

Risikovurdering av sykkeltrafikk i Midtbyen

Risk assessment of bicycle traffic in Midtbyen



LOG20-003

Logistikkingeniør

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

Elizaveta Bambulyak, Ina M. Snartland og Vebjørn Ditløvsen

Bacheloroppgave TLOG3001

Tittel (norsk og engelsk): Risikovurdering av sykkeltrafikk i Midtbyen Risk assessment of bicycle traffic in Midtbyen	Prosjektnummer: LOG20-003 Gruppenummer: LOG20-003
Forfattere: Elizaveta Bambulyak Ina M. Snartland Vebjørn Ditløvsen	Dato: 20.05.2020
	Gradering: ÅPEN
Studieretning: Logistikingeniør	
Veileder internt: Tore Lennart Lauritzen	
Oppdragsgiver: Statens vegvesen	
Oppdragsgivers kontaktperson: Tore Kvaal	

Sammendrag: Denne oppgaven tar for seg risikovurdering av sykkeltrafikk i Midtbyen. Det vil bli presentert analyse av dagens risikobilde, aktuelle tiltak, effekten til disse tiltakene, samt et fremtidig risikobilde. Eventuelle tiltak vil bli tilpasset etter utformingen av Midtbyen og geografisk plassert på de mest kritiske områdene.	Summary: The thesis assesses the risk of bicycle accidents in Midtbyen and provides solutions to better today's infrastructure in favour of cyclists. In order to do so, international solutions will be studied, and traffic safety measures will be presented. These will be evaluated based on studied effects on traffic safety. The chosen measures will be placed in the critical areas of Midtbyen.
Stikkord: Sykkel Risiko Sikkerhet Trafikk Midtbyen	Keywords: Bicycle Risk Safety Traffic Midtbyen

Innholdsfortegnelse

Figurliste.....	iv
Forord	vi
Sammendrag	vii
Begrepsavklaring	viii
1 Innledning.....	1
1.1 Valg av oppgave	1
1.2 Problemstilling	1
1.3 Prosjekt mål	1
1.3.1 Resultatmål.....	1
1.3.2 Effektmål	2
1.4 Avgrensninger og forutsetninger.....	2
1.5 Interessentanalyse	2
1.6 Rapportens struktur.....	3
1.7 Om bedriften.....	3
2 Metode.....	4
2.1 Litteratursøk.....	4
2.2 Risikovurdering	4
2.2.1 ROS	4
2.2.2 Grovanalyse	5
2.2.3 Risikomatrise	6
2.2.4 Bow-tie	6
2.2.5 Programmer	6
3 Teori.....	7
3.1 Trafikksikkerhetstiltak.....	7
3.1.1 Proaktive tiltak	7
3.1.2 Reaktive tiltak	12
3.2 Internasjonale sykkelløsninger	13
3.2.1 Løsninger for blandet trafikk.....	13
3.2.2 Løsninger for sykkelfelt	14
3.2.3 Løsninger for sykkelvei/sykelsti.....	15
3.2.4 Løsninger for gang- og sykkelvei	16
3.2.5 Løsninger for kryss.....	17
3.3 Sykkelandel og ulykkestall	20
3.3.1 Antall syklende i Trondheim.....	20
3.3.2 Reisevaneundersøkelse i Trondheim	21
3.3.3 Sykkelandel i ulike land	21

3.3.4 Ulykkestall	22
3.3.5 Rapportering av ulykker	22
3.3.6 Safety in numbers.....	22
3.4 Sykkeladferd.....	24
3.4.1 Sykling på fortau.....	24
3.4.2 Overholde rødt lys.....	24
3.4.3 Brudd på vikeplikt.....	24
3.4.4 Kryssing av vei	24
3.5 Risiko i ulike kryss i Trondheim	25
3.6 Drift og vedlikehold.....	26
3.6.1 Vinterdrift	27
3.7 Kostnader.....	27
3.7.1 Samfunnsøkonomiske kostnader	27
3.7.2 Kostander av veiutbygging	29
4 Resultat	30
4.1 Resultat fra risikovurderingen	30
4.1.1 Risikotabell.....	30
4.1.2 Dagens risikobilde.....	31
4.1.3 Tiltak	32
4.1.4 Bow-tie.....	36
4.1.5 Fremtidig risikobilde	38
4.2 Utforming av tiltak.....	40
4.2.1 Illustrasjon av tiltak	40
4.2.2 Geografisk plassering av tiltak	43
5 Diskusjon	44
5.1 Svakheter ved prosjektet	44
5.2 Videre arbeid.....	45
6 Konklusjon	46
Referanseliste.....	47
Vedlegg	54
Vedlegg 1: Artikkel.....	54
Vedlegg 2: Forprosjekt.....	54
Vedlegg 3: Risikovurdering (Excel).....	54
Vedlegg 4: WBS.....	54
Vedlegg 5: Prosjekt logistikk rapport.....	54
Vedlegg 6: Kontrakt	54
Vedlegg 7: ArchiCAD bilder	54

Figurliste

Figur 1.5.1: Oversikt over interessenter

Figur 1.5.2: Primære og sekundære interessenter

Figur 1.5.3: Interessentmatrise

Figur 1.6.1: WBS

Figur 2.2.2.1: Grovanalyse (Pedersen, M., Skaiå, F., Tøkje, M., 2016)

Figur 2.2.3.1: Risikomatriks (Byggordboka, 2014)

Figur 2.2.4.1: Bow-tie-diagram (ASQS, 2020)

Figur 3.1.1.1: TS-effekt forklaring

Figur 3.1.1.1.1: Proaktive tiltak for kryss

Figur 3.1.1.2.1: Proaktive tiltak for kryss og strekning

Figur 3.1.1.3.1: Generelle proaktive tiltak

Figur 3.1.1.3.2: Varselskilt (*Statens vegvesen*, 2014b)

Figur 3.1.2.1: Reaktive tiltak

Figur 3.2.2.1: "Sykkelfelt Light" i Nederland (Vlaanderen, M., 2014)

Figur 3.2.2.2: "Suggestion Lanes" i Nederland (Igarta D., 2011)

Figur 3.2.3.1: Dansk sykkelsti (Høye, A., Sørensen, W.J.M, Jong, T., 2015)

Figur 3.2.3.1: Lyskryss med vrimefase og eget signal med nedtelling i Nederland (Miljøpakken, 2014)

Figur 3.2.4.1: GS-vei i Danmark (Sikker Trafik, 2020)

Figur 3.2.5.1: Oppmerking og skilting i X- kryss (*Statens vegvesen*, 2014a)

Figur 3.2.5.2: Oppmerking og skilting i T-kryss (*Statens vegvesen*, 2014a)

Figur 3.2.5.3: Oppmerking og skilting i X- kryss (forkjørsregulert) (*Statens vegvesen*, 2014a)

Figur 3.2.5.4: Sykkelboks, tilbaketrukket stopplinje og midtstilt sykkelfelt (*Statens vegvesen*, 2014a)

Figur 3.2.5.5: Farget oppmerking av sykkelfelt i kryss (Sørensen, W.J.M, Amundsen, A., 2016)

Figur 3.2.5.6: Prinsippskisse av separert sykkelfelt for høyresvingende syklist (Sørensen, W.J.M., 2009)

Figur 3.2.5.7: Nederlandsk kryssløsning 1 (Twitter, 2020)

Figur 3.2.5.8: Nederlandsk kryssløsning 2 (Sagberg, F., Sørensen, W.J.M., 2012)

Figur 3.3.1.1: Antall syklende fordelt på forskjellige reisemål (Lunke, E.B., et.al., 2017)

Figur 3.3.1.2: Sykkelreiser i Trondheim (Lunke, E.B., et.al., 2017)

Figur 3.3.2.1: Reiser per person fordelt på reisemål og reisemiddel (Miljøpakken, 2018)

Figur 3.3.2.2: Antall syklist, 2015-2019 (Trondheim kommune, 2018)

Figur 3.3.3.1: Sykkelandel i Norge, Danmark og Sverige totalt, 2010 (Sørensen, W.J.M., Amundsen, A., 2016)

Figur 3.3.4.1: Sykkeldødsrisiko i Nederland og Norge, 2004 (Veisten K., Sælensmindre K., Hagen K., 2005)

Figur 3.3.6.1: Korrelasjon mellom antall syklistere og ulykkesrisiko (Belgia) (Bjørnskau, T., 2019)

Figur 3.3.6.2: Korrelasjon for Safety in Numbers (Bjørnskau, T., 2019)

Figur 3.3.6.3: Antall drept og skadet syklistere per person km (mill) i Norge og Danmark i 2010 (Fyhri, A., et al., 2014)

Figur 3.4.3.1: Andel av syklistere som er villig til å bryte trafikkregler for fremkommelighet (Bjørnskau, T., 2015)

Figur 3.5.1: Kart over sykkelulykker, 2003-2012 (Jystad, C.L., Langørgen, L., 2013)

Figur 3.5.2: Sykkelulykker med personskade i Midtbyen (2003- 2012) fordelt etter uhellskategori (Jystad, C.L., Langørgen, L., 2013)

Figur 3.5.3: Hardt skadd eller drepte syklistere etter stedsforhold (Trondheim kommune, 2017)

Figur 3.6.1.1: Driftstandard GsA (venstre) og driftstandard GsB (høyre) (Øvstedal, L., Brembu, S., 2020)

Figur 3.7.1.1: Produksjonsbortfall ved dødsfall i trafikken etter kjønn og alder (Veisten, K., Flugel, S., Elvik, R., 2010)

Figur 3.7.1.2: Samfunnsøkonomiske kostnader for 2008

Figur 3.7.1.3: Ulykkeskostnader per skadetilfelle (Veisten, K., Flugel, S., Elvik, R., 2010)

Figur 3.7.2.1: Kostnader for veiutbygging

Figur 4.1.1.1: Risikotabell

Figur 4.1.2.1: Dagens risikobilde

Figur 4.1.3.1: Tiltak i signalregulerte kryss

Figur 4.1.3.2: Tiltak i kryss

Figur 4.1.3.3: Tiltak langs strekning (blandet trafikk)

Figur 4.1.3.4: Tiltak langs strekning (myke trafikanter)

Figur 4.1.3.5 Tiltak i overgang mellom to sykkeltraseer

Figur 4.1.3.6 Tiltak langs strekning (kollektivtrafikk)

Figur 4.1.3.7 Tiltak for eneulykke

Figur 4.1.4.1: Bow-tie for valgte problemområder

Figur 4.1.5.1: Risikomatrise etter innføring av tiltak

Figur 4.2.1.1: Utforming av tiltakene

Figur 4.2.2.1: Geografisk plassering av tiltakene

Forord

Bachelorgruppen skrev prosjektoppgave for Statens vegvesen, i forbindelse med faget Prosjekt logistikk, semesteret høst 2019. Oppgaven omhandlet sykkeltrafikk og infrastruktur i Trondheim, Midtbyen. Til bacheloroppgaven bestemte gruppen at trafiksikkerhet for syklistene var verdt å ha et ekstra fokus på. Gjennom studieforløpet har studentene ved Logistikingeniør opparbeidet seg kunnskap om HMS, spesielt risikovurdering. Disse kunnskapene benyttes til å utarbeide et forslag til hvilke trafiksikkerhetstiltak som kan anvendes i Trondheim, Midtbyen.

Vi vil rette en stor takk til Tore Kvaal, vår eksterne veileder, ansatt i Statens vegvesen, divisjon Transport og samfunn. Tore Kvaal har hjulpet prosjektgruppen med å velge ut relevant informasjon, samt avgrense oppgaven. Gruppen ble også tipset om blant annet vegvesenets kartfunksjoner, og nettsidene: TØI og Statens vegvesen. Disse ble hyppig brukt gjennom hele prosjektet.

Vi vil gjerne takke Tore Lauritzen, vår interne veileder. Prosjektgruppen har gjennom oppgaven fått en rekke anbefalinger og god veiledning. Dette har vært et spennende og kunnskapsrikt prosjekt. Denne erfaringen vil være til stor hjelp videre i studie og arbeidslivet.

Sammendrag

Midtbyen er et vitalt punkt for trafikk i Trondheim. Store trafikkmengder medfører høy risiko for konflikter mellom trafikanter. Den eksisterende utformingen av sykkeltrafikk i Midtbyen bærer preg av mangler. Oppgaven ser på mulighetene for sykkeltrafikk i Midtbyen. Prosjektgruppen har tidligere skrevet en prosjektoppgave om sykkeltrafikk i Midtbyen, og var interessert i å finne en ny vinkling på dette temaet. Problemstillingen, utarbeidet i samarbeid med Statens vegvesen, omfatter trafiksikkerhetstiltak for syklistene, og muligheter for anvendelse av disse i Midtbyen.

Dagens risikobilde er vurdert gjennom en grovanalyse. Data som ligger til grunn for analysen er ulykkesstatistikk fra Statens vegvesen. Underrapportering av sykkelulykker tas med i betraktning. Risikobildet fremstilles ved en risikomatrix. Flere av problemområdene havnet her på rødt område i risikomatriksen, som viser til uakseptabel risiko. Det anses nødvendig å innføre risikoreducerende tiltak på disse problemområdene.

Det er innhentet mye data og teori som ligger til grunn for resultatets avgjørelser. Trafiksikkerhetstiltakene presentert i oppgaven er vurdert basert på forventet effekt og problemområdene de skal anvendes på. Det er hentet inspirasjon fra internasjonale løsninger, og blitt sett på hvordan disse kan tilpasses Midtbyens forhold.

Forslag til endringer i Midtbyens infrastruktur blir presentert ved bow-tie-modeller for hvert problemområde. Utformingen av tiltakene blir illustrert gjennom tegneprogrammet ArchiCAD. Geografisk plassering av de forskjellige tiltakene presenteres på et kart over Midtbyen. Her prioriteres Midtbyens mest kritiske problemområder.

Begrepsavklaring

Hovednett: Et anlegg for syklistar som binder saman bydeler, i tillegg til målområder som arbeidsplasser, offentlege institusjonar og knutepunkter for kollektivtrafikk.

Blandet trafikk: Der det ikkje finnes egne separate løsnings for sykkel, og sykkel- og motoriserte kjøretøy benytter same kjørefelt.

Gang- og sykkelvei (GS-vei): Vei som, ved offentlig trafikkskilt, er bestemt for gående, syklende og kombinert gang- og sykkeltrafikk. Vei er dobbeltrettet og skilt frå annan vei.

Sykkelfelt: Kjørefelt som er bestemt for syklende. Anvist ved offentlig trafikkskilt og oppmerking. Det er kun lov å benytte seg av sykkelfelt på høyre side av veien.

Sykelnett: Betegnelse på summen av all sykkelinfrastruktur innanfor et bestemt område.

Sykelvei: Dobbelrettet vei som, ved offentlig trafikkskilt, er bestemt for syklende. Vei er adskilt frå annan vei, og kan også brukast av gående. Tilsvarende sykkelsti i Danmark.

Sykkelsignal: En dynamisk beskjed beregnet for syklistar.

Myk trafikant: Betegnelse for trafikant som er ubeskyttet ved en kollisjon med andre trafikantar. Under denne betegnelsen inngår blant annet syklistar og fotgjengere.

Hard trafikant: Førere av motoriserte kjøretøy, for eksempel, bilister.

Kollektivtrafikk: Transportsystemer som er tilgjengelig for alle. Det er, for eksempel, buss, tog og trikk.

Kryss: Et område hvor minst to ulike veier forbindes.

T-kryss: Et kryss hvor det er tre veiarmer.

X-kryss: Et kryss hvor det møtes fire veiarmer.

Sikkerhet: En ikkje statisk tilstand som påvirkes av faktorer som trussel, farer, sårbarhet og verdi.

Trygghetsfølelse: En tilstand som påvirkes av følelsen av det ikkje foreligger noe truende for liv og skader.

Risiko: En mulighet for uønskede hendelse eller tap.

Ulykke: En uventet hendelse eller et uhell som fører til skade eller tap.

1 Innledning

Trondheim har et stort uutnyttet potensial for sykkeltrafikk. Statistikken over sykkelulykker i Midtbyen, dog mangelfull, preges av høyrisikoområder. Ved noen enkle tiltak vil man kunne gjøre byen mer sykkelvennlig. Dette kan på lang sikt føre til at flere vil velge sykkel fremfor andre transportmidler. Som følge av økt sykkelbruk vil sykkelkulturen og sikkerheten på vei forbedres.

Målet for oppgaven er å samle de optimale trafiksikkerhetstiltakene for Midtbyen, og stedfeste disse. For å oppnå dette, vil prosjektgruppen blant annet studere land som ligger foran Norge når det kommer til utvikling av sykkelinfrastruktur. De aktuelle tiltakene vil bli nøye utvalgt og vurdert opp mot hverandre med hensyn på deres effekt på trafiksikkerhet/risikoreduisering, og gjennomførbarhet i Midtbyen.

Resultater fra risikovurderingen reflekterer gruppens forventning om at dagens risikobilde holder uakseptabel risiko. Oppgaven presenterer tiltak for hver årsak til høy risiko, kategorisert etter problemområde. Det vurderes hvordan et fremtidig risikobilde vil se ut, etter innføring av tiltak. Utformingen av tiltakene blir illustrert for hvert problemområde.

Innledningsvis vil oppgavens bakgrunn, problemstilling og prosjektmål bli beskrevet. Deretter vil rapporten bli avgrenset, ettersom omfanget er stort. Til slutt i kapittelet vil det bli utført en interessentanalyse og WBS. Interessentanalysen vil vise hvilke aktører prosjektgruppen vil prioritere videre i oppgaven. WBS vil presentere hvordan prosjektgruppen har arbeidet gjennom rapporten.

1.1 Valg av oppgave

Bacheloroppgaven ble diskutert med både ekstern og intern veileder. Fokuset var på videreføring av prosjektoppgaven tidligere skrevet for Statens vegvesen (*vedlegg 5*). En motivasjon bak oppgaven er nullvisjonen. Nullvisjon er et ønsket scenario for fremtiden, om at ingen skal bli hardt skadd eller drept i trafikken. Siden denne ble vedtatt i 2002, har fokuset blitt endret fra reduisering av alle typer ulykker, til kun reduisering av ulykker med hardt skadde eller tap av liv.

Sykkelen gir store helsemessige fordeler for brukeren. Ved en stor økning i sykkelandel, vil det også ha positive konsekvenser for miljøet, samt syklisters sikkerhet. Det ligger et stort potensial i miljøforbedring dersom deler av biltrafikken erstattes med sykkeltrafikk. Det er likevel flere som velger å ikke benytte seg av sykkelen. Noen av årsakene til dette er at syklisters har høy ulykkesrisiko, samt svekket trykghetsfølelse i trafikken.

1.2 Problemstilling

Hvilke trafiksikkerhetstiltak kan innføres for å redusere risiko for sykkelulykker, og hvordan kan disse anvendes i Midtbyen?

1.3 Prosjektmål

1.3.1 Resultatmål

- Oppgaven skal være til disposisjon for Statens vegvesen fra 20. mai 2020.
- Rapporten skal belyse problemområder i Midtbyen, og presentere realistiske sykkelløsninger for økt sikkerhet på disse områdene.
- Det skal utarbeides forslag til utforming og plassering av tiltak i Midtbyen.

1.3.2 Effektmål

- Økt sikkerhet på problemområdene vil redusere risiko for sykkelulykker med 20% etter innføring av tiltak.
- Økt sikkerhet for syklister vil øke sykkelbruk med 10% innen 5 år etter innføring av tiltak.
- Økt sykkelbruk vil bidra til å redusere risiko ytterligere.
- Økt sikkerhet på problemområdene henger tett sammen med samfunnskostnader. Ved å redusere risiko for en ulykke, vil samfunnsøkonomiske kostnader også blir redusert.

1.4 Avgrensninger og forutsetninger

- Oppgaven avgrenses geografisk til Midtbyen, for å kunne se på konkrete områder hvor trafikksikkerhetstiltak kan anvendes.
- Gjennom grundig analyse av ulykkesstatistikk, vil det estimeres en usikkerhetsfaktor tilknyttet rapportering av ulykker. Resultatets legitimitet forutsetter at faktoren er tilnærmet riktig.
- Samspillet mellom myke trafikanter, bilister og kollektivtrafikk skal tas hensyn til, men den prioriterte trafikantgruppen er syklister.

1.5 Interessentanalyse

For å kunne kartlegge hvem som vil bli påvirket av gjennomføringen av prosjektet, har det blitt utarbeidet en interessentanalyse under (*Figur 1.5.1*). Denne analysen er delt opp i tre deler. Den første er definering av de forskjellige interessentene. Del to er interessentene som er delt opp i underkategorier: primære og sekundære interessenter. Siste delen av interessentanalysen er interessentene fordelt i en tabell. Disse er plassert etter hvor stor innflytelse og interesse hver av de her.

Interessenter	Definisjoner
SVV	Statens vegvesen Divisjon Transport og Samfunn
Trondheim Kommune	Trondheim Kommune
Kollektivtrafikk	Sjåførere og passasjerer på kollektive kjøretøy
Fotgjengere	Myke trafikanter som benytter seg av veier og kryss i Midtbyen
Syklister	Myke trafikanter som benytter seg av sykkel i Midtbyen
Næringsliv	Næringsvirksomhet i Midtbyen
Lokalt miljø	Beboere i Midtbyen
Bilister	Trafikanter som benytter seg av private motoriske kjøretøy

Figur 1.5.1: Oversikt over interessenter

Figuren under presenterer fordelingen av interessentene. Denne viser at prosjektet har både primære og sekundære interessenter. Denne bacheloroppgaven vil prioritere i større grad interessen til aktører som er plassert som primære interessenter. Ut ifra *figur 1.5.2* blir det utarbeidet en interessentmatrise med fire ulike områder.

Interessenter	Primær	Sekundær
SVV	X	
Trondheim Kommune	X	
Fotgjengere	X	
Syklister	X	
Kollektivtrafikk		X
Næringsliv		X
Lokalt miljø		X
Bilister		X

Figur 1.5.2: Primære og sekundære interessenter

Interessentmatrisen viser at Trondheim kommune, SVV og myke trafikanter har størst innflytelse og interesse for denne oppgaven. Dette innebærer at de vil bli mest påvirket av eventuelle tiltak og vil dermed bli prioritert ved eventuelle tiltaksendringer.

