

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift

Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

(Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

www.trafikdage.dk/artikelarkiv

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

Morten Lind Jensen, ⁽¹⁾, mlj@viatrafik.dk

Harry Lahrmann, ⁽²⁾, hsl@civil.aau.dk

⁽¹⁾ Via Trafik Rådgivning

⁽²⁾ Trafikforskningsgruppen, Aalborg Universitet

Abstrakt

Som led i fremme af cykeltrafik er der generelt et ønske om at fremme cyklisters fremkommelighed. En af mulighederne er at undtage cyklisterne for signalet i overliggeren i signalregulerede T-kryds. Men hvad betyder det for trafikikkerheden? I samarbejde med Aalborg Kommune gennem projektet 'Aalborg Cykelby' er cyklister blevet undtaget signalet i overliggeren i fire T-kryds i Aalborg. I førperioden skulle cyklisterne efterleve signalet ved ankomst til krydsene for rødt lys. I efterperioden blev cyklisterne undtaget signalet og kunne køre frem for rødt lys, men havde stadig vigepligt for krydsende færdsel.

Den sikkerhedsmæssige effekt af denne ændring er belyst ved et konfliktstudie. Antallet af alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter er undersøgt før og efter. Med bløde trafikanter forstås fodgængere, cyklister og knallertførere (lille knallert).

I den traditionelle konfliktteknikmetode udpeges alvorlige konflikter med udgangspunkt i den tidsmæssige afstand mellem trafikanterne, men kun ganske få konfliktstudier har tidligere beskæftiget sig med konflikter alene mellem bløde trafikanter, og metoderne er udviklet med henblik på bil-bil konflikter og bil-blød trafikant konflikter. Metoden har da også vist sig at have svagheder ved bedømmelse af konflikter mellem bløde trafikanter indbyrdes. Derfor er der i projektet udviklet en alternativ metode baseret på Delphimetoden. Et delformål med projektet har således været at undersøge, om en alternativ metode kan supplere eller erstatte den traditionelle tidsbaserede konfliktteknikmetode.

Resultaterne viser, at der ikke kan påvises en øget risiko for konflikter mellem bløde trafikanter, når cyklister undtages signalet i overliggeren i signalregulerede T-kryds, idet begge afprøvede metoder viser faldende konfliktrisiko i efterperioden. Resultaterne er ikke statistisk signifikante, men det lader til, at der er en mulig korrelation mellem de to afprøvede metoder. Endvidere vurderes, at den tidsbaserede konfliktteknikmetode kan føre til, at der fejlagtigt udpeges alvorlige konflikter, der blot udtrykker effektiv

trafikafvikling og det vurderes, at den udviklede Delphimetode med fordel vil kunne udvikles til at supplere og eller erstatte den tidsbaserede konfliktteknikmetode.

Nærværende artikel er baseret på afgangprojektet af samme navn og er udført af Morten Lind Jensen i perioden 13. juli 2015 til 24. juni 2016 på kandidatuddannelsen Veje og Trafik. (Jensen, 2016)

Baggrund og formål

I den svenske konfliktteknikmetode, STCT (Swedish Traffic Conflict Technique), benyttes en tidsmæssig afstand mellem trafikanter til at beskrive, hvor alvorlige de enkelte konflikter er (Hydén, 1987). Konflikters alvorlighed afhænger således af trafikanternes interne tidsafstand og risiko for kollision. 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 konflikt kan trafikanterne let reagere på hinanden, og en tidsmæssig afstand til kollision mellem to bløde trafikanter kan således være relativ lille uden at medføre stor risiko for en kollision. Flere studier viser, at den tidsbaserede konfliktteknikmetode kan føre til, at der fejlagtigt udpeges alvorlige konflikter, der blot udtrykker effektiv trafikafvikling (Christensen, 2015; Madsen & Lahrmann, 2016). 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 om der bør inddrages flere variabler til at supplere eller erstatte den tidsbaserede konfliktteknikmetode?

Det kan således diskuteres, om konflikter mellem bløde trafikanter i stedet også bør vurderes i forhold til andre parametre – fx synlige samspil. Metodikken er her, at observere trafikanterne og deres interaktion ved en samtidig ankomst og ud fra disse observationer – igennem en holistisk vurdering – at afgøre, hvor alvorlig konflikten var. Til disse observationer er der gjort brug 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). Formålet med projektet er således at undersøge, om Delphimetoden kan supplere eller erstatte den traditionelle tidsbaserede konfliktteknikmetode til udpegning af alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter.

