

Cyklister undtaget signal ved undertavle i T-kryds

– En før- og efterundersøgelse af konflikter mellem bløde trafikanter

Aalborg Universitet
Institut for Byggeri og Anlæg
Veje og Trafik
Kandidatspeciale, juni 2016
Morten Lind Jensen



Morten Lind Jensen

Cyklister undtaget signal ved undertavle i T-kryds

– En før-og efterundersøgelse af konflikter mellem bløde trafikanter

Aalborg Universitet
Veje og Trafik
Juni 2016



AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet

Institut for Byggeri og Anlæg
Sofiendalsvej 11
9200 Aalborg SV
www.trafik.aau.dk

Titel:

Cyklister undtaget signal ved undertavle i T-kryds – En før- og efterundersøgelse af konflikter mellem bløde trafikanter

Projekttype: Kandidatspeciale

Nøgleord: Konfliktteknik, bløde trafikanter, videoanalyse, trafiksikkerhed, fremkommelighed

Omfang: 45 ECTS

Periode: Veje og Trafik
9. + 10. semester
01.09.2015 - 08.06.2016

Forfatter: Morten Lind Jensen
Studienr.: 20141668

Vejleder: Harry Spaabæk Lahrman
Censor: Lars Klit Reiff

Oplagstal: 5

Sidetal: 124

Appendiks: 7 trykte appendiks + CD
med elektroniske appendiks

Engelsk titel:

Allowing cyclists to ignore red lights at signalized T-junctions – A before and after study of conflicts between vulnerable road users

Project type: Master's Thesis

Keywords: Conflict technique, vulnerable road users, video analysis, traffic safety, accessibility

Synopsis:

Dette kandidatspeciale har ved et konfliktstudie søgt at besvare, om det fører til øget risiko, at cyklister undtages signal i T-kryds. Antallet af alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter er undersøgt før og efter, at cyklister er undtaget signal ved fremkørsel i overliggeren.

Ganske få konfliktstudier har tidligere beskæftiget sig med konflikter alene mellem bløde trafikanter, og metoderne er deraf ikke udviklet med henblik herpå. Der afprøves således en alternativ metode til at udpege alvorlige konflikter.

Der er udpeget en række potentielt alvorlige konflikter, som er efterbehandlet ved (i) et tidsbaseret mål for alvorlige konflikter; (ii) et Delphistudie, hvor fagfolk vurderer, hvor alvorlige konflikterne er.

Resultaterne viser, at der ikke kan påvises en øget risiko for konflikter mellem bløde trafikanter, når cyklister undtages signal i T-kryds.

Forord

Dette kandidatspeciale er udarbejdet af Morten Lind Jensen, studerende på civilingeniøruddannelsen Veje og Trafik på Aalborg Universitets Institut for Byggeri og Anlæg. Projektet er udført som et langt kandidatspeciale på i alt 45 ECTS og er udarbejdet i perioden 1. september 2015 til 8. juni 2016.

Projektet indbefatter en før- og efterundersøgelse med det formål, at belyse trafiksikkerhedsmæssige problemstillinger i signalregulerede T-kryds, hvor cyklister (herunder knallertførere) er undtaget signal ved fremkørsel i overliggeren.

Projektet skal styrke den generelle viden om effekterne, når cyklister undtages signal ved at analysere konflikter mellem bløde trafikanter. Med bløde trafikanter forstås fodgængere, cyklister og knallertførere (lille knallert).

Kandidatspecialet består af nærværende hovedrapport med tilhørende appendiks. Vedlagt er en CD med elektroniske appendiks.

Følgende har støttet projektet:

Aalborg Kommune har under forløbet samarbejdet omkring udpegning af projektkomplekser, foretaget afmærkningstekniske ændringer på disse samt ydet faglig sparring.

Trafikforskningsgruppen ved Institut for Byggeri og Anlæg har været behjælpelige med faglig sparring samt stillet videomateriel og øvrigt udstyr til rådighed under forløbet.

Projektet indbefatter gennemførelsen af en Delphiundersøgelse med inddragelse af både danske og udenlandske fagfolk med solid viden om trafiksikkerhed.

En stor tak til alle, der har bidraget til projektet.

Endelig skal der lyde en særlig tak til lektor og projektvejleder Harry S. Lahrman samt Ph.D.-studerende Tanja K. O. Madsen, der begge har bidraget til at højne projektets faglige kvalitet.

Morten Lind Jensen

Aalborg Universitet
8. juni 2016

Læsevejledning

Nærværende rapport er opdelt i tre dele. I første del (kapitel 1-4) gives en introduktion til projektets hovedproblemstilling samt anvendt metodik. Anden del (kapitel 5-6) beskriver undersøgelsens samlede resultater og effekter. Tredje og sidste del (kapitel 7-9) diskuterer og konkluderer på baggrund af resultaterne samt reflekterer over mulige problemstillinger, der rækker ud over projektets rammer.

Til henvisning af kilder anvendes Harvard-metoden, hvor kilden anvendes i enten aktiv eller passiv form. En aktiv kilde angives ved Efternavn (år), mens en passiv kilde angives ved (Efternavn, år). I tilfælde, hvor kilden benyttes til en specifik sætning, er kilden placeret inde i sætningen, mens den er placeret til sidst i afsnittet, hvis den anvendes til hele afsnittet. Ved flere forfattere til samme kilde angives kilden ved første forfatter, eksempelvis (Efternavn m.fl., år). Yderligere kildeinformation forefindes i litteraturlisten, som findes sidst i rapporten.

Kilder til figurer og tabeller er placeret i billedteksten og angives som eksempelvis Figur 1.2, hvilket betyder, at figuren er nr. 2 i kapitel 1. I tilfælde, hvor der er foretaget ændringer af tabeller eller figurer i forhold til originalen, angives dette med * efter kilden.

Trykte appendiks er angivet ved bogstavnummerering og er placeret bagerst i rapporten. Øvrige appendiks forefindes som elektroniske appendiks på en vedlagt CD.

Rapporten indeholder hyperlinks til korte videosekvenser af udvalgte konfliktsituationer, der kan ses på internettet. Disse hyperlinks kan tilgås ved at benytte rapportens PDF-version, som ligger på CD'en.

Kursiverede ords betydning er beskrevet i Ordforklaringen.

Summary

The purpose of this project is to study whether it causes traffic safety issues in signalized T-junctions if cyclists are not required to respect the signal when driving through the upper bar on a separate bicycle path. This is done by using the Traffic Conflict Technique (TCT) where a number of so called traffic conflicts (or "near-accidents") are used as a surrogate for traffic accidents. A conflict is defined as a situation in which the perceived risk of two road users colliding is of such an extent that at least one of the road users will not expose themselves to it and react accordingly. The project is a video based before and after study of conflicts between vulnerable road users meaning pedestrians and cyclists (including mopeds with a maximum speed of 30 km/h).

Experiences with the time-based Swedish Traffic Conflict Technique show that measuring the severity of conflicts using a time span has a number of weaknesses - especially in conflicts between vulnerable road users. Cyclists and pedestrians can easily adapt to changes in speed and direction, and are often seen in close interaction. A number of studies show that a time-based measure may lead to an increased risk of including situations that – by visual assessment – simply expresses efficient traffic flow. To counter this problem, this project also uses the Delphi method for assessing the severity of conflicts based on the road users visible reactions. The purpose of this project is thus to clarify if the traditional Delphi method can complement or replace a time-based method for measuring conflict severity between vulnerable road users.

Risk is calculated as the ratio of serious conflicts and exposure. Exposure is measured as the number of observed potential conflicts defined as situations where the distance in time between two or more road users is less than or equal to 3 seconds. The hypothesis is that these situations have a high potential of developing into serious conflicts. Potential conflicts are evaluated by:

- a time-based measure of conflict severity, inspired by the Swedish and Dutch TCTs. Serious conflicts are defined as situations where the minimum Time-to-Collision (TTC_{min}) is less than or equal to 1.00 second or the remaining time for the second road user to adapt to any changes in speed or direction ($T_{2,min}$) is less than or equal to 0.55 seconds.
- an interaction study in which a group of Traffic Safety Experts assess the severity of these potential conflicts, inspired by the Delphi method. Serious conflicts are defined as situations where at least one of the road users make a visible reaction just prior to the conflict zone in form of braking, accelerating or changing direction, and the road users thus show signs of reacting to a dangerous situation.

Approximately 24,000 cyclists, 19,000 pedestrians and 846 potential conflicts were registered during 227 hours of video recordings. The results show that (i) it does not lead to an increased risk of serious conflicts between vulnerable road users when cyclists are not required to respect the signal; (ii) the time-based method includes more serious conflicts than the reaction-based Delphi method; (iii) overall consensus among the experts in measuring severity of conflicts is found after two rounds of the Delphi method; (iv) experts include other visible reactions such as gestures, attitude and body language i.e. when evaluating severity of conflicts.

It seems that there is a possible correlation between the results from both the time-based method and the Delphi method. However, the time-based measure may lead to an increased risk of including situations that simply expresses efficient traffic flow. Furthermore a time-based measure can be used for registering potential conflicts between vulnerable road users, but more detailed factors (e.g. gestures, attitude and body language) may have to be included when measuring the severity of these specific potential conflicts.

Ordforklaring

Bløde trafikanter	Fodgængere, cyklister og knallertførere.
Cyklistsignal	Signal udformet som hovedsignal, men som er mindre end dette. Signalet skal respekteres af cyklister og knallertførere (lille knallert). Benævnes X16.
Delphistudie	Trinvis spørgeundersøgelse blandt en gruppe eksperter med viden og kendskab til et emneområde, hvorom der er stor usikkerhed.
DOCTOR	Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research.
Eksponering	Potentielle situationer, der kan føre til et uheld/en konflikt. Kan eksempelvis beskrives som antallet af indkørende trafikanter i et kryds eller antallet af risikobetonede hændelser.
Hovedsignal	Signal med cirkelformede lysåbninger for rødt, gult og grønt lys. Hovedsignaler gælder for al trafik, der ikke reguleres med separate signaler. Benævnes X11.
Højresvingshunt	Anlægges i forbindelse med kryds, og leder højresvingende trafikanter udenom kryds.
Interquartile range	Kan oversættes til 'det interkvartile interval', som er udtryk for spredningens størrelse for halvdelen af de svar, der ligger tættest på medianen. Bruges blandt andet i Delphistudier.
Konflikt	Også kaldet 'tæt-ved-uheld'. Repræsenterer en situation, hvor to eller flere trafikanter er i risiko for at kolliderer, men en kollision ikke forekommer.
Konfliktrisiko	Udtrykker forholdet mellem alvorlige konflikter og potentielle konflikter. Jo højere konfliktrisiko, desto større risiko for at en potentiel konflikt vil udvikle sig til en alvorlig konflikt.
Krop	Beskrivelse af sidevejstilslutningen i et T-kryds. Sekundærveje i T-kryds benævnes 'krop' i modsætning primærveje i T-kryds, der benævnes 'overligger'.
Motorkøretøj	Motordrevet køretøj, der hovedsagligt er indrettet til selvstændigt at benyttes til personbefordring eller godstransport. Lille knallert anses dog ikke som motorkøretøj.
Mørketal	Begreb for antal uheld, som ikke anmeldes eller registreres af politi eller skadestue og derfor ikke bliver offentligt kendte.
Overligger	Beskrivelse for et T-kryds' øverste del, hvor der ikke er tilslutning af en sidevej. I dette projekt er kun medtaget T-kryds, hvor der er gennemgående (ubrudte) cykelstier i overliggerne.

PET	Post-Encroachment-Time. Angiver den tidsmæssige afstand fra første trafikant forlader konfliktområdet til anden trafikant ankommer, og er nul i tilfælde, hvor to trafikanter er på kollisionskurs.
Pilsignaler	Signaler med lysåbninger for rød, gul og grøn pil. Gælder for trafikanter, der vil køre i den retning, pilene viser. Benævnes X12.
Potentiel konflikt	Situationer, hvor den tidsmæssige afstand mellem to eller flere bløde trafikanter er mindre eller lig med tre sekunder. Også betegnet 'samtidig ankomst'.
RUBA	Road User Behaviour Analysis. Anvendes til semiautomatisk videoanalyse af trafikvideoer.
Rødkørsel	En trafikants passage af første hovedsignal (og stopstreg) for rødt lys.
Rødtid	Tiden, hvor signalet i en given retning alene viser rødt.
Samtidig ankomst	To trafikanter ankommer til konfliktområdet indenfor en fastsat tidsafstand.
Sort plet	En sort plet er et kryds eller en vejstrækning, hvor der er sket væsentligt flere uheld end forventet.
Statsvejnet	Statsvejnettet er det overordnede vejnet i Danmark, og dækker landets motorveje, motortrafikveje samt en række af hovedlandevejene. Statsvejnettet varetages af Vejdirektoratet.
STCT	The Swedish Traffic Conflict Technique.
T₂	Den resterende tid til anden trafikant ankommer til konfliktområdet, så længe første trafikant er på vej ind i konfliktområdet eller befinder sig heri.
T-Analyst	Værktøj til semiautomatisk videoanalyse af trafikvideoer ud fra billedsekvenser.
T-Calibration	Værktøj til kalibrering af videooptagelser i forbindelse med semiautomatisk videoanalyse.
T-Convertor	Værktøj til omdannelse af videooptagelser til billedsekvenser.
T_{Adv}	Time Advantage. Den mindste tidsmæssige korrektion (forsinkelse) for første trafikant, der vil bringe to trafikanter på kollisionskurs.
TA	Time-to-Accident. Tidsmæssig afstand målt fra udført undvigemånvre til at der ville være sket en kollision mellem to trafikanter. Anvendt i STCT.
TET	Time Exposed Time-to-Collision. Beskriver tiden, hvor TTC er mindre end en fastsat kritisk værdi.

TIT	Time Integrated Time-to-Collision. Beskriver dels varigheden af konflikten kritiske del samt laveste TTC for konflikten.
Trafikantgruppe	Gruppering af enheder og trafikanter som færdes på vej eller i køretøj på vej. Eksempelvis fodgængere, cyklister og motorkøretøjer.
TTC	Time-to-Collision. Beregnes til ethvert tidspunkt når to trafikanter er på kollisionskurs og fortsætter med samme hastighed og retning. Når trafikanterne ikke er på kollisionskurs, kan TTC-værdien ikke beregnes.
TTC_{min}	Minimum Time-to-Collision. Se TTC.
Uheldsrisiko	Uheldsrisiko beskriver risikoen for, at der sker et uheld.
ÅDT	Årsdøgntrafik. Den gennemsnitlige daglige trafikmængde set over et helt år.

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	5
1.1 Indføring.....	5
1.2 Problemformulering	9
1.3 Afgrænsning	11
2. Metode	15
2.1 Introduktion til konfliktteknikmetoden	15
2.1.1 Konflikter defineret ved tidsmæssig afstand mellem trafikanter	16
2.1.2 Konflikter defineret ved samspil mellem trafikanter	18
2.2 Før- og efterundersøgelse	20
2.2.1 Undersøgelsesdesign	20
2.2.2 Beregningsmetode	22
2.2.3 Risiko	22
2.2.4 Signifikanstest	24
2.3 Anvendt metode	25
2.3.1 Trafiktælling.....	26
2.3.2 Udpegning af samtidige ankomster	27
2.3.3 Udpegning af konflikter ved tidsbaseret metode.....	28
2.3.4 Udpegning af konflikter ved en samspilsbaseret Delphimetode	28
3. Dataindsamling.....	33
3.1 Udpegning af lokaliteter.....	33
3.2 Tiltag på lokaliteter	34
3.3 Krydspræsentation.....	36
3.3.1 K1 – Ved Stranden	36
3.3.2 K2 – Jyllandsgade/Rantzausgade	38
3.3.3 K3 – Vesterbro/Algade	40
3.3.4 K4 – Hobrovej/Dallvej	42
4. Databehandling.....	45
4.1 T-Convertor	45
4.2 T-Calibration	45
4.3 T-Analyst.....	47

5. Resultater	51
5.1 Overordnede resultater	51
5.2 K1 – Ved Stranden	53
5.3 K2 – Jyllandsgade/Rantzausgade	57
5.4 K3 – Vesterbro/Algade	61
5.5 K4 – Hobrovej/Dallvej	65
6. Effekter	71
6.1 Alvorlige konflikter ved tidsbaseret metode	71
6.1.1 Uden korrektion	71
6.1.2 Korrektion for samtidige ankomster	72
6.2 Alvorlige konflikter ved Delphimetoden	72
6.2.1 Uden korrektion	72
6.2.2 Korrektion for samtidige ankomster	73
6.3 Rødkørsler	73
6.4 Hastighed	74
6.5 Opsummering af sikkerhedseffekter	75
6.5.1 Tidsbaseret metode	75
6.5.2 Delphimetoden	76
6.5.3 Sammenligning af effektberegningerne mellem metoderne	77
7. Diskussion	79
7.1 Undersøgelsens resultater	79
7.2 Metodevalg	83
7.3 Undersøgelsens design, styrke og validitet	89
8. Konklusion	93
8.1 Kort opsummering	93
8.2 Resultater	93
9. Perspektivering	97
9.1 Cykelstiafmærkning i T-kryds	97
9.2 Alternativ løsning	98
9.3 Uheldssituation 643	99
9.4 Uheldsanalyse og mørketal	100
Litteraturliste	103

Appendiks A.....	109
A1. Elektroniske appendiks – Regneark	109
A2. Elektroniske appendiks – Dokumenter.....	111
Appendiks B.....	113
B1. Manuelle trafiktællinger	113
B2. Statistiske tests af rødkørsler	123
B3. Statistiske tests af cyklisters gennemsnitshastighed	127
Appendiks C.....	129
C1. Deltagere i Delphiundersøgelsen.....	129
C2. Sammenligning af alvorlige konflikter	131

1. Indledning

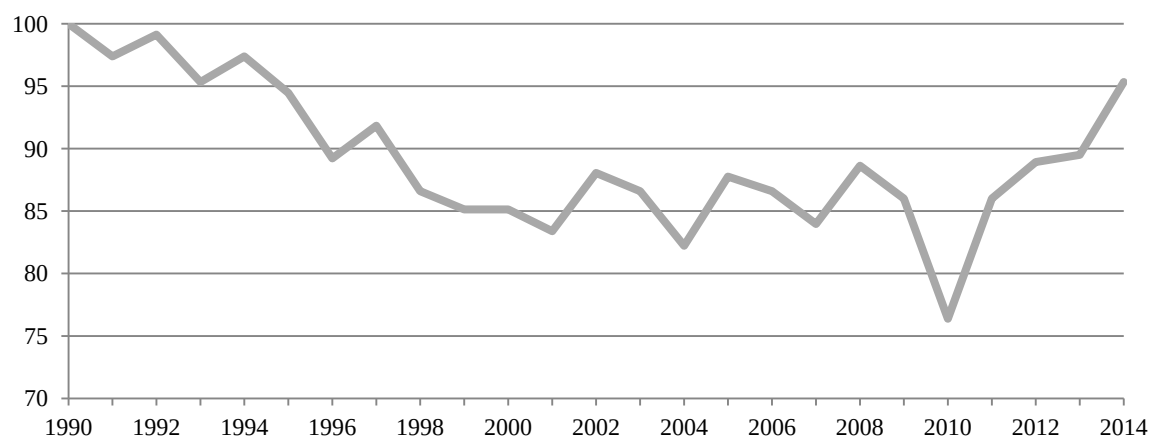
I dette kapitel gives en kort introduktion til projektets emneområder: Cyklisme, trafiksikkerhed og konfliktteknik. Indledningsvis beskrives baggrunden for nærværende projekt, herunder nuværende nationale og kommunale tiltag, der har til formål at fremme cyklismen i Danmark. I forlængelse heraf præsenteres projektets overordnede problemformulering med tilhørende problemstillinger. Endeligt præsenteres overordnede afgrænsninger for gennemførelsen af projektet.

1.1 Indføring

I Danmark er der en lang tradition for at benytte cyklen, som næsten er allemandseje i danske hjem, og sammenlignet med andre lande er danskernes brug af cykel i langt højere grad en del af det samlede transportbillede. Desværre har cykelanvendelsen generelt set været nedadgående samtidig med, at der på landsplan er sket en stigning i biltrafikken og særligt bilejerskabet. Der ses en større tendens til at benytte bilen på kortere ture under fem kilometer, hvilket fører til stigende trængsel på vejene. I 1970 var der ca. 0,2 personbil pr. dansker, mens dette tal i dag er ca. 0,4. Dermed har fire ud af ti danskere i dag adgang til bil, hvilket kan være en medvirkende faktor til, at cyklen fravælges, når transportmiddelvalget foretages. (DTU Transport, 2015; Transportministeriet, 2014)

En opgørelse fra Danmarks Statistik (DST) viser, at persontransporten foretaget på cykel har været stødt nedadgående siden 1990. Det absolut laveste niveau blev nået i 2010, men de seneste års udvikling viser en stigende tendens for persontransporten foretaget på cykel, illustreret på Figur 1.1. Jævnfør Transportvaneundersøgelsen foretager danskere i alderen 10-84 år i gennemsnit 0,46 cykelture pr. dag svarende til 17 % af alle personture i Danmark. (Danmarks Statistik, 2015; DTU Transport, 2015)

Der er de senere år sat større fokus på at sikre bedre fremkommelighed for cyklister, da det skal være attraktivt at benytte cyklen i Danmark. I 2009 afsatte Forligskredsen bag 'En grøn transportpolitik' (GTP) én mia. kr. til fremme af cyklisme, og siden har både Vejdirektoratet og landets kommuner arbejdet for at forbedre forholdene for de tohjulede. Et af de helt centrale mål med den såkaldte Cykelpulje var, at få sat større fokus på fremkommelighed for cyklister ved at yde støtte til kommunale, regionale og statslige cykelprojekter. (Vejdirektoratet, 2016)



Figur 1.1: Trafikindeks over persontransport foretaget på cykel/knallert-30 i perioden 1990-2014 (1990 = 100). (Danmarks Statistik, 2015)

Ved udgangen af 2013 igangsatte Vejdirektoratet et forsøg, der tillod cyklister at foretage højresving for rødt lys i udvalgte kryds på *statsvejnettet*. Dette tiltag skulle medvirke til at øge cykelanvendelsen og undgå unødige stop for cyklister. Vejdirektoratet opfordrede landets kommuner til at deltage i projektet ved at udgive vejledningen 'Forsøg med højresving for rødt – for cyklister' til ansøgning og etablering af cykelhøjresving for rødt i signalregulerede kryds. Forsøget sluttede ved udgangen af 2015, og vurderes at have en positiv effekt på fremkommeligheden. (Eriksson, 2015; Vejdirektoratet, 2014a)

Den seneste nationale cykelstrategi 'Danmark – op på cyklen!' af Transportministeriet (2014) lægger op til, at der gøres mere for at fremme cyklismen i Danmark. Et af virkemidlerne er netop at nedbringe antallet af unødige stop og derved skabe et bedre flow for cyklisterne. I 'Cykel ITS løsningskatalog – ITS løsninger for signalanlæg' af Bjørn-Pedersen m.fl. (2015) nævnes en række tiltag til at forbedre cyklisternes fremkommelighed i signalregulerede kryds, herunder cyklister undtaget signal i T-kryds og tilladt cykelhøjresving for rødt. Begge løsninger kan let etableres på steder, hvor de rette stifterhold optræder, og anlægsomkostningerne er relativt beskedne. Cyklister undtaget signal i T-kryds er implementeret flere steder landet over, mens cykelhøjresving for rødt er et nyere tiltag, der – som tidligere nævnt – forsøges anvendt flere steder.

I 2010 igangsatte Aalborg Kommune projektet 'Aalborg Cykelby', der skulle sætte fokus på følgende tre kerneområder i den fremtidige cykelplanlægning; fremkommelighed, trafiksikkerhed og synlighed/service. Et af kommunens mål for projektet har været, at få flere til at benytte cyklen på daglige ture til og fra uddannelse og arbejde ved blandt andet at etablere cykelpendlerruter, øge cykelprioriteringen i signalregulerede kryds samt at etablere *højresvingsskunts* for cyklister. Kommunen ser endvidere muligheder i, at cyklister undtages signal i T-kryds for at øge fremkommeligheden på flere cykelpendlerruter, hvor fokus er på fremkommelighed og komfort uden at gå på kompromis med trafiksikkerheden. (Aalborg Kommune, 2013)

Jævnfør Færdselslovens § 95, stk. 2 af Justitsministeriet (2013) kan der fraviges færdselsreglen om stop for rødt lys ved at ændre afmærkning og skiltning for cyklister. Derved kan cyklister (herunder knallertførere) holdes uden for signalregulering på steder, hvor de rette fysiske stifterhold tillader det. Ved at anvende undertavlen U5, med symbolet 'US8 Cykel og lille knallert', kan cyklister eksempelvis undtages *hovedsignalet* ved fremkørsel i *overliggeren* i signalregulerede T-kryds, hvormed fremkommeligheden øges, illustreret på Figur 1.2 og Figur 1.3.



Figur 1.2: T-krydset Jyllandsgade/Rantzausgade, hvor cyklister er blevet undtaget signal ved undertavle ved fremkørsel i overliggeren.

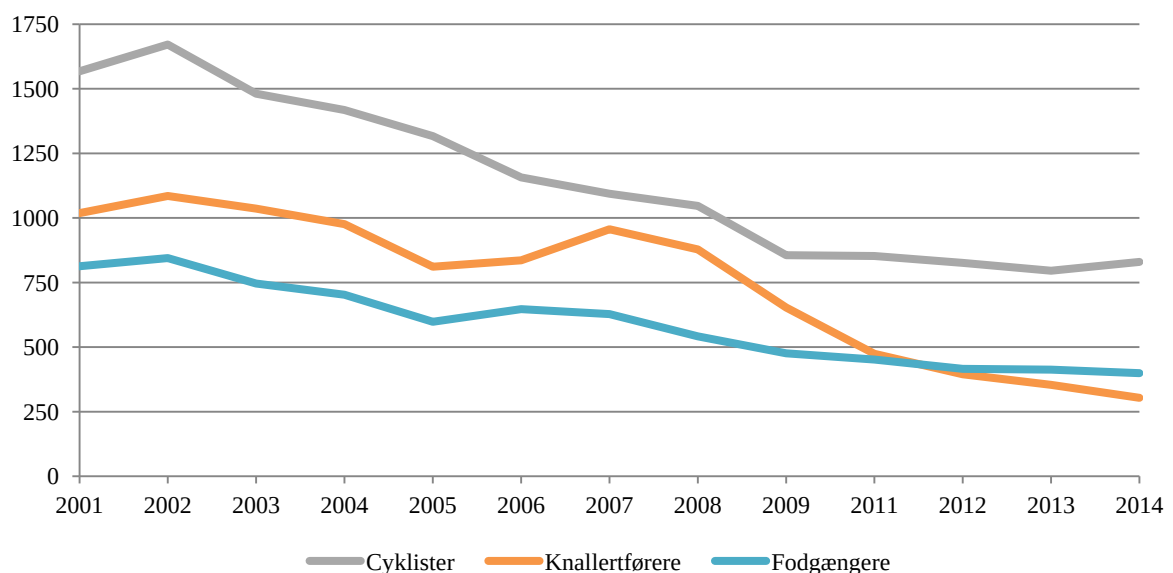


Figur 1.3: Hovedsignal med U5 undertavle.

På denne måde holdes primære konflikter mellem cyklister og primære konflikter mellem cyklister og fodgængere uden for signalreguleringen. Undertavle U5 må dog kun anvendes under *X11 Hovedsignal* og *X12 Pilsignal*, hvor det ikke fører til konflikter mellem cyklister og *motorkøretøjer* (Transportministeriet, 2013). Vejreglerådet (2013) anbefaler, at tiltaget anvendes med forsigtighed og kun etableres under forudsætning af, at politiet godkender afmærkningen jævnfør 'Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning' af Transportministeriet (2012). Politiets samtykke skal sikre, at cyklister udelukkende undtages signal, hvor det er sikkerhedsmæssigt forsvarligt og ikke fører til øget risiko for uheld mellem *bløde trafikanter*.

Ifølge de nyeste tal fra Danmarks Statistik (2015) blev 90 % af alle trafikulykker med personska-
de sket i 2014 aldrig registreret af politiet, og denne manglende uhedsregistrering indbefatter ofte uheld, hvor bløde trafikanter er involveret. Antallet af politiregistrerede personskader hos bløde trafikanter har været nedadgående siden 2001, illustreret på Figur 1.4. Den faldende tendens fra 2001 til 2014 hænger dog ikke kun sammen med, at færre bløde trafikanter kommer til skade i trafikken. Udviklingen hænger også sammen med, at færre uheld kommer til politiets kendskab (Madsen & Lahrmann, 2014).

I 2014 registrerede politiet blot 1.533 personskader hos bløde trafikanter, mens landets skadestuer registrerede 18.893 personskader. Det såkaldte *mørketal* for trafikulykker, der involverer bløde trafikanter, er et omfattende problem, da det kan dække over uhedsplagede strækninger og sorte pletter, som dermed ikke bliver opdaget. Derfor arbejder Ulykkes Analyse Gruppen (UAG) på Odense Universitetshospital blandt andet med, at gøre skadestuerregistreringer mere anvendelige i trafiksikkerhedsarbejdet som supplement til politiets uhedsregistreringer, da dette vil give et mere dækkende datagrundlag for fremtidig sortpletudpegning og uhedsbekæmpelse. (Celis & Bunton, 2009; Danmarks Statistik, 2015; OUH, 2016)



Figur 1.4: Antal politiregistrerede personskader pr. år i perioden 2001 - 2014 fordelt på cyklister, knallertførere og fodgængere. (Danmarks Statistik, 2015)

Som nævnt giver den lave dækningsgrad af politiets registreringer udfordringer for trafiksikkerhedsarbejdet, når kun politiregistrerede uheld benyttes i den fremtidige planlægning. Den traditionelle tilgang til det stedbestede trafiksikkerhedsarbejde har været at analysere uheld på en given lokalitet med henblik på at identificere bestemte faktorer, der kunne have været medvirkende til uheldenes opståen. Dermed har det været muligt at foretage ændringer til bekæmpelse af fremti-

dige uheld. Denne metode kræver dog et relativt højt antal uheld, og da uheld sker forholdsvis sjældent, strækker evalueringsperioderne sig ofte over flere år. Dette giver yderligere udfordringer, da andre forhold kan have ændret sig over tid og derved få indflydelse på den efterfølgende evaluering. Endeligt kan uheldsbeskrivelserne være mangelfulde, herunder forløbene ledende op til uheldene. Dette kan føre til misfortolkning af de reelle problemer, hvilket udmønter sig i forkerte tiltag til forebyggelse af fremtidige uheld. (Hydén, 1987)

På baggrund af disse udfordringer er der arbejdet med at udvikle alternative metoder til trafiksikkerhedsarbejdet. Et eksempel er konfliktteknikken, hvor antallet af observerede trafikale *konflikter* ("tæt-ved-uheld") anvendes som surrogat for uheld. En konflikt er defineret som en situation, hvor den opfattede risiko for kollision mellem to eller flere trafikanter er så høj, at mindst én af trafikanterne ikke vil udsætte sig selv for det og reagerer herefter. Grundtanken i konfliktteknikken er, at hændelsesforløbet ledende op til en konflikt ligner hændelsesforløbet ved et uheld, dog uden der sker en kollision. Konflikter optræder hyppigere end uheld, og observationsperioden kan derved reduceres til at omfatte få dage. Metoden er en videreudvikling af bilproducenten General Motors metode til at vurdere trafiksikkerheden ved forskellige modeller. (Hydén, 1992)

Konfliktteknikken bruges til at beskrive alvorligheden af konflikter mellem trafikanter og udtrykkes som oftest ved en defineret tidsmæssig afstand. En af de mest anerkendte metoder er den svenske konfliktteknikmetode, *STCT* (The Swedish Traffic Conflict Technique), der blandt andet benytter tidsafstanden "tid-til-uheld", *TA* (Time-to-Accident), som udtryk for afstanden mellem to trafikanter. Konflikters alvorlighed afhænger her af trafikanternes interne tidsafstand og risiko for kollision. En af udfordringerne i konfliktteknikken er, at kunne skelne mellem reelle konflikter og effektiv trafikafvikling. (Hydén, 1987; Madsen & Lahrman, 2014)

Ved konfliktteknikkens introduktion i trafiksikkerhedsarbejdet blev konflikter registreret af uddannede observatører, der var til stede på lokaliteterne. Dette medførte, at observatørerne inden for få sekunder skulle vurdere alvorligheden af pludseligt opståede konflikter, da der ikke var mulighed for at gense situationerne. Deraf var der risiko for, at observatørerne overså væsentlige konflikter. Et senere studie af observatørernes pålidelighed viste, at 85-90 % af de alvorlige konflikter blev korrekt registreret af observatørerne efter én uges træning. I takt med udviklingen af konfliktteknikken er videooptagelser i stigende grad blevet anvendt i konfliktstudier. Dette giver en række fordele, herunder blandt andet mulighed for at flere observatører kan gense konfliktsituationerne. (Hydén, 1987)

De senere år er der arbejdet med at udvikle en metode, der kan erstatte observatørernes manuelle registrering af konfliktsituationer på baggrund af videooptagelser. Metoden tager udgangspunkt i detektering af trafikanter og deres bevægelse gennem et observationsområde. Der indsamles oplysninger om de enkelte trafikanters retning, hastighed og kurs, hvorefter disse oplysninger analyseres og bruges til at fastslå, om en konfliktsituation optræder mellem to eller flere trafikanter. (Saunier & Sayed, 2007)

På Aalborg Universitet er der arbejdet med at udvikle et videoanalyseværktøj til at identificere og tidsstemple trafikale konflikter. Programmet *RUBA* (Road User Behaviour Analysis) er blevet til gennem et samarbejde på universitetet og kan blandt andet benyttes til trafiktælling samt at udtrække interessante situationer til nærmere analyse ved at bruge forskellige detektorer (Bahnsen m.fl., 2015). Endvidere har Lunds Tekniske Universitet i Sverige udviklet programmerne *T-Analyst*, *T-Calibration* og *T-Convertor* til detaljeret analyse af konfliktsituationer. Dette sker ved

at gennemgå de enkelte situationer "frame-by-frame" for at kunne beregne tidsafstanden mellem trafikanterne og hvor alvorlige de enkelte konflikter er (Trafvid, 2014a, 2014b, 2015).

Imidlertid synes anvendelsen af tidsværdier i konfliktstudier at have en række svagheder – især når konflikterne sker mellem bløde trafikanter, der generelt set bevæger sig med lavere hastighed. I tilfælde af en konfliktsituation kan trafikanterne let reagere på hinanden, og den tidsmæssige afstand til kollision mellem to bløde trafikanter kan således være relativt lille uden at der er tale om en alvorlig konflikt. Konflikter mellem bløde trafikanter er dog ikke uden risiko – deraf betegnelsen "bløde" trafikanter. Denne trafikantgruppe er særligt sårbare, idet et styrt fra en cyklist eller en fodgænger potentielt kan være dødeligt (Kraay m.fl., 2013). Spørgsmålet er derfor, om der er behov for en alternativ definition af konflikter mellem bløde trafikanter, og bør der inddrages flere variabler til at supplere eller erstatte den tidsbaserede metode?

Det kan således diskuteres, om disse konflikter bør vurderes ved et såkaldt samspilsstudie. Metodikken i et samspilsstudie er at observere trafikanternes interaktion under forskellige hændelser – pludselige opbremsninger eller øvrige u hensigtsmæssige reaktioner, der kan føre til farlige situationer. Denne metode udspringer af den såkaldte *Delphimetode*, hvor en gruppe eksperter rådspørges om et givent emne, hvorom der er stor usikkerhed. Metoden har været anvendt siden 1950'erne og tager navn efter Oraklet i Delphi (Hsu & Sandford, 2007). For at undersøge anvendeligheden af disse to metoder tages der udgangspunkt i førortaltale tiltag, hvor cyklister undtages signal i T-kryds.

Vejdirektoratet igangsatte i foråret 2014 et projekt, der havde til formål at undersøge, hvorvidt den fysiske udformning af et krydsområde har betydning for konflikters opståen i tilfælde, hvor cyklister holdes uden for signalreguleringen. Projektet blev udført af Trafitec, der til undersøgelsen gjorde brug af konfliktteknikken. Konflikter blev registreret som lette eller alvorlige med udgangspunkt i trafikanternes adfærd og synlige reaktioner. Alvorlige konflikter optrådte i tilfælde, hvor to trafikanter var på kollisionkurs og foretog en heftig reaktion i form af opbremsning, acceleration eller kursændring. Lette konflikter optrådte i tilfælde af samme reaktioner, men hvor disse skete kontrolleret. Som en del af projektet undersøgte Trafitec fire matchende signalregulerede T-kryds, hvor cyklister i to kryds var undtaget signal ved fremkørsel i overliggeren og i to referencekryds skulle efterleve signal. På baggrund af konfliktstudiet kunne der ikke dokumenteres en sikkerhedsmæssig forskel mellem T-krydsene – blandt andet grundet relativt få observerede konflikter. Konfliktstudiet for cyklister undtaget signal i T-kryds blev foretaget på baggrund af ca. 32 timers videooptagelser. (Jensen m.fl., 2014)

De tidligere beskrevne problematikker, der omhandler risikoen forbundet med at undtage cyklister fra signal i T-kryds, har givet anledning til den følgende problemformulering med tilhørende problemstillinger.

1.2 Problemformulering

Følgende regel vedrørende signalregulering for cyklister og cyklister undtaget signal er gældende: Cyklister (herunder knallertførere) skal efterleve hovedsignalet uanset placeringen af dette. Dette gælder ikke i tilfælde, hvor andet er angivet ved undertavle.

Projektets overordnede emne er valgt ud fra en hypotese om, at der kan observeres en større risiko for alvorlige konflikter på lokaliteter, hvor cyklister er undtaget signal. Der er dog en række

tvivlsspørgsmål forbundet med netop denne hypotese, da adskillige cyklister trodser stoppligten på lignende steder, hvor signalet således skal efterleves. Spørgsmålet er derfor, om cyklister undtaget signalgivning har en reel negativ sikkerhedsmæssig effekt, eller om tiltaget blot tillader en adfærd, der allerede foregår. I forlængelse af ovenstående afprøves en hypotese om, at trafikanternes *eksponering* har afgørende betydning for antallet af konflikter, og at der således kan påvises en sammenhæng mellem antallet af risikobetonede hændelser og alvorlige konflikter.

Nærværende projekt har således til formål at undersøge, om der er trafiksikkerhedsmæssige problemer forbundet med at undtage cyklister fra signal i T-kryds. Projektet skal styrke den generelle viden om effekterne, når cyklister undtages signal ved at analysere konflikter mellem bløde trafikanter. Herunder undersøges, hvorvidt der kan påvises større risiko for alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter, når cyklister undtages signal i T-kryds. Formålet med projektet er endvidere at undersøge, hvilken analysemetode der er mest anvendelig, når der er tale om konflikter mellem bløde trafikanter. Der afprøves en hypotese om, at konflikternes alvorlighed vurderes forskelligt ud fra et tidsmæssigt mål, set i forhold til, at lade en gruppe observatører gennemse og vurdere alvorligheden af de enkelte situationer.

Projektet er et videobaseret konfliktstudie udført som en før- og efterundersøgelse af konflikter mellem bløde trafikanter i fire signalregulerede T-kryds beliggende i Aalborg. Undersøgelsen er tilrettelagt, så observations- og mellemliggende periode fra før til efter holdes kort. Dette skal bevirke, at lokale forhold og ændringer ikke får indflydelse på resultaterne. Trafitecs førnævnte projekt blev udført som et med- og uden-studie, som anses for værende metodisk svagere grundet risikoen for, at undersøgelsen påvirkes af varierende trafikmængder og øvrige lokale forhold på lokaliteterne (Elvik m.fl., 2012). Før- og efterundersøgelsen har givet mulighed for direkte at sammenligne effekten før og efter implementering af tiltagene på samme lokaliteter. En dybere gennemgang af behandlingsmetoden for undersøgelsen fremgår af metodebeskrivelsen i kapitel 2.

Nærværende rapport tager udgangspunkt i den følgende problemformulering:

Medfører det sikkerhedsmæssige problemstillinger mellem bløde trafikanter, at ligeudkørende cyklister undtages fra signal i signalregulerede T-kryds?

Denne problemformulering har givet anledning til yderligere problemstillinger, som er søgt besvaret i projektet:

- 1) *Er der forskel på antallet af alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal i T-kryds?*
- 2) *Opstår alvorlige konflikter som oftest mellem ligeudkørende cyklister og fodgængere eller mellem ligeudkørende cyklister og venstresvingende cyklister fra sidevejen?*
- 3) *Opstår alvorlige konflikter med ligeudkørende cyklister som oftest med fodgængere krydsende fra højre mod venstre eller venstre mod højre?*
- 4) *Hvilke styrker og svagheder er der ved konfliktteknikmetoden baseret på tidsværdier og Delphimetoden baseret på samspillet mellem trafikanter i forhold til at vurdere konflikter mellem bløde trafikanter?*

En kort præcisering af problemstillingerne foretages i det følgende:

Ad pkt. 1)

Dette er projektets hovedproblemstilling og formålet er således at besvare, om der kan påvises en øget risiko for at der opstår alvorlige konflikter, når cyklister undtages signal i T-kryds.

Ad pkt. 2)

Det er undersøgt, hvorvidt ligeudkørende cyklister, der kører over for rødt, har større tendens til at konflikte med fodgængere end andre cyklister. Dette har til formål at undersøge, om begge trafikanters højere fart giver anledning til flere og mere alvorlige konflikter.

Ad pkt. 3)

Det er undersøgt, om fodgængere, der krydser fra højre mod venstre, i højere grad giver anledning til konflikter set i forhold til fodgængere, der krydser fra venstre mod højre. Det vurderes, at cyklister har bedre mulighed for at reagere på fodgængere krydsende fra venstre mod højre, da fodgængerne er i bevægelse over fodgængerfeltet, idet cyklisten ankommer til konfliktområdet. I modsætning hertil vurderes cyklister at have kortere reaktionstid i forhold til fodgængere krydsende fra højre mod venstre, eksempelvis i situationer, hvor en fodgænger får grønt, idet cyklisten vil passere fodgængerfeltet.

Ad pkt. 4)

Der er foretaget en sammenligning af to metoder til at vurdere alvorligheden af konflikter mellem bløde trafikanter i T-kryds. Det er således undersøgt, om de samme konflikter vurderes at være alvorlige ved brug af de to metoder eller om der udpeges forskellige alvorlige konflikter. Endvidere diskuteres, hvilken metode der egner sig bedst til bearbejdning af konflikter mellem bløde trafikanter, metodernes begrænsninger og hvilke forhold der bør medtages i vurderingen af konflikternes alvorlighed.

1.3 Afgrænsning

Der er valgt at foretage forskellige afgrænsninger ved gennemførelsen af nærværende projekt. Overordnede afgrænsninger er beskrevet i det følgende, mens de mere detaljerede fremgår af metodebeskrivelsen i kapitel 2 og den følgende analyse.

Adfærd

I projektet afgrænses der fra at vurdere cyklisternes generelle adfærd i signalregulerede T-kryds. Der er således ikke foretaget en dybere analyse af, hvordan de ligeudkørende cyklister agerer i de enkelte konfliktsituationer, eller hvordan cyklisterne opfatter gældende vigepligtsforhold, hvor de er undtaget signal. Der er foretaget enkelte adfærdsmæssige registreringer med relation til besvarelsen af projektets problemstillinger. I rapportens diskussionsafsnit foretages en diskussion af potentielle adfærdsmæssige problematikker, der kan opstå som følge af tiltagene.

Tryghed

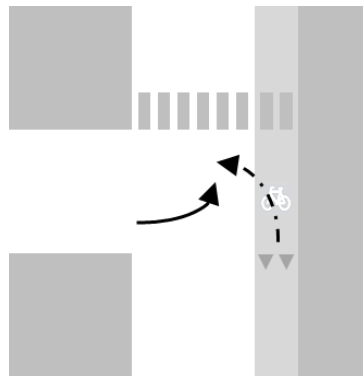
Der afgrænses fra at vurdere de bløde trafikanters oplevede tryghed, hvor cyklister er undtaget signal i T-kryds. I den forbindelse er det eksempelvis ikke vurderet, om cyklisterne grundet utryghed eksempelvis holder en lavere hastighed frem mod krydset, eller om fodgængere vurderes at være mere opmærksomme ved krydsning i fodgængerfelter på steder, hvor cyklister er undtaget signal.

Konflikter med motorkøretøjer

I projektet er der ikke undersøgt konflikter, der involverer mindst ét motorkøretøj. Et eksempel er konflikter mellem cyklister fra overliggøren, der for rødt lys svinger til venstre mod sidevejen, og motorkøretøjer, der svinger til venstre fra sidevejen for grønt lys, illustreret på Figur 1.5.