Innflytelse	Stor	SVV	Trondheim Kommune Fotgjengere Syklister
	Liten	Næringsliv	Lokalt miljø Kollektivtrafikk Bilister
		Liten	Stor
		Interesse	

Figur 1.5.3: Interessentmatrise

1.6 Rapportens struktur

Rapportens struktur illustreres ved en WBS. WBS (Work Breakdown Structure) benyttes for å vise nedbrytningen av oppgaven. Figur 1.6.1 viser kun de overordnede kapitlene. WBS for hvert kapittel ligger i vedlegg 4.



Figur 1.6.1: WBS

1.7 Om bedriften

Statens vegvesen er et forvaltningsorgan, og består av Vegdirektoratet og seks divisjoner som jobber for et sikkert, miljøvennlig og effektivt transportsystem. Vegdirektoratet er det øverste forvaltningsnivået og ligger i Oslo, men det finnes også enheter over hele landet.

SVVs oppgave er, blant annet, å planlegge, bygge og vedlikeholde riksveier, samt trafikant- og kjøretøykontroll, forvaltningsoppgaver mot publikum. Deres visjon «På veg for et bedre samfunn» sier noe om vegvesenets rolle som samfunnsbygger. De jobber mot gode veisystemer som forbedrer fremkommelighet og fører til mindre skader på mennesker og miljø.

2 Metode

I metodekapittelet beskrives metodikken og fremgangsmåtene i de forskjellige delene av oppgaven, og hvilke hjelpemidler som blir anvendt for å komme fram til resultatet. Dette omfatter hovedsakelig litteratursøk, analyser, risikovurderinger, og programmer brukt til utforminger av løsninger.

2.1 Litteratursøk

En av metodene som har blitt benyttet for denne oppgaven er litteratursøk. Denne metoden utføres for tilegning av data og informasjon, noe som er nødvendig for å utføre analyser og vurderinger til oppgaven.

Hovedfokuset under innhenting av informasjonen har vært ulike sykkelløsninger i både Norge og andre land, hvilken trafikksikkerhetseffekt ulike tiltakene har og ulykkesstatistikk. For å finne nødvendig data om regler og normer for sykkelinfrastruktur, har prosjektgruppen benyttet både norske, danske og nederlandske sykkelhåndbøker.

Det finnes mange forskningsprosjekter og rapporter som omhandler sykkelinfrastruktur. I dette tilfelle har det vært ekstra viktig å være kritisk til kilder, grunnen er store mengder informasjon om sykkeltrafikk. Informasjonen ble nøye utvalgt etter å ha blitt bearbeidet og sammenlignet. Funnene ble diskutert for å finne det optimale resultatet for oppgaven. Styrker ved et slikt litteratursøk er et pålitelig sluttresultat, fordi data fra kildene har blitt satt opp mot hverandre og grundig undersøkt.

For innhenting av nødvendig data har nettsidene til Statens vegvesen, Transportøkonomisk Institutt (TØI) og Miljøpakken vært hyppig brukt. Disse nettsidene ble anbefalt av ekstern veileder og har blitt brukt for innhenting av inspirasjon og nødvendig data. TØI er en stiftelse som bygges på mål om å utvikle og formidle kunnskap, hvor samarbeid både nasjonalt og internasjonalt er i fokus.

Miljøpakken er en av samarbeidspartnere til Statens vegvesen. Denne organisasjonen har som mål å redusere CO₂-gass utslipp i Trondheim, kutte køer og klare nullvekstmålet.

For å effektivisere søk benyttet prosjektgruppen søkeord. Disse er, blant annet, sykkelinfrastruktur, ulykkesstatistikk, risiko og sikkerhet. Ved dette litteratursøket finnes det noen svakheter, hvor et av disse er ulykkesstatistikk. Grunnen til usikkerheten rundt disse ulykkestallene er stor grad av underrapportering. I tillegg, er det kun politiregistrerte ulykker som ligger til grunn for SSB og Statens vegvesen database.

Prosjektledelse boken (Rolstadås, *et al.*, 2014) har vært til stor hjelp. Denne boken ble anbefalt av intern veileder og ble benyttet for gjennomføring av hele prosjektprosessen. Faglitteratur, Risikoanalyse boken (Rausand og Utne, 2014) ble hyppig brukt for utførelse av analyser og vurderinger av trafikksikkerhetstiltak.

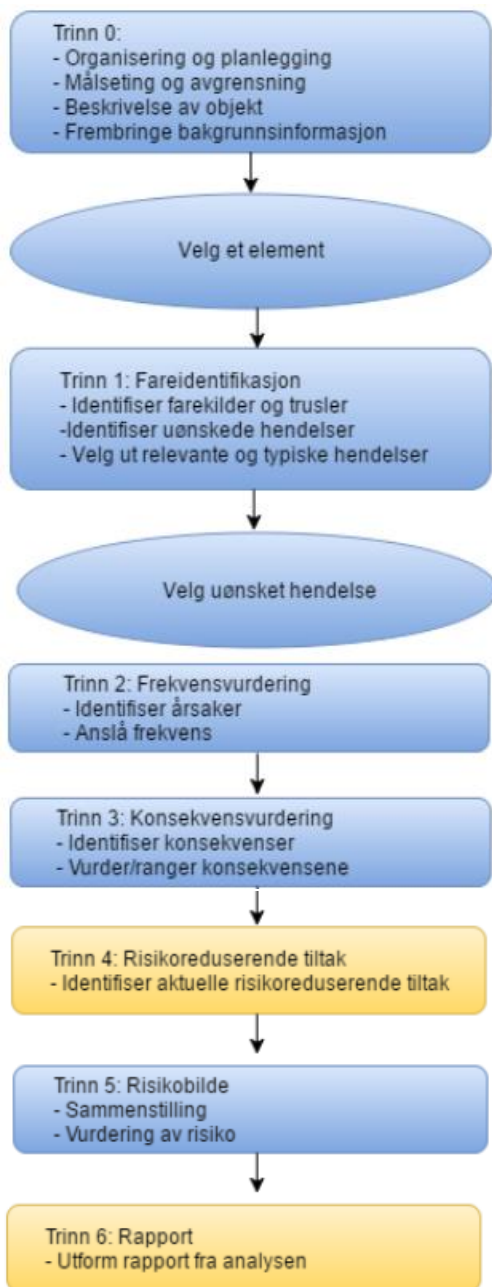
2.2 Risikovurdering

For å løse oppgavens problemstilling, vil det utarbeides en risikovurdering. Formålet med denne er å kartlegge problemområder og dagens risikobilde, samt kategorisere trafikksikkerhetstiltak, og til slutt velge passende sykkelløsninger. Vurderingen vil fremlegge kvalitative resultater.

2.2.1 ROS

Risiko- og sårbarhetsanalyser er mindre ressurskrevende enn de tradisjonelle kvantitative metodene. ROS-analyser benyttes ofte av kommuner, fylker og infrastruktureiere. Metoden avdekker og vurderer farekilder og trusler, samt som hjelpemiddel til å bestemme nødvendige tiltak. De fleste kommunale ROS-analyser gjennomføres som grovanalyser.

2.2.2 Grovanalyse



Figur 2.2.2.1: Grovanalyse

Grovanalysen ble utført med et par spesifikasjoner. Formuleringen “uønsket hendelse” har blitt erstattet med “problemområde”, for å kunne svare på oppgavens problemstilling. Dette er grunnet ønsket fokus på risikoreduserende tiltak for geografiske områder og ulike infrastrukturer, fremfor en bestemt ulykke. Med “problemområde”, menes altså alle typer ulykker som kan forekomme på gitt område.

Det fokuseres også på risikoreduserende tiltak og forventet effekt av disse, i større grad enn i en vanlig grovanalyse. Dette begrunnes med oppgavens formål om å finne tiltak for å øke sikkerheten i Midtbyen.

2.2.3 Risikomatrise

Risikomatrisen benyttes for å synliggjøre risikoen. Frekvensen og konsekvensene av en uønsket hendelse bestemmer hvor den plasseres i matrisen. Plasseringen avgjør hvorvidt det er nødvendig å iverksette risikoreduserende tiltak for hendelsen. Grønt område tyder på akseptabel risiko, gult område krever nærmere vurdering, og rødt område viser til uakseptabel risiko, hvor risikoreduserende tiltak må iverksettes.

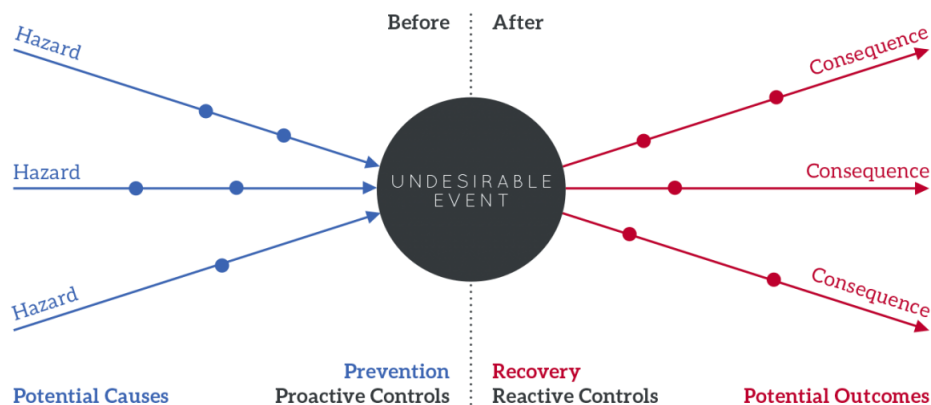
Sannsynlighet	Svært høy					
	Høy					
	Medium					
	Lav					
	Svært lav					
		Svært lav	Lav	Medium	Høy	Svært høy
		Konsekvens				

Figur 2.2.3.1: Risikomatrise

Rapporten vil omfatte risikomatriser som illustrerer dagens risikobilde, i tillegg til risikomatriser som illustrerer forventet risikobilde etter innføring av valgte tiltak.

2.2.4 Bow-tie

For å illustrere hvor de ulike risikoreduserende tiltakene vil tre inn, benyttes et bow-tie-diagram. Her skilles det mellom hva som skjer før og etter den uønskede hendelsen inntreffer. Det legges inn proaktive barrierer for hver farekilde, og reaktive barrierer for hver konsekvens. De proaktive barrierene skal hindre, eller redusere sannsynligheten for, at den uønskede hendelsen inntreffer. De reaktive barrierene skal stoppe eller redusere konsekvensene av den uønskede hendelsen.



Figur 2.2.4.1: Bow-tie-diagram

2.2.5 Programmer

For vurdering av tiltakene og illustrasjon av disse har prosjektgruppen benyttet programmer, som Excel og ArchiCAD. Excel er en programvare, hvor dens funksjon er regneark. Denne programvaren benyttes for å skape rapporter, beregninger og skjemaer. Prosjektgruppen har brukt Excel for beregning av risiko og illustrasjon av resultatene. ArchiCAD er et tegneprogram og blir oftest benyttet av arkitekter og byggstudenter. De bruker den til å tegne tredimensjonale bygninger. Likevel har prosjektgruppen benyttet dette hjelpemiddelet til utforming av tiltakene på veier.

3 Teori

Teorikapitlet inneholder alle relevante funn fra litteratursøk. Kapitlet skal omhandle tiltak, ulykkesområder, internasjonale løsninger og kostnader ved en ulykke. Risikoreduserende tiltak vil være i fokus gjennom hele kapitlet, da de vil benyttes i risikovurderingen, og være en stor del av resultatet.

3.1 Trafikksikkerhetstiltak

Trafikksikkerhetstiltak er tiltak som iverksettes for å redusere risiko på veien. Tiltakene deles inn i to grupper: proaktive og reaktive tiltak. Ved bedring av risikobildet, fokuseres det i første omgang på proaktive tiltak.

3.1.1 Proaktive tiltak

Proaktive tiltak skal redusere sannsynligheten for at en uønsket hendelse inntreffer. Disse har blitt gruppert etter områder: kryss, kryss og strekning og generelt. En slik gruppering viser hvor tiltakene vil være aktuelle å innføre.

Trafikksikkerhet effekter (TS-Effekt)	
+	Positiv effekt
(+)	Mulig positiv effekt
-	Negativ effekt
0	Ingen effekt
?	Usikker effekt

Figur 3.1.1.1: TS-effekt forklaring

3.1.1.1 Kryss

Tiltak	TS-effekt fotgjenger	TS-effekt sykkel	Andre effekter for trafikanter
Tilbaketrukket stopplinjje	(+)	+	Økt fremkommelighet og trygghet for syklende
Sykelboks	(+)	+	Økt fremkommelighet og trygghet for syklende
Oppmerket/farget sykkelfelt gjennom kryss	0	+	Økt synlighet og trygghet for syklister
Sykkelvei for høyresvingende syklister	-	+	Økt trygghet for syklende
Fartsdempende tiltak for syklister	0	+	Redusert fremkommelighet for syklende
Midtstilt sykkelfelt	0	+	Økt trygghet for fotgjengere og økt fremkommelighet for syklende, men redusert trygghet for syklister.
Høyrestilt sykkelfelt	0	?	Økt fremkommelighet for syklende

Figur 3.1.1.1.1: Proaktive tiltak for kryss

Tilbaketrukket stopplinje

Tilbaketrukket stopplinje betyr at stopplinjen for motoriserte kjøretøy er trukket tilbake, med 2-5 meter. Dette gjelder dersom veien allerede har en ensrettet sykkelvei, som ligger helt inntil veibanen.

Sykkelboks

En sykkelboks er et oppmerkingstiltak som gir syklister et område de kan stå, foran bilene, i kryss. Sykkelboksen skal være tydelig oppmerket, ofte med farget belegg på asfalt. Dette gir større synlighet for syklister i trafikken, og kan bidra til å ivareta deres rettigheter i større grad enn blandet trafikk. Det er gjort mange studier angående sykkelbokser, og internasjonalt er det gode erfaringer med sykkelbokser.

Oppmerket/farget sykkelfelt gjennom kryss

Oppmerket/farget sykkelfelt gjennom kryss benyttes i flere land, inkludert Danmark. Tiltaket hjelper syklister å plassere seg riktig i krysset, og øker syklistenes synlighet. Det bidrar dermed til økt sikkerhet og trygghet for syklister.

Sykelvei for høyresvingende syklister

Sykelvei for høyresvingende syklister blir også kalt for filtervei i kryss. Dette er en separat sykkelvei som anlegges utenfor signalregulering og krysset. Løsningen krever stor plass og er mest egnet for kryss hvor det er stort mengde høyresvingende syklister.

Fartsdempende tiltak for syklister

Ideelt sett vil dette tiltaket ikke være nødvendig, da det reduserer fremkommeligheten for syklister. Det kan likevel være praktisk i områder der syklister har høy fart inn i et kryss. Utdypende forklaringer på de ulike tiltakene som kan benyttes, er forklart i sykkelhåndboka og i håndbok 072.

Midtstilt sykkelfelt

Midtstilt sykkelfelt er et tiltak hvor syklister har et sykkelfelt mellom biler som svinger til høyre og venstre i et signalregulert bykryss. Dette tiltaket anbefales fra internasjonale håndbøker fra for eksempel Danmark, Nederland og Tyskland. Formålet er å unngå konflikter mellom høyresvingende motoriserte kjøretøy og sykler som skal rett frem. Det er imidlertid vanskelig å finne konkrete effekter av tiltaket. (Sagberg, Sørensen, 2012)

Høyrestilt sykkelfelt

Høyrestilt sykkelfelt kan være kanalisering av sykkelfeltet eller et oppmerket sykkelfelt til høyre for høyresvingfelt for biler. Dette brukes og anbefales i for eksempel Danmark, Nederland, Storbritannia og Tyskland, men er ikke beskrevet i norsk sykkelhåndbok. Tiltaket kan ha begrenset effekt for sikkerhet til myke trafikanter, men gi et stort pluss på fremkommeligheten for syklister. (Sagberg, Sørensen, 2012)

3.1.1.2 Kryss og strekning

Tiltak	TS-effekt fotgjenger	TS-effekt sykkel	Andre effekter for trafikanter
GS-vei	+	0	Økt fremkommelighet og trygghet for myke trafikanter
Sykkelvei	+	+	Økt fremkommelighet og trygghet for myke trafikanter
Sykkelfelt	+	+	Økt fremkommelighet og trygghet for syklende
Varmekabler i sykkeltraseer	0	+	Økt trygghet, fremkommelighet og komfort for syklister
Sykkelsignalregulering	?	+	Økt fremkommelighet og trygghet for myke trafikanter
Farget/mønstret belegg	0	+	Økt synlighet og trygghet for syklende
Oppmerket/fysisk skille mellom syklende og gående	+	+	Økt trygghet for fotgjengere og økt fremkommelighet for syklende

Figur 3.1.1.2.1: Proaktive tiltak for kryss og strekning

Gang- og sykkelvei

Gang- og sykkelvei skilles fysisk fra bilvei med grøft, gjerde, kantstein eller på annen måte. Veien er, ved offentlig trafikkskilt, bestemt for kombinert gang- og sykkeltrafikk. *Figur 3.1.1.2.1* viser at gang- og sykkelveier øker fremkommelighet og sikkerhet for fotgjengere.

De empiriske studiene (Høye, 2017a) som ligger til grunn for resultatene, sammenligner ulykkesrisikoen mellom syklister som benytter gang- og sykkelveier og syklister som benytter sykkelfelt eller sykler i blandet trafikk. Det tas ikke høyde for sykkelegenskaper. Flere studier viser til høyere ulykkesrisiko blant syklister som velger gang- og sykkelvei enn andre syklister. Disse syklister har høyere ulykkesrisiko selv når de ikke benytter seg av gang- og sykkelveier. En kan derfor ikke anta at en erstatning av blandet trafikk eller sykkelfelt på hovedveg til fordel for gang- og sykkelvei vil føre til en dobling i sykkelulykker. Tiltaketts effekt vil i tillegg være avhengig av utformingen til gang- og sykkelveien, både på strekninger, i kryss og trafikksammensetningen.

Sykkelvei

En sykkelvei er, ved offentlig trafikkskilt, bestemt for syklende. Veien skilles fra fortau eller gangbane med kantstein eller veioppmerking. I Norge er ikke sykkelveiene verken forbeholdt syklende eller obligatorisk å bruke for syklister. Fotgjengere kan også benytte sykkelvei når det ikke er mulig å benytte fortauet, og syklister kan benytte fortau. *Figur 3.1.1.2.1* over viser effekten sykkelveier har på sykkelulykker. Effekten er basert på én empirisk studie. På strekninger med stor trafikk, bør sykkelvei med fortau bli prioritert fremfor gang- og sykkelvei.

Resultatet (Høye, 2017a) baserer seg på den best kontrollerte studien, som viser at dobbeltrettede sykkelveier reduserer personskaferisikoen for syklister med 28%. Dette gjelder både for strekninger og kryss. På strekninger gir sykkelvei størst reduksjon, mens i kryss kan antall ulykker øke, avhengig av utformingen av krysset. Økning i antall syklister kan føre til risikoreduksjon, da risikoen for hver enkelt syklist synker.

Sykkelfelt

Sykkelfelt er en egen oppmerking i blandet trafikk, som, ved offentlig trafikkskilt og veioppmerking, er bestemt for syklende. Figuren viser effekten av sykkelfelt, basert på flere nyere empiriske studier fra trafikksikkerhetshåndboka. Resultatene (Høye, 2017a) er beregnet fra de metodisk mest solide studiene.

Varmekabler i sykkeltraseer

Ved å legge *varmekabler* i sykkeltraseer, vil syklistene få sommerføre hele året. Dette vil føre til økt trygghet på veiene. Vinterdriften vil også bli langt enklere å gjennomføre, samt gi bedre resultat. Varmekablene vil legges ved å bore hull i sykkeltraseene. På sikt antas denne løsningen å være billigere enn vinterdrift, slik den utføres nå. (Hegvold, 2016)

Sykkelsignalregulering

I kryss og på strekninger der trafikkmengden er stor, settes det opp signalregulering. Herunder kjøretøysignaler, fotgjengersignal og kollektivsignal. *Signalregulering* er enten tidsstyrt eller trafikkstyrt, og kan tilpasses etter trafikkstrømmen eller faser. Formålet med signalregulering er å minke konflikter, bedre trafikkavviklingen og minke ulykkesrisikoen. Dersom signalreguleringen følges av trafikantene, skal det ikke oppstå konflikter mellom trafikantgruppene.

Det er også mulighet for å innføre separate sykkelfaser for signalregulerte kryss. Dette er mye brukt i for eksempel Danmark og Tyskland. Tiltaket innebærer at det skilles mellom enda en trafikantgruppe, og vil trolig øke sikkerheten og fremkommeligheten for syklister.

Farget/mønstret belegg

Farget/mønstret belegg i kryss betyr at sykkelfeltet er helt eller delvis merket med blå, rød, grønn eller gul farge rundt kryssområdet. Vanligvis anvendes dette i signalregulerte kryss. Tiltakets formål er å øke synligheten til syklister for bilister og andre motoriserte trafikanter. Syklisters plassering og adferd vil også bli mindre komplisert og uforutsigbar. Tiltaket brukes mye i andre land og noen steder i Norge, men det anbefales økt bruk. Mønstret belegg ligner på farget belegg, og brukes i vikepliktregulerte kryss. Begge tiltakene er påvist å øke sikkerhet for syklister i kryss. (Sagberg, Sørensen, 2012)

Oppmerket/fysisk skille mellom syklende og gående

Dette tiltaket kombinerer de to tradisjonelle løsningene på gang- og sykkelvei, som er kombinert gang- og sykkelvei og sykkelvei med fortau. Her skiller man mellom gående og syklende med både skilting og oppmerking. Dette er et veldig normalt tiltak i for eksempel Danmark. (Sagberg, Sørensen, 2012)

3.1.1.3 Generelt

Tiltak	TS-effekt fotgjenger	TS-effekt sykkel	Andre effekter for trafikanter
Fartsgrense	+	+	Økt trygghet for myke trafikanter
Veibelysning	+	+	Økt trygghet for myke trafikanter
Siktforbedring	+	+	Økt trygghet for myke trafikanter
Forbud mot sykling på fortau	+	+	Økt trygghet og fremkommelighet for fotgjengere og økt trygghet for syklende
Forbud mot gåing på sykkelvei	?	?	Usikker effekt for gående og syklende
Sykkelveiinspeksjon	0	+	Økt trygghet, fremkommelighet og komfort for syklende
Varselskilt	0	+	Økt synlighet og trygghet for syklist

Figur 3.1.1.3.1: Generelle proaktive tiltak

Fartsgrense

Fartsgrense er en av de vitale parameterne til hvor alvorlig en ulykke ender opp med å være. I nullvisjonens anbefalinger ser vi at 30 km/t kan kalles den maksimale farten. Hvis farten overstiger dette, er det mer sannsynlig at det ender i en dødsulykke. Dermed vil fartsgrense og andre fartsdpendende tiltak være viktige for å hindre at en uønsket hendelse får alvorlige konsekvenser.