Projektets case er en før- og efterundersøgelse der belyser trafiksikkerhedsmæssige ændringer i signalregulerede T-kryds, hvor cyklister (herunder knallertførere) undtages signalet ved fremkørsel i overliggeren (modsat sidevejstilslutningen), se Figur 1.



Figur 1. T-krydset Jyllandsgade/Rantzausgade i Aalborg, hvor cyklister er blevet undtaget signal ved undertavle.

Metode

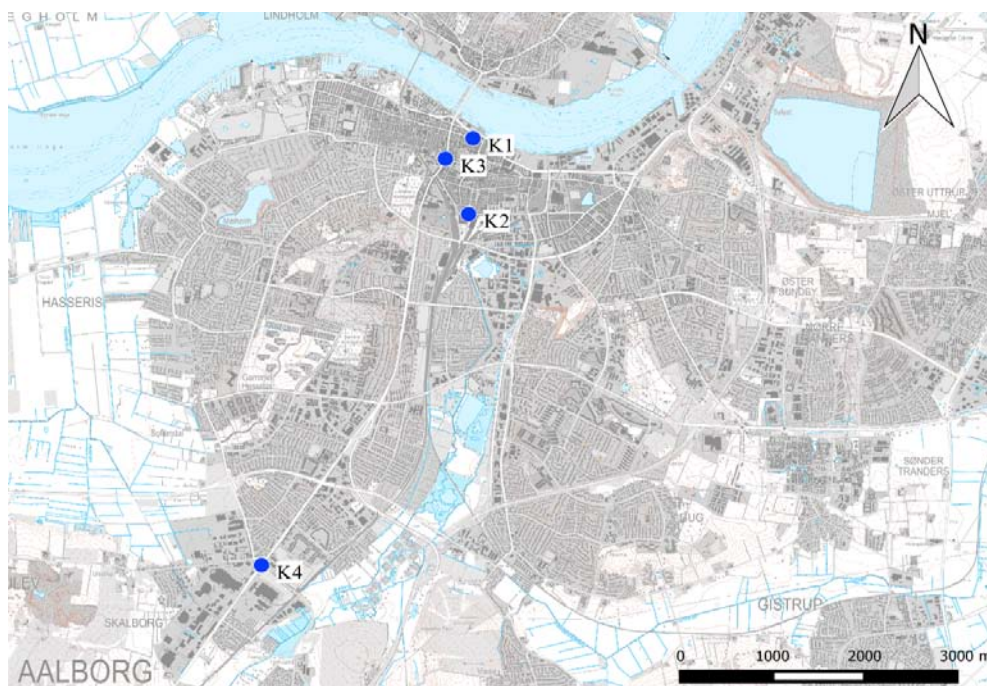
Projektet er tilrettelagt som et effektstudie i form af en videobaseret før- og efterundersøgelse af konflikter mellem bløde trafikanter.

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 haft stoppligt ved ankomst til krydsene for rødt lys. Ændringerne er foretaget den 27. november 2015, hvorefter cyklisterne fremadrettet har været undtaget signal på lokaliteterne. Cyklisterne har fået en tilvænningsperiode på 11 uger, hvorefter observationerne for efterperioden er foretaget.

Ændringerne er foretaget i følgende fire signalregulerede T-kryds:

- 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 2.



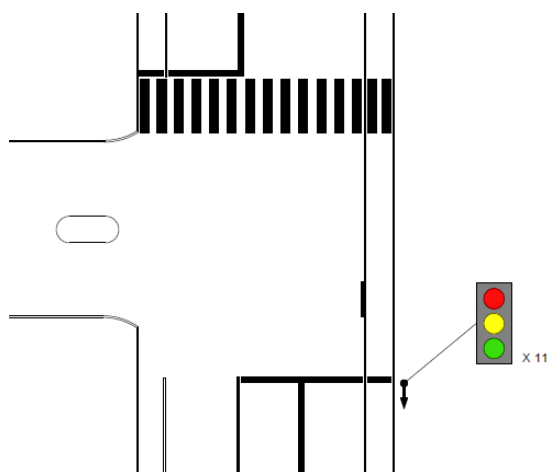
Figur 2. De fire projektlokaliteters placering i Aalborg.

