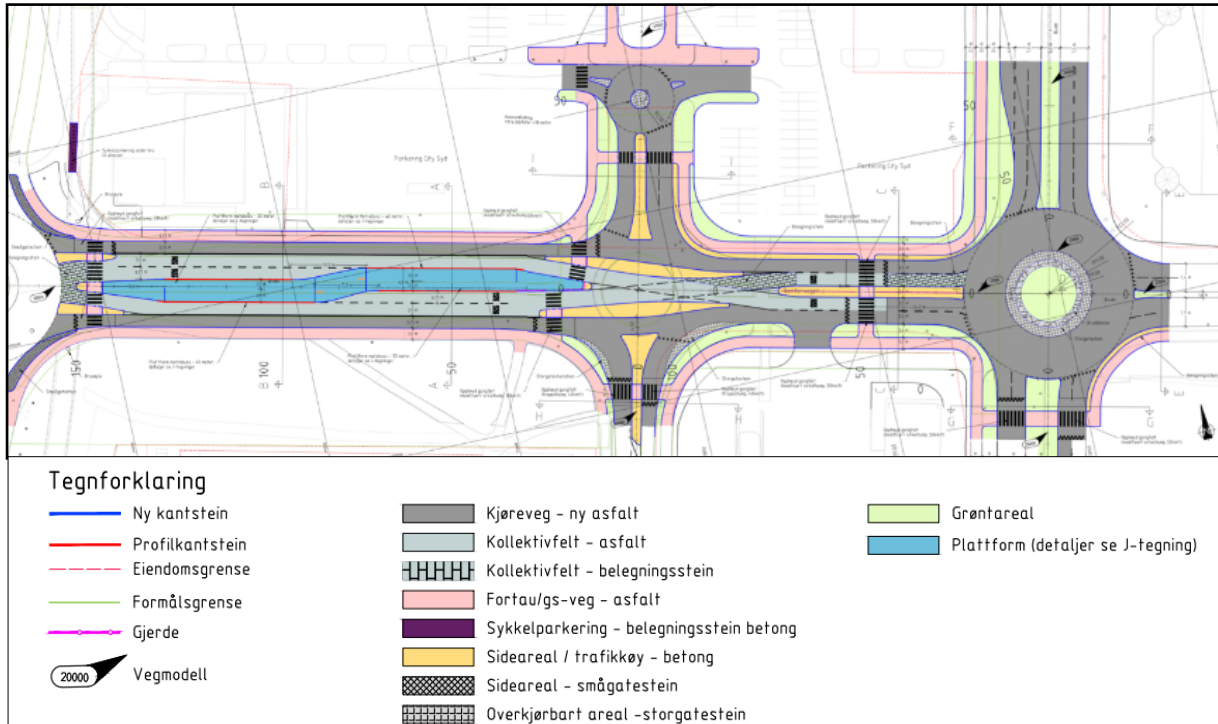
Når det kommer til trafikkavvikling er også rundkjøring et bedre alternativ. Både håndboka og SINTEF underbygger dette. Med denne krysstypen er det ikke nødvendig med unødig start og stopp noe som vil være gunstig for miljøet og en avgjørende faktor for at Prosjektkrysset får god trafikkavvikling. Selv om signalregulering har fordelen med å kunne prioritere kollektivtrafikk tror likevel gruppen at kollektivtrafikken får god avvikling i en rundkjøring. Testkjøringer og sporingsanalyser som beskrevet i kapittel 5.3 *Trafikkavvikling* viser blant annet at metrobussen fint greier å ta seg frem i rundkjøringer.

Fremkommeligheten til myke trafikanter i de to alternative kryssløsningene kan diskuteres frem og tilbake. Gruppen har tatt et valg om at rundkjøring også vil være den beste løsningen for myke trafikanter selv om ulykkesstatistikken gir andre tendenser. Rundkjøring vil være en fordel for myke trafikanter i Prosjektkrysset da de slipper å vente på grønn mann for å benytte gangfeltene, noe som gruppen testet kunne ta over minuttet. Argumenter som at myke trafikanter ser på gang- og sykkelveger rundt rundkjøringer som en omveg tror gruppen veies opp mot at ventetiden ved gangfeltet elimineres og at de dermed kommer seg raskt over.

Selv om gruppen ikke har lagt så stor vekt på kostnad under prosjektoppgaven er det likevel tatt med i vurderingen. Utfra kapittel 5.4 *Kostnader* kommer det frem at rundkjøring har en større anleggskostnad men at nytte-kostnadsforholdet vil jevnes ut mer i lengden ved fjerning av signalregulering og en reduksjon av ulykker. Alt i alt vil derfor rundkjøring i flere tilfeller bli en rimeligere løsning.

Ut ifra kapittel 5.5 *Atferd* kommer det frem at det ikke finnes egne regler for rundkjøringer, noe som kan medføre uenigheter omkring kjøremønster. Likevel tyder det på at de fleste kjører bra i rundkjøringer, men at det kan bli mer utfordrende dersom størrelsen og antallet felt øker. Rundkjøringen i Prosjektkrysset vil i stor grad ligne de nærliggende rundkjøringene i Sentervegen med samme størrelse og to kjørefelt, gruppen mener derfor at rundkjøringen ikke vil bli særlig utfordrende. Samtidig kan usikkerheten skape en fører som kjører aktsomt og forsiktig, noe som igjen gjør det mer trafikksikkert. Atferdskapittelet viser også til at det er problemer knyttet til signalregulerte kryss og kjøring på rødt. Dette kan ha stor betydning i Prosjektkrysset hvor det ligger en barne- og ungdomsskole like ved. Med et økt antall busser i området må det sørges for at gangfeltene er sikre å krysse for både barn og voksne. Ser gruppen overordnet på alle temaene veier altså argumentasjonen mot at rundkjøring vil være beste alternativ.

For å tydeliggjøre endringene i forslaget vises Miljøpakkens løsning i figur 30 som en sammenligning.



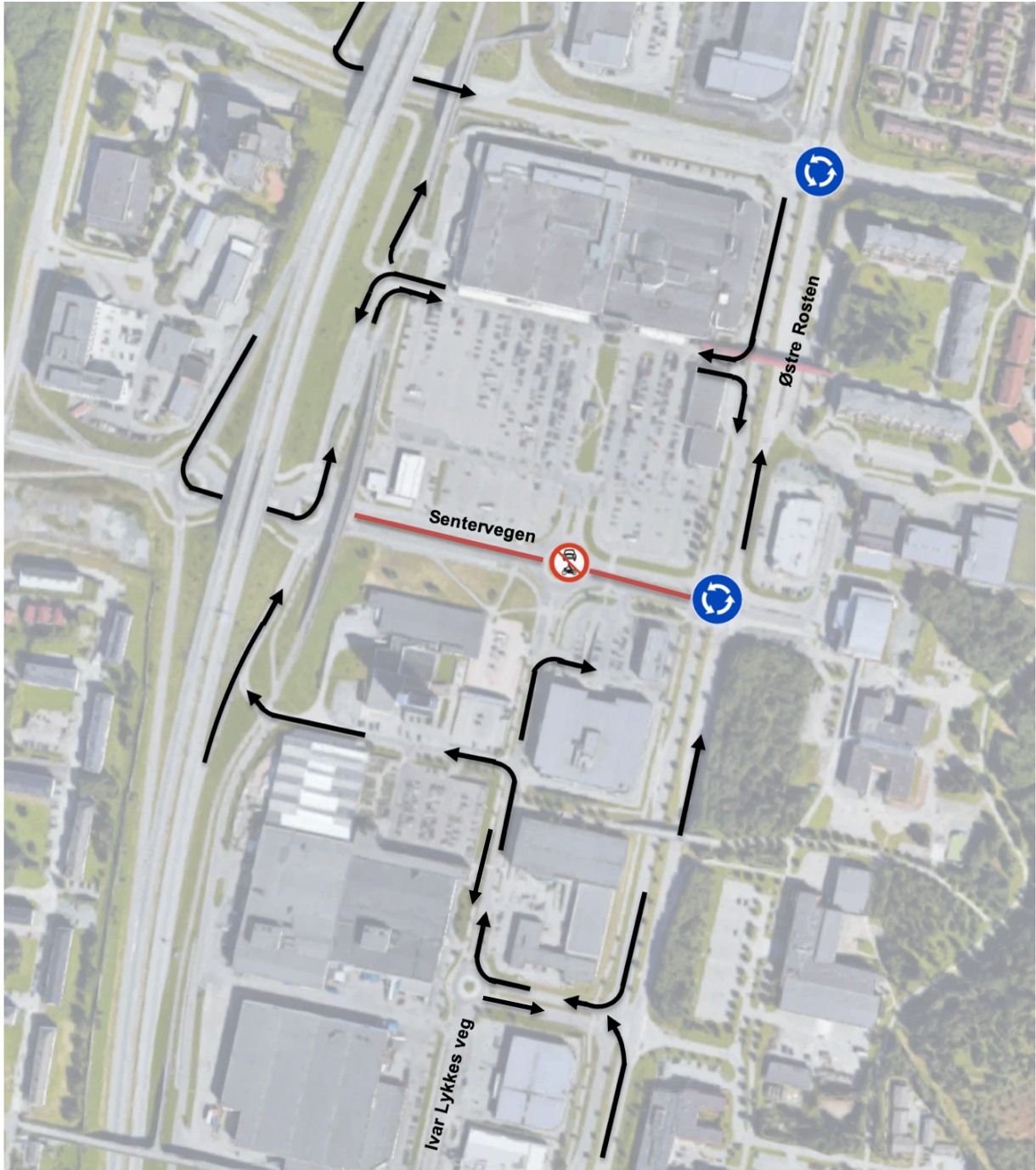
Figur 30: Miljøpakkens løsning for Tillerterminalen og Prosjektkrysset (Trondheim kommune)

8.1 Kun kollektivtrafikk

Da Tiller sentrum skal utvikles og bli et mer urbant område har gruppen laget en alternativ løsning som prioriterer mye trafikanter og kollektivtrafikk. Miljøpakkens plan inkluderer alle trafikantgrupper, noe som kan gi et kaotisk bilde og gjøre det vanskelig å lage gode muligheter for enhver. For å gjøre situasjonen mer trafikksikker og oversiktlig har gruppen valgt å stenge Sentervegen for alle motoriserte kjøretøy med unntak av buss i rute. Dette vil også bedre fremkommeligheten til både kollektivtrafikk og mye trafikanter. Gruppen håper dette kan bidra til at flere tar bussen og heller setter igjen bilen hjemme.

I og med at Sentervegen blir fri for biler gir dette mer plass til andre trafikantgrupper. For å blant annet gi større plass til bussen, er det valgt å etablere et bredere kollektivfelt på 3,50 m. I henhold til Håndbok N100 (37, s. 19) behøver kollektivfelt med fartsgrense ≤ 40 km/t minimum en bredde på 3,25 m. Som nevnt i kapittel 5.5 *Atferd* er 40 km/t en fornuftig fartsgrense i Sentervegen, og beholdes derfor slik som i dag. Da gruppens alternative løsningsforslag gir mer areal i bredden, gir også dette muligheten til at kollektivtrafikken skifter retning direkte ut fra rundkjøringene på hver side av Sentervegen. Dette velges isteden for Miljøpakkens forslag om kryssing midt i Sentervegen og vil fungere slik som deres løsning for rundkjøringen i vest. Gruppen tror dette vil skape mindre forvirring enn den utradisjonelle kryssingen som først var planlagt.

Området rundt blir også i stor grad påvirket av at Sentervegen stenges for biltrafikk. Vegen benyttes i dag av mange som skal til og fra nærliggende kjøpesentre. Gruppens forslag medfører at alle innkjørsler langs Sentervegen stenges. Altså Ivar Lykkes veg, innkjørselen til McDonalds og hovedinnkjørselen til City Syd. Disse stenges på bakgrunn av at biltrafikk ikke skal benytte Sentervegen. Dette medfører at biler som skal til og fra kjøpesenter eller næring rundt Sentervegen i større grad må benytte Østre Rosten. For noen kan dette føles som en omveg. Avkjøring fra E6 må i større grad planlegges i forhold til hvordan det skal kjøres videre. Gruppen har derfor sett på noen alternative ruter som biltrafikken kan benytte til City Syd og Ivar Lykkes veg. Mulig kjøremønster er skissert i figur 31.



Figur 31: Alternative ruter for biltrafikk inn til City Syd og Ivar Lykkes veg (Google Maps)

Per i dag finnes det også en alternativ innkjørsel til City Syd på vestsiden av parkeringsplassen. Denne er dog litt trang, og er plassert på en veg benyttet til påkjøring til E6. Skal flere dermed benytte denne er det behov for utbedringer. Gruppen ser også for seg en innkjørsel på østsiden av City Syd etter inspirasjon av Dyrvik Arkitekters mulighetsstudie, omtalt i kapittel 4.3 *Tiller i utvikling*. I deres mulighetsstudie er parkeringen lagt under bakken og biler kan kjøre inn på begge sider. Gruppen tror dette kan være en fin måte å ivareta kundene til City Syd samtidig som bilene skjules fra gateplanet.