Veibelysning

Veibelysning har en god sikkerhetseffekt, og forsterket belysning kan være et aktuelt tiltak for å forhindre gangfeltulykker i mørket. Ifølge rapporten (Høye, *et al.*, 2014) skjer mer alvorlige ulykker i mørket enn det gjør i dagslys. Dette kan gjøres tradisjonelt, eller med belysning fra undersiden, som en form for forsterket oppmerking. Dette er trolig en dyr løsning som vil kreve mer for drift og vedlikeholdt, særlig på vintertid.

Siktforbedring

En viktig årsak til mange trafikulykker er redusert sikt på grunn av vegetasjon, stolper eller skilt. Det er viktig å ta disse tingene med i betraktning når man er i planleggingsfasen av et kryss.

Forbud mot sykling på fortau

Norge tillater sykling på fortau og gangfelt, som ett av få land i Europa. Sikkerhetstiltak innført i andre land, vil dermed ikke nødvendigvis ha like store effekter i Norge, da en stor andel syklist benytter fortau fremfor sykkelløsninger.

Formålet med å gi tillatelse til sykling på fortau, har vært å beskytte svake syklist, herunder gamle, barn og de med dårlige sykkelferdigheter. Syklist skal, når fortau benyttes, sykle i gangfart. Grunnet mangel på gode utforminger for syklist, velger også erfarne syklist å benytte fortau. Disse følger gjerne ikke krav om gangfart, og bidrar til redusert sikkerhet for fotgjengere.

Forbud mot gåing på sykkelvei

I Norge er det lov å benytte sykkelvei, sykkelfelt eller kjørebane, dette er kun hvis gående ikke har mulighet til å bruke gangvei, fortau eller veiens skulder. Tiltaket som forbud mot gåing på sykkelvei vil kun være mulig når det er gode tilbud for gående. Målet med denne løsningen er å unngå konflikter mellom myke trafikanter ved å skille disse.

Sykkelveiinspeksjon

Hensikten med *sykkelveiinspeksjon* er å avdekke og påpeke feil og avvik på veien. Det kan også avdekke årsakene til sykkelulykker. Noen av hovedområder under en slik inspeksjon er vedlikehold, belysning, oppmerking, kryssløsninger og systemskifte. Med gode rutiner på sykkelveiinspeksjon vil sykkelulykker trolig minske både i antall og i alvorlighetsgrad.

Varselskilt

Varselskilt er et tiltak som varsler om områder hvor syklistene ofte kjører ut på veien eller krysser den. Skiltet skal kun brukes hvor syklende har vikeplikt og kan ha underskilt som skal avklare avstand. Dette tiltaket kan øke synligheten til syklistene, ved å gjøre andre trafikanter oppmerksomme på at det kan være syklistene i området.



Figur 3.1.1.3.2: Varselskilt

3.1.2 Reaktive tiltak

Reaktive tiltak er tiltak som begrenser konsekvensene av en ulykke, gitt at ulykken inntreffer. Disse tiltakene er presentert under i *figur 3.1.2.1*.

Tiltak	Type skader	TS- effekt sykkel	Andre effekter for myke trafikanter
Hjelm	Personskader	+	Økt trygghet for syklistene
Sykkelbekledning	Personskader	+	Økt trygghet for syklistene
Forsikring	Materielle skader	+	Reduserte personlige kostnader ved en ulykke

Figur 3.1.2.1: Reaktive tiltak

Hjelm

Sykkelhjelm er ikke påbudt i Norge. Ved en ulykke er de vanligste hodeskadene er slag mot pannen og tinningen. Sykkelhjelm beskytter disse områdene og konsekvensen etter en ulykke er dermed mindre enn uten bruk av hjelm.

Sykkelbekledning

Sykkelbekledning består av kne- og albuebeskyttere, sportsbriller og sykkelhansker. Under en kollisjon vil disse beskytte syklisten mot å få store skader. Sykkelbekledning er ofte i neonfarger og kan også fungere som refleks, noe som er et forebyggende tiltak. Sportsbriller eller solbriller beskytter syklistens øyne i en kollisjon. Sykkelhansker beskytter hender og håndledd under en ulykke. Dette tiltaket er forebyggende for små skader på hender.

Forsikring

Sykkelforsikring kan skaffes fra forskjellige organisasjoner. Denne forsikringen vil dekke alle sykkelkostnader ved en ulykke. Dette tiltaket vil kun påvirke materielle skader som kan oppstå under en kollisjon.

3.2 Internasjonale sykkelløsninger

En sammenligning av norske sykkelløsninger og internasjonale løsninger innebærer samling av informasjon og en nærmere analyse av tiltakene. I denne delen vil infrastruktur fra Norge, Danmark og Nederland bli analysert og sammenlignet. For hvert land, skal hovedfokuset falle på blandet trafikk, *sykkelfelt*, *sykkelvei/sykelsti* og *GS-vei*.

3.2.1 Løsninger for blandet trafikk

Blandet trafikk innebærer at det ikke er tilrettelagt noen spesielle tiltak for syklister. Syklister må her enten sykle sammen med hard trafikk, eller sykle på fortauet. Slike løsninger blir som oftest anbefalt for stille gater, hvor det er lite trafikk.

Norge

I Norge er det mange steder hvor det ikke er nok plass til *sykkelfelt* på veien. Derfor er blandet trafikk ansett som den eneste løsningen. Det legges stor vekt på at maksimal fart for blandet trafikk er 50 km/t, og trafikkmengden skal være under 4000 kjøretøy/døgn.

En rapport fra TØI (Sagberg, Sørensen, 2012), nevner at Norge er ett av få land i Europa hvor det er lovlig å sykle på fortau. Da dette ble lovlig, var det i hovedsak for å hjelpe barn og andre svake syklister å føle seg trygge i trafikken. Manglende sykkelinfrastruktur i Norge har i midlertidig ført til at mange syklister bruker fortauet som sykkelvei, ikke bare svake syklister. At syklende skal ha gangfart og holde god avstand til gående når de sykler på fortau, er heller ikke opprettholdt av mange syklister.

Danmark

I Danmark er blandet trafikk et akseptabelt tiltak, i områder der både farten og trafikkmengden er lav. Det skal være fartsdempende tiltak sammen med skilting. Bortsett fra at det i Danmark ikke er lov å sykle på fortau, er det ingen store forskjeller på reglene i Danmark og Norge for blandet trafikk. Dette innebærer at kun svake syklister, som er usikre på sykkel, har lov til å sykle på fortau.

Nederland

I Nederland er reglene for blandet trafikk annerledes enn i Norge og Danmark. I dette landet er fartsgrensen på 30 km/t i tettbygd strøk, mens utenfor er den på 60 km/t. Den maksimale trafikkmengden som er tillatt i 30 km/t-soner, er 5000 kjøretøy/døgn. I likhet med Danmark, er det heller ikke lov å sykle på fortau i Nederland.

Oppsummering

Alle de andre landene beskriver tilsvarende løsninger som den norske sykkelhåndboka. Felles for alle er at det legges stor vekt på tiltak for reduksjon av biltrafikk og redusert *fartsgrense*. Noen omtaler spesielle tiltak der viktige sykkelruter går gjennom blandet trafikk.

En vesentlig forskjell i Norge sammenlignet med både Danmark og Nederland, er sykling på fortau. Forbudet mot sykling på fortau, som Danmark og Nederland har innført, kan bidra til bedre fremkommelighet og minske ulykkesrisiko for alle trafikanter.

3.2.2 Løsninger for sykkelfelt

Sykkelfelt er egne kjørefelt for syklister i en kjørebane. Dette tiltaket er en av de vanligste løsningene for sykklistene i Norge. Syklende kjører her i samme kjøreretning som harde trafikanter.

Norge

I Norge anbefales *sykkelfelt* for byer og tettbygde strøk. Hele strekningen skal være oppmerket, og et skilt skal stå ved starten av feltet og ved hvert kryss. Det er ikke et krav om *farget/mønstret belegg*, men dette blir anbefalt. For at det skal være mulig å innføre sykkelfelt, bør fartsgrensen være mellom 30-50 km/t. Trafikkmengden, derimot, har liten betydning for innføring av sykkelfelt. Sykkelfelt blir ikke anbefalt på strekninger hvor det er tillatt å parkere i veikanten.

Danmark

I Danmark blir *sykkelfeltet* regnet som en midlertidig løsning, inntil det kan etableres en *sykkelvei*. Tiltaket kan gjøres om til en permanent løsning, men da kun hvis det ikke er plass til sykkelsti. Fartsgrensen skal da også være mellom 40 km/t og 50 km/t, og det kan ikke være tillatt med parkering i veikanten. Det oppfordres til parkeringsforbud i slike gater med sykkelfelt.

Nederland

I Nederland finnes det to typer *sykkelfelt*. Den ene typen blir kalt for “*Sykkelfelt Light*”. Slike sykkelfelt har et merket belegg, skilting, og er utført etter regelverket. Denne typen sykkelfelt er ikke anbefalt sammen med parkering langs strekningen. Denne løsningen kan være permanent. Den andre typen er “*Suggestion Lanes*”. Dette er en midlertidig løsning, som kan gjøres permanent dersom det ikke finnes bedre alternativer. Sykkelfeltet av denne typen har ikke *farget belegg*, og følger heller ikke regelverket. Det er tillatt med parkering langs feltet, og både stopp og varelevering er tillatt.



Figur 3.2.2.1: “*Sykkelfelt Light*” i Nederland



Figur 3.2.2.2: “*Suggestion Lanes*” i Nederland

Oppsummering

Alle tre land definerer *sykkelfelt* som en løsning for tettsteder og i byer. Både Nederland og til dels Danmark har to typer sykkelfelt, hvor det ene er et nødtiltak. Resonnementet bak en slik løsning er at det er bedre enn ingen løsning. Likevel kan det være et godt tiltak, da denne typen nødløsning kan gi retningslinjer for trafikanter om hvor de skal plassere seg i trafikken. Dette er til forskjell fra Norge, som kun har én type sykkelfelt. Alle håndbøker anbefaler at det ikke tillates parkering sammen med sykkelfelt. Toveis sykkelfelt er heller ikke anbefalt av landene som ble undersøkt.

3.2.3 Løsninger for sykkelvei/sykelsti

Sykelvei er en egen vei for sykklistene, denne skal være atskilt fra andre trafikanter. Sykelveien kan ha toveistrafikk; dette betyr at trafikken kan gå i begge retninger. Det kan enten være fysisk atskilling eller oppmerking fra bilvei eller fortau.

Norge

Sykelvei er en sykkelløsning som blir anbefalt ved høy trafikkmengde og høy fart, eller utenfor tettstrøk. I Norge presenterer sykkelhåndboka standardløsningen som er toveis ensidig sykkelvei. Det advares mot adskilte enveis sykkelveier i motsetning til en rekke andre land.

I Trondheim finnes sykkelveier i signalregulerte kryss, hvor det benyttes vrimlefaser (egen fase hvor kun fotgjengere har grønt lys) for fotgjengere. Dette tiltaket benyttes også, blant annet, i Nederland. Et slikt tiltak skiller fotgjengere, syklister og bilister, og gjør dermed kryss mer fleksible og trygge.

Danmark

I Danmark finnes ikke en *sykelvei*, men "*cykelsti*" som er tilnærmet lik. Likevel er det en rekke forskjeller, for eksempel, at "*cykelstier*" brukes i sentrum, noe som ikke gjøres i Norge. I Danmark blir også enveis sykkelstier anbefalt, noe som er ulikt fra Norge. Sykkelsti separer syklister fra andre typer trafikanter og er enveiskjørt. Det blir brukt fysisk separering med, for eksempel, grus eller kantstein. *Figur 3.2.3.1* presenterer en sykkelsti i Danmark. Denne løsningen blir anbefalt ved høy trafikkmengde og høy fart. Tiltaket blir også anbefalt fremfor blandet trafikk og *sykkelfelt*.



Figur 3.2.3.1: Dansk sykkelsti

Nederland

I Nederland skal *sykkelveier* være enveistrafikk, trafikk som kun går i én retning. Det gjøres unntak for denne regelen dersom det ikke er plass til tosidig sykkelvei, eller dersom tosidig sykkelvei fører til mye kryssing av vei. I en rekke byer i Nederland har man vrimlefaser for fotgjengere i kryss. I tillegg til dette, benyttes det nedtelling til neste grønt lys. Denne løsningen blir anbefalt i hovednettverket i Nederland. Sykkelsti er et tiltak som brukes aktivt i både Nederland og i Danmark.



Figur 3.2.3.2: Lyskryss med vrimlefase og eget signal med nedtelling i Nederland

Oppsummering

Både Danmark og Nederland viser til toveis og enveis sykkelvei/sykelsti, til forskjell fra Norge, som ikke nevner enveis sykkelvei. Sykelsti er en løsning som blir hyppig brukt i land som Danmark og Nederland. Sykelstien skiller fotgjengere, syklister og harde trafikanter fysisk, noe som kan gi økt sikkerhet og trygghetsfølelse, grunnet redusert risiko for kollisjon med kjøretøy.

3.2.4 Løsninger for gang- og sykkelvei

Gang- og sykkelvei, også kalt, *GS-vei* er en vei for gående og syklende. Veien er fysisk separert fra bilvei med, for eksempel, kantstein eller gjerde.

Norge

Gang- og sykkelvei har siden 70-tallet vært den mest brukte løsningen for syklister i Norge. *GS-vei* er anbefalt for høy trafikkmengde og høy fart, eller utenfor tettstrøk. Denne *GS-veien* følger samme retning som bilveien. Det finnes to typer av *GS-vei*: ensidig og tosidig. Ensidig betyr at det er kun en kjøreretning, mens tosidig innebærer trafikk i begge retningene. I Norge må syklende på *GS-vei* følge regler om vikeplikt for kjørende i kryss. Syklistene har ikke vikeplikt for kjørende fra parkeringsplasser, gågate eller holdeplasser. Det anbefales at syklistene skal ta hensyn til kjørende og gående, holde god avstand til disse og ha lav hastighet.

Danmark

I Danmark blir en *GS-vei* kalt for dobbeltrettet eller enkeltrettet *fællessti cykel- og gangsti*. Denne løsningen blir sjeldent brukt. Det blir anbefalt å bruke en slik løsning kun hvis det er få syklende og gående, samt lite plass. I tillegg blir *gang- og sykkelvei* anbefalt å bruke i egen trase og langs en vei hvor motoriserte kjøretøy kjører. Prinsippet bak er å skille syklende, gående og kjørende.



Figur 3.2.4.1: *GS-vei* i Danmark

Nederland

I Nederland blir *gang- og sykkelvei* kalt for *Gecombineerd voetpad en fietspad*. Nederland er et av landene som ikke anbefaler *GS-vei*. Dette tiltaket finnes ikke i prinsippet. Likevel kan man i noen få unntakstilfeller bruke denne løsningen. Disse unntakene er at dersom det er få syklende og gående, samt begrenset med plass. Dette tiltaket kan også tas i bruk dersom det er utenfor byen.

Oppsummering

Norge beskriver at *GS-vei* kan være en løsning for høyt trafikkerte gater eller utenfor tettbygde strøk. Dette er i motsetning til Danmark og Nederland, som beskriver at tiltaket skal kun brukes hvor det er både lite trafikk og begrenset plass.

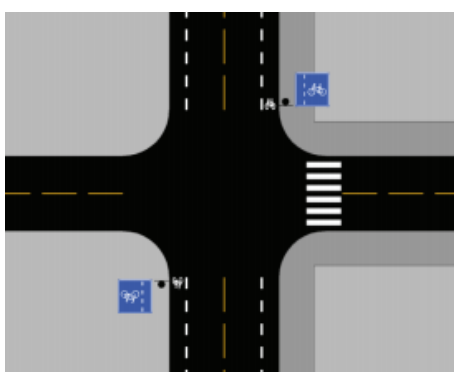
3.2.5 Løsninger for kryss

Et kryss er definert som en sammenkobling mellom to offentlige veier. Det finnes mange ulike sykkelløsninger i kryss, noen av disse er presentert under.

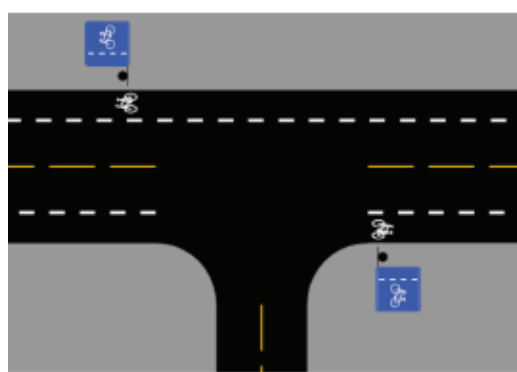
Norge

I Norge benyttes kryssløsninger for T- og X-kryss samt signalregulerte kryss. Tiltakene som er presentert under er de mest utbredte på norske veier.

I et X-kryss merkes ikke *sykkelfeltet* opp gjennom krysset, hvor det er høyreregulerte kryss og syklende har vikeplikt ovenfor andre trafikanter. Både oppmerking og skilting skal stå før og etter krysset, som det er vist under i *figur 3.2.5.1*. I et T-kryss er løsningen tilnærmet lik, dersom det er et høyreregulert kryss og syklende ikke forstyrrer andre trafikanters bevegelse. Oppmerking og skilting på den ene siden skal være gjennom hele krysset. På den andre siden skal oppmerking og skilt stå før og etter kryssing av veien, som er vist i *figur 3.2.5.2*.

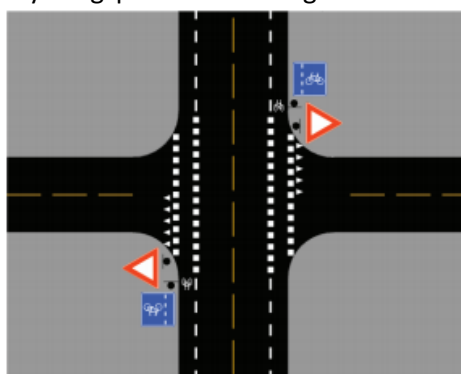


Figur 3.2.5.1: Oppmerking og skilting i X- kryss



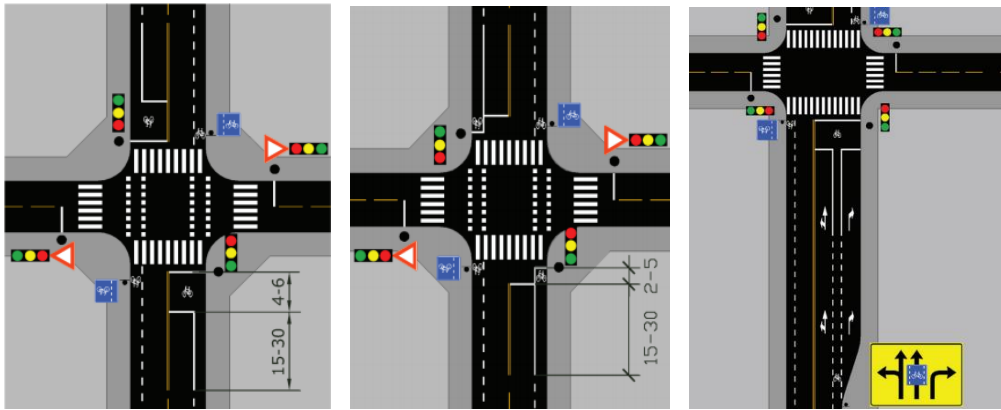
Figur 3.2.5.2: Oppmerking og skilting i T-kryss

Oppmerking i X-kryss går gjennom hele krysset for å markere sykkelfeltet. Et slikt tiltak regulerer ikke trafikken, men viser syklende hvor de bør plassere seg. Skilt om vikeplikt skal stå ved krysningspunktet for å regulere trafikken.



Figur 3.2.5.3: Oppmerking og skilting i X- kryss (forkjørsregulert)

I signalregulerte kryss er det en rekke tiltak som blir brukt i Norge. Blant disse er *tilbaketrukket stopplinje*, *sykkelboks* og *midtstilt sykkelfelt*. Disse løsningene kan brukes samtidig, men også hver for seg. Figurene under presenterer utførelsen av tiltakene. *Midtstilt sykkelfelt* er et tiltak som ikke blir anbefalt i Norge (Sørensen, 2009)



Figur 3.2.5.4: Sykkelboks, tilbaketrukket stopplinje og midtstilt sykkelfelt

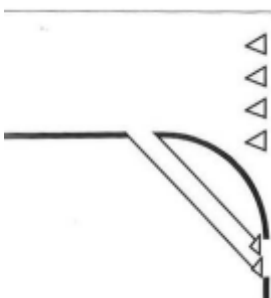
Danmark

Farget oppmerking er et tiltak som gir økt synlighet for syklister. Dette gjør biler oppmerksomme på syklistene, samt hjelper syklistene å plassere seg riktig i krysset, som fører til økt sikkerhet og trygghet. I Danmark benyttes blått belegg.



Figur 3.2.5.5: Farget oppmerking av sykkel felt i krysset

For høyresvingende syklister, anbefaler Danmark *separate sykkel felt*. I disse tilfellene, blir det anlagt et sykkel felt utenfor det signalregulerte krysset. Eget separert felt for syklister medfører mindre kontakt med syklister, mindre sjanse for konflikt og dermed økt trygghet for syklistene.