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

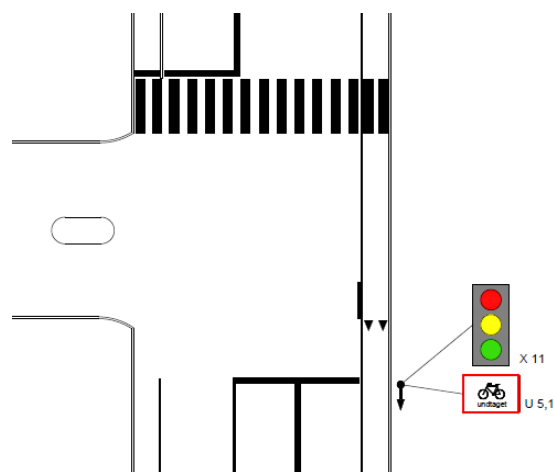
- Trafikken er signalreguleret.
- Gennemgående enkeltrettet cykelsti modsat sidevejstilslutningen.
- Lavtsiddende hovedsignal til højre for gennemgående cykelsti.
- Intet særskilt cyklistsignal (cyklister skal efterleve hovedsignalet).
- Stopstreg for cyklister ud for hovedsignalet (stoppligt ved hovedsignalet).
- Alle kryds har fodgængerfelt i den fjerne ende af T-krydset, og K2 har også fodgængerfelt hvor cyklisterne kører ind i krydset.

Udgangspunktet for de fire T-kryds har været, at cyklister skulle efterleve signalgivningen ved ankomst til krydsene. Et eksempel på den oprindelige afmærkning er illustreret på Figur 3. 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. (Vejreglerådet, 2013)

Cyklister kan undtages signal ved opsætning af en U5 undertavle under det lavtsiddende hovedsignal ved kørsel ind i krydset, se Figur 4. Undertavlen viser, at hovedsignalet ikke er gældende for cyklister. Samtidig fjernes stoplinjen på den gennemgående cykelsti, og i stedet etableres en vige linje, hvor krydsende cyklister fra sidevejen svinger ind på cykelstien. Ligeudkørende cyklister har dermed vigepligt for krydsende færdsel. Fodgængerfelter reguleres som udgangspunkt altid efter gældende vigepligt ved fodgængerfelter. Cyklister, der er undtaget signal, skal således altid vige for fodgængere. (Vejreglerådet, 2013)

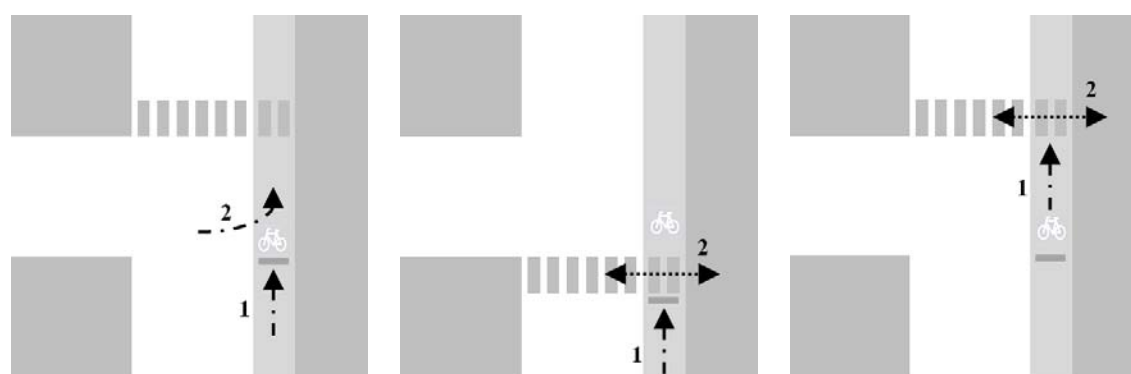


Figur 3. Signalreguleret T-kryds, hvor cyklister skal efterleve hovedsignalet ved ankomst til krydset. Cyklister har stoppligt ved rødt lys.



Figur 4. Signalreguleret T-kryds, hvor cyklister er undtaget signal i overliggeren. Cyklister har vigepligt for krydsende trafikanter.

Projektet behandler uheldssituationerne 650, 871/872 og 873/874 med to eller flere involverede bløde trafikanter, illustreret på Figur 5. Uheldssituationerne beskriver observerede konfliktsituationer i både før- og efterperioden og er opdelt på Part 1 og Part 2, hvor Part 1 er den vigepligtige part.



650

Uheld med venstresv. cyklist (2) og ligeudkørende cyklist (1) før passage af kryds.