8.2 Holdeplassen

Tillerterminalen er i utgangspunktet ment som en omstigningsplass, hvor passasjerer enkelt skal kunne skifte buss uavhengig av retning. En midtstilt holdeplass, slik som Miljøpakken har utarbeidet, vil være mest gunstig til formålet for Tillerterminalen. Dersom det benyttes en sidestilt holdeplass vil kjøremønsteret bli enklere, men skifte av buss i ulike retninger vil da bli mer tungvint. Da Tiller går mot å få et mer urbant område i fremtiden vil holdeplassen kunne bli mye mer enn en omstigningsplass. Til tross for dette kan det også tenkes at holdeplassen i Østre Rosten kan oppta en del av passasjerene som skal til og fra City Syd. Gruppen velger derfor, i likhet med Miljøpakken, en midtstilt holdeplass hvor skifte av buss blir prioritert.

Til forskjell fra den planlagte løsningen har gruppen valgt en lengre plattform som strekker seg fra rundkjøringen i vest og helt til Prosjektkrysset. På denne måten blir det plass til at fire metrobusser kan betjene holdeplassen samtidig. Det er også en fordel at plattformen strekker seg nærmere skoler og idrettsanlegg på østsiden av Østre Rosten slik at myke trafikanter kan gå langs denne til de skal krysse vegen ved Prosjektkrysset. Dette fører til en sikrere ferdsel langs Sentervegen. For å unngå unødig kryssing av vegen er det valgt å sette opp ledegjerder. I henhold til håndbok N100 Veg- og gateutforming (37, s. 129) skal ledegjerder kun settes opp der kryssing medfører høy ulykkesrisiko. Gruppen velger derfor å sette opp ledegjerder enkelte steder på plattformen for å lede myke trafikanter inn mot gangfeltene og dermed unngå farlige kryssingssituasjoner. Se vedlegg 4 for nærmere plassering av disse. Det er imidlertid ikke nødvendig med ledegjerder mellom leskurene på plattformen da det har blitt lagt til rette for kryssing i gangfelt.

8.3 Tilrettelegging for myke trafikanter

På grunn av noe varierende sikkerhet til myke trafikanter i rundkjøring har gruppen gjort en rekke tilrettelegginger. På grunn av den forlengede plattformen etableres nye gangfelt. Gangfeltet øst for Prosjektkrysset får samme plassering, mens gangfeltet helt vest i Sentervegen blir trukket lenger inn. Dette på grunn av at gangfeltet var plassert nært rundkjøringen hvor bussene skal foreta kryssing av kjøreretning. Ved å trekke gangfeltet lenger inn får bussjåførene bedre sikt og farlige situasjoner kan lettere unngås. For å unngå unødig kryssinger er det også etablert gangfelt midt i terminalen. I henhold til håndbok *V127 Kryssningsteder for gående* (15, s. 17) er dette gangfeltet plassert mer enn 1 m bak og minst 5 m foran der bussen stanser. En annen grunn til å legge gangfelt i midten av terminalen er at det gir tilnærmet lik plassering som dagens gangfelt. På den måten blir det nye gangfeltet satt i sammenheng med allerede etablerte gangstier. Ingen av gangfeltene i Sentervegen opphøyes da gruppen mener at dette vil være til stor ulempe for kollektivtrafikken, samtidig som at farten holdes nede på grunn av belegningsstein i kjørebanelen. Flesteparten av bussene vil stoppe ved denne terminalen, noe som også bidrar til å holde farten nede.

Som nevnt hadde ikke Miljøpakken lagt til rette for syklende. Dette valgte gruppen å gjøre noe med. Separat gang- og sykkelveg er noe som vanligvis innføres der hvor det er mange gående og syklende. Dette er ikke tilfelle i dagens situasjon, men som en langsiktig løsning mot et mer urbant Tiller kan det bli svært aktuelt. På den nordlige siden av Sentervegen etableres dermed en sykkelveg med fortau separert fra kjørebanelen med vegetasjon. Gruppen har benyttet *Tabell 3.3* i håndbok *V122 Sykkelhåndboka* (38, s. 36) for å anslå en bredde på sykkelveg med fortau.

Dagens prosjektkryss har som nevnt sporadisk forekomst av myke trafikanter. Dette fører til at risikoen for ulykker blir større når gangfeltene først benyttes. Gruppen ser derfor nødvendigheten av å gjøre førere mer observante på uventet ferdsel i gangfelt. Et tiltak for dette er opphøyde gangfelt, noe som allerede finnes i Miljøpakkens plan, og som gruppen velger å beholde i gangfeltet sør for Prosjektkrysset. Dette gangfeltet ligger i Østre Rosten hvor fartsgrensen er høyere, og hvor biltrafikken kan forventes økt på grunn av endringer i Sentervegen.

Gruppen foreslår også testing av et annet tiltak i prosjektområdet. Ifølge SINTEF har flere undersøkelser vist at førerens respekt øker for gående ved installering av fotgjengeraktiviserte varsellamper i kjørebanelen eller over skilt (39, s. 19). Dette ga gode effekter med tanke på fartsreduksjon og økt andel vikende. I tillegg virket effektene å holde seg over tid. Kostnaden ved et slikt oppsett vil også være vesentlig lavere enn ved å opprette en vanlig signalregulert overgang.

I Trondheim finnes det allerede et eksempel på en slik type lysvarsling. Som vist på figur 32 er det i Bromstadvegen på Strindheim et vanlig blått fotgjengerskilt med en lampe over. Lyset vil i tillegg være en positivt ting i mørket, da gående og syklende kan være vanskelige å se grunnet mangel på refleks. Det har dog vært et problem at gående som ikke benytter gangfeltet detekteres av denne typen sensorer. Gruppen anser dette som et mindre problem rundt Prosjektkrysset da de fleste gående benytter gangfeltet når de først går der.

Gruppen har tro på at disse tilretteleggingene vil bedre myke trafikanters behov i tilknytning Tillerterminalen. Dette spesielt på grunn av at Sentervegen stenges for alle motoriserte kjøretøy med unntak buss i rute. På den måten kan hovedtrekkene i Miljøpakkens løsning for både Sentervegen og Prosjektkrysset ivaretas uten at det føles kaotisk. Når kun myke trafikanter og kollektivtrafikk prioriteres kan disse lettere skape en god dynamikk sammen.



Figur 32: Lys over fotgjengerskilt på Strindheim (Google Maps)

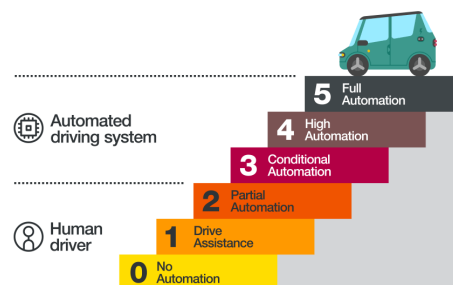
9 FoU – utviklingen av autonome kjøretøy

I dette kapitlet vil gruppen ta for seg utviklingen av autonome kjøretøy og hvordan dette kan bidra til å endre dagens transportsystem. Det blir også tatt for seg hvor langt Norge har kommet i denne utviklingen og blant annet sett mer på selvkjørende buss.

9.1 Intro

Autonome kjøretøy eller førerløse biler er forventet å bli en viktig brikke i fremtidens transportsystem. De amerikanske selskapene Tesla, Uber og Waymo, datterselskap av Google, er de som blant annet har satset mest på denne teknologien. En vanlig måte å fremstille utviklingen av førerløse biler er ved de fem gradene av autonomitet slik vist på figur 33. Tilbake i 2015 kunne Tesla tilby flere el-biler med en teknologi tilsvarende nivå 2. Bilene var i stand til å kjøre selv, skifte fil og avpasse farten i forhold til andre biler, men føreren måtte kontinuerlig følge med. Google var også like bak med testing av sin førerløse bil i 2017.

Ifølge Elon Musk (40), grunnleggeren av Tesla, vil 2019 bli et sentralt år for førerløse biler. Han forventer at Teslas Autopilot 2.0 vil kunne fungere i nivå 5, full automatikk, og hevder autopiloten vil bli to til tre ganger bedre enn menneskelige sjåførere. Nå skal det også nevnes at Musk er en mann som sikter høyt, og har allerede nevnt i et intervju at de ligger litt bak skjema.



Figur 33: Viser de ulike gradene av automatisering (DZone)

9.2 Muligheter og utfordringer

Mulighetene er mange for førerløse biler. Ifølge teknologirådet (41) har menneskelig svikt skyld i hele 90% av trafikkulykkene. Med teknologi som sørger for at bilen kontinuerlig følger med på veien og reagerer umiddelbart ved uventede situasjoner kan trafikknettet bli mye tryggere. I tillegg kan kjøretøy i nivå 5 være i stand til å frakte folk som normalt ikke ville kjørt selv, slik som barn, blinde og eldre. Dette vil i stor grad bidra til å gjøre samfunnet mer mobilt. På den andre siden vil helautomatiserte biler være mer sårbare i forhold til nettverksammenbrudd eller hacking. Følelsen av å være overvåket av aktører og myndigheter øker, og en form for frihet og personvern kan mistes. Mange skremmes også av det faktum at det allerede har inntruffet en dødsulykke i forbindelse med dette. Den 19. mars 2018 i Phoenix USA ble en kvinne påkjørt og drept av Uber sin selvkjørende bil da hun krysset vegen utenfor gangfeltet. Ekspertene mener ulykken burde vært unngått og at feilen lå hos bilens laser- og radarsystem (42). Hvem får da ansvaret når en slik ulykke først inntreffer?

9.3 I Norge

I Norge trådte det i kraft en ny lov 1. januar 2018. Loven gir aktører mulighet til å teste ut selvkjørende kjøretøy på norske veier, dersom det gjennom en søknad kan vise til at kjøretøyet fint kan manøvrere seg selv. Den krever likevel at det må være en observatør i kjøretøyet til enhver tid, som kan gripe inn dersom det oppstår farlige situasjoner (43).

En undersøkelse gjennomført av TØI (44) viser til at to av tre nordmenn er skeptiske til at autonome kjøretøy skal testes ut i Norge. De eldre viser seg å være mer skeptisk, og kvinner noe mer enn menn. Seniorforsker Gunnar Deinboll Jenssen ved Sintef tror ikke det handler om at folk er redd for at teknologien skal svikte, men mer om det å miste kjøregleden og kontrollen over eget kjøretøy.

9.3.1 Prosjekt Borealis

Statens Vegvesen (45) har også engasjert seg i autonome kjøretøy gjennom et prosjekt kalt Borealis. Sammen med finske forskere har de opprettet en 40 km lang vegstrekning i Troms hvor intelligente transportsystemer skal utvikles og testes ut. Teststrekningen ligger langs E8 fra Skibotn til grensebyen



Figur 34: Platooning med fire vogntog (Scania)

Kilpisjärvi og er en krevende vinterveg med økende grad av tungtrafikk. Den finske forskeren Stefan Söderholm mener prosjektet er helt avgjørende for å teste om autonome biler vil klare seg på vegen både i Norge, men også ellers i verden. Våren 2018 ble det gjennomført en test hvor tre vogntog kjørte i 70km/t med bare to sekunders avstand. Dette kalles internasjonalt for platooning og styres ved at vogntog nummer to eller tre i rekken er koblet til første vogntog ved hjelp av radar- og kamerateknologi. Testen viste at ved denne trådløse seriekoblingen av vogntogene kunne det oppleves en drivstoffreduksjon på 8% (46).

9.3.2 Selvkjørende busser

Utprøving av selvkjørende kjøretøy gjelder ikke bare biler. I Teknisk ukeblad (47) står det om hvordan samferdselsdepartementet i januar 2018 også godkjente den første ruten for selvkjørende buss i Norge. Kollektivselskapet Kolumbus i Rogaland hadde æren av å sette den første bussen til verks gjennom en testperiode fra juni til desember samme år. Bussen fulgte en fastsatt trasé på 1,2 km og fraktet folk til og fra jobb på Forus mellom Sandnes og

Stavanger (48). I henhold til vilkår og regelverk hadde bussen en fartsbegrensning på 12 km/t og det måtte alltid være en operatør ombord. Erfaringer tilsa at bussen taklet alle andre trafikanter med glans, men at det oppsto noen utfordringer med forbikjøringer hvor biler kom så nærme at sensorer utløste bråbremsing av bussen. Kolumbus har nå søkt om å få øke hastigheten på bussen som en videre løsning på dette (48).



Figur 35: Viser Kolumbus sin selvkjørende buss i Stavanger (Kolumbus.no)

I tillegg til prosjektet på Forus ble det også gjennomført et liknende testprosjekt på Fornebu, Oslo hvor to selvkjørende busser fraktet badegjester mellom Fornebu S og badeplassen Storøyodden (49).