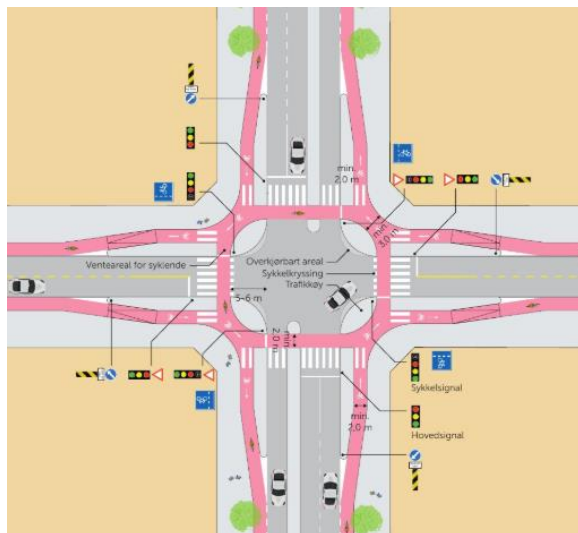
Figur 3.2.5.6: Prinsippskisse av separert sykkel felt for høyresvingende syklister

Nederland

En nederlandsk kryssløsning for signalregulerte kryss flytter sykkel feltet i hjørnene (Sagberg, Sørensen, 2012). Det er også ofte implementert *tilbaketrukket stopplinje* for biler i samme løsning. Det er ikke implementert noen standarder for disse kryssløsningene i nederlandske håndbøker, men tilpasses etter behov.

Formålet skal redusere konflikter mellom høyresvingene motoriserte trafikanter og syklende som skal rett frem. Dette skjer på grunn av at syklende kommer først ut i krysset og syklistene får mye større synlighet i trafikken enn i mer originale løsninger. Det blir dermed oversiktlig for de motoriserte trafikantene å holde øye med alle andre trafikantgrupper.

Siden det ikke er noen kjente evalueringer gjort rundt dette vil det anbefales å foreta en grundig undersøkelse av effekten av slike rundkjøringer, før det implementeres i norske kryss. *Figur 3.2.5.7* og *3.2.5.8* viser hvordan disse tiltakene ser ut.



Figur 3.2.5.7: Nederlandsk kryssløsning 1



Figur 3.2.5.8: Nederlandsk kryssløsning 2

Oppsummering

Alle land har ulike sykkelløsninger i kryss. Danmark og Nederland kommer med løsninger som ikke blir brukt i Norge. Blant disse tiltakene er nederlandske kryssløsninger og *separat sykkelfelt for høyresvingende syklister*.

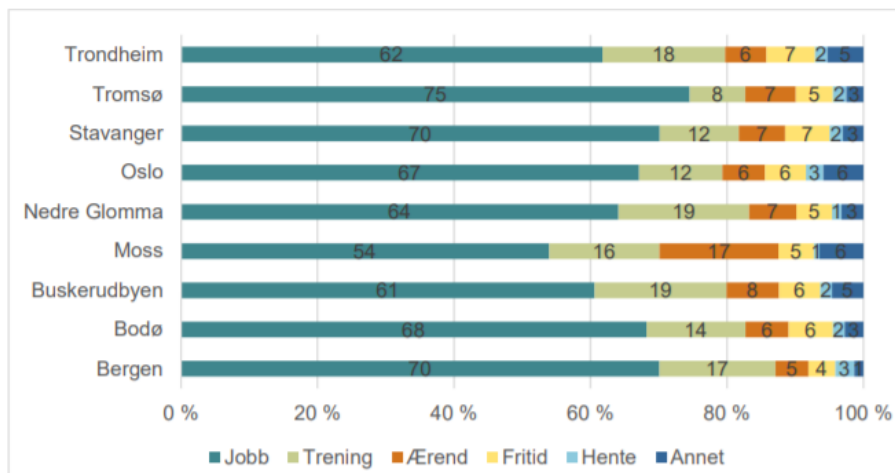
Nærmere analyse har vist at norske sykkelhåndbøker ikke er like ambisiøse som Danmark og Nederland er i sine håndbøker. I Norge aksepteres både høyere fart og større trafikkmengde. Land som Danmark og Nederland har kommet langt i sykkelinfrastruktur. Dermed er det gode muligheter for å hente inspirasjon fra disse landene. Nederland har hatt erfaring med løsningene ovenfor i over 40 år. Effekten av løsningene er dermed blitt godt testet.

En vesentlig forskjell Nederland har fra Norge, er at sykkelinfrastrukturen i Nederland blir planlagt slik at svake syklister også har mulighet til å sykle. Dette gjøres for å bedre syklistenes trygghet, noe som fungerer for både barn, eldre og profesjonelle syklister. Nederland blir regnet som et av landene hvor det er tryggest å sykle. De bruker blant annet, adskilte sykkelruter, som ikke går langs hovedvei, tydelig oppmerking på vei, og det mest effektive tiltaket: sikre kryssløsninger.

3.3 Sykkelandel og ulykkestall

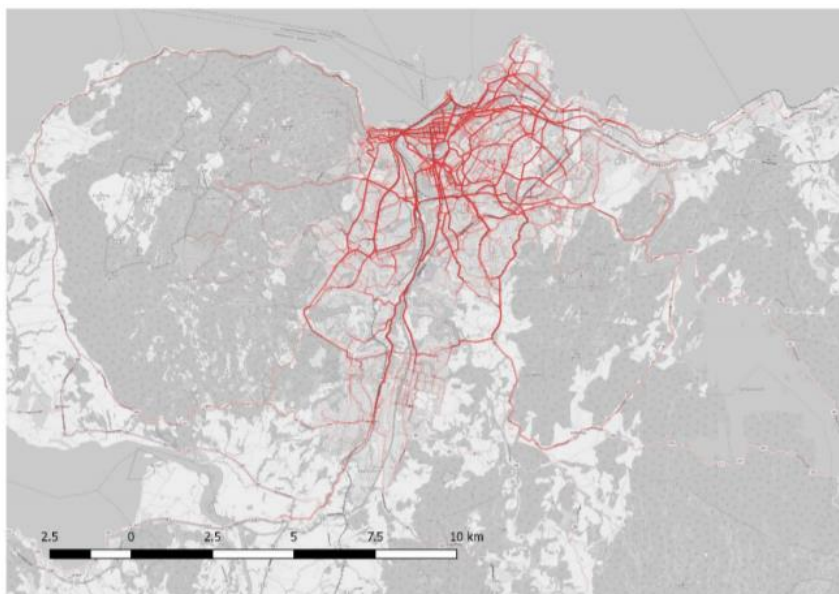
3.3.1 Antall syklende i Trondheim

Trondheim er en av de største sykkelbyene i Norge med rundt 9% syklister (Lunke, *et. al*, 2017). I hovedsak bruker de fleste sykkelen som et fremkomstmiddel mellom hjem, til jobb eller skole. Statistikken for hvordan syklister i Trondheim og andre norske byer finnes nedenfor.



Figur 3.3.1.1: Antall syklende fordelt på forskjellige reisemål

Fra bilde under er det brukt en app for å visualisere reiseruter med sykkel i Trondheim. Mesteparten av sykkelturene går i og rundt sentrum. Dermed kan det sies at de fleste sykkelturene i Trondheim er korte arbeidsreiser i og rundt Midtbyen. De mest trafikkerte områdene inn til Midtbyen er Elgeseter bru og Gamle bybru. Det er mindre trafikk på Verftsbrua og Kongensgate. Dette blir ansett som mer problematiske av syklister, og at infrastrukturen ikke er like lagt opp for syklister som motoriserte trafikanter.



Figur 3.3.1.2: Sykkelreiser i Trondheim

3.3.2 Reisevaneundersøkelse i Trondheim

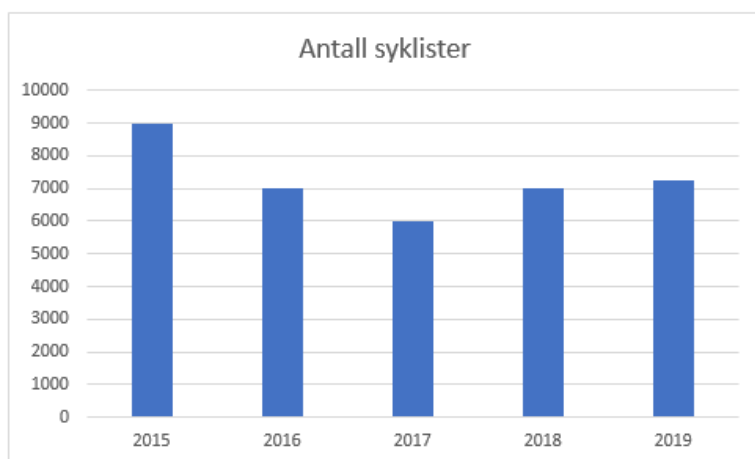
Reisevaneundersøkelse (RVU) er en spørreundersøkelse. Ved hjelp av denne undersøkelsen, utarbeides det en statistikk over antall reisende i Trondheim. Intervjuene blir gjennomført over telefon, der intervjupersonene er minst 15 år. Undersøkelsen tar for seg hvor ofte personen reiser, til hvilket formål, og hvilket transportmiddel som blir brukt. Feilmarginen blir regnet ut etter, blant annet, antall personer som blir intervjuet. I en slik undersøkelse benyttes ofte et 95% konfidensnivå.

Figuren under viser et gjennomsnittstall for alle reiser, for alle ukedager. Resultatene fra undersøkelsen (Miljøpakken, 2018), viste at det er mest reising i Trondheim på hverdager. Grunnen til dette er trolig jobb og skole. Trondheim har et ønske om å bli Norges beste sykkelby. For å nå dette målet, er det flere områder som må endres. I figuren under, ser vi at det er hele 1,7 som benytter seg av bil, kontra 0,3 for sykler.

	Arbeid	Skole/ Studier	Handel/ service	Omsorg/ fritid ¹⁾	Alle reiser
Bil	0,3	0,0	0,5	0,6	1,7
Til fots	0,1	0,1	0,2	0,3	0,7
Sykkel	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3
Kollektivt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Annet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Alle reiser	0,6	0,2	0,8	1,2	3,2

Figur 3.3.2.1: Reiser per person fordelt på reisemål og reisemiddel

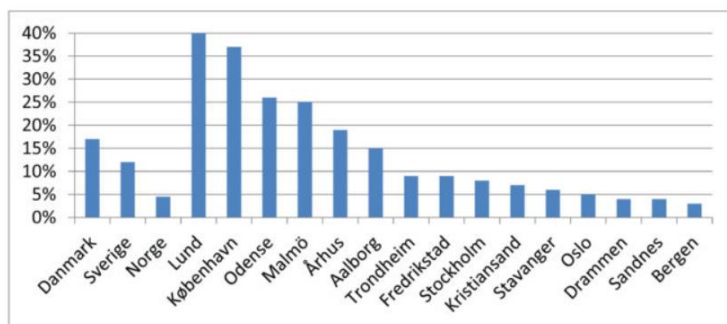
Figuren under presenterer innhentet informasjon om antall syklende fra Midtbyen Regnskap (Trondheim kommune, 2018), i perioden 2015-2019. Diagrammet viser en økning i antall syklende fra 2017 til i dag. Denne tendensen kan være en følge av tiltakene Trondheim kommune har iverksatt de siste årene.



Figur 3.3.2.2: Antall sykklister, 2015-2019

3.3.3 Sykkelandel i ulike land

Antall syklende har flere påvirkningsområder, som infrastruktur og valg av mest optimale sykkelløsninger. Som illustrert i diagrammet under, er Danmark det landet i Norden som har flest syklende. Det er en stor sykkelkultur i Danmark. Dette kommer, blant annet, av langsiktig satsing på sykkelinfrastruktur. I de større byene, ligger andelen av sykklister i Danmark på 20-35%, kontra Norges 3-7%. Nederland har byer med sykklisterandel på opp mot 50%. Spørsmålet som må stilles er hvordan Norge kan oppnå slike tall for de største byene. De mer landlige områdene kan være en større utfordring grunnet geografiske og topologiske utfordringer, men mange storbyer har mulighet til å kunne oppnå de samme andelenene med riktig og langsiktig planlegging. Hvis flere velger å sykle, vil trolig tildeling av ressurser reflektere den økende trafikantgruppen. I tillegg til flere sikkerhetstiltak, vil Safety in Numbers være med på å redusere risikoen på norske veier.



Figur 3.3.3.1: Sykkelandel i Norge, Danmark og Sverige totalt, 2010

3.3.4 Ulykkestall

Sammenligning av ulykkesrisiko for syklister i Norge og andre land, er unøyaktig og komplisert. Sykkeldødsrisiko i ulike land, derimot, er mulig å sammenligne. Dermed blir sykkeldødsrisiko i Norge og Nederland sammenlignet figuren under. Figur 3.3.4.1 presenterer dødsrisiko per tur og kilometer. Denne figuren viser at risikoestimatet er betydelig høyere i Norge enn i Nederland. Et høyere tall innebærer at det er større sannsynlighet for at en sykkelulykke oppstår. Den høye sykkeldødsrisikoen i Norge er i stor grad grunnet dårligere infrastruktur for syklister. Nederland regnes som det tryggeste landet å sykle i, noe tallene i figur 3.3.4.1 reflekterer.

	Nederland	Norge
Per 100 mill. turer	1,6	4,84

Figur 3.3.4.1: Sykkeldødsrisiko i Nederland og Norge, 2004

3.3.5 Rapportering av ulykker

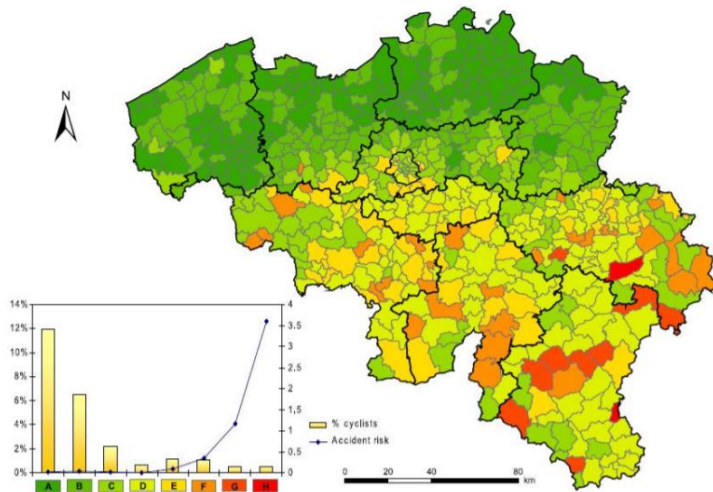
Ifølge rapporten (Bjørnskau, 2005) blir 5-12 syklister drept i ulykker hvert år, hvorav 50-80 blir hardt skadde og 400-500 lettere skadd i Norge. Det er trolig store mørketall i sving, grunnet betydelig underrapportering. Ved å bruke en estimering er det ca. 5000 sykkelulykker i Norge, hvor mange er lettere skader.

Det finnes mange ulike tall for underrapporteringer av sykkelulykker. Blant annet, viser en rapport fra TØI (Bjørnskau, 2005) at estimatet ligger på rundt 1:11-1:12. Det vil si at det virkelige tallet er 11-12 ganger så mange sykkelulykker og skader som det rapporteres av SSB. Dessverre, er ikke registeret lengre oppdatert. Det er også andre faktorer som må tas hensyn til. Sannsynligvis er skaderapporteringen høyere på mer alvorlige ulykker (hardt skadd, drepte) og mindre på små personskader. Tallet som fremstår fra Statistisk sentralbyrå, er kun politiregistrerte ulykker. Tidligere har det vært forsøkt å få inn tallene fra sykehusregistrerte skader, uten mye hell. Det er dermed utført et spørreskjema fra samme rapport som skal hjelpe å lage et reelt bilde av underrapportering. Denne faktoren settes til 7-8, som vil si at man ganger ulykkestallet fra SSB med en faktor på 7-8 for å få et realistisk perspektiv for sykkelulykker.

Det er viktig med norske forsøk og evalueringer når det kommer til sikkerhet for syklister, på grunn av et litt unikt aspekt med tilgjengelighet for å sykle på fortau i Norge. Å ta utenlandske erfaringer kan det komme mye nytte av, men det vil være forskjeller på grunn av det overnevnte aspektet.

3.3.6 Safety in numbers

Safety in numbers, eller SiN, er et konsept som baserer seg på at risikoen for en enkelt trafikant reduseres dersom mengden av samme trafikantgruppen øker. Eksempelvis vil en bilist som skal ut av en gate og over et gangfelt, sykkelveg etc. ha en større sjanse for å se seg for begge sider hvis det vanligvis er mange syklister og fotgjengere. En presentasjon fra TØI (Bjørnskau, 2019) fremstiller hovedsakelig to typer data for å underbygge SiN: tverrsnittsdata og tidsseriedata. Tverrsnittsdata sammenligner områder med ulikt omfang av gange/sykling og ulykker med fotgjengere og syklister. Tidsseriedata sammenligner omfanget av gange/sykling og ulykker med fotgjengere og syklister over tid.



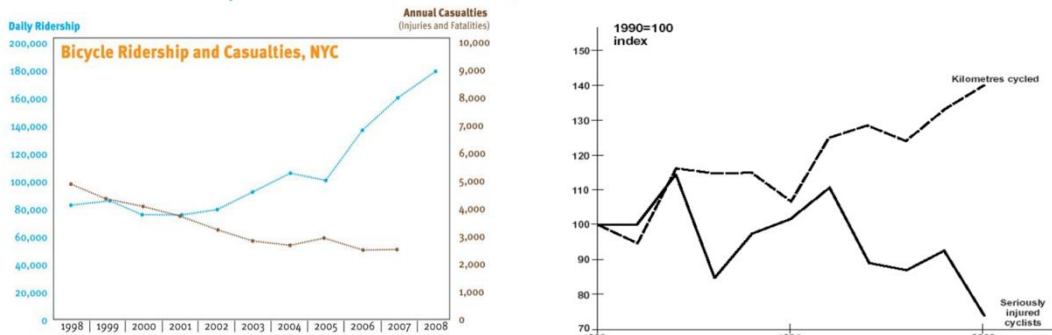
Figur 3.3.6.1: Korrelasjon mellom antall syklister og ulykkesrisiko (Belgia)

Over er det en fordeling på kommuner i Belgia. Dette viser en tydelig korrelasjon mellom antall syklister og ulykkesrisiko.

Figuren viser at desto høyere antall syklende, desto færre ulykker oppstår, per syklende. En av grunnene til det er at syklistene blir mer sett når det er flere, og andre trafikanter blir mer oppmerksomme på å se etter mulige syklister. Flere studier understreker at for at det skal bli mer sikkert å sykle, må det bli flere som sykler, samt bedre infrastruktur for syklende.

Syklister i New York City

Syklister i København



Figur 3.3.6.2: Korrelasjon for Safety in Numbers

I figuren over er det presentert to eksempler på korrelasjon for Safety in Numbers. Det er også antatt et tall eller en faktor for sikkerhet i forbindelse med Safety in Numbers. Denne ligger på 0,8 (Bjørnskau, T., 2018).

En viktig differanse mellom norske studier gjort på Safety in Numbers og andre land, for eksempel, Danmark, er at syklistandelen i Norge er rundt 4 % kontra 17 % i Danmark (Fyhri, et al., 2014). Det er også mye større sannsynlighet for å komme i en sykkelulykke i Norge kontra Danmark. Her vil SiN i tillegg til geografi, infrastruktur og tilrettelegging for syklister ha en stor rolle.

	Person km (million)	Drepte (politiregistrerte)	Skadde (politiregistrerte)	Risiko
Norge	821	7	505	0,62
Danmark	2470	26	688	0,30

Figur 3.3.6.3: Antall drept og skadet syklister per person km (mill) i Norge og Danmark i 2010

3.4 Sykkeladferd

3.4.1 Sykling på fortau

Når man evaluerer statistikker for andre land enn Norge, er det viktig å ta hensyn til at sykkeladferden er annerledes. Dette er spesielt grunnet at Norge fortsatt tillater sykling på fortau, som en av få land i Europa. Bakgrunnen til denne regelen var å beskytte "svake syklistene", herunder barn eller eldre. Effekten dette tiltaket har hatt på andel ulykker er uvis.

3.4.2 Overholde rødt lys

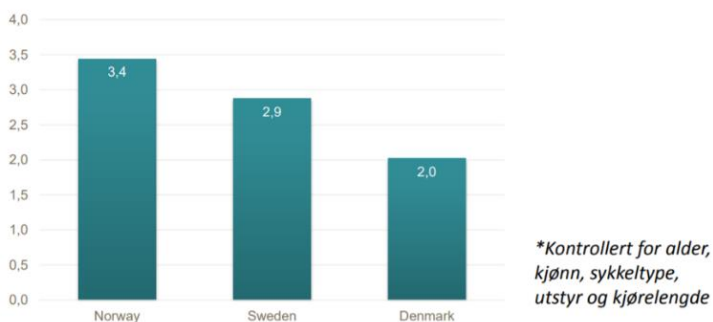
Rundt 20% av det norske folk har syklet på rødt lys. Det kan dermed ikke anses som unormalt at syklistene ikke overholder rødt lys i Norge. Danmark har et tall på henholdsvis 13%, grunnet bedre sykkelinfrastruktur (Bjørnskau, 2015). Flertallet i Norge velger å sykle på "rød mann", hvis det ikke er noe annen trafikanntype i nærheten (Bjørnskau, 2006). Syklistene i Norge er enige i at sykling på rødt ikke er den største utfordringen, ettersom det er få ulykker forårsaket av dette.

3.4.3 Brudd på vikeplikt

Norske syklistene er mer villige til å bryte vikepliktsregler for å komme seg fort fram kontra dansker (Bjørnskau, 2015). Dette er muligens en av parameterne til at norske syklistene har høyere risiko per antall kjørte kilometer enn danske. Danmark har lenge satt sykkelinfrastruktur som en prioritet, og tilrettelegger alt av ny infrastruktur for å gjøre det raskest og tryggest mulig for syklistene. Dette gjør sykkel til et godt alternativ til motoriserte kjøretøy. Norge ligger bak Danmark på mange plan angående sykkelanlegg. Dette kan ha en innvirkning på mentaliteten til norske, kontra danske, syklistene, som figuren under antyder.