871/872

Uheld med fodgænger (2) fra højre/venstre og ligeudkørende cyklist (1) før passage af kryds.

873/874

Uheld med fodgænger (2) fra højre/venstre og ligeudkørende cyklist (1) efter passage af kryds.

Figur 5. Uheldssituation 650, 871/872 og 873/874. Uheldssituationerne benyttes til at beskrive de observerede konfliktsituationer. (Vejdirektoratet, 2014)*

Som baggrund for før- og efterundersøgelsen ligger i alt 227 timers videooptagelser fordelt på de fire lokaliteter. Der er samlet optalt ca. 43.000 bløde trafikanter – heraf ca. 24.000 cyklister og 19.000 fodgængere. Videooptagelserne er foretaget på hverdage i tidsrummet 07-17.

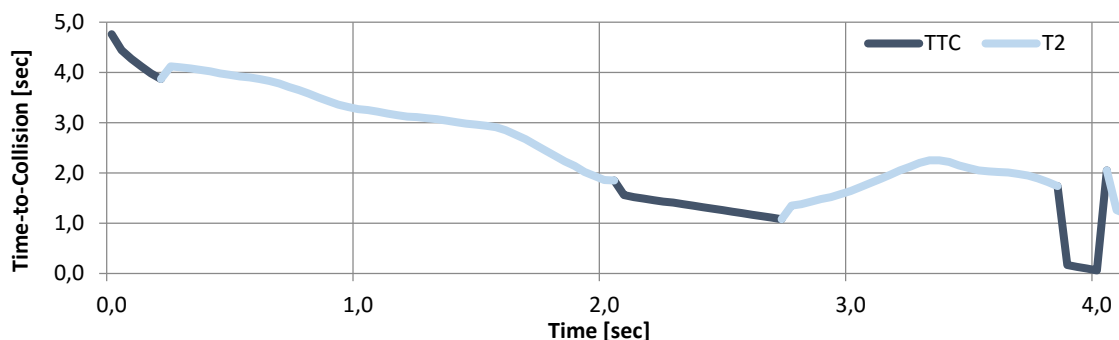
På baggrund af videomaterialet er der udpeget 846 samtidige ankomster. En samtidig ankomst optræder, hvor to eller flere konfliktende trafikanter ankommer til samme konfliktområde indenfor 3,00 sek. Hypotesen er, at disse situationer har potentiale til at udvikle sig til alvorlige konflikter eller ulykker mellem bløde trafikanter. Konfliktrisiko beregnes som forholdet mellem alvorlige konflikter og samtidige ankomster. Af de 846 samtidige ankomster er der manuelt udpeget flere potentielt alvorlige konflikter til nærmere analyse. Hertil er lagt en række situationer, der er vurderet at være mindre alvorlige. I alt 50 mere eller mindre alvorlige situationer er udpeget og efterfølgende analyseret ved:

- et tidsbaseret mål for alvorlige konflikter, inspireret af den svenske og hollandske konfliktteknikmetode. Alvorlige konflikter er defineret som situationer, hvor (i) den mindste tidsafstand til kollision (TTC_{min}) er mindre eller lig med 1,00 sek; (ii) den resterende tid til anden trafikant ankommer til konfliktområdet, så længe første trafikant er på vej ind i konfliktområdet eller befinder sig heri ($T_{2,min}$), er mindre eller lig med 0,55 sek., inspireret af Christensen (2015).
- et samspilsbaseret Delphistudie; en gruppe trafikikkerhedsekspertter vurderer, hvor alvorlige de enkelte potentielle konflikter er ud fra trafikanternes synlige reaktioner.

Udpegning af konflikter ved tidsbaseret konfliktteknikmetode

Til at vurdere konflikter, hvor to trafikanter er på kollisionkurs, er værdien Time-to-Collision, TTC, anvendt. TTC angiver den resterende tidsmæssige afstand til kollision og beregnes til ethvert tidspunkt, så længe trafikanterne er på kollisionkurs og fortsætter med samme hastighed og retning. Når trafikanterne ikke længere er på kollisionkurs (ved udførelse af en undvigemanøvre), kan TTC ikke længere beregnes. Minimumsværdien, TTC_{min} , benyttes som parameter for konfliktens alvorlighed, da denne angiver den mindste tidsafstand til kollisionen ville være sket. Hvis $TTC_{min} > 0$ sek., sker der ikke en kollision.

