

Technieken voor de observatie en analyse van verkeersconflicten

Literatuurstudie

Marjolein de Jong

Grete Gysen

Ann Petermans

Stijn Daniels

Onderzoekslijn kennis verkeersveiligheid



DIEPENBEEK, 2012.
STEUNPUNT VERKEERSVEILIGHEID.

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-2007-118
Titel: Technieken voor de observatie en analyse van verkeersconflicten

Ondertitel: Literatuurstudie

Auteur(s): Marjolein de Jong, Grete Gysen, Ann Petermans, Stijn Daniels
Promotor: Stijn Daniels
Onderzoekslijn: kennis verkeersveiligheid
Partner: Universiteit Hasselt – Provinciale Hogeschool Limburg
Aantal pagina's: 37

Uitgave: Steunpunt Verkeersveiligheid, november 2007.

Steunpunt Verkeersveiligheid
Wetenschapspark 5
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 91 11
F 011 26 91 99
E info@steunpuntverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntverkeersveiligheid.be

Samenvatting

De wortels van de verkeersconflictechniek of Traffic Conflict Technique (TCT) liggen in Detroit bij de fabrieken van General Motors. De autofabrikant ontwikkelde eind jaren zestig observatietechnieken om te bepalen in hoeverre voertuigen van General Motors waren betrokken in onveilige verkeerssituaties (Perkins & Harris, 1968; Archer, 2001). Een verkeersconflict werd gedefinieerd als elke mogelijke conflictsituatie die leidde tot remmen of manoeuvres.

Conflictobservatietechnieken vertrekken van het uitgangspunt dat het gedrag van bestuurders bij bijna-ongevallen een waardevolle bron van informatie is (Hydén, 1987; Horst, 1990). Een klein gedeelte van alle verplaatsingen mondt uit in fatale ongevallen. Het aandeel bijna-ongevallen is al veel groter. Met behulp van de analyse van bijna-ongevallen (of conflicten) kan inzicht worden verkregen in factoren en patronen die ten grondslag liggen aan onveiligheid. Deze informatie vormt een aanvulling op ongevallendata en kan door wegbeheerders worden gebruikt bij het nemen van een gefundeerde beslissing over de herinrichting van kruispunten of wegvakken.

De toepassingsmogelijkheden van conflictobservatietechnieken zijn divers:

- als diagnose-instrument om onveilige locaties vast te stellen,
- theorievormend: om een aantal aspecten van verkeersonveiligheid diepgaand te onderzoeken,
- voor het uitvoeren van evaluaties van de effecten van maatregelen met behulp van voor- en nastudies.
- voor het bepalen van criteria bij het vaststellen van prioriteiten in een programma voor het uitvoeren van verkeersveiligheidsonderzoek.

Een belangrijk voordeel van het gebruik van verkeersconflictechnieken is dat er binnen een korte tijdsperiode onderzoek gedaan kan worden naar de verkeersveiligheidssituatie van een bepaalde locatie. Er hoeft niet te worden gewacht op statistisch bruikbare ongevallendata. Bovendien kan het onderzoek worden aangepast aan de specifieke karakteristieken van de situatie waardoor inzicht kan worden gekregen in het gedrag van de verkeersdeelnemers in relatie met de omgeving. Vaak worden tijdens de observatie opnames gemaakt met een camera. Deze camerabeelden bieden de mogelijkheid om de onderzoeksresultaten te koppelen aan algemene gegevens zoals weer, aantal voertuigen en snelheid. Daarnaast kunnen deze beelden worden gebruikt voor het verifiëren van de resultaten van de observaties en bespreking met belanghebbenden en de opdrachtgever.

Verkeersconflictechnieken hebben ook beperkingen. Het uitvoeren van observaties is tijdsintensief doordat er met observatoren minstens 18 uur lang wordt geobserveerd. Bovendien worden de gegevens vaak over een korte periode verzameld waardoor de informatie niet relevant hoeft te zijn voor andere periodes van het jaar. Met de opzet van een onderzoek en de analyse van de resultaten moet hier rekening mee worden gehouden. Doordat er verschillende methodes zijn ontwikkeld is het van belang dat een conflict helder wordt gedefinieerd zodat vergelijking met ongevallendata en resultaten van andere conflictobservaties mogelijk is. Een derde aandachtspunt heeft te maken met de mate waarin conflicten en indicatie vormen voor de te verwachten onveiligheid. Ernstige conflicten kunnen niet zonder meer worden gezien als een indicator voor ongevallen, maar ze geven wel een indicatie over de verkeersveiligheidssituatie op een bepaalde locatie doordat gedragspatronen die leiden tot conflicten achterhaald kunnen worden.

English summary

Title Techniques for the observation and analysis of traffic conflicts

Subtitle Literature study

Abstract

The roots of the Traffic Conflict Technique (TCT) are situated in the fabrics of General Motors in Detroit. At the end of the sixties, the car manufacturer developed observation techniques to determine into what extend cars of General Motors were involved in unsafe traffic situations (Perkins & Harris, 1968; Archer, 2001). A traffic conflict was defined as every possible conflict situation leading to braking or manoeuvres.

Conflict observation techniques start from the assumption that the behaviour of drivers is a valuable source of information in the case of potential conflicts (Hydén, 1987; Horst, 1990). Only a small amount of all passages lead to fatalities. The share of potential conflicts is already bigger. Through the analyses of potential conflicts insight can be gained in factors en patterns underlying unsafety. This information can be used as additional information to accident data and can be used by road authorities when taking a well funded decision about the renovation of intersections and stretches.

The use of conflict observation techniques is divers:

- as instrument for diagnosis of unsafe locations,
- formulation of theory: for in depth investigation of aspects causing unsafe situations,
- carrying out evaluations of the effects of measures using before and after studies,
- determining criteria for setting priorities in a programme for road safety research.

An important advantage of the use of traffic conflict techniques is the fact that research of the road safety of a certain location can be carried out within a short period of time. There is no need to wait for statistical relevant accident data. Moreover, research can be adapted to the specific characteristics of the situation which allows gaining insight in the relation between behaviour of the road users in relation to the build environment. When using cameras, research results can be linked to more general data about weather, amount of vehicles and speed. Furthermore, footages can be used when discussing the results of the research with stakeholders and the responsible authorities.

Traffic conflict techniques also have limitations. Carrying out observations is time intensive because the observers make there observations during at least 18 hours. Moreover, the data is collected during a short period of time which means that the information is not necessarily relevant for other periods of the year. This aspect should be taking into account when designing a research and analysing the results. Because of the fact that internationally different methods have been developed, it is very important to define clearly what is meant with a conflict in order to be able to compare the results with accident data and research results of other conflict observations. A third point of interest has to do with the degree into which conflicts are an indication for the expected level of unsafety. Serious conflicts can not simply be seen as an indicator for accidents, but the can give an indication of the road safety of a certain location because patterns of behaviour leading to conflicts can be detected.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	7
2.	INTRODUCTIE VEKEERSCONFLICTOBSERVATIE	8
2.1	Gedrag als uitgangspunt	8
2.2	Ontwikkeling Verkeersconflictechnieken	8
2.2.1	<i>Internationalisering</i>	9
2.2.2	<i>Vereenvoudiging van de methode</i>	10
2.2.3	<i>Twee sporen</i>	10
2.3	Inzicht in een specifieke situatie	10
2.3.1	<i>Opsporen van onveilige situaties</i>	11
2.3.2	<i>Kruisingen</i>	12
2.3.3	<i>Rotondes</i>	12
2.3.4	<i>Voetgangers en fietsers</i>	12
2.3.5	<i>Ontwikkelingslanden</i>	13
2.3.6	<i>Politie</i>	13
2.3.7	<i>Onderwijs</i>	13
2.4	Verkeersconflicten als verkeersveiligheidsindicatoren	14
2.4.1	<i>Intelligente Cruise Control</i>	14
2.4.2	<i>Conflicten op snelwegen</i>	14
2.4.3	<i>Micromodellering</i>	14
3.	VERKEERSCONFLICTOBSERVATIE IN DETAIL	15
3.1	Begrippen	15
3.1.1	<i>Conflict en bijna-conflict</i>	15
3.1.2	<i>TTC</i>	15
3.1.3	<i>TTC_{min}</i>	17
3.1.4	<i>TA</i>	18
3.1.5	<i>PET</i>	18
3.1.6	<i>Kop-staart conflicten</i>	19
3.1.7	<i>Optimal Breaking Time (OBT)</i>	20
3.1.8	<i>Letselernst</i>	20
3.1.9	<i>Conclusie</i>	20
3.2	Het registreren van conflicten	21
3.2.1	<i>Observatoren</i>	21
3.2.2	<i>Camera's</i>	22
3.2.3	<i>Tijdsduur van observatie</i>	23
3.2.4	<i>Het schatten van snelheden en vermijdingsacties</i>	24
3.2.5	<i>Het oordeel van de observator</i>	24