Passasjerene hadde en positiv opplevelse og ble tryggere på selvkjørende buss under testperioden. Medtrafikanter ble dermed litt usikre når de ikke fikk øyekontakt med en sjåfør i kjøretøyet (50).

Kollektivselskapet Ruter som er en av aktørene bak prosjektet på Fornebu har nå inngått en avtale om leie av flere selvkjørende busser. Gjennom et samarbeid med Statens Vegvesen og Oslo Kommune forventes det at opp mot 50 selvkjørende busser blir å ferdes i trafikken i Oslo innen 2021. Målsettingen er da at kjøretøyene skal ha en høyere hastighet opp mot 25 km/t (51).

10 Diskusjon

I dette kapittelet blir metoder og litteratur benyttet i prosjektoppgaven drøftet og vurdert. Utfordringer gruppen har stått ovenfor og valg som er gjort forklares.

Tidlig i forprosjektet kunne gruppen merke at prosjektet på Tiller var både komplekst og sammensatt. Gruppen tok fatt på oppgaven med et utgangspunkt i det signalregulerte X-krysset, men innså etter hvert at oppgaven kunne åpnes opp mer og da spesielt inn mot knutepunktet i Sentervegen. Dette ble gjort på bakgrunn av gruppens økende interesse for metrobusprosjektet. I og med at oppgavens avgrensning var noe åpen i starten, har problemstillingen derfor måtte forme seg underveis. Likevel har dette fungert, da gruppen har fått en større forståelse av prosjektet etterhvert og på den måten vært i bedre stand til å forme oppgaven.

Det ble kun gjennomført én befaring i den første prosjektfasen. Dette for å danne seg et førsteinntrykk av området før gruppen visste noe særlig om prosjektet. Befaringen var på vinterstid noe som påvirket opplevelsen. Gruppen så ikke all vegoppmerking, store brøytekanter dekket sikt og det foregikk byggearbeider som avgrenset krysset. Samtidig som dette hindret gruppen for å se alt i helhet, fikk det også frem utfordringene knyttet til vinterdrift. Gruppen hadde planer om å dra på flere befaringer med mer konkrete formål, men så ikke dette behovet senere. Ved hjelp av gode karttjenester som blant annet Google Maps med street view og gruppens lokale kjennskap til området veide dette oppe for ytterligere befaring.

Gruppen fikk tidlig tilgang på fremtidige planer og analyser utarbeidet av profesjonelle aktører. Dette har påvirket gruppens synspunkt og tankesett underveis. Da det fra starten av har foreligget en konkret plan har det vært vanskelig å se bort fra denne og gjøre en nøytral vurdering. Selv om Miljøpakken konkluderte med at rundkjøring var beste krysstypen har aktører som Statens Vegvesen og Politiet i senere tid uttalt seg i mediene om at de sterkt misliker planen om fjerning av signalreguleringen (52). Dette betyr at det nødvendigvis ikke finnes bare én riktig løsning. Denne uttalelsen inntraff like før ferdigstilling av bacheloren og medførte at Miljøpakkens gjennomføring av prosjektet ble mer tvilsom. Det er nå opp til vegdirektoratet om signalreguleringen kan fjernes. Gruppen føler uttalelsen til vegvesenet og politiet har styrket saken om å utrede en alternativ løsning for krysset og Tillerterminalen.

Valg av krysstypen har basert seg på en litteraturstudie og innsamlet ulykkesstatistikk. Ved profesjonelle bedrifter er det vanlig å benytte programmer til å simulere trafikk for å kontrollere hvilke løsninger som går og ikke. Dette er ikke benyttet i denne oppgaven da omfanget er begrenset på grunn av tid. Likevel har gruppen bidratt til at prosjektet vurderes fra et annet perspektiv. Vurderingen gruppen har gjort hviler i stor grad på trafiksikkerhet noe som har svært viktig i denne sammenheng. I starten av litteraturstudiet hadde gruppen sett for seg å finne noen studier hvor signalregulerte kryss hadde blitt endret til rundkjøringer, og på denne måten høste erfaringer fra disse tilfellene. Dette ble derimot ikke så

lett å finne. Gruppen tok derfor en beslutning på å innhente nok informasjon på de to krysstypene hver for seg for å legge dette til grunn for valget. I og med at vegfaget er erfaringsbasert og hele tiden i endring, mente gruppen at internett var beste søkeområde for litteraturen. Her kommer det hele tiden oppdatert litteratur og uttalelser fra en rekke sentrale fagfolk.

I tillegg til litteraturen lå også ulykkesstatistikken for lignende kryss i Trondheim til grunn for valget. Letingen etter kryss i Trondheim baserte seg på lokal kunnskap og digitale kart. Om de utvalgte kryssene er de som ligner Prosjektkrysset mest er usikkert, men gruppen mener å ha hatt god oversikt og sjekket samtlige aktuelle kryss i Trondheim. Utvalget av kryss er selvfølgelig begrenset av Trondheim som område og gruppen vurderte i tillegg om det kunne være aktuelt å lete andre steder. Dette ble likevel avfeid da det hadde vært for tidkrevende å sjekke alle mulige kryss uten noen form for avgrensning. Gruppen valgte i tillegg å begrense tidsperioden for statistikken til 20 år. Dette fordi kryssene hadde ulik alder og gruppen ønsket å danne et sammenligningsgrunnlag. En periode på 20 år ga nok data til å se tendenser i statistikken. Likevel er det usikkert om kryssene har hatt samme utforming og regulering i alle disse årene. Gruppen undersøkte enkelte kryss, men det var ikke mye informasjon å finne om dette. Det er også viktig å påpeke at statistikken utarbeidet ligger til grunn for å se tendenser med krysstypene. Konklusjoner for Prosjektkrysset er ikke alene basert på dette. Det har også vært en del usikkerhet rundt de fire kryssene og hvordan arbeidet med disse skulle relateres til valget. Tanken bak de fire kryssene var å se ulike løsninger for myke trafikanter og hvordan disse kunne påvirke ulykkesbildet. Gruppen er likevel i tvil om arbeidet lønte seg og om statistikken har bidratt så mye til valg av krysstype.

Gruppen hadde tidlig et inntrykk av at myke trafikanter ikke var spesielt ivaretatt i Miljøpakkens foreliggende plan. Det var derfor litt underforstått at gruppen måtte foreslå eller utarbeide en alternativ løsning til slutt. Likevel var ikke utarbeidelse av en alternativ løsning noe bestemt mål fra starten, men en arbeidsoppgave gruppen kunne påta seg dersom det ble nok tid på slutten. Den alternative løsningen har igjen vært sentral for utformingen av krysset. Da gruppen tok et valg om å ha rundkjøring i Prosjektkrysset, ble dette gjort med viten om at myke trafikanter da måtte få spesiell tilrettelegging rundt krysset. Det ble derfor essensielt for oppgavens del at gruppen fikk tid til å utarbeide denne og vise at dette var mulig.

Under utarbeidelsen av den alternative løsningen har gruppen benyttet en DWG-filen som inneholdt Miljøpakkens løsning. Da løsningen kun er en endring av en annen plantegning i 2D er det mange faktorer som ikke har blitt undersøkt. Dersom det skal planlegges og bygge en ny løsning må denne få en fullverdig prosjektering i 3D og undersøkes opp mot blant annet terreng og andre tekniske installasjoner. Gruppen vet derfor ikke om denne løsningen er hundre prosent gjennomførbar, men basert på den eksisterende planen og det flate terrenget er det stor sannsynlighet for det. Samtidig er det viktig å presisere at løsningen er en skisse, men at gruppen likevel har benyttet SVV sine håndbøker i utarbeidelsen.

Når det kommer til selve forslaget tror gruppen at en stenging av Sentervegen for biler kan være vanskelig å få gjennomslag for. Denne avgjørelsen krever at det må skje tilrettelegginger flere steder rundt om på området. Likevel føler gruppen at dette er noe som gir tilstrekkelig sikkerhet for myke trafikanter i sammenheng med den midtstilte holdeplassen. Det er vanskelig å si hvor mange gående som vil ferdes i området når den nye metrobussen kommer. Løsningen kan derfor være overdimensjonert med tanke på myke trafikanter. Med fremtidige planer for Tiller i bakhodet tror gruppen likevel planen vil være godt rustet for fremtiden. At biler blir hindret i å kjøre Sentervegen kan også bidra til å gjøre området mer urbant. Samtidig som det er bedre for miljøet om flere finner det enklere å reise kollektivt.

Gruppen valgte i et FoU-kapittel å ta for seg utviklingen av autonome kjøretøy. Denne obligatoriske forskningsdelen kan fremstå noe tilfeldig sett helhetlig på rapporten. Likevel er temaet som tas opp høyst relevant. Teknologien som ligger like rundt hjørne kan bidra til å revolusjonere vegsystemet og gi et helt annet bilde på trafikksikkerheten. Kanskje kan alle trafikantgruppene ivaretas bedre med den nye teknologien. Gruppen mener derfor at som ingeniører innen vegplanlegging er det viktig å holde seg oppdatert på denne utviklingen. Det skal dog nevnes at dette kapittelet ble skrevet tidlig i bachelorperioden, og på det tidspunktet bacheloren publiseres kan utviklingen ha kommet lengre og nye endringer i teknologien kan ha inntruffet.

Sett tilbake på bachelortiden og arbeidet med oppgaven har gruppen gjort seg noen tanker om prosessen. Det har vært et lærerikt halvår preget av både opp og nedturer, et godt samarbeid og faglige diskusjoner. Gruppen har gjennom hele oppgaven hatt jevnlige møter hvor status og fremgang har blitt diskutert. Dette har sørget for at alle i gruppen har vært innforstått med sine arbeidsoppgaver og forhindre dobbeltarbeid i ettetid. Gruppen mener at dette, sammen med det faktum at gruppemedlemmene har sittet på grupperom gjennom hele perioden, har styrket samarbeidet. Det viktigste har vært kommunikasjonen og at alle har vært oppdatert til enhver tid. To dager i uken har blitt benyttet på grupperom hos bedriften Rambøll. Dette har bidratt til at gruppen har fått en bedre forståelse av arbeidshverdagen og hvordan miljøet hos en slik bedrift kan være. Dette var også et av målene gruppen hadde satt seg fra begynnelsen.

En ting gruppen mener er viktig å ta med seg videre og som erfart, både gjennom samtale med fagfolk på Rambøll og gjennom selve prosjektet, er at mye av arbeidet med vegprosjekter handler om prioriteringer. Det er vanskelig å ivareta alle trafikantgrupper på samme plan, og det er derfor nødvendig å gjøre valg. I tillegg er det mange aktører som har en finger med i spillet når store prosjekter slik som det på Tiller gjennomføres. Gruppen fikk et inntrykk av at Miljøpakkens løsning var så godt som spikret. Likevel ble det raskt erfart at sentrale aktører som politiet og vegvesenet hadde noe å si. Dette er derfor verdt å ta med seg videre når gruppemedlemmene nå straks skal ut i arbeid.

11 Konklusjon

Gjennom arbeidet med prosjektoppgaven har gruppen fått et grunnlag til å besvare de tre spørsmålene i problemstillingen: *Er rundkjøring bedre enn signalregulert X-kryss? Bli myke trafikanter behov ivaretatt? Kan et alternativt løsningsforslag være bedre for myke trafikanter?*

I løpet av oppgaven har gruppen konkludert med at rundkjøring er den beste løsningen for Prosjektkrysset, og er dermed en bedre løsning enn dagens signalregulert X-kryss. Valget er blant annet basert på at rundkjøring kan gi mindre ulykker og bedre fremkommelighet.

Gruppen konkluderer videre med at myke trafikanter behov ikke er tilstrekkelig ivaretatt i Miljøpakkens plan. Planen tar høyde for at alle kan ferdes gjennom Sentervegen noe gruppen mener går på bekostning av sikkerheten. Sammen med metrobussens store fokus har dermed myke trafikanter falt litt utenfor denne gangen.

Gruppen har utarbeidet en alternativ løsning for Tillerterminalen som de mener er bedre, særlig for myke trafikanter. Hovedtrekkene i Miljøpakkens plan beholdes, men det er valgt å gå drastisk til verks ved å stenge Sentervegen for alle motoriserte kjøretøy med unntak buss i rute. Dermed er det kun myke trafikanter og kollektivtrafikk som prioriteres og disse kan på en enklere måte skape god dynamikk sammen. Gruppen har stor tro på at dette vil bedre både sikkerheten og fremkommeligheten i prosjektområdet.