"Det er helt i orden at syklistene bryter noen trafikkregler for å komme seg fortere frem i trafikken"

(1=helt uenig, 7=helt enig)



Figur 3.4.3.1: Andel av syklistene som er villig til å bryte trafikkregler for fremkommelighet

3.4.4 Kryssing av vei

I studie (Fyhri, *et al.*, 2014) er det observert at danske syklistene følger reglene og krysser hvor de er ment til å krysse veien hvis de kommer til et kryss. Norske syklistene ser etter enhver mulighet til å krysse veien; ofte oppstår det også en mer risikabel situasjon. Dette er en utfordring som forårsaker flere ulykker, det vil dermed være et av fokusområder videre.

3.5 Risiko i ulike kryss i Trondheim

For å få et komplett bilde over sykkelulykker i Trondheim, er det hentet inn data fra perioden 2003-2018. Geografisk plassering av ulykker og hvilke uhellskategorier de tilhører, er i hovedfokus. Figuren under presenterer alle rapporterte sykkelulykker i Midtbyen i perioden 2003-2012. Nærmere analyse av kartet presenterer at mesteparten av alle ulykker skjedde i kryss, hvor i tre tilfeller syklisten ble hardt skadd. I denne perioden ble ingen drept i sykkelulykker i Midtbyen.

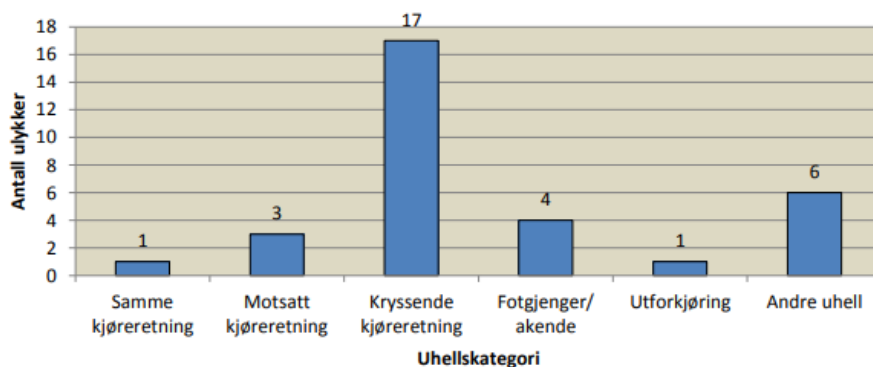
Basert på dette kartet, er det et stort rom for forbedring av sikkerhet for syklister. I gatene Olav Tryggvassons gate, Kjøpmannsgata og Munkegata er det størst forbedringspotensial. En av grunnene til høy ulykkesstatistikk på disse strekningene er mye trafikk, der det er til stede både myke og harde trafikanter.

I 2012 ble det etablert *røde sykkelfelt* langs Kjøpmannsgata og Bispegata som har bidratt med å øke sikkerhet og bedre fremkommelighet for syklister. Dette tiltaket ble innført etter nærmere analyse av, blant annet, dette kartet.



Figur 3.5.1: Kart over sykkelulykker, 2003-2012

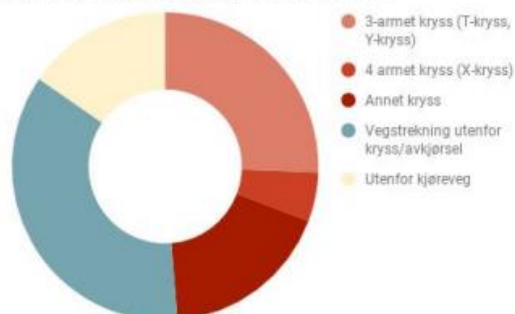
Figuren under presenterer statistikken over sykkelulykker fordelt etter uhellskategori. Fra dette diagrammet får man informasjon om at kryss er den mest vanlige ulykkesituasjon. Kryssende kjøreretning dominerer sykkelulykkesstatistikken, noe som kan være en konsekvens av involvering av motoriserte kjøretøy. Ulykker med motoriserte kjøretøy har høyere rapporteringsgrad enn ulykker med myke trafikanter. Av alle sykkelulykker som ble rapportert i perioden 2003-2012, skjedde 17 av ulykkene i kryss.



Figur 3.5.2: Sykkelulykker med personskaide i Midtbyen (2003-2012) fordelt etter uhellskategori

I perioden 2008-2017 har totalt 379 syklister havnet i en ulykke i Trondheim. Omtrent halvparten av sykkelulykker med drepte eller hardt skadde skjedde i kryss, hvor de fleste skjedde i 3-armede kryss. En nærmere gjennomgang av ulykkene i kryss har vist at et flertall skjedde i forbindelse med at en av trafikantene svinger til venstre.

Hardt skadd eller drepte syklister etter stedsforhold.



Figur 3.5.3: Hardt skadd eller drepte syklister etter stedsforhold

I perioden mai 2018 - august 2018 publiserte *Adressa* (Midtbø, 2018) en artikkel om ulike risiki rundt sykling i Trondheim. Det er flere som reagerte på denne artikkelen og delte sine opplevelser rundt de ulike kryssene i byen. Her ble krysset Kjøpmannsgata- Olav Tryggvasons gate og Kongensgate gate ble utpekt som minst sikre. Dette er noe som statistikken også viser fra ulike undersøkelser. Dette er noen utsagn syklisterne delte i kommentarfeltet:

“Krysset Kjøpmannsgata- Olav Tryggvasons gate ved Bakke bru er Trondheims skumleste kryss! Selv når man starter foran bilen er det enkelte sjåførere som ikke “ser” syklisterne og prøver å svinge.”

“Syklister får kjøre nordover inn i Søndre fra Kongens gate. Dessverre er det ikke midtstripe, og alle biler parkeres vendt mot sør. Bilistene opplever den følgelig som enveiskjørt og ligger i venstre felt og da havner biler i “chicken race” (motgående løp der en av partene må svinge) med syklister.”

Det er flere syklister som opplever redusert trygghetsfølelse i krysset Innherredsveien - Thomas von Westens gate. Det er blant annet slike kommentarer: “Det er livsfarlig å svinge til høyre både inn til bensinstasjonen og mot kirkegården på grunn av store betongklosser som skjærer for sikten til sykkelbanen. Det er ikke liten fart syklisterne får nedover bakken fra Dalen Hageby forbi bensinstasjonen.”

Basert på informasjonen over, er kryss det vanligste problemområdet for ulykker. En av grunnene til at bilistene ikke alltid legger merke til syklister kan for eksempel være dårlige kryssløsninger, og regler som gir syklisterne lov til å veksle mellom sykling i kjørebane og på fortauet. Slike tendenser kan bidra til større ulykkesgrad.

3.6 Drift og vedlikehold

Vegdekket på strekninger der syklister ferdes, påvirker syklisternes trafiksikkerhet i stor grad, og kan bidra til økning eller reduksjon i fallulykker, avhengig av vegdekkets standard.

I Håndbok 111 (Statens vegvesen, 2010) beskrives de ulike formålene med drift og vedlikehold. Innenfor trafiksikkerhet, skal drift og vedlikehold av objekter begrense antall drepte og skadde, samt materielle skader. Håndboken stiller krav til blant annet sikt og vegdekke på vegbane, fortau og GS-vei. Her står det forklart hvordan sikkerhet skal være ivaretatt for fotgjengere og syklister.

Resultatene fra en spørreundersøkelse (Sundfør, 2017) viste at syv av ti selvrapporterte uhell med sykkel er enuehell. Den hyppigste årsaken er at syklisterne skled og veltet. Flesteparten av ulykkene finner sted i terreng, fremfor trafikk. I trafikken skyldes mange uhell velt grunnet fortauskanter, trikkeskiner og hull i veien. Slike ulykker kan forebygges ved økt fokus på drift og vedlikehold på sykkelstrekninger.

3.6.1 Vinterdrift

Trondheim kommune iverksetter egne tiltak for drift i vintersesongen. Dette omfatter blant annet brøyting, strøing, salting og siktrydding. (Trondheim kommune, 2020)

Brøyting foregår hovedsakelig om natten, av hensyn til annen trafikk. Ved behov brøytes det også om dagen. Brøytingen danner ofte store snødeponier, som fjernes ved etterrydding på dagtid.

Til strøing benyttes sand. Sandstrøing utføres i boligater og gang- og sykkelveier når det er glatt. Trondheim bildriftsmål er å strø alle gater der det behøves strøing, i løpet av fem timer etter behovet oppsto. Områder som skal strøs er bakker og svinger, vegstrekninger inn mot rundkjøringer, kryss, samt utsatte strekninger. På ellers flate, rette veier, vurderes nødvendigheten med hensyn til trafiksikkerhet ved risikofylte strekninger.

Salting utføres for å oppnå bar veibane, og gjøres hovedsakelig på hovedveier og busstraseer, samt utvalgte sykkelruter. Preventiv salting benyttes for å unngå dannelse av islag i veibanen. Bruk av salt bidrar til å redusere trafikkulykker, samt sikre fremkommelighet. Også her er målet å salte alle aktuelle områder innen fem timer etter behovet oppstår.

Ved brøyting, strøing og salting, skilles det mellom to standarder: GsA og GsB (illustrert i *figur 3.6.1.1*). Ved GsA skal det oppnås bar asfalt, mens ved GsB tillates det et hardt og jevnt snødekke på maks 1 cm. Kostnadene av vinterdrift varierer ut ifra hvilken standard som skal opprettholdes.



Figur 3.6.1.1: Driftstandard GsA (venstre) og driftstandard GsB (høyre)

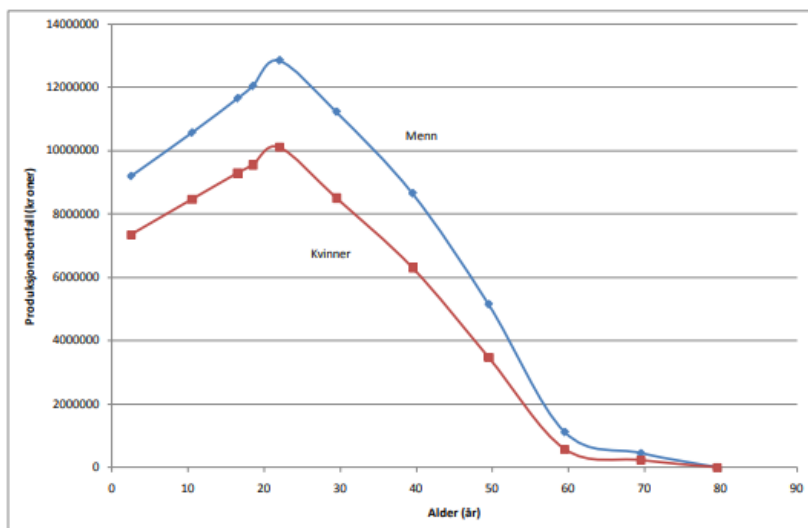
3.7 Kostnader

Delkapitlet tar for seg to typer kostnader: samfunnsøkonomiske kostnader ved en ulykke og kostnader ved veiutbygging. Disse henger tett sammen og har dermed blitt plassert under samme kapittel.

3.7.1 Samfunnsøkonomiske kostnader

Trafikkulykker medfører store samfunnsøkonomiske kostnader. Ulykkeskostnaden per skadetilfelle er satt sammen av verdien av de realøkonomiske kostnadene og velferdstapet. Velferdstap innebærer et tap av livskvalitet og økonomiske tap for samfunnet. Realøkonomiske kostandene består av fire typer: produksjonsbortfall, medisinske kostnader, materielle kostnader og administrative kostnader.

Produksjonsbortfall er verdien av tapt produksjon. Under medisinske kostnader, skilles det mellom engangskostnader og løpende kostnader. Det kan, for eksempel, være kostnader for medisinsk behandling, utstyr og pleiekostnader. *Figur 3.7.1.1* under presenterer produksjonsbortfall ved dødsfall i trafikkulykke, etter kjønn og alder, i perioden 2005-2008. Grafen viser at produksjonsbortfallet minker etter 20 år.



Figur 3.7.1.1: Produksjonsbortfall ved dødsfall i trafikken etter kjønn og alder

De totale medisinske kostnadene for 2008 i Norge, er registrert til 1 662 000 000 kr. Materielle kostnader kommer som følger av skader som oppsto under ulykken, herunder reparasjon. De totale materielle kostnadene for 2008, beregnes til 9 050 000 000 kr. Administrative kostnader, er kostnader for administrativt arbeid som påløper etter en ulykke. Eksempler på administrative kostnader er forsikring, trygde, og kostnader ved politirapportering og rettsak. De totale administrative kostnadene for 2008, lå på 2 250 000 000 kr.

Realøkonomiske kostnader	Kostnader (kr)
Medisinske kostnader	1 662 000 000
Materielle kostnader	9 050 000 000
Administrative kostnader	2 250 000 000
Totalt	12 969 000 000

Figur 3.7.1.2: Samfunnsøkonomiske kostnader for 2008

Figur 3.7.1.3 presenterer ulykkeskostnader per skadetilfelle, sortert etter skadegrad. For å beregne realøkonomiske kostnader av ulykker, benyttes ulike faktorer for forskjellige skadegrader. Rapporten (Veisten, Flugel, Elvik, 2010) benyttet Miller metoden og verdiene som er presentert under.

Rapporten (Veisten, Flugel, Elvik, 2010) brukte Miller metoden for beregning av velferdseffekt. Det oppgis tilnærmede kostnader, som varierer etter skadegrad.

	Drept	Meget alvorlig skade	Hard skade	Alvorlig skade	Lettere skade	Kun materiell skade
Realøkonomiske kostnader (mill. Kr.)	4,096	9,570	5,362	4,124	0,146	0,03
Velferdseffekt (mill. Kr.)	26,127	13,363	5,225	4,020	0,467	0
Total ulykkeskostnad (mill. Kr.)	30,220	22,930	10,590	8,140	0,614	0,03

Figur 3.7.1.3: Ulykkeskostnader per skadetilfelle

3.7.2 Kostander av veiutbygging

Kostnader for veiutbygging innebærer kostnader for material som blir benyttet under utbygging. Disse kostnadene, som er presentert i *figur 3.7.2.1* vil variere en del fra sted til sted. Grunnen er avhengighet av lokale forhold og standard for sykkelanlegg.

Tiltak	Antall	Enhetskostnad	Forventet kostnad
Signalprioritering i 4-armede kryss	1	3 125 kr/ stk	3 125 kr
Gang- og sykkelvei (tungt terreng)	1	25 000 kr/m	25 000 kr
Sykkelfelt (tungt terreng)	1	38 000 kr/m	38 000 kr
Sykelvei/sykelsti	1	50 000 kr/m	50 000 kr
Middeler, fysisk	1	2 000 kr/m	2 000 kr
Sykelvei	1	25 000 kr/m	25 000 kr
Oppmerking av sykkelfelt	1	1 000 kr/m	1 000 kr
Farget/mønstret belegg (rød)	1	360 kr/m ²	360 kr
Farget/mønstret belegg (svart)	1	150-200 kr/m ²	150- 200 kr
Varmekabler	1	230 000-460 000 kr/km	230 000-460 000 kr
Veibelysning	1	20 000 kr/stk	20 000 kr
Vedlikehold av GsA vei	1	252 000 kr/km	252 000 kr
Vedlikehold av GsB vei	1	43 500 kr/km	43 500 kr

Figur 3.7.2.1: Kostnader for veiutbygging

4 Resultat

Dette kapittelet vil ta for seg anvendelsen av funn fra litteratursøk og innhentet data fra teorikapittelet. Disse vil ligge til grunn for vurderinger og resultater prosjektgruppen har kommet frem til. Det utarbeides risikovurdering av dagens risikobilde, vurdering av risikoreduserende tiltak, deres utforming samt effekt på ulykkesstatistikk.

4.1 Resultat fra risikovurderingen

Tallene i matrisen er hentet fra Statens vegvesens Vegkart, og deretter vurdert etter alvorlighetsgrad og lokasjon. På denne måten sikrer analysen et grunnlag basert på empiriske data. Siden underrapporteringsgraden er høy, har det blitt valgt å multiplisere tallet på lettere skader med en faktor på 8, som begrunnet tidligere i rapporten (3.3.5 Rapportering av ulykker). Dette gjøres for å få et mer realistisk bilde av situasjonen.

Ut ifra ulykkesstatistikken, ser gruppen det nødvendig at tiltakene for syklistene bedres. Dette illustreres også i risikomatriksen. Det har blitt valgt ut ulike problemområder som anses nødvendig å fokusere på. Sannsynlighet og konsekvens av en ulykke på gitt problemområde har blitt regnet ut, for så å legge inn i risikomatriksen. Tiltakene som anbefales å innføre, har blitt gruppert etter problemområde.

4.1.1 Risikotabell

En risikotabell består av oppstilling av uønskede hendelser, mulige årsaker til hver uønsket hendelse, og vurdering av risiko for hvert punkt. I denne oppgaven har fokuset vært på problemområde, fremfor uønsket hendelse. Med problemområde, menes et generelt område der det kan inntreffe ulykker. Årsakene (Vedlegg 3) regnes derfor som grunner til kollisjoner og ulykker generelt på gitt problemområde.

Problemområdene som er grunnlag for risikovurderingen ble valgt etter en nærmere analyse av ulykestall fra Statens vegvesens Vegkart, samt innhentet data i teorikapittelet. Informasjonen viser til at risikoen for ulykker er spesielt høy i kryss, på veistrekning og i overganger. Uønskede hendelser denne analysen tar for seg, er kollisjoner mellom syklistene og motoriserte kjøretøy, myke trafikkanter og kollektivtrafikk, samt eneulykker. Løsningene som velges, vil være risikoreduserende for disse problemområdene.

Vurdering av risiko har blitt gjort på bakgrunn av ulykkesstatistikk og med hensyn til underrapportering. S står for sannsynlighet, K for konsekvens og R for risiko. Risiko finnes ved å multiplisere sannsynlighet og konsekvens. Risikoen må vurderes for å plassere problemområdene i risikomatriksen (Figur 4.1.1.1)

Nr	Problemområde	Mulige årsaker	Vurdering av risiko		
			S	K	R
1	Signalregulert kryss	I, II, III, IV, V, VII, VIII	4	5	20
2	Kryss	I, II, III, IV, V, VII	4	5	20
3	Strekning (blandet trafikk)	III, IV, V, VI, VII, IX	3	5	15
4	Strekning (myke trafikkanter)	I, III, V, VI, VII	4	3	12
5	Overgang mellom to sykkeltraseer	I, II, III, IV, V, VI	3	5	15
6	Strekning (kollektivtrafikk)	I, II, III, IV, VII	3	5	15
7	Eneulykke	I, II, III, IX, X	5	2	10

Figur 4.1.1.1: Risikotabell

4.1.2 Dagens risikobilde

For illustrasjon av risiko knyttet til problemområdene har risikomatriksen blitt benyttet. *Figur 4.7.2.1* presenterer dagens risikobilde gjennom en risikomatrikse. Denne figuren viser at problemområdene har uakseptabel høy risiko og stort forbedringspotensial, ettersom flere er plassert på rødt, med unntak av to som er på gult. Det er, dermed, nødvendig med innførelse av sykkelløsninger som vil redusere både sannsynlighet for at en ulykke oppstår samt dens konsekvens. Videre skal plasseringen av problemområdene i risikomatriksen bli begrunnet.

Sannsynlighet /konsekvens	Svært lite	Lite	Middels	Ganske	Svært
Svært stor			3,5,6	1,2	
Stor					
Middels				4	
Liten					7
Svært liten					

Figur 4.1.2.1: Dagens risikobilde

1. Signalregulerte kryss

Signalregulerte kryss regnes som et av de vanligste stedene hvor ulykker oppstår, ettersom de fleste politirapporterte sykkelulykker forekommer i kryss. I Midtbyen er det flere kryss med stor trafikkmengde, med både myke og harde trafikanter, som kan føre til konflikter. Flere av disse har signalregulering for å regulere trafikkmengden.

Basert på innhentet ulykkesstatistikk og rapporter, har prosjektgruppen plassert problemområde nr. 1 på ganske sannsynlig. Konsekvensen av en ulykke i signalregulerte kryss har blitt beregnet til svært stor. Den mest alvorlige uønsket hendelse som kan oppstå i dette området er kollisjon med motorisk kjøretøy. En slik ulykke kan føre til meget store, samt langvarige, skader og i verste fall død. En slik kombinasjon av høy sannsynlighet og stor konsekvens, regnes som uakseptabelt og blir dermed plassert på rødt.

2. Kryss

Ulykker i kryss kan, i likhet med signalregulerte kryss, føre til svært store konsekvenser. De største konsekvensene kommer fra konflikter mellom myke og harde trafikanter. Disse forekommer oftest i kryss, når bilister og sykklistene må dele veien. Ved en kollisjon med motorisk kjøretøy, kan konsekvensene for syklisten omfatte alvorlig skade, meget alvorlig skade eller død, i tillegg til materielle skader. Et stort antall ulykker har blitt registrert i kryss. Dermed ble dette problemområdet regnet som ganske sannsynlig. En slik kombinasjon av høy sannsynlighet og stor konsekvens, blir regnet som uakseptabelt av prosjektgruppen.

3. Strekning (blandet trafikk)

Uønskede hendelser som kan oppstå langs strekning med blandet trafikk blir regnet som sannsynlige. Innhentet data tyder på at det oppstår ulykker på strekninger med blandet trafikk, men ikke like hyppig som i kryss. Konsekvensen, derimot, er svært stor, ettersom det kan oppstå ulykker hvor både syklende og bilister er involverte. En slik kollisjon fører til meget alvorlige skader hos syklisten. Dette gjør at problemområdet plasseres på rødt, og anses som en uakseptabel risiko.

4. Strekning (myke trafikanter)

Det fjerde problemområdet er strekninger for myke trafikanter. Uønskede hendelse som kan oppstå langs dette problemområdet er kollisjon med myke trafikanter. Dette problemområdet har blitt definert som ganske sannsynlig, ettersom det er stor trafikkgang i Midtbyen hvor sykklistene er nødt til å dele fortau med fotgjengere. Dette kan føre til en rekke konflikter mellom myke trafikanter.