3.2.6	<i>Validiteit</i>	25
3.3	Het verwerken van gegevens	26
3.3.1	<i>Verifiëren van de genoteerde conflicten</i>	26
3.3.2	<i>Analyse van gegevens</i>	26
3.4	Voordelen van Verkeersconflictechnieken	26
3.4.1	<i>Eenvoudig om te begrijpen & eenvoudig in gebruik</i>	26
3.4.2	<i>Wetenschappelijke basis</i>	26
3.4.3	<i>Snelle evaluatie van verkeersveiligheidssituaties en -maatregelen</i>	27
3.4.4	<i>Lage kost</i>	27
3.4.5	<i>Gebruik in combinatie met andere technieken</i>	27
3.4.6	<i>Geeft inzicht in de oorzaken van ongevallen</i>	27
3.4.7	<i>Methode wordt actief gebruikt</i>	27
3.5	Beperkingen van de techniek	27
3.5.1	<i>Validiteit</i>	27
3.5.2	<i>Oordeel over een specifieke locatie</i>	28
3.5.3	<i>Verschillende definities</i>	28
3.5.4	<i>Intensief</i>	28
3.5.5	<i>Specifieke situaties</i>	28
4.	TWEE VERKEERSCONFLICTTECHNIEKEN TOEGELICHT	29
4.1	De Zweedse verkeersconflictechniek	29
4.2	DOCTOR	30
5.	DISCUSSIE	33
	BIJLAGE BEGRIPPEN.....	34
	REFERENTIES	35

Overzicht van figuren

Figuur 1:	De piramide van Hydén	8
Figuur 2	Schematische voorstelling van een bijna-conflict.....	15
Figuur 3	Interactie weggebruikers tijdens een conflictsituatie (TTC en tijd)	16
Figuur 4	Tijdsverloop bij normaal remmen en hard remmen	17
Figuur 5	TTC _{min} en TA	17
Figuur 6	Schematische voortelling van de PET.....	18
Figuur 7	Schematische voorstelling kop-staartaanrijding	19
Figuur 8	Te verwachten ernstige conflicten op kruisingen i.r.t. intensiteit	23
Figuur 9	TA-tabel op basis van snelheid en afstand.....	30
Figuur 10	Grafiek voor het bepalen van de ernst van een conflict.....	30

1. INLEIDING

Ongevallen zijn tot op zekere hoogte toevallsgebonden en onvoorspelbare gebeurtenissen. Daarnaast zijn ze relatief zeldzaam van aard en worden lang niet alle ongevallen (zelfs deze met letsel) door de politie geregistreerd. Bovendien treden er toevallige of systematische fouten op bij de registratie van ongevallen. Door al deze factoren moeten wegbeheerders vaak beslissingen nemen over de herinrichting van kruispunten of wegvakken op basis van een onvolledige of beperkte analyse van enkele ongevallen uit het verleden.

Al in de jaren vijftig van de twintigste eeuw is een begin gemaakt met het ontwikkelen van een techniek die op basis van conflicten tussen verkeersdeelnemers een indicatie kan geven van de verkeersveiligheid van een situatie. In de jaren 70 en 80 is de techniek in verschillende landen verder ontwikkeld tot een methode die de verkeersveiligheid analyseert op basis van de gebeurtenissen die voorafgaan aan een bijna-ongeval (conflict). Een systematische analyse van conflicten op bepaalde locaties, laat volgens Hydén (1987) toe om duidelijke patronen te herkennen, waardoor adequate maatregelen ook op detailniveau genomen kunnen worden door de wegbeheerder. De techniek wordt inmiddels in verschillende landen gebruikt.

Om een beter idee te krijgen van de inhoud van verkeersconflictechnieken en de mogelijkheden voor Vlaanderen is een literatuurstudie uitgevoerd waarvan de resultaten in dit rapport staan. In hoofdstuk 2, 'Introductie verkeersconflictobservatie', wordt eerst stil gestaan bij de geschiedenis van de techniek en de ontwikkeling tot nu toe. Daarnaast wordt een overzicht gegeven van toepassingen van verkeersconflictechnieken. In het derde hoofdstuk 'Verkeersconflictobservatie in detail', wordt dieper ingegaan op de theorie achter verkeersconflicten en de gebruikte parameters. Bovendien wordt aandacht besteed aan het observeren en verwerken van gegevens. Het hoofdstuk besluit met voor- en nadelen van de techniek. In hoofdstuk 4, 'Twee verkeersconflictechnieken toegelicht' wordt uitgebreider stilgestaan bij twee technieken die veel in Europa zijn toegepast en waar ook onderzoek naar wordt gedaan: de Zweedse verkeersconflictechniek en de Nederlandse methode DOCTOR.

Op basis van de literatuurstudie is besloten om de twee proefprojecten in Vlaanderen uit te voeren met behulp van de Zweedse Verkeersconflictechniek (STCT). De Zweedse techniek wordt nog actief gebruikt in Zweden en er zijn opleidingen voor observatoren. Bovendien is de techniek relatief eenvoudig. De resultaten van het proefonderzoek zijn te lezen in de rapportage 'Observatie van verkeersconflicten in Vlaanderen. Resultaten van een proefproject op 2 kruispunten' (Gysen & Petermans, et al., 2007). In deze rapportage zijn ook beleidsaanbevelingen gegeven. Daarnaast is, op basis van internationale literatuur en onze ervaringen tijdens het proefonderzoek, een handleiding geschreven voor het gebruik van de Zweedse methode: 'Handleiding Zweedse verkeersconflictechniek' (Petermans & Gysen, et al., 2007).

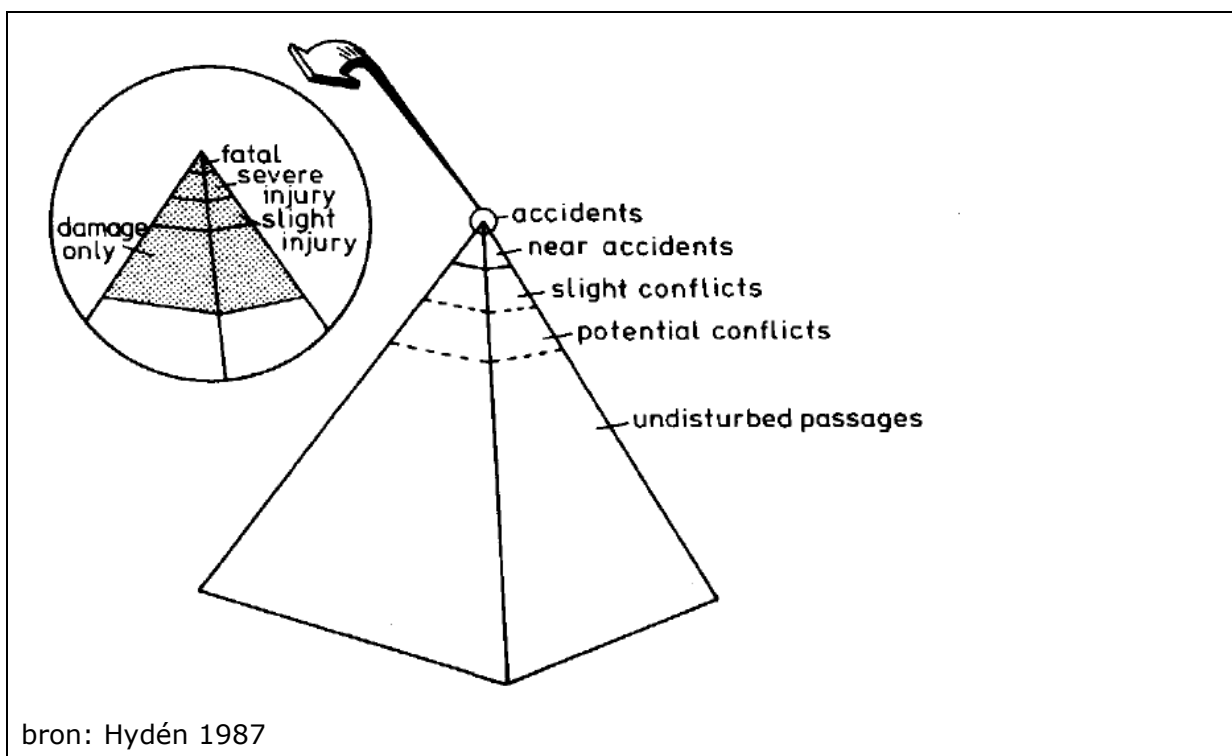
2. INTRODUCTIE VEKEERSCONFLICTOBSERVATIE

2.1 Gedrag als uitgangspunt

Conflictobservatietechnieken vertrekken van het uitgangspunt dat het functioneren van de verkeersdeelnemer een van de belangrijkste voorwaarden is voor een succesvolle uitvoering van verkeerstaken. Er is veel literatuuronderzoek gedaan naar de verschillende taken die nodig zijn voor het besturen van een auto (Horst, 1990). Het gedrag van bestuurders wordt gezien als waardevolle bron van informatie over de verkeersveiligheid van een situatie (Hydén, 1987; Horst, 1990). Deze informatie kan worden gebruikt om een beter inzicht te krijgen in de verkeersveiligheid, en kan als aanvulling worden gebruikt op ongevallenstatistieken. Ongevallen komen immers maar sporadisch voor en veel ongevallen met letsel worden niet geregistreerd. Door te werken met bijna-ongevallen hoeft niet te worden gewacht op het feitelijk plaatsvinden van een ongeval. Bovendien geeft het onderzoeken van bijna-ongevallen ook inzicht in de verkeersveiligheid van een situatie en de factoren die ten grondslag liggen aan de onveiligheid. De piramide van Hydén (Figuur 1) laat zien dat maar een klein gedeelte van alle verplaatsingen uitmondt in fatale ongevallen. Het aandeel potentiële conflicten en bijna-ongevallen is al veel groter.