Situationer, hvor trafikanterne ikke umiddelbart er på kollisionkurs, kan ligeledes resultere i alvorlige konflikter. Disse situationer er vurderet ved brug af værdien T_2 . Denne 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 heraf opstår en kollisionkurs mellem trafikanterne. Ved overgangen fra at trafikanterne er på kollisionkurs til, at der ikke længere eksisterer en kollisionkurs, er T_2 lig TTC, hvorefter TTC ikke længere kan beregnes. 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, illustreret på Figur 6. (Laureshyn, 2010)



Figur 6: Eksempel på grafisk sammenhæng mellem TTC og T_2 i en konfliktsituation mellem en cyklist og en fodgænger. Tryk [her](#) for at se situationen på internettet.

Videoanalyseværktøjerne T-Convertor, T-Calibration og T-Analyst er anvendt til detektering af bløde trafikanter samt til efterbehandling af potentielle konfliktsituationer (Trafvid, 2014a, 2014b, 2015).

Udpegning af konflikter ved samspilsbaseret Delphimetode

Siden den tidsbaserede konfliktteknikmetodes introduktion i trafiksikkerhedsarbejdet, har den været udsat for kritik. Dette skyldes blandt andet, at der har været anvendt mange forskellige konfliktdefinitioner, og samtidig har det været vanskeligt at påvise sikre korrelationer mellem ikke mindst konflikttyper og ulykkestyper. Derfor har problemerne med den tidsbaserede konfliktteknikmetode ført til, at en alternativ definition af konflikter er blevet afprøvet. Som et alternativ til udpegning af alvorlige konflikter ud fra tidsværdier kan der vælges at se på samspillet mellem trafikanterne i konfliktsituationer. Alvorlige konflikter er således defineret ved trafikanternes synlige reaktioner under en hændelse. (TemaNord, 1994)

En alvorlig konflikt 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). Fordelen ved at skulle vurdere bløde trafikanters reaktioner er, at de er synlige sammenlignet med en fører af et motorkøretøj. Som oftest er det muligt at vurdere, hvor de bløde trafikanters fokus er ved at se på hovedets orientering samtidig med, at det er muligt at se fagter o. lign.

Ved brug af Delphimetoden er det valgt, at inddrage en gruppe respondenter med stor faglig viden om trafiksikkerhed til at vurdere alvorligheden af konfliktsituationerne. 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)

I projektet deltog 30 respondenter – blandt andet 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 forventedes ikke at have et forudgående kendskab til konfliktteknikken, men at kunne relatere til projektets overordnede problemstilling.

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

En konflikt defineres som alvorlig i situationer, hvor mindst én af trafikanterne – i en potentiel konfliktsituation – 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.

En alvorlig konflikt er defineret ved trafikanternes overordnede samspil under en hændelse ud fra observerede reaktioner. Ud fra en kort gennemgang af projektets formål og metode har respondenterne således kategoriseret alvorligheden af de fremsendte konfliktsituationer ud fra følgende fire niveauer:

0. Ingen konflikt: Ingen af trafikanterne viser tydelige tegn på adfærdændring, 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.

Der er valgt at benytte parameteren Interquartile Range (IQR) som mål for opnåelse af konsensus, hvor IQR $\leq 1,0$ er ensbetydende med konsensus. IQR er spredningens størrelse for den halvdel af besvarelsene, der ligger nærmest medianen. IQR beregnes normalt ud fra den 25. og 75. percentil. For at skabe større sikkerhed for opnået konsensus, er der i dette projekt valgt at benytte 20 %- og 80 %-fraktilerne.

Resultater

Tabel 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. Endvidere præsenteres testresultaterne for tiltagens middeleffekt samt effekthomogenitet og –signifikans på tværs af lokaliteterne (Jørgensen, 1981).

Tabel 1. Konfliktrisiko udtrykt ved alvorlige konflikter før og efter pr. 100 samtidige ankomster fordelt på kryds og metode, angivelse af effekt samt test for signifikans.