Referanser

1. Vegkart [Internett]. Statens Vegvesen; 2019 [hentet 7. feb 2019]. Tilgjengelig fra: [https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/hva:\(~\(farge:'0_0,id:570\)\)/@272252_7021235,8](https://www.vegvesen.no/vegkart/vegkart/#kartlag:geodata/hva:(~(farge:'0_0,id:570))/@272252_7021235,8).
2. AtB. Trondheimsområdet, linjekart fra 3. august [Internett]. AtB; 2019 [hentet 12. feb]. Tilgjengelig fra: https://www.atb.no/getfile.php/1316513-1557316296/Rutekart_2019/AtB_linjekart%20august%202019.pdf.
3. Bydelskart Tiller og Hårstadmarka - Før ferdigstilling av Tillerterminalen [Internett]. AtB; 2019 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.atb.no/trondheim-sor-klabu-og-melhus/tiller-og-harstadmarka-article13050-1690.html>.
4. Hestenes I. Metrobusstasjoner med arbeidsnavn: AtB; 2017.
5. Linjer og kart - Linjenummer, trasé og frekvens [Internett]. AtB; 2019 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.atb.no/2019/linjer/>.
6. Rutetabell for linje 43: Okstad - Tiller - Heimdal - Ringvål [Internett]. AtB; 2018 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: https://www.atb.no/getfile.php/1328565-1544185250/Rutetabeller/Host18/AtB_rute43_h18.pdf.
7. Kullerud A. Metropussprosjekt, Miljøpakken. In: Støre S, Høgstad A, Teien C, editors.: Trondheim Kommune; 2019.
8. Planbestemmelser [Internett]. Trondheim Trondheim Kommune; 2015 [hentet 12. feb 2019]. Tilgjengelig fra: https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/kommuneplan/kdp_tiller_k20110003/3_planbestemmelser.pdf/.
9. Haugen L. Slik ser de for seg nye Tiller sentrum [Internett]. Adressa; 2015 [28. okt; hentet 12. feb 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.adressa.no/nyheter/trondheim/heimdal/2015/10/28/Slik-ser-de-for-seg-nye-Tiller-sentrum-11737640.ece>.
10. Rambøll. Trafikksikkerhetsrevisjon - Byggeplan Tiller knutepunkt. Trondheim: Rambøll; 2018 14. feb. Report No.: 1350028803.
11. Statens Vegvesen. Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. Håndbok V121. Oslo: Vegdirektoratet; 2014.
12. Statens Vegvesen. Nullvisjonen, rapport nr: 3-2007 [Internett]. Vegdirektoratet, Veg- og trafikkavdelingen, Trafikksikkerhetsseksjonen; 2006 [hentet 21. feb 2019]. Tilgjengelig fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/191178/1/Nullvisjonen.pdf>.
13. Statens Vegvesen. Om ulykkesstatistikk [Internett]. Statens Vegvesen; 2018 [hentet 21. feb 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/trafikksikkerhet/Ulykkesdata/om-ulykkesstatistikk>.
14. Statistisk Sentralbyrå. Trafikkulykker med personskade [Internett]. Statistisk Sentralbyrå; 2018 [hentet 21. feb 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/09011/>.
15. Statens Vegvesen. Kryssingsteder for gående. Håndbok V127: Vegdirektoratet; 2017.
16. Elvik R. 1.6 Rundkjøringer [Internett]. Trafikksikkerhetshåndboken (TØI); 2015 [hentet 21. feb 2019]. Tilgjengelig fra: <https://tsh.toi.no/doc622.htm>.

17. Terje Gievær, Ørjan M. Tveit. Rundkjøringer og kollektivtrafikkens fremkommelighet, rapport STF50 A06048 [Internett]. SINTEF Teknologi og samfunn; 2006 [Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_og_samfunn/veg-og-samferdsel/rapporter/a06048_rundkjoringer-og-kollektivtrafikkens-fremkommelighet.pdf].
18. Høye A. Trafikksikkerhetseffekter av signalregulering av kryss - TØI rapport 1396/2015 [Internett]. Transportøkonomisk Institutt; 2015 [hentet 4. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php/1342347/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2015/1396-2015/1396-2015%20EI.pdf>.
19. Høye A. 3.9 Signalregulering i kryss [Internett]. Trafikksikkerhetshåndboken (TØI); 2015 [hentet 7. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://tsh.toi.no/doc658.htm>.
20. Høyre A. Trafikksikkerhet for syklistene [Internett]. Oslo TØI; 2017 [hentet 20. feb 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=46551>.
21. Statens Vegvesen. Trafikksignalanlegg. Håndbok N303. Oslo: Vegdirektoratet; 2012.
22. Moen B. Fjernet forhatt lyskryss i natt [Internett]. Drammens tidende; 2016 [hentet 4. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.dt.no/trafikk/drammen/nyheter/fjernet-forhatt-lyskryss-i-natt/s/5-57-442114>.
23. Øhrn C. Åpner for løsning for lyskryss i Telthusgata i Drammen [Internett]. Buskerud fylkeskommune; 2016 [hentet 4. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <http://www.bfk.no/Nyheter/Samferdsel/Apner-for-losning-for-lyskryss-i-Telthusgata-i-Drammen/>.
24. Hognestad S. Evaluering - Dobbeltdedde buss i Bergen, rapport 1350015767 [Internett]. Rambøll; 2016 [hentet 14. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.skyss.no/globalassets/strategiar-og-fagstoff/fagrapportar-og-utgreiingar/2016/evaluering-ramboll.pdf>.
25. Solem K. Er det greit at mange gjerne bryter trafikkreglene dersom det gir dem en gevinst? [Internett]. Statens Vegvesen; 2016 [hentet 24. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://vegnett.no/2016/08/er-det-greit-at-mange-gjerne-bryter-trafikkreglene-dersom-det-gir-dem-en-gevinst/>.
26. NAF. Slik kjører du i rundkjøringer [Internett]. NAF; 2017 [hentet 24. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.naf.no/tips-og-rad/i-trafikken/lover-og-regler/slik-kjorer-du-i-rundkjoringer/>.
27. Gjensidige. Alltid vikeplikt fra venstre i rundkjøringen? [Internett]. Gjensidige; 2017 [hentet 24. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.gjensidige.no/privat/nytt/05-17/alltid-vikeplikt-fra-venstre-i-rundkjoringen>.
28. Lofotposten. Vanskelig med rundkjøring [Internett]. Lofotposten; 2012 [hentet 24. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.lofotposten.no/lokale-nyheter/vanskelig-med-rundkjoring/s/1-71-6041165>.
29. Blaker M. Nordmenn surrer i rundkjøringer [Internett]. Nettavisen; 2012 [hentet 24. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.nettavisen.no/side3/motor/nordmenn-surrer-i-rundkjoringer/3389862.html>.
30. Gjervik MB, Holen DC, Petterson S. Kandidatoppgave [Internett]. 2014 [hentet 11. mar 2019]. Tilgjengelig fra: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/302384/Eksamen%2BTLB%2B251%2B-%2BMalin%2BGjervik_prcent_2C%2BDan%2BHolen_prcent_2C%2BStine%2BPetterson.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

31. Leth-Olsen L. Biler og busser kjører på rødt lys [Internett]. Adressa; 2015 [hentet 24. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.adressa.no/nyheter/trondheim/2015/11/19/Biler-og-busser-kjører-på-rødt-lys-11823297.ece>.
32. Forskrift om kjørende og gående trafikk (trafikkregler) [Internett]. lovdata.no: Samferdsesdepartementet; 2004 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1986-03-21-747>.
33. Johannesen S. Trafikkregler for gående [Internett]. Tiltakskatalog for transport og miljø; 2011 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-4-tilrettelegging-gange/b-4-4/>.
34. Johannesen S. Sammenheng mellom utforming, fart og vikepliktpraksis i ikke signalregulerte gangfelt [Internett]. Trondheim: NTNU; 2007 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://core.ac.uk/download/pdf/52097287.pdf>.
35. Berger M. Har bilene vikeplikt hvis du sykler over et gangfelt? [Internett]. Statens Vegvesen; 2017 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://vegnett.no/2017/04/har-bilene-vikeplikt-hvis-du-sykler-over-et-gangfelt/>.
36. Løkken R. -Tilfeldighetene avgjør hvem som viker [Internett]. Syklistenes Landsforening 2017 [hentet 1. apr 2019]. Tilgjengelig fra: <https://syklistene.no/aktuelt/tilfeldighetene-avgjør-hvem-som-viker/>.
37. Statens Vegvesen. Veg- og gateutforming. Håndbok N100. Oslo: Vegdirektoratet; 2014.
38. Statens Vegvesen. Sykkelhåndboka. Håndbok V122. Oslo: Vegdirektoratet; 2014.
39. Sakshaug K, Tveit Ø. Plassering og sikring av krysssteder for gående [Internett]. SINTEF; 2005 [hentet 19. mar 2019]. Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_og_samfunn/veg-og-samferdsel/a04329_sikring-av-kryssingssteder-for-gaende.pdf.
40. Lambert F. Tesla CEO Elon Musk: 'self-driving will encompass all modes of driving by the end of next year' [Internett]. Electrek; 2018 [hentet 14. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://electrek.co/2018/03/11/tesla-ceo-elon-musk-self-driving-next-year/>.
41. Valevatn J. Førerløse biler – behov for politisk styring? [Internett]. Teknologirådet; 2016 [hentet 12. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://teknologiradet.no/forerlose-biler-behov-for-politisk-styring/>
42. Ekspert: Den førerløse bilen burde avverget dødsulykken [Internett]. NRK; 2018 [hentet 13. mar 2019]. Tilgjengelig fra: https://www.nrk.no/urix/ekspert_-den-forerlose-bilen-burde-avverget-dodsulykken-1.13974019.
43. Lov om utprøving av selvkjørende kjøretøy [Internett]. Lovdata; 2017 [20. jul 2018; hentet 11. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-12-15-112>.
44. Berg S. To av tre skeptiske til selvkjørende biler – selv bør vi kutte ned på dagdrømming bak rattet [Internett]. Adressa; 2017 [hentet 13. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.adressa.no/pluss/nyheter/2017/07/06/To-av-tre-skeptiske-til-selvkjørende-biler---selv-bør-vi-kutte-ned-på-dagdrømming-bak-rattet-14985921.ece>.
45. Et steg nærmere førerløse biler [Internett]. Statens vegvesen; 2018 [hentet 13. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/Europaveg/e8borealis/nyhetsarkiv/et-steg-naermere-forerlose-biler>.

46. Husum D. Seriekoblede vogntog testet på teststrekningen på E8 Borealis [Internett]. Transport og logistikk; 2018 [hentet 15. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://transportlogistikk.no/artikler/seriekoblede-vogntog-testet-pa-teststrekningen-pa-e8-borealis/437227>.
47. NTB. Første rute for selvkjørende buss i Norge er godkjent [Internett]. Teknisk Ukeblad; 2018 [hentet 12. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/forste-rute-for-selvkjorende-buss-i-norge-er-godkjent/437303>.
48. Andersen I. Den førerløse bussen kjører for sakte: Plages av stygge forbikjøringer [Internett]. Teknisk Ukeblad; 2018 [hentet 12. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/den-forerlose-bussen-kjorer-for-sakte-plages-av-stygge-forbikjoringer/446367>.
49. Andersen I. For tre dager siden ble den første selvkjørende bussen satt i rute. Nå er neste i rekken klar [Internett]. Teknisk Ukeblad; 2018 [hentet 13. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/for-tre-dager-siden-ble-den-forste-selvkjorende-bussen-satt-i-rute-na-er-neste-i-rekken-klar/440004>.
50. 10 000 passasjerer testet selvkjørende buss [Internett]. Bærum Kommune; 2018 [17. des 2018; hentet 12. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.baerum.kommune.no/aktuelt/10-000-passasjerer-testet-selvkjorende-buss/>.
51. Riaz W. Ruter har inngått avtale om leie av opptil 50 selvkjørende kjøretøyer – de første kommer i vinter [Internett]. Aftenposten; 2018 [hentet 12. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.aftenposten.no/osloby/i/p6eGGX/Ruter-har-inngatt-avtale-om-leie-av-opptil-50-selvkjorende-kjoretoyer--de-forste-kommer-i-vinter>.
52. Hanssen T. Politiet frykter for sikkerheten til forgjengere etter ombygging av kryss ved City Syd [Internett]. Adressa.no: Adressa; 2019 [hentet 28. mar 2019]. Tilgjengelig fra: <https://www.adressa.no/pluss/2019/03/28/Politiet-frykter-for-sikkerheten-til-fotgjengere-etter-ombygging-av-kryss-ved-City-Syd-18744440.ece>.