Verkeersconflictechnieken zijn gebaseerd op gestructureerde observaties door observatoren van verkeerskundige situaties op kruispunten of wegvakken.

Figuur 1: De piramide van Hydén



2.2 Ontwikkeling Verkeersconflictechnieken

Het observeren van conflictgedrag in verkeerssituaties gebeurt al sinds de jaren 50 van de twintigste eeuw hebben. Farland & Moseley en Forbes (besproken in Archer, 2001) hebben verschillende onderzoeken uitgevoerd. De wortels van de Traffic Conflict Technique (TCT) liggen in Detroit bij de fabrieken van General Motors. De autofabrikant

ontwikkelde eind jaren zestig observatietechnieken om na te gaan in welke mate waarin voertuigen van General Motors waren betrokken in onveilige verkeerssituaties (Perkins & Harris, 1968; Archer, 2001). Een verkeersconflict werd gedefinieerd als elke mogelijke situatie die leidde tot remmen of manoeuvres. Perkins en Harris gingen bij de observaties uit van het aangaan van remlichten, rijbaanwissels en verkeersovertredingen. Glauz en Migletz (geciteerd in Lord, 1996) hebben de definitie verfijnd door te stellen dat het moment van actie van de verkeersdeelnemer die de eerste manoeuvre maakt, bepalend is. De methode van General Motors was eenvoudig en dit betekende ook de kracht van de methodiek (Horst, 1990). Een van de nadelen van de methode van Perkins en Harris was het aantal conflicten dat tijdens een observatieperiode waargenomen werd. Volgens Campbell en King (1970, beschreven in Van der Horst, 1990) was de techniek van Perkins en Harris daarom niet geschikt om een verband aan te tonen tussen conflicten en ongevallen. Deze conclusie wordt door Kraay en Van der Horst (1986) genuanceerd. De conclusie van Campbell en King zou dezelfde zijn als van Perkins en Harris, maar gebaseerd op gegevens over een periode van twee jaar.

Een belangrijke onderzoeksvraag was in hoeverre er een statistisch verband bestaat tussen een bijna-ongeval (of een conflict) en een ongeval. Verschillende onderzoeken hebben geprobeerd de methode te objectiveren en de resultaten onderling vergelijkbaar te maken. Daarnaast was het de vraag in hoeverre de methode bruikbaar is om de verkeersveiligheid in een bepaalde situatie te beoordelen. Kraay et al. (1986) hebben in de handleiding voor de conflictobservatietechniek DOCTOR de belangrijkste conclusies weergegeven van een vergelijkend onderzoek naar conflictobservatietechnieken op basis van de definitie van General Motors (Paddock, 1974):

- De hypothese dat ernstige conflicten correleren met ongevallen is bevestigd.
- Op basis van verscheidene experimenten gehouden in verschillende Amerikaanse staten is gebleken dat verkeersveiligheidsproblemen op kruispunten zeer snel en betrouwbaar kunnen worden opgespoord.
- Deze techniek is in het bijzonder geschikt bij lage intensiteiten waar het ongevallenniveau laag is.
- Deze techniek leidt tot lagere kosten om tot tegenmaatregelen te komen.
- De techniek kan eveneens worden toegepast voor andere situaties dan kruispunten.
- De effecten van reconstructiemaatregelen op kruispunten kunnen snel worden geëvalueerd.

2.2.1 Internationalisering

Ondanks discussie over de wijze waarop conflictobservaties uitgevoerd moeten worden en wat het verband was met ongevallen, verspreidde de techniek zich snel naar verschillende delen van de wereld. Sinds 1977 is er in veel landen onderzoek gedaan naar technieken voor conflictobservatie. Dit leidde tot verschillende technieken voor het systematisch observeren en analyseren van conflicten. Gevolg was een grote variëteit aan definities, scores en analysemethodes. Tijdens de eerste werkbijeenkomst over conflictobservatietechnieken in Oslo in 1977 (Amundsen & Hyden, 1977) werd een gemeenschappelijke definitie opgesteld:

'A traffic conflict is an observable situation in which two or more road users approach each other in space and time to such an extent that there is a risk of collision if their movements remain unchanged'.

In 1983 startte het International Committee on Traffic Conflict Techniques (ICTCT) een gezamenlijke internationale ijkstudie. De studie toonde aan dat de time-to-collision (TTC) een van de belangrijkste verklarende waarden was. Deze maat was ingevoerd om het gevaar van een conflict objectiever te kunnen beoordelen (Hayward, 1971; Horst, 1990). Als kritische maat voor conflicten tussen auto's werd 1,0 seconde gevonden en voor conflicten tussen auto en fiets werd een maat van 1,5 seconden gevonden (Horst, 1990). De TTC was niet bruikbaar voor grootschalig gebruik omdat het lastig is om de kritische maat te bepalen. Hiervoor zijn video opnames en analyse achteraf vereist.

Een tweede ijkingstudie op een verkeerslichten geregeld kruispunt in Trautenfels in Oostenrijk toonde aan dat de Post-Encroachment-Time (PET) een geschikte maat is voor potentiële conflicten wanneer voertuigen op een kruisende koers zitten. Deze maat is eind jaren zeventig geïntroduceerd voor situaties waarbij twee verkeersdeelnemers elkaar rakelings passeren, maar geen botskoers hebben. Cooper (geciteerd in Lord, 1996) definieert de PET als: *de tijd tussen het moment dat een voertuig de potentiële plaats van botsing verlaat en het moment dat het andere voertuig dit punt bereikt.*

2.2.2 Vereenvoudiging van de methode

De Zweedse Traffic Conflict Technique (STCT) is ontwikkeld aan de Technische Universiteit van Lund (LTH) in de jaren 70 en 80 (zie ook paragraaf 4.1). Een van de doelen van de techniek was het versimpelen van de methode die op dat moment gangbaar was (Hydén, 1987). De Zweedse techniek is gericht op situaties waar twee verkeersdeelnemers in botsing gekomen zouden zijn als geen van beide een ontwijkende manoeuvre had gemaakt. De time-to-accident (TA) werd daarom geïntroduceerd als: *de tijd tussen het moment dat één van de verkeersdeelnemers reageert en begint met remmen of manoeuvreren tot het moment dat de betrokken verkeersdeelnemers een botsing zouden hebben gehad bij ongewijzigd gedrag.* In een later stadium werd ook snelheid betrokken in de time-to-accident waarde (Hydén, 1987). Verschillende onderzoekers hebben zich intensief met de ontwikkeling van de methode bezig gehouden en hun dissertatie aan het onderwerp gewijd (Hydén, 1987; Svensson, 1998; Shbeeb, 2000). In paragraaf 4.1 wordt uitgebreider ingegaan op de Zweedse Conflictobservatie methode.

2.2.3 Twee sporen

De ontwikkeling van verkeersconflictechnieken kan grofweg worden opgedeeld in twee lijnen. De ene lijn zet de techniek in voor het observeren van de verkeersveiligheid op een of meerdere locaties. Hier is vaak een duidelijke relatie met het ontwerp. De ontwikkeling van de techniek richt zich vooral op het bepalen van indicatoren die tijdens een observatie kunnen worden gemeten en de manier waarop de observaties worden uitgevoerd. De techniek wordt vaak toegepast in situaties waarin verkeer vanuit verschillende richtingen komt. De techniek is ook geschikt voor het observeren van situaties met veel langzaam verkeer zoals fietsers en voetgangers. Het gebruik van de techniek is vaak erg praktisch, gericht op observaties en het trekken van conclusies op niveau van beleid of ontwerp. In paragraaf 2.3 wordt hier verder op ingegaan.

De tweede lijn gebruikt indicatoren zoals de TTC en de PET als maat in verkeersmodellen en bij simulaties. Hierbij ligt de focus op het ontwikkelen van een maat voor van de 'time to collision' (TTC) Ook worden de indicatoren gebruikt voor bijvoorbeeld de ontwikkeling van intelligente Cruise Control en ISA. In paragraaf 2.4 komen toepassingen aan bod die vooral gebruik maken van deze indicatoren.

2.3 Inzicht in een specifieke situatie

Informatie over ongevallen zoals die door de politie wordt verzameld, is bruikbaar voor het trekken van conclusies op geaggregeerd niveau. Op basis van gegevens over het aantal doden en gewonden op een bepaalde locatie kunnen algemene conclusies worden getrokken over de evolutie van ongevallen in de tijd, effecten van maatregelen, geografische verdeling, etc (Van den Bossche, 2006). Een eigenschap van ongevallen is dat ze willekeurig plaatsvinden en vaak onvoorspelbaar zijn in afloop. Hierdoor zijn ongevalgegevens niet (of slechts gedeeltelijk) bruikbaar voor het vormen van hypothesen over de verkeersveiligheid op een bepaalde locatie. Vaak is de informatie niet gedetailleerd genoeg. Bovendien is het aandeel daadwerkelijke ongevallen klein in vergelijking met het aandeel bijna-ongevallen (of conflicten) waardoor er veel tijd nodig is om voldoende betrouwbare gegevens te verzamelen voor statistische analyses. Bovendien kunnen binnen een lange tijdsspanne de omstandigheden veranderen (Kraay,

et al., 1986). Daarnaast speelt ook nog het probleem van de onderregistratie aangezien ongevalgegevens alleen informatie bevatten over geregistreerde ongevallen. Vooral bij ongevallen met gewonden is de registratiegraad vaak maximaal 60% (Lammar, 2006).