Projektet tager således udelukkende udgangspunkt i konflikter mellem bløde trafikanter i signal-regulerede T-kryds.

Nedenstående situation er dog medtaget i rapportens perspektivering, som findes i rapportens kapitel 9.



643

Konflikt mellem en venstresvingende cyklist fra overliggøren og et venstresvingende motorkøretøj fra sidevejen.

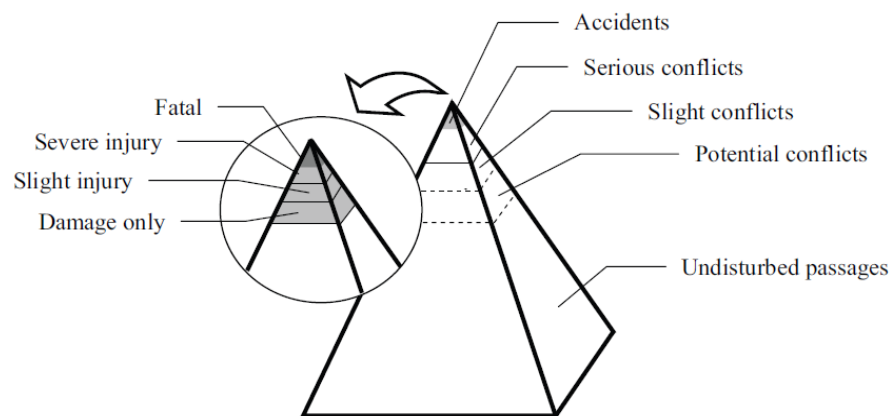
Figur 1.5: Uheldssituation 643.
(Vejdirektoratet, 2014b)*

2. Metode

I dette kapitel foretages en gennemgang af konfliktteknikken og anvendelsen af forskellige parametre til bestemmelse af konflikters alvorlighed. Dette gøres med henblik på at undersøge, hvilken konfliktteknikmetode, der egner sig bedst til at behandle projektets overordnede problemstillinger for konflikter mellem bløde trafikanter. Endvidere er den generelle metode til udførelse og bearbejdning af resultater fra før- og efterundersøgelsen nærmere forklaret og slutteligt præsenteres metoderne, der anvendes i projektet.

2.1 Introduktion til konfliktteknikmetoden

Grundtanken i konfliktteknikken er, at hændelsesforløbet ledende op til en konflikt ligner hændelsesforløbet ved et uheld, dog uden der sker en kollision. Konflikter kan inddeles i flere kategorier på baggrund af alvorlighed og frekvens og sammenhængen kan bedst beskrives ved en pyramide, illustreret på Figur 2.1. Langt de fleste konfliktsituationer sker som uforstyrrede passager, mens alvorlige konflikter og uheld er mere sjældne og placeres i toppen af pyramiden. Materielskade-uheld sker tilsvarende hyppigere end uheld med personskade og dødsulykker. (Hydén, 1987)



Figur 2.1: Pyramidemodellen, introduceret af Hydén (1987), som beskriver forholdet mellem alvorligheden af konflikter/uheld og deres frekvens. (Laureshyn, 2010)

Grundlæggende eksisterer der tre former for konfliktsituationer mellem trafikanter, forklaret ved Laureshyn (2010):

- **Type A (kollisionskurs):** Trafikanterne er på kollisionskurs og vil kollidere, hvis ingen af dem foretager en reaktion.
- **Type B: (krydsende kurs):** Trafikanternes kurs overlapper, men der sker ingen kollision, da konfliktområdet passeres tidsmæssigt forskudt.
- **Type C (afvigende kurs):** Trafikanterne er ikke på kollisionskurs, men en mindre ændring eller et retningsskift vil resultere i et fælles konfliktområde.

Sidstnævnte behandler eksempelvis situationer, hvor to trafikanter bevæger sig i samme retning i to parallelle baner, men hvor et mindre retningsskift af den ene trafikant vil sende dem på kollisionskurs.

I nærværende projekt er konfliktteknikmetoden anvendt på konflikter mellem cyklister og fodgængere i signalregulerede T-kryds. En af problemstillingerne ved dette er, at det kan være vanskeligt at vurdere, hvor alvorlige disse konfliktsituationer er. En kollisionskurs mellem to cykli-

ster eller mellem en cyklist og en fodgænger kan opstå pludseligt, men kan tilsvarende hurtigt afværges. Konflikter mellem bløde trafikanter sker generelt ved lavere hastighed og parterne kan hurtigt reagere på hinanden. En cyklist kan udføre en svingmanøvre, bremse eller accelerere, hvor en fodgænger tilsvarende hurtigt kan ændre retning, accelerere eller stoppe helt op. Konflikter mellem bløde trafikanter er som oftest kun kritiske, hvis trafikanterne befinder sig i umiddelbar nærhed af hinanden når en kollisionsskud opstår. På trods af den lavere hastighed er konflikter mellem bløde trafikanter forbundet med stor risiko. Den potentielle skadesrisiko afhænger således ikke nødvendigvis af kollisionsenergis størrelse, men derimod af trafikanternes sårbarhed, da et styrt fra en cyklist eller et fald fra en fodgænger potentielt kan være dødeligt. (Kraay m.fl., 2013)

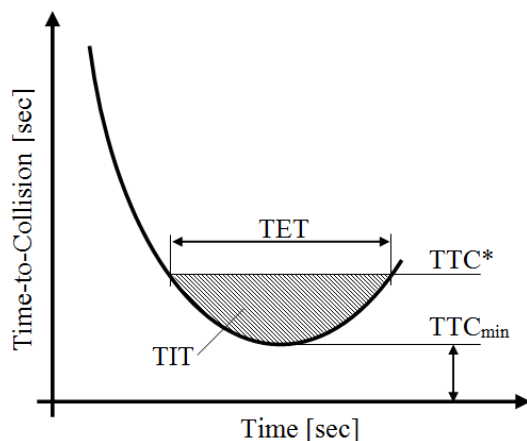
I dette projekt er der undersøgt to metoder til at fastlægge cyklist-fodgænger- og cyklist-cyklist-konflikters alvorlighed. Den ene metode læner sig op af den traditionelle konfliktteknikmetode, der anvender tidsværdier som mål for afstanden mellem trafikanterne til at fastslå, hvor alvorlige de enkelte konflikter er. Hertil er foretaget en gennemgang af forskellige tidsparmetre for at finde frem til den mest optimale fremgangsmåde ved konflikter mellem bløde trafikanter, forklaret i afsnit 2.1.1. Den anden metode tager i stedet udgangspunkt i samspillet mellem trafikanterne i en konfliktsituation og alvorligheden bestemmes ved en Delphiundersøgelse, forklaret i afsnit 2.1.2.

2.1.1 Konflikter defineret ved tidsmæssig afstand mellem trafikanter

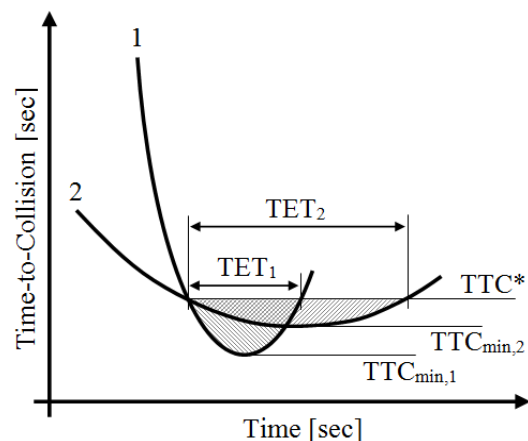
Department of Technology and Society på Lund Universitet i Sverige påbegyndte i starten af 1970'erne udviklingen af den svenske konfliktteknikmetode, STCT (The Swedish Traffic Conflict Technique), til at analysere konfliktsituationer mellem trafikanter. Formålet med STCT var at erstatte den traditionelle metode, hvor uheld benyttes som parameter i trafiksikkerhedsarbejdet. I den svenske konfliktteknik defineres en alvorlig konflikt som den tidsmæssige afstand til kollision, TA (Time-to-Accident), sat til $\leq 1,50$ sek., fra udførelsen af en undvigemanøvre til, at uheldet ville være sket. TA definerer således det mest kritiske punkt under en konflikt, hvor trafikanten opdager konflikten og reagerer herpå. Oprindeligt omhandlede denne definition konflikter med mindst ét motorkøretøj kørende med højst 50 km/t, men værdien var ikke direkte afhængig af trafikanternes hastighed. Efter en evaluering af STCT, blev TA – og dermed konfliktsens alvorlighed – gjort afhængig af den hurtigste trafikants hastighed. (Hydén, 1987)

Foruden STCT anvendes den hollandske konfliktteknikmetode, *DOCTOR* (Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research), der blandt andet benytter *TTC* (Time-to-Collision) som parameter for konfliktsens alvorlighed (Kraay & Horst, 1985). Der er mange ligheder mellem TA og TTC, men alligevel adskiller de sig fra hinanden. TTC angiver den resterende tidsmæssige afstand til kollision og beregnes til ethvert tidspunkt, så længe to trafikanter er på kollisionsskud og fortsætter med samme hastighed og retning. TA kan derimod siges at være et punkt på TTC-grafen svarende til det tidspunkt, hvor en undvigemanøvre udføres. Når trafikanterne ikke længere er på kollisionsskud (ved udførelse af en undvigemanøvre), kan TTC ikke længere beregnes. Ofte benyttes minimumsværdien, TTC_{min} , som parameter for konfliktsens alvorlighed, da denne angiver den mindste tidsmæssige afstand til kollisionen ville være sket, illustreret på Figur 2.2, side 17. Hvis $TTC_{min} > 0$ sker der ikke en kollision. (Laureshy, 2010)

Christer Hydén (1987) taler for at anvende TA i stedet for TTC_{min} i tilfælde, hvor konflikterne registreres af observatører, idet en observatør anslås at have lettere ved at erkende og vurdere tidspunktet for en trafikants reaktion (TA) sammenlignet med den mindste afstand mellem trafikanterne under hele hændelsen (TTC_{min}). Ulempen ved TTC_{min} er endvidere, at det ikke umiddelbart kan vurderes, hvorvidt trafikanten bevidst skaber en konflikt ved at tilpasse sin hastighed til de øvrige trafikanter, eller om der er tale om en reel konflikt (Madsen & Lahrmann, 2014).



Figur 2.2: Teoretisk graf for TTC, TTC_{min} , TET og TIT. (Laureshyn, 2010)*

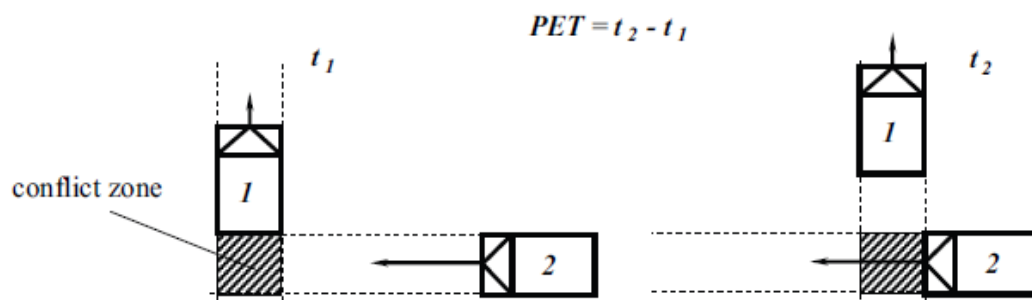


Figur 2.3: Teoretiske grafer for ens TIT, men forskellig TET og TTC_{min} . (Laureshyn, 2010)*

Foruden TA og TTC_{min} , kan det vælges at benytte værdierne TET (Time Exposed TTC) eller TIT (Time Integrated TTC) forklaret ved Minderhoud & Bovy (2001), begge værdier illustreret på Figur 2.2. TET er tiden, hvortil TTC er mindre end en fastsat grænseværdi kaldet TTC^* . TET beskriver således den mest kritiske periode under en konflikt, hvor trafikanterne er på kollisionskurs med hinanden. Endvidere kan TIT benyttes til at beskrive konflikters alvorlighed ud fra arealet mellem TTC-grafen og grænseværdien TTC^* . TIT er dermed et samlet mål for varigheden af konfliktens kritiske del samt laveste TTC for konflikten. (Laureshyn, 2010)

TIT benyttes ud fra en betragtning om, at en konflikt ikke nødvendigvis er alvorlig udelukkende baseret på situationens TET eller TTC_{min} , men en kombination af disse to værdier. Eksempelvis kan der opstå konfliktsituationer, hvor TTC_{min} er lav, men TET tilsvarende kort, og grafen vil i dette tilfælde antage en meget spids form, illustreret på Figur 2.3 (Graf 1). Således er konfliktens kritiske periode relativt kort, men trafikanterne er særdeles tæt på at kollider. Ligeledes kan der opstå situationer, hvor TET for den kritiske del af konflikten er lang, men TTC_{min} ikke ligger væsentligt under den fastsatte grænseværdi for TTC^* . I dette tilfælde vil grafen antage en flad form, illustreret på Figur 2.3 (Graf 2). Denne konflikt har en længere kritisk periode, men samtidig har trafikanterne mindre risiko for at kollider. Begge situationer kan teoretisk have lige store TIT -værdier og således være lige kritiske, da TIT beskriver arealet mellem TTC-grafen og TTC^* .

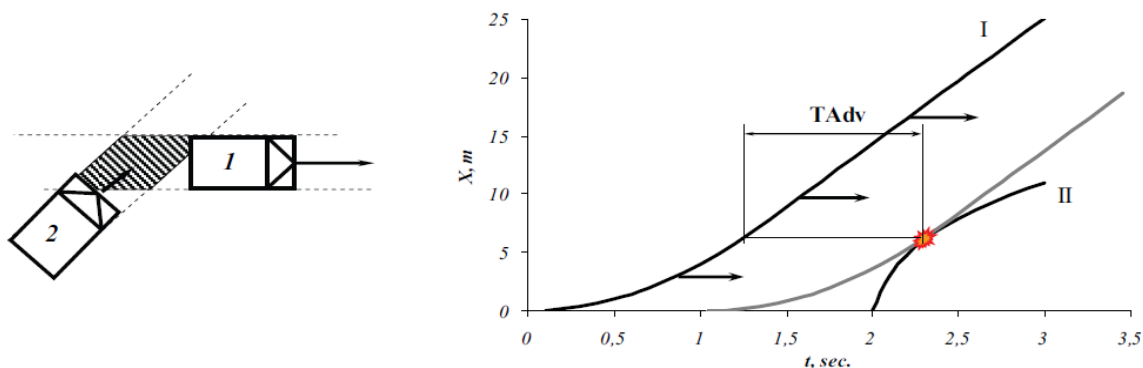
Den hollandske konfliktteknikmetode, DOCTOR, anvender værdien PET (Post-Encroachment-Time) til at beskrive ”tæt-på-kollisioner”, hvor to trafikanter ikke direkte er på kollisionskurs. PET angiver den tidsmæssige afstand fra første trafikant forlader et fælles defineret konfliktområde til anden trafikant ankommer hertil, og PET er nul i tilfælde, hvor de to trafikanter er på kollisionskurs og vil ankomme til konfliktområdet samtidig. Denne værdi udtrykker dermed den tidsmæssige forskydning, hvortil en kollision ville være sket, illustreret på Figur 2.4.



Figur 2.4: Definitionen af PET (Post-Encroachment-Time), hvor trafikanterne ikke er på kollisionskurs. (Laureshyn, 2010)

Jævnfør DOCTOR bør konfliktsituationer i byområder med $PET \leq 1,00$ sek. betragtes som alvorlige. For at kunne udregne PET kræves det imidlertid, at begge trafikanter passerer konfliktområdet. Værdien kan dermed ikke beregnes, hvis en af trafikanterne undviger en kollision ved at stoppe helt op inden konfliktområdet passerer. (Kraay m.fl., 2013; Kraay & Horst, 1985)

Et alternativ til til at beregne konflikter, hvor trafikanterne ikke er på kollisionskurs, er T_{Adv} (Time Advantage). Her betragtes tidspunktet for trafikanternes passage af konfliktområdet individuelt udtrykt ved retning og hastighed. T_{Adv} kan findes som den mindste tidsmæssige afstand mellem trafikanterne ved at forskyde den første trafikants kurve, illustreret på Figur 2.5. T_{Adv} er således et udtryk for den forsinkelse, som første trafikant skal gennemgå for at bringe trafikanterne på kollisionskurs. (Laureshyn, 2010)



Figur 2.5: Definition af T_{Adv} (Time-Advantage), hvor trafikanterne ikke er på kollisionskurs. (Laureshyn, 2010)

T_{Adv} er i sig selv ikke nok til at beskrive risikoen for en kollision, hvor to trafikanter ikke er på kollisionskurs. En lav T_{Adv} kan optræde langt fra konfliktområdet, og trafikanterne vil således stadig have god tid til at korrigere og afværge en kollision. For at udtrykke konfliktens alvorlighed ud fra anden trafikants tidsmæssige afstand til konfliktområdet, kan parameteren T_2 anvendes. T_2 udtrykker den resterende tid til anden trafikant ankommer til konfliktområdet, så længe første trafikant er på vej ind i konfliktområdet eller befinder sig heri. T_2 er således udtryk for, hvornår en kollision vil ske, hvis eksempelvis første trafikant stopper op og der således opstår en kollisionskurs mellem trafikanterne. Ved overgangen fra, at trafikanterne er på kollisionskurs til, at der ikke længere eksisterer en kollisionskurs, er T_2 lig TTC, hvorefter TTC ikke længere kan beregnes, og T_{Adv} stiger fra nul. Plottes TTC og T_2 i samme graf, vil de danne en fuldstændig kurve, som vil stige til en uendelig værdi, hvis anden trafikant stopper helt op. (Laureshyn, 2010)

2.1.2 Konflikter defineret ved samspil mellem trafikanter

Siden den tidsbaserede konfliktteknikmetodes introduktion i trafiksikkerhedsarbejdet, har den været udsat for hård kritik. Dette skyldes blandt andet, at der – som det foregående afsnit afslører – har været anvendt mange forskellige konfliktdefinitioner, og samtidig har det været vanskeligt at påvise sikre korrelationer mellem konflikter og uheld. Derfor har problemerne med konfliktteknikken ført til, at en alternativ definition af konflikter er blevet afprøvet. (TemaNord, 1994)

Som et alternativ til udpegning af alvorlige konflikter ud fra tidsværdier kan der vælges at se på samspillet mellem trafikanterne i konfliktsituationer. Nielsen (1994) beskriver samspil mellem trafikanter som situationer, hvor en trafikant udviser en tydelig adfærdsændring på grund af en anden trafikant, og trafikanten derved udviser agtpågivenhed.

Linderholm (1992) beskriver interaktioner mellem trafikanter ved, at to eller flere trafikanter alle gør krav på samme færdselsareal samtidig, og risikoen for en konflikt dermed afhænger af sam-

spillet mellem trafikanterne. En god interaktion – eller samspil – mellem trafikanterne sker ved en god og sikker afvikling af situationen, mens et dårligt samspil er et tegn på et sammenbrud i interaktionen mellem trafikanterne ledende til en konflikt og i sidste ende en kollision.

Denne metode retter sig mod at vurdere trafikanternes opfattede risiko for kollision ud fra deres individuelle reaktioner (opbremsninger, accelerationer eller kursændringer), der kan observeres under hændelsesforløbet. Linderholm (1992) definerer eksempelvis fire kategorier af interaktioner mellem trafikanter ud fra tids- og lovmæssige parametre. Linderholms arbejde tager udgangspunkt i konflikter mellem cyklister og motorkøretøjer.

- Motorkøretøj viger tidligt for cyklist under hændelse.
- Motorkøretøj viger sent for cyklist under hændelse.
- Cyklist viger tidligt for motorkøretøj under hændelse.
- Cyklist viger sent for motorkøretøj under hændelse.

Ovenstående kategorier for interaktioner mellem motorkøretøjer og cyklister, kan overføres til et eksempel med relevans for nærværende kandidatspeciale.

I en interaktion mellem en ligeudkørende cyklist, der er undtaget signal i et T-kryds, og en fodgænger krydsende for grønt lys i et tværgående fodgængerfelt, er reglen, at cyklisten skal vige for fodgængerens. En konflikt kan eksempelvis opstå i tilfælde, hvor fodgængerens må vige for cyklisten, og der kan således tales om et sammenbrud i interaktionen mellem de to trafikanter (den lovmæssige parameter). Konflikten alvorlighed vurderes herefter ud fra, hvor i hændelsesforløbet trafikanterne reagerer, deres hastighed og afstand til konfliktområdet (den tidsmæssige parameter). Kategorisering ved tids- og lovmæssige parametre er illustreret i Tabel 2.1.

	Lovmæssig parameter	
Tidsmæssig parameter	Tidlig interaktion, hvor cyklist viger for fodgænger.	Tidlig interaktion, hvor fodgænger viger for cyklist.
	Sen interaktion, hvor cyklist viger for fodgænger.	Sen interaktion, hvor fodgænger viger for cyklist.

Tabel 2.1: Eksempel på kategorier for en interaktion mellem en fodgænger og en ligeudkørende cyklist i et signalreguleret T-kryds, inspireret af Linderholm (1992).

Det er dog ikke blot et spørgsmål, om at sætte en situation i en bestemt ”kasse” for derved at kunne vurdere, hvor alvorlig situationen er. Det afhænger som nævnt af flere faktorer. Som tidligere beskrevet sker konflikter mellem bløde trafikanter som oftest ved lavere hastighed og er således umiddelbart mindre kritiske. Dog kan disse situationer alligevel indeholde kritiske elementer. Det kan diskuteres, hvorvidt konfliktsituationer, hvor en fodgænger eksempelvis viger for en cyklist, altid bør kategoriseres som alvorlige, idet fodgængerens (fra cyklistens synspunkt) foretager en uforudset manøvre. Kører cyklisten med en forventning om, at fodgængerens fortsætter med samme retning og hastighed, og cyklisten således afpasser sin hastighed for at køre bagom fodgængerens, kan fodgængerens reaktion og retningskift føre til en konfliktsituation. Fordelen ved at skulle vurdere bløde trafikanter reaktioner er, at deres reaktioner er synlige sammenlignet med en fører af et motorkøretøj. Som oftest er det muligt at vurdere, hvor de bløde trafikanter fokus er ved at se på hovedets orientering samtidig med, at det er muligt at se fagter o. lign.

I projektet ’Krydsløsninger for cyklister’ er konflikter defineret ved trafikanternes synlige reaktioner under en hændelse. Konflikter optræder eksempelvis, hvor trafikanterne umiddelbart før konfliktområdet udviser tegn på at have fundet hændelsen farlig ved at lave fagter, bremse eller ændre kurs. (Madsen & Lahrman, 2014)

Konfliktteknikmetoden DOCTOR benytter uddannede observatører, som graderer alvorligheden af konflikterne på en skala fra 1-5. Alvorligheden afhænger af risikoen for, at der vil ske en kollision, men også risikoen for at komme alvorligt til skade spiller ind. Derfor inddrages en kombination af trafikanternes hastighed, pladsforhold ved konfliktområdet, trafikanternes indgangsvinkel samt *trafikanthgruppe* i den samlede vurdering. (Kraay & Horst, 1985)

Introduktionen af videooptagelser i konfliktteknikken giver mulighed for, at en større gruppe observatører kan gense konfliktsituationer, og herved træffe bedre afgørelser om konflikternes alvorlighed (Hydén, 1987). Der kan endvidere vælges at inddrage eksperter til at vurdere konfliktsituationerne, inspireret af den såkaldte Delphimetode.

Delphimetoden anvendes til at opnå enighed blandt en gruppe respondenter om et givent emne, hvor der er stor usikkerhed. Indledningsvis indsamles oplysninger om respondenternes baggrund i forhold til undersøgelsens overordnede problemstilling. Ved Delphimetoden foretages en trinvis undersøgelse, hvor respondenterne besvarer et spørgeskema af mindst to runder. Efter hver runde præsenteres respondenterne for respondentgruppens samlede svar fra forrige runde – ofte udtrykt ved median eller middelværdi samt spredning. Respondenterne har til den kommende runde dermed mulighed for at ændre deres svar baseret på majoritetens vurdering. Dette har til formål at skabe konsensus i den samlede bedømmelse af problemstillingerne. Svarene fra første runde holdes anonyme, dvs. at de enkelte respondenter ikke er vidende om hvem der i øvrigt deltager i undersøgelsen, da dette ellers kan påvirke svarene til anden runde. (Linstone & Turoff, 2002)

Delphimetoden har en række ulemper, idet respondenternes subjektive meninger kan få stor indflydelse på resultaterne. Udvalgelsen af respondenter er derfor en væsentlig del af metoden, da det direkte relaterer sig til undersøgelsens kvalitet. Det anbefales derfor, at respondenterne har et godt forudgående kendskab til studiets problemstilling(er). Ofte anvendes 15-20 respondenter, og antallet overstiger sjældent 50. (Hsu & Sandford, 2007)

Et studie af respondenteres anvendelighed til at vurdere konflikter har vist, at respondenternes subjektive vurderinger kan anvendes. Pålideligheden blev blandt andet vurderet ved, at respondenterne blev forevist samme videooptagelser af konfliktsituationer af tre omgange. Hver gang skulle situationerne vurderes ud fra et subjektivt mål for TTC på en skala fra 0-100 (0 værende mål for situationer, hvor undvigemanøvren blev udført i absolut sidste øjeblik). Respondenternes svar var konsistente med få afvigelser. (Shinar, 1984)

Et efterfølgende studie har i forlængelse heraf undersøgt, hvorvidt såkaldte eksperter er bedre til at vurdere konflikter sammenlignet med lægmænd. Resultaterne indikerer, at der ikke er forskel på eksperter og lægmænds subjektive opfattelse af risiko i konfliktsituationer. (Krysse & Wijlhuizen, 1992)

2.2 Før- og efterundersøgelse

I dette afsnit præsenteres undersøgelsens design, den benyttede beregningsmetode og opbygningen af før- og efterundersøgelsen. Endvidere beskrives metoden til at effektvurdere tiltagene og målet for risiko med tilhørende statistiske beregninger.

2.2.1 Undersøgelsesdesign

Projektet er tilrettelagt som et effektstudie i form af en før- og efterundersøgelse og er udarbejdet i samarbejde med Aalborg Kommune gennem projektet 'Aalborg Cykelby'. Kommunen har ind-

vilget i at foretage ændringer i fire signalregulerede T-kryds beliggende på flere af byens cykel-
pendlerruter.

I samarbejde med Aalborg Kommune og Nordjyllands Politi er der udvalgt fire signalregulerede T-kryds, hvor politiet har godkendt afmærkningstekniske ændringer samt opsætning af U5 undertavler. Cyklisterne har i førperioden skullet efterleve signal i T-krydsenes overliggere. Ændringerne er foretaget den 27.11.2015, hvorefter cyklisterne fremadrettet har været undtaget signal på lokaliteterne. Cyklisterne har fået en tilvænningsperiode på 11 uger, hvorefter observationerne for efterperioden er foretaget.

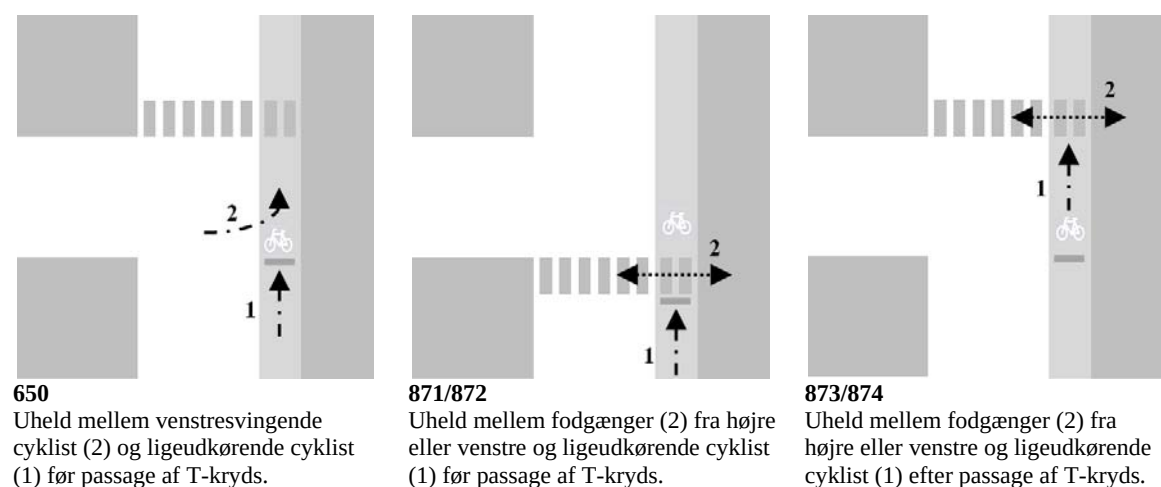
Videooptagelserne fra førperioden omfatter samlet 114 timer fordelt på tre dage. Efterperioden dækker samlet 113 timers videooptagelser ligeledes fordelt på tre dage. Fordelingen af tilgængeligt videomateriale er illustreret i Tabel 2.2.

Periode		Videomateriale pr. kryds			
		K1	K2	K3	K4
Førperiode	31.08.2015	10 timer	10 timer	10 timer	10 timer
	02.09.2015	10 timer	7 timer	7 timer	10 timer
	10.09.2015	10 timer	10 timer	10 timer	10 timer
		114 timer			
Efterperiode	09.02.2016	10 timer	8 timer	9 timer	10 timer
	16.02.2016	10 timer	10 timer	9 timer	10 timer
	18.02.2016	9 timer	10 timer	9 timer	9 timer
		113 timer			
I alt		227 timer			

Tabel 2.2: Videomateriale fordelt på før- og efterperiode, datoer og kryds.

Videooptagelserne har dannet baggrund for manuelle trafiktællinger fordelt på færdselsretninger af cyklister og fodgængere, der ankommer til observationsområderne. Endvidere registreres cyklister, der kører frem for rødt lys, hvor signalet skal efterleves. Tællingerne er foretaget på kvarterbasis og er tilgængelige på elektronisk appendiks A1.04 og A1.05.

Projektet behandler uheldssituationerne 650, 871/872 og 873/874 med to eller flere involverede bløde trafikanter, illustreret på Figur 2.6. Uheldssituationerne beskriver observerede konfliktsituationer og er opdelt på Part 1 og Part 2, hvor Part 1 er den vigepligtige part.



Figur 2.6: Uheldssituation 650, 871/872 og 873/874. Uheldssituationerne benyttes til at beskrive de observerede konfliktsituationer. (Vejdirektoratet, 2014b)*

Uheldssituation 650 sker som cyklist-cyklist-uheld mellem en ligeudkørende cyklist i T-krydssets overligger og en venstresvingende cyklist fra sidevejen. Uheldssituationerne 871/872 og 873/874 sker som cyklist-fodgænger-uheld eller i enkelte tilfælde cyklist-cyklist-uheld, og de opstår mellem en ligeudkørende cyklist og en fodgænger/cyklist krydsende i fodgængerfeltet før eller efter krydset. Uheldssituationerne 871 og 874 involverer fodgængere fra højre, mens 872 og 873 involverer fodgængere fra venstre.

I T-kryds, hvor cyklister skal efterleve signal, bør ingen af de ovennævnte uheldssituationer opstå, da konfliktende retninger afvikles i separate signalfaser. Hvis situationerne alligevel opstår, er den ene part gået/kørt over for rødt lys. Uheldssituationerne kan forekomme i T-kryds, hvor cyklister er undtaget signal. Her tillades ligeudkørende cyklister at køre frem for rødt lys, men forudsættes stadig at have vigepligt for krydsende færdsel.

2.2.2 Beregningsmetode

Hovedidéen i undersøgelsesmetoden er, at sammenligne antallet af alvorlige konflikter i en kort periode før og efter, at cyklister tillades fremkørsel for rødt lys i overliggeren. Cyklisternes tilvænningsperiode, fra udførelsen af tiltagene til efterundersøgelsen, er i dette projekt på 11 uger. Denne er valgt ud fra princippet om, at en kort mellemliggende periode mindsker sandsynligheden for, at generelle ændringer vil få indflydelse på resultaterne; anbefalet af Linderholm (1992). Efter 11 uger vurderedes trafikanterne at ville have vænnet sig til de nye trafikale forhold, og at efterundersøgelsen således kunne forventes at være repræsentativ for den ændrede trafikafvikling på lokaliteterne.

Undersøgelsen er udført uden brug af kontrolgruppe, da sådanne sjældent benyttes i konfliktstudier. I uheldsanalysestudier anvendes ofte kontrolgrupper, da uheldsanalyser omfatter lange tidsperioder, hvor kontrolgruppen dermed opfanger de generelle ændringer i uheldsforekomsterne. Endvidere kræver en uheldskontrolgruppe normalt ikke et omfattende ekstra ressourceforbrug i modsætning til i konfliktstudier, hvor det kræver et stort antal arbejdstimer at gennemgå videomateriale og udpege konfliktsituationer. Erfaringer viser, at ressourcerne i stedet udnyttes bedre ved at foretage yderligere konfliktobservationer på forsøgslokaliteterne. (Andersson & Lund, 2003)

Fraværet af en kontrolgruppe forudsætter, at øvrige forhold, der kan påvirke antallet af konflikter, er uændrede fra før- til efterperioden for, at tiltagene effekt kan måles. I den mellemliggende periode er der således ikke foretaget ændringer af de geometriske forhold på lokaliteterne, der kan have haft indflydelse på resultaterne. Førundersøgelsen er udført i sensommeren, hvor andelen af cyklister og fodgængere forventeligt er større sammenlignet med efterundersøgelsen udført om vinteren. Dette har medført forskellige trafikmængder før og efter. Foruden tiltagene, er de eneste ændringer dermed trafikmængderne.

2.2.3 Risiko

Uheldsrisiko

Traditionelt beregnes *uheldsrisiko* som risikoen for, at blive involveret i en hændelse (uheld) i forhold til trafikanternes eksponering på den givne lokalitet, forklaret ved Greibe & Hemdorff (2001), og udtrykkes ved:

$$Uheldsrisiko = \frac{Hændelser}{Eksponering} \quad (1)$$

Grundlæggende har formålet med konfliktteknikken og optælling af konflikter ligeledes været, at estimere en risiko på givne lokaliteter. Input til beregning af risiko behøver således ikke nødvendigvis være uheld, men kan i stedet være antallet af konflikter. Når en konfliktsituation er ordentligt defineret, er det forholdsvis let at sammenligne antallet af konflikter på to lokaliteter. Eksempelvis kan der på Lokalitet A være sket fire konflikter og på Lokalitet B være sket to konflikter. Dermed kan forholdet mellem det gennemsnitlige antal uheld på de to lokaliteter beregnes til 2:1 under forudsætning af, at antallet af konflikter er proportionalt med antallet af uheld – altså skal proportionalitetskoefficienten (konflikt-til-uheld) være ens for de to lokaliteter. Dog skal en direkte sammenligning af konflikter, uden nogen form for korrektion, ske med forsigtighed. Der vil som oftest forekomme varierende trafikmængder og eksponering på lokaliteterne, hvilket vil have betydning for beregningerne. (Hauer, 1982; Linderholm, 1992)

Et væsentligt element i dette projekt har været fastsættelsen af et risikomål, der kan beskrives som risikoen for at blive involveret i en konflikt, når cyklister kører frem for rødt lys i overliggeren.

Eksponering udtrykt ved samtidige ankomster

Trafikanternes eksponering beregnes ofte ud fra antallet af ligeudkørende cyklister og antallet af krydsende bløde trafikanter. En simpel model for dette er forklaret ved Linderholm (1992):

$$Eksponering = \sqrt{(Q * q)}, \quad (2)$$

hvor Q er antallet af ligeudkørende cyklister og q er antallet af krydsende bløde trafikanter. Dette har til formål, at eliminere indflydelsen af forskellige retningsbestemte trafikmængder ved at benytte kvadratroden til produktet af Q og q . Ulempen ved at benytte dette mål for eksponering er dog, at det ikke fortæller noget om den aktuelle ankomstfordeling og forholdet mellem cyklister og krydsende trafikanter. Et alternativt mål for eksponering er derfor anvendt.

Eksponering er i stedet udtrykt ved antallet af risikobetonede hændelser, også benævnt *samtidige ankomster*. En samtidig ankomst optræder, hvor to eller flere konfliktende trafikanter ankommer til samme konfliktområde indenfor en fastsat tidsafstand. Samtidige ankomster tager således udgangspunkt i *PET*-værdien, forklaret i afsnit 2.1.1. I dette projekt er grænseværdien for samtidige ankomster sat til 3,0 sek. Det vurderes, at samtidige ankomster på $\leq 3,0$ sek. har potentiale til at udvikle sig til alvorlige konflikter eller uheld mellem bløde trafikanter. Antallet af alvorlige konflikter sammenholdes med antallet af samtidige ankomster, som derved beskriver risikoen for at en samtidig ankomst udvikler sig til en alvorlig konflikt, betegnet som *konfliktrisikoen*.

Konfliktrisiko

Konfliktrisikoen er forholdet mellem alvorlige konflikter og samtidige ankomster, udtrykt ved:

$$Konfliktrisiko = \frac{n_{Alvorlige\ konflikter}}{n_{Samtidige\ ankomster}} \quad (3)$$

Det er således risikoen for, at der opstår en alvorlig konflikt for hver samtidig ankomst. Effektvurderingen er blandt andet foretaget ved sammenligning af konfliktrisikoen fra før- til efterperioden, da differencen er udtryk for den direkte effekt af tiltagene.

$$Konfliktrisiko = \frac{n_{Alvorlige\ konflikter}}{n_{Samtidige\ ankomster}} * 100 \quad (4)$$

Konfliktrisikoen opgøres som alvorlige konflikter pr. 100 samtidige ankomster, og der er foretaget signifikanstests af resultaterne.

2.2.4 Signifikanstest

Hvorvidt en forskel i antallet af konflikter i førperioden (F) sammenlignet med efterperioden (E) skyldes tilfældige udsving, eller om der kan påvises en øget risiko for, at der opstår konflikter, når cyklister er undtaget signal i T-kryds, undersøges med en signifikanstest. En sådan test viser, om der kan påvises en negativ effekt i efterperioden, dvs. at $F < E$, og om resultaterne er statistisk signifikante. Følgende nulhypotese er testet:

Nulhypotese, H_0 : Der er ikke signifikant forskel på risikoen for, at der opstår alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter i T-kryds før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal ved undertavle.

Figur 2.7: Nulhypotese for undersøgelsens overordnede problemstilling.

Signifikanstesten har til formål at undersøge tiltagenes stedspecifikke effekter. Endvidere undersøges det, om der kan påvises effekthomogenitet på lokaliteterne og derved finde en samlet middeleffekt ved sammenligning af de stedspecifikke effekter. Dette skal medvirke til at fastslå, om der er samme tendenser for udviklingen i antallet af alvorlige konflikter fra førperioden sammenlignet med efterperioden på de fire lokaliteter. Endeligt estimeres 95 % konfidensintervallet (95 % CI). Indenfor dette interval kan det – med 95 % sandsynlighed – forventes, at den sande middeleffekt ligger. (Jørgensen, 1981)

Signifikanstesten er en χ^2 -test (chi²-test), der udmåler sandsynligheden for, at undersøgelsens resultater er fremkommet ved tilfældigheder. Det undersøges, om χ^2 -værdien er større end χ^2_{α} -værdien, hvor α er signifikansniveauet. Sammenhængen mellem χ^2 -værdien, antallet af frihedsgrader og signifikansniveauet er illustreret i Tabel 2.3. Antal frihedsgrader er lig antallet af observationer minus antal undersøgte parametre.

Signifikansniveau		10 % ($p \leq 0,10$)	5 % ($p \leq 0,05$)	1 % ($p \leq 0,01$)
χ^2 -værdi efter antal frihedsgrader	$fg = 1$	2,71	3,84	6,63
	$fg = 2$	4,61	5,99	9,21
	$fg = 3$	6,25	7,81	11,34

Tabel 2.3: Sammenhæng mellem χ^2 -værdier, antallet af frihedsgrader og signifikansniveau.

χ^2 -testen undersøger forskelligheden mellem grupper ud fra en forudbestemt nulhypotese (H_0). Normalt anvendes signifikansniveauer på 1 %, 5 %, 10 %, udtrykt ved den såkaldte p-værdi. Til fortolkning af p-værdien er anvendt følgende formuleringer, inspireret af Vejdirektoratet (1996):

Meget sikker ændring. Forskellen på antal observerede konflikter anses for meget sikker. Sandsynligheden for, at forskellen skyldes tilfældig variation, er ≤ 1 % ($p \leq 0,01$).

Sikker ændring. Forskellen på antal observerede konflikter anses for sikker. Sandsynligheden for, at forskellen skyldes tilfældig variation, er 1-5 % ($0,01 < p \leq 0,05$).

Tendens. Forskellen på antal observerede konflikter vurderes at være sandsynlig, men en smule usikker. Sandsynligheden for, at forskellen skyldes tilfældig variation, er 5-10 % ($0,05 < p \leq 0,10$).

Nej, ændring ikke påvist. Forskellen på antallet af observerede konflikter er sandsynligvis et udtryk for tilfældige variationer. Resultatet kan skyldes, at tiltaget ingen indvirkning har på antallet af observerede konflikter ($p > 0,10$).

Figur 2.8: Formuleringer til fortolkning af p-værdier ved test af statistisk signifikans.

For at tiltagenes effekt kan antages at være statistisk signifikant, er der anvendt et signifikansniveau på 5 % ($p \leq 0,05$). Et signifikansniveau større end 5 % er således udtryk for, at datamængden er for lille, eller at tiltagene ikke kan påvises at have en effekt. For at der kan antages at være homogenitet mellem tiltagenes stedspecifikke effekter, er der ligeledes anvendt et 5 % signifikansniveau. Hvis p-værdien ligger indenfor 95 % ($p > 0,05$) kan effekthomogenitet ikke afvises. Det kan efterfølgende testes, om den beregnede middeleffekt er udtryk for en signifikant effekt af tiltagene. I beregninger for middeleffekt vil rene 0-lokaliteter, hvor der ikke er observeret konflikter hverken før eller efter, ikke blive medregnet. Hvis der er tale om partielle 0-lokaliteter, hvor der ikke er observeret konflikter enten før eller efter, tillægges en halv konflikt både før og efter (Jørgensen, 1981). Der er foretaget statistiske tests af alle undersøgte sammenhænge i projektet.

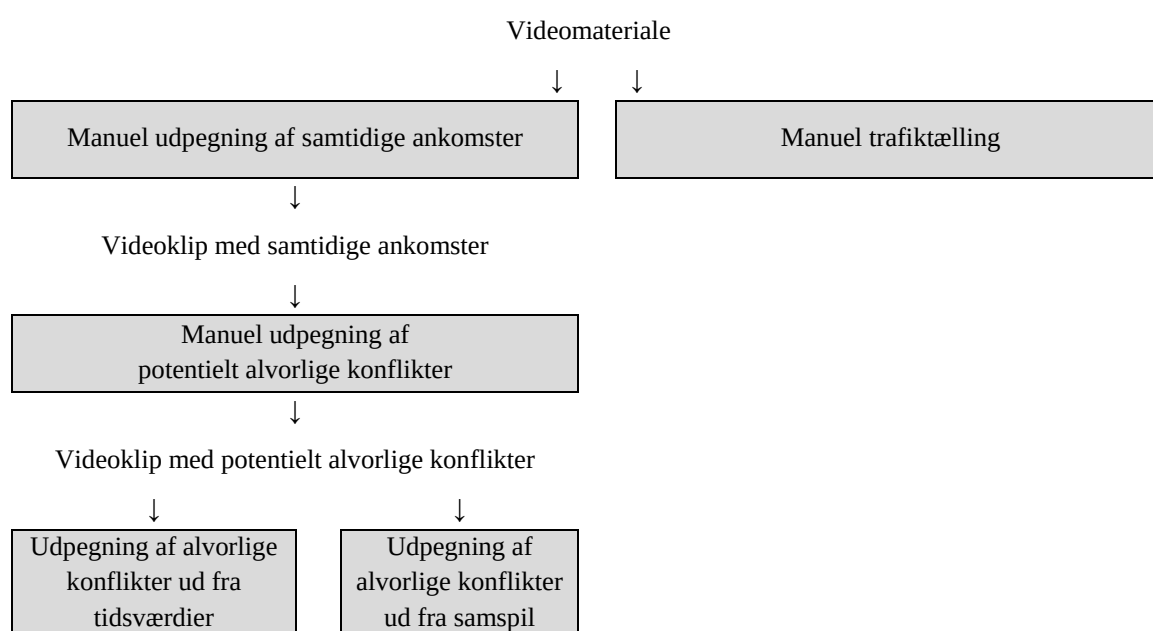
2.3 Anvendt metode

I dette afsnit er den i projektet anvendte metode nærmere beskrevet. Der er foretaget en manuel trafikttælling af bløde trafikanter ud fra det samlede videomateriale for før- og efterperioden. Ud fra trafikttællingen beregnes trafikanternes generelle eksponering til forskellige tidspunkter.