Konsekvensen av en mulig kollisjon med fotgjenger vil ikke være like alvorlig som med motorisert kjøretøy. Oftest vil en slik kollisjon føre til mindre alvorlig eller alvorlig skade. Konsekvensen settes dermed til middels, og plasserer problemområdet på gult. Området er da ikke kritisk, men bør tas opp til vurdering.

5. Overgang mellom to sykkeltraseer

I Midtbyen er det en del overganger mellom to sykkeltraseer, som skaper forvirring og konflikter mellom trafikantene. Det ble dermed konkludert med at en ulykke sannsynligvis kan oppstå. Den mest alvorlige uønskede hendelsen i en overgang mellom to sykkeltraseer, er kollisjon mellom myk og hard trafikant. En slik kollisjon, kan føre til alvorlige og meget alvorlige skader for myke trafikanter. Konsekvensen for en slik uønsket hendelse i dette problemområdet, vil dermed være svært stor, og plassere problemområdet på uakseptabelt.

6. Strekning (kollektivtrafikk)

Problemområdet nr. 6 er strekning, hvor uønsket hendelse er en mulig kollisjon med kollektivtrafikk. Prosjektgruppen har plassert dette området på sannsynlig. Grunnen til dette er at kollektivtrafikk står for en stor del av trafikkmengden i Midtbyen. Kollektivrutene vil i noen tilfeller gå utover sykkeltrafikken. Bussjåførene har til tider begrenset sikt, og manglende oppmerksomhet på syklist. Dette kan skape konflikter mellom trafikantene, og føre til ulykker. En slik kollisjon kan føre til meget store og langvarige personskader hos myke trafikanter. De svært store konsekvensene plasserer problemområdet på rødt, og har dermed en uakseptabel risiko.

7. Eneulykke

Eneulykke regnes som den hyppigste sykkelulykken, selv om den sjeldent blir politiregistrert. Denne har en stor grad av underreportering, ettersom eneulykke kun involverer én trafikant. Dermed har eneulykke blitt plassert på svært sannsynlig. Ved en slik ulykke kan syklisten få ingen eller lite alvorlige skader. Konsekvensen av en slik ulykke, vil dermed være liten, og plasseres på gult område.

4.1.3 Tiltak

Dette kapitlet omhandler sykkelløsninger som prosjektgruppen har valgt å innføre. Innhentet informasjon og data i teorikapitlet ligger til grunn for vurdering av tiltakene. Prosjektgruppen har valgt å dele inn tiltak i proaktive og reaktive. Alle løsningene skal være mulige å innføre i Midtbyen uten omfattende ombygginger av veier. Tiltakene er delt inn i syv problemområder, presentert under. Grunnen til en slik oppdeling, er hvert problemområdes behov for egne, spesifikke, proaktive tiltak, for å redusere ulykkestall og skadegrad. Reaktive tiltak derimot, inngår i alle problemområder. Disse begrunnes kun under signalregulerte kryss, men gjelder for alle problemområdene.

1. Signalregulerte kryss

Proaktive	Reaktive
Fartsgrense	Hjelm
Siktforbedring	Sykkelbekledning
Veibelysning	Forsikring
Oppmerket/farget sykkelfelt gjennom kryss	
Tilbaketrukket stopplinje	
Forbud mot sykling på fortau	
Sykkelsignalregulering	
Sykkelvei for høyresvingende syklist	

Figur 4.1.3.1: Tiltak i signalregulerte kryss

Dette problemområdet omfatter kryss med stor trafikkmengde, som gir behov for signalregulering. *Veibelysning* vil føre til at både motoriske kjøretøy og myke trafikanter vil ha bedre kontroll og være mer synlige. Denne løsningen vil gi størst effekt om høsten og vinteren, når det er spesielt mørkt og på nattetid resten av året. Det samme gjelder *siktforbedring* og *tilbaketrukket stopplinje*. Disse vil gi både mer oversikt over veien og lengre reaksjonstid for trafikantene. *Oppmerket/farget sykkelfelt gjennom kryss* og *sykkelvei for høyresvingende syklister* vil forbedre sykkelvennlige løsninger. Et slikt tiltak vil forbedre sikkerheten for syklister, som kan føre til at flere velger å sykle. Økning i antall syklende vil gjøre bilister mer oppmerksomme på at det kan være syklister i kryss. Et annet tiltak som er aktuelt i signalregulerte kryss er *forbud mot sykling på fortau*. I Midtbyen er det stor gangtrafikk som kan føre med seg en rekke konflikter mellom trafikantene. Enkelte steder er det større risiko forbundet med sykling på fortau enn sykling i kjørebane. *Forbud mot sykling på fortau* vil gjøre syklisterne mer forutsigbare, og dermed føre til færre konflikter og ulykker. *Sykkelsignalregulering* er et tiltak som har størst effekt på ulykkeredusering ved stor trafikkmengde, noe som er aktuelt i de mest trafikkerte kryssene i Midtbyen. Ved å gi syklisterne klare retningslinjer, vil det kunne hindre syklende fra å velge selv hvordan de skal opptre i trafikken: som fotgjenger eller bilist. *Fartsgrense* vil i likhet med *tilbaketrukket stopplinje* øke trafikantenes reaksjonstid og forbedre forholdene for syklister.

I tillegg til proaktive tiltak, vil det være nødvendig å innføre noen reaktive tiltak som reduserer skadene ved eventuelle kollisjoner. Herunder går *hjelms*, *sykkelbekledning* og *forsikring*. Tiltak som *hjelms* vil dermed sørge for å beskytte syklister mot hode- eller nakkeskade. *Sykkelbekledning* vil beskytte armer og bein, slik at det ikke oppstår brudd eller større sår. *Forsikring* vil dekke kostnadene som følger med etter en eventuell ulykke.

2. Kryss

Proaktive	Reaktive
Fartsgrense	Hjelms
Siktforbedring	Sykkelbekledning
Veibelysning	Forsikring
Oppmerket/farget sykkelfelt gjennom kryss	
Varselskilt	
Forbud mot sykling på fortau	
Sykkelvei for høyresvingende syklister	

Figur 4.1.3.2: Tiltak i kryss

Det andre problemområdet er kryss. Det blir ikke spesifisert krysstype, ettersom tiltakene vil passe for X-kryss og T-kryss. Sykkeløsingene som er aktuelle for dette området, er presentert i figur 4.1.3.2. Disse ble valgt etter en nærmere analyse av ulykker i kryss. *Veibelysning* vil ha større effekt på risikoredusering når det er mørkt. Tidligere (3.1.1 Proaktive tiltak) har det blitt beskrevet at det skjer mer alvorlige ulykker i mørket enn i dagslys. *Veibelysning* vil sørge for økt synlighet av trafikanter og gi trafikantene tilstrekkelig synsinformasjon. Bedring av siktforhold vil gi både myke og harde trafikanter bedre oversikt og kontroll over veien. Tiltaket *oppmerket/farget sykkelfelt*, skal plasseres i både T- og X-kryss. Tiltaket vil hjelpe syklisterne å velge riktig plassering i krysset. En annen virkning av løsningen er økt synlighet av sykkeltrasé, som vil gjøre andre trafikanter mer oppmerksomme på sykkeltrafikk. *Sykkelvei for høyresvingende syklister* vil sørge for at syklisterne er fysisk adskilt fra bilistene, og ventetiden vil reduseres for syklende som skal svinge til høyre. *Forbud mot sykling på fortau*, vil gi syklisterne retningslinjer som de må følge, samt gjøre syklisterne mer forutsigbare for andre trafikanter. *Fartsgrense* som et tiltak, vil forlenge bilistenes reaksjonstid, slik

at trafikantene kan unngå en mulig kollisjon. En løsning som *varselskilt* vil, i likhet med en rekke andre tiltak, gjøre bilistene og fotgjengere oppmerksomme på syklistene.

3. Strekning (blandet trafikk)

Proaktive	Reaktive
Veibelysning	Hjelm
Sykkelvei	Sykkelbekledning
Varmekabler	Forsikring
Forbud mot sykling på fortau	
Forbud mot gåing på sykkelvei	

Figur 4.1.3.3: Tiltak langs strekning (blandet trafikk)

Det er gjort mange grundige undersøkelser av ulykker på strekning med blandet trafikk, hvor prosjektgruppen har vurdert disse løsningene som nødvendige. Det første tiltaket er *veibelysning*. Det kan redusere sykkelulykker, ved at myke trafikanter vil få bedre siktforhold, dermed blir det lettere å oppdage både fotgjengere og syklistene. I Midtbyen er det stor trafikkmengde, hvor det kan oppstå konflikter mellom trafikantene. *Sykkelvei* er et tiltak som vil skille trafikantene fysisk, og dermed redusere antall konflikter. Dette tiltaket vil også redusere reisetiden for syklistene ved at de ikke trenger å dele vei med andre trafikanter. Ved å skille syklistene og fotgjengere, er det forutsatt at syklistene bruker sykkelveien og fotgjengere benytter fortau. Dermed er tiltakene *forbud mot sykling på fortau* og *forbud mot gåing på sykkelvei* nødvendige. Disse løsningene vil gjøre trafikantgrupper mer synlige og forutsigbare. Det vil oppstå færre ulykker og nesten-ulykker. Et annet tiltak som vil føre til færre ulykker er *varmekabler*. Dette er spesielt aktuelt på vinteren, ettersom tiltaket vil redusere mengden av is og snø på veien. Løsningen vil gi bedre føre og mer kontrollert styring av sykkel.

4. Strekning (myke trafikanter)

Proaktive	Reaktive
Fartsgrense	Hjelm
Veibelysning	Sykkelbekledning
Forbud mot sykling på fortau	Forsikring
Forbud mot gåing på sykkelvei	
GS-vei	
Fysisk skille mellom syklende og gående	

Figur 4.1.3.4: Tiltak langs strekning (myke trafikanter)

Det fjerde problemområdet er strekning, hvor uønsket hendelse er kollisjon mellom myke trafikanter. *Veibelysning* vil sørge for økt synlighet av myke trafikanter. Tiltaket har størst effekt i mørket, ettersom trafikanters synlighet er redusert når det er mørkt. *GS-vei* har i utgangspunktet høyere ulykkesrisiko hvis tiltaket innføres alene. I dette tilfellet vil sykkelløsningen være kombinert med en rekke andre tiltak. Blant disse er *fartsgrense* og *fysisk skille mellom myke trafikanter*. En slik kombinasjon av løsninger skal sørge for tilnærmet lik fart blant myke trafikanter, som vil redusere antall ulykker, samt skadegrad. *Fysisk skille mellom trafikantene*, vil også gjøre det mer utfordrende å kollidere. I Midtbyen er disse tiltakene meget aktuelle, grunnet stor trafikkmengde og mangel på sykkelløsninger. Når disse tiltakene innføres, vil *forbud mot sykling på fortau* og *forbud mot gåing på sykkelvei* være aktuelle å innføre. Dette vil gjøre syklistene og fotgjengere forutsigbare, og vil føre til færre konflikter mellom myke trafikanter. Som et resultat av tiltakene, vil sikkerheten og tryggheten øke hos både fotgjengere og syklende.

5. Overgang mellom to sykkeltraseer

Proaktive	Reaktive
Fartsgrense	Hjelm
Siktforbedring	Sykkelsbekledning
Veibelysning	Forsikring
Varselskilt	
Forbud mot sykling på fortau	
Forbud mot gåing på sykkelfelt	
Midlertidig sykkelfelt	

Figur 4.1.3.5 Tiltak i overgang mellom to sykkeltraseer

Etter en gjennomgang av Trondheims hovednett, har prosjektgruppen sett at det finnes "hull" på noen deler av sykkelnettet i Midtbyen. Disse kan være en grunn for forvirring blant alle trafikanter, og resultere i ulykker. Det anses dermed nødvendig å innføre trygge sykkelløsninger. Tiltakene som er presentert over, vil redusere antall ulykker og skadegrad på hver sin måte. *Veibelysning* vil gi trafikantene høyere grad av synlighet, i tillegg til bedre kontroll over veien. Dette gjelder også *siktforbedring*, som vil sørge for bedre sikt, ved fjerning av busker, trær og andre hindre for trafikantenes sikt. Ved å utarbeide sykkelløsninger i overgangene, vil man kunne fjerne overgangene helt. Her vil prosjektgruppen innføre *midlertidige sykkelfelt*, der det lar seg gjøres. Løsningen skal sørge for at syklistene vet hvor de skal plassere seg, samt gjøre bilistene oppmerksomme på sykkeltrafikk. På sikt, kan *midlertidig sykkelfelt* erstattes av en *sykkelvei*, for eksempel. *Forbud mot gåing på sykkelfelt* og *forbud mot sykling på fortau* er tiltak som skal innføres for å skape færre konflikter mellom trafikantene, ettersom både fotgjengere og syklistene vil vite hvor de skal sykle eller gå, samt være mer oppmerksomme på hverandre. Innføring av *fartsgrense* vil gi alle trafikanter lengre reaksjonstid og det blir lettere å observere ting ved lavere fart. *Varselskilt* skal plasseres slik at det ikke står i veien for trafikantene og vil gi fotgjengere og bilistene informasjon om at det kan være syklende i nærheten.

6. Strekning (kollektivtrafikk)

Proaktive	Reaktive
Fartsgrense	Hjelm
Siktforbedring	Sykkelsbekledning
Veibelysning	Forsikring
Varselskilt	
Sykkelvei	

Figur 4.1.3.6 Tiltak langs strekning (kollektivtrafikk)

Et av problemområdene som prosjektgruppen har valgt å fokusere på er strekning, hvor det kan oppstå kollisjon med kollektivtrafikk. Det kan oppstå konflikter mellom kollektivtrafikk og syklende, spesielt langs strekning med busslomme. Det er dermed nødvendig å innføre tiltak for å unngå mulige ulykker. Tiltakene som gruppen vil anbefale i en slik problemområde er presentert over i figur 4.1.3.6. Blant disse er *veibelysning* og *siktforbedring*. Tiltakene skal sørge for at syklende vil være mer synlige og sjåførere vil ha større kontroll over myke trafikanter. *Veibelysning* er spesielt viktig i mørket, ettersom det er begrenset oversikt over veien når det er mørkt. I tillegg vil tiltakene som *fartsgrense* og *varselskilt* gi syklende og kollektivtrafikk lengre reaksjonstid, for å unngå en mulig ulykke. Disse vil også sørge for at bussjåførere vil være mer oppmerksomme på sykkeltrafikk langs veien. Sykkelløsningen som anbefales å innføre er *sykkelvei*. Denne vil *fysisk skille* trafikantene, samt gi klare retningslinjer for hvor syklistene skal plassere seg. For unngåelse av kollisjoner med fotgjengere, vil sykkelveien i tillegg være fysisk adskilt med gjerder hvor det er busstopp.

7. Eneulykke

Proaktive	Reaktive
Fartsgrense	Hjelm
Siktforbedring	Sykkelbekledning
Veibelysning	Forsikring
Varmekabler	
Sykkelveiinspeksjon	

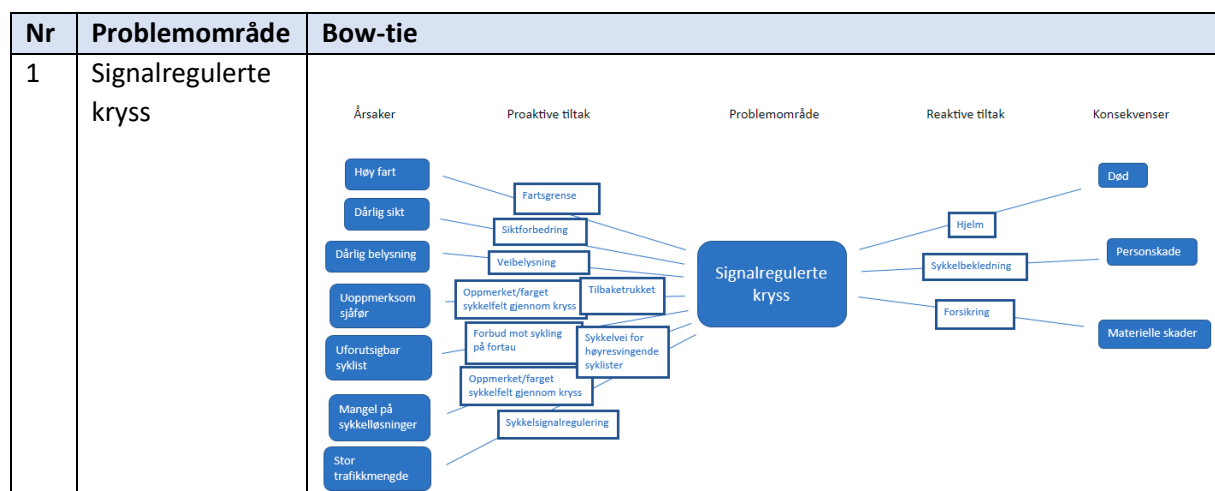
Figur 4.1.3.7 Tiltak for eneulykke

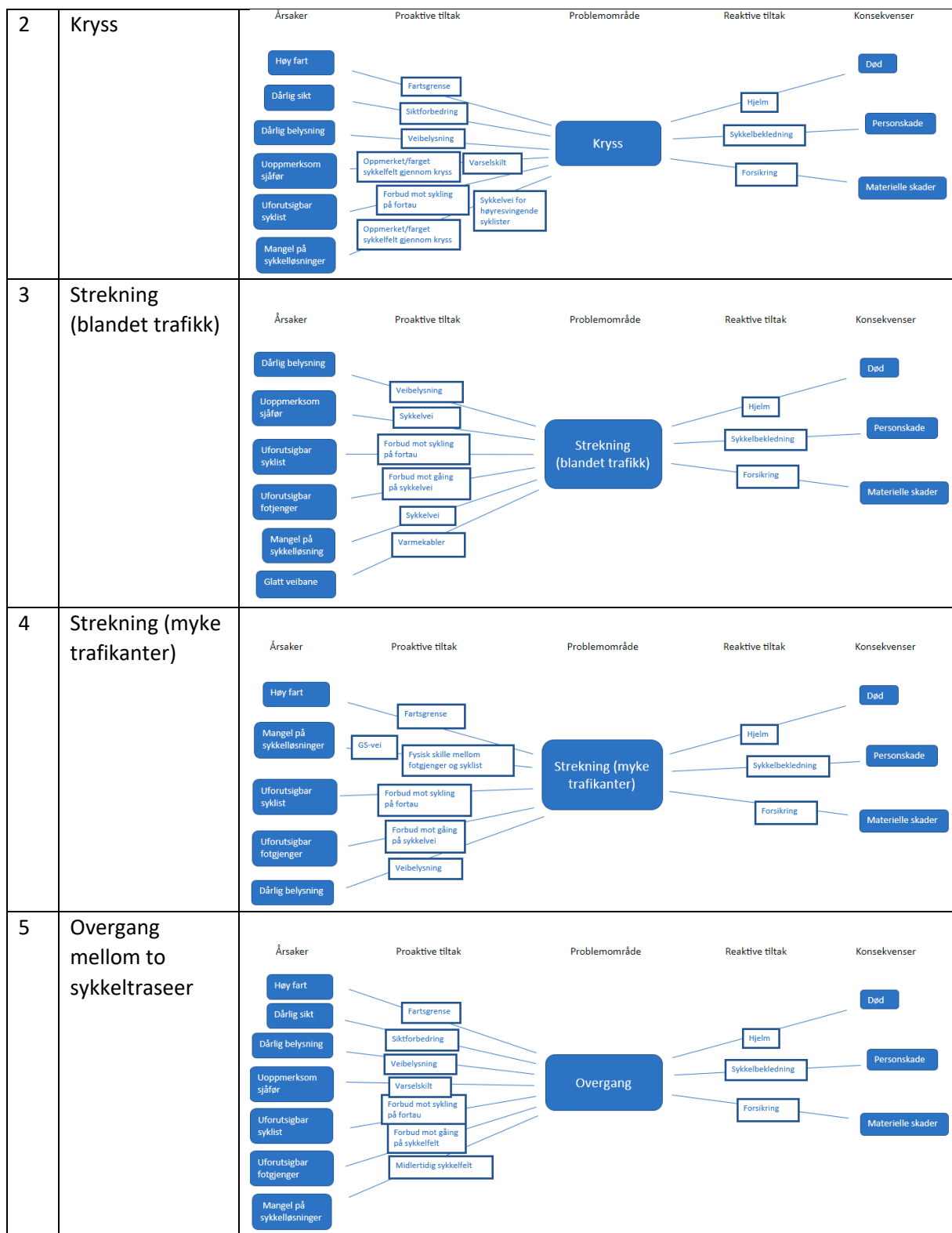
Det siste punktet som har blitt valgt å fokusere på er eneulykke. Denne uønskede hendelsen kan oppstå uavhengig av område, og har dermed ikke blitt avgrenset til kryss, strekning eller overganger. Eneulykke blir sjeldent rapportert, ettersom de bare involverer én person, og som oftest fører til lettere skader. Det kreves likevel løsninger for å redusere risiko for en eneulykke. *Veibelysning* og *siktforbedring* vil gi syklende tilstrekkelig synsinformasjon, slik at de vil ha bedre kontroll på veien og bedre siktforhold, ettersom mulige hinder som busker og trær vil bli fjernet. En av de vanligste årsakene til eneulykke er velt av sykkel. Dette kan oppstå ved dårlig føre og dårlig standard på veien. Det anbefales dermed å innføre *varmekabler* i trafikkerte sykkeltraseer, samt *sykkelveiinspeksjon*. *Varmekabler* vil smelte snø og is på veien, og dermed sikre godt føre. *Sykkelveiinspeksjon* vil sørge for at veien har bra standard og følger alle regler når det gjelder *sykkelvei*. Eneulykke kan også oppstå ved høy fart, ettersom syklende har mindre kontroll over sykkelen og veien. *Fartsgrense* vil innføres for å sørge for at syklistene vil ha bedre styring.