Verkeersconflictechnieken worden in de praktijk op verschillende manieren gebruikt. Vaak wordt de methode ingezet om een oordeel te geven over de verkeersveiligheid van een bepaalde situatie of om een beter inzicht te krijgen in een bepaalde gebruikersgroep. Het voordeel van het gebruik van verkeersconflictechnieken is dat er geen ongevalldata nodig zijn om verkeersveiligheidsanalyses te kunnen maken en aanpassingen in het ontwerp te kunnen evalueren. Dit heeft ook een ethisch voordeel: er hoeft niet eerst een ongeval plaats te vinden voordat maatregelen getroffen kunnen worden. In onderstaand overzicht wordt een aantal toepassingen genoemd die veel voorkomen.

2.3.1 Opsporen van onveilige situaties

Doordat verkeersconflictechnieken uitgaan van een systematische gedragsobservatie, kan de methode ook worden gebruikt om inzicht te verkrijgen in het welzijn van verkeersdeelnemers of subjectieve verkeersveiligheid. Svensson (1998) merkt op dat serieuze conflicten weliswaar een goede aanvulling zijn op ongevalldata, maar dat nog steeds wordt uitgegaan van relatief weinig voorkomende gebeurtenissen. Kraay (1986) geeft aan dat het voor een beoordeling van de verkeersveiligheid ook nuttig kan zijn om vaker voorkomen gebeurtenissen mee te nemen in het oordeel. Door middel van observaties kan schrikgedrag worden geobserveerd en het feitelijke gebruik van de ruimte worden geanalyseerd. Er kan inzicht worden verkregen in de relatie tussen verkeersveiligheid, de beleving ervan en het verkeersgedrag. Verkeersconflictechnieken kunnen worden gebruikt voor (Kraay, et al., 1986):

- Het bepalen van de omvang van verkeersonveiligheid door het opsporen van aard en omvang van gedragsinteracties die een negatief effect hebben op de verkeersveiligheid.
- Het zoeken naar de oorzaken van verkeersonveilig gedrag op een specifieke locatie met veel ongevallen, locaties met lage intensiteiten of bij gebrek aan data.

Door het opsporen van risicovol verkeersgedrag kan beter inzicht worden verkregen in de kans op ongevallen en de mogelijke consequenties daarvan in een bepaalde situatie. Informatie over de omvang en oorzaken van risicovol gedrag kan op verschillende manieren worden gebruikt. In de handleiding voor de methode DOCTOR worden de volgende toepassingen voor verkeersconflictmethoden genoemd (Kraay, et al., 1986):

- als diagnose-instrument om onveilige locaties vast te stellen,
- theorievormend: om een aantal aspecten van verkeersonveiligheid diepgaand te onderzoeken,
- voor het uitvoeren van evaluaties van de effecten van maatregelen met behulp van voor- en nastudies.
- als criterium bij het vaststellen van prioriteiten in een programma voor het uitvoeren van verkeersveiligheidsonderzoek naar verbetering van locaties en/of gebieden.

Conflictobservatietechnieken zijn ook gebruikt voor de analyse van zwarte punten door het verzamelen van informatie aanvullende op de ongevalldata (Spicer, 1973; Katamine & Hamarneh, 1998). Svensson en Hydén (2006) pleiten er voor om verkeersconflictechnieken niet alleen te gebruiken voor het vinden van ernstige conflicten, maar ook voor:

- het beschrijven van verschillen in gedrag van verkeersdeelnemers,
- het beter begrijpen van het gedrag van verkeersdeelnemers,
- het voorspellen van de frequentie van de meest ernstige gebeurtenissen op basis van informatie over minder ernstige gebeurtenissen,
- het ontwikkelen van kennis over het belang van terugkoppeling van informatie en de verschillende vormen van terugkoppeling
- het formuleren van verkeersveiligheidsstrategieën.

2.3.2 *Kruisingen*

Verschillende onderzoekers gebruiken TCT voor onderzoek naar kruisingen, zowel geregelde kruisingen (Gledec, 1995; Tourinho & Pietrantonio, 2004) als ongeregelde kruisingen (Spicer, 1972; Glauz & Migletz, 1980; Sayed, 1994; Salman, 1995; Sayed, 1997; Rodriguez & Sayed, 1999; Sayed, 1999; Vogel, 2003).

Conflictobservatietechnieken worden ook gebruikt voor het bepalen van het risico op zijdelingse aanrijdingen op bestaande kruispunten (Tarko & Songchitruksa, 2005; Songchitruksa P. & Tarko A., z.j.). Vanwege het geringe verkeersvolume voldoet een analyse op basis van ongevallen niet; conflictobservatie wordt gezien als een praktisch en eenvoudig instrument voor het opsporen van locaties met een groot risico op zijdelingse ongevallen.

Bij zijdelingse ongevallen wordt vaak gebruik gemaakt van de time-to-collision (TTC) en post-encroachment time (PET). De PET is voor het eerst geïntroduceerd door Allen et al. (1978 besproken in Archer, 2001). In tegenstelling tot de TTC, is de PET gebaseerd op bijna-ongevallen waarbij geen sprake is van een botskoers, maar het rakelings langs elkaar rijden van voertuigen (zie ook paragraaf 0). De PET blijkt met name bij zijdelingse ongevallen erg bruikbaar.

2.3.3 *Rotondes*

De SWOV heeft in 1994 onderzoek verricht naar de veiligheid op rotondes (Minnen, 1994). Om een beeld van de verkeersveiligheid te verkrijgen is gebruik gemaakt van drie soorten waarnemingsmethodes: snelheidsmetingen, conflictobservaties en observaties van de voorrang. Het doel van de conflictobservaties was vooral het verkrijgen van inzicht in de conflicttypes die vaak voorkomen en/of het ernstigst lijken. Zowel in de voor- als nasituatie zijn observaties verricht door adviesbureaus. In totaal is per situatie 18 uur geobserveerd, verdeeld over drie dagen. Het onderzoek laat duidelijk zien dat conflictobservatiemethodes bruikbaar zijn om snel inzicht te krijgen in waar en tussen welke verkeersdeelnemers conflicten optreden. Het is echter niet mogelijk om op basis van de aantallen conflicten een uitspraak te doen over de te verwachten ongevallen.

2.3.4 *Voetgangers en fietsers*

Verkeersconflictechnieken worden ook gebruikt voor onderzoek naar conflicten waarbij voetgangers betrokken zijn (Oppe & Kraay, 1975; Kraay & Güttinger, 1976; Garder, 1989; Linderholm, 1992; Lord, 1996; Garder & Johansson, et al., 1999; Shbeeb, 2000; Johansson & Gårder, et al., 2003; Johansson & P. Gårder, 2003; Tourinho & Pietrantonio, 2004).

In Den Haag en Tilburg (Nederland) is door Van der Horst (1980) onderzoek gedaan naar het gedrag van fietsers op kruispunten van hoofd fietsroutes. Doel van de studie was onder meer het vaststellen van het feitelijke gedrag, een vergelijking van het feitelijke gedrag ten opzichte van het gedrag dat door de ontwerpers bedoeld was en het verschil met controle locaties zonder speciale voorzieningen.

Malkhamah (2005) heeft verkeersconflictechnieken gebruikt om conflicten tussen voetgangers en auto's te detecteren op voetgangersoversteekplaatsen met verkeerslichten die door de voetganger te bedienen zijn (Pelican crossings). Om de TA en de PET te bepalen is gebruik gemaakt van transcriptie van videobeelden. Omdat het werken met videobeelden tijdrovend is, is ook onderzocht of vaartvermindering en de mate van afremmen (speed deceleration) een mogelijke indicator zijn voor de veiligheid. Het onderzoek van Malkhamah laat zien dat de mate van afremmen een indicator is voor de ernst van een conflict voor voertuigen met een hoge naderingssnelheid en bovendien een interessante indicator is voor het geautomatiseerd detecteren van bijna-conflicten.

Meerdere onderzoekers proberen methodes te vinden om informatie over de interactie tussen voetgangers en auto's geautomatiseerd te verzamelen. Thomas (2005) heeft laser sensoren gebruikt voor het bepalen van de verkeersveiligheid ter hoogte van zebrapaden

in Zürich. Door het gebruik van laser sensoren kan gedurende een langere periode informatie worden verzameld die zonder veel extra bewerkingen bruikbaar is voor statistische bewerkingen. Dit is een voordeel ten opzichte van het observeren van locaties en het analyseren van videobeelden.