Samtidige ankomster, også beskrevet som potentielle konflikter, er udpeget ved at gennemgå videomaterialet manuelt. Efterfølgende er alle samtidige ankomster ligeledes gennemgået manuelt. Samtidige ankomster, der ikke er kritiske, er frasorteret, og de potentielt alvorlige konflikter er udvalgt til nærmere analyse. Disse situationer er analyseret ved brug af to metoder:

1. En tidsbaseret konfliktteknikmetode, der retter sig mod at vurdere konflikters alvorlighed med udgangspunkt i den tidsmæssige afstand mellem trafikanterne. Der gøres brug af programmerne T-Convertor, T-Calibration og T-Analyst.
2. En samspilsbaseret metode, der retter sig mod at vurdere konflikters alvorlighed ud fra observerede reaktioner og samspil mellem trafikanter ved gennemførelsen af en Delphiundersøgelse.

Processen for den anvendte metode er illustreret på Figur 2.9.



Figur 2.9: Procesdiagram for den anvendte metode til databehandling og analyse.

2.3.1 Trafiktælling

Der er foretaget en manuel trafiktælling af alle indkørende og gående bløde trafikanter i krydsene. Udgangspunktet for tællingen var, at den skulle foretages med Aalborg Universitets videoanalyseværktøj, RUBA (Bahnsen m.fl., 2015). Efter en test blev trafiktællingen dog vurderet ikke at kunne foretages med RUBA. Det ville kræve et større tidsforbrug til opsætning og efterfølgende databehandling, set i forhold til en simpel manuel tælling foretaget ved 4x normal hastighed. Endvidere er der stor variation i fodgængernes krydsningspunkter ved krydsene, hvilket besværliggør anvendelsen af detektorer til registrering.

Tællingerne er som udgangspunkt opdelt på ligeudkørende cyklister og krydsende trafikanter. Disse to kategorier er endvidere opdelt i underkategorier baseret på den enkelte trafikants retning og ankomsttidspunkt til krydset.

Ligeudkørende cyklister

Der er foretaget trafiktælling af ligeudkørende cyklister, hvortil der er medregnet knallertførere (knallert-30). I kategorien 'Ligeudkørende cyklister' er således medtaget alle typer af cykler (ladcykler, cykler med anhænger, tandemcykler samt elcykler) og små knallerter (knallert-30 og invalideknallerter, der skal føres på cykelsti).

Rødkørsler er registreret som alle cyklister, der passerer første hovedsignal for rødt lys. Cyklister over for rødt+gult lys i opstartsfasen er registreret som kørende over for grønt lys. Rødkørsler tæller således udelukkende tydelige fremkørsler for rødt lys. Der er ikke foretaget en yderligere opdeling, eksempelvis fordelt på tidlige og sene rødkørsler.

Optælling af ligeudkørende cyklister er foretaget med udgangspunkt i følgende kategorier:

- Cyklister, der ankommer og kører i grøntid.
- Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid.
- Cyklister, der ankommer og kører i rødtid.
- Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys.

Krydsende trafikanter

I kategorien 'Krydsende trafikanter' er medtaget fodgængere, venstresvingende cyklister samt cyklister krydsende i et fodgængerfelt.

Til fodgængere er medregnet trafikanter til fods (gående og løbende), trækkende med cykel, i kørestol, på løbehjul eller rulleskøjter mv. I en konfliktsituation med en samlet gruppe fodgængere er konflikstens alvorlighed vurderet i forhold til den fodgænger i gruppen med kortest afstand til cyklisten.

Cyklister krydsende i fodgængerfelter og venstresvingende cyklister omfatter samme trafikantgruppe som kategorien 'ligeudkørende cyklister'.

'Krydsende trafikanter' indbefatter udelukkende trafikanter, der krydser for grønt lys. Optællingen er foretaget med udgangspunkt i følgende kategorier:

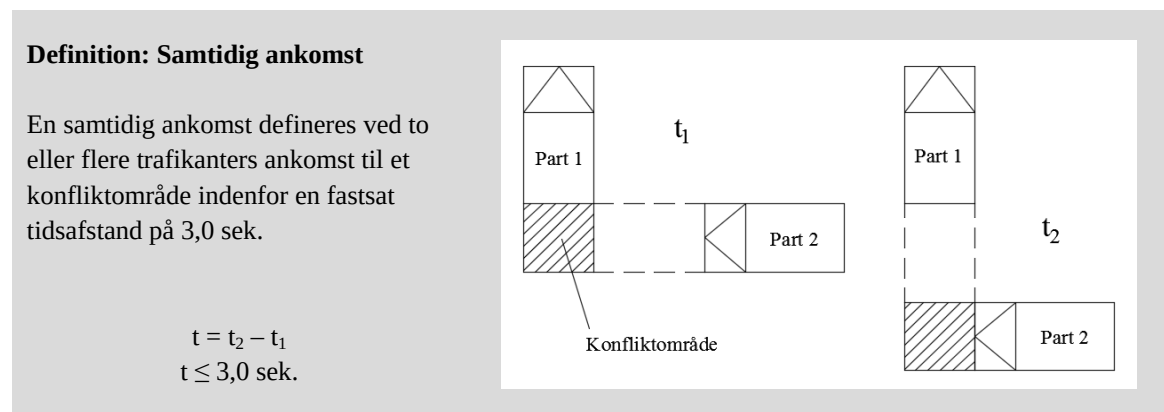
- Fodgængere, der krydser mod sidevej.
- Fodgængere, der krydser mod overligger.
- Cyklister, der benytter fodgængerfelt (begge retninger).
- Venstresvingende cyklister fra sidevej.

I T-krydset Jyllandsgade/Rantzausgade er fodgængere og cyklister endvidere opdelt efter, om de krydser i det tætliggende eller fjerntliggende fodgængerfelt (før eller efter krydset). Således vil det tætliggende fodgængerfelt være ensbetydende med det første fodgængerfelt, som cyklisten ankommer til ved fremkørsel i overliggeren.

2.3.2 Udpegning af samtidige ankomster

Samtidige ankomster kan forekomme, hvor et fodgængerfelt krydser den gennemgående cykelsti og hvor venstresvingende cyklister fra sidevejen svinger ind på cykelstien. Hver ligeudkørende cyklist for rødt lys kan blive involveret i flere samtidige ankomster.

Figur 2.10 viser definitionen på en samtidig ankomst, der ligger til grund for den manuelle udpegning af potentielle konfliktsituationer. En samtidig ankomst optræder, hvor to eller flere trafikanter ankommer til samme konfliktområde inden for 3,0 sek. Udpegningen er sket ved at gennemgå interessante situationer "frame-by-frame", hvorved de samtidige ankomster med $t \leq 3,0$ sekunder er fundet. Videooptagelserne indeholder 25 billeder (frames) pr. sekund og trafikanternes interne tidsmæssige afstand skal således være ≤ 75 frames for at resultere i en samtidig ankomst.



Figur 2.10: Definition af en samtidig ankomst.

Grænseværdien for samtidige ankomster kunne som udgangspunkt være sat højere end 3,0 sek., men er valgt ud fra en betragtning om, at konflikter med bløde trafikanter generelt sker ved lavere hastighed sammenlignet med konflikter med motorkøretøjer. Ligeledes blev det vurderet, at antallet af samtidige ankomster og dertilhørende efterbehandling ville blive for omfattende ved en grænseværdi $> 3,0$ sekunder.

Af videomaterialet for både før- og efterundersøgelsen er der samlet udpeget 846 samtidige ankomster. Disse situationer er gennemset og der er foretaget en manuel udpegning af de mest kritiske situationer, hvor der er risiko for kollision. Her til er lagt situationer, hvor der tydeligt ikke forekommer samme risiko. I alt er der således udvalgt 50 situationer.

Disse situationer er bearbejdet ved brug af de to tidligere nævnte metoder:

- En tidsbaseret konfliktteknikmetode, hvor den tidsmæssige afstand mellem trafikanterne er udtryk for konflikternes alvorlighed.
- En samspilsbaseret metode, hvor konflikternes alvorlighed bedømmes ved trafikanternes interaktion og reaktioner under forskellige hændelser.

2.3.3 Udpegning af konflikter ved tidsbaseret metode

De 50 kritiske situationer er bearbejdet ved brug af programmerne *T-Convertor*, *T-Calibration* og *T-Analyst*. Til hver samtidig ankomst er tidsværdierne TTC og T_2 beregnet. Konfliktsituationer, hvor to trafikanter er på kollisionskurs, er undersøgt ved brug af TTC_{min} . Konfliktsituationer, hvor trafikanterne ikke er på kollisionskurs, er undersøgt ved $T_{2,min}$.

Jævnfør Horst m.fl. (2014) bør alle konfliktsituationer i byområder med $TTC_{min} \leq 1,50$ sek. betragtes som potentielt alvorlige. I dette projekt, der behandler konflikter mellem bløde trafikanter, sker trafikanternes interaktion dog ved lavere hastighed, og de har således bedre mulighed for at bremse og ændre kurs. Det er derfor vurderet, at situationer med $TTC_{min} > 1,00$ ikke kan anses for værende alvorlige ved konflikter mellem bløde trafikanter, men blot er et udtryk for en effektiv trafikafvikling. Det vurderes således ikke at være retvisende for de reelle antal konflikter, at medtage situationer, hvor TTC_{min} er større end 1,00 sek.

Kandidatspecialet 'Konfliktteknikmetoden' belyser sikkerhedsmæssige problemstillinger i højresvingsskuds ved at analysere konflikter mellem bløde trafikanter. Ifølge Christensen (2015) bør konfliktsituationer i højresvingsskuds mellem bløde trafikanter, hvor $T_{2,min} \leq 0,55$ sek., betragtes som alvorlige. Denne grænseværdi for T_2 er fremkommet gennem en iterativ proces, hvor forskellige konfliktsituationer mellem bløde trafikanter i højresvingsskuds er analyseret. Endvidere er der foretaget en vurdering af, om situationerne er kritiske ud fra trafikanternes adfærd og reaktioner. I nærværende projekt er $T_{2,min} \leq 0,55$ sek. ligeledes benyttet som grænseværdi for alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter i T-kryds.

Følgende definitioner er benyttet for alvorlige konflikter mellem ligeudkørende cyklister og fodgængere eller venstresvingende cyklister i signalregulerede T-kryds:

Definition: TTC_{min}

En konflikt mellem to bløde trafikanter på kollisionskurs defineres som alvorlig ved $TTC_{min} \leq 1,00$ sek.

Figur 2.11: Definition af alvorlige konflikter udtrykt ved TTC_{min} .

Definition: $T_{2,min}$

En konflikt mellem to bløde trafikanter, der ikke er på kollisionskurs, men krydser hinanden med $T_{2,min} \leq 0,55$ sek., defineres som alvorlig.

Figur 2.12: Definition af alvorlige konflikter udtrykt ved $T_{2,min}$.

2.3.4 Udpegning af konflikter ved en samspilsbaseret Delphimetode

Delphimetoden er benyttet til at vurdere, hvor alvorlige de 50 kritiske situationer er. En såkaldt Delphiundersøgelse er en spørgeundersøgelse blandt et antal respondenter – i dette projekt en gruppe fagfolk med solid viden om trafiksikkerhed. Som tidligere nævnt har udvælgelsen af respondenterne betydning for metodens validitet. Derfor består respondentgruppen blandt andet af deltagere i EU-projektet InDeV (In-Depth understanding of accident causation for Vulnerable road users), universitetsansatte og danske trafiksikkerhedsrevisorer fra både det offentlige og det private erhvervsliv. Respondenterne forventes ikke at have et forudgående kendskab til konfliktteknikken, men at kunne relatere til projektets overordnede problemstilling. En kort præsentation af de enkelte respondenter (navn, arbejdsplads, beskæftigelse samt erfaring med konfliktteknikken) forefindes i Appendiks C1.

Definition af konflikter

Til at vurdere, hvor alvorlige de enkelte konflikter er, har respondenterne anvendt følgende definition for samspil mellem bløde trafikanter i konfliktsituationer:

Definition: Samspil mellem bløde trafikanter

En konflikt defineres som alvorlig i situationer, hvor mindst én af trafikanterne – under en samtidig ankomst – foretager en sen og synlig reaktion umiddelbart før konfliktområdet ved at bremse, accelerere eller ændre kurs, og trafikanten viser dermed tegn på, at have fundet hændelsen farlig.

Figur 2.13: Definition af en alvorlig konflikt ved samspillet mellem bløde trafikanter.

En alvorlig konflikt er defineret ved trafikanternes overordnede interaktion under en hændelse ud fra observerede reaktioner, inspireret af Linderholm (1992) og Madsen & Lahrmann (2014). På baggrund af en kort gennemgang af projektets formål og metode har respondenterne kategoriseret alvorligheden af de fremsendte konfliktsituationer ud fra følgende fire niveauer:

0. Ingen konflikt: Ingen af trafikanterne viser tydelige tegn på adfærdsændring og samspillet mellem dem er ikke synligt.

1. Tidligt samspil. Mindst én af trafikanterne foretager en reaktion, der løser konflikten, inden uheldet ville være sket. Reaktionen foregår kontrolleret.

2. Sent samspil/let konflikt. Én eller begge trafikanter foretager en sen reaktion til afværgelse af uheldet. Reaktionen er af lettere karakter.

3. Alvorlig konflikt. Én eller begge trafikanter foretager en kraftig reaktion til afværgelse af uheldet kort før at uheldet ville være sket.

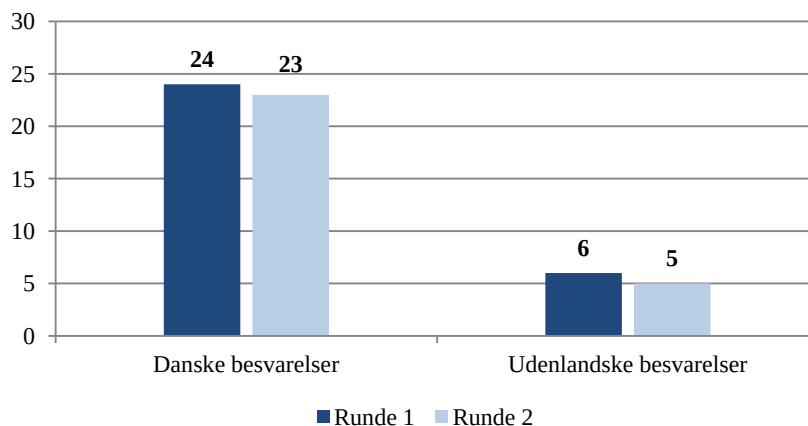
Figur 2.14: Kategorier for samspil/konflikter mellem bløde trafikanter.

Gennemførelse af spørgeundersøgelsen

Denne Delphiundersøgelse er gennemført over to spørgerunder. Spørgeundersøgelsen er gennemført ved, at fremsende to separate svardokumenter, som indeholder hyperlinks til udvalgte videosekvenser og beskrivelser af situationerne.

Hvert svardokument indeholder 25 af de i alt 50 situationer, som er tilfældigt fordelt mellem de to dokumenter. Svardokumenterne er fremsendt til to lige store respondentgrupper fordelt på danske og udenlandske fagfolk.

Antallet af returnerede besvarelser varierer mellem de to respondentgrupper. Spørgeundersøgelsen er i første runde sendt ud til 48 respondenter, hvoraf 30 har besvaret undersøgelsen. Der er modtaget 17 besvarelser til dokument nr. 1.1, mens 13 har besvaret dokument nr. 1.2. 24 danske og 6 udenlandske fagfolk har besvaret første runde. Af disse 30 har 28 også besvaret anden runde, illustreret på Figur 2.15.

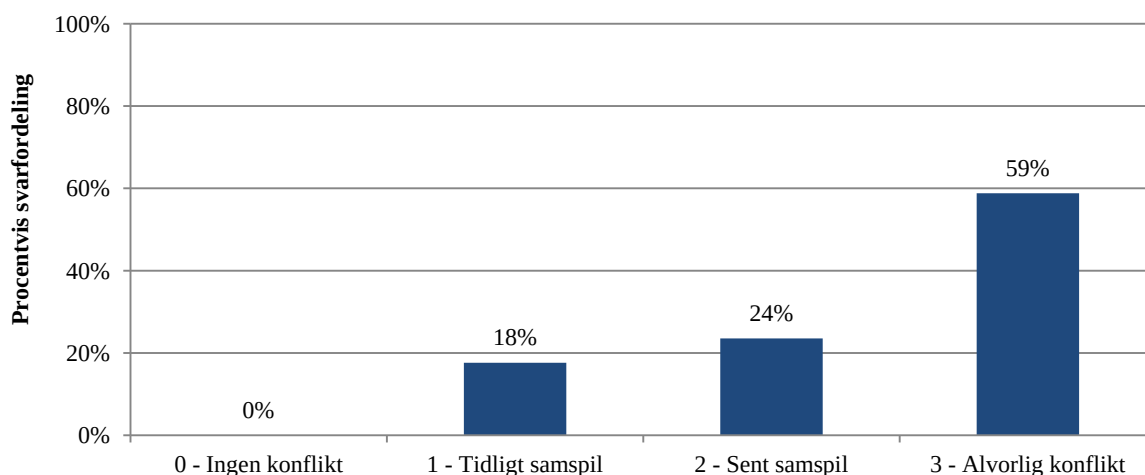


Figur 2.15: Antal besvarelser fordelt på danske og udenlandske fagfolk.

To studerende på Aalborg Universitets civilingeniøruddannelse, Veje og Trafik, testede tidsforbruget til hver besvarelse før fremsendelse til de øvrige respondenter. Tidsforbruget blev anslået til 20-25 minutter.

Det blev valgt ikke at gennemføre spørgeundersøgelsen på en online platform, da tidsforbruget til opsætning af denne vurderedes at blive for omfattende sammenlignet med udarbejdelsen af et simpelt tekstdokument med hyperlinks. Grundet valget, om at lade hver observatør foretage besvarelsen i et simpelt tekstdokument, har det ikke været muligt at kontrollere tidsforbruget til besvarelsene. Dette kan have haft indflydelse på kvaliteten af resultaterne.

Efter første runde er svarene blevet samlet og behandlet. Svarfordelingen er til spørgeundersøgelsens anden runde blevet illustreret ved et søjlediagram, se Figur 2.16.



Figur 2.16: Eksempel på et søjlediagram for 17 observatørers kategorisering af en potentiel konfliktsituation ved angivelse af procentvis svarfordeling.

Til undersøgelsens anden runde er observatørerne blevet forevist samme konfliktsituationer, men denne gang med det tilhørende søjlediagram for de samlede svar fra første runde. Observatørerne har efterfølgende igen kategoriseret de potentielt alvorlige konflikter på en skala fra 0 til 3.

Litteraturen giver ikke noget entydigt svar på, hvorvidt observatørerne til anden runde bør oplyses om deres eget svar fra første runde. I denne undersøgelse er det således valgt ikke at gengive den enkelte respondents eget svar fra første runde, men blot at vise svarfordelingen fra første runde i form af et søjlediagram.

Antallet af alvorlige konflikter er beregnet ud fra spørgeundersøgelsens anden runde, hvor alvorligheden af hver potentiel konflikt er fastsat ud fra medianen. Eksemplet i Figur 2.16 går eksempelvis under kategori '3 – Alvorlig konflikt'. Medianen er dog ikke i sig selv nok til at undersøge, hvorvidt der er konsensus i svarene. I det følgende præsenteres, hvorledes konsensus måles i denne Delphiundersøgelse.

Måling af konsensus

Der findes flere måder at måle, hvorvidt der er opnået konsensus blandt en gruppe respondenter i en Delphiundersøgelse. Der kan eksempelvis anvendes procentvis ændring i spredningen mellem spørgerunderne. En reduceret spredning fra første til anden runde kan tyde på større enighed blandt respondenterne. Et af de mest anvendte mål for konsensus udtrykt ved spredning er *Inter-*

quartile range (IQR), som er spredningens størrelse for den halvdel af besvarelsenerne, der ligger nærmest medianen. IQR beregnes således ud fra den 25. og 75. percentil. (Gracht, 2012)

Eksempel på beregning af IQR: Hvis 25 % af svarene på en skala fra 0 til 100 er mindre end 30 og 75 % af svarene er større end 50 er $IQR = 50 - 30 = 20$.

I et studie af transportinfrastruktur er det valgt, at konsensus var opnået ved $IQR \leq 20$ på en skala fra 0 til 100 (Schuckmann m.fl., 2012). I dette projekt anvendes en fire-trin-skala gående fra 0 til 3 til at vurdere de potentielt alvorlige konflikter. I Delphiundersøgelser med en fire-trin-skala vil der ifølge Gracht (2012) være opnået konsensus ved $IQR \leq 1,0$.

Mål for opnået konsensus

Der er i dette studie valgt at benytte parameteren IQR som mål for opnåelse af konsensus, hvor $IQR \leq 1,0$ er ensbetydende med konsensus.

For at sikre konsensus for hovedparten af respondenterne, beregnes IQR i dette projekt for de 60 % af besvarelsenerne der ligger nærmest medianen. IQR beregnes dermed ud fra 20 %- og 80 %-fraktilerne.

3. Dataindsamling

I dette kapitel præsenteres projektets indledende undersøgelser; fra drøftelserne omkring krav til projektlokaliteterne og frem til den endelige udpegning af fire lokaliteter, som er benyttet til udførelsen af før- og efterundersøgelsen. Endvidere præsenteres de nødvendige afmærkningstekniske ændringer til gennemførelse af tiltagene, hvorledes dataindsamlingen er foretaget, opstående problemer i forbindelse med dataindsamlingen samt placeringen af videomateriel mv.

3.1 Udpegning af lokaliteter

Udgangspunktet for T-krydsene var, at de skulle være beliggende i en større by i Danmark og samtidig benyttes af en tilpas mængde cyklister og fodgængere. Dette ville øge sandsynligheden for, at konfliktsituationer mellem bløde trafikanter kunne opstå. Aalborg blev vurderet at opfylde kravet omhandlende bystørrelse samt antallet af daglige cyklister på byens sammenhængende cykelpendlernet, hvorpå der forefindes flere anvendelige signalregulerede T-kryds.

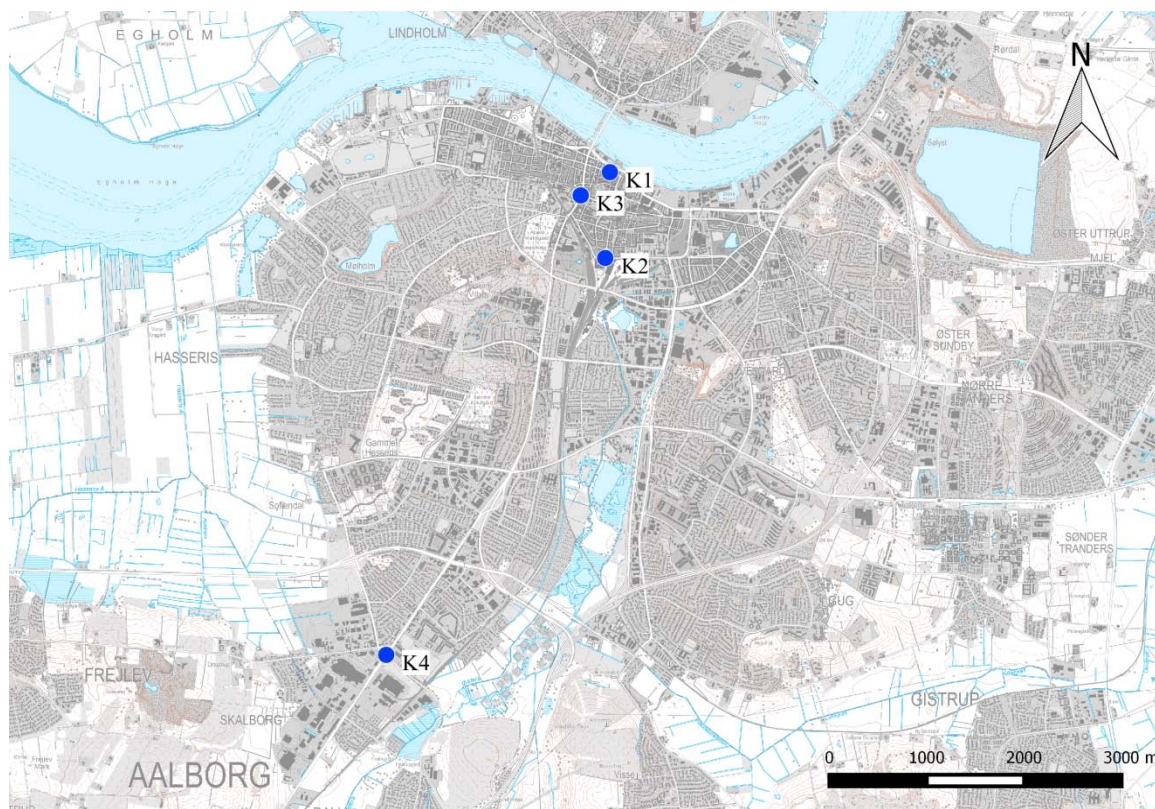
I 2010 igangsatte Aalborg Kommune projektet 'Aalborg Cykelby' med støtte fra den nationale cykelpulje. Projektets hovedformål er, at øge cykelanvendelsen samt at styrke cykelinfrastrukturen i Aalborg og resten af kommunen. En cykelby er kendetegnet ved, at der tænkes på cyklisternes vilkår ved blandt andet, at gøre det lettere at være cyklist. Derved gøres cyklen til et bedre alternativ til bilen. Igennem de seneste år har Aalborg Kommune gennemført en række tiltag, der har medvirket til at forbedre forholdene for cyklister, og således viste kommunen også interesse for, at deltage i nærværende projekt omhandlende fremkommelighed for cyklister. Aalborg Kommune har fremkommelighed som et af deres primære fokuspunkter i den fremtidige cykelplanlægning på vejen mod et bedre cykelstinetværk, og cyklister undtaget signal skal medvirke til gøre cyklisme attraktivt ved at lette cyklisternes ture gennem byen. (Vejdirektoratet, 2012, 2016; Aalborg Kommune, 2013)

I projektets opstartsfasen blev der foretaget en screening af alle relevante signalregulerede T-kryds i Aalborg. Denne bestod i en gennemgang af krydsenes geometri, cykelstiforhold samt placering af signalstandere og fodgængerfelter. I samarbejde med Aalborg Kommune blev der hernæst udvalgt otte signalregulerede T-kryds beliggende i Aalborg, hvor de ønskede afmærkningstekniske ændringer ville kunne foretages. Nordjyllands Politi blev herefter inddraget i den endelige udpegning af fire projektlokaliteter, da det i sidste instans var politiet, der skulle godkende ændringerne. I den forbindelse udtrykte politiet bekymring omkring tiltagene. Det blev derfor besluttet, at projektet skulle gennemføres som et forsøg med en efterfølgende evaluering i forsommeren 2016 ved udgivelsen af nærværende rapport. Rapporten danner således beslutningsgrundlag for, hvorvidt forsøget skal overgå til en permanent løsning på de fire lokaliteter, som endvidere kan udbredes til andre steder i kommunen, eller om tiltagene bør fjernes.

Følgende fire signalregulerede T-kryds blev fundet anvendelige:

K1	Kryds 1:	Ved Stranden
K2	Kryds 2:	Jyllandsgade/Rantzausgade
K3	Kryds 3:	Vesterbro/Algade
K4	Kryds 4:	Hobrovej/Dallvej

Krydsene, som er benævnt K1, K2 og K3, er beliggende i den centrale del af Aalborg, mens K4 er beliggende i den sydvestlige del af Aalborg – kaldet Skalborg, illustreret på Figur 3.1.



Figur 3.1: De fire projektløkaliteters placering i Aalborg.

Krydsene varierer i trafikmængder og geometri, men har følgende ens karakteristika:

- Trafikken signalreguleres.
- Gennemgående enkeltrettet cykelsti modsat sidevejstilslutningen.
- Lavtsiddende hovedsignal til højre for gennemgående cykelsti.
- Intet særskilt *cyklistsignal* (cyklister skal efterleve hovedsignalet).
- Stopstreg for cyklister ud for hovedsignalet (stoppligt ved hovedsignalet).
- Fodgængerfelt i den fjerne ende af T-krydset.

Disse karakteristika har været en forudsætning for at skabe ens sammenligningsgrundlag imellem krydsene. Fælles for de fire kryds er endvidere, at de er beliggende på flere af Aalborgs cykelpendlerruter (Aalborg Kommune, 2013), hvilket betyder, at et relativt stort antal cyklister hver dag passerer krydsene til og fra Aalborg midtby.

3.2 Tiltag på lokaliteter

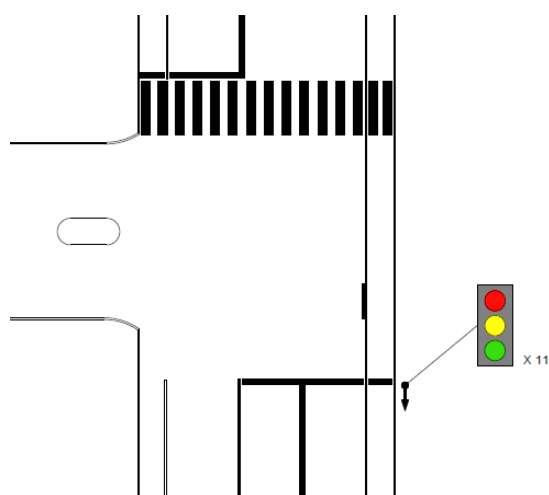
I dette afsnit forklares de nødvendige afmærkningstekniske ændringer for at undtage cyklister fra signalgivningen. Ændringerne blev foretaget den 27. november 2015, så cyklister blev undtaget signal ved fremkørsel i T-krydsenes overliggere.

Udgangspunktet for de fire signalregulerede T-kryds var, at cyklister skulle efterleve signalgivningen ved ankomst til krydsene. Et eksempel på den oprindelige afmærkning er illustreret på

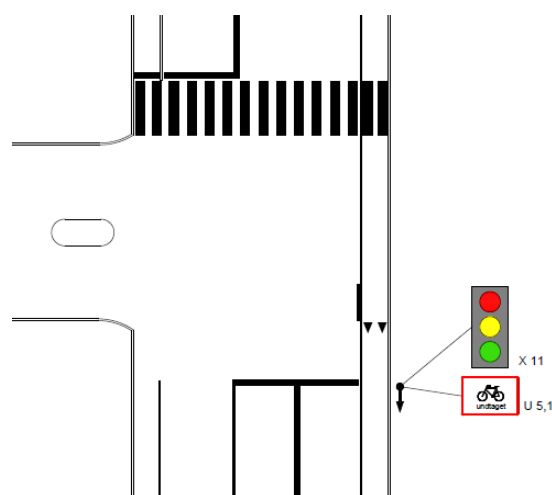
Figur 3.2. Ved en ligeudkørende cyklists ankomst til et af krydsene for rødt lys skulle cyklisten således standse ved stoplinjen og afvente grønt lys.

Hvis cyklister ønskes undtaget signalgivningen på en given lokalitet er det nødvendigt at supplere eller ændre den nuværende afmærkning. Hovedsignaler gælder som udgangspunkt for cyklister uanset om de er placeret til højre eller venstre for den gennemgående cykelsti, med mindre der anvendes separate cyklistsignaler til regulering af cykeltrafikken. Er dette ikke tilfældet, er det nødvendigt at omgå stoppligten ved at supplere med anden afmærkning. (Vejregelrådet, 2013)

Cyklister kan undtages signal i T-kryds ved opsætning af en U5 undertavle på hovedsignalstanderen umiddelbart under det lavtsiddende hovedsignal ved indkørsel i krydset, illustreret på Figur 3.3. Undertavlen viser dermed, at hovedsignalet ikke er gældende for cyklister og knallertførere (lille knallert). Samtidig fjernes stoplinjen på den gennemgående cykelsti, og i stedet etableres en vigelinje umiddelbart før det sted, hvor krydsende cyklister fra sidevejen svinger ind på den gennemgående cykelsti. Dermed har ligeudkørende cyklister vigepligt for krydsende færdsel ved fremkørsel for rødt lys. I T-kryds, hvor et fodgængerfelt er placeret før krydset, placeres vigelinjen efter fodgængerfeltet. Der skal i disse tilfælde kunne være plads til mindst én cykellængde (2,0 meter) mellem fodgængerfeltet og vigelinjen. Kan dette ikke opfyldes, placeres vigelinjen i stedet før fodgængerfeltet. Fodgængerfelter reguleres som udgangspunkt altid efter gældende færdselsregler for vigepligtsforhold ved fodgængerfelter. Cyklister, der er undtaget signal, skal således altid vige for fodgængere. (Vejregelrådet, 2013)



Figur 3.2: Eksempel på signalreguleret T-kryds, hvor cyklister skal efterleve hovedsignalet ved ankomst til krydset. Cyklister har stoppligt ved rødt lys.



Figur 3.3: Eksempel på signalreguleret T-kryds, hvor cyklister er undtaget signal ved fremkørsel i overliggeren. Cyklister har vigepligt for krydsende trafikanter.

3.3 Krydspræsentation

I dette afsnit præsenteres undersøgelsens fire signalregulerede T-kryds benævnt:

- K1 Ved Stranden
- K2 Jyllandsgade / Rantzausgade
- K3 Vesterbro / Algade
- K4 Hobrovej / Dallvej

Endvidere redegøres for krydsenes placering, geometri samt observeret konfliktområde.

3.3.1 K1 – Ved Stranden

Placering

Krydset Ved Stranden er beliggende i det centrale Aalborg på cykelpendlerrute nr. 3, som er en del af den kombinerede cykel- og vandrerute 'Hærvejsruten'. Pendlerruten forbinder blandt andet Nørresundby og Aalborg Vestby med det centrale og østlige Aalborg.

Krydset er forbundet med Nytorv via Østerågade mod sydøst, illustreret på Figur 3.4. Cyklister passerer hver dag krydset til og fra bymidten. T-krydssets overligger og krop er begge benævnt Ved Stranden.

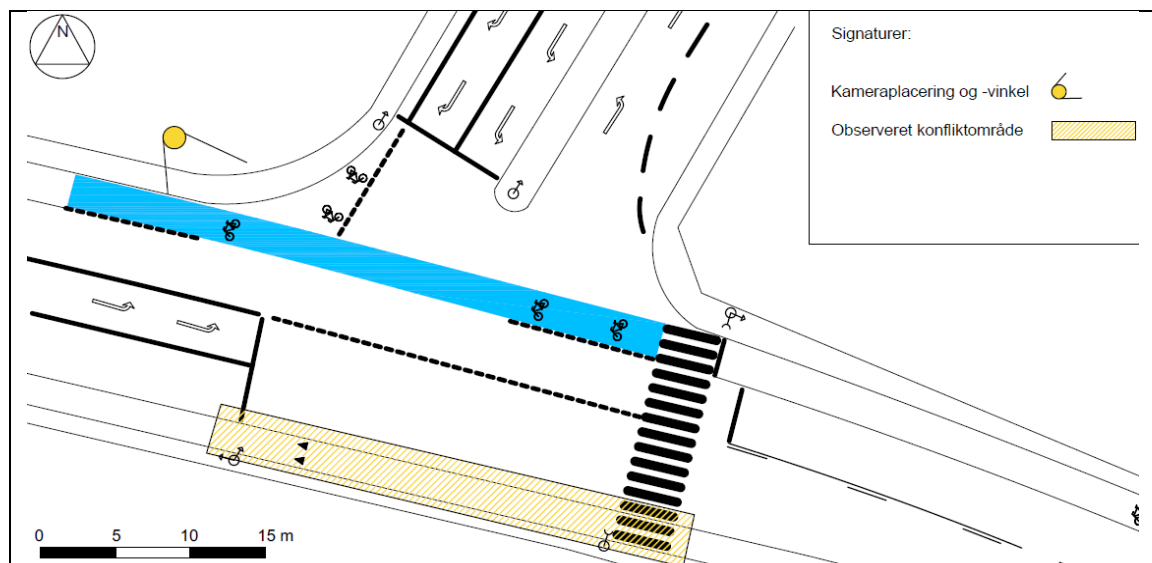


Figur 3.4: Ortofoto af T-krydset Ved Stranden med væsentlige vejnavne. (COWI, 2014)*

Geometrisk udformning

Ved Stranden er et mindre signalreguleret T-kryds med primær og sekundær kanalisering. Der er fodgængerfelt på tværs af overliggeren i krydsets østlige del.

Tiltaget er udført for cyklister kørende på den gennemgående cykelsti i overliggeren fra vest mod øst, illustreret på Figur 3.5, side 37. På figuren ses situationen, hvor cyklister er undtaget signal – illustreret ved vigelinje på cykelstien.



Figur 3.5: Principskitse for den geometriske udformning af T-krydset Ved Stranden. Figuren viser kameraets placering i krydset samt konfliktområdet, hvor der er observeret konflikter.

Observationsområde

Krydset er filmet med ét videokamera fra en belysningsmast på den nordvestlige side, illustreret på Figur 3.5. Kameraet er placeret 3,5-4,0 meter over gadeniveau og orienteret, så mindst ét hovedsignal er synligt. Det observerede konfliktområde er beliggende i overliggerens sydlige del, markeret med gul skråkraving.

Oprindeligt var ønsket, at filme på langs af konfliktområdet. De tilgængelige belysningsmaster var dog ikke optimalt placeret til dette formål. Det blev derfor vurderet, at en placering i krydsets vestlige del, men på modsatte side af vejen, var det bedste alternativ. Dette har resulteret i enkelte episoder med lastbiler og busser, der holder for rødt lys, og dermed dækker for udsynet til cykelstien og hovedsignalerne.

Kameraets synsfelt er illustreret på Figur 3.6. Der er foretaget observation af cyklister kørende mod øst i overliggeren, der enten konflikter med fodgængere krydsende mod nord eller syd i fodgængerfeltet eller med venstresvingende cyklister fra nord mod øst.



Figur 3.6: Synsfelt for videokamera placeret i belysningsmast i T-krydset Ved Stranden. Figuren viser en situation ledende op til en samtidig ankomst mellem en ligeudkørende cyklist og en krydsende fodgænger.

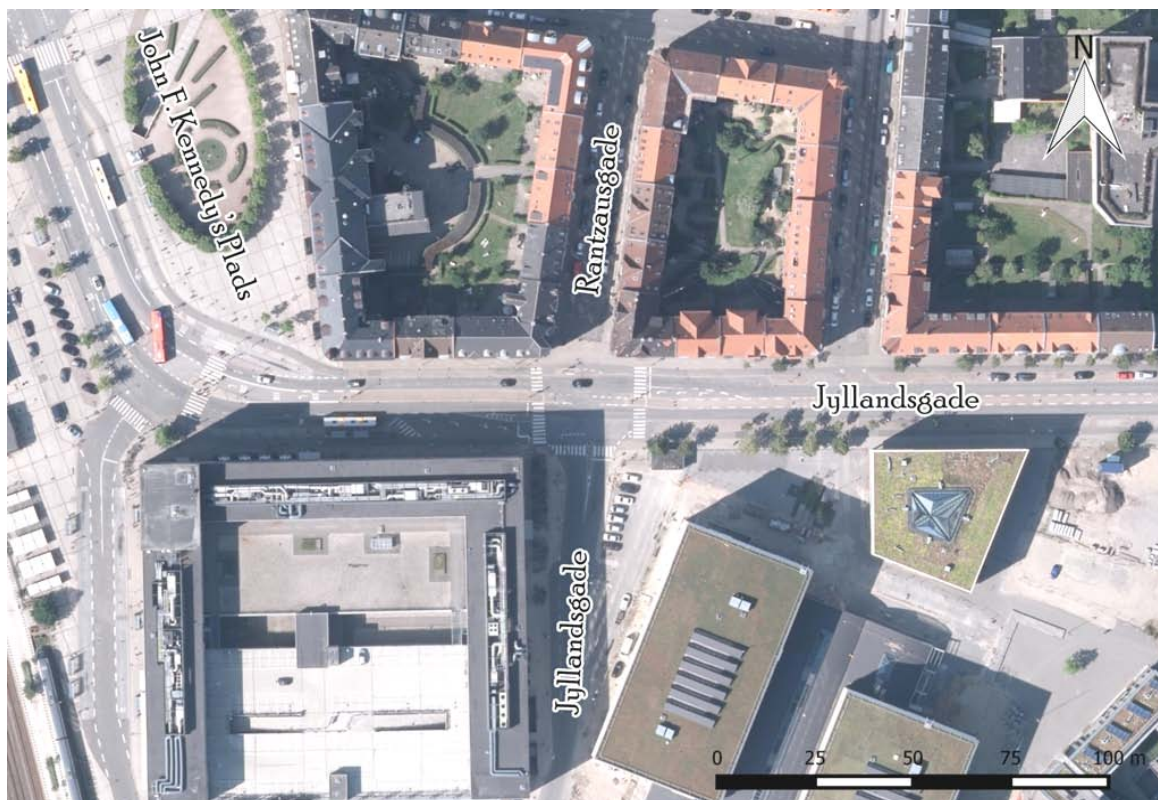
3.3.2 K2 – Jyllandsgade/Rantzausgade

Placering

Krydset Jyllandsgade/Rantzausgade er beliggende i det centrale Aalborg nær John F. Kennedys Plads, illustreret på Figur 3.7. Krydset ligger desuden i umiddelbar nærhed af Aalborg Busterminal og Aalborg Station, hvorefter et stort antal busser benytter krydset til og fra terminalområdet ved Kennedy Arkaden.

Krydset er placeret på cykelpendler rute nr. 600 og passeres hver dag af cyklister fra den østlige del af Aalborg mod blandt andet Aalborg Station. Et stort antal fodgængere benytter samtidig krydset til og fra Aalborg Studenterkursus, VUC Nordjylland og Kennedy Arkaden.

Både T-krydsets overligger og krop er benævnt Jyllandsgade. Krydset har tidligere været udformet som et firevejskryds (F-kryds) med tilslutning af Rantzausgade mod nord, illustreret på Figur 3.7. Adgangen til Rantzausgade er dog blevet lukket, men krydset er stadig benævnt Jyllandsgade/Rantzausgade. Et stort antal fodgængere og cyklister ankommer via Rantzausgade for, at krydse Jyllandsgade.

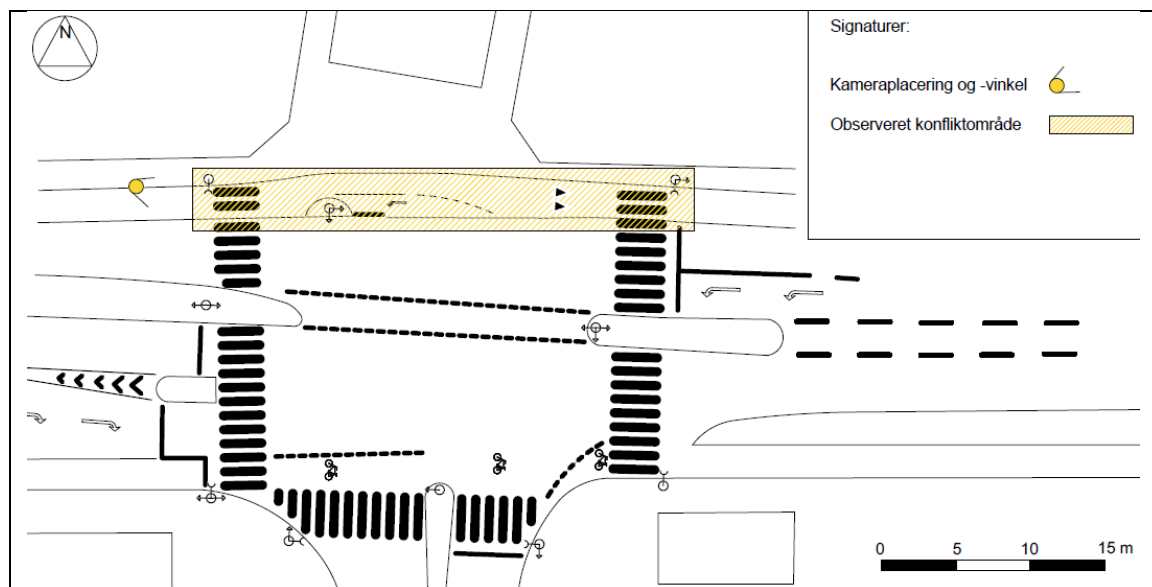


Figur 3.7: Ortofoto af T-krydset Jyllandsgade/Rantzausgade med væsentlige vejnavne. (COWI, 2014)*

Geometrisk udformning

Krydset Jyllandsgade/Rantzausgade er et mindre signalreguleret T-kryds med primær kanalisering. På Jyllandsgade er der cykelstier i både øst- og vestgående retning, der er venstresvingskanalisering for de cyklister, som ønsker at svinge mod syd fra overliggeren, og der er anlagt fodgængerfelter på alle tre vejgrene.