Kryds	Konfliktrisiko					
	Tidsbaseret metode			Delphimetode		
	Før	Efter	Effekt	Før	Efter	Effekt
K1 Ved Stranden	4,4	1,6	- 64 %	2,6	1,6	- 41 %
K2 Jyllandsgade/Rantzausgade	3,5	1,5	- 59 %	2,5	0,2	- 90 %
K3 Vesterbro/Algade	3,2	2,6	- 19 %	0,0	0,0	0 %
K4 Hobrovej/Dallvej	0,0	0,0	0 %	0,0	0,0	0 %
Middeleffekt	- 49 %			- 65 %		
Effekthomogenitet (p-værdi)	0,77 Ja			0,41 Ja		
Effektsignifikans (p-værdi)	0,18 Nej			0,21 Nej		

Af tabellen ses, at de bløde trafikanter har størst risiko for at blive involveret i en alvorlig konflikt i krydsene Ved Stranden, Jyllandsgade/Rantzausgade og Vesterbro/Algade i førperioden. I krydset Hobrovej/Dallvej er konfliktrisikoen uændret fra før- til efterperioden. I de tre øvrige kryds er konfliktrisikoen generelt set reduceret fra før- til efterperioden. På baggrund af en test for effekthomogenitet kan det ikke afvises, at der er en homogen effekt på tværs af de fire lokaliteter. Tiltagene kan samtidig ikke påvises at have en signifikant effekt på antallet af alvorlige konflikter. Resultaterne fra Delphimetoden viser, at der er konsensus i 47 af 50 konfliktsituationer efter første runde, og konsensus i alle bedømmelserne efter anden runde.

Tabel 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. I tabellen angives, hvorvidt tiltagens effekter er homogene og signifikante.

Tabel 2. Konfliktrisiko udtrykt ved alvorlige konflikter før og efter pr. 100 samtidige ankomster fordelt på uheldssituationer og metode samt angivelse af effekt.

Uheldssituation		Konfliktrisiko					
		Tidsbaseret metode			Delphimetode		
		Før	Efter	Effekt	Før	Efter	Effekt
650	Venstresvingende cyklist	11,5	5,0	- 57 %	0,0	0,0	0 %
871/874	Fodgænger fra højre	23,8	6,7	- 72 % **	11,8	3,8	- 68 % **
872/873	Fodgænger fra venstre	4,2	6,6	+ 57 % *	2,4	0,6	- 76 %
871/872	Fodgænger før kryds ¹⁾	4,0	2,0	- 51 %	0,0	0,0	0 %
873/874	Fodgænger efter kryds	10,8	5,5	- 49 % *	7,6	2,3	- 70 % *

¹⁾ Forekommer udelukkende i K2.

* Homogen effekt.

** Homogen og signifikant effekt.

Den tidsbaserede metode viser, at der i førperioden er størst risiko for alvorlige konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre. I efterperioden er der ligeledes størst risiko for, at konflikter opstår med fodgængere krydsende fra højre, men der ses dog en stor reduktion sammenlignet med førperioden. Delphimetodens resultater viser også størst risiko for konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre både i før- og efterperioden.

Sammenligning af metodernes resultater:

- Begge metoder viser en reduceret konfliktrisiko mellem krydsene fra før- til efterperioden. Resultaterne er ikke signifikante.
- Størst konfliktrisiko i krydsene K1, K2 og K3 i førperioden. Resultaterne er ikke signifikante.
- Størst konfliktrisiko i førperioden ved uheldssituation 871 og 874 (fodgængere fra højre). Begge metoder viser signifikante reduktioner fra før- til efterperioden ($p_{tm} < 0,01$ og $p_{dm} = 0,04$).
- Stor udpegningsvariation mellem metoderne. Den tidsbaserede metode udpeger flere alvorlige konflikter (21 stk.) sammenlignet med Delphimetoden (4 stk.).

Tabel 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 med videoanalyseværktøjet T-Analyst (Trafvid, 2014a). Der tages udgangspunkt i de 50 potentielt alvorlige konflikter, og middelværdierne er gengivet i tabellen.

Tabel 3. Ligeudkørende cyklisters maksimale hastighed i konfliktsituationer før og efter, at de er undtaget signal. Det reelle antal konflikter er angivet i parentes.

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 %

Af tabellen ses, at cyklisternes maksimale hastighed i konfliktsituationer gennemsnitligt er reduceret 18 % fra før til efter. Reduktionen er signifikant ($p = 0,04$). Der kan observeres en hastighedsreduktion i krydsene K1-K3, mens hastigheden er uændret i K4.

Tabel 4 viser resultaterne for den relative og absolutte effekt på fremkommeligheden målt på antallet af kørsler mod rødt, 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 kørsler mod rødt – altså hvor mange flere cyklister kører over for rødt lys.

Tabel 4. Fordeling af kørsler mod rødt i før- og efterperioden samt relativ og absolut effekt af tiltagene.