2.3.5 Ontwikkelingslanden

De conflictobservatietechnieken zijn toegepast in verschillende lage inkomens landen of ontwikkelingslanden. Vooral het gebrek aan ongevalldata in ontwikkelingslanden maakt het gebruik van conflictobservatietechnieken in ontwikkelingslanden interessant. Het kost immers veel tijd om een betrouwbare ongevalregistratie op te zetten omdat het een systematische bijdrage vraagt van verschillende partijen zoals politie en gezondheidszorg. Bovendien zijn er voldoende ongevallen nodig om er statistisch iets over te kunnen zeggen. Met de conflictobservatietechniek kan op vrij korte termijn een beeld worden gekregen van de verkeersveiligheid van bepaalde situaties. Ook is het mogelijk om op vrij korte termijn een evaluatie van een ingreep uit te voeren.

Met name de Zweedse conflictobservatietechniek (STCT) is hiervoor bruikbaar vanwege de eenvoud. In 1983 is een studie uitgevoerd naar de bruikbaarheid van conflictobservatietechnieken in Saudi Arabia (Qayyum, 1983). De technische universiteit van Lund heeft de verkeersconflictechniek ook toegepast in ontwikkelingslanden bij het beoordelen (Almqvist & Hydén, 1994). De techniek is nog steeds onderdeel van een internationaal trainingsprogramma dat de TU Lund in samenwerking met Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA) aanbiedt.

Een studie naar mogelijkheden van het observeren van conflicten met voetgangers in Jordanië en Zweden laat zien dat de verkeersconflictechniek met aanpassingen bruikbaar is (Shbeeb, 2000). Ook in Brazilië zijn onderzoekers bezig met de ontwikkeling van de techniek, met een focus op voetgangers (Tourinho & Pietrantonio, 2004). Lindskog en Al Haji (2005) hebben onderzoek gedaan naar de factoren die invloed hebben op de veiligheid van het rijden met een motorfiets in Zuidoost Azië. Recent is ook een studie uitgevoerd in Ha Noi, Vietnam (Anh & Anh, 2005) die gebruik maakt van de Zweedse conflictobservatietechniek.

2.3.6 Politie

In Slovenië is ervaring opgedaan met het gebruik van verkeersconflictechnieken door de politie. Vaak wordt de verhouding tussen het aantal interventies en het aantal verkeersongevallen gebruikt als een indicator voor de mate van succes van de politie. Gledec (1995) geeft aan dat deze indicator gerechtvaardigd is als de verkeersovertredingen correleren met verkeersongevallen. Het beoordelen van verkeerssituaties en het herkennen van serieuze verkeersovertredingen is een van de taken van de politie. Traffic Conflict Techniques zijn gebruikt bij de training van politiemannen.

2.3.7 Onderwijs

Een zoektocht op internet laat zien dat verschillende onderwijsinstellingen gebruik maken van conflict observatietechnieken (TCT). Voorbeelden zijn:

- Department of Transportation Planning and Engineering, Griekenland (www.civil.ntua.gr), Traffic Management and Road Safety, J. Golias, G. Yannis. De Verkeersobservatietechnieken vormen onderdeel van het onderdeel 'verkeersveiligheid' dat gericht is op dataverzameling en analyse.
- De Aston University heeft TCT opgenomen in het Road Safety Engineering programma (www.seas.aston.ac.uk/professionaltraining/files/30404.doc).
- De NHTV (Hogeschool voor Toerisme en Verkeer) in Nederland heeft in de jaren tachtig en negentig onderwijs gegeven over de methode DOCTOR. Vanwege het beperkte gebruik van de methode in de praktijk is men gestopt met het onderwijs.

- De technische universiteit van Lund organiseert elk jaar een internationale training in het gebruik van verkeersconflict observatie technieken (STCT). De cursus wordt gevolgd door internationale masters cursisten en gasten. (www.tft.lth.se/research/Traf.htm)

2.4 Verkeersconflicten als verkeersveiligheidsindicatoren

Een deel van het onderzoek rondom verkeersconflictechnieken richt zich vooral op het vinden van verkeersveiligheidsindicatoren die vervolgens worden gebruikt in ander onderzoek, bijvoorbeeld naar de mogelijkheden van ISA, filedetectiesystemen of micromodellering. In het kader van deze literatuurstudie, wordt een aantal toepassingen genoemd zonder dat daarmee volledigheid wordt gepretendeerd.

2.4.1 Intelligente Cruise Control

In de jaren negentig is verder onderzoek gedaan naar de kritische waarde om onderscheid te kunnen maken tussen relatieve veiligheid en kritische situaties. De time-to-collision (TTC) wordt bijvoorbeeld gebruikt voor filedetectiesystemen. De Technische Universiteit Delft heeft onderzoek gedaan naar de bruikbaarheid van de TTC-waarde voor Autonome Intelligente Cruise Control (AICC) en Collision Avoidance Systems (Minderhoud & Bovy, 2001). Verkeersveiligheidsindicatoren zoals de TTC, de TA en de PET worden daarnaast gebruikt voor micro-modelleringen. Daarnaast is een nieuwe maat ontwikkeld die bruikbaar is op wegvakken. De Time Exposed Time-to-collision (TET) houdt rekening met de tijd dat een onveilige situatie optreedt op een wegvak. De Time Integrated Time-to-collision (TIT) geeft het veiligheidsniveau weer (Minderhoud & Bovy, 2001). De veiligheidsindicatoren geven inzicht in bruikbaarheid van TTC waardes bij intelligente cruise control systemen en de mogelijke effecten op bijvoorbeeld kop-staart botsingen.

2.4.2 Conflicten op snelwegen

De verkeersconflictechniek wordt beschouwd als een effectieve indicator om verkeersveiligheid te evalueren op basis van verkeersconflicten. Ook voor conflicten op snelwegen (kop-staart botsingen, aanrijdingen bij rijbaanwissel) biedt onderzoek naar verkeersconflicten mogelijkheden. Een voorbeeld hiervan is onderzoek naar de bruikbaarheid van conflictobservatietechnieken in combinatie met Inductive Loop Detectors (ILD) op snelwegen (Oh C., 2005). De methode gaat uit van detectielussen waarmee de unieke aanleiding gevende informatie gegenereerd wordt, gedetailleerd voor individuele voertuigen. Hierdoor is het ook mogelijk om de voertuigen te classificeren. Op basis van de karakteristieken kan inzicht worden verschaft in (bijna) ongevallen en kan een risico index worden opgesteld. De TTC speelt een belangrijke rol in het bepalen van deze index. Videopnames worden gebruikt om de informatie te verzamelen en te analyseren. Ook in andere landen is onderzoek gaande naar kop-staart botsingen, bijvoorbeeld in Saudi Arabia (Ratrouf & Al-Ofi, et al., 2003).

2.4.3 Micromodellering

Verschillende onderzoekers gebruiken de TTC als een maat voor verkeersveiligheid binnen micromodellering. Uno en Iida (2006) hebben de TCT gebruikt als indicator voor het bepalen van het effect van verandering van rijbaan op de verkeersveiligheid. Ter Kuile (2006) heeft onder meer met behulp van beelden vanuit een helikopter informatie verzameld over het rijgedrag op smalle rijstroken bij wegwerkzaamheden. De gegevens zijn gebruikt voor het opstellen van een model dat het effect van rijbaanversmallingen beschrijft. Hiervoor zijn indicatoren zoals volgtijden gebruikt die zijn gebaseerd op de TTC. In de Verenigde Staten hebben Getman en Head (2003) een studie gedaan naar de bruikbaarheid van surrogaat indicatoren voor verkeersveiligheid op basis van microsimulatiemodellen. Hoewel verder onderzoek nodig is, worden de indicatoren wel bruikbaar geacht.

3. VERKEERSCONFLICTOBSERVATIE IN DETAIL

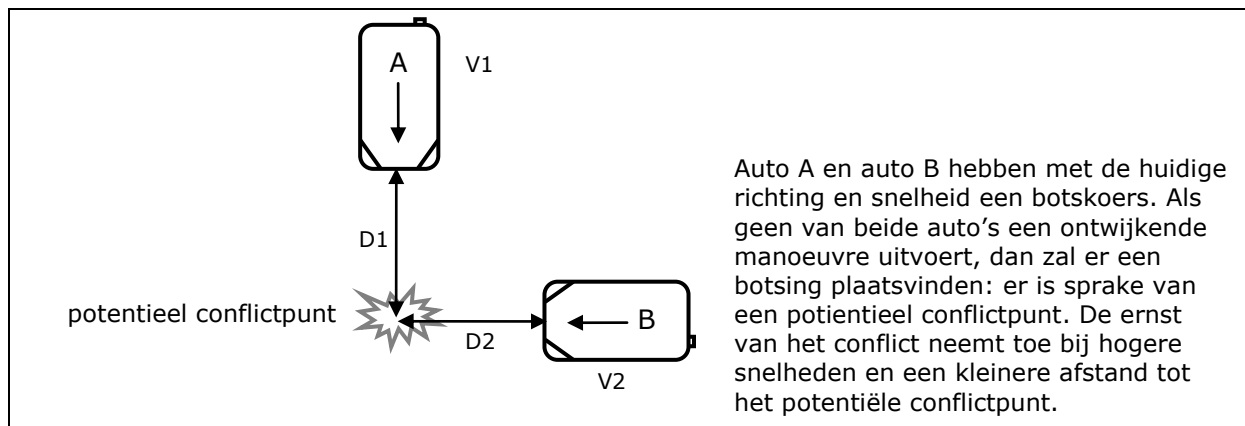
Dit hoofdstuk bespreekt de belangrijkste onderdelen die voorkomen in de verschillende conflictobservatietechnieken. In paragraaf 3.1 worden de belangrijkste begrippen afzonderlijk toegelicht. Paragraaf 3.2 gaat in op het registreren van conflicten en paragraaf 3.3 bespreekt een aantal methodes voor het verwerken van gegevens. In hoofdstuk 4 worden de begrippen in onderlinge samenhang gepresenteerd aan de hand van de Zweedse methode en de methode DOCTOR.