Tiltaget er udført for cyklister kørende på den gennemgående cykelsti fra øst mod vest på Jyllandsgade, illustreret på Figur 3.8, side 39. På figuren vises situationen, hvor cyklister er undtaget signal – illustreret ved vigelinje på cykelstien.



Figur 3.8: Principskitse for den geometriske udformning af T-krydset Jyllandsgade/Rantzausgade. Figuren viser kameraets placering i krydset samt konfliktområdet, hvor der er observeret konflikter.

Observationsområde

Krydset Jyllandsgade/Rantzausgade er filmet med ét videokamera fra en belysningsmast på den nordvestlige side af krydset, illustreret på Figur 3.8. Kameraet er placeret 3,5-4,0 meter over gadeniveau og har filmet på langs af konfliktområdet, markeret med gul skråskravering.

Kun ét videokamera var til rådighed til dette kryds, og derfor blev denne placering vurderet at være mest optimal. En alternativ placering var i en tilsvarende belysningsmast i krydsets sydøstlige hjørne. Denne placering blev dog fravalgt.

Kameraets synsfelt er illustreret på Figur 3.9. Der er foretaget observation af cyklister kørende mod vest i overliggeren, der enten konflikter med fodgængere krydsende mod nord eller syd i fodgængerfelterne eller med venstresvingende cyklister fra syd mod vest.



Figur 3.9: Synsfelt for videokamera placeret i belysningsmast i T-krydset Jyllandsgade/Rantzausgade. Figuren viser en situation for en samtidig ankomst mellem en ligeudkørende cyklist og en krydsende fodgænger.

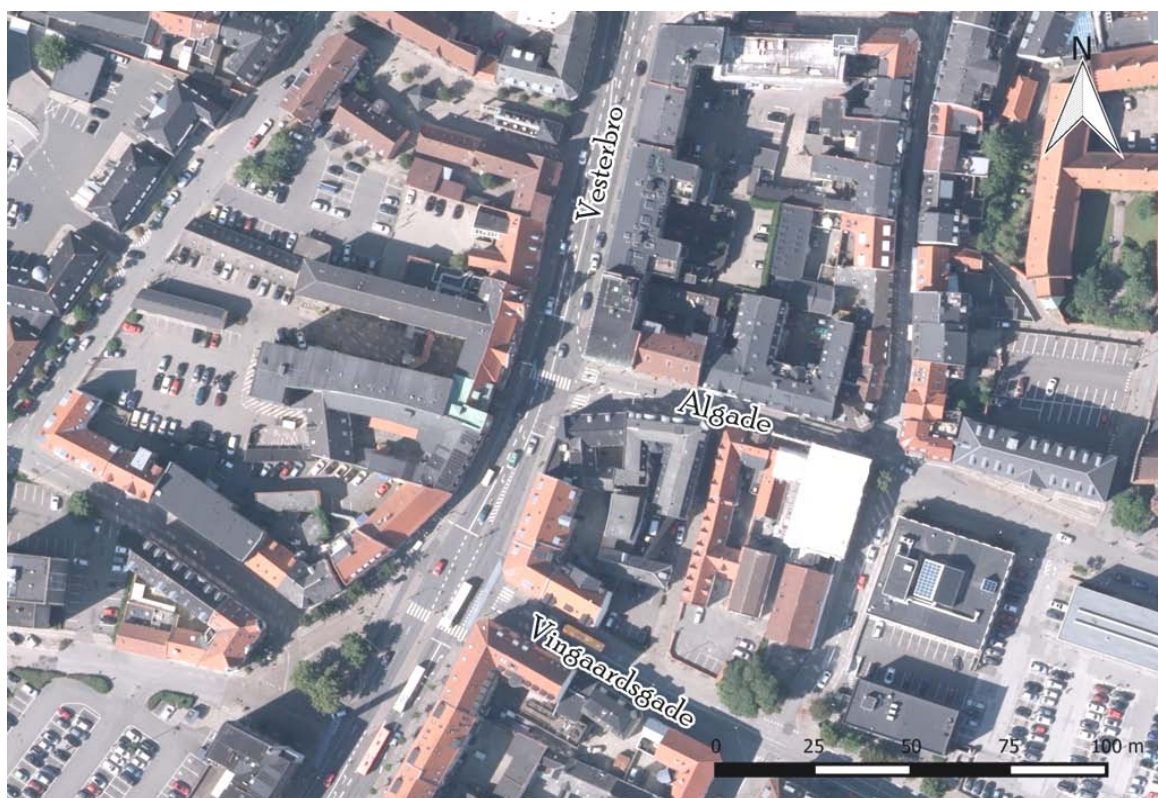
3.3.3 K3 – Vesterbro/Algade

Placering

Krydset Vesterbro/Algade er beliggende i det centrale Aalborg nær Budolfi Plads, som forbindes til Vesterbro via Vingaardsgade og Algade, illustreret på Figur 3.10.

T-krydsets overligger er benævnt Vesterbro, mens kroppen er benævnt Algade.

Krydset er placeret på cykelpendlerrute nr. 500 kaldet 'City-Syd-Ruten' og passeres hver dag af cyklister fra Aalborg Vestby og Nørresundby mod Aalborg SV. Samtidig er dette kryds et af de væsentlige fodgængerknudepunkter mellem Aalborg Vestby og det centrale Aalborg.



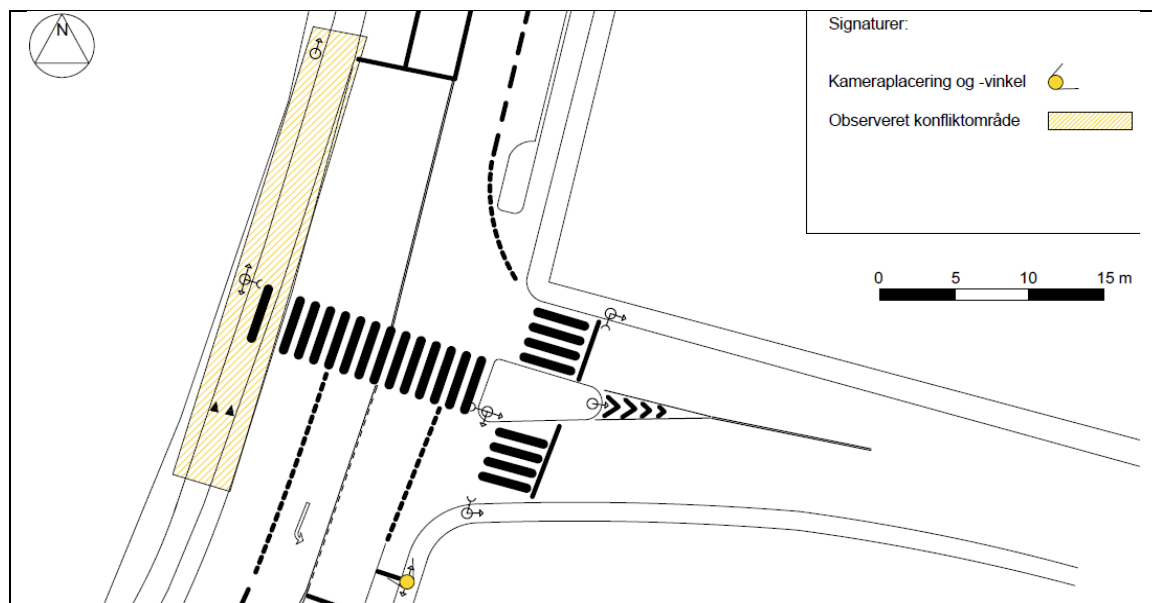
Figur 3.10: Ortofoto af T-krydset Vesterbro/Algade med væsentlige vejnavne. (COWI, 2014)*

Geometrisk udformning

Krydset Vesterbro/Algade er et mellemstort signalreguleret T-kryds. På Vesterbro er der cykelsti-er i begge retninger. Tiltaget er udført for cyklister kørende på den gennemgående cykelsti på Vesterbro i retning mod syd.

Krydsets geometri er en smule atypisk, idet Algade er ensrettet med kørsel mod vest. Dette tillader kun udkørsel fra Algade til Vesterbro, hvor trafikanter svingende mod nord eller syd deler sig hhv. højre og venstre om hellen på Algade, illustreret på Figur 3.11, side 41. Fodgængere, der skal krydse Vesterbro, skal benytte fodgængerfeltet, der går fra denne helle og til modsatte fortov.

I opstarten udtrykte politiet bekymring ved, at undtage cyklister fra signal i dette kryds. Både fortovet og den gennemgående cykelsti i overliggeren er forholdsvis smalle, hvilket kunne føre til en unødigt høj risiko for konflikter. Alligevel blev tiltagene godkendt og krydset blev medtaget i projektet.



Figur 3.11: Principskitse for den geometriske udformning af T-krydset Vesterbro/Algade. Figuren viser kameraets placering i krydset samt konfliktrådet, hvor der er observeret konflikter.

Observationsområde

Krydset er filmet med ét videokamera fra en signalstander på den sydøstlige side af krydset, illustreret på Figur 3.11. Kameraet er placeret 3,5-4,0 meter over gadeniveau. Oprindeligt var ønsket, at placere kameraet i krydsets vestlige del og filme på langs af konfliktrådet. Der var dog ingen tilgængelige belysningsmaster til dette formål. Det blev derfor vurderet, at en placering i krydsets sydøstlige del var det bedste alternativ. Dette har medført, at lastbiler og busser i enkelte tilfælde har dækket for cyklister kørende mod syd i overliggeren.

Kameraets synsfelt er illustreret på Figur 3.12. Der er observeret cyklister kørende mod syd i krydsets overligger, der enten konflikter med fodgængere krydsende mod øst/vest i fodgængerfeltet eller vest eller med venstresvingende cyklister fra øst mod syd.



Figur 3.12: Synsfelt for videokamera placeret i belysningsmast i T-krydset Vesterbro/Algade. Figuren viser en situation ledende op til en samtidig ankomst mellem en ligeudkørende cyklist og en krydsende fodgænger.

3.3.4 K4 – Hobrovej/Dallvej

Placering

Krydset mellem Hobrovej og Dallvej, illustreret på Figur 3.13, er beliggende i bydelen Skalborg i den sydvestlige del af Aalborg.

T-krydsets overligger er benævnt Hobrovej, som er en af Aalborgs største indfaldsveje fra det sydvestlige opland. Sekundærvejen, Dallvej, forbinder Dall Villaby med Skalborg. Krydset er placeret på cykelpendler rute nr. 500 og passerer hver dag af cyklister mellem Aalborg Centrum og Aalborg SV/City Syd.

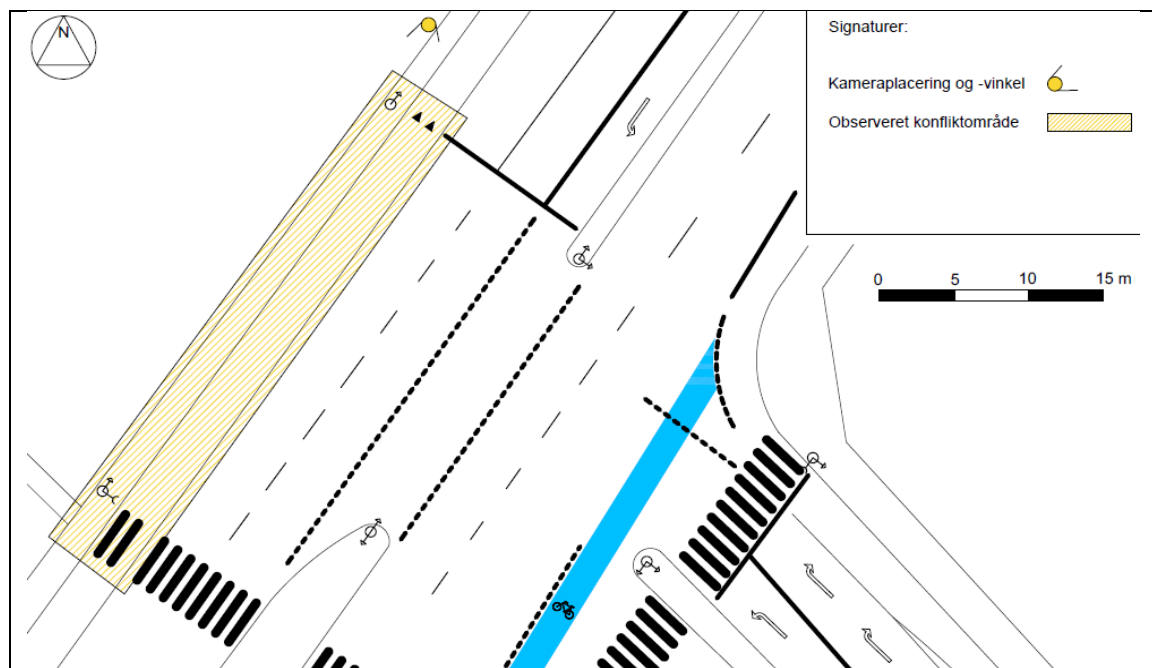


Figur 3.13: Ortofoto af T-krydset Hobrovej/Dallvej med væsentlige vejnavne. (COWI, 2014)*

Geometrisk udformning

Krydset Hobrovej/Dallvej er et større signalreguleret T-kryds med fire spor i primærretningen og to spor i sekundærretningen. Der er anlagt cykelstier i begge retninger på Hobrovej. På tværs af sidevejstilslutningen er der anlagt blå cykelfelt. Der er fodgængerfelter på Dallvej og på Hobroves sydvestlige side, illustreret på Figur 3.14, side 43.

Cyklister, der kører på den gennemgående cykelsti fra nordøst mod sydvest på Hobrovej, er blevet undtaget signal – illustreret ved vigelinje på cykelstien.



Figur 3.14: Principsskitse for den geometriske udformning af T-krydset Hobrovej/Dallvej. Figuren viser kameraets placering i krydset samt konfliktområdet, hvor der er observeret konflikter.

Observationsområde

Krydset Hobrovej/Dallvej er filmet med ét videokamera fra en belysningsmast på den nordlige side af krydset, illustreret på Figur 3.14. Kameraet er placeret 3,5-4,0 meter over gadeniveau filmdende på langs af konfliktområdet i cyklisternes kørselsretning. Der var kun ét videokamera til rådighed og deraf blev denne placering vurderet at være optimal.

Kameraets synsfelt er illustreret på Figur 3.15. Der er foretaget observation af cyklister kørende mod sydvest i overliggeren på Hobrovej, der enten konflikter med fodgængere krydsende i fodgængerfeltet mod nordvest eller sydøst eller venstresvingende cyklister fra sydøst mod sydvest.



Figur 3.15: Synsfelt for videokamera placeret i belysningsmast i T-krydset Hobrovej/Dallvej. Figuren viser en situation ledende op til en samtidig ankomst mellem en ligeudkørende cyklist og en krydsende fodgænger.

4. Databehandling

I dette kapitel præsenteres de anvendte videoanalyseværktøjer i den tidsbaserede konfliktteknik-metode til detektering af bløde trafikanter og til analyse af konfliktsituationer mellem disse. Programmet T-Convertor er anvendt til at omdanne videoklip til billedsekvenser (videoframes), mens programmerne T-Calibration og T-Analyst er anvendt til at efterbehandle potentielle konfliktsituationer (Trafvid, 2014a, 2014b, 2015).

4.1 T-Convertor

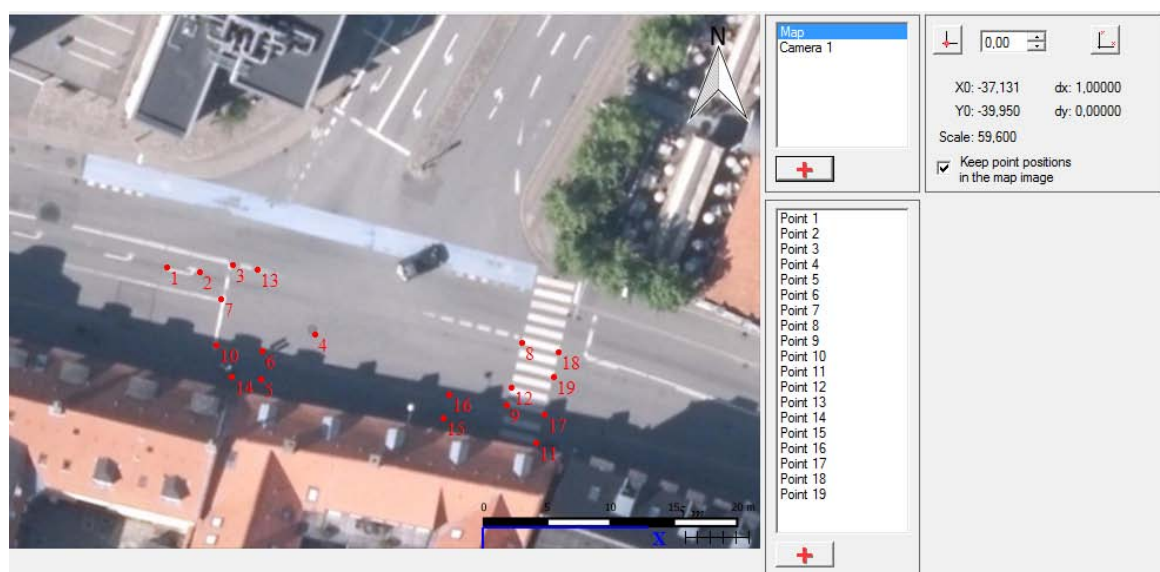
T-Convertor er et program, der anvendes til videokonvertering. Programmet er benyttet til at omdanne videooptagelser til billedsekvenser – typisk 25 eller 30 billeder pr. sekund. Disse sekvenser er efterfølgende indlæst i T-Analyst, forklaret i afsnit 4.3.

Når flere kameraer anvendes til at optage i samme kryds, kan flere videooptagelser sammenkøres med T-Convertor. Denne funktion er dog ikke anvendt i dette projekt.

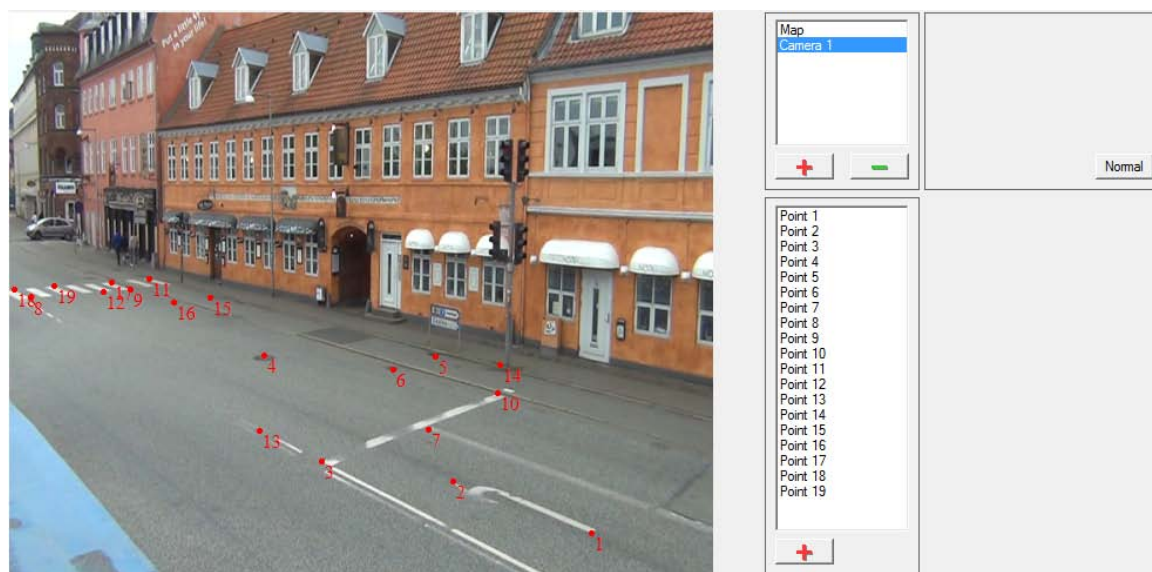
4.2 T-Calibration

T-Calibration er et videokalibreringsprogram, der anvendes til at oprette kalibreringsfiler til brug i programmet T-Analyst, forklaret i afsnit 4.3. Til hvert enkeltstående kryds er der oprettet en unik kalibreringsfil ud fra et ortofoto af det respektive kryds, hvorpå målestoksforholdet er registreret, illustreret på Figur 4.1.

Efterfølgende er et enkelt videoframe af videokameraets synsfelt indlæst i programmet. Da kameraets synsfelt varierer fra dag til dag, er der foretaget én kalibrering pr. dag pr. kryds. Ud fra ortofotoet og kameraets synsfelt er der oprettet en række referencepunkter, som kan genfindes på begge billeder, illustreret på Figur 4.1 og Figur 4.2, side 46. Jo flere referencepunkter, desto mere præcis bliver kalibreringen.



Figur 4.1: Eksempel på registrering af målestoksforhold og oprettelse af referencepunkter ud fra et ortofoto af T-krydset Ved Stranden. (Trafvid, 2015)*



Figur 4.2: Eksempel på oprettelse af referencepunkter ud fra et skærbillede af videokameraets synsfelt i T-krydset Ved Stranden. (Trafvid, 2015)*

Ved at bruge referencepunkterne, kan programmet efterfølgende oprette en unik kalibreringsfil, der således beskriver kameraets position i krydset, hældning, orientering og opstillingshøjde i forhold til konfliktområdet. Denne fil kan indlæses i programmet T-Analyst for videre bearbejdning af de potentielle konfliktsituationer.

En usikkerhed ved den tidsbaserede konfliktteknikmetode opstår ved selve kalibreringen af videooptagelserne. Denne sker som nævnt ud fra en række referencepunkter, og det er således vigtigt, at disse punkter placeres præcist. I forbindelse med selve kalibreringen angiver programmet en fejlmargen på denne. Ønsket har været, at opnå en fejlmargen på mindre end eller lig med 20 cm indenfor de observerede konfliktområder, hvilket er opnået. Ved større fejlmargen vil der kunne forekomme store afvigelser i takt med at afstanden til kameraet stiger og deraf stor usikkerhed på de beregnede tidsværdier.

På et diagram for kameraets nøjagtighed kan det ses, at kalibreringens fejlmargen stiger i takt med større afstand til kameraet. Dette er angivet på en farveskala for usikkerhedens størrelse i meter, illustreret på Figur 4.3. I de kryds, hvor konflikterne kan forekomme langt fra kameraets position, kan fejlmarginen få stor betydning for resultaterne.



Figur 4.3: Eksempel på T-Calibration-diagram for kameraets nøjagtighed. Diagrammet indeholder et ortofoto af krydset, et billede af videokameraets synsfelt samt fejlmargin illustreret ved en farveskala. (Trafvid, 2015)*

4.3 T-Analyst

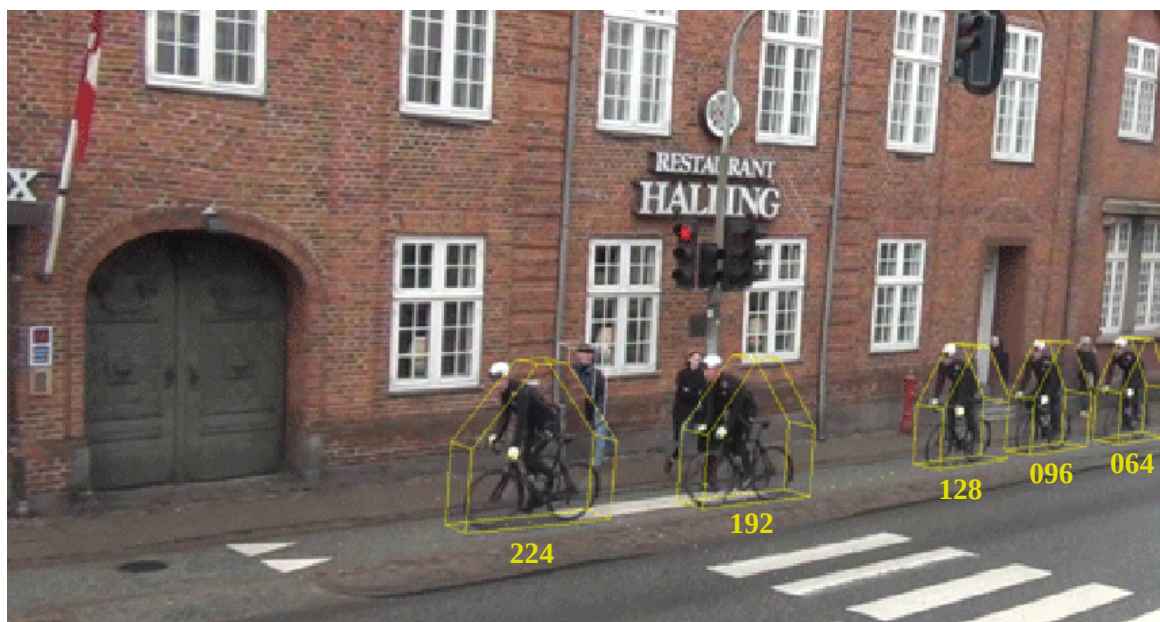
T-Analyst er et program til semiautomatisk videoanalyse af trafikvideoer. Programmet er benyttet til at foretage en detaljeret analyse af interessante konfliktsituationer ved at gennemgå de enkelte situationer "frame-by-frame".

De konverterede videoklip samt kalibreringsfiler for de enkelte lokaliteter, forklaret i afsnit 4.1 og 4.2, er indlæst i programmet T-Analyst. Disse er benyttet til at oprette en 3D model af konfliktområdet samt de involverede trafikanters kursbevægelser og interaktion i en konfliktsituation. Trafikanternes placering, hastighed og kurs er således bestemt til forskellige tidspunkter under en given hændelse.

Hvis flere trafikanter er involveret i samme hændelse, er der foretaget flere beregninger. Hvilke konfliktende trafikanter, der umiddelbart er tættest på hinanden i tid og rum, og deraf hvilken konfliktsituation som er mest kritisk, er ikke altid tydeligt.

Programmet er i dette projekt anvendt til at bestemme trafikanternes hastighed samt tidsværdierne TTC_{min} og $T_{2,min}$ for hver fjerde frame i en konfliktsituation. Trafikanternes hastighed og førnævnte tidsværdier er beregnet ud fra trafikanternes individuelle kursbevægelser, som er bestemt ved manuelt at placere omrids for hver trafikant.

På Figur 4.4 er der samlet en række udvalgte omrids fra en konfliktsituation, hvor en ligeudkørende cyklist passerer igennem et prædefineret konfliktområde. Generelt set er der placeret et omrids for hver fjerde frame, og de gule talværdier angiver dermed fem udvalgte frames for den respektive situation. Programmet har beregnet cyklistens hastighed og kurs ud fra disse omrids. I denne situation sker konflikten mellem cyklisten og en ventende fodgænger, hvor der ligeledes er placeret omrids for hver fjerde frame. Til hver situation er det vurderet, om standardomridsets geometri (længde, bredde og højde) svarer til trafikantens størrelse. Er dette ikke tilfældet, er omridset tilpasset den respektive trafikant.



Figur 4.4: Eksemplificering af "frame-by-frame"-gennemgang i T-Analyst, hvor en ligeudkørende cyklist passerer igennem konfliktområdet. Billedet viser udvalgte omrids for cyklisten.

Når alle omrids for de involverede trafikanter er placeret, kan programmet beregne de ønskede tidsværdier for situationen. Figur 4.5 viser en potentiel konfliktsituation mellem en ligeudkørende cyklist og en fodgænger fra venstre efter krydset. I denne respektive frame er trafikanterne ikke på kollisionskurs, og derfor beregnes værdierne T_{Adv} til 0,46 sek. og T_2 til 3,91 sek. Hvis der i stedet forekommer en kollisionskurs mellem trafikanterne, viser programmet TTC-værdiens størrelse til den respektive frame.



Figur 4.5: Eksempel på "frame-by-frame"-gennemgang af konfliktsituation. Her ses en situation, hvor de to konfliktende trafikanter ikke er på kollisionskurs og derfor beregnes T_{Adv} og T_2 for den pågældende frame.

5. Resultater

I dette kapitel præsenteres undersøgelsens resultater. Indledningsvis præsenteres de overordnede resultater fordelt på de fire projektlokaliteter før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal. Hernæst foretages en detaljeret gennemgang af de respektive kryds. Her præsenteres trafiktællingerne fordelt på trafikantgrupper og -adfærd. Endvidere gennemgås antallet af samtidige ankomster og alvorlige konflikter udpeget ved projektets to metoder samt fordelt på uheldssituationer. Manuelle trafiktællinger er gengivet i Appendiks B1, og beregninger af tiltagenes sikkerhedsmæssige effekter præsenteres i kapitel 6.

5.1 Overordnede resultater

Tabel 5.1 er projektets første hovedresultattabel. Denne beskriver bløde trafikanters relative konfliktrisiko i de respektive kryds. Konfliktrisikoen er angivet som antallet af alvorlige konflikter pr. 100 samtidige ankomster fordelt på de to anvendte metoder.

Kryds	Konfliktrisiko			
	Tidsbaseret		Delphi	
	Før	Efter	Før	Efter
K1 Ved Stranden	3,5 (2)	0,0 (0)	1,8 (1)	0,0 (0)
K2 Jyllandsgade/Rantzausgade	3,5 (5)	1,5 (3)	2,1 (3)	0,0 (0)
K3 Vesterbro/Algade	3,2 (5)	2,6 (6)	0,0 (0)	0,0 (0)
K4 Hobrovej/Dallvej	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
I alt	3,2 (12)	1,9 (9)	1,1 (4)	0,0 (0)

Tabel 5.1: Konfliktrisiko udtrykt ved alvorlige konflikter før og efter pr. 100 samtidige ankomster fordelt på kryds og metode. Det reelle antal konflikter er angivet i parentes.

Af tabellen ses, at bløde trafikanter har den største risiko for at blive involveret i en alvorlig konflikt i krydsene Ved Stranden og Jyllandsgade/Rantzausgade i førperioden. I krydset Hobrovej/Dallvej er konfliktrisikoen uændret fra før- til efterperioden. I de øvrige kryds er konfliktrisikoen overordnet set reduceret fra før- til efterperioden.

Tabel 5.2 er projektets anden hovedresultattabel. Denne beskriver de bløde trafikanters relative konfliktrisiko i forhold til, at blive involveret i en specifik uheldssituation. Konfliktrisikoen er igen angivet som antallet af alvorlige konflikter pr. 100 samtidige ankomster fordelt på de to anvendte metoder.

Uheldssituation	Konfliktrisiko			
	Tidsbaseret		Delphi	
	Før	Efter	Før	Efter
650 Venstresvingende cyklist	1,8 (1)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
871 Fodgænger fra højre før kryds	6,1 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)	0,0 (0)
872 Fodgænger fra venstre før kryds	0,0 (0)	5,6 (2)	0,0 (0)	0,0 (0)
873 Fodgænger venstre efter kryds	1,4 (2)	2,3 (4)	0,7 (1)	0,0 (0)
874 Fodgænger fra højre efter kryds	5,5 (7)	2,1 (3)	2,4 (3)	0,0 (0)
I alt	3,2 (12)	1,9 (9)	1,1 (4)	0,0 (0)

Tabel 5.2: Konfliktrisiko udtrykt ved alvorlige konflikter før og efter pr. 100 samtidige ankomster fordelt på uheldssituation og metode. Det reelle antal konflikter er angivet i parentes.

Den tidsbaserede metode viser, at der i førperioden er størst risiko for alvorlige konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre både før og efter krydsene. I efterperioden er billedet vendt, da der er størst risiko for, at konflikter opstår med fodgængere krydsende fra venstre mod

højre før krydsene – og til dels efter krydsene. Delphimetodens resultater for førperioden viser størst risiko for konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre efter krydsene. Delphimetoden har ikke udpeget alvorlige konflikter i efterperioden.

Sammenligning af metodernes resultater:

- Reduceret konfliktrisiko fra før- til efterperioden.
- Størst konfliktrisiko i krydsene K1 og K2 i førperioden.
- Størst konfliktrisiko i førperioden ved uheldssituation 871 og 874 (fodgængere krydsende fra højre mod venstre).
- Stor udpegningsvariation mellem metoderne. Den tidsbaseret metode udpeger flere alvorlige konflikter (21 stk.) sammenlignet med Delphimetoden (4 stk.).

Tabel 5.3 er projektets tredje hovedresultattabel. Denne beskriver ligeudkørende cyklisters maksimale hastighed i konfliktsituationer før og efter, at de er blevet undtaget signal. Værdierne udtrykker gennemsnittet for ligeudkørende cyklisters maksimale hastighed i konfliktsituationer, og er beregnet ved T-Analyst. Der tages udgangspunkt i de 50 potentielt alvorlige konflikter, og middelværdierne er gengivet i tabellen.

Kryds	Hastighed [km/t]				
	Før		Efter	Ændring	
K1 – Ved Stranden	16,0	(4)	13,8	(3)	- 14 %
K2 – Jyllandsgade/Rantzausgade	22,2	(12)	19,1	(7)	- 14 %
K3 – Vesterbro/Algade	20,0	(6)	16,0	(16)	- 20 %
K4 – Hobrovej/Dallvej	18,7	(1)	18,7	(1)	0 %
Middel	20,4	(23)	16,7	(27)	- 18 %

Tabel 5.3: Ligeudkørende cyklisters maksimale hastighed i konfliktsituationer før og efter, at de er undtaget signal. Det reelle antal konfliktsituationer er angivet i parentes. Se Appendiks B3 for detaljeret beskrivelse.

Af tabellen ses, at cyklisterne maksimale hastighed i konfliktsituationer gennemsnitligt er reduceret 18 % fra før til efter. Der kan observeres en hastighedsreduktion i krydsene K1-K3, mens hastigheden er uændret i K4.

Tabel 5.4 er projektets fjerde hovedresultattabel. Denne viser antallet af vigepligtsovertrædelser for ligeudkørende cyklister før og efter, at de er blevet undtaget signal. Der tages udgangspunkt i de i alt 21 alvorlige konflikter udpeget ved den tidsbaserede metode. Disse konflikter er udpeget, da trafikanterne passerer tæt forbi hinanden (med kritiske tidsværdier), og det er således muligt at registrere potentielle vigepligtsovertrædelser.

Vigepligtssituation	Ligeudkørende cyklister i overligger	
	Før	Efter
Overholder vigepligt	30 %	63 %
Overtræder vigepligt	70 %	37 %

Tabel 5.4: Ligeudkørende cyklisters overtrædelse af vigepligt i konfliktsituationer før og efter, at de er undtaget signal. Registreringerne er foretaget ved en manuel vurdering.

Af tabellen ses en tendens til, at cyklisterne i højere grad overholder deres vigepligt i efterperioden. Antallet af vigepligtsovertrædelser er således reduceret fra 70 til 37 %.

I det følgende er der foretaget en detaljeret gennemgang af resultaterne i de fire kryds.

5.2 K1 – Ved Stranden

I dette afsnit præsenteres resultaterne for krydset Ved Stranden opdelt på før- og efterundersøgelsen. Der foretages endvidere en gennemgang af observerede trafikanter, antal samtidige ankomster og antal alvorlige konflikter.

Førundersøgelse

Førundersøgelsen er foretaget mandag d. 31.08.2015, onsdag d. 02.09.2015 og torsdag d. 10.09.2015 i tidsrummet 06:50 - 17:00. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 06:55. Det samlede videomateriale for førundersøgelsen omfatter 30 timer.

Tabel 5.5 viser den samlede fordeling af bløde trafikanter i krydset. I alt er der registreret 6.990 bløde trafikanter fordelt på 6.421 cyklister og 569 fodgængere. Der er registreret 6.269 ligeudkørende cyklister og 708 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i overliggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	4.972	71,1 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	164	2,3 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	1.130	16,2 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	3	0,0 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	242	3,5 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	327	4,7 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	26	0,4 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	113	1,6 %
Øvrige *		13	0,2 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		6.990	100,0 %

Tabel 5.5: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Ved Stranden, hvor signalet skal efterleves. *Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Af tabellen ses, at ligeudkørende cyklister er hovedparten af de optalte bløde trafikanter. Størstedelen af disse ankommer og kører i grøntiden. Samtidig har flertallet af cyklisterne, der ankommer til krydset i rødtiden, tendens til at fortsætte frem for rødt lys. Der ses en jævn fordeling af fodgængere krydsende fra hhv. højre og venstre fortov. Der er ganske få cyklister, der benytter fortovet ved rødt lys.

Tabel 5.6 viser fordelingen af alvorlige konflikter, samtidige ankomster og konfliktrisiko for de to anvendte metoder og opdelt på uheldssituationer. Resultaterne fra to metoder gennemgås separat i de følgende afsnit.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	0	0	10	-	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	0	0	28	-	-
874	Fodgænger fra højre efter kryds	2	1	19	10,5	5,3
I alt		2	1	57	3,5	1,8

Tabel 5.6: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Ved Stranden, hvor signalet skal efterleves.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

I førperioden er der udpeget fire potentielt alvorlige konflikter af de i alt 57 samtidige ankomster. Disse fire situationer er efterbehandlet med T-Analyst, og resultaterne er illustreret i Tabel 5.7.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC _{min}	T _{2,min}	Alvorlig?
12	874	Cykl	Fodg	0,94	0,84	Ja
26	874	Cykl	Fodg	1,30	0,23	Ja
27	874	Cykl	Fodg	1,32	1,25	Nej
47	873	Cykl	Fodg	-	2,35	Nej

Tabel 5.7: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af udvalgte kritiske situationer fra førperioden i krydset Ved Stranden.

Resultaterne viser, at to situationer kan kategoriseres som alvorlige. De alvorlige konflikter sker med fodgængere krydsende fra højre mod venstre (uheldssituation 874). Tabellen viser resultaterne for de fire situationer. Konflikterne kan ses på internettet ved at trykke på tallene i kolonnen 'Lb.nr.'. Én situation er udpeget grundet $TTC_{min} \leq 1,00$ sek., hvor trafikanterne er på kollisionskurs, og én situation grundet $T_{2,min} \leq 0,55$ sek., hvor trafikanterne passerer tæt forbi hinanden.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

De fire potentielt alvorlige konflikter fra førperioden er ligeledes kategoriseret ved Delphimetoden, illustreret i Tabel 5.8. Resultaterne viser, at én situation kan kategoriseres som alvorlig.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
12	874	3	0,35	0,00	Ja	Ja
26	874	2	0,60	1,00	Ja	Nej
27	874	0	0,28	0,00	Ja	Nej
47	873	0	0,00	0,00	Ja	Nej

Tabel 5.8: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra førperioden i krydset Ved Stranden.

Der er konsensus i respondenternes bedømmelser af de fire situationer ved $IQR \leq 1,00$. Således er respondenterne enige om, at blot denne ene situation kan kategoriseres som alvorlig.

Efterundersøgelse

Efterundersøgelsen er foretaget tirsdag d. 09.02.2016, tirsdag d. 16.02.2016 og torsdag d. 18.02.2016 i tidsrummet 06:50 - 17:00. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 06:55. Der er kun anvendt ni af i alt ti timers videooptagelser fra torsdag d. 18.02.2016 i tidsrummet 06:55 til 15:55, da videokameraets batteri blev opbrugt hurtigere end ventet. Det samlede video-materiale for efterundersøgelsen omfatter således 29 timer.

En samlet oversigt for fordelingen af bløde trafikanter kan ses af Tabel 5.9, hvor der ses registreret 4.620 bløde trafikanter fordelt på 4.297 cyklister og 323 fodgængere. Der er registreret 4.226 ligeudkørende cyklister og 386 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i over-liggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	3.411	73,8 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	9	0,2 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	805	17,4 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	1	0,0 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	129	2,8 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	194	4,2 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	11	0,3 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	52	1,1 %
Øvrige *		8	0,2 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		4.620	100,0 %

Tabel 5.9: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Ved Stranden, hvor cyklister er undtaget signal.

*Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Af tabellen kan det ses, at hovedparten af cyklisterne ankommer og kører i grøntiden. De fleste cyklister, der ankommer til krydset i rødtiden, kører frem for rødt lys.

Tabel 5.10 viser antallet af samtidige ankomster samt alvorlige konflikter og konfliktrisiko opdelt på anvendt metode og uheldssituationer. Der er ikke udpeget alvorlige konflikter i efterperioden.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Antal samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	0	0	4	-	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	0	0	13	-	-
874	Fodgænger fra højre efter kryds	0	0	15	-	-
I alt		0	0	32	-	-

Tabel 5.10: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Ved Stranden, hvor cyklister er undtaget signal.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

Der er udpeget tre potentielt alvorlige konflikter af de 32 samtidige ankomster. Resultaterne viser, at ingen af situationerne kan kategoriseres som alvorlige, jævnfør Tabel 5.10, side 55.

Tabel 5.11 viser de beregnede tidsværdier for de tre situationer. Konflikterne kan ses på internettet ved at trykke på tallene i kolonnen 'Lb.nr.'. Kun én af situationerne indeholder en kollisionskurs, og for denne situation er $TTC_{min} > 1,00$ sek. For alle tre situationer er $T_{2,min} > 0,55$ sek., og således er der ingen registrerede alvorlige konflikter i efterperioden.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC_{min}	$T_{2,min}$	Alvorlig?
07	874	Cykl	Cykl	-	1,66	Nej
15	874	Cykl	Fodg	2,83	1,19	Nej
20	873	Cykl	Fodg	-	0,72	Nej

Tabel 5.11: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af udvalgte kritiske situationer fra efterperioden i krydset Ved Stranden.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

De tre potentielt alvorlige konflikter fra efterperioden er ligeledes kategoriseret ved Delphimetoden. Jævnfør Tabel 5.12 er der enighed blandt respondenterne om, at ingen af situationerne kan kategoriseres som alvorlige konflikter.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
07	874	1	0,41	0,20	Ja	Nej
15	874	1	0,46	0,00	Ja	Nej
20	873	1	0,49	1,00	Ja	Nej

Tabel 5.12: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra efterperioden i krydset Ved Stranden.

5.3 K2 – Jyllandsgade/Rantzausgade

I dette afsnit præsenteres resultaterne for krydset Jyllandsgade/Rantzausgade opdelt på før- og efterundersøgelsen, observerede trafikanter, antal samtidige ankomster og alvorlige konflikter.

Førundersøgelse

Førundersøgelsen er foretaget mandag d. 31.08.2015, onsdag d. 02.09.2015 og torsdag d. 10.09.2015 i tidsrummet 06:55 - 17:05. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 07:00. Der er kun anvendt syv timers videooptagelser fra onsdag d. 02.09.2015 i tidsrummet 07:00 - 14:00, da videokameraets batteri blev opbrugt hurtigere end forventet. Det samlede videomateriale for førundersøgelsen omfatter i alt 27 timer.

En samlet oversigt for fordelingen af bløde trafikanter kan ses af Tabel 5.13. I alt er der registreret 8.611 bløde trafikanter fordelt på 3.302 cyklister og 5.309 fodgængere. Der er registreret 2.710 ligeudkørende cyklister og 5.871 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i overliggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	1.837	21,4 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	300	3,5 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	554	6,4 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	19	0,2 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	2.861	33,2 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	2.448	28,4 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	212	2,5 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	350	4,1 %
Øvrige *		30	0,3 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		8.611	100,0 %

Tabel 5.13: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade, hvor signalet skal efterleves. *Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Tabellen viser, at hovedparten af cyklisterne ankommer og kører i grøntiden. Cyklister, der ankommer til krydset i rødtiden, har overvejende tendens til at køre frem for rødt lys.

Tabel 5.14 viser resultaterne af førundersøgelsen. Antallet af alvorlige konflikter, samtidige ankomster og konfliktrisiko ved brug af de to metoder er opdelt på uheldssituationer. Resultaterne gennemgås i de følgende afsnit.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Antal samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	1	0	13	7,7	-
871	Fodgænger fra højre før kryds	2	0	33	6,1	-
872	Fodgænger fra venstre før kryds	0	0	17	-	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	0	1	48	-	2,1
874	Fodgænger fra højre efter kryds	2	2	31	6,5	6,5
I alt		5	3	142	3,5	2,1

Tabel 5.14: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade, hvor signalet skal efterleves.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

I førperioden er der udpeget 12 potentielt alvorlige konflikter af de i alt 142 samtidige ankomster. Disse situationer er efterbehandlet med T-Analyst. Resultaterne herfra viser, at fem situationer kan kategoriseres som alvorlige, jævnfør Tabel 5.14, side 57.