Figurliste

Figur 1: Bilde tatt på befaring 01.02.19	3
Figur 2: Viser litteraturstudiets ulike aktører	5
Figur 3: Kart over området der Prosjektkrysset er markert i rødt (Google Maps)	7
Figur 4: Prosjektkrysset utformet som et signalregulert X-kryss	8
Figur 5: Prosjektkrysset med fartsgrenser og vegoppmerking.	8
Figur 6: Prosjektkrysset med ÅDT og andel tunge kjøretøy	9
Figur 7: Antall involverte trafikantgrupper i ulykker	10
Figur 8: Typer ulykker som har inntruffet i Prosjektkrysset.....	10
Figur 9: Overgangsbrosør for Prosjektkrysset (Google Maps).....	11
Figur 10: Snølagring som sperrer fortau og gir dårlig sikt. Bilde tatt på befaring	12
Figur 11: Utforming av Tillerterminalen (Multiconsult).....	13
Figur 12: Planløsning for prosjektområdet (Are Kullerud, Trondheim Kommune).....	14
Figur 13: Plassering av gangfelt og ulike kjøreretninger i Sentervegen (Are Kullerud, Trondheim Kommune)	15
Figur 14: Forslag til utforming av Tiller sentrum. (Dyrvik arkitekter, Adressa).....	16
Figur 15: Mulighetsstudie av fremtidens Tiller sentrum (Dyrvik Arkitekter).....	16
Figur 16: Konfliktpunkter i X-kryss og rundkjøring (SINTEF)	20
Figur 17: Metrobussen i Trondheim (Van Hool, Nettbuss).....	25
Figur 18: Situasjon som lett kan skape konflikt (Knut August Johansen).....	30
Figur 19: Oversiktskart over de ti utvalgte kryssene i Trondheim (Google Maps).....	33
Figur 20: Ulykkesstatistikk for X-kryss vs. rundkjøring	34
Figur 21: Signalregulert X-kryss på Byåsen (Google Maps).....	35
Figur 22: Typer ulykker som har inntruffet i krysset på Byåsen	36
Figur 23: Signalregulert X-kryss på Tempe (Google Maps)	37
Figur 24: Typer ulykker som har intruffet i krysset på Tempe.....	37
Figur 25: Rundkjøring på Lade (Google Maps)	39
Figur 26: Typer ulykker som har inntruffet i rundkjøringen på Lade.....	39

Figur 27: Rundkjøring på Voll (Google Maps)	41
Figur 28: Typer ulykker som har inntruffet i rundkjøringen på Voll	42
Figur 29: Gruppens forslag til Tillerterminalen og Prosjektkrysset	46
Figur 30: Miljøpakkens løsning for Tillerterminalen og Prosjektkrysset (Trondheim kommune)	47
Figur 31: Alternative ruter for biltrafikk inn til City Syd og Ivar Lykkes veg (Google Maps).....	48
Figur 32: Lys over fotgjengerskilt på Strindheim (Google Maps).	51
Figur 33: Viser de ulike gradene av automatisering (DZone).	52
Figur 34: Platooning med fire vogntog (Scania).....	53
Figur 35: Viser Kolumbus sin selvkjørende buss i Stavanger (Kolumbus.no).....	54

Tabelliste

Tabell 1: Fordeler og ulemper med rundkjøring.....	31
Tabell 2: Fordeler og ulemper med signalregulert X-kryss.....	32

Vedleggsliste

1. Metrobusstasjoner
2. Miljøpakkens plan for kollektivknutepunkt i Sentervegen
3. Ti kryss i Trondheim
4. Gruppens forslag til Tillerterminalen
5. Artikkel
6. Plakat
7. Avviksmelding

Vedlegg 1

Metrobusstasjoner

METROBUSSTASJONER med arbeidsnavn

29.06.17

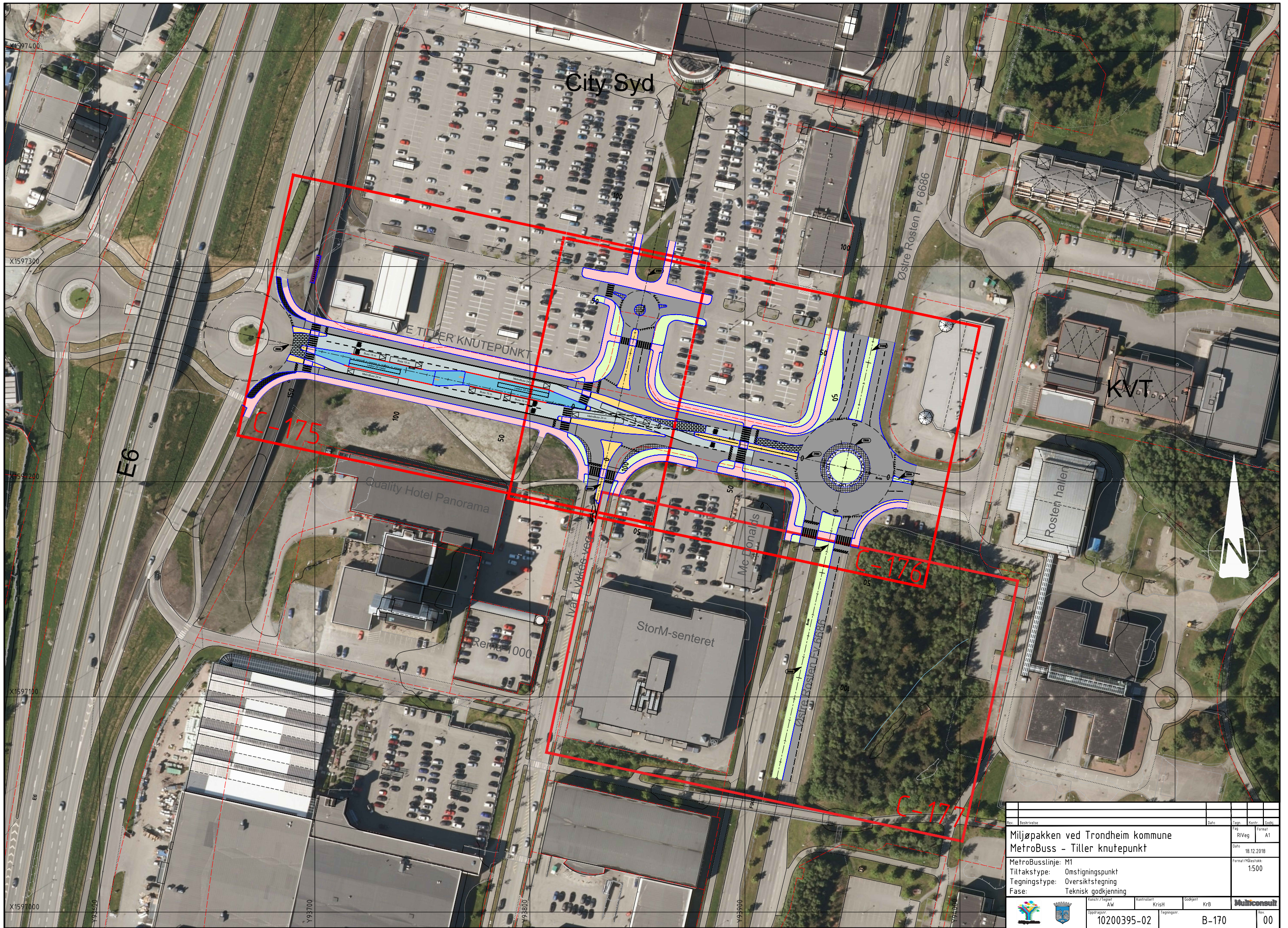


ATB Ingvild Hestenes

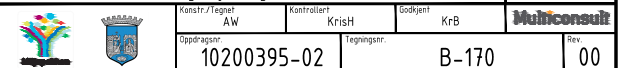
Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

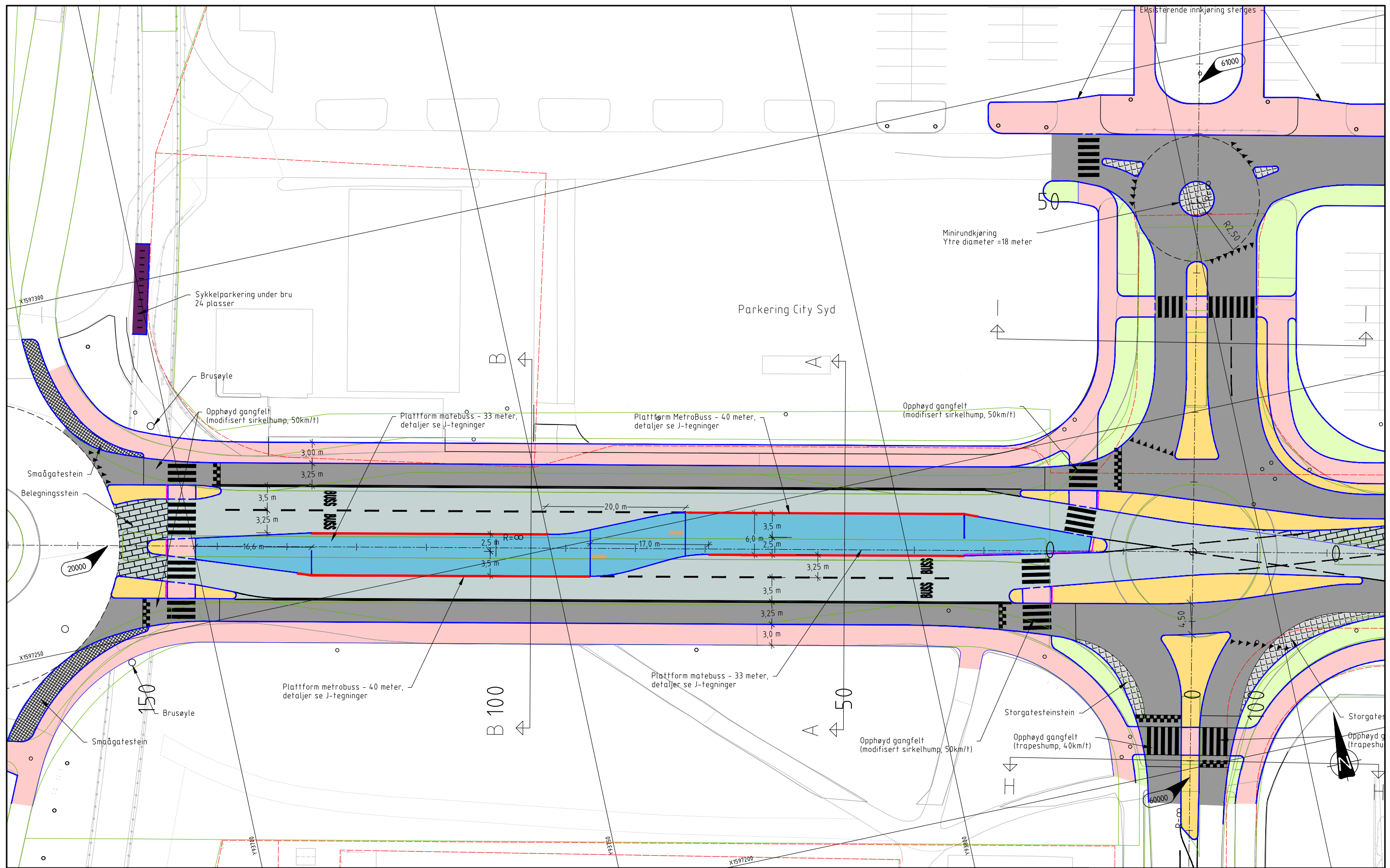
Vedlegg 2

Miljøpakkens plan for kollektivknutepunkt i Sentervegen



Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn	Kontr	Godkj
	Miljøpakken ved Trondheim kommune		RiVeg		A1
	MetroBuss - Tiller knutepunkt	18.12.2018			
	MetroBusslinje: M1				1:500
	Tiltakstype: Omsigningspunkt				
	Tegningstype: Oversikts-tegning				
	Fase: Teknisk godkjenning				
	Prosjekt / Region	Kontraktør	Godkjent		
	AW	KrisH	KrB		
	Oppdragsgiver	Tegningsser			
	10200395-02				
		B-170			
					00