3.1 Begrippen

3.1.1 Conflict en bijna-conflict

Een conflict is een te observeren situatie waarin twee of meer weggebruikers elkaar naderen in ruimte en tijd in die mate dat er een risico is dat ze met elkaar in botsing komen als de bewegingen onveranderd blijven (Amundsen & Hyden, 1977). In figuur 5 wordt een schematische voorstelling gegeven van een bijna-conflict.

Figuur 2 Schematische voorstelling van een bijna-conflict

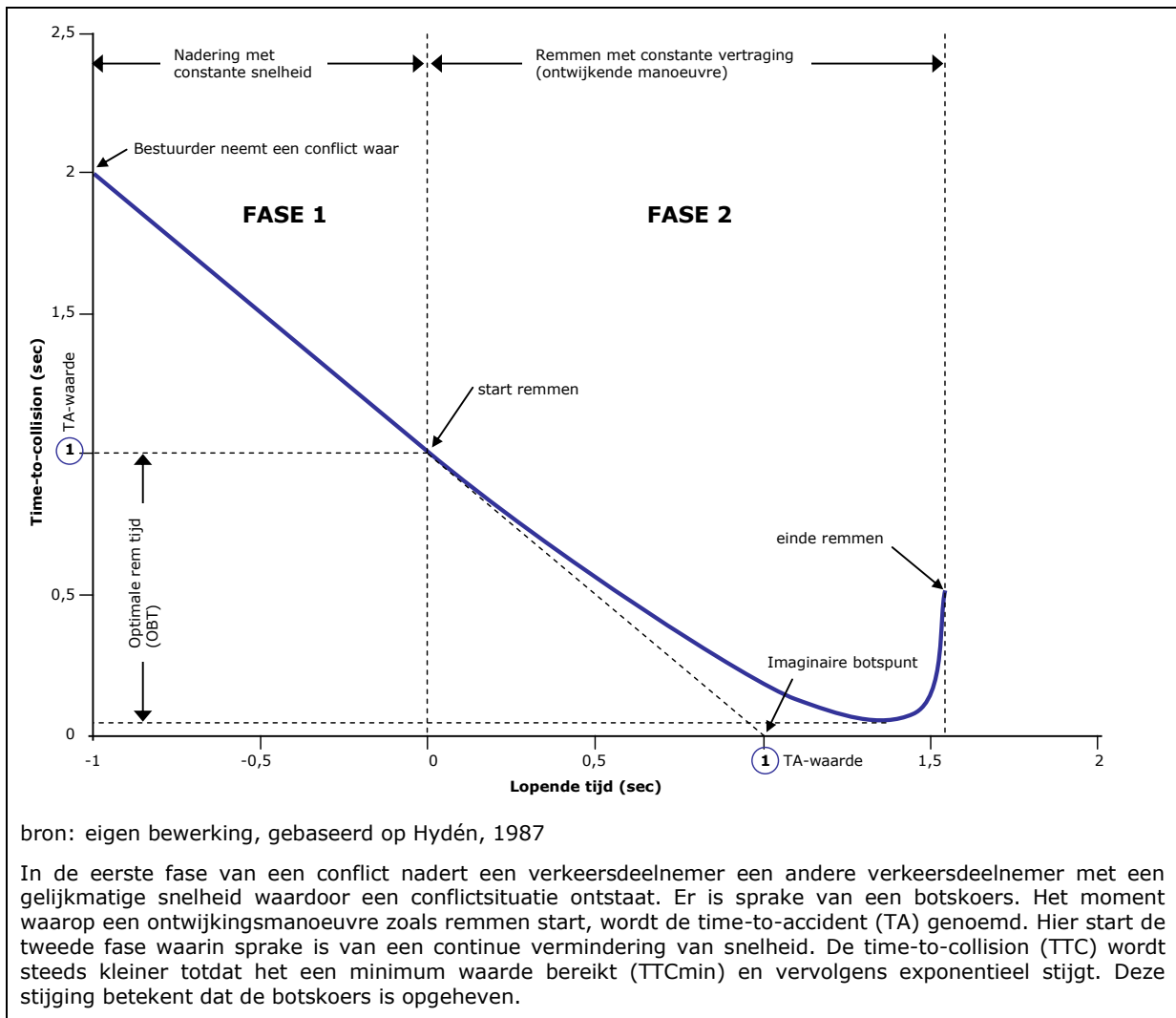


3.1.2 TTC

De time-to-collision (TTC) wordt gebruikt wanneer twee verkeersdeelnemers op botskoers liggen. De TTC is gedefinieerd als de tijd die overblijft tot een ongeval indien de weggebruikers dezelfde route met de huidige snelheid zouden continueren (Lötter, 2001). Zolang de weggebruikers op botskoers liggen, is er sprake van een TTC.

Figuur 3 is een grafische weergave van een conflict. In de eerste fase van een conflict (zone 1) nadert een verkeersdeelnemer een andere verkeersdeelnemer met een gelijkmatige snelheid waardoor een conflictsituatie ontstaat. Er is sprake van een botskoers. Het moment waarop een ontwijkingsmanoeuvre start, bijvoorbeeld door te remmen of uit te wijken, wordt de time-to-accident (TA) genoemd. Hier start de tweede fase (zone 2) waarin sprake is van een continue vermindering van snelheid. De time-to-collision (TTC) wordt steeds kleiner totdat het een minimum waarde bereikt (TTCmin) en vervolgens exponentieel stijgt. Deze stijging betekent dat de botskoers is opgeven. Als een van de voertuigen stil was gaan staan, dan zou de lijn verticaal eindigen (Lötter, 2001).

Figuur 3 Interactie weggebruikers tijdens een conflictsituatie (TTC en tijd)



De TTC wordt als volgt berekend:

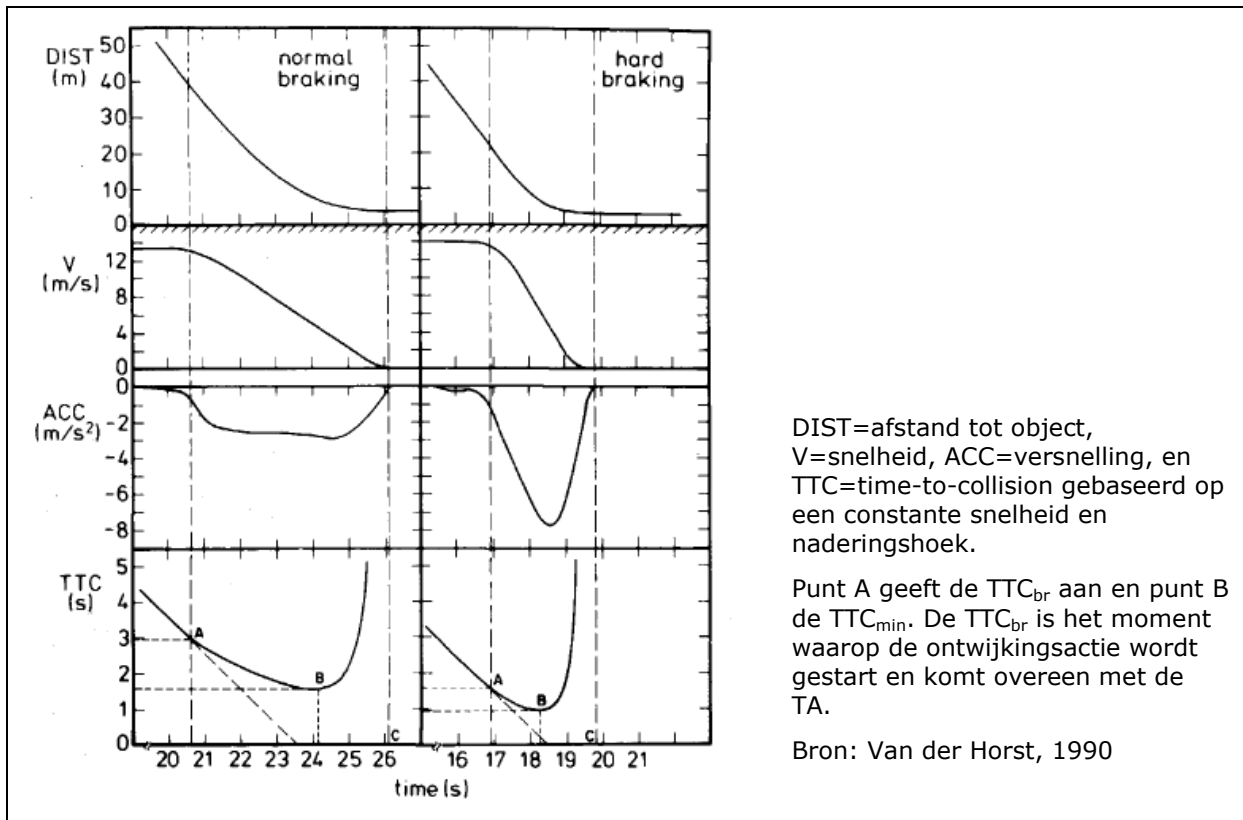
$$TTC = \frac{d_t}{v_t} = \frac{d_0 - (v_0 t - at^2/2)}{V_0 - at}$$

- TTC = Time to collision (in seconden)
- d_0 = afstand tot botsingspunt op het moment dat de ontwijkingsmanoeuvre start (m).
- d_t = afstand tot botsingspunt op moment t (m).
- V_0 = naderingssnelheid op het moment dat de ontwijkingsmanoeuvre start.
- V_t = snelheid op moment t (m/s).
- a = remmen als gevolg van remmen, remmen geblokkeerd (m/s²)

bron: Lötter, 2001

Figuur 4 laat het effect zien van normaal (links) en hard (rechts) remmen op het tijdsverloop van de TTC.