Tabel 5.15 viser resultaterne for de 12 situationer, som kan ses på internettet ved at trykke på tallene i kolonnen 'Lb.nr.'. De alvorlige konflikter sker med trafikanter krydsende fra højre mod venstre (konfliktsituation 871 og 874) og en venstresvingende cyklist (konfliktsituation 650). To konflikter er udpeget grundet $TTC_{min} \leq 1,00$, hvor den ligeledes har $T_{2,min} \leq 0,55$ sek. De tre andre alvorlige konflikter er udpeget grundet $T_{2,min} \leq 0,55$ sek.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC_{min}	$T_{2,min}$	Alvorlig?
04	650	Cykl	Cykl	3,93	1,33	Nej
10	874	Cykl	Fodg	0,09	0,66	Ja
17	871	Cykl	Fodg	-	1,20	Nej
18	871	Cykl	Fodg	1,33	0,40	Ja
23	873	Cykl	Fodg	3,20	0,73	Nej
25	873	Cykl	Fodg	3,21	1,09	Nej
31	874	Cykl	Fodg	3,60	0,91	Nej
34	874	Cykl	Cykl	0,04	0,26	Ja
35	871	Cykl	Fodg	-	0,44	Ja
39	873	Cykl	Fodg	2,78	1,26	Nej
44	650	Cykl	Cykl	2,05	0,54	Ja
49	873	Cykl	Fodg	1,66	-	Nej

Tabel 5.15: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af udvalgte kritiske situationer fra førperioden i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

De 12 potentielle konflikter fra førperioden er ligeledes kategoriseret ved Delphimetoden. Jævnfør Tabel 5.16 har respondenterne vurderet, at tre situationer kan kategoriseres som alvorlige. Der er konsensus i respondenternes bedømmelser af de 12 situationer ved $IQR \leq 1,00$.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
04	650	2	0,64	1,00	Ja	Nej
10	874	3	0,63	1,00	Ja	Ja
17	871	2	0,49	1,00	Ja	Nej
18	871	2	0,59	0,20	Ja	Nej
23	873	0	0,64	1,00	Ja	Nej
25	873	1	0,00	0,00	Ja	Nej
31	874	2	0,38	0,00	Ja	Nej
34	874	3	0,00	0,00	Ja	Ja
35	871	2	0,44	0,60	Ja	Nej
39	873	3	0,52	1,00	Ja	Ja
44	650	1	0,63	1,00	Ja	Nej
49	873	1	0,28	0,00	Ja	Nej

Tabel 5.16: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra førperioden i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade.

Efterundersøgelse

Efterundersøgelsen er foretaget tirsdag d. 09.02.2016, tirsdag d. 16.02.2016 og torsdag d. 18.02.2016 i tidsrummet 06:55 - 17:05. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 07:00.

Der er kun anvendt 8 timers video fra tirsdag d. 09.02.2016 i tidsrummet 07:00 til 15:00, da videokameraets batteri blev opbrugt hurtigere end ventet. Det samlede videomateriale for efterundersøgelsen omfatter således 28 timer.

En samlet oversigt for fordelingen af bløde trafikanter kan ses af Tabel 5.17. I alt er der registreret 6.504 bløde trafikanter fordelt på 2.048 cyklister og 4.456 fodgængere. Der er registreret 1.713 ligeudkørende cyklister og 4.780 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i overliggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	1.210	18,6 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	24	0,4 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	478	7,3 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	1	0,0 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	2.449	37,6 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	2.007	30,9 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	132	2,0 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	192	3,0 %
Øvrige *		11	0,2 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		6.504	100,0 %

Tabel 5.17: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade, hvor cyklister er undtaget signal. *Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Af tabellen kan det ses, at hovedparten af de ligeudkørende cyklister ankommer og kører i grøntiden. Langt de fleste cyklister, der ankommer til krydset i rødtiden, benytter sig endvidere af muligheden for at køre frem for rødt lys.

Tabel 5.18 viser fordelingen af alvorlige konflikter, samtidige ankomster og konfliktrisiko for de to anvendte metoder og opdelt på uheldssituationer. Der er udpeget tre alvorlige konflikter ved tidsværdier og ingen alvorlige konflikter ved Delphimetoden.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Antal samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	0	0	10	-	-
871	Fodgænger fra højre før kryds	0	0	66	-	-
872	Fodgænger fra venstre før kryds	2	0	36	5,6	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	0	0	50	-	-
874	Fodgænger fra højre efter kryds	1	0	44	2,3	-
I alt		3	0	206	1,5	-

Tabel 5.18: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade, hvor cyklister er undtaget signal.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

I efterperioden er der udpeget syv potentielt alvorlige konflikter af de i alt 206 samtidige ankomster – alle værende cyklist-fodgænger-konflikter. Disse syv situationer er efterbehandlet med T-Analyst. Tabel 5.18, side 59, viser, at tre situationer kan kategoriseres som alvorlige ud fra de valgte kriterier for alvorlige konflikter.

Tabel 5.19 viser de beregnede tidsværdier for de syv kritiske situationer. Konflikterne kan ses på internettet ved at trykke på tallene i kolonnen 'Lb.nr.'. De tre alvorlige konflikter er udpeget grundet $T_{2,min} \leq 0,55$ sek. og er således udtryk for, at trafikanterne passerer tæt forbi hinanden uden at være på kollisionskurs. Én alvorlig konflikt sker med en fodgænger krydsende fra højre efter krydset, mens to sker med fodgængere krydsende fra venstre før krydset.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC_{min}	$T_{2,min}$	Alvorlig?
05	874	Cykl	Fodg	3,66	1,28	Nej
08	874	Cykl	Fodg	1,69	0,38	Ja
09	871	Cykl	Fodg	1,79	1,01	Nej
32	871	Cykl	Fodg	1,25	3,01	Nej
41	873	Cykl	Fodg	-	2,41	Nej
46	872	Cykl	Fodg	1,44	0,41	Ja
50	872	Cykl	Fodg	2,92	0,38	Ja

Tabel 5.19: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af udvalgte kritiske situationer fra efterperioden i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

De syv potentielt alvorlige konflikter er ligeledes efterbehandlet ved Delphimetoden. Respondenterne har vurderet, at ingen af situationerne kan kategoriseres som alvorlige, jævnfør Tabel 5.20.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
05	874	1	0,26	0,00	Ja	Nej
08	874	2	0,64	1,00	Ja	Nej
09	871	1	0,41	0,20	Ja	Nej
32	871	2	0,38	0,00	Ja	Nej
41	873	1	0,28	0,00	Ja	Nej
46	872	1	0,00	0,00	Ja	Nej
50	872	1	0,28	0,00	Ja	Nej

Tabel 5.20: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra efterperioden i krydset Jyllandsgade/Rantzausgade.

5.4 K3 – Vesterbro/Algade

I dette afsnit præsenteres resultaterne for krydset Vesterbro/Algade opdelt på før- og efterundersøgelsen, observerede trafikanter, antal samtidige ankomster og alvorlige konflikter.

Førundersøgelse

Førundersøgelsen er foretaget mandag d. 31.08.2015, onsdag d. 02.09.2015 og torsdag d. 10.09.2015 i tidsrummet 06:45 - 16:55. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 06:50. Fra d. 02.09.2015 er der anvendt syv timers video fra tidsrummet 06:50 - 13:50. Det samlede videomateriale for førperioden omfatter 27 timer.

En samlet oversigt for fordelingen af bløde trafikanter kan ses af Tabel 5.21. I alt er der registreret 8.243 bløde trafikanter fordelt på 5.127 cyklister og 3.116 fodgængere. Der er registreret 4.385 ligeudkørende cyklister og 3.852 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i overliggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	2.222	26,9 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	1.057	12,8 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	1.089	13,2 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	17	0,2 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	1.881	22,8 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	1.235	15,0 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	71	0,9 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	665	8,1 %
Øvrige *		6	0,1 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		8.243	100,0 %

Tabel 5.21: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Vesterbro/Algade, hvor signalet skal efterleves.

*Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Der ses en ligelig fordeling mellem ligeudkørende cyklister og krydsende trafikanter. Tabellen viser endvidere, at hovedparten af de ligeudkørende cyklister ankommer og kører i grøntiden. I dette kryds er der i førperioden en jævn fordeling mellem cyklister, der standser ved ankomst til krydset for rødt lys, og de cyklister, der kører frem for rødt lys.

Af Tabel 5.22 ses førundersøgelsens resultater. Antallet af alvorlige konflikter, samtidige ankomster og konfliktrisiko er opdelt på uheldssituationer og anvendt metode. Der er udpeget fem alvorlige konflikter ved tidsværdier mod ingen ved Delphimetoden.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Antal samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	0	0	32	-	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	2	0	58	3,4	-
874	Fodgænger fra højre efter kryds	3	0	68	4,4	-
I alt		5	0	158	3,2	-

Tabel 5.22: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Vesterbro/Algade, hvor signalet skal efterleves.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

I førperioden er der udpeget seks potentielt alvorlige konflikter af de i alt 158 samtidige ankomster – alle sket som cyklist-fodgænger-konflikter. Disse situationer er efterbehandlet med T-Analyst. Resultaterne herfra viser, at fem situationer kan kategoriseres som alvorlige ud fra de valgte kriterier for alvorlige konflikter, jævnfør Tabel 5.22, side 61.

Tabel 5.23 viser resultaterne for de seks situationer, som kan ses på internettet ved at trykke på tallene i kolonnen 'Lb.nr.'. To situationer er udpeget grundet $TTC_{min} \leq 1,00$ sek., hvor den ene ligeledes har $T_{2,min} \leq 0,55$. Tre øvrige konflikter er udpeget udelukkende grundet $T_{2,min} \leq 0,55$ sek.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC_{min}	$T_{2,min}$	Alvorlig?
13	873	Cykl	Fodg	1,02	0,14	Ja
14	874	Cykl	Fodg	-	0,38	Ja
16	874	Cykl	Fodg	-	0,40	Ja
24	874	Cykl	Fodg	-	1,98	Nej
40	873	Cykl	Fodg	0,06	1,18	Ja
42	874	Cykl	Fodg	0,66	0,12	Ja

Tabel 5.23: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af udvalgte kritiske situationer fra førperioden i krydset Vesterbro/Algade.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

De seks potentielt alvorlige konflikter fra førperioden er ligeledes kategoriseret ved Delphimetoden. Jævnfør Tabel 5.24 har respondenterne vurderet, at ingen af situationerne er alvorlige. Der er konsensus i respondenternes bedømmelser af de seks situationer ved $IQR \leq 1,00$.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
13	873	1	0,52	1,00	Ja	Nej
14	874	2	0,35	0,00	Ja	Nej
16	874	2	0,64	1,00	Ja	Nej
24	874	2	0,29	0,00	Ja	Nej
40	873	2	0,44	0,60	Ja	Nej
42	874	2	0,48	1,00	Ja	Nej

Tabel 5.24: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra førperioden i krydset Vesterbro/Algade.

Efterundersøgelse

Efterundersøgelsen er foretaget tirsdag d. 09.02.2016, tirsdag d. 16.02.2016 og torsdag d. 18.02.2016 i tidsrummet 06:45 - 16:55. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 06:50. Der er anvendt ni timers video fra alle tre dage i tidsrummet 06:50 til 15:50, da videokameraets batteri blev opbrugt hurtigere end ventet. Det samlede videomateriale for efterundersøgelsen omfatter således 27 timer.

En samlet oversigt for fordelingen af bløde trafikanter i krydset kan ses af Tabel 5.25. Der er i efterperioden registreret 5.893 bløde trafikanter fordelt på 3.172 cyklister og 2.721 fodgængere. I alt er der registreret 2.774 ligeudkørende cyklister og 3.104 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i overliggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	1.660	28,1 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	51	0,9 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	1.060	18,0 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	3	0,1 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	1.727	29,3 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	994	16,8 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	23	0,4 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	360	6,1 %
Øvrige *		15	0,3 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		5.893	100,0 %

Tabel 5.25: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Vesterbro/Algade, hvor cyklister er undtaget signal. *Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Af tabellen ses en ligelig fordeling mellem ligeudkørende cyklister og krydsende trafikanter i krydset. Det ses, at hovedparten af de ligeudkørende cyklister ankommer og kører i grøntiden. Langt de fleste cyklister, der ankommer til krydset i rødtiden, benytter sig af muligheden for at køre frem for rødt lys.

Tabel 5.26 viser fordelingen af alvorlige konflikter, samtidige ankomster og konfliktrisiko ved anvendelse af de to metoder og opdelt på uheldssituationer. Der er udpeget seks alvorlige konflikter ved den tidsbaserede metode – alle sket som cyklist-fodgænger-konflikter. Der er ikke udpeget alvorlige konflikter ved Delphimetoden.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Antal samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	0	0	42	-	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	4	0	108	3,7	-
874	Fodgænger fra højre efter kryds	2	0	83	2,4	-
I alt		6	0	233	2,6	-

Tabel 5.26: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Vesterbro/Algade, hvor cyklister er undtaget signal.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

I efterperioden er der udpeget 16 potentielt alvorlige konflikter af de i alt 233 samtidige ankomster – 15 af disse sker som cyklist-fodgænger-konflikter og én sker som en cyklist-cyklist-konflikt. Disse situationer er efterbehandlet med T-Analyst.

Tabel 5.27 viser beregnede tidsværdier for de 16 situationer. Konflikterne kan ses på internettet ved at trykke på tallene i kolonnen 'Lb.nr.'. Alle seks alvorlige konflikter sker som cyklist-fodgænger-konflikter, og de er udpeget grundet $T_{2,min} \leq 0,55$ sek. og er således udtryk for, at trafikanterne ikke er på en kritisk kollisionskurs, men passerer tæt forbi hinanden. Én situation ligeledes har $TTC_{min} \leq 1,00$ sek.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC_{min}	$T_{2,min}$	Alvorlig?
02	874	Cykl	Fodg	1,92	1,09	Nej
03	874	Cykl	Fodg	1,34	0,69	Nej
06	874	Cykl	Fodg	1,26	1,16	Nej
19	874	Kn30	Fodg	1,47	0,88	Nej
21	873	Cykl	Fodg	1,29	0,03	Ja
22	873	Cykl	Fodg	-	0,51	Ja
28	873	Cykl	Fodg	-	0,35	Ja
29	874	Cykl	Fodg	1,13	1,17	Nej
30	650	Cykl	Cykl	1,36	0,83	Nej
33	873	Cykl	Fodg	1,61	0,21	Ja
36	873	Cykl	Fodg	-	1,94	Nej
37	874	Cykl	Fodg	0,58	0,20	Ja
38	874	Cykl	Fodg	1,76	1,69	Nej
43	873	Cykl	Fodg	-	0,92	Nej
45	874	Cykl	Fodg	1,11	0,30	Ja
48	873	Cykl	Fodg	2,97	0,62	Nej

Tabel 5.27: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af udvalgte kritiske situationer fra efterperioden i krydset Vesterbro/Algade.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

De 16 potentielle konflikter fra efterperioden er ligeledes kategoriseret ved Delphimetoden. Respondenterne har vurderet, at ingen af situationerne kan kategoriseres som alvorlige. Der er konsensus i respondenternes samlede bedømmelser af de 16 situationer ved $IQR \leq 1,00$.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
02	874	2	0,59	1,00	Ja	Nej
03	874	1	0,63	1,00	Ja	Nej
06	874	2	0,64	1,00	Ja	Nej
19	874	1	0,51	1,00	Ja	Nej
21	873	1	0,49	1,00	Ja	Nej
22	873	1	0,35	0,00	Ja	Nej
28	873	1	0,28	0,00	Ja	Nej
29	874	1	0,00	0,00	Ja	Nej
30	650	1	0,64	0,60	Ja	Nej
33	873	1	0,00	0,00	Ja	Nej
36	873	0	0,00	0,00	Ja	Nej
37	874	2	0,52	1,00	Ja	Nej
38	874	1	0,66	1,00	Ja	Nej
43	873	1	0,44	0,60	Ja	Nej
45	874	1	0,44	0,60	Ja	Nej
48	873	1	0,28	0,00	Ja	Nej

Tabel 5.28: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra efterperioden i krydset Vesterbro/Algade.

5.5 K4 – Hobrovej/Dallvej

I dette afsnit præsenteres resultaterne for krydset Hobrovej/Dallvej. Resultaterne er opdelt på før- og efterundersøgelsen, hvor observerede trafikanter, antal samtidige ankomster samt alvorlige konflikter præciseres.

Førundersøgelse

Førundersøgelsen er foretaget mandag d. 31.08.2015, onsdag d. 02.09.2015 og torsdag d. 10.09.2015 i tidsrummet 06:25 - 16:35. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 06:30. Det samlede videomateriale for førundersøgelsen omfatter 30 timer.

En samlet oversigt for fordelingen af bløde trafikanter kan ses af Tabel 5.29. I alt er der registreret 1.747 bløde trafikanter fordelt på 1.245 cyklister og 502 fodgængere. Der er registreret 1.080 ligeudkørende cyklister og 655 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i overliggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	697	39,9 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	53	3,1 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	329	18,8 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	1	0,1 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	128	7,3 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	374	21,4 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	46	2,6 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	107	6,1 %
Øvrige *		12	0,7 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		1.747	100,0 %

Tabel 5.29: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Hobrovej/Dallvej, hvor signalet skal efterleves.

*Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Af tabellen ses en overvejende ligelig fordeling mellem ligeudkørende cyklister og krydsende trafikanter i førperioden. Tabellen viser endvidere, at langt størstedelen af de ligeudkørende cyklister ankommer og kører i grøntiden. Samtidig har langt størstedelen af cyklisterne, der ankommer til krydset i rødtiden, tendens til at fortsætte frem for rødt lys.

Tabel 5.30 viser resultaterne for førundersøgelsen. Antallet af alvorlige konflikter, samtidige ankomster og konfliktrisiko ved brug af de to metoder er opdelt på uheldssituationer. Der er ikke udpeget alvorlige konflikter ved hverken den tidsbaserede metode eller Delphimetoden.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Antal samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	0	0	1	-	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	0	0	5	-	-
874	Fodgænger fra højre efter kryds	0	0	9	-	-
I alt		0	0	15	-	-

Tabel 5.30: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Hobrovej/Dallvej, hvor signalet skal efterleves.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

I førperioden er der udpeget én potentielt alvorlig konflikt af de i alt 15 samtidige ankomster. Denne situation sker som en cyklist-fodgænger-konflikt efter krydset og er efterbehandlet med T-Analyst. Resultaterne herfra viser, at situationen ikke kan kategoriseres som alvorlig, jævnfør Tabel 5.30, side 65.

Tabel 5.31 viser situationens beregnede tidsværdier, og selve situationen kan ses på internettet ved at trykke på tallet i kolonnen 'Lb.nr.'.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC_{min}	$T_{2,min}$	Alvorlig?
11	874	Cykl	Fodg	4,02	2,75	Nej

Tabel 5.31: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af en udvalgt kritisk situation fra førperioden i krydset Hobrovej/Dallvej.

Situationen har $TTC_{min} > 1,0$ sek. og $T_{2,min} > 0,55$. Således kan konflikten ikke betegnes som alvorlig.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

Den potentielt alvorlige konflikt fra førperioden er ligeledes kategoriseret ved Delphimetoden. Respondenterne har vurderet, at situationen ikke kan kategoriseres som alvorlig, jævnfør Tabel 5.32. Der er konsensus i respondenternes bedømmelser ved $IQR \leq 1,00$.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
11	874	1	0,46	1,00	Ja	Nej

Tabel 5.32: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra førperioden i krydset Hobrovej/Dallvej.

Efterundersøgelse

Efterundersøgelsen er foretaget tirsdag d. 09.02.2016, tirsdag d. 16.02.2016 og torsdag d. 18.02.2016 i tidsrummet 06:25 - 16:35. Starttidspunktet varierer +/- fem minutter omkring 06:30.

Der er kun anvendt ni timers video fra torsdag d. 18.02.2016 i tidsrummet 06:30 til 15:30, da videokameraets batteri blev opbrugt hurtigere end ventet. Det samlede videomateriale for efterundersøgelsen omfatter således 29 timer.

En samlet oversigt for fordelingen af bløde trafikanter kan ses af Tabel 5.33. I alt er der registreret 949 bløde trafikanter fordelt på 541 cyklister og 408 fodgængere. Der er registreret 475 ligeudkørende cyklister og 467 krydsende trafikanter.

Observerede bløde trafikanter		Antal bløde trafikanter	
		[Stk.]	[%]
Ligeudkørende cyklister i overliggeren	Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	294	31,0 %
	Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	12	1,3 %
	Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	169	17,8 %
	Cyklister, der benytter fortov ved rødt lys	0	0,0 %
Krydsende bløde trafikanter	Fodgængere i fodgængerfelt mod sidevej	99	10,4 %
	Fodgængere i fodgængerfelt mod overligger	309	32,6 %
	Cyklister i fodgængerfelt begge retninger	22	2,3 %
	Venstresvingende cyklister fra sidevej	37	3,9 %
Øvrige *		7	0,7 %
I alt indkørende cyklister og fodgængere		949	100,0 %

Tabel 5.33: Antal bløde trafikanter og deres adfærd i krydset Hobrovej/Dallvej, hvor cyklister er undtaget signal. *Øvrige er eksempelvis cyklister, der kører mod færdselsretningen på cykelstien.

Der kan ses en overvejende ligelig fordeling mellem ligeudkørende cyklister og krydsende trafikanter i krydset. Af tabellen kan det ses, at hovedparten af de ligeudkørende cyklister ankommer og kører i grøntiden. Langt de fleste cyklister, der ankommer til krydset i rødtiden, benytter sig af muligheden for at køre frem for rødt lys.

Af Tabel 5.34 ses fordelingen af alvorlige konflikter, samtidige ankomster og konfliktrisiko ved anvendelse af de to anvendte metoder og opdelt på uheldssituationer.

Konfliktsituationer		Antal alvorlige konflikter		Antal samtidige ankomster	Konfliktrisiko	
		Tidsbaseret	Delphi		Tidsbaseret	Delphi
650	Venstresvingende cyklist	0	0	0	-	-
873	Fodgænger venstre efter kryds	0	0	1	-	-
874	Fodgænger fra højre efter kryds	0	0	2	-	-
I alt		0	0	3	-	-

Tabel 5.34: Alvorlige konflikter, samtidige ankomster og beregnet konfliktrisiko fordelt på konfliktsituationer i krydset Hobrovej/Dallvej, hvor cyklister er undtaget signal.

Konflikter udpeget ved tidsværdier

I efterperioden er der udpeget én potentielt alvorlig konflikt af de i alt tre samtidige ankomster. Denne situation er efterbehandlet med T-Analyst. Resultaterne herfra viser, at situation ikke kan kategoriseres som alvorlig, jævnfør Tabel 5.34, side 67.

Tabel 5.27 viser situationens beregnede tidsværdier. Selve situationen kan ses på internettet ved at trykke på tallet i kolonnen 'Lb.nr.'.

Lb.nr.	Uheldssituation	Part 1	Part 2	TTC _{min}	T _{2,min}	Alvorlig?
01	873	Cykl	Fodg	4,70	2,75	Nej

Tabel 5.35: Resultater for efterbehandling med T-Analyst af en udvalgt kritisk situation fra efterperioden i krydset Hobrovej/Dallvej.

Situationen har $TTC_{min} > 1,0$ sek. og $T_{2,min} > 0,55$. Således er konflikten ikke alvorlig.

Konflikter udpeget ved Delphimetoden

Den potentielle konflikt fra efterperioden er ligeledes kategoriseret ved Delphimetoden. Her har respondenterne vurderet, at situationen ikke kan kategoriseres som alvorlig, jævnfør Tabel 5.36.

Lb.nr.	Uheldssituation	Median	Spredning	IQR	Konsensus?	Alvorlig?
01	873	1	0,41	0,20	Ja	Nej

Tabel 5.36: Resultater for efterbehandling med Delphimetoden af udvalgte kritiske situationer fra efterperioden i krydset Hobrovej/Dallvej.

6. Effekter

I dette kapitel præsenteres beregningerne for tiltagens generelle effekter. Der foretages en gennemgang af de enkelte sikkerhedseffekter og hvilke korrektionsfaktorer, der anvendes i beregningerne. Endvidere vurderes tiltagens effekt på fremkommeligheden ved at analysere antallet af rødkørsler og cyklisternes hastighed før og efter. Slutteligt opsummeres de overordnede sikkerhedseffekter, når cyklister undtages signal i T-kryds. De grundlæggende rammer for beregningerne er præsenteret i afsnit 2.2.4 – 'Signifikanstest'. Effektberegningerne diskuteres i kapitel 7.

6.1 Alvorlige konflikter ved tidsbaseret metode

I dette afsnit præsenteres effektberegningerne for konflikter udpeget ved tidsværdier – både med og uden korrektionsfaktorer. Tiltagens effekt er undersøgt ved Tanner-Jørgensen χ^2 -tests, der undersøger effekthomogenitet og -signifikans for resultaterne (Jørgensen, 1981). Der foretages en detaljeret resultatgennemgang for de fire projektlokaliteter for at undersøge, om en middeleffekt kan påvises at være statistisk signifikant. Effektberegningerne for specifikke uheldssituationer og øvrige partskombinationer forefindes i elektronisk appendiks A2.05.

6.1.1 Uden korrektion

Tabel 6.1 viser de enkeltstående effektberegninger for alvorlige konflikter udpeget ved den tidsbaserede metode, når der ikke korrigeres. Endvidere ses middeleffekten ved sammenligning af de fire kryds samt effekthomogenitet og -signifikans.

Kryds	Antal alvorlige konflikter		Førkorrek-tionsfaktor	Stedspecifik effekt	p-værdi	Signifikant?
	Før	Efter				
K1	2	0	1,00	- 100 %	0,16	Nej
K2	5	3		- 40 %	0,48	Nej
K3	5	6		+ 20 %	0,76	Nej
K4	0	0		0 %	1,00	Nej
Middeleffekt					- 25 %	
Effekthomogenitet					0,33	Ja
Effektsignifikans					0,51	Nej

Tabel 6.1: Resultater for stedspecifikke effekter samt en Tanner-Jørgensen χ^2 -test for effekthomogenitet og -signifikans uden korrektion.

Af tabellen ses, at der ikke kan påvises at være enkeltstående signifikante effekter på lokaliteterne. På de fire lokaliteter kan der påvises at være effekthomogenitet for en middeleffekt på -25 % ($p = 0,33$). Middeleffekten er dog ikke signifikant ud fra et 5 % signifikansniveau ($p = 0,51$).

Der kan ikke påvises en signifikant sikkerhedseffekt på tværs af de fire projektlokaliteter ved brug af den tidsbaserede metode uden korrektion.

6.1.2 Korrektion for samtidige ankomster

Tabel 6.2 viser de enkeltstående effektberegninger for alvorlige konflikter udpeget ved den tidsbaserede metode med korrektion for eksponering (samtidige ankomster). Endvidere ses middeleffekten ved sammenligning af de fire lokaliteter samt effekthomogenitet og -signifikans.

Kryds	Konfliktrisiko		Stedspecifik effekt	p-værdi	Signifikant?
	Før	Efter			
K1	4,4 (2)	1,6 (0)	- 64 %	0,25	Nej
K2	3,5 (5)	1,5 (3)	- 59 %	0,35	Nej
K3	3,2 (5)	2,6 (6)	- 19 %	0,81	Nej
K4	0,0 (0)	0,0 (0)	0 %	1,00	Nej
Middeleffekt				- 49 %	
Effekthomogenitet				0,77	Ja
Effektsignifikans				0,18	Nej

Tabel 6.2: Resultater for stedspecifikke effekter samt en Tanner-Jørgensen χ^2 -test for effekthomogenitet og -signifikans med korrektion for samtidige ankomster.

Af tabellen ses, at der ikke er signifikante effekter på lokaliteterne. Der kan påvises at være effekthomogenitet for en middeleffekt på -49 % ($p = 0,77$), men ikke signifikant effekt ($p = 0,18$).

Der kan ikke påvises at være en signifikant sikkerhedsmæssig effekt på tværs af de fire projektlkaliteter, når der korrigeres for antallet af samtidige ankomster.

6.2 Alvorlige konflikter ved Delphimetoden

I dette afsnit præsenteres effekterne for udpegning ved Delphimetoden – både med og uden korrektion. Tiltagens effekt er undersøgt ved Tanner-Jørgensen χ^2 -tests, der undersøger effekthomogenitet og -signifikans (Jørgensen, 1981). Der foretages en gennemgang af resultaterne for at undersøge, om en middeleffekt kan påvises at være signifikant. Effektberegningerne for specifikke uheldssituationer og øvrige partskombinationer forefindes i elektronisk appendiks A2.06.

6.2.1 Uden korrektion

Tabel 6.3 viser de enkeltstående effektberegninger for alvorlige konflikter udpeget ved Delphimetoden uden korrektion. Endvidere ses middeleffekten ved sammenligning af de fire kryds samt effekthomogenitet og -signifikans.

Kryds	Antal alvorlige konflikter		Førkorrek- tionsfaktor	Stedspecifik effekt	p-værdi	Signifikant?
	Før	Efter				
K1	1	0	1,00	- 100 %	0,32	Nej
K2	3	0		- 100 %	0,08	Tendens
K3	0	0		0 %	1,00	Nej
K4	0	0		0 %	1,00	Nej
Middeleffekt					- 100 %	
Effekthomogenitet					1,00	Ja
Effektsignifikans					0,06	Tendens

Tabel 6.3: Resultater for stedspecifikke effekter samt en Tanner-Jørgensen χ^2 -test for effekthomogenitet og -signifikans uden korrektion.

Der kan ikke påvises enkeltstående signifikante effekter. Der kan dog ses en tendens til en signifikant effekt i K2. På de fire lokaliteter kan der påvises at være effekthomogenitet for en middeleffekt på -100 % ($p = 1,00$) og tendens til effektsignifikans ($p = 0,06$). Der kan påvises en tendens til en signifikant sikkerhedseffekt ved brug af Delphimetoden uden korrektion.

6.2.2 Korrektion for samtidige ankomster

Tabel 6.4 viser de enkeltstående effektberegninger for alvorlige konflikter udpeget ved tidsværdier med korrektion for eksponering (samtidige ankomster). Endvidere ses middeleffekten ved sammenligning af de fire kryds samt effekthomogenitet og -signifikans.

Kryds	Konflikttrisiko		Stedspecifik effekt	p-værdi	Signifikant?
	Før	Efter			
K1	2,6 (1)	1,6 (0)	- 41 %	0,60	Nej
K2	2,5 (3)	0,2 (0)	- 90 %	0,18	Nej
K3	0,0 (0)	0,0 (0)	- 100 %	1,00	Nej
K4	0,0 (0)	0,0 (0)	- 100 %	1,00	Nej
Middeleffekt				- 65 %	
Effekthomogenitet				0,41	Ja
Effektsignifikans				0,21	Nej

Tabel 6.4: Resultater for stedspecifikke effekter samt en Tanner-Jørgensen χ^2 -test for effekthomogenitet og -signifikans med korrektion for samtidige ankomster.

Af tabellen ses, at der ikke kan påvises enkeltstående signifikante effekter på lokaliteterne. Der kan påvises at være effekthomogenitet for en middeleffekt på -65 % ($p = 0,41$), men ikke effektsignifikans ($p = 0,21$).

Der kan således ikke påvises at være en signifikant sikkerhedsmæssig effekt på tværs af de fire projektlokaliteter, når der korrigeres for antallet af samtidige ankomster.

6.3 Rødkørsler

Tabel 6.5 viser resultaterne for den relative og absolutte effekt på fremkommeligheden målt på antallet af rødkørsler, når cyklister undtages signal i T-kryds. Den relative effekt udtrykker, hvor mange flere cyklister, der kører over for rødt lys fra før- til efterperioden. Den absolutte effekt er den faktiske stigning i antallet af rødkørsler – altså hvor mange flere cyklister kører over for rødt lys. Anvendte formler til effektberegningerne forefindes i Appendiks B2.

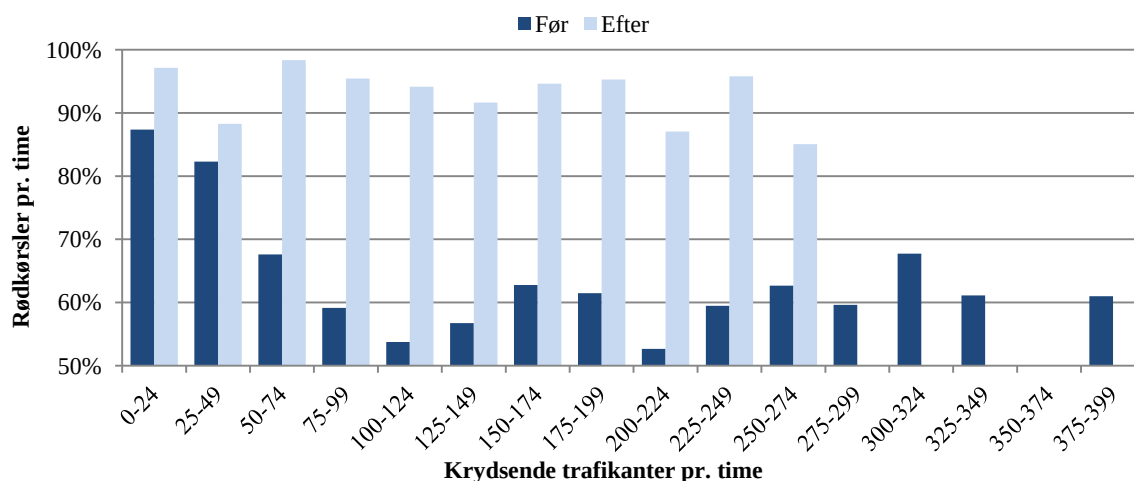
Kryds	Rødkørsler			
	Før	Efter	Relativ effekt	Absolut effekt
K1 – Ved Stranden	87 %	99 %	+ 13 %	+ 12 %
K2 – Jyllandsgade/Rantzausgade	65 %	95 %	+ 47 %	+ 30 %
K3 – Vesterbro/Algade	51 %	95 %	+ 88 %	+ 44 %
K4 – Hobrovej/Dallvej	86 %	93 %	+ 8 %	+ 7 %
Samlet	66 %	96 %	+ 45 %	+ 30 %
Effektsignifikans (p-værdi)			Ja	< 0,01
			Ja	< 0,01

Tabel 6.5: Fordeling af rødkørsler i før- og efterperioden samt relativ og absolut effekt af tiltagene.

Af tabellen ses en signifikant effekt på antallet af rødkørsler. Både den relative og absolutte effekt er statistisk signifikant, og tiltagene kan således påvises at have en positiv effekt på cyklistfremkommeligheden.

Den relative effekt af tiltagene viser, at der er samlet set er 45 % flere cyklister, der kører over for rødt lys fra før- til efterperioden. Den absolutte effekt af tiltagene viser, at der er skabt bedre fremkommelighed for 30 % flere cyklister, idet antallet af rødkørsler er steget fra 66 % til 96 % i efterperioden. Således benytter størstedelen af cyklisterne muligheden for, at køre frem for rødt lys på lokaliteterne. Enkelte trafikanter vælger dog stadig at stoppe for rødt lys. Dette er ofte knaldertførere, der muligvis ikke er opmærksomme på, at de ligeledes er omfattet af tiltagene.

Figur 6.1 viser, hvor mange procent af cyklisterne, der ankommer og kører i rødtiden i forhold til antallet af krydsende trafikanter, og er opgjort pr. time i før- og efterperioden. Figuren viser, at der tydeligt er skabt bedre cyklistfremkommelighed, idet langt færre er nødt til at standse op, hvis de ankommer til krydset i rødtiden.



Figur 6.1: Procentviser rødkørsler pr. time før og efter for ligeudkørende cyklister i forhold til antal krydsende bløde trafikanter pr. time. Note: Ingen søjler er ensbetydende med ingen registrerede timer i dette interval.

6.4 Hastighed

Tabel 6.6 viser resultaterne for den overordnede effekt på fremkommeligheden målt på ligeudkørende cyklisters gennemsnitshastighed før og efter, at de er blevet undtaget signal. Den statistiske test forefindes i Appendiks B3.

Kryds	Gennemsnitshastighed [km/t]		
	Før	Efter	Effekt
K1 – Ved Stranden	16,0	13,8	-14 %
K2 – Jyllandsgade/Rantzausgade	22,2	19,1	-14 %
K3 – Vesterbro/Algade	20,0	16,0	- 20 %
K4 – Hobrovej/Dallvej	18,7	18,7	0 %
Samlet	20,4	16,7	- 18 %
Effektsignifikans (p-værdi)		0,04	Ja

Tabel 6.6: Ligeudkørende cyklisters gennemsnitshastighed i konfliktsituationer før og efter.

Af tabellen ses, at tiltagene har en signifikant effekt på cyklisterne gennemsnitshastighed ud fra et 5 % signifikansniveau ($p = 0,04$). Gennemsnitshastigheden er reduceret fra 20,4 til 16,7 km/t efter, at cyklister er blevet undtaget signal. Dette kan indikere en svækkelse af fremkommeligheden. Resultaterne diskuteres i afsnit 7.1.

Tabel 6.7 viser cyklisterne beregnede makshastigheder under forskellige konfliktsituationer før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal. Beregningerne er udtrykt ved minimum- og maksimumværdier samt 25. og 75. percentil. Cyklisterne hastighed er generelt set lavere i efterperioden. Samtlige nøgleværdier er reduceret efter, at cyklister er blevet undtaget signal.

	Min.værdi	25. percentil	Median	75. percentil	Maks.værdi
Før	10,1 km/t	15,1 km/t	20,2 km/t	23,4 km/t	33,8 km/t
Efter	8,3 km/t	11,2 km/t	15,1 km/t	19,3 km/t	30,6 km/t

Tabel 6.7: Nøgleværdier for cyklisters hastighed i før- og efterperioden for hver konfliktsituation.

6.5 Opsummering af sikkerhedseffekter

I dette afsnit foretages en opsummering af de overordnede sikkerhedsmæssige effekter, når cyklister undtages signal i T-kryds. Indledningsvis præsenteres de beregnede sikkerhedseffekter fra hhv. den tidsbaserede metode og Delphimetoden. Herefter følger en sammenligning mellem de to anvendte metoder.

6.5.1 Tidsbaseret metode

Tabel 6.8 viser de overordnede sikkerhedseffekter både med og uden korrektion beregnet ud fra antallet af alvorlige konflikter udpeget ved tidsværdier samt antallet af samtidige ankomster. Der er beregnet effekt på tværs af de fire lokaliteter, for venstresvingende cyklister og fodgængere krydsende fra både højre og venstre samt før og efter krydset. Elektronisk appendiks A2.05 indeholder samtlige effektberegninger for den tidsbaserede metode.

Undersøgt effekt på		Tidsbaseret metode				
		Før	Efter	Effekt	Homogen?	Signifikant?
Konflikter pr. kryds	Ikke korrigeret ¹⁾	12,0	9,0	- 25 %	Ja	Nej
	Kor. for sam. ank. ²⁾	11,1	5,6	- 49 %	Ja	Nej
Venstresv. cyklister	Ikke korrigeret	1,0	0,0	- 100 %	-	Nej
	Kor. for sam. ank.	11,5	5,0	- 57 %	-	Nej
Fodgængere fra højre	Ikke korrigeret	9,0	3,0	- 67 %	Ja	Tendens
	Kor. for sam. ank.	23,8	6,7	- 72 %	Ja	Ja
Fodgængere fra venstre	Ikke korrigeret	2,0	6,0	+ 200 %	Ja	Nej
	Kor. for sam. ank.	3,9	6,5	+ 57 %	Ja	Nej
Fodgængere før kryds	Ikke korrigeret	2,0	2,0	0 %	-	Nej
	Kor. for sam. ank.	4,0	2,0	- 51 %	-	Nej
Fodgængere efter kryds	Ikke korrigeret	7,0	3,0	- 57 %	Ja	Nej
	Kor. for sam. ank.	10,8	4,2	- 49 %	Ja	Nej

Tabel 6.8: Overordnede sikkerhedseffekter ved cyklister undtaget signal. ¹⁾Afsnit 6.1.1. ²⁾Afsnit 6.1.2. Alvorlige konflikter er udpeget ved tidsværdier.

Resultaterne for konflikter pr. kryds viser, at der ikke kan påvises en signifikant sikkerhedseffekt, når cyklister er undtaget signal. Der ses en reduktion i både antallet af konflikter og konfliktrisiko på hhv. 25 og 49 %, men ingen af effekterne er statistisk signifikante.

Cyklister undtaget signal kan påvises at have en signifikant positiv sikkerhedseffekt på konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre. Konfliktrisikoen mellem cyklister og fodgængere fra højre er således reduceret med 72 % fra før- til efterperioden. Beregningerne viser, at der er effekthomogenitet og -signifikans for disse konflikter når der korrigeres for samtidige ankomster. Uden denne korrektion er antallet af alvorlige konflikter faldet med 67 %. I dette tilfælde er der effekthomogenitet, men kun en tendens til effektsignifikans.

Der kan ikke påvises øvrige signifikante sikkerhedseffekter.

6.5.2 Delphimetoden

Tabel 6.9 viser overordnede sikkerhedseffekter med og uden korrektion beregnet ud fra alvorlige konflikter ved Delphimetoden og antallet af samtidige ankomster. Effekter er beregnet på tværs af de fire lokaliteter og for fodgængere krydsende fra både højre og venstre samt før og efter krydset. Elektronisk appendiks A2.06 indeholder samtlige effektberegninger for Delphimetoden.

Undersøgt effekt på		Delphimetoden				
		Før	Efter	Effekt	Homogen?	Signifikant?
Konflikter pr. kryds	Ikke korrigeret ¹⁾	4,0	0,0	- 100 %	Ja	Tendens
	Kor. for sam. ank. ³⁾	5,1	1,8	- 65 %	Ja	Nej
Venstresv. cyklister	Ikke korrigeret	-	-	-	-	-
	Kor. for sam. ank.	-	-	-	-	-
Fodgængere fra højre	Ikke korrigeret	3,0	0,0	- 100 %	Ja	Tendens
	Kor. for sam. ank.	11,8	3,8	- 68 %	Ja	Ja
Fodgængere fra venstre	Ikke korrigeret	1,0	0,0	- 100 %	-	Nej
	Kor. for sam. ank.	2,4	0,6	- 76 %	-	Nej
Fodgængere før kryds	Ikke korrigeret	-	-	-	-	-
	Kor. for sam. ank.	-	-	-	-	-
Fodgængere efter kryds	Ikke korrigeret	4,0	0,0	- 100 %	Ja	Tendens
	Kor. for sam. ank.	7,6	2,3	- 70 %	Ja	Tendens

Tabel 6.9: Overordnede sikkerhedseffekter ved cyklister undtaget signal. ¹⁾ Afsnit 6.2.1. ²⁾ Afsnit 6.2.2. Alvorlige konflikter er udpeget ved Delphimetoden.

Resultaterne viser, at der kan påvises at være effekthomogenitet mellem lokaliteterne samt signifikant sikkerhedseffekt på antallet af konflikter mellem ligeudkørende cyklister og fodgængere fra højre. Konfliktrisikoen er, som følge af tiltagene, faldet med 68 %, når der korrigeres for samtidige ankomster. Uden denne korrektion er der stadig effekthomogenitet, men kun en tendens til effektsignifikans.

Der kan ses en tendens til en signifikant sikkerhedseffekt for antallet af konflikter mellem ligeudkørende cyklister og fodgængere, der krydser i det fjerne fodgængerfelt. Effekterne er homogene og viser en reduktion på 70 – 100 % hhv. med og uden korrektion.

Der kan ikke påvises øvrige signifikante sikkerhedseffekter.

6.5.3 Sammenligning af effektberegningerne mellem metoderne

Tabel 6.10 samler effektberegningerne fra Tabel 6.8, side 75, og Tabel 6.9, side 76. Dette har til formål, at lette sammenligningen af resultaterne for de to anvendte metoder.

Væsentlige sammenligninger er fremhævet i Tabel 6.10.