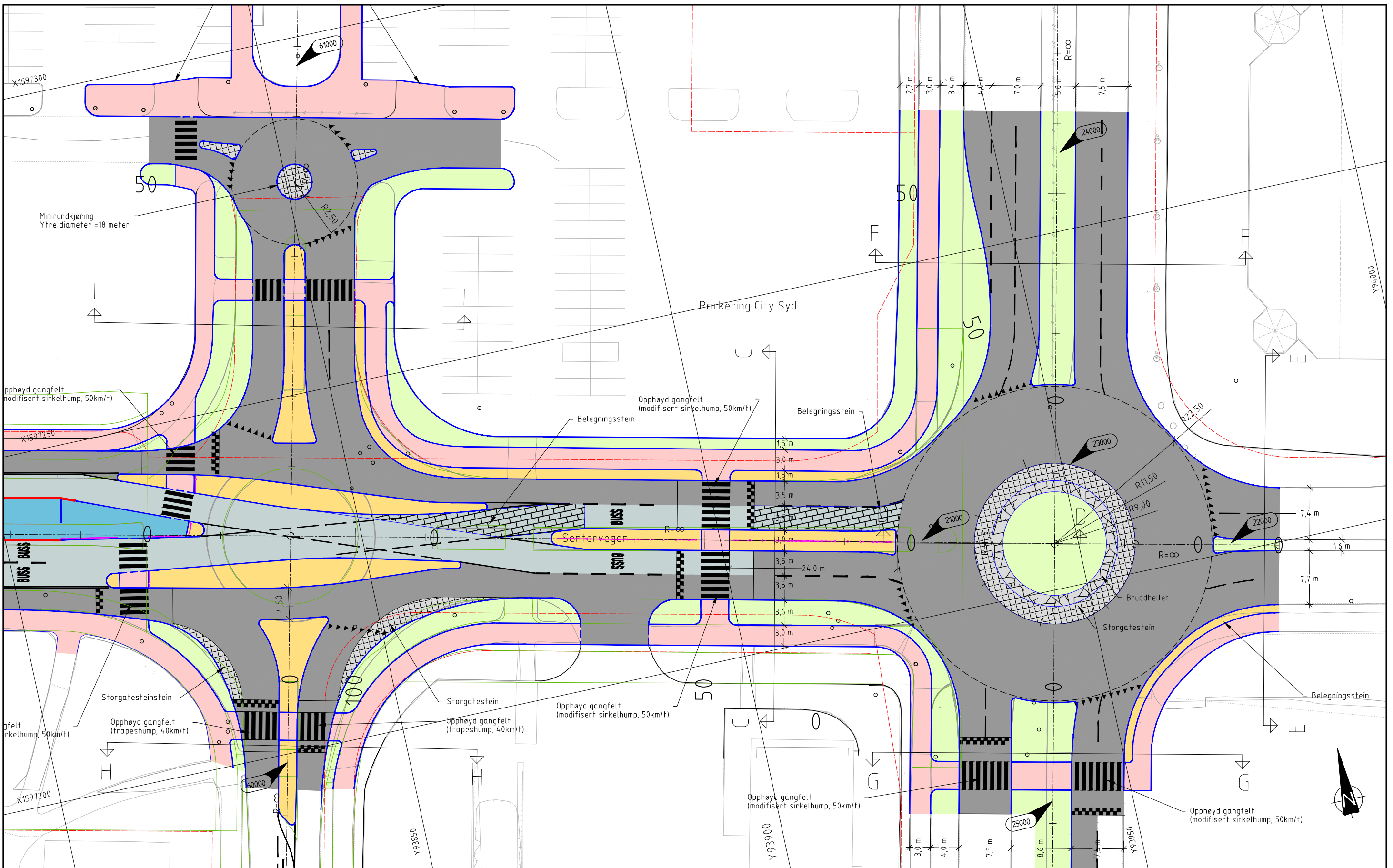


Tegnforklaring

- | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|
| Ny kantstein | Kjøreveg - ny asfalt | Grøntareal |
| Profilkantstein | Kollektivfelt - asfalt | Plattform (detaljer se J-tegning) |
| Eiendomsgrense | Kollektivfelt - belegningsstein | |
| Formålsgrense | Fortau/ogs-veg - asfalt | |
| Gjærde | Sykkelparkering - belegningsstein betong | |
| Vegmodell | Sideareal / trafikkøy - betong | |
| | Sideareal - smågatestein | |
| | Overkjørbart areal - storgatestein | |

Koordinatsystem: Euref 89, NTM-sone 10, Heydegrunnlag: NN2000.

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godek.
1			AW	KrB	A1
Miljøpakken ved Trondheim kommune					Date
MetroBusslinje: M1					18.12.2018
Tiltakstype: Omstigningspunkt					Format/Bløkk
Tegningstype: Plantegning					1:250
Fase: Teknisk godkjenning					
Oppdragsgiver: AW		Kontrollert: KrB	Godek: KrB	Multiconsult	
10200395-02		C-170		00	



Tegnforklaring

- | | | | | | |
|--|-----------------|--|--|--|-----------------------------------|
| | Ny kantstein | | Kjøreveg - ny asfalt | | Grøntareal |
| | Profilkantstein | | Kollektivfelt - asfalt | | Plattform (detaljer se J-tegning) |
| | Eiendomsgrænse | | Kollektivfelt - belegningsstein | | |
| | Formålsgrense | | Fortau/sg-veg - asfalt | | |
| | Gjerde | | Sykkelparkering - belegningsstein betong | | |
| | Vegmodell | | Sideareal / trafikkøy - betong | | |
| | | | Sideareal - smågatestein | | |
| | | | Overkjørbart areal - storgatestein | | |

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Konstr.	Godk.
	Miljøpakken ved Trondheim kommune MetroBuss - Tiller knutepunkt				
	MetroBusslinje: M1				
	Tiltakstype: Omstigningspunkt				
	Tegningstype: Plantegning				
	Fase: Teknisk godkjenning				
		Konstr./Tegner: AW Kontrollert: Krish Godkjent: Kr-B			
10200395-02		Tegningsnr: C-171		Rev: 00	



Tegnforklaring

- | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|
| Ny kantstein | Kjøreveg - ny asfalt | Grøntareal |
| Profilkantstein | Kollektivfelt - asfalt | Plattform (detaljer se J-tegning) |
| Eiendomsgrense | Kollektivfelt - belegningsstein | |
| Formålsgrense | Fortau/sg-veg - asfalt | |
| Gjærde | Sykkelparkering - belegningsstein betong | |
| Vegmodell | Sideareal / trafikkø - betong | |
| | Sideareal - smågatestein | |
| | Overkjørbart areal - storgatestein | |

Koordinatsystem: Euref 89, NTM-sone 10, Heydegrunnlag: NN2000.

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Endsk.
	Miljøpakken ved Trondheim kommune MetroBuss - Tiller knutepunkt		Rev	Kontr.	Endsk.
	MetroBusslinje: M1		RI/Veg		A1
	Tiltakstype: Omstigningspunkt	18.12.2018			
	Tegningstype: Plantegning				
	Fase: Teknisk godkjenning				
			Format	Målestokk	
					1:250
			Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
			10200395-02	C-172	00



Vedlegg 3

Ti kryss i Trondheim

1. Østre Rosten – Ivar Lykkes veg/Ivar Skjånes veg

**Fart [km/t]:**

Østre Rosten: 60
Ivar Skjånes veg: 40
Ivar Lykkes veg: 40

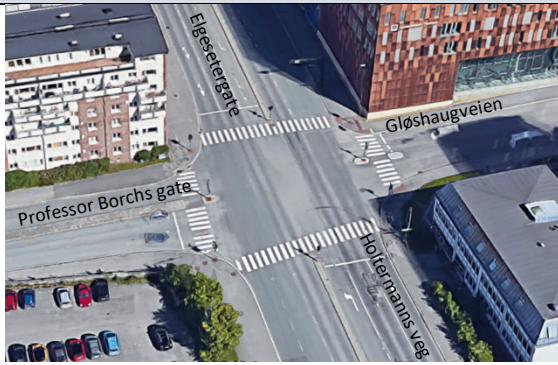
ÅDT:

Nord: 9500
Sør: 12 100
Øst: 3800
Vest: 5531

Beskrivelse:

Lokalisert på Tiller. Handelssted. Signalregulert X-kryss med fysisk kanalisering i kryssets fire armer. Østre Rosten har fire kjørefelt og venstresvingefelt. Ivar Skjånes veg har to kjørefelt og venstresvingefelt. Ivar Lykkes veg har to kjørefelt. Gangfelt i to retninger.

2. Elgesetergate/Holtermanns veg – Professor Brochs gate/Gløshaugveien

**Fart [km/t]:**

Elgesetergate: 50
Holtermanns veg: 50
Professor Brochs gate: 30
Gløshaugveien: 30

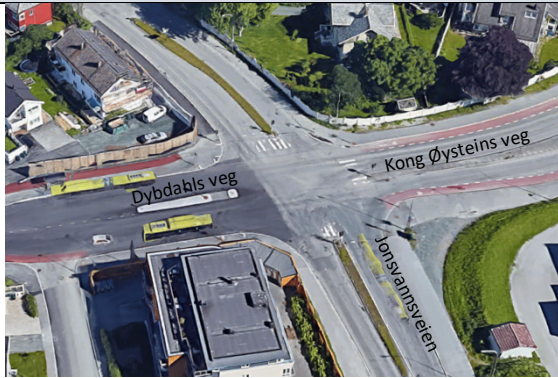
ÅDT:

Nord: 21 890
Sør: 21 900
Vest: 900

Beskrivelse:

Lokalisert i sentrum av Trondheim. Stor andel gående. Signalregulert X-kryss med kanalisering. Elgesetergate og Holtermanns veg har begge fire kjørefelt og venstresvingefelt. Et felt av disse er kollektivfelt. Bussholdeplasser på hver side av gata. Professor Brochs gate/Gløshaugveien har to kjørefelt. Professor Brochs gate har i tillegg høyresvingefelt. Gangfelt i fire retninger.

3. Jonsvannsveien – Kong Øysteins veg/Dybdahls veg

**Fart [km/t]:**

Jonsvannsveien: 50
Kong Øysteins veg: 50
Dybdahls veg: 40

ÅDT:

Nord: 5000
Sør: 10 400
Øst: 8140
Vest: 5100

Beskrivelse:

Lokalisert på Østre Berg. Mange syklistar. Oppgradering av krysset i senere tid. Signalregulert X-kryss med fysisk kanalisering. Alle armer har venstresvingefelt og to kjørefelt. Bussholdeplasser på hver side av Dybdahls veg. Gangfelt i fire retninger. Sykkelfelt på hver side av Kong Øysteins veg/Dybdahls veg.

4. Byåsvegen - Breidablikkvegen

**Fart [km/t]:**

Byåsvegen: 50
Breidablikkvegen: 40

ÅDT:

Nordøst: 12 340
Nordvest: 7200
Sørøst: 4400
Sørvest: 9790

Beskrivelse:

Lokalisert på Byåsen ved Åsheim skole. Barn som ferdes i området. Signalregulert X-kryss med fysisk kanalisering. Byåsvegen har fire kjørefelt mens Breidablikkvegen har to. Alle armer har venstresvingefelt. Bussholdeplasser på hver side av Byåsvegen. Gangfelt i tre retninger. Planskilt undergang. Myke trafikanter delvis separert fra kjørebanelen.

5. Holtermanns veg – Valøyvegen



Fart [km/t]:

Holtermanns veg: 60

Valøyvegen: 30

ÅDT:

Nord: 11 800

Sør: 17 850

Øst: 5000

Vest: 4000

Beskrivelse:

Lokalisert på Tempe. Rundkjøring øst for krysset. Kombinasjon næring og bolig. Myke trafikanter delvis separert fra kjørebanelen. Signalregulert X-kryss med fysisk kanalisering. Holtermanns veg har seks kjørefelt, samt venstresvingefelt. Valøyvegen har to kjørefelt, venstresvingefelt og høyresvingefelt i vest. Bussholdeplasser på hver side av Holtermannsveg. Gangfelt i to retninger. Planskilt undergang.

6. Haakon VII's gate – Bromstadvegen /Lade allé



Fart [km/t]:

Haakon VII's gate: 50

Bromstadvegen: 50

Lade allé: 50

ÅDT:

Nordøst: 5900

Nordvest: 15 350

Sørvest: 13 540

Sørøst: 11 300

Beskrivelse:

Lokalisert på Lade. Handelssted. Rundkjøring med fysisk kanalisering. Bromstadvegen og Haakon VII's gate har fire kjørefelt. Lade allé har to. Gangfelt i alle fire retninger. Sykkelveg med fortau.

7. Sentervegen – Ivar Lykkes veg

**Fart [km/t]:**

Sentervegen: 40

Ivar Lykkes veg: 40/30

ÅDT:

Sør: 5000

Øst: 10 000

Vest: 9833

Beskrivelse:

Lokalisert på Tiller ved City Syd. Omtalt som «Løvetannrundkjøringen» på folkemunne. Handelsentrum. Rett vest for Prosjektkrysset. Rundkjøring med fysisk kanalisering. Sentervegen har fire kjørefelt. Ivar Lykkes veg har to kjørefelt. Gangfelt i alle retningene. Gang- og sykkelveg.

8. Bratsbergvegen – Leirfossvegen/Klæbuveien

**Fart [km/t]:**

Leirfossvegen: 40

Bratsbergvegen: 50

Klæbuveien: 50

ÅDT:

Nord: 11 000

Sør: 7300

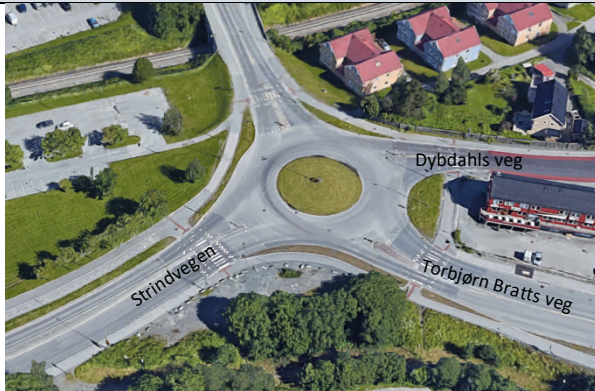
Øst: 2300

Vest: 6700

Beskrivelse:

Lokalisert på Sluppen. Industriområde. Rundkjøring med fysisk kanalisering. Alle veger har to kjørefelt. Leirfossvegen har midtdeler. Gangfelt i tre retninger. Gang- og sykkelveg.