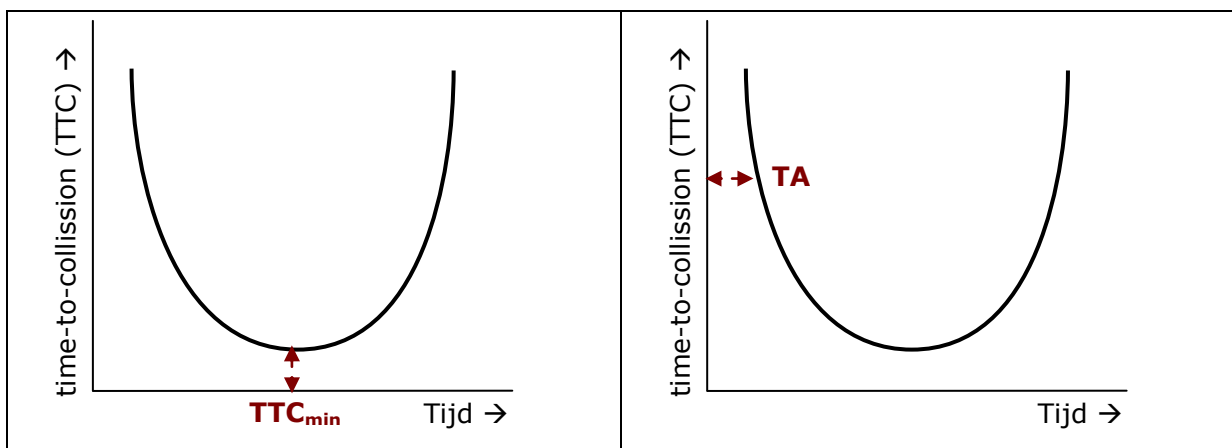
Figuur 4 Tijdsverloop bij normaal remmen en hard remmen



3.1.3 TTC_{min}

De laagste waarde van de TTC, de TTC_{min} , wordt gebruikt als indicator voor de maximale kans op een daadwerkelijk conflict. Hoe lager de TTC_{min} , hoe groter de kans op een ongeval (Kraay, et al., 1986; Brown & Cooper, 1990). De TTC_{min} gaat uit van het moment dat de botsing afgewend wordt. De TTC_{min} waarden zijn daarom lager dan TA waarden (zie Figuur 5 en paragraaf 3.1.4). Onderzoek van Van der Horst en Brown (van der Horst en Brown, 1989, besproken in Brown & Cooper, 1990) uit 1989 laat zien dat remmen bij een snelheid van 50 km/h leidt tot een TTC_{min} van 1,1 seconde en een TTC_{br} of TA van 1,6 seconde.

Figuur 5 TTC_{min} en TA



3.1.4 TA

De time-to-accident (TA) gaat uit van het moment dat een ontwijkingsmanoeuvre wordt gestart tot het moment dat de botsing had plaatsgevonden, indien de koers en snelheid ongewijzigd waren. De TA wordt berekend op basis van de snelheid en de afstand op het moment van de ontwijkingsactie (Lötter, 2001):

$$TA = (d/v) \quad (\text{met } v \text{ in m/s en } d \text{ in meters})$$

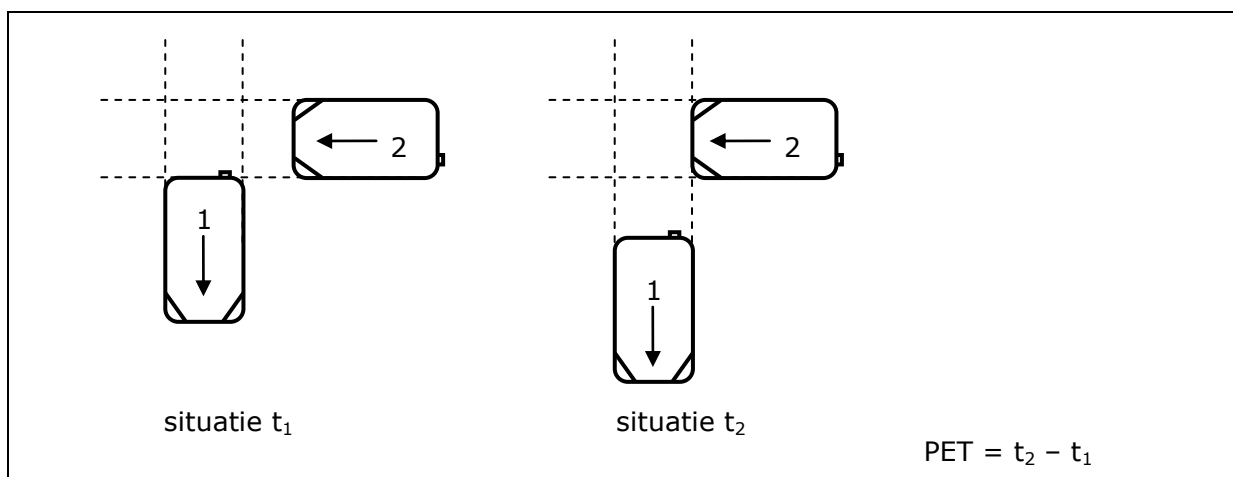
$$TA = (d/v) \times 3.6 \quad (\text{met } v \text{ in km/h en } d \text{ in meters}).$$

De TA-waarde kan ook worden opgezocht in een tabel (zie bijlage). In deze tabel wordt ook direct aangegeven of de waarde bij een ernstig conflict hoort. Het onderscheid tussen ernstige en niet-ernstige conflicten is gebaseerd op de optimale remtijd (OTB) en wordt verder toegelicht in paragraaf 3.1.7.

3.1.5 PET

Het is ook mogelijk dat weggebruikers elkaar op een haar na missen terwijl ze niet dezelfde koers hebben (zie figuur 6). Strikt genomen is er geen sprake van een botskoers, maar een kleine verandering van de koers of snelheid, kan wel tot een reële botsing leiden. Deze situatie komt veel voor bij kruisend verkeer, bijvoorbeeld bij links-afbewegingen op geregelde kruisingen werden vaak bijna-conflicten waargenomen die met de TTC niet te beoordelen zijn. De post-encroachment-time (PET) is geïntroduceerd door Allen (1977 besproken in Archer, 2001) als een objectieve maat om bijna-conflicten te beschrijven. De PET geeft het risico op een botsing aan en is gedefinieerd als de tijd tussen het moment dat het eerste voertuig het pad van het tweede voertuig verlaat en het tweede voertuig het pad van het eerste voertuig bereikt. In feite geeft de PET de mate aan waarin een ongeval net niet heeft plaatsgevonden.

Figuur 6 Schematische voortelling van de PET



De PET wordt gezien als een goede indicator vanwege het relatieve gemak van vaststellen en de veiligheidsimplicaties (Oh C., 2005). In een korte observatieperiode van PET-waarden kan een voldoende representatief beeld verkregen worden voor de grotere periode. Recente studies van Songchitrukxa en Tarko veronderstellen een potentiële relatie tussen PET verdeling en zijdelingse aanrijdingen (Tarko & Songchitrukxa, 2005). PET geeft ook een indicatie van het gedrag van bestuurders in relatie tot de reactie op de regeling en het ontwerp van de kruising en andere bestuurders verkeersdeelnemers.