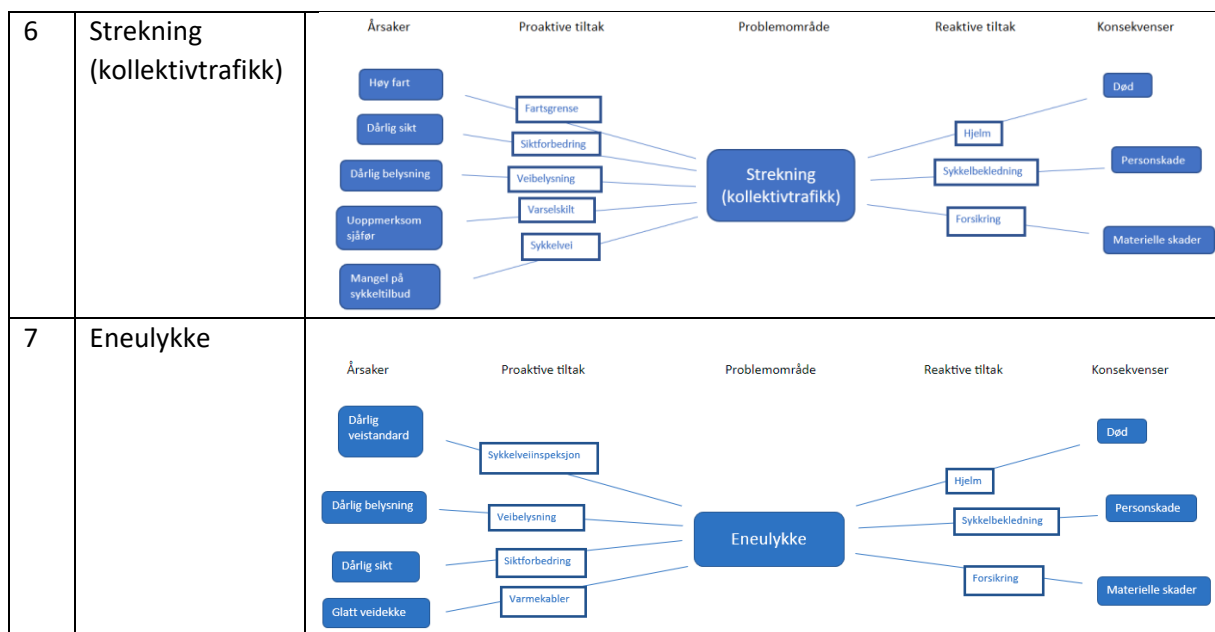
4.1.4 Bow-tie

Bow-tie-modellen består av en uønsket hendelse, med tilhørende årsaker og konsekvenser, samt proaktive og reaktive barrierer. For denne oppgaven har modellen blitt tilpasset til å se på et problemområde fremfor en konkret uønsket hendelse. Årsakene og konsekvensene representerer henholdsvis hva som vil utløse en ulykke på problemområdet, og hvilke konsekvenser en ulykke på sagt problemområde kan medføre. De proaktive og reaktive barrierene er tiltak som det anbefales å innføre for å redusere risikoen på problemområdet.

Figuren under illustrerer hvilke tiltak som vil tre inn hvor. De proaktive tiltakene har blitt plassert for å hindre ulike årsaker, og de reaktive tiltakene har blitt plassert for å redusere de ulike konsekvensene. Bow-tie-modellene begrunner også forbedringen av risikobildet gitt ved risikomatrise (figur 4.1.4.1).







Figur 4.1.4.1: Bow-tie for valgte problemområder

4.1.5 Fremtidig risikobilde

For å illustrere forventet endring av risikobildet etter innføring av tiltak, ble det utarbeidet enda en risikomatrix, som presentert i figur 4.1.5.1. Det forventes en reduksjon av både sannsynlighet og konsekvens av en ulykke på alle problemområder. Dette innebærer færre ulykker, samt redusert skadegrad. Videre blir hvert problemområdes plassering i risikomatriksen begrunnet.

Sannsynlighet /konsekvens	Svært lite	Lite	Middels	Ganske	Svært
Svært stor					
Stor					
Middels		3,5,6	1,2		
Liten		4			
Svært liten			7		

Figur 4.1.5.1: Fremtidig risikobilde

1. Signalregulerte kryss

Problemområdet signalregulerte kryss har blitt flyttet til gult område i risikomatriksen, hvor sannsynligheten og konsekvensen er middels store. Grunnen til plasseringen er tiltakene som har blitt innført. Disse vil gjøre mye trafikanter mer synlige samt gi informasjon om plassering i kryss. Bilistene vil få bedre kontroll over veien og mer reaksjonstid. Reaktive tiltak som hjelm og sykkelbekledning vil redusere konsekvensene etter en mulig ulykke, ettersom de vil føre til mindre alvorlige personskader.

2. Kryss

Dette problemområdet har, i likhet med signalregulerte kryss, blitt plassert på gult område etter innføring av tiltak. Proaktive tiltak har forbedret både siktforhold, syninformasjon i mørke og sykkelanlegget. Sykkelløsningene øker både sikkerheten og tryggheten hos mange trafikanter, samt gjør harde trafikanter mer oppmerksomme. Prosjektgruppen har derfor besluttet at tiltakene vil redusere sannsynligheten for ulykker. Reaktive tiltak vil føre til redusert skadegrad, grunnet fysisk beskyttelse av syklisten, samt reduksjon av kostnader som kan følge ved en eventuell ulykke.

3. Strekning (blandet trafikk)

I risikomatriksen har strekning med blandet trafikk blitt plassert på grønt område, som viser til akseptabel risiko. Løsningene som er anbefalt, vil sørge for at konsekvensen reduseres til middels og sannsynligheten til liten. Sykkelløsningene vil føre til færre konflikter mellom trafikantene, ettersom de blir fysisk adskilt, og må følge en rekke regler. Myke trafikanter vil i tillegg få tilstrekkelig lys og sikt når det er mørkt, samt bedre føre, spesielt om vinteren. Hjelm, forsikring og sykkelbekledning vil føre til redusert skadegrad hos syklistene.

4. Strekning (myke trafikanter)

Det fjerde problemområdet er strekning, hvor uønsket hendelse er kollisjon mellom myke trafikanter. Løsningene som anbefales vil redusere sannsynligheten kraftig. Tiltakene skal sørge for at syklende og gående er adskilte, og iverksette regler, som på lang sikt kan endre sykkeladferden til det bedre. Det vil også installeres bedre *veibelysning*, som skal gjøre det lettere å se veien i mørket. Sannsynligheten for en ulykke, vil dermed være liten på dette området. De reaktive tiltakene vil beskytte syklisten, og føre til mindre eller ingen skader ved en eventuell ulykke mellom trafikantene. Konsekvensene av en slik kollisjon vil dermed forflytte seg til liten.

5. Overgang mellom to sykkeltraseer

Overgang mellom to sykkeltraseer har, i likhet med problemområde nr. 3, blitt plassert på grønt område, hvor konsekvensen er middels og sannsynlighet er liten. Overganger skaper stor grad av misforståelser og forvirring hos trafikantene. Ved å innføre tiltak som forbedrer sykkelinfrastruktur og sikt, vil trafikantene få bedre kontroll over veien, samt bli oppmerksomme på hverandre. Tiltakene vil også føre til færre konflikter mellom både myke og harde trafikanter, ettersom de vil få informasjon om plassering, samt klare regler. De reaktive tiltakene vil beskytte syklende i en mulig kollisjon med motorisert kjøretøy, slik at det ikke oppstår meget alvorlige skader.

6. Strekning (kollektivtrafikk)

Risikoreduserende tiltak som anbefales å innføre langs strekning med busslomme, vil redusere både sannsynlighet og konsekvens for kollisjon. Kollektivtrafikk og syklende vil *fysisk skilles*, og skape trygghet hos syklistene. Bedre *veibelysning*, *siktforhold* og *varselskilt* vil sørge for at kollektivtrafikk har lettere for å oppdage syklende på veien. De reaktive tiltakene, hjelm, sykkelbekledning og forsikring, vil redusere personskader og kostnader av materielle skader under en eventuell kollisjon.

7. Eneulykke

Eneulykker oppstår som oftest på grunn av dårlig føre, dårlig veidekke, eller høy fart hos syklisten. Tiltakene som anbefales innført, vil sørge for bedre føre, høyere veistandard, og oppfordre til lavere fart hos syklistene. Sannsynligheten for ulykke vil dermed reduseres til middels. Reaktive tiltak vil redusere personskader og dekke kostnader av eventuelle materielle skader som påløper etter en ulykke. Konsekvensen blir dermed satt til svært liten, ettersom en ulykke ikke vil ha påfølgende alvorlige skade.


4.2 Utforming av tiltak



Dette kapitlet tar for seg utforming av valgte tiltak, samt geografisk plassering av disse. Dette gjøres for å presentere hvor og hvordan prosjektgruppen foreslår å innføre tiltakene i Midtbyen.



4.2.1 Illustrasjon av tiltak

Programmet ArchiCAD har blitt brukt til å lage illustrasjoner av de forskjellige løsningene, for å visualisere ideene i oppgaven. Eneulykker blir ikke tatt med i utformingene, da disse ikke er stedsbestemt på samme måte som de andre problemområdene, og tiltakene ikke lar seg illustrere like lett. Bildene skal kun anses som illustrasjoner, da det er ikke tatt hensyn til dimensjoneringskrav av veier.

Tegneprogrammet mangler funksjoner til å illustrere noen av tiltakene. *Sykkelfeltene* er ment til å være *faraget* med rødt gjennom kryss. *Sykkelsignalregulering* står derfor kun som vanlig signalregulering på problemområde 1, men det er her tenkt å ha egen *sykkelsignalregulering* i tillegg. Stoppskilt skal illustrere *varselskilt*. Det er heller ikke lagt til busslommer, men illustrasjonen viser hvordan tiltakene for syklister vil se ut. Sperrelinje for syklister skal også forestille en fortauskant slik at de er fysisk adskilte. Hvor punktene trer inn, står kommentert under hvert problemområde.

Nr	Problemområde	Tiltakets utforming
1	Signalregulerte kryss	 <ul style="list-style-type: none">• Heltrukken linje symboliserer fysisk skille i form av fortauskant.• Stiplet oppmerking gjennom kryss skal ha farget belegg i fargen rødt.• Der det er plassert signalregulering skal det i tillegg være egen signalregulering for syklister.

2	Kryss	 <ul style="list-style-type: none"> • Heltrukken linje symboliserer fysisk skille i form av fortauskant. • Stiplet oppmerking gjennom kryss skal ha farget belegg i fargen rød. • Stoppskiltene skal erstattes med varselskilt.
3	Strekning (blandet trafikk)	 <ul style="list-style-type: none"> • Heltrukken linje symboliserer fysisk skille i form av fortauskant.

4	Strekning (myke trafikanter)	 <ul data-bbox="600 674 1254 741" style="list-style-type: none"> • Heltrukken linje symboliserer fysisk skille i form av fortauskant.
5	Overgang mellom to sykkeltraseer	 <ul data-bbox="600 1693 1254 1841" style="list-style-type: none"> • Heltrukken linje symboliserer fysisk skille i form av fortauskant. • Stiplet linje viser til sykkelfelt. • Stoppskiltene skal erstattes med varselskilt.

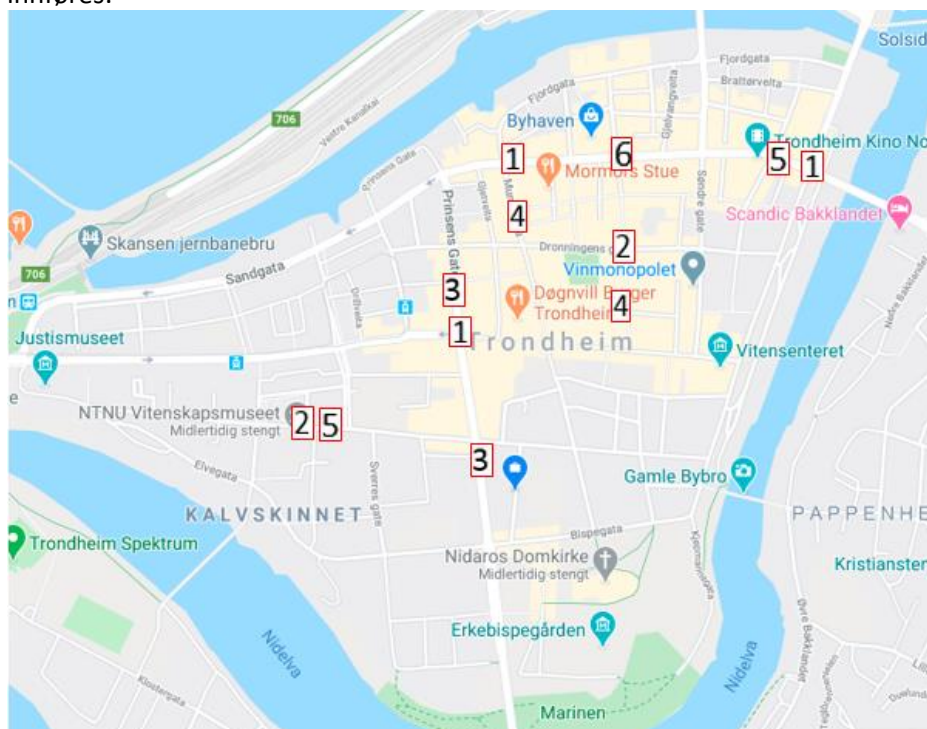
6	Strekning (kollektivtrafikk)	 <ul style="list-style-type: none"> • Heltrukken linje symboliserer fysisk skille i form av fortauskant. • Busstopp og sykkelvei skal fysisk skilles med gjerde. • Stoppskiltene skal erstattes med varselskilt.
---	---------------------------------	---

Figur 4.2.1.1: Utforming av tiltakene

4.2.2 Geografisk plassering av tiltak

Tiltakene som har blitt presentert er delt opp i underkategorier etter områder og trafikanntyper som er involverte. Disse har fått tildelt et nummer hver, som i forrige figur. Enerulykker har ikke blitt inkludert, ettersom eneulykker er uavhengige av sted.

For en illustrasjon av geografisk plassering har kartet fra Google Maps blitt benyttet. Dette kartet har blitt brukt for å vise problemområder i Midtbyen, hvor prosjektgruppen mener at sykkelinfrastruktur bør forbedres. En nærmere analyse av ulykkesområder i Trondheim viser at Olav Tryggvasons gate og Prinsensgate har størst forbedringspotensial med tanke på sykkelløsninger. Områdene markert på kartet, er de som anses som mest kritiske. Det finnes også flere områder som kan forbedres. Figur 4.2.2.1 presenterer områdene merket med tall etter hvilke tiltak som skal innføres.



Figur 4.2.2.1: Geografisk plassering av tiltakene

5 Diskusjon

Dette kapitlet omhandler prosjektoppgavens mangler og svakheter, samt en vurdering av arbeid som kreves før innføring av løsninger.

5.1 Svakheter ved prosjektet

Bacheloroppgaven fokuserer på risikoreduserende tiltak for syklistene som kan innføres i Midtbyen og tilhørende veier. Det er et stort omfang og vil dermed føre med seg en del svakheter.

Opgaven er basert på innhentede data: ulykkesstatistikk, rapporter og forskning. Disse er utført av andre studenter og erfarne forskere. En bacheloroppgave er begrenset med tid og ressurser. Det er dermed ikke blitt utført egen forskning av risikoreduserende tiltak og ulykkesstatistikk.

Risikomatriksen over dagens risikobilde baseres på eksisterende ulykkesstatistikk; det tas høyde for antagelsen om underrapportering. Underrapporteringen skyldes at små skader ikke rapporteres, og dermed ikke tas med i statistikken. Selv mer alvorlige skader kan bære preg av underrapportering, ettersom skader rapportert til sykehus ikke nødvendigvis inngår i politiregisteret, dog i mindre grad enn for små skader og enulykker. Dette kan føre til usikkerhet knyttet til beregning av risiko. Usikkerhetsfaktoren blir satt til 8 i oppgaven.

Risikomatriksen over forventet effekt av tiltakene bærer også preg av usikkerhet. Vurderingen av risiko til matrisen baserer seg på en rekke studier av trafiksikkerhetstiltak. Usikkerheten fra disse studiene følger dermed med til oppgavens risikoberegning.

Hovedfokuset i denne prosjektoppgaven er syklistene, det blir dermed ikke tatt like mye hensyn til andre trafikanter. Løsningene som blir anbefalt kan i noen tilfeller påvirke andre trafikanter negativt. For å realisere alle tiltakene slik at andre trafikanter ikke blir rammet av store konsekvenser, i form av redusert sikkerhet og fremkommelighet, bør tiltakene også vurderes i henhold til andre trafikanter.

Et annet viktig aspekt ved oppgaven er antagelser. Det antas å være stor nok plass for innføring av anbefalte risikoreduserende tiltak. Dette innebærer at tiltak som *midlertidig sykkelfelt* i overgang mellom to sykkeltraseer, vil kun være mulig å innføre hvor det er stort område. Det har ikke blitt utarbeidet noe alternativ løsning for strekninger eller kryss hvor det er umulig å innføre tiltakene på grunn av manglede plass. Drift og vedlikehold blir ikke regnet som et tiltak, ettersom det antas som standard. *Varmekabler i sykkeltraseer* går under drift og vedlikehold, men har blitt regnet som tiltak. Grunnen er forenkling av vedlikehold av veiene samt betraktelig øking av syklistenes sikkerhet.

Behovet for innføring av tiltak, har i oppgaven kun blitt begrunnet ut ifra risiko. To av problemområdene ble plassert på gult område i risikomatriksen, og har dermed ikke en uakseptabel risiko. Det har likevel blitt utarbeidet forslag til tiltak som kan redusere risikoen for ulykker på disse områdene. I tillegg til å redusere risiko, er tiltakene i mange tilfeller med på å forbedre fremkommelighet, øke trygghetsfølelse, og oppfordre til økt sykkelbruk. Disse faktorene er viktige å ta med i betraktning når det utarbeides ny infrastruktur.

Prosjektoppgaven har ikke gått dypere inn på kostnadsanalyser og har ikke gjennomført en kost/nytte-analyse. Det har kun blitt presentert hva samfunnsøkonomiske kostnader vil være etter en ulykke, samt kostnader ved veiutbygging. Det har blitt konkludert med at dette ikke er nødvendig, ettersom prosjektmålene er kun rettet mot reduksjon av risiko og øking av sykkelbruk i Trondheims hovednett. I tillegg til begrenset med hensyn til tid og ressurser.

5.2 Videre arbeid

For å videre vurdere om de anbefalte løsningene kan utføres i praksis i Midtbyen, bør det utarbeides omfattende kart. Det finnes per dags dato ingen korrekte kart med fremstilling av eksisterende sykkeltraseer. Dette bør utformes, for så å legge inn oppgavens anbefalte løsninger. Dette anbefales til videre arbeid for å få en oversikt over sykkelinfrastrukturen i Midtbyen, samt vurdere tiltakene på flere områder.

Ved utvelgelse av trafikksikkerhetstiltak, har bacheloroppgaven prioritert syklistene og deres sikkerhet fremfor andre trafikantgrupper. Effekten disse trafikksikkerhetstiltakene har på andre trafikantgrupper, som fotgjengere og bilister, bør utforskes videre. Dette bør gjøres for å kunne vurdere tiltakene etter hvordan de påvirker sikkerheten til alle trafikanter.

Geografisk plassering av sykkeløsninger krever også videre vurdering. Oppgaven belyser kun de mest kritiske problemområdene hvor tiltakene vil innføres. Ved å utføre endringer på de kritiske områdene i første omgang, vil man kunne se hvilke effekter dette har på trafikken, før det planlegges utbygging i større deler av Trondheim. Dette vil bidra til å sikre god sykkelinfrastruktur i Trondheim, og redusere risiko for ulykker.

Sykkelløsningen *midlertidig sykkelfelt* i overganger mellom to sykkeltraseer bør vurderes videre, ettersom det kan være begrenset med plass hvor tiltaket er anbefalt. Løsningen krever da stenging av vei for motorisert trafikk. Her bør trafikkmengden på strekningen undersøkes før det tas noen avgjørelser.

Å gjennomføre en kost/nytte-vurdering for denne oppgaven ble omfattende, og krever mye informasjon om kostnader relatert til vegbygging, beregning av arealbehov, og kartlegging av stedlige forhold. Gruppen har av den grunn ikke gjennomført en slik kost/nytte-vurdering. Det er presentert hvor store samfunnskostnader slike ulykker medfører, som underbygger behovet for utbygging og tiltak for å forbedre syklistenes sikkerhet. Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten til oppgaven bør undersøkes nærmere.

Til slutt bør det utføres en tiltaksplan for utførelsen. Denne planen skal omhandle hvem som er ansvarlige for innførelsen av tiltakene, når dette skal skje, og hvor tiltakene bør innføres. Bacheloroppgaven har kun beskrevet hvilke tiltak som er aktuelle for hvert problemområde, da det krever videre prosjektering før en tiltaksplan kan utarbeides.

6 Konklusjon

Det er et stort utnyttet potensial i Trondheim for sykkeltrafikk. Oppgaven ser på ulike aspekter ved sykkelinfrastrukturen i Danmark og Nederland. Midtbyens topografi står ikke i veien for å anvende gode tiltak fra disse to landene som ligger langt foran Norge i planlegging av infrastruktur. Ved noen enkle grep vil man kunne gjøre byen mer sykkelvennlig.

Hvilke trafikksikkerhetstiltak kan innføres for å redusere risiko for sykkelulykker, og hvordan kan disse anvendes i Midtbyen?

For å svare på problemstillingen, fokuserer oppgaven på kartlegging av problemområder i Midtbyen. Problemområdene består av signalregulerte kryss, kryss, strekning med blandet trafikk, myke trafikanter og kollektivtrafikk, overganger mellom sykkeltraseer og eneulykker. Sentrale funn i rapporten gir grunnlag for konkrete tiltak for gitte problemområder. Plassering av tiltak ble bestemt ut ifra ulykkesstatistikk fra Midtbyen, vurdering av trafikkgjennomgang og eksisterende utforming. Tiltakene bidrar til å forbedre dagens risikobilde, som holder uakseptabel risiko, som illustreres ved risikomatriser.