Undersøgt effekt på	Tidsbaseret metode			Delphimetoden		
	Effekt	Homogen?	Signifikant?	Effekt	Homogen?	Signifikant?
Konflikter pr. kryds	- 25 %	Ja	Nej	- 100 %	Ja	Tendens
	- 49 %	Ja	Nej	- 55 %	Ja	Nej
Venstresv. cyklister	- 100 %	-	Nej	-	-	-
	- 57 %	-	Nej	-	-	-
Fodgængere fra højre	- 67 %	Ja	Tendens	- 100 %	Ja	Tendens
	- 72 %	Ja	Ja	- 68 %	Ja	Ja
Fodgængere fra venstre	+ 200 %	Ja	Nej	- 100 %	-	Nej
	+ 57 %	Ja	Nej	- 76 %	-	Nej
Fodgængere før kryds	0 %	-	Nej	-	-	-
	- 51 %	-	Nej	-	-	-
Fodgængere efter kryds	- 57 %	Ja	Nej	- 100 %	Ja	Tendens
	- 49 %	Ja	Nej	- 70 %	Ja	Tendens

Tabel 6.10: Sammenligning af overordnede sikkerhedseffekter og statistiske tests for hhv. den tidsbaserede metode og Delphimetoden.

Af tabellen kan cyklister undtaget signal i T-kryds påvises at have en signifikant og homogen sikkerhedseffekt på konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre. Den tidsbaserede metode viser et fald på 83 % i efterperioden, mens Delphimetoden viser et fald på 68 % når der korrigeres for samtidige ankomster. Uden korrektion ses et fald på hhv. 67 og 100 %.

Flere steder kan der observeres samme effektmæssige tendenser mellem de to metoder, men resultaterne kan som oftest ikke påvises, at være statistisk signifikante.

Effektberegningerne for Delphimetoden bygger på et meget spinkelt grundlag, da der kun er udpeget fire alvorlige konflikter på to af de fire lokaliteter. Dette bevirker, at to lokaliteter frasorteres i signifikantstesten, og dette må nævnes at være et væsentligt kritikpunkt.

I denne sammenhæng er det dog ikke uvæsentligt, at sammenligne effektberegningerne fra hhv. den tidsbaserede metode og Delphimetoden. Begge metoder viser de samme tendenser, og der er således grundlag for at tro på en mulig effekt af tiltagene.

7. Diskussion

I dette kapitel foretages en diskussion af projektets hovedelementer og -resultater. Der indledes med at diskutere undersøgelsens resultater med udgangspunkt i fremkommelighed og trafikssikkerhed. Hernæst diskuteres valget af metode, og hvorledes denne har betydning for resultaterne. Endvidere gennemgås projektets opbygning og design samt styrker og svagheder ved disse.

7.1 Undersøgelsens resultater

Fremkommelighed vs. trafikssikkerhed

Hvad angår fremkommelighed for cyklister, er der ingen tvivl om, at unødige stop kan være en kilde til frustration. Ligeledes kan det for cyklister ligefrem virke ulogisk at stoppe for rødt lys, hvor ønsket er at foretage et simpelt højresving eller køre ligeud i et T-kryds. Et cykelhøjresving for rødt lys eller ligeudkørsel for rødt lys i T-kryds kan som oftest foretages uden de store komplikationer, når cyklisterne blot er opmærksomme på andre trafikanter, gældende vigepligtsforhold og orienterer sig herom.

”[...] Det betyder mere for dem (cyklisterne red.) end for alle andre trafikanter, at de føler et flow, når de bevæger sig rundt i trafikken, og det er blandt andet det, der får det til at virke så fristende og uskyldigt at smutte om et hjørne.”

Rasmus Thomsen, (Politiken, 2015)

Cyklister undtaget signal ved højresving eller ligeudkørsel i T-kryds er blot nogle af de tiltag, der arbejdes med for at øge cyklistfremkommeligheden. Det er tiltag, der holder cyklisterne uden for signalregulering, hvor det er sikkerhedsmæssigt forsvarligt, og i højere grad lader cyklisterne selv tilpasse deres kørsel efter de krydsende bløde trafikanter ved simpel vigepligt. Jævnfør Bjørn-Pedersen m.fl. (2015) forbedres flowet for cyklisterne, og den gennemsnitlige forsinkelse reduceres for de trafikanter, der er omfattet af tiltagene. Samtidig påvirker tiltagene ikke fremkommeligheden for øvrige trafikanter og vurderes ikke at svække trafikssikkerheden.

Disse positive effekter af cyklister undtaget signal underbygges af Vejdirektoratets landsdækkende forsøg, hvor cyklister flere steder er undtaget signal ved højresving. Vejdirektoratet vurderer, at tilladt cykelhøjresving for rødt lys ikke fører til øget uheldsrisiko, og anbefaler at lade tiltaget overgå fra en forsøgsordning til et permanent tiltag. Dermed skal cyklister flere steder kunne foretage højresving for rødt lys, hvor dette er angivet med passende skiltning og afmærkning. (Eriksson, 2015)

Nærværende projekt har tilsvarende søgt at afdække den sikkerheds- og fremkommelighedsmæssige effekt ved at tillade cyklister at køre frem for rødt lys i T-kryds. Undersøgelsen viser, at der ikke umiddelbart kan påvises en øget risiko efter implementeringen af disse tiltag, da en negativ sikkerhedseffekt ikke kan måles. Tiltagene har således ikke ført til flere alvorlige konflikter på trods af markant flere rødkørsler – og deraf potentielle konflikter – i efterperioden. Resultaterne understøtter dermed effekterne nævnt af Bjørn-Pedersen m.fl. (2015), og tiltagene har således medført en mere effektiv trafikafvikling.

Eftersom resultaterne ikke viser nogen negativ sikkerhedseffekt fra før til efter, kan det diskuteres, om der i det hele taget er en sikkerhedsrisiko forbundet med, at cyklister kører frem for rødt

lys i T-kryds – også på steder, hvor det ikke er tilladt. Er dette tilfældet, vil tiltaget, hvor cyklister undtages signal, være overflødigt set i forhold til en generel lovændring om at tillade cyklister at køre frem for rødt lys i overliggeren. Netop denne tanke er fremsat af Cyklistforbundets direktør, Klaus Bondam, der blandt andet er fortaler for, at det visse steder skal være muligt for cyklister at køre frem for rødt lys.

”[...] Strukturerne for cykeltrafikken bør forbedres med højresvingsbaner, skilting og eventuelt en revision af nogle af de regler, som kan virke ulogiske.”

Klaus Bondam (Politiken, 2015)

Dette synspunkt kan imidlertid også vendes rundt, da det ligeledes kan diskuteres, om førperioden, hvor cyklister trodser stoppligten ved rødt lys, i sig selv repræsenterer en del af problemet. Resultaterne herfra viser, at 66 % af de ligeudkørende cyklister ikke respekterer signalerne ved ankomst til krydsene for rødt lys, og dermed er de observerede konflikter i førperioden sket på baggrund af, at der er cyklister, som bryder loven. Hvis alle cyklister i stedet stoppede for rødt lys i førperioden, ville der ideelt set ikke opstå nogen konflikter. Skulle der herved foretages en sammenligning af en førperiode uden konflikter og en efterperiode med flere observerede konflikter, ville der muligvis kunne påvises en øget sikkerhedsrisiko ved at undtage cyklister fra signal i T-kryds. Dette anderledes syn på før- og efterundersøgelser vil dog givetvis ikke få megen opbakning, da der generelt set ikke er tale om en reel førundersøgelse.

Selvom tiltagene ikke umiddelbart fører til en øget risiko, kan det diskuteres, hvorvidt tiltagene fører til en uhensigtsmæssig adfærd på lignende lokaliteter, hvor cyklister af sikkerhedsmæssige årsager ikke er undtaget signal – kendt som den afsmittende effekt.

Afsmittende effekt

Politiets samtykke kræves for at undtage cyklister fra signalgivning. Dette skal sikre, at tiltagene kun implementeres, hvor det vurderes at være sikkerhedsmæssigt forsvarligt. Men kan tiltag som dette alligevel føre til en negativ afsmittende effekt – kan det eksempelvis føre til, at cyklister har større tendens til at køre frem for rødt lys på lokaliteter, hvor de ikke er undtaget signal?

Et belgisk studie har undersøgt denne afsmittende effekt med udgangspunkt i tilladt cykelhøjresving for rødt. Kan tilladt cykelhøjresving for rødt lys på enkelte lokaliteter i højere grad få cyklister til at bryde loven andre steder? Undersøgelsen har vist, at cyklister har større tendens til at køre frem for rødt lys på steder, hvor det ikke er tilladt, hvis de på andre lignende lokaliteter har oplevet at være undtaget signal. (Ceunynck m.fl., 2016)

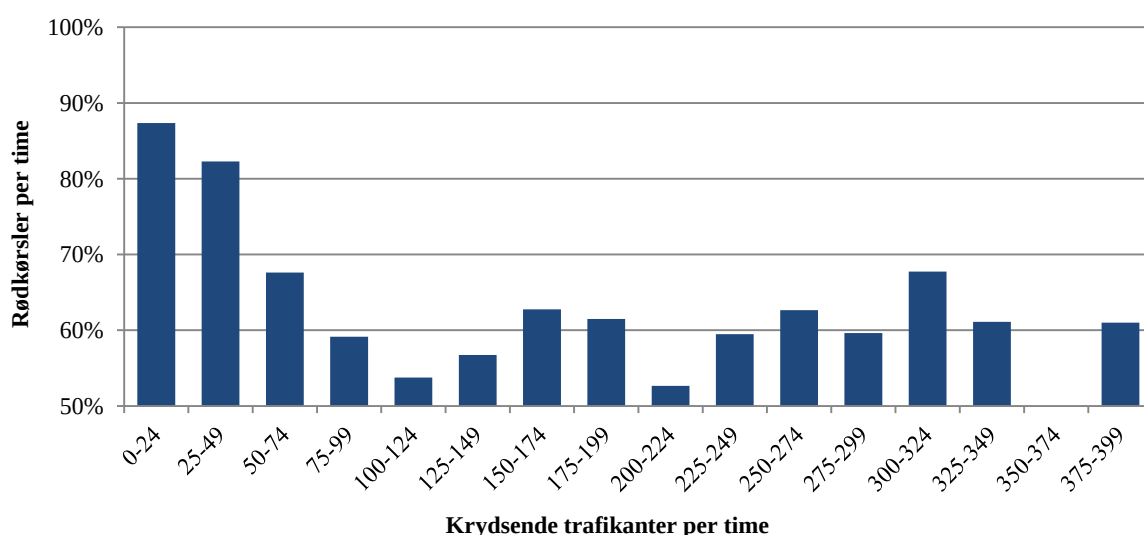
Overføres denne tendens til danske forhold kan det således forventes, at cyklister undtaget signal vil føre til uhensigtsmæssig adfærd og uønskede ligeudkørsler for rødt lys, hvor det ikke umiddelbart er vurderet at være sikkert. Dette er særdeles problematisk, da det kan føre til forhøjet risiko for konflikter mellem bløde trafikanter. På trods af risikoen for at en stor del af cyklisterne ikke vil respektere rødt lys, viser førundersøgelsen, at cyklisterne har en vis respekt for krydsende trafikanter, når cyklisterne ankommer til krydsene for rødt lys. Dette kan henføres til en del af teorien bag ”Safety-in-Numbers”.

Safety-in-Numbers

”Safety-in-Numbers” (SIN)-teorien omhandler sammenhængen mellem bløde trafikanter risiko og antallet af bløde trafikanter i kryds. Hypotesen er, at i takt med at antallet af bløde trafikanter i et kryds stiger, bliver primærtrafikanterne mere opmærksomme på disse. Denne sammenhæng er

blandt andet undersøgt ved at studere førere af motorkøretøjers opmærksomhed på cyklister i kryds. Undersøgelsen indeholdt en sammenligning af kryds i Danmark og Norge, da disse lande har sammenlignelige trafikale forhold, men hvor cykelandelen er væsentlig større i Danmark. Resultaterne indikerede en SIN-effekt ved større cykelandel, da der blev observeret færre konflikter i Danmark i forhold til trafikanternes eksponering. (Goede m.fl., 2014)

I nærværende projekt er SIN-effekten undersøgt for ligeudkørende cyklisters opmærksomhed på krydsende bløde trafikanter i førperioden. Dette er gjort ved at sammenholde andelen af cyklister, der trodser stoppligten og kører frem for rødt lys i overliggeren, med antallet af krydsende bløde trafikanter, illustreret på Figur 7.1. I takt med at antallet af krydsende trafikanter stiger, ses et stort fald i andelen af cyklister, der vælger at køre frem for rødt lys. Dette antyder, at cyklisternes opmærksomhed bliver skærpet, når antallet af krydsende trafikanter stiger. Sammenhængen er undersøgt på tværs af de fire projektlokaliteter, og der tegner sig et billede af, at cyklisternes vilje til at køre frem for rødt lys er afhængig af deres egen opfattede risiko for kollision. Ved lav opfattet risiko mindskes cyklisternes opmærksomhed på de krydsende trafikanter, og de kører frem for rødt lys.



Figur 7.1: Procentvise rødkørsler pr. time for alle ligeudkørende cyklister i forhold til antal krydsende bløde trafikanter pr. time. Note: Der er ingen registrerede timer med mellem 350 og 374 krydsende trafikanter.

Cyklisternes opmærksomhed på de krydsende trafikanter er som nævnt vurderet ud fra observationer gjort i førperioden og er dermed ikke umiddelbar sammenlignelig med efterperioden. Cyklisternes opmærksomhed og oplevede risiko ved at køre over for rødt lys i førperioden er dog stadig relevant i forhold til en diskussion om cyklister undtaget signals anvendelighed i bynære områder, hvor antallet af bløde trafikanter – og deraf eksponeringen – forventeligt er større.

I forbindelse med Vejdirektoratets landsdækkende forsøg med cykelhøjresving for rødt lys var et af kriterierne til forsøgslokaliteterne, at der ikke måtte være ”for mange” fodgængere, som kunne resultere i potentielle konflikter (Eriksson, 2015; Vejdirektoratet, 2014a). Dette kriterium står dog i kontrast til førnævnte tendens, hvor færre rødkørsler i takt med stigende antal krydsende trafikanter vurderes at være et muligt tegn på øget opmærksomhed fra cyklisternes side. Hvis resultaterne for cyklister undtaget signal i T-kryds kan overføres til højresving for rødt lys, bør netop cykelhøjresving for rødt lys ikke blot etableres i kryds med få fodgængere, så som Vejdirektoratets anbefaler i deres evalueringsrapport (Eriksson, 2015).

Et af Vejdirektoratets (2014a) øvrige kriterier i forbindelse med etablering af cykelhøjresving for rødt lys var et krav om et lavt hastighedsniveau på forsøgslokaliteterne. Lavere hastighed er ensbetydende med bedre reaktionstid, hvilket er med til at sikre en god afvikling af kritiske situationer. Under et højresving vil de fleste cyklister naturligt sænke hastigheden under selve svingmanøvren. Cyklister undtaget signal i T-kryds giver i modsætning hertil cyklisterne mulighed for at fortsætte med uændret retning og hastighed, hvilket er et væsentligt problem ved dette tiltag. Derfor skal cyklisterne i tilfælde af mange krydsende trafikanter sørge for at tilpasse deres hastighed og tænke at ”slower is faster”. Cyklisternes hastighed ved passage af T-kryds er derfor undersøgt før og efter, at cyklisterne er blevet undtaget signal.

Slower is faster

Cyklister undtaget signal bygger på en tanke om, at hvis cyklisterne tilpasser deres kørsel efter de krydsende bløde trafikanter, kommer de hurtigere frem – deraf ”slower is faster”. Dette skal forstås ved, at cyklisterne kan passere krydset med lavere hastighed og for ubetinget vigepligt frem for at stoppe helt op for rødt lys. I et tilfælde, hvor en ligeudkørende cyklist og en krydsende blød trafikant mødes, skal cyklisten tidligt afpasse sit tempo efter den krydsende trafikant og overholde vigepligten, jævnfør Færdselsloven. På denne måde sikres et godt samspil mellem trafikanterne, og der undgås irritation over unødige stop og utålmodige cyklister, der holder for rødt lys.

”Kørende, som har vigepligt, skal på tydelig måde ved i god tid at nedsætte hastigheden eller standse, tilkendegive, at de vil opfylde vigepligten. Kørslen må kun fortsættes, når det under hensyn til andre køretøjers (eller fodgængeres red.) placering på vejen, afstanden til dem og deres hastighed kan ske uden fare eller ulempe.”

§26, stk. 5 af Justitsministeriet (2013)

Men følger cyklisterne så denne lovmæssighed på projektilokaliteterne? Dette er undersøgt ved T-Analyst, hvormed cyklisternes hastighed er beregnet for de i alt 50 konfliktsituationer før og efter, at cyklisterne er blevet undtaget signal.

Beregningerne viser, at cyklisterne i højere grad tilpasser deres hastighed til de krydsende trafikanter i samspilssituationer, efter at de er blevet undtaget signal. Gennemsnitshastigheden er faldet fra 20,4 til 16,7 km/t i efterperioden – en reduktion på 18 %. Foruden hastigheden er antallet af vigepligtsovertrædelser ligeledes reduceret fra 70 til 37 %. Dette antyder, at cyklisterne tager mere hensyn til de krydsende trafikanter og i højere grad overholder vigepligten i efterperioden.

På trods af disse tilsyneladende positive effekter på cyklisternes adfærd i efterperioden, er der stadig brodne kar, da det langt fra er alle cyklister, som følger disse tendenser. Således er der observeret gentagne situationer, hvor cyklister passerer krydsene i høj fart og ikke overholder deres vigepligt, hvorved fodgængere er nødsaget til at ændre kurs eller stoppe helt op, selvom de har grønt lys. Dette er dog ligeledes tilfældet i førperioden. Klaus Bondam mener, at cyklister skal være bedre til at køre efter forholdene og tilpasse deres hastighed efter andre trafikanter, pladsforhold og trafikthed, som Færdselsloven foreskriver (Politiken, 2015).

Opsamling på resultaterne

De aalborgensiske cyklister har overordnet set taget godt imod muligheden for at køre frem for rødt lys under hensyntagen til øvrige bløde trafikanter. 30 % flere cyklister kører frem for rødt lys efter implementering af tiltagene, hvilket er ensbetydende med øget fremkommelighed. Videooptagelserne for efterperioden viser dog, at knallertførere har tendens til at stoppe for rødt lys, selv-

om de også er omfattet af tiltagene. Dette kan tyde på, at knallertførere ikke er velvidende om, at de hører under kategorien 'cyklister'.

Resultaterne viser endvidere, at cyklister undtaget signal tilsyneladende har en effekt på cyklisternes opmærksomhed ved kørsel ind i krydsene. Tiltagene kan påvises at have en signifikant sikkerhedseffekt på konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre, hvilket tyder på, at cyklisterne er mere opmærksomme på de krydsende trafikanter. Når cyklisterne er undtaget signal, nedsætter de i højere grad deres hastighed og overholder gældende vigepligt. De tilpasser således deres kørsel efter de øvrige trafikanter. Men denne opmærksomhed vurderes også at kunne tilskrives SIN-effekten, da der kan ses en sammenhæng mellem antallet af krydsende trafikanter og andelen af rødkørsler. Dette tyder på, at cyklisterne er mindre villige til at løbe risikoen ved at køre over for rødt i tilfælde af mange krydsende trafikanter.

7.2 Metodevalg

Hvilke styrker og svagheder er der ved den tidsbaserede konfliktteknikmetode sammenlignet med Delphimetoden i forhold til at vurdere konflikter mellem bløde trafikanter? Nærværende projekt har søgt at besvare dette spørgsmål, og disse to forskellige metoders anvendelighed på konflikter mellem bløde trafikanter diskuteres i det følgende afsnit.

En tidsbaseret konfliktteknikmetode

Det er oplagt at benytte den svenske eller hollandske konfliktteknikmetode på konflikter mellem bløde trafikanter, da begge metoder er anerkendte og har været anvendt i adskillige konfliktstudier verden over. Flere studier viser dog, at der er en række svagheder forbundet med at vurdere konflikters alvorlighed ud fra tidsafstanden mellem trafikanterne – særligt i konflikter med/mellem bløde trafikanter. Udfordringen ved at benytte en tidsbaseret metode er at bestemme grænseværdierne mellem alvorlige konflikter og effektiv trafikafvikling for de valgte tidsparemetre. Vælges grænseværdierne for lave er der risiko for, at reelle alvorlige konflikter frasorteres, og vælges værdierne for store, medtages i stedet en række situationer, der blot udtrykker effektiv trafikafvikling. (Christensen, 2015; Madsen & Lahrmann, 2016)

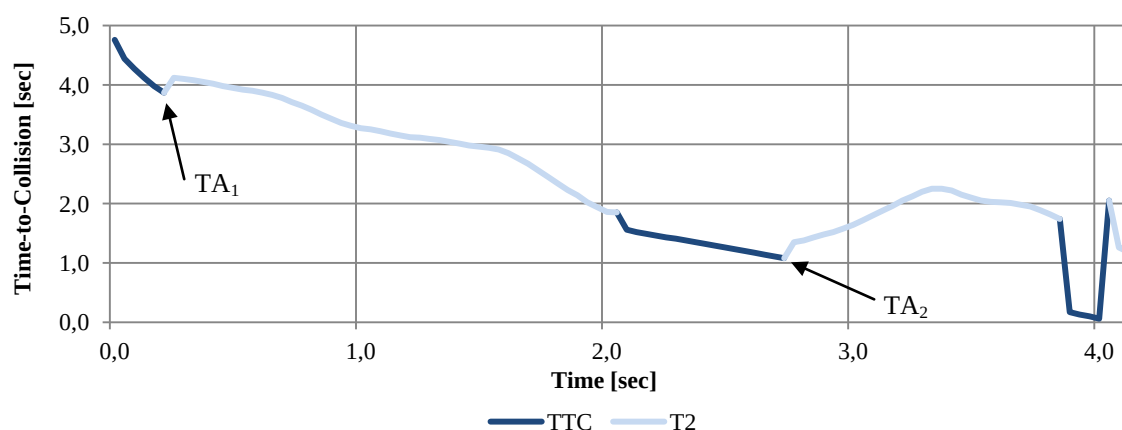
Grænseværdien for TTC_{min} ved to bløde trafikanter på kollisionskurs er i nærværende projekt sat til 1,00 sek. På baggrund af TTC_{min} er der udpeget fem alvorlige konflikter før og én alvorlig konflikt efter, at cyklister er blevet undtaget signal. Grænseværdien for $T_{2,min}$ for anden trafikants ankomst til konfliktområdet er sat til 0,55 sek. Tilsvarende er der ved $T_{2,min}$ udpeget ni alvorlige konflikter både før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal. Størstedelen af konflikterne bliver således udpeget på baggrund af $T_{2,min}$. Det er bemærkelsesværdigt, at blot én konflikt er udpeget ved TTC_{min} i efterperioden mod fem i førperioden. Det kan således diskuteres, om dette er et udtryk for, at cyklisterne i højere grad undgår, at der opstår kollisionskurser i efterperioden.

”Ulempen ved TTC_{min} er, at det ikke ud fra værdien alene kan afgøres, om trafikanten med vilje skaber en konflikt ved at vente til sidste øjeblik med at foretage en undvigende manøvre, eller om det reelt er en konflikt, som opstår som følge af manglende samspil mellem trafikanterne.”

(Madsen & Lahrmann, 2014)

Ovenstående citat har stor relevans i forhold til konflikter mellem bløde trafikanter. Der er observeret gentagne situationer, hvor en cyklist foretager en tidlig reaktion – eksempelvis ved at stoppe

sit tråd – og dermed udviser agtpågivenhed over for en potentielt forestående konflikt. Alligevel fortsætter cyklisten, og der opstår en konflikt. I denne situation kan det ikke alene ud fra TTC_{min} -værdiens størrelse vurderes, at cyklisten har foretaget denne tidlige reaktion, idet TTC_{min} blot udtrykker den mindste tidsmæssige afstand mellem trafikanterne under hele hændelsen. I stedet for at anvende TTC_{min} kan det diskuteres, om der bør foretages en helhedsvurdering af den enkelte situation ud fra den samlede graf for TTC og T_2 . Et eksempel herpå er illustreret på Figur 7.2.



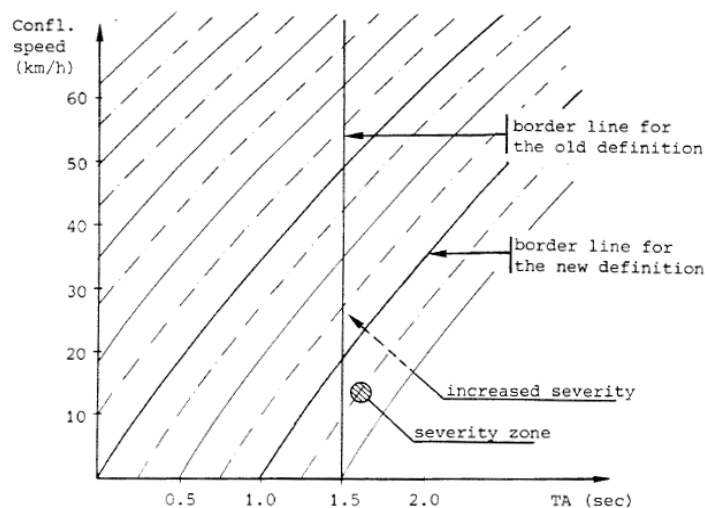
Figur 7.2: Potentiel konflikt nr. 40. Graf for TTC og T_2 med angivelse af forskellige TA-værdier. Tryk [her](#) for at se situationen på internettet.

Figur 7.2 viser grafen for TTC og T_2 i en situation, hvor en ligeudkørende cyklist konflikter med en fodgænger krydsende fra venstre mod højre. Som tidligere beskrevet danner TTC og T_2 en fuldstændig kurve for den tidsmæssige afstand mellem trafikanterne. TTC angiver den resterende tid til en kollision, så længe trafikanterne er på kollisionskurs, og T_2 udtrykker tiden til anden trafikant ankommer til konfliktområdet, så længe første trafikant endnu ikke har passeret konfliktområdet. På grafen kan der aflæses flere reaktioner fra trafikanterne (grafene ”knækker” samt skifter mellem TTC og T_2), som er tegn på opmærksomhed fra én eller begge trafikanter.

På trods af disse tydelige tegn på opmærksomhed, karakteriseres denne situation alligevel som alvorlig, idet trafikanterne passerer tæt forbi hinanden med $TTC_{min} \leq 1,00$ sek. Dette giver anledning til at diskutere TTC_{min} -værdien, og hvorvidt denne er retvisende for konflikternes alvorlighed sammenlignet med eksempelvis TA (Time-to-Accident).

Ved at anvende TA inddrages trafikanternes hastighed samt, hvornår en synlig reaktion foretages. På Figur 7.2 er angivet to eksempler på ”synlige” TA-værdier – altså hvor trafikanterne reagerer. TA_1 angiver første reaktion, hvor cyklisten sænker hastigheden for at afværgе en kollisionskurs. Cyklisten vil deraf passere konfliktområdet efter fodgængerens, hvis begge fortsætter med uændret retning og hastighed. Fodgængerens ændrer dog kurs, hvilket igen bringer trafikanterne på kollisionskurs. TA_2 angiver tidspunktet for anden reaktion, da fodgængerens efterfølgende opdager den forestående kollision. Der opstår forvirring som følge af disse gentagne kursændringer, og situationen ender med $TTC_{min} < 1,00$ sek. resulterende i en alvorlig konflikt. Hvis TA_1 eller TA_2 anvendes i stedet for TTC_{min} vil den pågældende situation have karakter af tidligt samspil, idet trafikanterne tydeligt reagerer på hinanden under hændelsen.

På Figur 7.3, side 85, ses STCT-definitionen for alvorlige konflikter udtrykt ved hastighed og TA. Ifølge Hydén (1987) har en observatør lettere ved at anvende TA sammenlignet med eksempelvis TTC_{min} . Observatører vurderes at have lettere ved at skønne trafikanternes hastigheder og reaktioner, hvilket gør TA mere anvendelig ved observatørregistreringer.



Figur 7.3: Den gamle og nye definition for alvorlige konflikter udtrykt ved TA (Time-to-Accident). (Hydén, 1987)

Som tidligere nævnt er en konflikt defineret som en situation, hvor den opfattede risiko for kollision mellem to eller flere trafikanter er så høj, at mindst én af trafikanterne ikke vil udsætte sig selv for det og reagerer herefter. TA er derfor yderst relevant, idet denne værdi angiver tidspunktet for første reaktion og dermed giver en indikation om, hvornår mindst den ene trafikant er blevet opmærksom på situationen. Til trods for at trafikanten efterfølgende (med vilje) skaber en konflikt, er der tydelige tegn på opmærksomhed, og at trafikanten deraf ikke opfatter situationen som "farlig nok" til ikke at turde fortsætte.

Et problem i forhold til at anvende TA på bløde trafikanter er deres generelt lavere hastighed, der gør det svært at definere grænseværdien mellem alvorlige konflikter og effektiv trafikafvikling. Grænseværdierne for TA, illustreret på Figur 7.3, er ikke udviklet med henblik på bløde trafikanter ved lav hastighed, og dette giver problemer i forhold til at finde en generel grænseværdi.

Samlet set kan der påpeges visse problemer ved at anvende en tidsbaseret metode på konflikter mellem bløde trafikanter. Derfor er der i dette projekt arbejdet med en alternativ metode.

Samspil som parameter

Når samspil mellem trafikanter benyttes til at definere hvor alvorlige konflikter er, er det vigtigt at få klarlagt følgende: Hvilke faktorer er afgørende, når konfliktsituationerne skal vurderes, og hvordan defineres samspil og deraf alvorlige konflikter?

I dette projekt er samspil mellem bløde trafikanter defineret ved trafikanternes observerede reaktioner under forskellige hændelser, herunder opbremsninger, accelerationer og kursændringer. Dette har den ulempe, at der udelukkende medtages situationer, hvor der reelt kan observeres en reaktion fra mindst én af trafikanterne. Således frasorteres de situationer, der indeholder farlige elementer, men hvor der ikke forekommer en reaktion. Det kan derfor diskuteres, om denne definition er dækkende – særligt når konflikterne omhandler bløde trafikanter. Denne trafikantgruppe åbner op for at inddrage flere parametre i vurderingerne, da det er muligt at foretage adfærdsmæssige observationer sammenlignet med eksempelvis førere af motorkøretøjer, hvor deres reaktioner ikke umiddelbart er synlige.

Der er ingen tvivl om, at trafikanternes hastighed er en væsentlig parameter i forhold til risiko for alvorlige konflikter – også i konfliktsituationer mellem bløde trafikanter. Derfor bør der også skeles til den svenske konfliktteknikmetode og den hastighedsafhængige TA-værdi. Men det kan

diskuteres, hvorvidt der bør inddrages flere parametre i vurderingen så som observeret trafikantadfærd (foruden tidligere nævnte reaktioner) og øvrige personlige karakteristika.

Det bør overvejes at inddrage trafikanternes observerede adfærd under hændelserne, herunder observerede fagter, bevægelser samt krops- og retningsorientering. Disse faktorer har alle betydning for, hvordan de enkelte situationer opfattes. Der er observeret gentagne situationer, hvor både cyklister og fodgængere anvender fagter for at signalere deres hensigt. Denne form for interaktion mellem trafikanterne afværger ofte konflikterne inden de opstår.

Endvidere kan det vælges at inddrage trafikanternes personlige karakteristika så som køn, alder og/eller handicap (blind, gangbesværet mv.). Sker en konflikt eksempelvis mellem et barn, der pludseligt sætter i løb over et fodgængerfelt, og en ældre person på en elcykel, der kører over for rødt lys i et T-kryds, kan det føre til en farlig situation. Fodgængerens uventede adfærd, cyklists hastighed samt trafikanternes alder (og heraf manglende dømmekraft samt muligt nedsatte reaktionsevne) kan skabe en alvorlig konfliktsituation afhængig af trafikanternes afstand til hinanden.

I forlængelse af denne tænkte konfliktsituation kan der drages en direkte parallel til den hollandske konfliktteknikmetode, DOCTOR, hvor skaderisiko tillige indgår i vurderingen (Kraay m.fl., 2013; Kraay & Horst, 1985). Konflikter, der involverer mindst én blød trafikant, vurderes ofte at være mere risikobetonede, da bløde trafikanter har større risiko for at komme alvorligt til skade som følge af et fald eller styrt. Derfor bør brugen af sikkerhedsudstyr (eksempelvis hjelm eller fluorescerende gul vest) indgå i vurderingen.

Der kan således opstilles detaljeringsniveauer for de parametre, der bør indgå i vurderingen, illustreret i Tabel 7.1. I dette projekt er der således taget udgangspunkt i Niveau I.

Niveau I	Niveau II	Niveau III
Reaktioner: - Accelerationer - Opbremsninger - Kursændringer	Øvrig adfærd: - Fagter - Orientering - Kropssprog - (Auditiv kontakt) <i>Inkl. Niveau I</i>	Personkarakteristika: - Køn - Alder - Handicap - Skadesrisiko <i>Inkl. Niveau I + II</i>

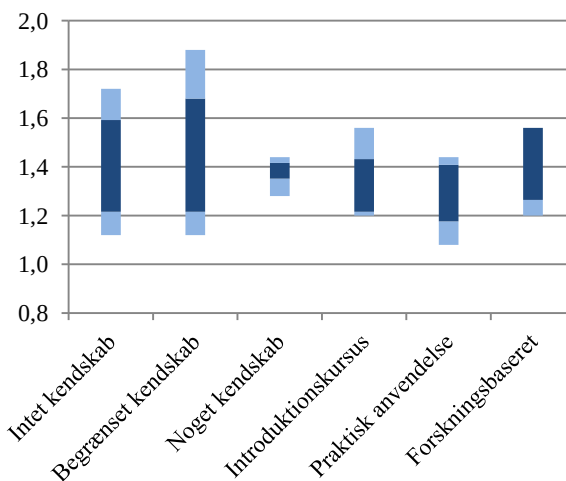
Tabel 7.1: Detaljeringsniveau for registreret samspil mellem bløde trafikanter.

Hvis disse samspilparametre fremover skal indgå i vurderingen, giver det anledning til en diskussion omkring brugen af objektive og subjektive mål for "farlige situationer". Samspilparametrene øger muligheden for, at konfliktobservatørernes subjektive meninger kan få indflydelse på resultaterne. Det kan diskuteres, hvorvidt disse forskellige subjektive meninger om, hvad der anses for alvorligt, overhovedet har relevans i forhold til at vurdere konflikter. Der er mange eksempler på, at mennesker fejlbedømmer den objektive risiko for skade, eksempelvis i uheldssituationer. Spørgsmålet er derfor, hvorfor de så skulle være bedre til at bedømme alvorlige konflikter?

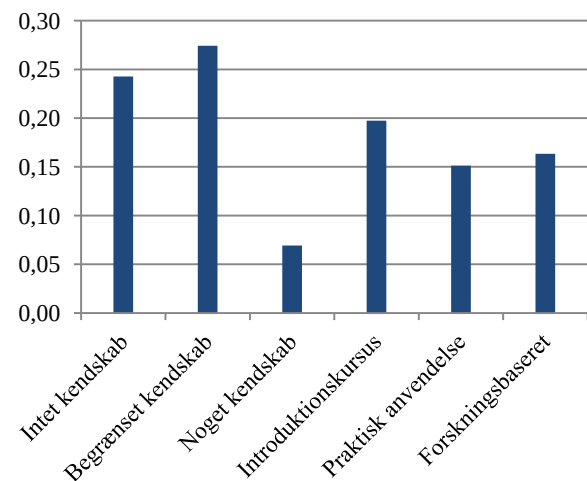
TemaNord (1994) beskriver trafikulykker som stokastiske, hvor ophobning af en række tilfældige betingelser fører til, at en kollision ikke kan undgås. Trafikanternes adfærd frem til det kritiske punkt kan for så vidt være normal, og uheldets opståen kan dermed ikke forudsiges på anden måde end, at det statistisk er en mulighed ud fra trafikanternes positioner og hastighed. Denne uheldsanskuelse modsiger dermed ikke, at parterne har fejlbedømt den objektive risiko for skade, da de fleste selv indtil ganske få sekunder før uheldet ikke er klar over den forestående kollision. I disse tilfælde vil det således ikke være muligt at forudsige kollisionen ud fra trafikanternes reaktioner, og denne betragtning understøtter således ikke en subjektiv tilgang til konflikter.

På trods af dette har flere studier vist, at der kan påvises at være stor enighed ved observatørers subjektive vurderinger af, hvad der er ”alvorligt” i konfliktsituationer (Krysse & Wijlhuizen, 1992; Krysse, 1991). Et studie har blandt andet undersøgt denne forskel mellem lægmænd og såkaldte eksperter. Krysse & Wijlhuizen (1992) fandt, at der ikke er forskel på, hvordan almindelige borgere og eksperter vurderer konflikter. Nærværende projekt har tillige undersøgt, hvordan forskellige trafikssikkerhedseksperters kendskab til konfliktteknikken påvirker deres subjektive holdning til konflikter og om der er enighed mellem grupperne.

Gennem Delphimetoden er der søgt at opnå konsensus i bedømmelserne af en række potentielle konfliktsituationer. Med udgangspunkt i de valgte konsensuskriterier er der i første runde opnået enighed for 47 af i alt 50 potentielle konfliktsituationer. Efter anden runde er der konsensus i alle bedømmelserne. Figur 7.4 og Figur 7.5 viser spredningen på respondenternes besvarelser, som er inddelt efter respondenternes eget vurderede kendskab til konfliktteknikmetoden. Spredningen er udtrykt ved øvre og nedre grænser samt 20 %- og 80 %-fraktilerne for den enkelte respondents gennemsnitlige kategorisering af de potentielle konfliktsituationer.



Figur 7.4: Øvre og nedre grænser samt 20 %- og 80 %-fraktilerne for respondenternes gennemsnitlige svar fordelt på deres kendskab til konfliktteknikken.



Figur 7.5: Spredningen på respondenternes gennemsnitlige svar fordelt på deres kendskab til konfliktteknikken.

Resultaterne viser ikke overraskende, at øget kendskab til konfliktteknikmetoden reducerer spredningen på respondenternes svar. Dette indikerer, at uddannelse i konfliktteknikmetoden påvirker, hvordan respondenterne kategoriserer konfliktsituationer. Respondenter med uddannelse eller længere tids arbejde med konfliktteknikmetoden er mere enige i deres vurderinger.

Der kan således påvises at være stor enighed blandt mennesker, når konflikter skal vurderes. Dette ændrer dog ikke på, at alvorlige konflikter og sågar uheld sker, fordi mennesker fejlbedømmer risikoen i kritiske situationer. Spørgsmålet er derfor, om denne tilsyneladende enighed blandt eksperterne blot er udtryk for, at konflikterne fejlbedømmes ens, og at der således (stadig) er behov for at anvende en tidsbaseret objektiv udpegningsmetode sammen med Delphimetoden?

Sammenligning af metoderne

Cyklister undtaget signal i T-kryds har til formål at optimere trafikafviklingen og sikre bedre fremkommelighed for cyklister. Som direkte følge heraf vil de bløde trafikanter oftere indgå i tæt samspil, hvilket kan give anledning til konflikter – særligt i tilfælde hvor den ene trafikant foretager en uventet manøvre. I de fleste tilfælde sker undvigemanøvrerne dog kontrolleret. Det er således væsentligt at skelne mellem tæt samspil, hvor reaktionerne foregår kontrolleret, og alvorlige

konflikter, hvor der sker et sammenbrud i interaktionen mellem trafikanterne og en kollision er nært forestående.

En sammenligning af resultaterne fra de to anvendte metoder skal sikre, at resultaterne ikke fejlfortolkes, og at situationer, der blot udtrykker effektiv trafikafvikling, fejlagtigt bliver kategoriseret som alvorlige konflikter. Effektiv trafikafvikling indeholder som udgangspunkt en risiko for at en konflikt kan opstå som følge af en uforudset manøvre, men bør generelt set ikke kategoriseres som alvorlig.

Ved den tidsbaserede konfliktteknikmetode udpeges situationer, der både kan være udtryk for effektiv trafikafvikling samt alvorlige konflikter udtrykt ved den tidsmæssige afstand mellem trafikanterne. Ulemper er, at dette kan give et forkert billede af konfliktrisikoen i forhold til blot at udtrykke en fuldstændig udnyttelse af kapaciteten. Fordelen ved metoden er, at der medtages situationer, hvor samspillet mellem trafikanterne ikke umiddelbart er synligt, men hvor risikoen for en kollision er høj, hvis en af trafikanterne skulle foretage en uventet manøvre. En situation, hvor en cyklist akkurat kører bagom en krydsende fodgænger, kan indeholde kritiske tidsværdier, selvom samspillet ikke umiddelbart er synligt. Cyklisten kører med en forventning om, at fodgængerens fortsætter med samme retning og hastighed, hvormed en pludselig opbremsning fra fodgængerens vil kunne føre til en alvorlig konfliktsituation.

Den samspilbaserede metode udpeger udelukkende de situationer, hvor et sammenbrud i interaktionen mellem trafikanterne kan observeres i form af en kraftig reaktion fra mindst én af trafikanterne, der afværger en kollision. Som tidligere beskrevet kan det diskuteres, hvorvidt en konfliktsituation, hvor en fodgænger eksempelvis må vige for en cyklist, altid bør kategoriseres som alvorlig. En sådan situation kan for cyklisten virke ufarlig og blot føre til en lettere reaktion. Fodgængerens reaktion kan tilsvarende udadtil se kontrolleret ud, men i realiteten kan fodgængerens have oplevet at være involveret i en alvorlig konflikt, idet cyklisten laver en uforudset handling ved at fortsætte sin kørsel. Situationen har således karakter af samspil. Det observerede samspil mellem trafikanter bør deraf kombineres med yderligere parametre så som vigepligtsovertrædelser, trafikantadfærd og personkarakteristika, der kan have betydning for konflikstens alvorlighed.

Forskelle og ligheder mellem den tidsbaserede metode og Delphimetoden kommer til udtryk, når konflikterne er udpeget. Appendiks C2 viser hvor mange alvorlige konflikter, der er udpeget med de to metoder. Heraf er der samlet set udpeget 22 alvorlige konflikter, som fordeler sig på:

- 21 alvorlige konflikter defineret ved TTC_{min} og $T_{2,min}$.
- 4 alvorlige konflikter defineret ved samspil.

Langt flere situationer viser sig således at være alvorlige ud fra den tidsbaserede metode. Der er samtidig en overlapning på blot tre alvorlige konflikter, hvilket tyder på en væsentlig forskel mellem metoderne. Et sammenfald for tre ud af fire alvorlige konflikter kan dog også antyde en form for relation mellem metoderne.

Opsamling på konfliktteknikmetoderne

Samlet set vurderes det ikke at være et spørgsmål om at vælge mellem én af de to konfliktteknikmetoder, men at metoderne med fordel kan supplere hinanden. Det lader til, at resultaterne fra de to metoder viser samme tendenser. Alligevel udpeger den tidsbaserede metode relativt flere alvor-

lige konflikter. Dette kan være udtryk for, at denne metode inddrager flere situationer, der blot udtrykker effektiv trafikafvikling – og altså ikke nødvendigvis alvorlige konflikter.

Spørgsmålet er derfor snarere: Hvilke samspilsparmetre bør inddrages? Og er der eksempelvis behov for et videoanalyseværktøj, som kan opfange og måle disse detaljerede samspilsparmetre, eller er løsningen fortsat at benytte observatørregistreringer, hvor den enkeltes subjektive mening kan få stor indflydelse?

Så længe der ikke er et tilgængeligt videoanalyseværktøj, der kan måle på disse detaljerede samspilsparmetre, vurderes Delphimetoden at være et godt alternativ. Der kan ses stor enighed, når alvorlige konflikter skal udpeges, og dette tyder på, at Delphimetoden har sin rettinghed – særligt når konflikterne sker mellem bløde trafikanter. Delphimetoden er imidlertid tidskrævende – selv ved evaluering af få situationer. Den er derfor afhængig af en forudgående udpegning af de potentielt alvorlige konflikter, og her kommer den tidsbaserede metode til sin ret. På nuværende tidspunkt er der flere videoanalyseværktøjer, som kan foretage netop denne udpegning, og det er således mere et spørgsmål om at få defineret udpegningskriterierne.

7.3 Undersøgelsens design, styrke og validitet

I det følgende afsnit foretages en kort diskussion af undersøgelsens design samt sammenligningsgrundlaget mellem før- og efterundersøgelsen og de enkelte lokaliteter. Endelig præsenteres undersøgelsens gyldighed ud fra begreberne statistisk -, teoretisk -, ekstern - og intern validitet.

Sammenligning af før- og efterundersøgelse

Tidligt i processen blev det valgt, at undersøgelsen skulle gennemføres som et før- og efter-studie. Dette anses for en stærkere undersøgelse end eksempelvis et med- og uden-studie.