Kryds	Kørsler mod rødt					
	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

Af tabellen ses en signifikant effekt på antallet af cyklister, der kører over for rødt. Både den relative og absolutte effekt er statistisk signifikant, og tiltagene kan således påvises at have en positiv effekt på fremkommeligheden.

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 kørsler over for rødt 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 knallertførere, der muligvis ikke er opmærksomme på, at de ligeledes er omfattet af tiltagene.

Diskussion

Cyklister undtaget signal i T-kryds har til formål at 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 samspillet 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.

Ved den tidsbaserede konfliktteknikmetode udpeges situationer, der både kan være udtryk for effektiv trafikafvikling samt alvorlige konflikter udtrykt ved tidsafstanden mellem trafikanterne. Ulempen 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.

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 alvorlig konflikt grundet en minimal tidsafstand mellem trafikanterne. I en sådan situation kan det ikke alene ud fra TTC_{min} -værdiens størrelse vurderes, at cyklisten har foretaget en tidlig reaktion, idet TTC_{min} blot udtrykker den mindste tidsafstand mellem trafikanterne set over hele hændelsen. Det kan siges, at cyklisten efterfølgende (med vilje) skaber en konflikt og deraf ikke opfatter situationen som "farlig nok" til ikke at turde fortsætte.

Formålet med at introducere Delphimetoden er at sikre, at disse situationer, der udtrykker effektiv trafikafvikling og nok indeholder en vis risiko, ikke 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, og bør registreres, men ikke kategoriseres som alvorlig.

Forskelle og ligheder mellem den tidsbaserede metode og Delphimetoden kommer til udtryk, når konflikterne er udpeget. Der er samlet set udpeget 22 alvorlige konflikter, som fordeler sig på:

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

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. Metoden kunne være kombineret med yderligere parametre så som vigepligtsovertrædelser, trafikantadfærd (fagter, orientering, kropssprog, auditiv kontakt mv.) og personlige karakteristika (alder, køn, handicap, skadesrisiko mv.), der kan have betydning for konfliktens alvorlighed.

Netop ovenstående parametre har stor relevans i forhold til konflikter mellem bløde trafikanter – og deraf bør det også overvejes, at ændre dette projekts definition af alvorlige konflikter mellem bløde trafikanter. Definitionen tager udelukkende udgangspunkt i trafikanternes reaktioner, hvor Delphimetoden giver mulighed for at inddrage væsentligt flere parametre. Det kan deraf diskuteres, om respondenterne i stedet bør introduceres til en række parametre, der potentielt har betydning for konflikternes alvorlighed, for derefter at foretage en holistisk bedømmelse af de enkelte situationer. Det noteres, at flere respondenter i dette projekt benyttede flere af disse parametre i deres vurdering.

Respondenterne blev endvidere bedt om, at benytte en fire-trin-skala i deres kategorisering af de enkelte situationer. Idet, der er blevet forevist videosekvenser hvor der ikke forekommer kollisioner, kan der opstå en tendens til at respondenterne vælger en lavere kategori, da "det gik godt". Det kan derfor diskuteres, om videosekvenserne i stedet bør afkortes, så respondenterne ikke ser afviklingen af situationen, men blot forløbet ledende op til selve konflikten.

Med udgangspunkt i de valgte konsensuskriterier blev der i første runde opnået enighed for 47 af i alt 50 potentielle konfliktsituationer. Efter anden runde er der konsensus i alle bedømmelserne. Der kan ses stor enighed, når alvorlige konflikter skal udpeges, og dette tyder på, at Delphimetoden har sin retting – særligt når konflikterne sker mellem bløde trafikanter. Metoden er imidlertid 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 denne udpegning, og det er

således et spørgsmål om at få defineret de rette udpegningskriterier. For yderligere at effektivisere metoden, bør der ses på muligheden for at nedbringe antallet af respondenter og at gennemføre undersøgelsen på en online platform. En respondentgruppe – eksempelvis 10 faste trafikikkerhedsekspertter med forudgående kendskab til metoden og udpegningskriterierne – vil kunne reducere tidsforbruget til efterbehandlingen.

Konklusion

Cyklister undtaget signal i T-kryds

Den overordnede konklusion er, at der ikke kan påvises signifikante ændringer i antallet af alvorlige konflikter, 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 kørsler mod rødt er steget markant. Der er observeret en signifikant stigning i antallet af kørsler mod rødt på 30 % i efterperioden ($p < 0,01$), hvor der i modsætning hertil er et ikke signifikant fald i konfliktrisikoen på -49 %.