9. Dybdahls veg – Strindvegen – Torbjørn Bratts veg

**Fart [km/t]:**

Dybdahls veg: 40

Strindvegen: 50

Torbjørn Bratts veg: 50

ÅDT:

Nord: 11 700

Sør: 12 770

Øst: 5100

Vest: 10 000

Beskrivelse

Lokalisert på Berg ved NTNU. Stor andel gående og syklende. Kollektivfelt. Rundkjøring med fysisk kanalisering. Torbjørn bratts veg og Strindvegen fra vest har fire kjørefelt. Strindvegen fra nord og Dybdahls veg har to kjørefelt. Gangfelt i alle retninger. Gang- og sykkelveg. Dybdahls veg og Strindvegen har sykkelfelt.

10. Jonsvannsveien – Vegamot/Steinanvegen

**Fart [km/t]:**

Vegamot: 50

Jonsvannsveien: 50

Steinanvegen: 50

ÅDT:

Nordøst: 6900

Nordvest: 2000

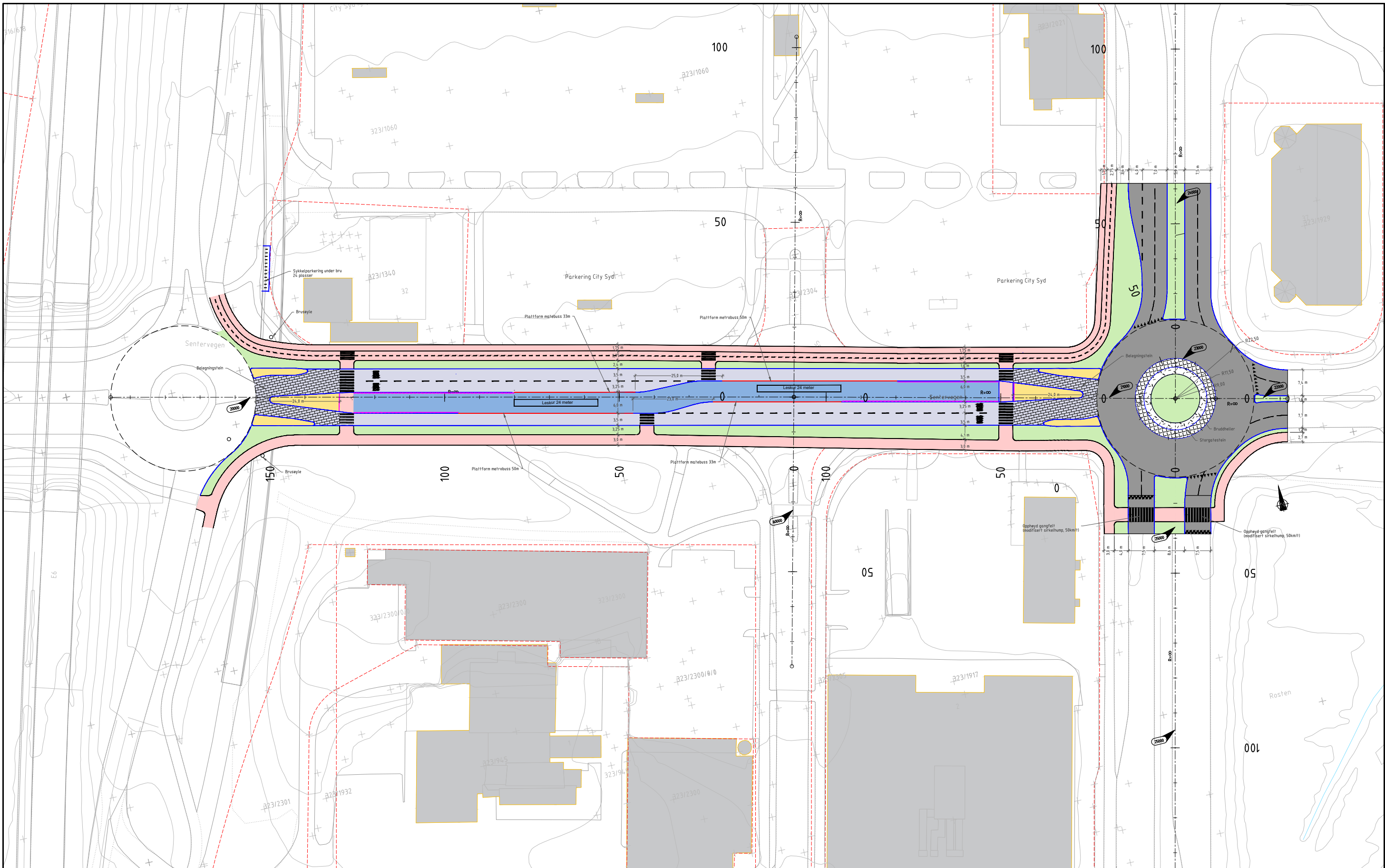
Sørøst: 6100

Sørvest 10310

Beskrivelse

Lokalisert på Voll ved studentby. Stor andel myke trafikanter. Flere busser kjører gjennom. Rundkjøring med fysisk kanalisering. Alle veger har to kjørefelt. Myke trafikanter er separert fra kjørebanelen. Gangbroer.

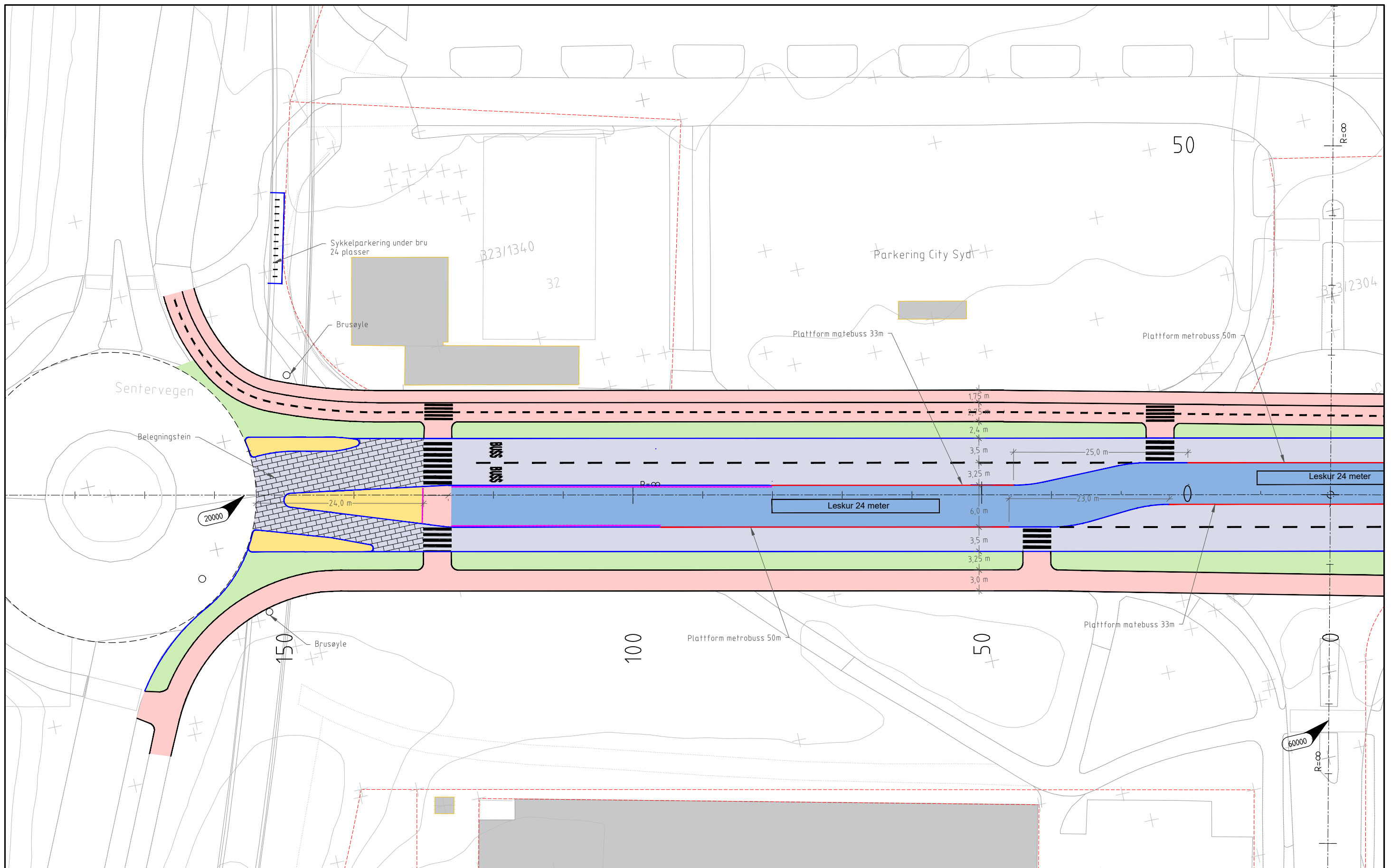
Vedlegg 4
Gruppens forslag til Tillerterminalen



Tegnforklaring

- | | | | | | |
|--|-----------------|--|--------------------------------|--|--------------------|
| | Ny kantstein | | Kjørevei - Ny asfalt | | Plattform |
| | Gjerde | | Kolektivfelt - Asfalt | | Grøntareal |
| | Profilkantstein | | Kolektivfelt - Belegningsstein | | Overkjørbart areal |
| | Vegmodell | | Fortau/gs - veg - asfalt | | Eksisterende bygg |
| | | | Sidareal | | |

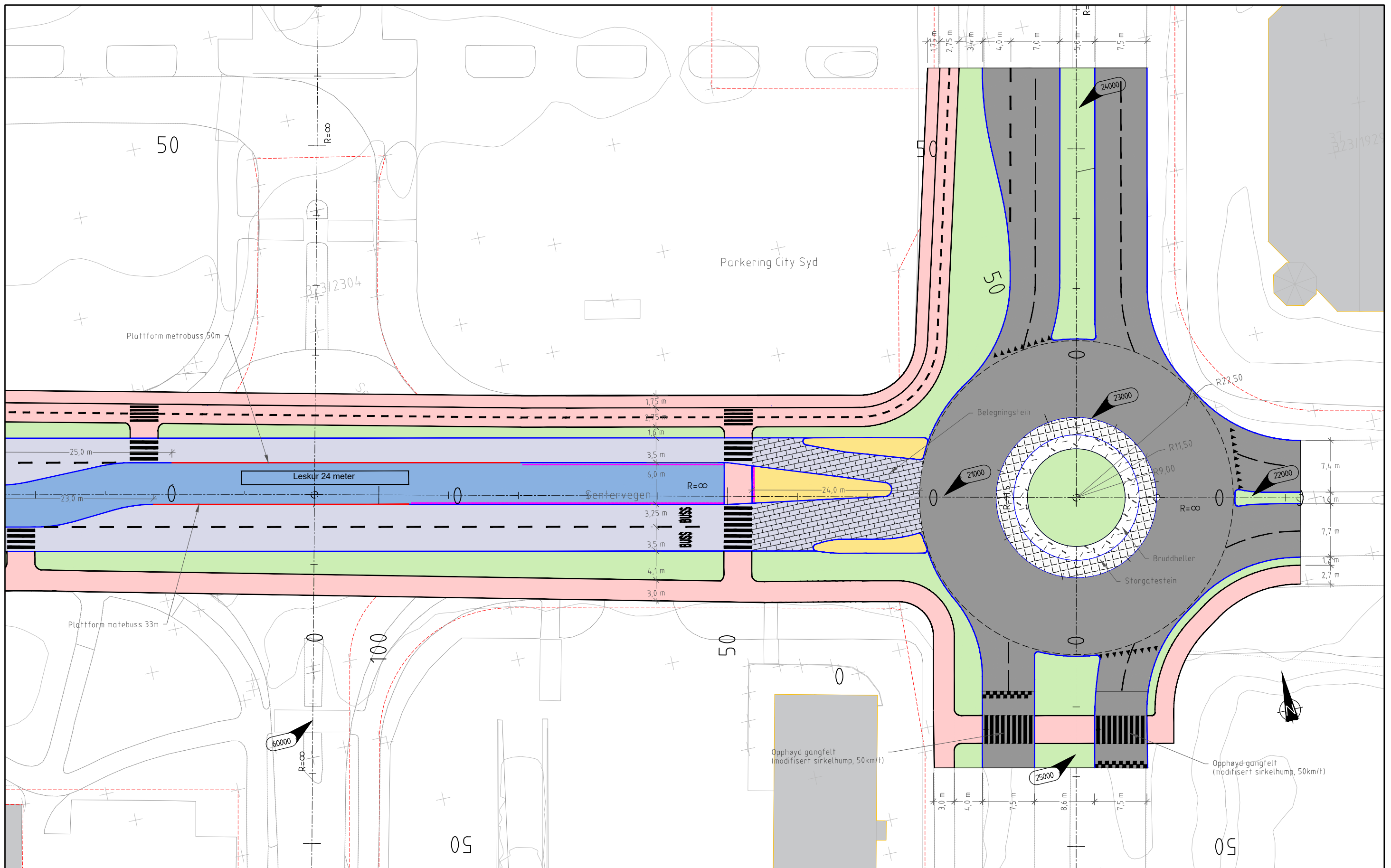
Revisjon	Beskrivelse	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
	MetroBuss - Tiller Knutepunkt				06.05.2019
MetroBuss Linje: M1 Tiltakstype: Omstigningspunkt Tegningstype: Skisse Fase: Alternativt forslag					Format A1 Formål/Øiestakk 1:500
Utarbeid av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer /	1
Gruppe 14				revisjonsbokstav	