Der er fravalgt at benytte en kontrolgruppe i form af et eller flere referencekryds, da dette kræver et stort antal arbejdstimer til at gennemgå videomateriale og udpege konfliktsituationer. Som tidligere beskrevet viser erfaringer, at ressourcerne i stedet udnyttes bedre ved at foretage yderligere konfliktobservationer på forsøgslokaliteterne (Andersson & Lund, 2003). Det kan alligevel diskuteres, om dette ville have relevans i dette projekt, hvor tidspunktet for før- og efteroptagelserne ligger i hhv. sommer- og vintermånederne. Deraf er der observeret færre trafikanter i efterperioden, men denne forskel er forsøgt udlignet ved eksempelvis at korrigere for eksponering.

Observationsperioderne omfatter få dage, da dette anses for værende dækkende i konfliktstudier. Det kan dog diskuteres, om tilvænningsperiodens længde har været tilstrækkelig. Grundet tidspres var det nødvendigt at foretage efterundersøgelsen blot 11 uger efter, at cyklister var blevet undtaget signal. Dermed var der risiko for, at ikke alle cyklister havde nået at vænne sig til de nye forhold. Dette vurderes at være et af de væsentligste kritikpunkter i denne undersøgelse.

Sammenlignelige kryds

Ved valget af projektilokaliteter er der lagt vægt på sammenlignelighed. I afsnit 3.1 er nævnt flere krydskarakteristika, som skal sikre et ensartet grundlag for at sammenligne forholdene på de enkelte lokaliteter. Disse karakteristika har gjort det muligt at sammenligne de enkelte kryds, men resultaterne vil muligvis ikke direkte kunne genfindes i andre T-kryds, der afviger fra disse karakteristika. Dette kunne eksempelvis være i kryds, hvor cykelstien i stedet føres højre om hovedsig-nalet, eller hvor cyklisternes stoppligt ikke er markeret med en tydelig stoplinje.

Validitet

Der er foretaget en diskussion af undersøgelsens resultater i forhold til relevante fejlkilder. Resultaterne diskuteres ud fra fire former for validitet, jævnfør Elvik m.fl. (2012):

1. Statistisk validitet,
2. Teoretisk validitet,
3. Ekstern validitet,
4. Intern validitet.

Statistisk validitet

Statistisk validitet er den statistiske sammenhæng mellem de fundne resultater. Projektets hovedresultat viser, at der ikke kan påvises en signifikant sikkerhedseffekt ved cyklister undtaget signal i T-kryds. Der er således stor sandsynlighed for, at resultaterne er fremkommet på baggrund af tilfældige udsving. Derfor er konklusionen, at der ikke kan påvises enten positiv eller negativ sikkerhedseffekt af tiltagene.

Et delresultat viser en signifikant positiv effekt på konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre. Yderligere undersøgelser skal til for at fastslå denne sammenhæng. På trods af en signifikant effekt vurderes den samlede statistiske validitet ikke at være opnået, da alle øvrige undersøgte sammenhænge ikke viser sig at være signifikante.

Teoretisk validitet

Teoretisk validitet er sammenhængen mellem det, der ønskes undersøgt, og det som faktisk undersøges. Undersøgelsen har til formål at undersøge uheldsrisikoen, når cyklister undtages signal i T-kryds. Uheldsrisikoen er undersøgt ved at tælle antallet af konflikter mellem bløde trafikanter, der anvendes som surrogat for antallet af uheld. Såfremt der kan påvises en sammenhæng mellem uheldsrisiko og konfliktrisiko, anses undersøgelsens teoretiske validitet for stor, da der måles på antallet af konflikter før og efter.

Ekstern validitet

Ekstern validitet omhandler, hvorvidt resultaterne af undersøgelsen kan generaliseres og benyttes til at vurdere effekten på lignende lokaliteter, hvor cyklister ønskes undtaget fra signalgivning. Resultaterne viser, at der ikke kan dokumenteres en sikkerhedsmæssig forskel før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal. Dermed er der overvejende konsensus mellem resultaterne i Jensen m.fl. (2014) og nærværende projekt. Ekstern validitet anses deraf for opnået.

Intern validitet

Intern validitet er årsagssammenhængen mellem variabler. Er det sikkert, at X kan forklare variationen på Y, eller skyldes variationen en tredje variabel? Kan cyklister undtaget signal således forklare variationen i antallet af observerede konflikter mellem de to perioder?

Undersøgelsens resultater går gradvist imod de forudgående hypoteser omkring tiltagenes forventede effekt, hvor forventningen var en potentiel negativ sikkerhedseffekt af tiltagene. I stedet viser tiltagene en mulig positiv effekt – dog uden at være signifikant. Denne positive effekt skal muligvis findes i den nye cykelstiafmærkning, der kan føre til øget opmærksomhed fra cyklisterne. Effekten kan dog også skyldes, at fodgængerne nu er opmærksomme på, at cyklister må køre over for rødt lys og deraf udviser større agtpågivenhed.

Den interne validitet anses for lille, da cyklister undtaget signal ikke umiddelbart kan forklares at føre til færre alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter.

8. Konklusion

I dette kapitel præsenteres den samlede konklusion for projektet. Indledningsvis foretages en kort opsummering af projektets formål, og hvorledes undersøgelsen er tilrettelagt. Herefter følger resultaterne, herunder besvarelse af selve problemformuleringen og tilhørende problemstillinger.

8.1 Kort opsummering

Formålet med dette projekt er at undersøge, hvilke trafiksikkerhedsmæssige problemstillinger det medfører, at cyklister (herunder knallertførere) undtages signal ved fremkørsel i et T-kryds' overligger. Det er yderligere hensigten at undersøge anvendeligheden af to forskellige konfliktteknikker til at analysere konfliktsituationer mellem bløde trafikanter.

Projektets hovedproblemstilling tager udgangspunkt i konflikter i signalregulerede T-kryds mellem ligeudkørende cyklister på separat cykelsti i overliggeren og øvrige krydsende bløde trafikanter, herunder venstresvingende cyklister og fodgængere. Hypotesen er, at der kan observeres en større risiko for alvorlige konflikter, hvor ligeudkørende cyklister er undtaget signalgivningen. Dette skyldes en formodning om, at cyklerne bliver mindre opmærksomme på de krydsende trafikanter, når de holdes uden for signal i T-kryds. Konfliktrisikoen beregnes som forholdet mellem antal alvorlige konflikter og eksponering - i dette projekt udtrykt som antal samtidige ankomster. Samtidige ankomster er udtryk for, at to eller flere konfliktende trafikanter passerer samme konfliktområde inden for en fastsat tidsmæssig afstand, og disse situationer har således potentiale for at udvikle sig til alvorlige konfliktsituationer eller uheld.

Metoden, der anvendes til analysen, er en før- og efterundersøgelse af konflikter. Dette betyder, at trafiksikkerheden er undersøgt med udgangspunkt i alvorlige konflikter og samtidige ankomster før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal. Den mellemliggende periode er på blot 11 uger – fra implementering af tiltagene til efterundersøgelsen. Risikoen vurderes dermed at være minimal i forhold til, at lokale forhold og ændringer kan få indflydelse på resultaterne. Undersøgelsen omfatter fire signalregulerede T-kryds i Aalborg, hvor cyklister i førperioden har stoppligt ved ankomst for rødt lys og i efterperioden er undtaget signalgivningen ved fremkørsel i overliggerne. Som baggrund for før- og efterundersøgelsen ligger i alt 227 timers videooptagelser fordelt på de fire lokaliteter, hvoraf der samlet er optalt 43.557 bløde trafikanter. Videooptagelserne er foretaget på hverdage i tidsrummet 07-17.

Resultaterne af undersøgelsen viser, hvilken effekt cyklister undtaget signal har på trafiksikkerheden. Der er endvidere foretaget en tolkning af resultaterne med hensyn til at undersøge tiltagenes effekt på cyklisternes fremkommelighed og adfærd før og efter.

8.2 Resultater

Dette kandidatspeciale har søgt at besvare problemformuleringen med tilhørende problemstillinger nævnt i afsnit 1.2. Problemformuleringens ordlyd var:

Medfører det sikkerhedsmæssige problemstillinger mellem bløde trafikanter, at ligeudkørende cyklister undtages signal i signalregulerede T-kryds?

Gennem behandling, analyse og fortolkning af de indsamlede data har det været muligt at besvare denne problemformulering med tilhørende problemstillinger.

Konklusionen er, at der ikke kan påvises sikkerhedsmæssige problemstillinger mellem bløde trafikanter, når cyklister undtages signal i T-kryds. Der er således ikke registreret signifikant større risiko for konflikter efter, at cyklister er blevet undtaget signal, selvom antallet af rødkørsler er steget markant. I de fire T-kryds er der observeret en signifikant stigning i antallet af rødkørsler på 30 % i efterperioden, hvor konfliktrisikoen i modsætning hertil er faldet fra 3,2 til 1,9 (alvorlige konflikter pr. 100 samtidige ankomster).

Der er endvidere registreret en signifikant effekt på de ligeudkørende cyklisters hastighed, når disse undtages signal ved fremkørsel i overliggeren. Cyklisternes gennemsnitshastighed i konfliktsituationer er således faldet fra 20,4 til 16,7 km/t i efterperioden ($p = 0,04$). Samtidig begår cyklisterne færre vigepligtsovertrædelser, hvilket tyder på, at cyklisterne er mere opmærksomme og i højere grad tilpasser deres kørsel til de krydsende trafikanter.

Dette projekt belyser imidlertid kun situationer, hvor cykelstien er ført venstre om hovedsignalet i T-kryds. Der kan stilles spørgsmål ved, om dette er udtryk for det generelle billede, når cyklister undtages signal i T-kryds, eksempelvis hvor cykelstien er ført højre om hovedsignalet og eventuelt adskilt fra kørebanen med en delehelle.

Foruden ovenstående problemformulering har kandidatspecialet søgt at besvare yderligere fire problemstillinger, når cyklister undtages signal – ligeledes nævnt i afsnit 1.2.

- 1) Er der forskel på antallet af alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal i T-kryds?*

Delphimetoden har udpeget relativt få alvorlige konflikter sammenlignet med den tidsbaserede metode. Fælles for metoderne er dog, at der er udpeget færre konflikter, når cyklisterne er undtaget signal.

Den tidsbaserede metode: Konfliktrisikoen er 3,2 i førperioden, hvor cyklisterne skal efterleve signal, sammenlignet med 1,9 i efterperioden, hvor cyklisterne er undtaget signal.

Delphimetoden: Konfliktrisikoen er 1,1 i førperioden, hvor cyklisterne skal efterleve signal, sammenlignet med 0,0 i efterperioden, hvor cyklisterne er undtaget signal.

Det bør nævnes, at konfliktrisikoen er behæftet med stor usikkerhed, men at resultaterne trods alt giver en idé om, at konflikter og dermed ulykker mellem bløde trafikanter kun sjældent opstår.

- 2) Opstår alvorlige konflikter som oftest mellem ligeudkørende cyklister og fodgængere eller mellem ligeudkørende cyklister og venstresvingende cyklister fra sidevejen?*

Alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter i T-kryds sker som oftest mellem cyklister og fodgængere. Den tidsbaserede metode har udpeget 21 alvorlige konflikter, hvoraf 19 sker mellem cyklister og fodgængere. Delphimetoden har udpeget 4 alvorlige konflikter, hvoraf tre sker mellem cyklister og fodgængere. Den større tendens til alvorlige konflikter mellem cyklister og fodgængere vurderes at være en effekt af, at fodgængere står for 85 % af de krydsende trafikanter. Således er cyklist-fodgænger-eksponeringen væsentlig større end cyklist-cyklist-eksponeringen.

3) *Opstår alvorlige konflikter med ligeudkørende cyklister som oftest med fodgængere krydsende fra højre mod venstre eller venstre mod højre?*

Der er en tendens til, at alvorlige konflikter i T-kryds oftere sker med fodgængere krydsende fra højre mod venstre. Dette giver mening i forhold til, at ventende fodgængere krydsende fra højre har kortere afstand til den gennemgående cykelsti. Cyklisterne har således kortere tid til at reagere på en fodgænger, der pludselig træder ud på cykelstien fra højre kontra en fodgænger, der er i bevægelse over et fodgængerfelt fra venstre. I forlængelse heraf viser resultaterne, at der er 48 % større risiko for, at en samtidig ankomst med en fodgænger krydsende fra højre udvikler sig til en alvorlig konflikt sammenlignet med situationer, hvor fodgænger krydser fra venstre. Konfliktrisikoen (pr. 100 samtidige ankomster) opgjort for både før- og efterperioden er hhv. 3,3 ved fodgængere krydsende fra højre og 2,2 ved fodgængere krydsende fra venstre.

Cyklisternes undtagelse af signal i T-kryds kan påvises at have en signifikant effekt på antallet af alvorlige konflikter med fodgængere krydsende fra højre ($p < 0,01$). Dette kan ses som en direkte effekt af den nye cykelstiafmærkning, der antageligt øger cyklisternes opmærksomhed på de krydsende trafikanter. Men effekten kan også hænge sammen med, at de krydsende trafikanter er opmærksomme på, at cyklister nu må køre over for rødt lys og deraf udviser større agtpågivenhed.

4) *Hvilke styrker og svagheder er der ved konfliktteknikmetoden baseret på tidsværdier og Delphimetoden baseret på samspillet mellem trafikanter i forhold til at vurdere konflikter mellem bløde trafikanter?*

Styrken ved den tidsbaserede konfliktteknikmetode er, at denne ikke påvirkes af subjektive holdninger til, hvad der anses for værende "alvorligt" i konfliktsituationer. Svagheden er, at der benyttes faste grænseværdier for alvorlige konflikter. Grænseværdierne udgør en risiko for, at situationer, der blot udtrykker effektiv trafikafvikling, udpeges som alvorlige konflikter. Endvidere kan tidligere nævnte fejlmargen, når videooptagelserne skal kalibreres, få stor betydning for resultaterne. Dette kan tale for at anvende en mere detaljeret udpegningsmetode.

Styrken ved den reaktions- og samspilbaserede Delphimetode er, at der kan inddrages andre parametre end blot den tidsmæssige afstand mellem trafikanterne. Flere konflikter opstår som følge af en uventet reaktion fra trafikanterne, hvilket ikke inddrages ved den tidsbaserede metode. Svagheden er dog, at dette kan føre til, at resultaterne påvirkes negativt af respondenternes egne subjektive holdninger. Konflikterne udpeges ved, at trafikanterne foretager en synlig reaktion. Sker dette ikke, er der risiko for, at enkelte konflikter ikke registreres. Metoden er desuden omfattende, hvilket kan tale for anvendelsen af den tidsbaserede metode.

Samlet set bør de to metoder ikke anvendes separat, men supplere hinanden. Der er fordele og ulemper ved begge metoder, men en væsentlig pointe er, at konflikter mellem bløde trafikanter er vanskelige at vurdere. Derfor anbefales en detaljeret udpegningsmetode til disse konflikter. Delphimetoden anses for at være et godt alternativ, indtil et videoanalyseværktøj kan analysere samspil mellem bløde trafikanter. Metoden viser stor enighed mellem respondenterne, og dette tyder på, at metoden har sin rettilighed. Delphimetoden er imidlertid tidskrævende og er afhængig af en forudgående udpegnings af potentielle konflikter. Der er udviklet flere videoanalyseværktøjer, som kan foretage denne udpegnings, og det er således nærmere et spørgsmål om at få defineret udpegningskriterierne.

9. Perspektivering

I dette kapitel præsenteres en række relevante emner og problematikker i relation til projektets hovedproblemstilling, som dog ikke er søgt nærmere besvaret i nærværende projekt. Der gives således flere bud på interessante problemstillinger med relevans til emnet 'Bløde trafikanter uden for signal i kryds'.

9.1 Cykelstiafmærkning i T-kryds

De fleste trafikanter tror, at det er tilladt for cyklister at køre frem for rødt lys i T-kryds, hvor cykelstien er ført højre om hovedsignalet og hvor stoppligten ikke er markeret med en stoplinje på cykelstien. Dette er dog en misforståelse, iht. Vejreglerådet (2013). Cyklister skal overholde hovedsignalet, uanset om det står til højre eller venstre for cykelstien, og uanset om der er en tydelig markeret stoplinje på cykelstien. Det er dog langt fra alle steder, at afmærkningen svarer til gældende lov. (Jensen & Lund, 2014)

Et eksempel herpå er T-krydset Over Kæret/Stjernevej i Aalborg, hvor cykelstien er ført venstre om hovedsignalet. Her har Aalborg Kommune lagt ny belægning på cykelstien, hvorefter der ikke er genetableret stoplinje for cyklister, illustreret på Figur 9.1. Cyklisterne har stoppligt ved rødt lys, men den manglende stoplinje kan foranledige cyklisterne til at køre frem for rødt lys. Hvorvidt det er en forglemmelse eller et bevidst valg fra kommunens side, er ikke undersøgt.

Jævnfør Vejreglerådet (2013) skal der være opsat U5 undertavle under hovedsignalet, hvis cyklister er holdt uden for signalreguleringen. Hovedsignalet gælder for cyklister, uanset om cykelstien er ført højre eller venstre om signalet, og cyklisterne ikke reguleres med et særskilt cyklistsignal.

Et andet eksempel er T-krydset Over Kæret/Enggårdsgade i Aalborg, hvor cykelstien er ført højre om hovedsignalet, og samtidig er der vigepligt for venstresvingende cyklister fra sidevejen, illustreret på Figur 9.2. Fodgængerfeltet er på dette sted kun signalreguleret på den del af strækningen, hvor kørebanerne passeres, og er således ikke ført over cykelstien. Denne afmærkning er i strid med principperne om "den selvforklarende vej" og kan føre til misforståelser mellem cyklister og fodgængere om, hvem der har vigepligt. Vejreglerådet (2013) anbefaler i dette tilfælde, at fodgængere gøres opmærksomme med et V 21 cykelsymbol på cykelstien for at tydeliggøre, at denne del af passagen ikke er signalreguleret.



Figur 9.1: T-krydset Over Kæret/Stjernevej, hvor der ikke er etableret stoplinje på cykelstien.



Figur 9.2: T-krydset Over Kæret/Enggårdsgade, hvor cykelstien er ført højre om signalet.

Den store usikkerhed omkring rigtig og forkert cykelstiafmærkning ved kryds giver anledning til at undersøge, hvordan den generelle viden er på området. Hvordan er eksempelvis kommunernes viden på dette område, og er der behov for en ensretning af cykelstiafmærkningen på landsplan?

Foruden den generelle cykelstiafmærkning er der ligeledes tvivl om korrekt afmærkning, hvor cyklister ønskes undtaget signal. Helt konkret kom dette til udtryk i nærværende projekt, da der eksempelvis opstod tvivl om, hvorvidt det var nødvendigt med en B11 tavle med US8 undertavle placeret til højre for cykelstien for at markere cyklisternes vigepligt. Grundet dette tvivlsspørgsmål blev der rettet henvendelse til Vejdirektoratet.

De tidligere nævnte tvivlsspørgsmål anbefales at blive undersøgt, og der foreslås indarbejdet en mere detaljeret beskrivelse i kapitel 6 i Vejreglen om Vejsignaler.

9.2 Alternativ løsning

En af de væsentligste problemstillinger ved, at cyklister undtages signal i T-kryds er, at primære konflikter mellem bløde trafikanter holdes uden for signalreguleringen. Da dette potentielt kan føre til konfliktsituationer og uheld, anses det for relevant at undersøge, om der findes bedre alternativer. I dette afsnit præsenteres ét eksempel på en alternativ løsning til cyklister undtaget signal ud fra egen erfaring.

Når cyklister undtages signal i et T-kryds, øges fremkommeligheden for de ligeudkørende cyklister i overliggeren. Dermed skal et lignende tiltag ligeledes forbedre fremkommeligheden for cyklisterne for at være et regulært alternativ. Endvidere skal det ikke føre til en svækkelse af trafikikkerheden, da dette også vil gøre det til et dårligere alternativ end cyklister undtaget signal.

Et eksempel på en alternativ løsning er i T-krydset Hobrovej/Mølleparkvej i Aalborg, hvor et separat cyklistsignal regulerer de ligeudkørende cyklister på Hobrovej, illustreret på Figur 9.3.



Figur 9.3: T-krydset Hobrovej/Mølleparkvej i Aalborg, hvor et separat X16 cyklistsignal regulerer de ligeudkørende cyklister på Hobrovej. Cyklistsignalet skifter kun til rødt i tilfælde af krydsende fodgængere.

Cyklistsignalet skifter på dette sted kun til rødt i tilfælde af krydsende fodgængere, da de ligeudkørende og venstresvingende cyklister skal flette på cykelstien. Fordelen ved dette tiltag er, at fremkommeligheden for cyklister forventeligt er god – dette under forudsætning af at mængden af krydsende fodgængere er begrænset. Ulempen ved tiltaget er dog, at det medfører en skarp opdeling af de bløde trafikanter, hvor primære konflikter kun bør kunne opstå mellem cyklister.

Det kan diskuteres, hvorvidt denne løsning er et bedre alternativ, da der forventeligt også her vil være ligeudkørende cyklister, der ikke overholder stoppligten.

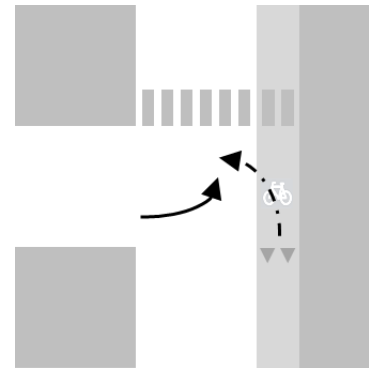
9.3 Uheldssituation 643

I forbindelse med nærværende projekt er der opstået et tvivlsspørgsmål omkring en situation, der kan forekomme, når cyklister undtages signal i T-kryds. Det er situationen nævnt i afsnit 1.3, hvor en cyklist kører frem for rødt lys i overliggeren og svinger til venstre mod sidevejen, hvor cyklisten efterfølgende bliver involveret i en konflikt med et motorkøretøj, der svinger til venstre fra sidevejen for grønt lys, illustreret på Figur 9.5. Denne konfliktsituation forekommer både før og efter cyklister er blevet undtaget signal ved fremkørsel i overliggeren.

Denne uheldssituation giver anledning til diskussion om gældende vigepligtsforhold for de involverede parter i tilfælde af et uheld. Videooptagelserne fra projektet viser flere konfliktsituationer som denne, som dog afvikles uden større problemer, et eksempel herpå er illustreret på Figur 9.4.



Figur 9.4: Observeret konflikt i T-krydset Jyllandsgade/Rantzausgade mellem cyklist og motorkøretøj.



643
Konflikt mellem en venstresvingende cyklist fra overliggeren og et venstresvingende motorkøretøj fra sidevejen.

Figur 9.5: Konfliktsituation 643. (Vejdirektoratet, 2014b)*

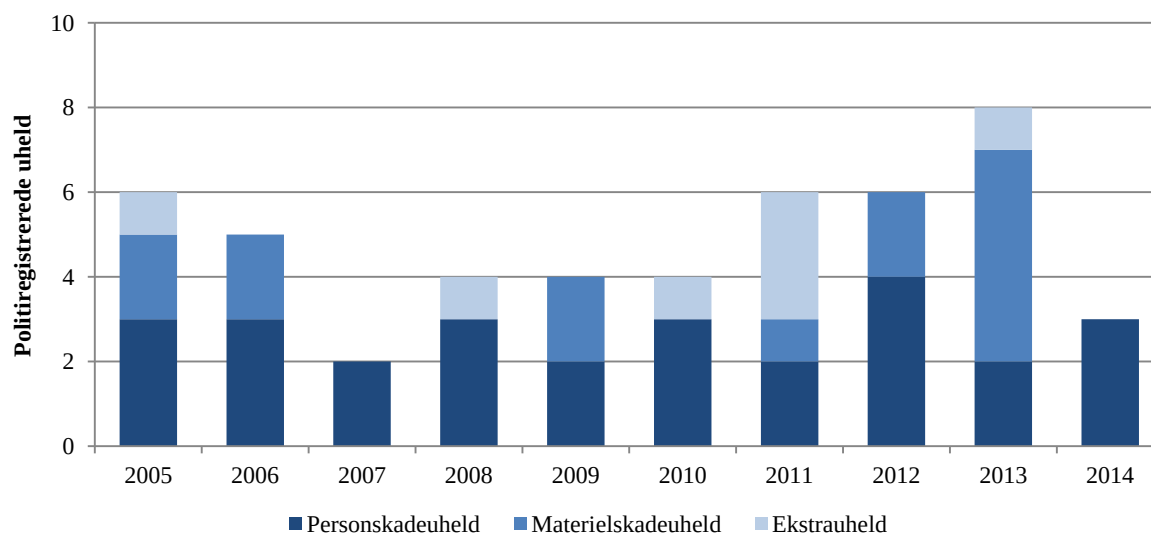
Gennem samtale med flere ingeniører hos blandt andet Vejdirektoratet, er der grundlæggende enighed om, at ligeudkørende cyklister har vigepligt ved kørsel ind i krydset og derfor også bør holde tilbage for trafikanter fra sidevejen. Der er således enighed om, at cyklisterne har vigepligt, da de skal svinge til venstre fra en kantstensbegrænset cykelsti.

Problemet opstår blandt andet i de tilfælde, hvor venstresvingende cyklister fra overliggeren mod sidevejen har et separat X16 cyklistsignal (krydset Jyllandsgade/Rantzausgade på Figur 9.4). Cyklisterne kører ind i krydset for rødt lys, og da venstresvingende cyklister fra overliggeren har grønt svinger cyklisterne til venstre for grønt lys.

9.4 Uheldsanalyse og mørketal

De seneste mange år har der i Danmark været et generelt fald i antallet af politiregistrerede personskader sket som følge af trafikulykker. Ifølge nyeste tal fra 2014 dækkede politiets uhedsregistreringer her kun ca. 10 % af det samlede antal personskader, når disse sammenholdes med personskader registreret på landets skadestuer og sygehuse (Danmarks Statistik, 2015). Som tidligere nævnt gælder dette også dækningsgraden af uheld, der involverer bløde trafikanter, hvor der siden 2001 ligeledes kan observeres et stort fald i antallet af politiregistreringer, tidligere illustreret på Figur 1.4, side 7. I relevans til nærværende projekt er det undersøgt, hvorvidt denne faldende tendens direkte kan aflæses i antallet af uheld mellem ligeudkørende cyklister og krydsende bløde trafikanter i signalregulerede T-kryds.

På landsplan har politiet i en tiårig periode fra 01.01.2005 til 31.12.2014 registreret 48 uheld mellem ligeudkørende cyklister og krydsende bløde trafikanter i signalregulerede T-kryds. Uheldene fordeler sig som 27 personskadeuheld, 14 materielskadeuheld og 7 ekstra uheld, illustreret på Figur 9.6. De er således generelt set af alvorligere karakter, da mere end halvdelen af uheldene har resulteret i personskade. Skaderne omfatter 0 dræbte, 16 alvorligt og 12 lettere tilskadekomne. (Vejdirektoratet, 2015)



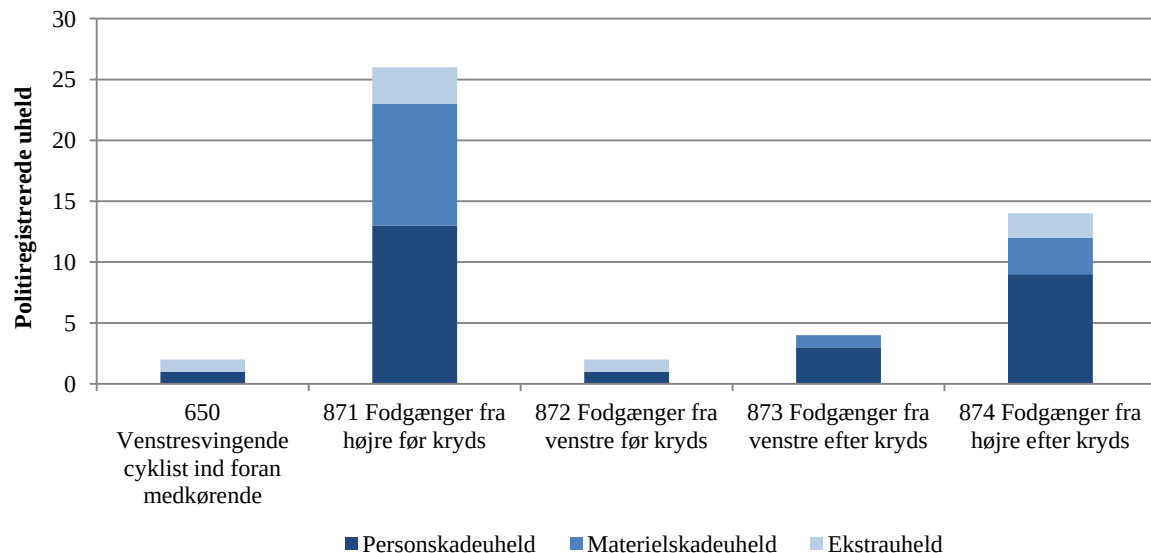
Figur 9.6: Politiregistrerede uheld i perioden 2005-2014 mellem ligeudkørende cyklister og bløde trafikanter i signalregulerede T-kryds fordelt på personskade-, materielskade og ekstra uheld. (Vejdirektoratet, 2015)

På baggrund af disse tal kan politiets faldende uhedsregistrering ved personskadeuheld ikke direkte aflæses i antallet af registrerede uheld med bløde trafikanter i signalregulerede T-kryds. Uheldsantallet har været svingende de seneste ti år, og der kan heraf ikke drages en direkte parallel.

Hvis der i stedet fokuseres på det generelt lave antal politiregistrerede uheld i signalregulerede T-kryds, kan det diskuteres, hvorvidt dette skal ses i sammenhæng med den tidligere nævnte problematik omhandlende mørketal i politiets uhedsregistreringer. Uheld mellem ligeudkørende cyklister og krydsende bløde trafikanter i T-kryds sker som oftest ved lav hastighed og er sjældent alvorlige. Dermed kan det lave antal uheld af denne type være direkte tilknyttet den generelle tendens for faldende dækningsgrad af politiets uhedsregistrering, hvor kun uheld af mere alvorlig karakter og personskade kommer til politiets kendskab. Personskadeuheldene dækker som

nævnt over halvdelen af de politiregistrerede uheld, og dette kan således ses i direkte sammenhæng til mørketalsproblematikken.

Ved at fordele de 48 politiregistrerede uheld på uheldssituationer, viser der sig en tendens til, at uheldene primært sker med fodgængere krydsende fra højre mod venstre før og efter, at cyklisterne har passeret krydsene (uheldssituationerne 871 og 874), illustreret på Figur 9.7.



Figur 9.7: Politiregistrerede uheld i en 10-årig periode (2005-2014) mellem ligeudkørende cyklister og bløde trafikanter i signalregulerede T-kryds fordelt på uheldssituationer. (Vejdirektoratet, 2015)

Hvis dette er udtryk for en reel tendens, er det relevant at se på resultaterne fra nærværende projekt. Som tidligere beskrevet viser resultaterne herfra, at cyklister undtaget signal har en signifikant sikkerhedseffekt på antallet af konflikter mellem ligeudkørende cyklister og fodgængere krydsende fra højre mod venstre.

Hvorvidt denne effekt vil kunne ses i det faktiske uheldsbillede er derfor relevant at undersøge. Dermed foreslås foretaget en uheldsanalyse efter fem år. I tilfælde af en sådan undersøgelse er skæringsdatoen mellem før- og efterundersøgelsen tydelig, da tiltagene er udført den 27. november 2015.

Litteraturliste

Andersson & Lund, 2003. Puk Kristine Andersson & Belinda la Cour Lund. *Konfliktteknikstudier i 4 bykryds – Analyse og evaluering*. ATKINS, København, 2003.

Bahnsen m.fl., 2015. Chris Bahnsen, Morten B. Jensen, Tanja K.O. Madsen, Anders Jørgensen, Harry S. Lahrmann & Thomas B. Moeslund. *RUBA – Road User Behaviour Analysis*. Software. The Visual Analysis of People Lab & The Traffic Research Group, Aalborg University, 2015.

Bjørn-Pedersen m.fl., 2015. Dennis Bjørn-Pedersen, Sara Elisabeth Svantesson & Ute Stemmann. *Cykel ITS løsningskatalog: ITS løsninger for signalanlæg*. Grontmij, Glostrup, 2015.

Celis & Bunton, 2009. Pablo Celis & Trine Bunton. *Udpeger vi de rigtige sorte pletter?* Trafik & Veje – Dansk Vejtidskrift, Nummer 10 (Oktober), Side 42-44, 2009.

Ceunynck m.fl., 2016. Tim De Ceunynck, Stijn Daniels, Bert Vanderspikken, Kris Brijs, Elke Hermans, Tom Brijs & Geert Wets. *Is there a spillover effect of a right turn on red permission for bicyclists?* Transportation Research, Part F: Traffic Psychology & Behaviour, Volume 36, Page 35–45, 2016.

Christensen, 2015. Peter Muhlig Christensen. *Konfliktteknikmetoden: Belysning af sikkerhedsmæssige problemstillinger ved brug af cykelshunts i signalregulerede kryds*. Kandidatspeciale, Vej- og Trafikteknikuddannelsen, Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet, 2015.

COWI, 2014. COWI. *Web Map Service (WMS). Ortofoto, 2014*. Adgang for ansatte og studerende ved Aalborg Universitet, 2014.

Danmarks Statistik, 2015. Danmarks Statistik. Downloaded fra www.statistikbanken.dk d. 15-11-2015.

DTU Transport, 2015. DTU Transport. *Transportvaneundersøgelsen 2014: Faktaark om cykeltrafik i Danmark*. Institut for Transport, DTU Transport, Kongens Lyngby, 2015.

Elvik m.fl., 2012. Rune Elvik, Alena Høye, Truls Vaa & Michael W. J. Sørensen. *Trafiksikkerhedshåndboken*, Transportøkonomisk Institutt, Oslo, Norge, 2012.

Eriksson, 2015. Anne Eriksson. *Evaluering af højresving tilladt for rødt for cyklister*. Vejdirektoratet, København, 2015.

Goede m.fl., 2014. Maartje de Goede, Aslak Fyhri, Aliaksei Lareshyn & Torkel Bjørnskau. *Exploring the mechanisms behind the Safety in Numbers Effect: A behavioural analysis of interactions between cyclists and car drivers in Norway and Denmark*. The International Cycling Safety Conference, Göteborg, Sverige, 2014.

Gracht, 2012. Heiko A. von der Gracht. *Consensus measurement in Delphi studies: Review and implications for future quality assurance*. Technological Forecasting and Social Change, Volume 79, Issue 8, Page 1525–1536, 2012.

Greibe & Hemdorff, 2001. Poul Greibe & Stig Hemdorff. *Håndbog i trafiksikkerhedsberegninger: Brug af uheldsmodeller og andre vurderingsmetoder*. Rapport 220, Vejdirektoratet, København, 2001.

Hauer, 1982. Ezra Hauer. *Traffic conflicts and exposure*. Accident Analysis & Prevention, Volume 14, Issue 5, Page 359–364, 1982.

Horst m.fl., 2014. Richard van der Horst, Maartje de Goede, Stefanie de Hair-Buijsen & Rob Methorst. *Traffic conflicts on bicycle paths: A systematic observation of behaviour from video*. Accident Analysis & Prevention, Volume 62, Issue 1, Page 358–368, 2014.

Hsu & Sandford, 2007. Chia-Chien Hsu & Brian A. Sandford. *The Delphie Technique: Making Sense Of Consensus*. Practical Assessment, Research & Evaluation, Volume 12, Issue 10, 2007.

Hydén, 1987. Christer Hydén. *The development of a method for traffic safety evaluation: The swedish Traffic Conflicts Technique*. Department of Technology and Society, Lund University, Sweden, 1987.

Hydén, 1992. Christer Hydén. *The Swedish Traffic Conflict Technique*. Department of Technology and Society, Lund University, Sweden, 1992.

Jensen & Lund, 2014. Søren Underlien Jensen & Belinda la Cour Lund. *Bløde trafikanter uden om signal i lyskryds*. Trafik & Veje – Dansk Vejtidskrift, Nummer 11 (November), Side 60-62, 2014.

Jensen m.fl., 2014. Søren Underlien Jensen, Belinda la Cour Lund & Puk Kristine Andersson. *Bløde trafikanter udenfor signalregulering i vejkryds: Uheldsanalyse og adfærdsundersøgelse*. Trafitec, Kgs. Lyngby, 2014.

Justitsministeriet, 2013. LBK nr. 1386 af 11.12.2013: *Bekendtgørelse af Færdselsloven*. Justitsministeriet, København, 2013.

Jørgensen, 1981. Else Jørgensen. *Sikkerhedsmæssig effekt: Vejledning for vejbestyrelser*. Vejdirektoratet, København, 1981.

Krysse, 1991. Herman W. Krysse. *The subjective evaluation of traffic conflicts based on an internal concept of dangerousness*. Accident Analysis & Prevention, Volume 23, Issue 1, Page 53-65, 1991.

Krysse & Wijlhuizen, 1992. Herman W. Krysse & Gert Jan Wijlhuizen. *Why are experts not better in judging the danger of filmed traffic conflicts?* Accident Analysis & Prevention, Volume 24, Issue 3, Page 227-235, 1992.

Kraay & Horst, 1985. J. H. Kraay & A.R.A. van der Horst. *The Trautenfels Study: A diagnosis of road safety using the Dutch conflict observation technique DOCTOR*. Institute for Road Safety Research, SWOV, The Netherlands, 1985.

Kraay m.fl., 2013. J. H. Kraay, A.R.A. van der Horst & S. Oppe. *Manual conflict observation technique DOCTOR: Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research*. Foundation Road safety for all, The Netherlands, 2013.

Laureshyn, 2010. Aliaksei Laureshyn. *Application of automated video analysis to road user behaviour*. Department of Technology and Society, Lund University, Sweden, 2010.

Linderholm, 1992. Leif Linderholm. *Traffic Safety Evaluation of Engineering Measures: Development of a Method and its Application to How Physical Lay-Outs Influence Bicyclists at Signalized Intersections*, Department of Traffic Planning and Engineering, Lund University, Sweden, 1992.

Linstone & Turoff, 2002. Harold A. Linstone & Murray Turoff. *The Delphi Method: Techniques and Applications (2nd edition)*. New Jersey Institute of Technology, Newark, USA, 2002.

Madsen & Lahrmann, 2014. Tanja K. O. Madsen & Harry S. Lahrmann. *Krydsløsninger for cyklister: Anvendelse af konfliktteknik til vurdering af forskellige løsnings sikkerhed*. Trafikforskningsgruppen, Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet, 2014.

Madsen & Lahrmann, 2016. Tanja K. O. Madsen & Harry S. Lahrmann. *Comparison of five bicycle facility designs in signalized intersections using traffic conflict studies*. Transportation Research, Part F: Traffic Psychology & Behaviour (in press), 2016.

Minderhound & Bovy, 2001. Michiel M. Minderhound & Piet H. L. Bovy. *Extended Time-to-Collision measures for road traffic safety assessment*. Accident Analysis & Prevention, Volume 33, Issue 1, Page 89-97, 2001.

Nielsen, 1994. Michael A. Nielsen. *Cyklister sikkerhed i byer*. Trafiksikkerhed og miljø, Rapport 10, Vejdirektoratet, København, 1994.

OUH, 2016. Ulykkes Analyse Gruppen. Hjemmeside. Url: <http://www.ouh.dk/wm140123>. Odense Universitetshospital, Ulykkes Analyse Gruppen, 2016.

Politiken, 2015. Politiken – Din Transport. *Hver tredje dansker ser cyklister bryde loven dagligt*. Url: <http://politiken.dk/forbrugogliv/forbrug/dintransport/ECE2640679/hver-tredje-dansker-ser-cyklister-bryde-loven-dagligt>. Artiklen blev bragt den 25. april, 2015.

Saunier & Sayed, 2007. Nicolas Saunier & Tarek Sayed. *Automated Road Safety Analysis Using Video Data*. TRB 2007 Annual Meeting, Washington D.C., USA, 2007.

Schuckmann m.fl., 2012. Steffen W. Schuckmann, Tobias Gnatzy, Inga-Lena Darkow & Heiko A. von der Gracht. *Analysis of factors influencing the development of transport infrastructure until the year 2030 - A Delphi based scenario study*. Technological Forecasting and Social Change, Volume 79, Issue 8, Page 1373-1387, 2012.

Shinar, 1984. David Shinar. *The Traffic Conflict Technique: A Subjective vs. Objective Approach*. Journal of Safety Research, Volume 15, Issue 4, Page 153-157, 1984.

TemaNord, 1994. TemaNord. *Cyklister i kryds – afprøvning af nye reguleringsformer*. Nordisk Ministerråd, København, 1994.

Trafvid, 2014a. Trafvid. *T-Analyst*. Software. Transport and Roads, Faculty of Engineering, Lund University, Sweden, 2014.

Trafvid, 2014b. Trafvid. *T-Convertor*. Software. Transport and Roads, Faculty of Engineering, Lund University, Sweden, 2014.

Trafvid, 2015. Trafvid. *T-Calibration*. Software. Transport and Roads, Faculty of Engineering, Lund University, Sweden, 2015.

Transportministeriet, 2012. BEK nr. 801 af 04.07.2012: *Bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning*. Transportministeriet, København, 2012.

Transportministeriet, 2013. BEK nr. 844 af 14.06.2013: *Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om anvendelse af vejafmærkning § 206*. Transportministeriet, København, 2013.

Transportministeriet, 2014. *Den nationale cykelstrategi: Danmark – op på cyklen!* Transportministeriet, København, 2014.

Vejdirektoratet, 1996. *Cykelfelter: Sikkerhedsmæssig effekt i signalregulerede kryds*. Vejdirektoratet, København, 1996.

Vejdirektoratet, 2012. *Cykelpuljen 2009-2011: Status og udvalgte eksempler*. Vejdirektoratet, København, 2012.

Vejdirektoratet, 2014a. *Forsøg med højresving for rødt – for cyklister*. Vejdirektoratet, København, 2014.

Vejdirektoratet, 2014b. *Håndbog, Trafiksikkerhed: Effekter af vejtekniske virkemidler*. Vejdirektoratet, København, 2014.

Vejdirektoratet, 2015. *Uheldsudtræk fra Vejman.dk*. Vejdirektoratet, København, 2015.

Vejdirektoratet, 2016. *Cykelpuljen 2009-2014: Midtvejsevaluering*. Rapport 554, Vejdirektoratet, København, 2016.

Vejreglerådet, 2013. *Vejreglerådet. Håndbog og vejsignaler: Anlæg og planlægning*. Vejdirektoratet, København, 2013.

Aalborg Kommune, 2013. *Cykelhandlingsplan – en plan om cyklisme*. Aalborg Kommune, 2013.

Appendiks A

Det følgende appendiks er en oversigt over projektets elektroniske appendiks. Appendikserne er opdelt på regneark (Excel-baserede filer) og dokumenter (PDF-baserede filer). Der gives en kort beskrivelse af det enkelte appendiks, filtype og et anbefalet program til at åbne filtypen.

A1. Elektroniske appendiks – Regneark

A1.01. Persontransport Cykl_Kn30 1990-2014

Dataudtræk fra Danmarks Statistik for persontransport foretaget på cykel og knallert-30 i perioden 1990-2014. Danner baggrund for Figur 1.1, side 5.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.02. Personskader Politi_Skadestue_Sygehus 2001-2014

Dataudtræk fra Danmarks Statistik for indberettede personskader registreret af hhv. politiet, skadestuer og sygehuse i perioden 2001-2014. Danner baggrund for Figur 1.4, side 7.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.03. Uheldsdata fra signalregulerede T-kryds 2005-2014

Uheldsudtræk for registrerede trafikuheld i signalregulerede T-kryds mellem bløde trafikanter i perioden 2005-2014. Danner grundlag for Figur 9.6, side 100, og Figur 9.7, side 101.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.04. Førundersøgelse

Observerede trafikanter under førundersøgelsen. Opdelt på kryds og enkeltdatoer. Danner grundlag for Appendiks B1.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.05. Efterundersøgelse

Observerede trafikanter under efterundersøgelsen. Opdelt på kryds og enkeltdatoer. Danner grundlag for Appendiks B1.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.06. Før- og efterundersøgelse

Observerede samtidige ankomster og alvorlige konflikter opdelt på undersøgelse, kryds og enkeltdatoer.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.07. Tidsbaseret metode

Samlet dataudtræk for 50 potentielt alvorlige konflikter bearbejdet ved T-Analyst. Indeholder minimumsværdier og grafer for TTC og T_2 .

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.08. Delphimetoden

Samlede resultater fra Delphimetoden. Bedømmelser af 50 potentielt alvorlige konfliktsituationer med tilhørende nøgleværdier for median, middelværdi, spredning og IQR.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.09. Rødkørsler

Samlede beregninger med tilhørende statistiske tests for antallet af rødkørsler; herunder relativ og absolut effekt før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal i T-kryds.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A1.10. Hastighed

Samlet beregning med tilhørende statistiske tests for cyklisters makshastighed i konfliktsituationer før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A2. Elektroniske appendiks – Dokumenter

A2.01. Hver tredje dansker ser cyklister bryde loven dagligt

Artikel fra Politiken omhandlende cyklisters adfærd.