Opdelt på specifikke uheldssituationer kan der observeres en signifikant reduceret risiko for konflikter med fodgængere krydsende fra højre mod venstre. Begge metoder viser således en reduktion fra før- til efterperioden på hhv. -72 % og -68 % ($p_{tm} < 0,01$ og $p_{dm} = 0,04$).

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 ($p = 0,04$).

Anvendte metoder

Som en del af projektet er det undersøgt, hvilke styrker og svagheder der er ved hhv. den tidsbaserede konfliktteknikmetode og den reaktions- og samspilsbaserede Delphimetode 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.

Styrken ved Delphimetoden 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. Metoden viser stor enighed mellem respondenterne, og dette tyder på, at metoden har sin retfærdighed. I dette studie blev der opnået konsensus i bedømmelsen af alle 50 situationer efter blot to runder.

Svagheden ved metoden er at konflikterne udpeges ved, at trafikanterne foretager en synlig reaktion. Sker dette ikke, er der risiko for, at enkelte konflikter ikke registreres. Metoden, som den er anvendt i dette studie, er endvidere tidskrævende, men det vurderes, at der er gode muligheder for en metodeudvikling, der kan reducere tidsforbruget.

Der er fordele og ulemper ved begge metoder, men en væsentlig pointe er, at konflikter mellem bløde trafikanter er vanskelige at vurdere og måske er en kombination af de to metode løsningen. Det anbefales at arbejde videre med udvikling af en udpegningsmetode til konflikter mellem bløde trafikanter.

Taksigelser

Projektet er gennemført i et samarbejde med Aalborg Kommune gennem projektet 'Aalborg Cykelby'. Som et led i projektet ændrede Aalborg Kommune således vigepligten i de fire kryds. Forfatterne takker Aalborg Kommune for samarbejdet og støtten til projektet.

Referencer

- Christensen, P. M. (2015). *Konfliktteknikmetoden: Belysning af sikkerhedsmæssige problemstillinger ved brug af cykelshunts i signalregulerede kryds*. Kandidatspeciale, Vej- og Trafikteknik, Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet.
- Hsu, C.-C., & Sandford, B. A. (2007). The Delphie Technique: Making Sense Of Consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation, 12*(10).
- Hydén, C. (1987). *The development of a method for traffic safety evaluation: The swedish Traffic Conflicts Technique*. Department of Technology and Society, Lund University, Sweden.
- Jensen, M. L. (2016). *Cyklister undtaget signal ved undertavle i T-kryds: En før- og efterundersøgelse af konflikter mellem bløde trafikanter*. Kandidatspeciale, Veje og Trafik, Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet.
- Jørgensen, E. (1981). *Sikkerhedsmæssig effekt: Vejledning for vejbestyrelser*. Vejdirektoratet, København.
- Kraay, J. H., Horst, A. R. A. van der, & Oppe, S. (2013). *Manual conflict observation technique DOCTOR*. Foundation Road safety for all, The Netherlands.
- Laureshyn, A. (2010). *Application of automated video analysis to road user behaviour*. Department of Technology and Society, Lund University, Sweden.
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (2002). *The Delphi Method: Techniques and Applications* (2nd ed.). New Jersey Institute of Technology, Newark, USA: Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program.
- Madsen, T. K. O., & Lahrmann, H. (2014). *Krydsløsninger for cyklister: Anvendelse af konfliktteknik til vurdering af forskellige løsnings sikkerhed*. Trafikforskningsgruppen, Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet.
- Madsen, T. K. O., & Lahrmann, H. (2016). Comparison of five bicycle facility designs in signalized intersections using traffic conflict studies. *Transportation Research, Part F*(Traffic Psychology and Behaviour), In press.
- TemaNord. (1994). *Cyklister i kryds - afprøvning af nye reguleringsformer*. Nordisk Ministerråd, København.
- Trafvid. (2014a). T-Analyst. Transport and Roads, Faculty of Engineering, Lund University, Sverige.
- Trafvid. (2014b). T-Convertor. Transport and Roads, Faculty of Engineering, Lund University, Sverige.
- Trafvid. (2015). T-Calibration. Transport and Roads, Faculty of Engineering, Lund University, Sverige.
- Vejdirektoratet. (2014). *Håndbog, Trafiksikkerhed: Effekter af vejtekniske virkemidler*. Vejdirektoratet, København.
- Vejregelrådet. (2013). *Vejsignaler*. Vejdirektoratet, København.