Tegnforklaring

- | | | |
|-----------------|---------------------------------|--------------------|
| Ny kantstein | Kjørevei - Ny asfalt | Plattform |
| Gjerde | Kollektivfelt - Asfalt | Grøntareal |
| Profilkantstein | Kollektivfelt - Belegningsstein | Overkjørbart areal |
| Vegmodell | Fortau/ogs - veg - asfalt | Eksisterende bygg |
| | Sideareal | |

Revisjon	Beskrivelse	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
	MetroBuss - Tiller Knutepunkt				06.05.2019
	MetroBuss Linje: M1				Formål A1
	Tiltakstype: Omstigningspunkt				Formål/Målestokk 1:250
	Tegningstype: Skisse				
	Fase: Alternativt forslag				
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer /	2
Gruppe 14				revisjonsbokstav	



Tegnforklaring

- | | | |
|-----------------|---------------------------------|--------------------|
| Ny kantstein | Kjørevei - Ny asfalt | Plattform |
| Gjerde | Kolektivfelt - Asfalt | Grøntareal |
| Profilkantstein | Kollektivfelt - Belegningsstein | Overkjørbart areal |
| Vegmodell | Fortau/gs - veg - asfalt | Eksisterende bygg |
| | Sideareal | |

Revisjon	Beskrivelse	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
	MetroBuss - Tiller Knutepunkt				06.05.2019
	MetroBuss Linje: M1				Formål A1
	Tiltakstype: Omstigningspunkt				Formål/Instans 1:250
	Tegningstype: Skisse				
	Fase: Alternativt forslag				
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer /	3
Gruppe 14				revisjonsbokstav	

Vedlegg 5

Artikkel

Store endringer i Sentervegen ved City Syd

Blir trafikksikkerheten god nok?

Miljøpakkens forslag for Tillerterminalen og krysset i Østre Rosten har blitt et omstridt tema. Har metrobussens innmarsj gått på bekostning av myke trafikanters sikkerhet?

ANITA HØGSTAD, SOLVOR STØRE OG
CHRISTINE TEIEN,
BYGG OG MILJØTEKNIKK VED NTNU

Trondheim, 16.05.2019

Høsten 2019 får Trondheim landets mest moderne kollektivsystem. 58 metrobusser skal utgjøre det som AtB kaller ryggraden i det nye systemet. Et av de største knutepunktene blir i Sentervegen på Tiller. I dag kjører det kun to busser i timen gjennom denne vegen. Store kontraster vil oppstå når minst 32 busser skal begynne å anvende Tillerterminalen.

Dagens situasjon

Tiller er i dag kjent for å være et stort handelsområde med store parkeringsarealer og mye asfalt. Området er derfor bedre tilrettelagt for biltrafikken enn de gående. Likevel benytter mange barn og unge Sentervegen som sin daglige skoleveg. Både barneskoler, ungdomskoler og videregående skoler ligger i nær tilknytning til Østre Rosten. Det ligger også i planene til kommunen at området skal få et løft og bli mer urbant. Det forventes derfor en økning av myke trafikanter i området og



MIDTSTILT HOLDEPLOSS: Slik ser Miljøpakken for seg at Sentervegen skal utformes.
FOTO: ILLUSTRASJON: MULTICONSULT

sammen med den kommende metrobussen kreves det tilrettelegginger.

Drastiske endringer

Miljøpakken har utarbeidet en løsning for hvordan det nye knutepunktet skal se ut. Forslaget innebærer drastiske endringer. Det signalregulerte krysset mellom Østre Rosten og Sentervegen slik vi kjenner det i dag fjernes. Her skal det i stedet komme en ny og bedre rundkjøring.

Tillerterminalen utformes med midtstilt holdeplass, hvor bussene må kjøre i feil kjøreretning for å slippe av passasjerer. For å komme på «feil side» har Miljøpakken lagt opp til en uvanlig kryssing like før holdeplassen. Dette innebærer at den ikoniske «løvetannrundkjøringen» må fjernes. Adkomsten inn til City Syd vil dermed ikke bli like enkel som tidligere.

Frykter for sikkerheten

Selv om planen legger opp til at det skal bli enklere å reise kollektivt fremstår løsningen utrygg for de gående. Gangfelt plasseres rett ved bussenes kryssing og med biler kjørende i motsatt retning av bussen kan det bli vanskelig å tolke trafikkbildet.

Rundkjøring beste alternativ

Det er ikke til å legge skjul på at rundkjøring har blitt en populær krysstypen de siste årene. Med lav ulykkesfrekvens og få konfliktpunkter legger krysstypen til rette for bedre trafikksikkerhet. I de fleste tilfeller oppleves det også en mye bedre trafikkflyt. Likevel skal det nevnes at disse fordelene er mer rettet mot kjørende.

Med dagens signalregulerte kryss har gående egne lys-signaler som sikrer deres ferdsel over vegen. I en rundkjøring er ikke dette tilfelle. Det stoles på at

kjørende oppdager gående i gangfeltet og viker. Dette forholdet kan enkelte ganger oppleves utydelig. Likevel kan en rundkjøring bedre de gående sin fremkommelighet da de slipper å vente ved rødt mann. I det signalregulerte krysset på Tiller har det blitt målt en ventetid på hele 1 minutt og 20 sekunder. En rundkjøring vil dermed kunne endre dette.

Miljøpakkens valg om rundkjøring er vel og bra, men krever bedre tilrettelegging for myke trafikanter. Dette spesielt i sammenheng med den kaotiske planen videre inn i Sentervegen. Skal dette bli trafiksikkert må det skje større tiltak.

Nytt forslag

Det er utarbeidet et alternativt løsningsforslag som gjør større tiltak. For at løsningen med midtstilt holdeplass skal fungere stenges Sentervegen for all biltrafikk. Ved å kun tillate buss i rute blir ferdsel til og fra terminalen mye mer trafiksikkert. På- og avstiging blir mer effektivisert når bussene har enerett i Sentervegen. Dette åpner for at flere kan velge å reise kollektivt.

Mer fremtidsrettet

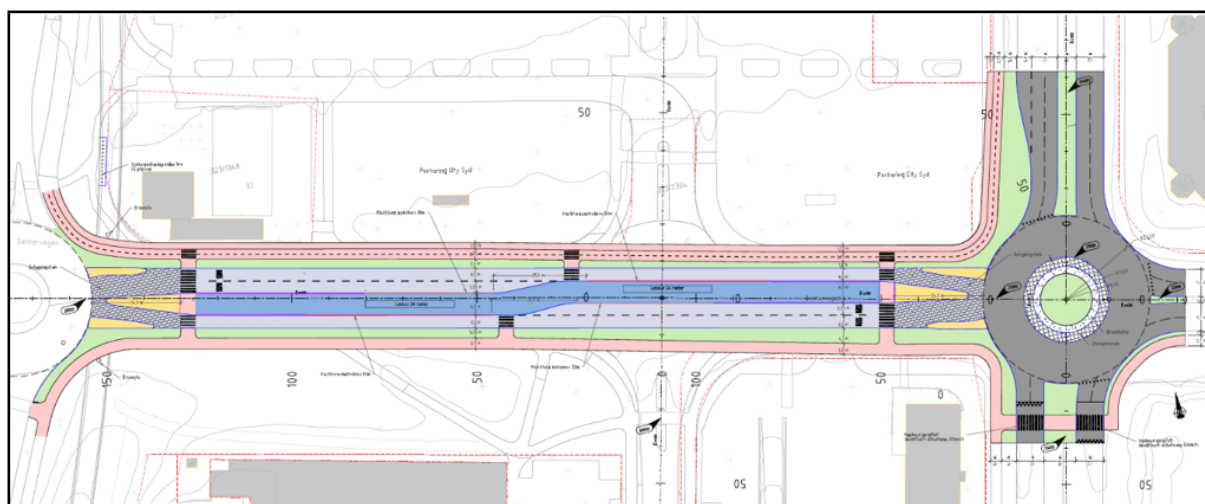
Tanken bak det nye kollektivsystemet er vel at folk skal foretrekke buss foran bil? Miljøpakken burde derfor ta mer hensyn til trygg ferdsel til og fra terminalen.

Biltrafikk bør ikke lenger ha førsteprioritet og tanken om at alle trafikanter skal bli tryggere burde forkastes.

Planen om midtstilt holdeplass er derimot spennende og inn i tiden. Slike ideer er viktig å beholde for å skape en god løsning for det fremtidige Tiller Sentrum.

Usikker fremtid for terminalen

Byplankontoret, Statens Vegvesen og politiet har i den siste tiden uttrykt sin misnøye til Miljøpakkens plan. De mener en fjerning av lyskrysset i Østre Rosten vil være trafikkfarlig. Det er nå opp til vegdirektoratet å avgjøre om planen som foreligger kan gjennomføres. Tillerterminalen går dermed en usikker fremtid i møte.



NYTT FORSLAG: Mindre kaos, men bedre sikkerhet og fremkommelighet preger det nye forslaget. FOTO: ILLUSTRASJON: NTNU

Vedlegg 6

Plakat

Vurdering av to krysstyper i forbindelse med ny metrobussholdeplass på Tiller

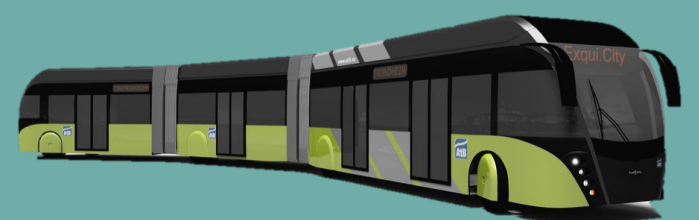
A Study of Two Types of Intersections in Connection with the New Tiller Terminal

Prosjektbeskrivelse

Hensikten har vært å undersøke omstendighetene rundt etablering av ny metrobussholdeplass og omgjøring av krysset ved City Syd på Tiller. Miljøpakken ønsker å bytte ut dagens signalregulerte X-kryss med rundkjøring og opprette midtstilt holdeplass i Sentervegen. I oppgaven undersøkes det om rundkjøring er beste alternativ og om myke trafikanters behov ivaretas.

Dokumentasjon

Gjennom litteraturstudie og utarbeidelse av ulykkesstatistikk sammenlignes signalregulert X-kryss og rundkjøring. Det er lagt vekt på tema som trafiksikkerhet, trafikkavvikling og adferd. I tillegg har gruppen utarbeidet et alternativt løsningsforslag vist på bildet over. Her tilrettelegges det bedre for myke trafikanter ved å stenge vegen for biltrafikk. Dermed kan myke trafikanter og kollektivtrafikk enklere skape en god dynamikk.



Konklusjon

Opgaven konkluderer med at rundkjøring vil være den beste løsningen for krysset. Myke trafikanter er derimot ikke så godt ivaretatt. Et alternativt forslag kan i dette tilfelle være bedre.

Vedlegg 7

Avviksmelding

Avviksmelding - bacheloroppgave

15.03.2019

Gruppen har valgt å endre problemdefineringsen og noen av resultatmålene i forprosjektet.

«Utarbeide plantegninger av kryssløsning i Novapoint» blir endret til «Utarbeide plantegninger i AutoCAD». Dette fordi det ikke er behov for å benytte Novapoint da det bare skal utarbeides plantegninger. Disse kan fint tegnes i AutoCAD.

I henhold til forprosjektet er det beskrevet at «Kryssløsningen blir så utformet og tilslutt tegnet i 2D i prosjekteringsverktøyet Novapoint». Dette har gruppen valgt å endre til å utforme skissetegninger for hele prosjektområdet, altså ikke bare prosjektkrysset, men også resten av Tillerterminalen. Formuleringen av problemstillingen er også endret og blir mer tydeliggjort i sluttrapporten gjennom å stille tre spørsmål som senere besvares.