Filtype: .pdf

Anbefalet program: Adobe Reader

A2.02. Uheldssituationer (kodeark)

Oversigt over talkombinationer for uheldssituationer (Vejdirektoratet, 2014b)*.

Filtype: .pdf

Anbefalet program: Adobe Reader

A2.03. Spørgeundersøgelse, Danske eksperter, Runde 1

Indledende beskrivelser af projektet samt de danske eksperters opgaver.

Filtype: .pdf

Anbefalet program: Adobe Reader

A2.04. Spørgeundersøgelse, Udenlandske eksperter, Runde 1

Indledende beskrivelser af projektet samt de udenlandske eksperters opgaver.

Filtype: .pdf

Anbefalet program: Adobe Reader

A2.05. Tanner-Jørgensen signifikanstest, Tidsbaseret metode

Signifikanstest af resultaterne fra den tidsbaserede konfliktteknikmetode.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

A2.06. Tanner-Jørgensen signifikanstest, Delphimetoden

Signifikanstest af resultaterne fra Delphimetoden.

Filtype: .xlsx

Anbefalet program: Microsoft Excel

Appendiks B

B1. Manuelle trafiktællinger

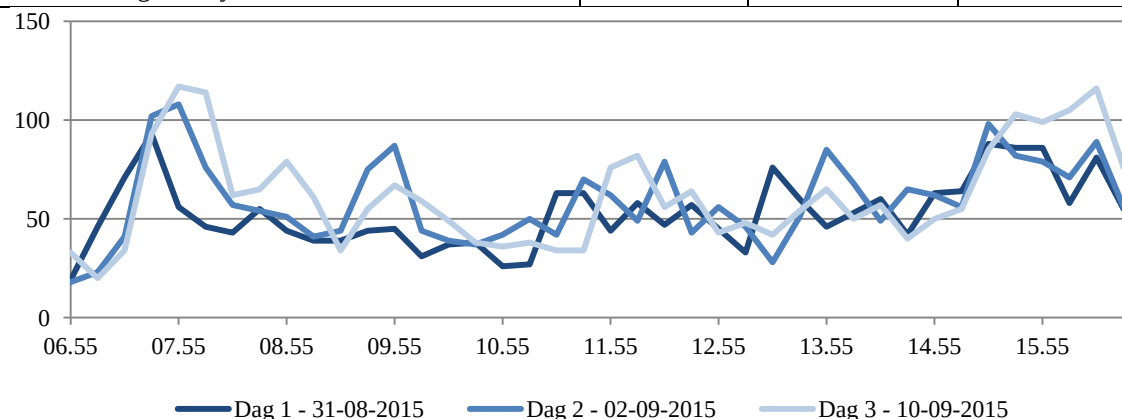
Fordeling af indkørende og gående bløde trafikanter. Samlede trafiktællinger forefindes på elektronisk appendiks A1.04 og A1.05.

Kryds 1 – Ved Stranden

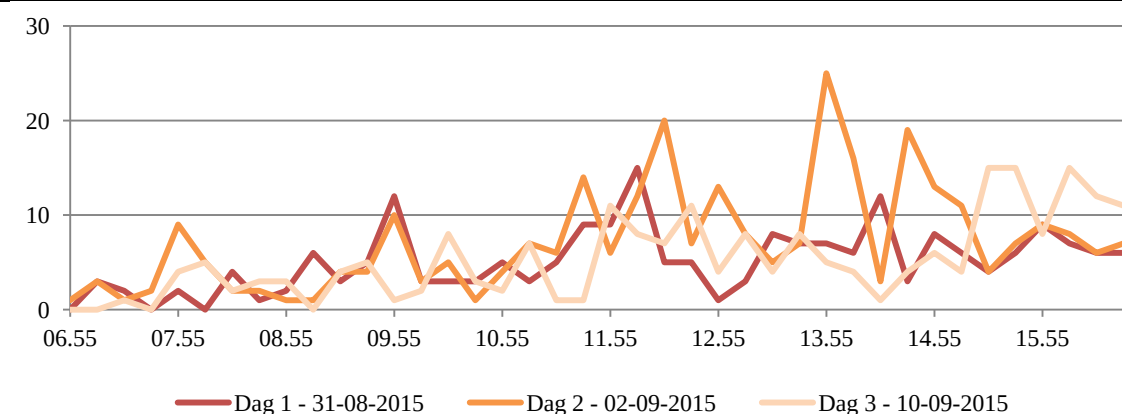
Tidsrum: 06:55 – 16:55

Førundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	1.588	1.642	1.742
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	43	48	73
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	290	386	454
Cyklister, der benytter fortovej ved rødt signal	0	2	1
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	63	93	86
Fodgænger mod overligger	91	141	95
Cyklister i fodgængerfelt	9	15	2
Venstresvingende cyklister	41	42	30



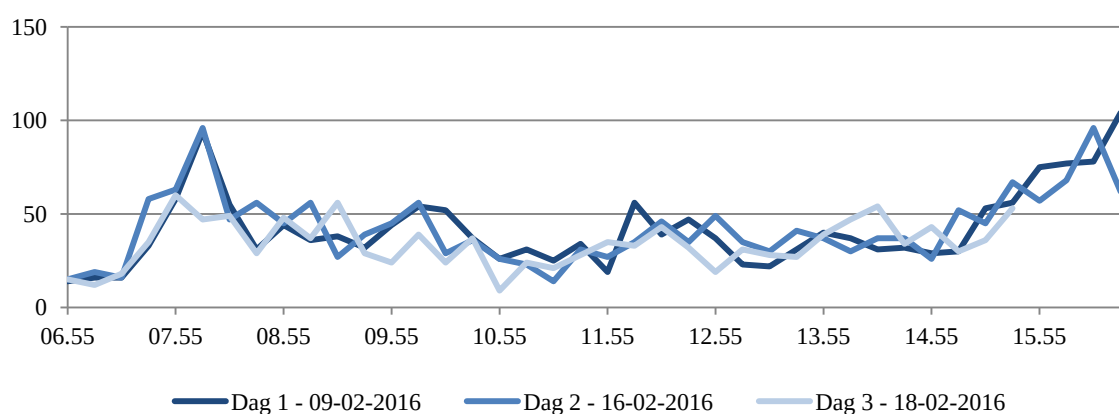
Figur B1: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



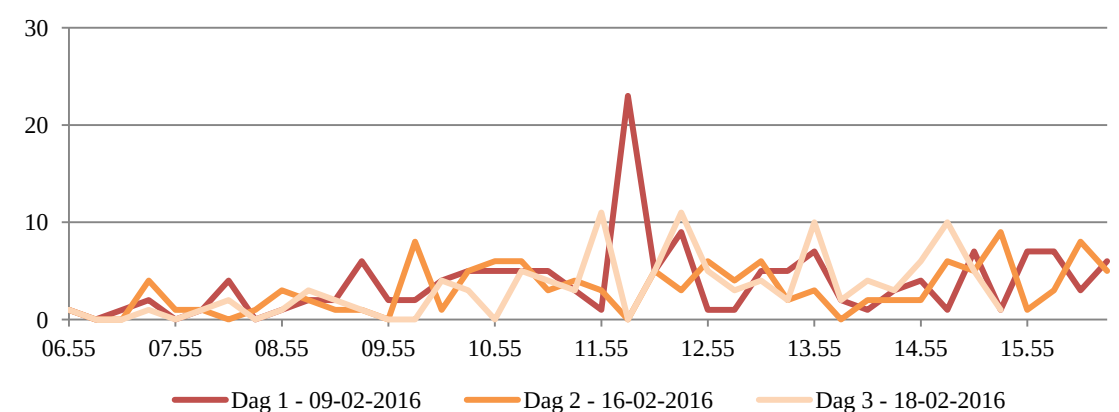
Figur B2: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanter ankomst til krydset fordelt på dage.

Efterundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	1.253	1.300	858
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	5	3	1
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	276	280	249
Cyklister, der benytter fortov ved rødt signal	0	0	1
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	48	39	42
Fodgænger mod overligger	78	66	50
Cyklister i fodgængerfelt	6	2	3
Venstresvingende cyklister	18	16	18



Figur B3: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



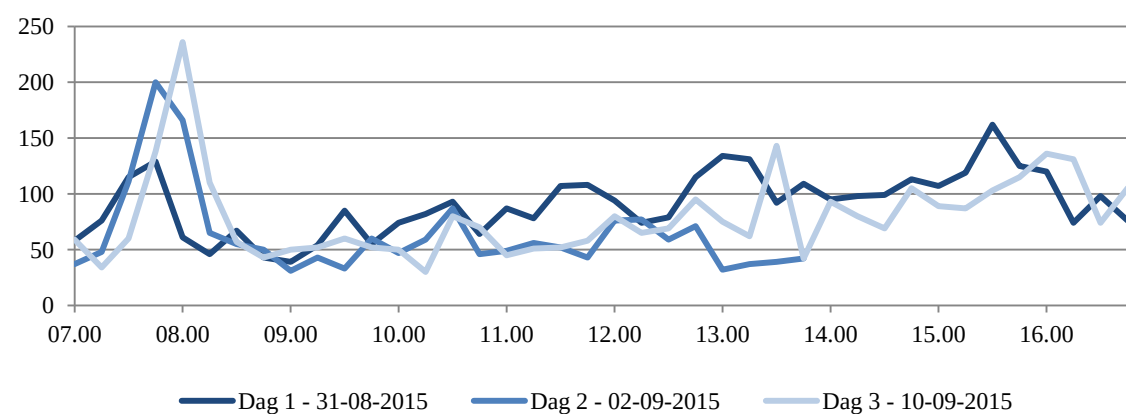
Figur B4: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanters ankomst til krydset fordelt på dage.

Kryds 2 – Jyllandsgade/Rantzausgade

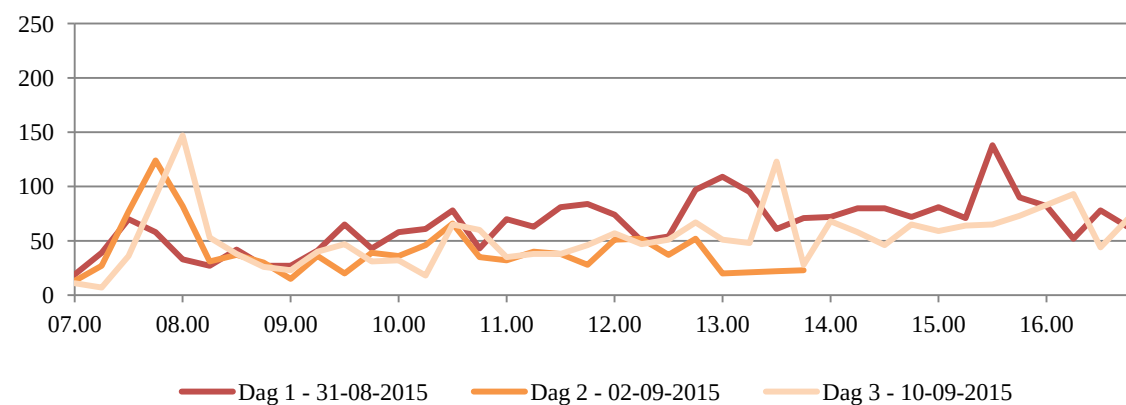
Tidsrum: 07:00 – 17:00

Førundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	679	434	724
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	125	61	114
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	214	134	206
Cyklister, der benytter fortov ved rødt signal	10	4	5
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	1.189	621	1.051
Fodgænger mod overligger	1.186	379	883
Cyklister i fodgængerfelt	77	58	77
Venstresvingende cyklister	147	72	131



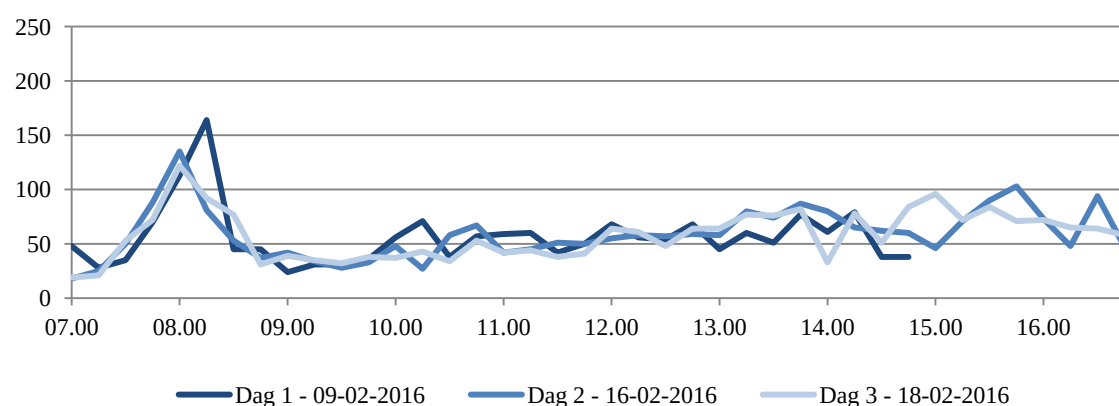
Figur B5: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



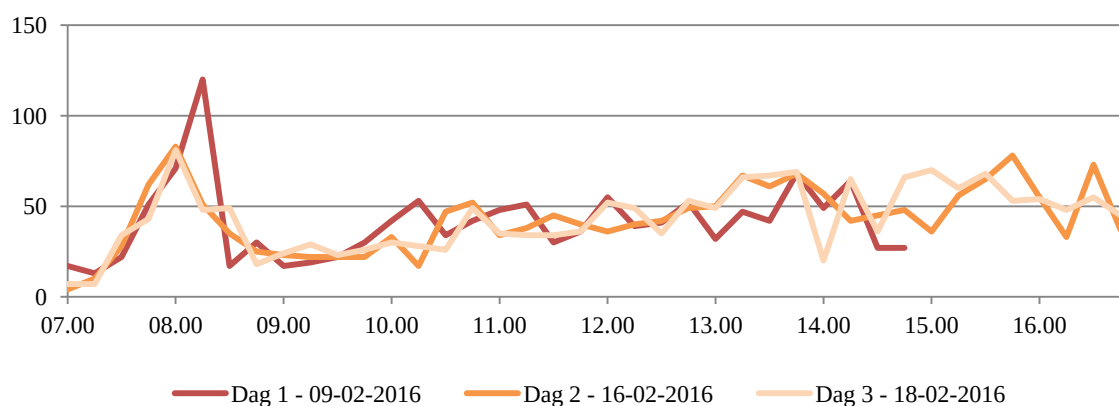
Figur B6: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanter ankomst til krydset fordelt på dage.

Efterundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	336	464	410
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	7	7	10
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	144	171	163
Cyklister, der benytter fortov ved rødt signal	0	1	0
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	699	865	885
Fodgænger mod overligger	515	736	756
Cyklister i fodgængerfelt	51	48	33
Venstresvingende cyklister	43	82	67



Figur B7: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



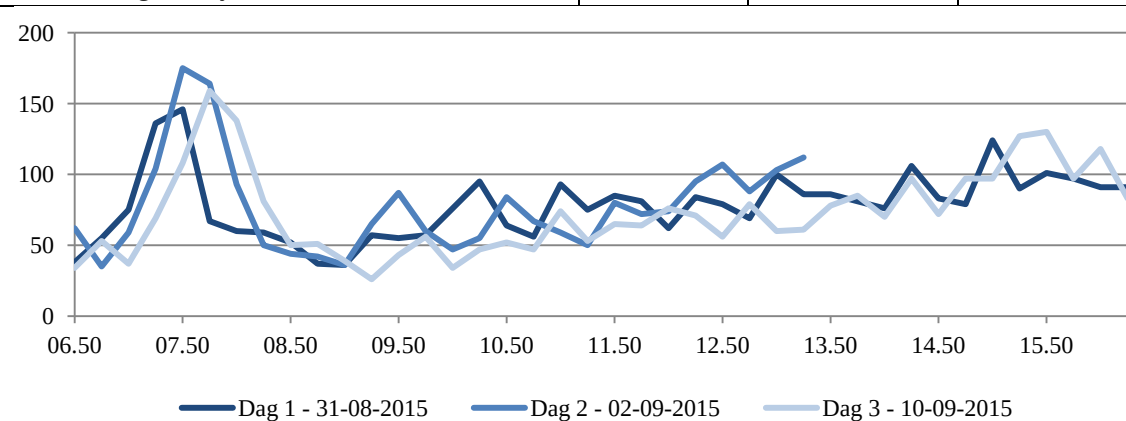
Figur B8: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanter ankomst til krydset fordelt på dage.

Kryds 3 – Vesterbro/Algade

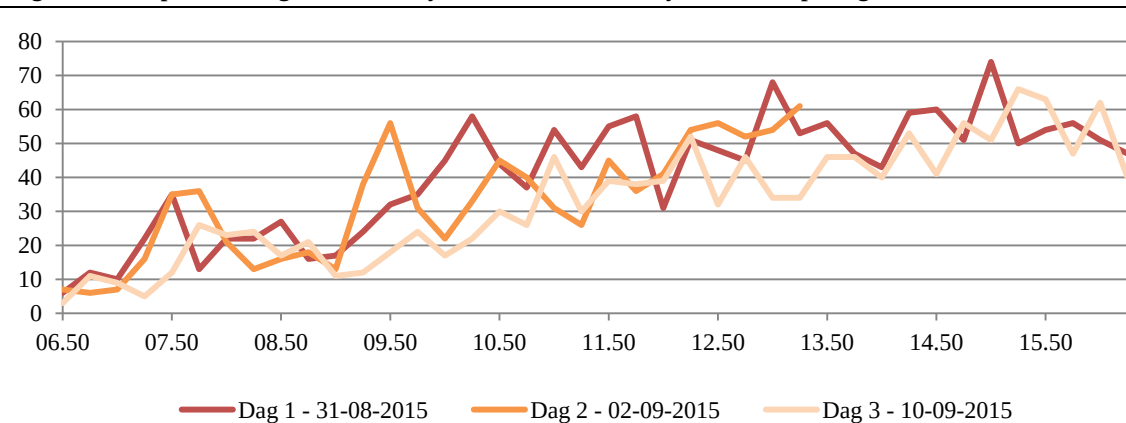
Tidsrum: 06:50 – 16:50

Førundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	750	670	802
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	357	275	425
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	395	306	388
Cyklister, der benytter fortov ved rødt signal	7	5	5
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	831	408	642
Fodgænger mod overligger	536	298	401
Cyklister i fodgængerfelt	29	20	22
Venstresvingende cyklister	235	183	247



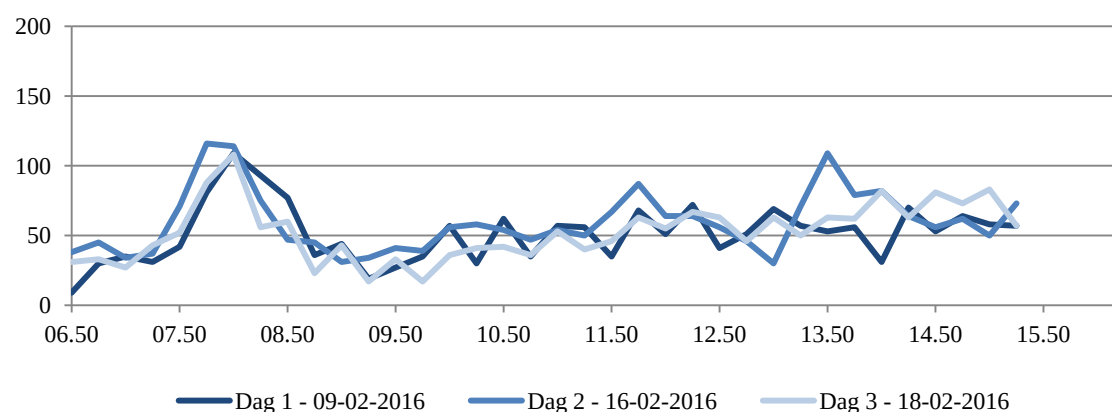
Figur B9: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



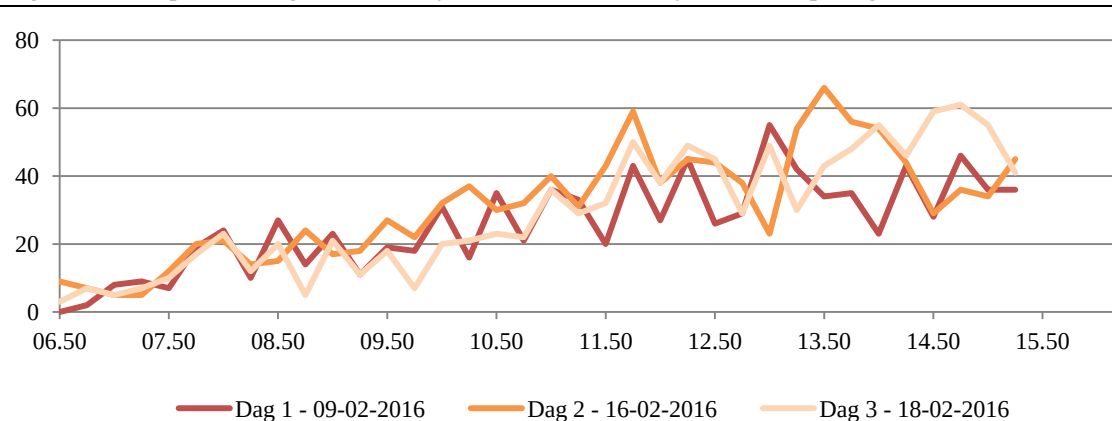
Figur B10: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanter ankomst til krydset fordelt på dage.

Efterundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	574	594	492
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	18	18	15
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	323	401	336
Cyklister, der benytter fortov ved rødt signal	1	0	2
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	528	603	596
Fodgænger mod overligger	266	372	356
Cyklister i fodgængerfelt	10	7	6
Venstresvingende cyklister	127	144	89



Figur B11: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



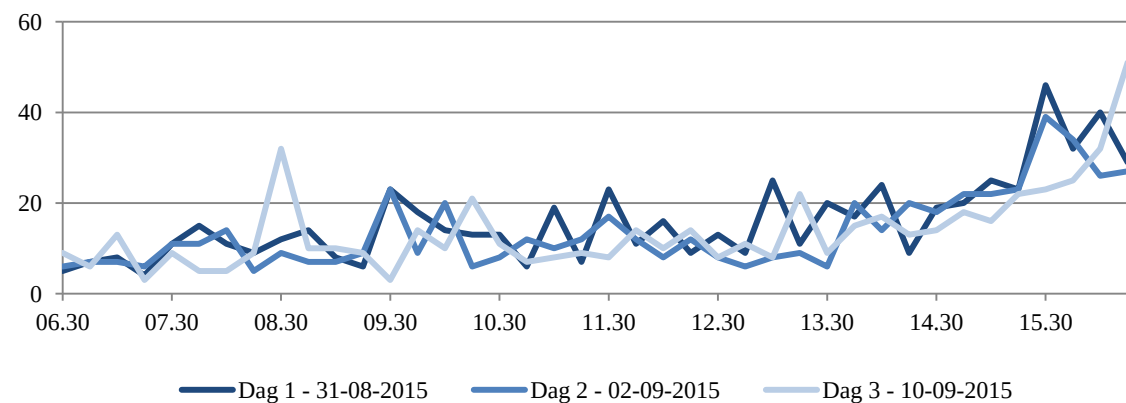
Figur B12: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanter ankomst til krydset fordelt på dage.

Kryds 4 – Hobrovej/Dallvej

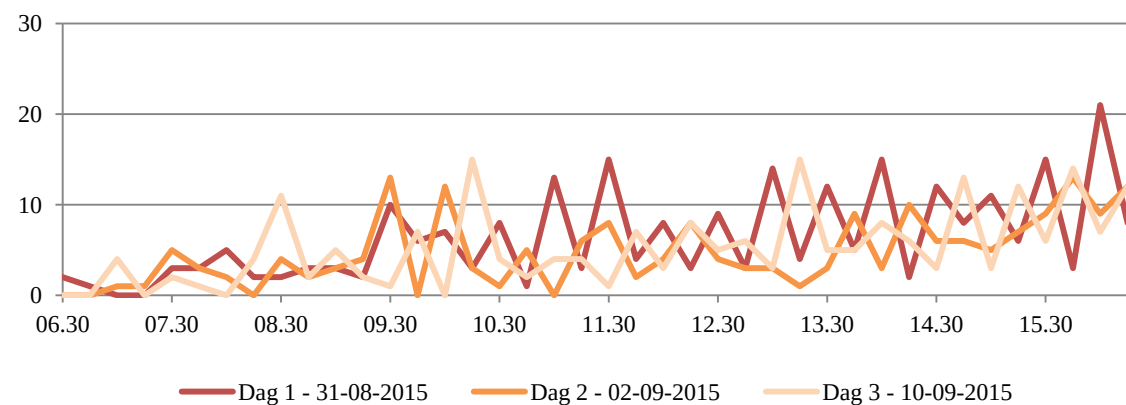
Tidsrum: 06:30 – 16:30

Førundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	246	230	221
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	24	16	13
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	111	112	106
Cyklister, der benytter fortov ved rødt signal	0	1	0
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	49	46	33
Fodgænger mod overligger	152	98	124
Cyklister i fodgængerfelt	17	16	13
Venstresvingende cyklister	37	30	40



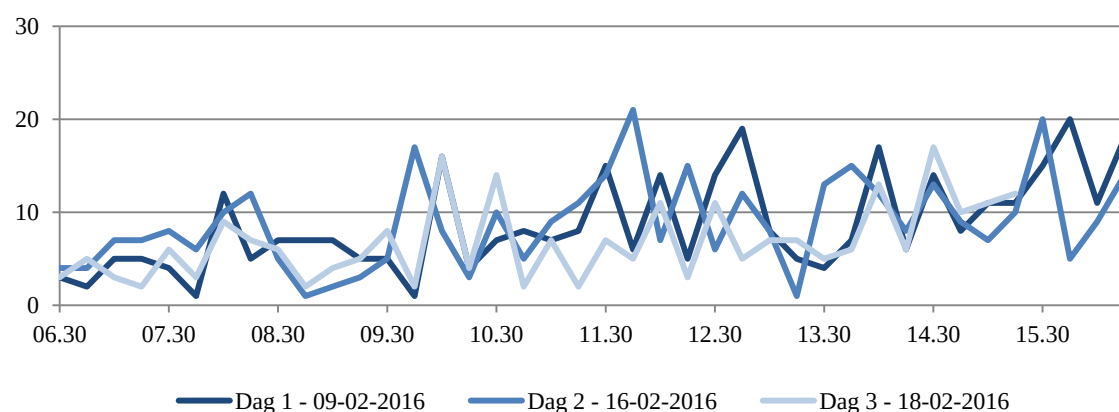
Figur B13: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



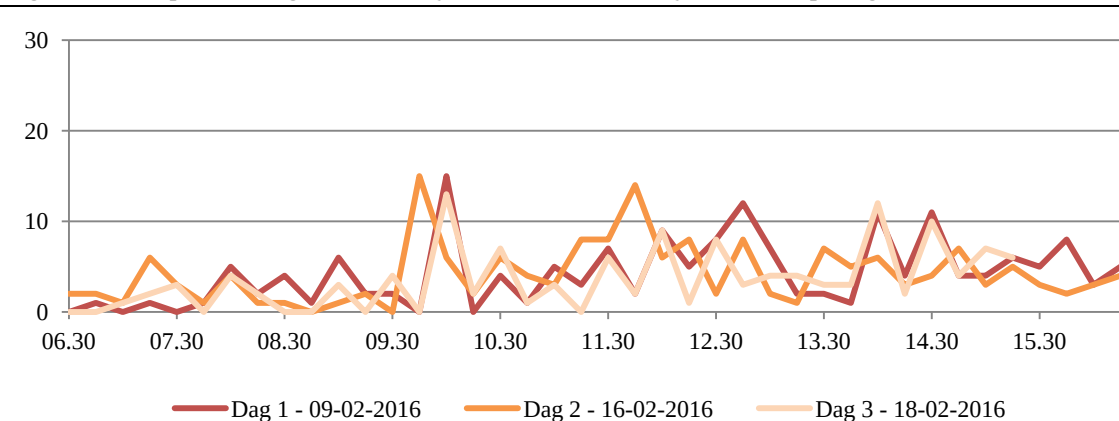
Figur B14: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanters ankomst til krydset fordelt på dage.

Efterundersøgelse:

Observerede bløde trafikanter	Antal bløde trafikanter		
	Dag 1	Dag 2	Dag 3
Ligeudkørende cyklister i overliggeren			
Cyklister, der ankommer og kører i grøntid	103	114	77
Cyklister, der ankommer i rødtid og kører i grøntid	4	4	4
Cyklister, der ankommer og kører i rødtid	70	63	36
Cyklister, der benytter fortov ved rødt signal	0	0	0
Krydsende bløde trafikanter			
Fodgænger mod sidevej	33	44	22
Fodgænger mod overligger	119	100	90
Cyklister i fodgængerfelt	4	11	7
Venstresvingende cyklister	13	14	10



Figur B15: Tidspunkt for ligeudkørende cyklisters ankomst til krydset fordelt på dage.



Figur B16: Tidspunkt for de krydsende bløde trafikanter ankomst til krydset fordelt på dage.

B2. Statistiske tests af rødkørsler

Følgende test har til formål at undersøge, om cyklister undtaget signal har en effekt på fremkommeligheden målt på antallet af rødkørsler.

En stigning i antallet af rødkørsler fra før- til efterperioden er et tegn på en øget trafikafvikling på lokaliteterne – og er således også et tegn på forbedret fremkommelighed.

Stedspecifik effekt

Af Tabel B1 ses resultaterne for en test af binomialfordelingen, hvor der er to sandsynlige udfald – cyklisten kører over for rødt lys eller cyklisten stopper. Antallet af cyklister, n , der ankommer til krydset i rødtiden, er sammenlignet med antallet af cyklister, der kører frem for rødt lys (rødkørsler), x . Middelværdien, p , er udtryk for den gennemsnitlige tendens til rødkørsler. Effekten, e , er den absolutte forskel mellem procentvis antal rødkørsler i før- og efterperioden og standardfejlen, $SE(p)$, udtrykker fejlmarginen på middelværdien. Da der arbejdes med relativt store datasæt, er denne fejlmargin beskeden. Konfidensintervallet, 95 % CI, beskriver indenfor hvilket område den sande middelværdi med 95 % sandsynlighed ligger.

Kryds	Periode	Cyklister for rødt (n)	Rødkørsler (x)	Middel (p)	Effekt (e)	Standardfejl ($SE(p)$)	95 % CI	
							Nedre	Øvre
K1	Før	1.294	1.130	87 %	12 %	0,0092	86 %	89 %
	Efter	814	805	99 %		0,0037	98 %	100 %
K2	Før	854	554	65 %	30 %	0,0163	62 %	68 %
	Efter	502	478	95 %		0,0095	93 %	97 %
K3	Før	2.146	1.089	51 %	44 %	0,0108	49 %	53 %
	Efter	1.111	1.060	95 %		0,0063	94 %	97 %
K4	Før	382	329	86 %	7 %	0,0177	83 %	90 %
	Efter	181	169	93 %		0,0185	90 %	97 %

Tabel B1: Resultater af statistisk test for udvikling i antal rødkørsler fra før- til efterperioden.

Generelt set kan der ses stigninger i antallet af rødkørsler på de fire lokaliteter. De absolutte stigninger er på mellem 7 % og 44 %.

Relativ effekt

Af Tabel B2 ses resultaterne for en z-hypotesetest af den samlede relative effekt på antallet af rødkørsler. Hypotesetesten undersøger, om den relative effekt kan antages at være 0 % - at antallet af rødkørsler ikke stiger som følge af tiltagene.

Kryds	Periode	Cyklister, der ankommer til krydset i rødtiden (<i>n</i>)	Cyklister over for rødt lys (<i>x</i>)	Relativ effekt (<i>RE</i>)	Standardfejl (<i>SE(lnRE)</i>)	95 % CI	
						Nedre	Øvre
I alt	Før	4.676	3.102	45 %	0,0268	38 %	53 %
	Efter	2.608	2.512				
Effektsignifikans						< 0,01	Ja

Tabel B2: Resultat af statistisk hypotesetest for antal rødkørsler fra før- til efterperioden målt på relativ effekt.

Testen viser, at tiltagene har en signifikant effekt på antallet af rødkørsler fra før- til efterperioden, da den relative effekt af tiltagene er +45 % i efterperioden ($p < 0,05$).

Absolut effekt

Af Tabel B3 ses resultaterne for en z-hypotesetest af den samlede absolutte effekt på antallet af rødkørsler. Hypotesetesten undersøger, om den absolutte effekt kan antages at være 0 % - at der ikke kan påvises en effekt på antallet af rødkørsler.

Kryds	Periode	Cyklister, der ankommer til krydset i rødtiden (n)	Cyklister over for rødt lys (x)	Absolut effekt (AE)	Standardfejl (SE(AE))	95 % CI	
						Nedre	Øvre
I alt	Før	4.676	3.102	30 %	0,0226	26 %	34 %
	Efter	2.608	2.512				
Effektsignifikans						< 0,01	Ja

Tabel B3: Resultat af statistisk hypotesetest for antal rødkørsler fra før- til efterperioden målt absolut effekt.

Testen viser, at tiltagene har en signifikant effekt på antallet af rødkørsler fra før- til efterperioden, da den absolutte effekt af tiltagene er +30 % i efterperioden ($p < 0,05$).

I det følgende præsenteres anvendte formler til statistiske tests af binomialfordelingen.

Beregning af middelværdi, standardfejl og 95 % konfidensinterval:

Middel (p):

$$p = \frac{x}{n} \quad (5)$$

Standardfejl ($SE(p)$):

$$SE(p) = \sqrt{\frac{p * (1 - p)}{n}} \quad (6)$$

Nedre grænse for 95 % konfidensinterval:

$$95 \% CI_{\text{Nedre grænse}} = p - 1,96 * SE(p) \quad (7)$$

Øvre grænse for 95 % konfidensinterval:

$$95 \% CI_{\text{Øvre grænse}} = p + 1,96 * SE(p) \quad (8)$$

Beregning af relativ effekt ved z-hypotesetest:

Relativ effekt (RE):

$$RE = \frac{x_{\text{efter}}/n_{\text{efter}}}{x_{\text{før}}/n_{\text{før}}} \quad (9)$$

Standardfejl ($SE(\ln RE)$):

$$SE(\ln RE) = \sqrt{\frac{1}{x_{\text{før}}} + \frac{1}{x_{\text{efter}}}} \quad (10)$$

Nedre grænse for 95 % konfidensinterval:

$$95 \% CI_{\text{Nedre grænse}} = \frac{RE}{e^{1,96 * SE(\ln RE)}} \quad (11)$$

Øvre grænse for 95 % konfidensinterval:

$$95 \% CI_{\text{Øvre grænse}} = RE * e^{1,96 * SE(\ln RE)} \quad (12)$$

z-hypotesetest:

$$z = \frac{\ln(RE_{\text{estimat}}) - \ln(RE_{\text{nulhypotese}})}{SE(RE_{\text{estimat}})} \quad (13)$$

Beregning af absolut effekt ved z-hypotesetest:

Absolut effekt (AE):

$$AE = \frac{x_{\text{efter}}}{n_{\text{efter}}} - \frac{x_{\text{før}}}{n_{\text{før}}} \quad (14)$$

Standardfejl (SE(AE)):

$$SE(AE) = \sqrt{\frac{x_{\text{før}}}{x_{\text{før}}^2} + \frac{x_{\text{efter}}}{x_{\text{efter}}^2}} \quad (15)$$

Nedre grænse for 95 % konfidensinterval:

$$95 \% CI_{\text{Nedre grænse}} = AE - 1,96 * SE(AE) \quad (16)$$

Øvre grænse for 95 % konfidensinterval:

$$95 \% CI_{\text{Øvre grænse}} = AE + 1,96 * SE(AE) \quad (17)$$

z-hypotesetest:

$$z = \frac{AE_{\text{estimat}} - AE_{\text{nulhypotese}}}{AE_{\text{estimat}}} \quad (18)$$

B3. Statistiske tests af cyklisters gennemsnitshastighed

Følgende test har til formål at undersøge, om cyklister undtaget signal har en effekt på cyklister-
nes hastighed målt under forskellige konfliktsituationer. Testen foretages med udgangspunkt i de
50 potentielt alvorlige konfliktsituationer, og resultaterne vises i Tabel B4.

Eksempel: Fire konfliktsituationer fra K1 i førperioden er behandlet. Cyklisternes maksimale hastighed i konfliktsituationerne – inden de har passeret konfliktområdet – er målt med T-Analyst. Middelværdien for de fire maxhastigheder sammenlignes med samme beregning for tre situationer i efterperioden.

Primærtrykklstens hastighed [km/t]			F-test for varians
Før	Efter		0-hypotese: Der er varianshomogenitet mellem de to stikprøver.
29,9	18,7		
13,0	14,0		
18,7	9,0		
12,2	18,4		
27,0	10,4		
17,3	14,4		
22,7	18,7		
28,4	29,5		
14,4	15,8		
20,9	29,9		
15,5	11,2		
24,1	15,8		
20,2	11,2		
10,1	11,2		
19,8	25,2		
20,2	13,3		
33,8	20,9		
26,6	15,1		
14,8	13,7		
22,7	11,2		
14,8	15,5		
21,6	24,5		
20,5	10,1		
	30,6		
	8,3		
	19,8		
	13,7		
Middelværdi [km/t]		Reduktion	
20,4	16,7	- 18 %	Konklusion: 0-hypotesen afvises. Der er signifikant forskel på middelværdierne ($p = 0,04$), og deraf signifikant nedsat hastighed i efterperioden.

Tabel B4: Resultater af statistisk F-test for varians og t-test for ens varians. Testene er foretaget med MS Excels modul til dataanalyse.

F-testen viser, at der ikke kan afvises varianshomogenitet mellem de to stikprøver. Derfor benyttes datamodulet 't-test: To stikprøver for ens varians' til at sammenligne middelhastighederne. Testen viser, at der kan påvises en signifikant hastighedsreduktion på 18 % hos de ligeudkørende cykler fra før- til efterperioden ($p = 0,04$).

Middelhastighederne fra før til efter viser et signifikant fald fra 20,4 km/t til 16,7 km/t.

Appendiks C

C1. Deltagere i Delphiundersøgelsen

Delphiundersøgelsen er gennemført ved at spørge en gruppe fagfolk med solid viden om trafik-sikkerhed hvor alvorlige en række potentielt alvorlige konfliktsituationer er. Deltagerne har desuden klarlagt egen viden om konfliktteknikmetoden, da dette har relevans i forhold til resultatet af undersøgelsen. Tabel C1 viser deltagere i undersøgelsen:

Navn	Arbejdsplads	Beskæftigelse	Erfaring med TCT
Niels Agerholm	Aalborg Universitet	Lektor	Begrænset erfaring
Camilla S. Andersen		Adjunk	Deltagelse i InDeV workshop om konfliktteknik
Peter M. Christensen		Forskningsassistent	Nogen erfaring
Harry S. Lahrman		Lektor	Nogen erfaring
Tanja K. O. Madsen		Ph.D.-studerende	Flere projekter samt certificeret observatør i STCT
Michael Sørensen	TØI	Afdelingsleder/forsker	Flere projekter
Jakob Risager	Aalborg Kommune	Landinspektør	Ingen erfaring
Pablo Celis	Aarhus Kommune	Projektleder Aarhus Cykelby	Nogen erfaring
Winnie Hansen	Vejdirektoratet	Fagkoordinator i Trafiksikkerhedsafdelingen	Deltagelse i introduktionskursus
Anne Eriksson		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Deltagelse i kursus (én uge)
Aleks Danmark		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Ingen erfaring
René J. Hollen		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Ingen erfaring
Niels B. Jensen		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Ingen erfaring
Kristian L. Nørgaard		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Begrænset erfaring
Anne-Marie Ø. Wehrs		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Ingen erfaring
Morten Jørgensen		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Begrænset erfaring
Belinda la Cour Lund	Trafitec	Ingeniør	Mange års erfaring og certificeret observatør i STCT
Thomas S. Buch		Ingeniør	Flere projekter samt certificeret observatør i STCT
Lárus Ágústsson	COWI	Specialist	Mange års erfaring med konfliktteknik
Steen L. Eisensee	SE Trafik	Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Begrænset erfaring
Jan Luxenburger	Luxenburger Trafiksikkerhed & Vejteknik	Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Begrænset erfaring
Paw Nielsen	Via Trafik	Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Begrænset erfaring
Peter H. Nielsen		Ingeniør og trafiksikkerhedsrevisor	Begrænset erfaring
Lars Klit Reiff	HVU og Rigspolitiet	Bilinspektør	Begrænset erfaring
Stijn Daniels	University of Hasselt	Lektor og forsker	Har anvendt teknikken
Tim De Ceunynck		Forsker	Flere års erfaring
Wouter Van Haperen		Ph.D.-studerende	Forsker i STCT
Aliaksei Laureshyn	Lund University	Forsker	Forsker i teknikken og certificeret observatør i STCT
Richard van der Horst	TNO	Seniorforsker	Medudvikler af DOCTOR-teknikken
Witold Czajewski	Warsaw University of Technology	Ph.D.	Nogen erfaring

Tabel C1: Deltageroversigt; herunder navn, arbejdsplads, beskæftigelse og erfaring med konfliktteknikmetoden.

C2. Sammenligning af alvorlige konflikter

Tabel C2 viser en sammenligning af alvorlige konflikter udpeget ved den tidsbaserede metode samt lette og alvorlige konflikter udpeget ved Delphimetoden.

Lb.nr.	Kryds	Uheldssituation	Part 1	Part 2	Tidsbaseret	Delphimetoden	
					Alvorlig	Lettere	Alvorlig
1	K4	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
2	K3	874	Cykl	Fodg	Nej	Ja	
3	K3	874	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
4	K2	650	Cykl	Cykl	Nej	Ja	
5	K2	874	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
6	K3	874	Cykl	Fodg	Nej	Ja	
7	K1	874	Cykl	Cykl	Nej	Nej	Nej
8	K2	874	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
9	K2	871	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
10	K2	874	Cykl	Fodg	Ja		Ja
11	K4	874	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
12	K1	874	Cykl	Fodg	Ja		Ja
13	K3	873	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej
14	K3	874	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
15	K1	874	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
16	K3	874	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
17	K2	871	Cykl	Fodg	Nej	Ja	
18	K2	871	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
19	K3	874	Kn30	Fodg	Nej	Nej	Nej
20	K1	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
21	K3	873	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej
22	K3	873	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej
23	K2	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
24	K3	874	Cykl	Fodg	Nej	Ja	
25	K2	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
26	K1	874	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
27	K1	874	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
28	K3	873	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej
29	K3	874	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
30	K3	650	Cykl	Cykl	Nej	Nej	Nej
31	K2	874	Cykl	Fodg	Nej	Ja	
32	K2	871	Cykl	Fodg	Nej	Ja	
33	K3	873	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej
34	K2	874	Cykl	Cykl	Ja		Ja
35	K2	871	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
36	K3	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
37	K3	874	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
38	K3	874	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
39	K2	873	Cykl	Fodg	Nej		Ja
40	K3	873	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
41	K2	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
42	K3	874	Cykl	Fodg	Ja	Ja	
43	K3	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
44	K2	650	Cykl	Cykl	Ja	Nej	Nej
45	K3	874	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej
46	K2	872	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej
47	K1	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
48	K3	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
49	K2	873	Cykl	Fodg	Nej	Nej	Nej
50	K2	872	Cykl	Fodg	Ja	Nej	Nej

Tabel C2: Sammenligning af alvorlige konflikter udpeget ved de to metoder.

I Aalborg er cyklister blevet undtaget signalreguleringen i fire T-kryds for at øge fremkommeligheden. Men giver denne ændring anledning til øget risiko for trafikulykker mellem bløde trafikanter?

Dette kandidatspeciale har søgt at besvare dette spørgsmål. Der er foretaget en undersøgelse af såkaldte trafikale konflikter før og efter, at cyklister er blevet undtaget signal i fire T-kryds, hvortil der er gjort brug af konfliktteknikmetoden. Grundidéen i konfliktteknikmetoden er, at antallet af observerede trafikale konflikter ("tæt-ved-ulykker") kan anvendes som surrogat for det forventede antal ulykker.

Resultaterne viser, at der ikke kan påvises en øget risiko for ulykker mellem bløde trafikanter, når cyklister undtages signal i T-kryds. Tiltagene kan påvises at have en effekt på fremkommeligheden.