Den generelle mangelen på sykkelløsninger i Midtbyen kan endres ved innføring av flere ulike sykkelløsninger. Anbefalingene omfatter sykkelvei som normert løsning, sykkelfelt i overganger mellom sykkeltraseer, farget belegg gjennom kryss, og egen sykkelvei for høyresvingende syklist i kryss. Det skal utarbeides GS-vei på strekninger som benyttes av myke trafikanter.

Norge er ett av få land der det er tillatt med sykling på fortau. Tiltaket ble innført for å hjelpe svake syklist i trafikken. Fortauet benyttes i dag av syklist med både gode og dårlige ferdigheter, og regelen om å sykle i gangfart blir sjeldent overholdt. I stedet for å hjelpe svake syklist, kan tiltaket ha ført til redusert trygghet for alle trafikanter som benytter fortau. Da det er såpass vanlig at syklist benytter fortau, vil det være usikkerhet knyttet til effekten av endring i infrastruktur i Norge, sammenlignet med andre land. Det anbefales derfor å gjeninnføre forbud mot sykling på fortau, samt innføre forbud mot gåing på sykkelvei. Disse tiltakene krever imidlertid en lovendring, og kan ikke innføres som et administrativt tiltak på lokalt plan.

Sykkelsignalregulering benyttes blant annet i Danmark for å skille sykkeltrafikk fra motorisert trafikk. Tiltaket øker sikkerheten til syklist i kryss, da de får fri bane ved grønt lys. Syklist i Norge har som vane å velge hvordan de ter seg i trafikken etter hva som passer dem best; når motorisert trafikk får rødt lys, sykler de ofte blant fotgjengerne, og når fotgjengerne har rødt lys, sykler de blant motorisert trafikk. Dette fører til mye forvirring og redusert sikkerhet blant trafikantene. Sykkelsignalregulering gjelder kun for syklist, og skal bidra til å fjerne forvirringen rundt syklisters adferd i trafikken.

Alle tiltakene som anbefales, er vurdert ut ifra et sikkerhetsmessig perspektiv, men støttes opp med andre positive virkninger de har på trafikken; herunder bedre fremkommelighet, økt trygghetsfølelse, og på sikt økt sykkelbruk. Økt sykkelbruk vil føre til økt oppmerksomhet rundt denne trafikantgruppen, som igjen vil redusere risikoen for ulykker. Dette begrunnes ved konseptet Safety in Numbers.

Prosjektgruppen foreslår en rekke tiltak for sykkeltraseer og lovendring med hensyn til sykling på fortau og gåing på sykkelvei. Oppgaven presenterer tiltak som kan bidra til å realisere *nullvisjonen*, et mål om ingen dødsfall i trafikken. Ved å redusere risikoen for sykkelulykker i Midtbyen, vil man være på god vei til å oppnå dette målet.

Referanseliste

- Andel av syklister som er villig til å bryte trafikkregler for fremkommelighet* (2015) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <http://www.ciens.no/media/1705/ciens-frokost-130515-bjronskau.pdf> (Hentet 06. mars 2020)
- Antall drept og skadet syklister per person km (mill) i Norge og Danmark i 2010* (2014) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/271131210_Exploring_the_mechanisms_behind_the_Safety_in_Numbers_Effect_A_behavioural_analysis_of_interactions_between_cyclists_and_car_drivers_in_Norway_and_Denmark (Hentet: 07. februar 2020)
- Antall syklende fordelt på forskjellige reisemål* (2017) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php/1346859/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2017/1604-2017/1604-2017-sum.pdf> (Hentet: 30. januar 2020)
- Antall syklister, 2015-2019* (2018) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://midtbyen.no/media/midtbyregnskap-2017-digital-versjon.pdf> (Hentet: 25. februar 2020)
- ArchiCAD. (2016) *Wikipedia*. Tilgjengelig fra: <https://no.wikipedia.org/wiki/ArchiCAD> (Hentet: 02. april 2020)
- Aven, T. (2019) Risiko, *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/risiko> (Hentet: 19. april 2020)
- Bjørnskau, T. (2005) *Sykkelulykker- ulykkestyper, skadekonsekvenser og risikofaktorer* (TØI-rapport 793/2005) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=3798> (Hentet: 30. januar 2020)
- Bjørnskau, T. (2006) *Sykling mot rødt – Omfang og årsaker*. (TØI-rapport 821/2006) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=3808> (Hentet: 25. mars 2020)
- Bjørnskau, T. (2015) Hva er forskjellen mellom norske og danske syklister? *CIENS Frokostseminar*. Trondheim, 2015. Tilgjengelig fra: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:54sfVKdx1fsJ:www.ciens.no/media/1705/ciens-frokost-130515-bjronskau.pdf+&cd=3&hl=no&ct=clnk&gl=no> (Hentet 06. mars 2020)
- Bjørnskau, T. (2017) Video- og konfliktregistreringer i byområder, *Nettverk for transportsikkerhet*. Trondheim, 2017. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/project/trine2018/seminar-mars-2017/bjornskau-video-og-konfliktregistreringer.pdf> (Hentet: 03. februar 2020)
- Bjørnskau, T. (2018) *Flere trafikkskader av nullvekstmålet?* (TØI-rapport 1631/2018) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=48164> (Hentet: 06. mars 2020)
- Bjørnskau, T. (2019) Hva skjer når flere sykler? *TØIs sykkelkonferanse* Oslo, 11. april, 2019. Tilgjengelig fra: https://www.toi.no/getfile.php/1350409/mmarkiv/Aktuelt/17_TORDEL%20Hva%20skjer%20n%C3%A5r%20flere%20sykler%20TBJ.pdf (Hentet: 17. mars 2020)

- Bow-tie-diagram* (2020) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: https://www.asqs.net/sites/default/files/Bow-Tie-Model_0.png (Hentet: 03. mai 2020)
- Braathu, A.H. (2013) *Sykling på fortau: En studie av fortaussykling og atferd*. Masteroppgave. Norges tekniske-naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/231055?locale-attribute=no> (Hentet: 25. mars 2020)
- Dansk sykkelsti* (2015) [Digitalt fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=41832> (Hentet: 10. mars 2020)
- Driftstandard GsA (venstre) og driftstandard GsB (høyre)* (2020) [Digitalt fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-syssel/b-3-2/> (Hentet: 23. mars 2020)
- Jystad, C.L., Langørgen, L. (2013) *Analyse av trafikkulykker i Trondheim sentrum (Midtbyen) med hovedfokus på fotgjengerulykker og sykkelulykker, samt på strategier og tiltak*. Masteroppgave. Norges tekniske- naturvitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/190824> (Hentet: 21. januar 2020)
- Farget oppmerking av sykkelfelt i kryss* (2016) [Digitalt fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-syssel/b-3-1/> (Hentet: 12. februar 2020)
- Fyhri, A., et al. (2014) Exploring the mechanisms behind the Safety in Numbers Effect: A behavioural analysis of interactions between cyclists and car drivers in Norway and Denmark, *Proceedings, International Cycling Safety Conference 2014*. Gøteborg, 18-19 november, 2014. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/271131210_Exploring_the_mechanisms_behind_the_Safety_in_Numbers_Effect_A_behavioural_analysis_of_interactions_between_cyclists_and_car_drivers_in_Norway_and_Denmark (Hentet: 07. februar 2020)
- Fyhri, A. (2015) *Safety in numbers* Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/SIN/> (Hentet: 30. januar 2020)
- Grendstad, G., et al. (2004) *Sykkelveginspeksjoner, Trafikksikkerhet- Framkommelighet- Opplevelse, Nr. 249 i Vegvesenets håndbokserie*. Oslo: Statens vegvesen.
- Grovanalyse* (2016) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopen-xmlui/bitstream/handle/11250/2392996/Tokje34_Skaia17_Pedersen22.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Hentet: 13. mai 2020)
- GS-vei i Danmark* (2020) [Digitalt fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://www.sikkertrafik.dk/raad-og-viden/til-fods/hvor-skal-du-gaa> (Hentet 23. mars 2020)
- Hardt skadd eller drepte syklister etter stedsforhold* (2017) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/samferdsel/trafikksikkerhetsplaner/analyse-av-trafikkulykker-i-trondheim-kommune-2008-2017.pdf> (Hentet: 02. mars 2020)
- Hegvold, O. (2016) Bilseteavgift skal sikre varmekabler i sykkeltraseene, *Adressa.no*. Tilgjengelig fra: <https://www.adressa.no/nyheter/trondheim/2016/04/01/Bilseteavgift-skal-sikre-varmekabler-i-sykkeltraseene-12539352.ece> (Hentet: 26. mars 2020)

- Hella, K.A., Hopsdal, K.T., Hansen, L.L. (2018) *Forslag til regulering av Fv585, strekningen Nattlandsfjellet- Gerhard Grans vei, med hensyn på sykkel*. Bacheloroppgave. Høgskulen på Vestlandet. Tilgjengelig fra: https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2504567/Bacheloroppgave_2018_Hansen_Hopsdal_Hella.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Hentet: 25. mars 2020)
- Hendry, D., et al. (1999) An economic evaluation of the mandatory bicycle helmet legislation in Western Australia, *1999 Insurance Commission of WA Conference on Road*. Perth, 26. november, 1999. Tilgjengelig fra: [https://www.parliament.wa.gov.au/parliament/commit.nsf/\(Evidence+Lookup+by+Com+ID\)/F483290262A67749482583280008A2F2/\\$file/cs.ccs.015.180925.sub.James+Steward+att+01.pdf](https://www.parliament.wa.gov.au/parliament/commit.nsf/(Evidence+Lookup+by+Com+ID)/F483290262A67749482583280008A2F2/$file/cs.ccs.015.180925.sub.James+Steward+att+01.pdf) (Hentet: 14. april 2020)
- Herby, J., Friis, A. (2013) *Samfundsøkonomiske analyser af supercykelstierne*. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.dk/1019155-Samfundsoekonomiske-analyser-af-cykelsuperstierne-historier-fra-de-samfundsoekonomiske-analyser-samt-noegletal-sekretariat-for-cykelsuperstier.html> (Hentet: 20. mars 2020)
- Høye, A. (2017a) *Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak*. (TØI-rapport 1556/2017) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=44839> (Hentet: 29. januar 2020)
- Høye, A. (2017b) *Trafikksikkerhet for syklister*. (TØI-rapport 1597/2017) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=46551> (Hentet: 02. mai 2020)
- Høye, A., et al. (2014a) 1.18 Vegbelysning, i Høye, A. (red.) *Trafikksikkerhetshåndbok*. Tilgjengelig fra: <https://tsh.toi.no/doc634.htm> (Hentet: 17. mars 2020)
- Høye, A., et al. (2014b) 1.9 Planskilte kryss, i Høye, A. (red.) *Trafikksikkerhetshåndbok*. Tilgjengelig fra: <https://tsh.toi.no/doc625.htm> (Hentet: 17. mars 2020)
- Høye, A., et al. (2015) 3.9 Signalregulerte kryss, i Høye, A. (red.) *Trafikksikkerhetshåndbok*. Tilgjengelig fra: <https://tsh.toi.no/doc658.htm> (Hentet: 25. mars 2020)
- Høye, A., et al. (2016) 1.10 Utbedring av spesielt ulykkesbelastede steder, i Elvik, R. (red.) *Trafikksikkerhetshåndbok*. Tilgjengelig fra: <https://tsh.toi.no/doc626.htm> (Hentet: 19. februar 2020)
- Kammerud, I., et al. (2014) *Notat, Kostander*. (SVV- rapport 894144) Oslo: SVV. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/894144/binary/1035263?fast_title=20150513_Kostnader.pdf (Hentet: 19. februar 2020)
- Kart over sykkelulykker, 2003- 2012* (2013) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/2204491-Analyse-av-trafikkulykker-i-trondheim-sentrum-midtbym-med-hovedfokus-pa-fotgjengerulykker-og-sykkelulykker-samt-pa-strategier-og-tiltak.html> (Hentet 29. januar 2020)
- Korrelasjon for Safety in Numbers* (2019) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: https://www.toi.no/getfile.php/1350409/mmarkiv/Aktuelt/17_TORDEL%20Hva%20skjer%20n%C3%A5r%20flere%20sykler%20TBJ.pdf (Hentet: 17. mars 2020)
- Korrelasjon mellom antall syklister og ulykkesrisiko (Belgia)* (2019) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: https://www.toi.no/getfile.php/1350409/mmarkiv/Aktuelt/17_TORDEL%20Hva%20skjer%20n%C3%A5r%20flere%20sykler%20TBJ.pdf (Hentet: 17. mars 2020)

- Lunke, B.E., et. al. (2017) Cycling in the city of Trondheim (TØI-rapport 1604/2017) Oslo: TØI.
Tilgjengelig fra:
<https://www.toi.no/getfile.php/1346859/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2017/1604-2017/1604-2017-sum.pdf> (Hentet: 30. januar 2020)
- Lyskryss med vrimlefase og eget signal med nedtelling i Nederland (2014) [Digitalt fotografi].
Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/6942376-Retningslinjer-og-planer-for-sykkelanlegg-i-trondheim.html> (Hentet: 25. mars 2020)
- Midtbø, K.M. (2018) Her er stedene folk mener det er farligst å sykle i Trondheim, *Adressa.no*.
Tilgjengelig fra: <https://www.adressa.no/nyheter/trondheim/2018/05/31/Her-er-stedene-folk-mener-det-er-farligst-%C3%A5-sykle-i-Trondheim-16804897.ece> (Hentet: 07. februar 2020)
- Miljøpakken (2014) *Retningslinjer og planer for sykkelanlegg i Trondheim*. Tilgjengelig fra:
<https://docplayer.me/6942376-Retningslinjer-og-planer-for-sykkelanlegg-i-trondheim.html>
(Hentet: 25. mars 2020)
- Miljøpakken (2018) *Mini-RVU – Trondheim: Reisevaneundersøkelser 2014-2017*. Tilgjengelig fra:
<https://miljopakken.no/wp-content/uploads/2018/01/Mini-RVU-rapport-2014-2017.pdf>
(Hentet: 29. januar 2020)
- Miljøpakken (2019) *Bedre å sykle- 155 km gode vinterveger*. Tilgjengelig fra:
<https://miljopakken.no/nyheter/bedre-a-sykle-115-km-gode-vinterveger> (Hentet: 21. mars 2020)
- Miljøpakken (2020) *Befolkningen i og rundt Trondheim vokser raskt. Flere folk betyr mer trafikk, lengre køer og dårligere luft- hvis vi ikke gjør noe*. Tilgjengelig fra:
<https://miljopakken.no/om-miljopakken/organisasjonen/introduksjon> (Hentet: 16. april 2020)
- Nederlandsk kryssløsning 1 (2020) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra:
<https://twitter.com/syklemil/status/1226818970524753920/photo/1> (Hentet: 23. april 2020)
- Nederlandsk kryssløsning 2 (2012) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra:
<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=24670> (Hentet: 15. januar 2020)
- Opdahl, H. (2019) Ulykke, *Store Medisinske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/ulykke>
(Hentet: 19. april 2020)
- Oppmerking og skilting i T-kryss* (2014) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra:
<https://www.vegvesen.no/attachment/69912> (Hentet: 17. mars 2020)
- Oppmerking og skilting i X-kryss* (2014) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra:
<https://www.vegvesen.no/attachment/69912> (Hentet: 17. mars 2020)
- Oppmerking og skilting i X-kryss (forkjørregulert)* (2014) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra:
<https://www.vegvesen.no/attachment/69912> (Hentet: 17. mars 2020)
- Prinsippskisse av separert sykkelfelt for høyresvingende syklist* (2009) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra:
<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=11367> (Hentet: 15. april 2020)

- Produksjonsbortfall ved dødsfall i trafikken etter kjønn og alder* (2010) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=16062> (Hentet: 19. februar 2020)
- Rausand, M. og Utne, I. B. (2014). *Risikoanalyse - teori og metoder*. 2. Utgave. Fagbokforlaget
- Reiser per person fordelt på reisemål og reisemiddel* (2018) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://miljopakken.no/wp-content/uploads/2018/01/Mini-RVU-rapport-2014-2017.pdf> (Hentet: 29. januar 2020)
- Risikomatrise* (2018) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/usikkerhet-risiko-og-muligheter> (Hentet: 23. april 2020)
- Rolstadås et al. (2016). *Praktisk prosjektledelse*. 2. Utgave. Fagbokforlaget.
- Sagberg, F., Sørensen, W.J.M. (2012) *Trafikksikkerhet i gater – Ulykkesanalyse og gjennomgang av utformingstiltak*. (TØI-rapport 1229/2012) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=24670> (Hentet: 15. januar 2020)
- SSB (2019) *Trafikkulykker med personskade*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/vtu/aar> (Hentet: 29. januar 2020)
- Statens vegvesen (2010) *Standard for drift og vedlikehold av veger og gater, Nr. 111 i Vegvesenets håndbokserie*. Høringsutgave 23. mars 2010.
- Statens vegvesen (2014a) *Sykkelhåndboka, Nr. V122 i Statens vegvesens håndbokserie*. Oslo: Statens vegvesen.
- Statens vegvesen (2014b) *Trafikkskilt- Del 1 Fellesbestemmelser, Nr. 300 i Statens vegvesens håndbokserie*. Oslo: Statens vegvesen.
- Statens vegvesen (2018) *Nullvisjonen*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/trafikksikkerhet/nullvisjonen> (Hentet: 06. februar 2020)
- Statens vegvesen (2019) *Trafikksikkerhet*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/trafikksikkerhet> (Hentet: 06. februar 2020)
- Statens vegvesen (2020) *Vegkart*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/nvdb/vegkart/v2/> (Hentet: 29. januar 2020)
- “Suggestion Lanes” i Nederland* (2011) [Digitalt fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://livablestreet.wordpress.com/2011/11/15/suggestion-aka-advisory-bike-lanes-in-rotterdam/> (Hentet: 27. april 2020)
- Sundfør, B.H. (2017) *Sykkelbruk – i trafikk og terreng*. (TØI- rapport 1565/2017) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=46477> (Hentet 25. mars 2020)
- Sykkelandel i Norge, Danmark og Sverige totalt, 2010* (2016) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-sykkel/b-3-1/> (Hentet: 12. februar 2020)
- Sykkelboks, tilbaketrukket stopplinje og midtstilt sykkelfelt* (2014) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/attachment/69912> (Hentet: 17. mars 2020)

- Sykkeldødsrisiko i Nederland og Norge, 2004 (2005)* [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=4012> (Hentet: 25. mars 2020)
- “*Sykkelfelt Light*” i Nederland (2014) [Digitalt fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.nl/29370-Hoofdstuk-4-ontwerprichtlijnen-voor-fietsvoorzieningen.html> (Hentet: 27. april 2020)
- Sykkelreiser i Trondheim* (2017) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php/1346859/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2017/1604-2017/1604-2017-sum.pdf> (Hentet: 30. januar 2020)
- Sykkelulykker med personskade i Midtbyen (2003- 2012) fordelt etter uhellskategori* (2013) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/2204491-Analyse-av-trafikkulykker-i-trondheim-sentrum-midtbyen-med-hovedfokus-pa-fotgjengerulykker-og-sykkelulykker-samt-pa-strategier-og-tiltak.html> (Hentet 29 januar 2020)
- Sælensminde, K. (2004) *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856404000539> (Hentet: 02. mars 2020)
- Sørensen, W.J.M (2009) *Kryssløsninger i by*. (TØI- rapport 1004/2009) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=11367> (Hentet: 15. april 2020)
- Sørensen, W.J.M. (2010) *Oppmerkingstiltak for sykler i bykryss*. (TØI-rapport 1068/2010) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=14337> (Hentet: 25. mars 2020)
- Sørensen, W.J.M. (2012) *Gang- og sykkelløsninger*. (TØI- rapport 1228/2012) Oslo: TØI. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=24658> (Hentet: 17. mars 2020)
- Sørensen, W.J.M, Amundsen, A. (2016) *Sykkelveg og sykkelnett*. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-sykkel/b-3-1/> (Hentet: 17. mars 2020)
- Trafikant. (2014) *Det norske akademis ordbok*. Tilgjengelig fra: <https://naob.no/ordbok/trafikant> (Hentet: 19. april 2020)
- Trondheim kommune (2018) *Midtbyen regnskap 2017*. Tilgjengelig fra: <https://midtbyen.no/media/midtbyeregnskap-2017-digital-versjon.pdf> (Hentet: 25. februar 2020)
- Trondheim kommune (2020) *Vedlikehold og drift*. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/veg/#heading-h2-7> (Hentet: 21. mars 2020)
- Trygg trafikk (2020) *Trafikkregler for fotgjengere*. Tilgjengelig fra: <https://www.tryggtrafikk.no/trafikkregler-for-fotgjengere/> (Hentet: 03. mai 2020)
- TØI (2020) *Transportøkonomisk institutt (TØI)*. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/omtoi/> (Hentet: 16. april 2020)
- Ulykkeskostnader per skadetilfelle* (2010) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=16062> (Hentet: 19. februar 2020)

Varselskilt (2014) [Digitalt bilde]. Tilgjengelig fra:

https://www.vegvesen.no/attachment/69062/binary/964081?fast_title=H%C3%A5ndbok+N300+Trafikkskilt%2C+del+1+Fellesbestemmelser+%2812+MB%29.pdf (Hentet: 02. mai 2020)

Veisten, K., Flugel, S., Elvik, R. (2010) *Ulykker- Verdien av statistiske liv og beregning av ulykkenes samfunnskostnader*. (TØI- rapport 1053C/2010) Oslo. TØI. Tilgjengelig fra:

<https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=16062> (Hentet: 19. februar 2020)

Velferdstap. (2018) *Det norske akademis ordbok*. Tilgjengelig fra:

<https://naob.no/ordbok/velferdstap> (Hentet: 16. april 2020)

Øvstedal, L., Brembu, S. (2020) *Drift og vedlikehold av sykkelanlegg* Tilgjengelig fra:

<https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-sykkel/b-3-2/> (Hentet: 23. mars 2020)

Vedlegg

Vedlegg 1: Artikkel

Vedlegg 2: Forprosjekt

Vedlegg 3: Risikovurdering (Excel)

Vedlegg 4: WBS

Vedlegg 5: Prosjekt logistikk rapport

Vedlegg 6: Kontrakt

Vedlegg 7: ArchiCAD bilder