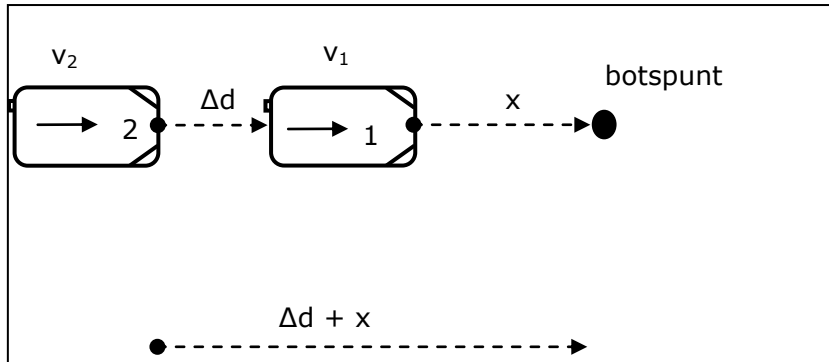
Hoe kleiner de PET-waarde hoe groter de kans op een ongeval. In de methode DOCTOR wordt ervan uitgegaan dat een PET < 1 seconde als kritisch kan worden beschouwd (Kraay, et al., 1986). De PET kan worden opgemeten vanaf video op een andere locatie. Het

voordeel is dat de waardes veel preciezer kunnen worden bepaald dan tijdens observaties ter plekke. Er kan bijvoorbeeld worden gewerkt met intervallen van een halve seconde.

3.1.6 Kop-staart conflicten

Kop-staartconflicten komen voor in situaties waarbij beide voertuigen in beweging zijn.

Figuur 7 Schematische voorstelling kop-staartaanrijding



Figuur 7 is een schematische voorstelling van 2 auto's die elkaar volgen. De eerste auto maakt een manoeuvre (remmen, uitwijken, ...) waardoor de tweede auto dient te reageren om op die manier een botsing te vermijden. De TA-waarde wordt berekend aan de hand van de snelheid van auto 2 en de afgelegde afstand van auto 2 tot het botspunt. De snelheid van auto 2 en de afstand tussen de 2 auto's is gekend (werd genoteerd tijdens de observatie). De enige onbekende is x. Uit de formule voor het berekenen van de afgelegde afstand in functie van snelheid en tijd, wordt x berekend (zie onderstaande berekening):

$$\begin{aligned}
 v_2 t &= \Delta d + x & \rightarrow & \quad t = \frac{\Delta d + x}{v_2} \\
 v_1 t &= x & \rightarrow & \quad t = \frac{x}{v_1} \\
 \frac{x}{v_1} &= \frac{(\Delta d + x)}{v_2} \\
 x &= \frac{-v_1 \Delta d}{v_1 - v_2} & \rightarrow & \quad x = \frac{v_1 \Delta d}{v_2 - v_1} \\
 TA &= \frac{d}{v} & \rightarrow & \quad TA = \frac{\Delta d + x}{v_2}
 \end{aligned}$$

3.1.7 Optimal Breaking Time (OBT)

De optimale remtijd wordt gebruikt om onderscheid te maken tussen ernstige en niet ernstige conflicten (zie ook, paragraaf 4.1 bij de Zweedse Conflictobservatie techniek).

Lötter (2001) beschrijft de OBT als volgt:

$$OBT = \frac{d}{V_o} + 0,5$$

OBT = Optimal Breaking Time voor een gemiddeld voertuig dat met geblokkeerde remmen op normaal droog asfalt veilig tot stilstand komt net voor het botsingspunt.

d = afstand tot botsingspunt op het moment dat de ontwijkingsmanoeuvre start.

V_o = naderingssnelheid op het moment dat de ontwijkingsmanoeuvre start.

De OBT wordt gebruikt om te bepalen of een conflict serieus is (zie ook Figuur 10). Bij een hogere naderingssnelheid is de OBT groter en is de benodigde veiligheidsmarge ook groter. Omgekeerd geldt dat bij lage aanvangssnelheden een kleinere veiligheidsmarge volstaat om toch veilig tot stilstand te komen.

3.1.8 Letselernst

De letselernst wordt bij sommige verkeersconflictechnieken gebruikt. De methode DOCTOR heeft een systematiek uitgewerkt hoe je letselernst moet bepalen. Bij het schatten van de ernst van een conflict speelt de letselernst een belangrijke rol. De ernst van een conflict wordt bepaald aan de hand van twee variabelen: 1) de kans op botsen en 2) de omvang van de gevolgen indien er een botsing plaats gevonden zou hebben. De gevolgen kunnen zowel materiële schade als lichamelijk letsel omvatten. De omvang van de gevolgen in het geval er een botsing plaats gevonden zou hebben, wordt bepaald door de potentiële botsenergie en de kwetsbaarheid van de verkeersdeelnemers. De bepaling wordt gedaan door de beschikbare manoeuvreerruimte te vergelijken met de manoeuvreerruimte die normaal gesproken nodig is bij dergelijke ontmoetingen (bijvoorbeeld anticiperend remmen of een normale remvertraging). Van Bekkum (z.j.) geeft aan dat in kritische situaties het verschil in manoeuvreerruimte negatief zal zijn. De wijze waarop dit wordt gemeten, wordt niet toegelicht. Het verschil in manoeuvreerruimte bepaalt samen met de betrokken weggebruikers (massa, kwetsbaarheid) de omvang van de gevolgen en wordt in de methode DOCTOR aangeduid als letselernst. Om de letselernst ondubbelzinnig te kunnen inschatten wordt de volgende informatie tijdens het observeren genoteerd:

- type betrokkenen en positie in het ongeval (wie rijdt op wie af),
- schatting van de snelheden (meestal het begin van de vermijdingsactie),
- aard van de vermijdingsactie (geen, gecontroleerd, ongecontroleerd),
- type vermijdingsactie (remmen, versnellen, manoeuvre).

3.1.9 Conclusie

Zowel de TTC als de PET worden in veel verkeersconflictechnieken gebruikt (Van der Horst, 1990). De TA die in de Zweedse methode wordt gebruikt, kan worden gezien als een verbijzondering van de TTC. De TA heeft als voordeel dat de maat relatief eenvoudig te bepalen is aangezien wordt uitgegaan van een actie van een van de verkeersdeelnemers. De TTC daarentegen is preciezer, maar het bepalen van het moment vereist meer training. De PET is een handige maat als aanvulling op de TTC en TA.

3.2 Het registreren van conflicten

3.2.1 Observatoren

Verkeersconflictechnieken gaan uit van bijna-conflicten die worden gedetecteerd door observatoren, door camera's of een combinatie daarvan. De oorsprong van de verkeersconflictechnieken ligt bij observatoren die op locatie bijna-conflicten detecteren en gestructureerd noteren. Bij het observeren van situaties is altijd sprake van een interpretatie door de waarnemer.

Om gebruik te kunnen maken van observaties is het noodzakelijk dat dit systematisch en zo objectief mogelijk gebeurt. Dit wordt gedaan door het standaardiseren van de observatietechniek en het definiëren van de observatie-eenheden (Kraay, et al., 1986). Tijdens een voorafgaande training wordt de observatoren geleerd een situatie te detecteren die tot een bijna-conflict leidt. Vervolgens moet een observator in staat zijn een inschatting te maken van de snelheid van de betrokken verkeersdeelnemers en de afstand tot het potentiële conflictpunt (Lötter, 2001). De gegevens worden genoteerd op een formulier. Voor het berekenen van de ernst van een conflict heeft de Zweedse conflictmethode informatie nodig over de snelheid op het moment van de manoeuvre en de afstand op dat moment tot het imaginaire botspunt. Daarnaast worden kenmerken van de verkeersdeelnemers verzameld als ondersteuning van de observaties. In paragraaf 4.1 wordt hier verder op ingegaan. De methode DOCTOR vraagt ook een inschatting van de ernst van de conflictsituatie, informatie over de verkeersdeelnemers en de geschatte letselernst. In paragraaf 4.2 wordt hier verder op ingegaan.

Kruysse en Wijlhuizen van het onderzoekscentrum verkeersveiligheid van de Universiteit Leiden (Experimentele en Theoretische Psychologie) hebben zich begin jaren negentig bezig gehouden met verkeersconflicten. (Kruysse, 1989; Kruysse H.W. & Wijlhuizen G.J., 1992). Zij geven aan dat eerdere studies over subjectieve oordelen in verkeersconflicten laten zien dat mensen die niet getraind zijn, wel subjectieve oordelen kunnen vormen op basis van gefilmde verkeersconflicten. Deze oordelen zijn gebaseerd op het 'gevaarsconcept'. Een expert is in dit onderzoek gedefinieerd als een verkeerskundige die getraind is om verkeersveiligheid te beoordelen en te verbeteren. Kruysse en Wijlhuizen concluderen op basis van een aantal experimenten dat:

- leken en experts even betrouwbaar zijn bij het beoordelen,
- dat experts hun oordeel baseren op dezelfde veiligheidsconcepten,
- dat experts hun oordeel niet baseren op elementen die zij zelf van belang achten voor het conflict, en
- dat er geen sterke relatie is tussen overtredingen van verkeersregels en het oordeel over gevaar.

Ook Archer (2001) bevestigt dat meerdere onderzoeken uitwijzen dat verschillende observatoren tot 80% overeenstemming hebben met elkaar in eenzelfde situatie. Voor een aantal toepassingsgebieden van de verkeersconflictechniek is dit voldoende. In Zweden is onderzoek uitgevoerd naar de betrouwbaarheid van observatoren door analyse van de observatieresultaten en controle met de videobeelden (Hydén, 1987). Uit de resultaten bleek dat tussen 10 en 14% van de observatoren ernstige conflicten had gemist en dat 5% van de observatoren conflicten als "ernstig" bestempelden, terwijl ze dat niet waren. Deze graad van betrouwbaarheid bleek veel hoger dan deze voor ongevallen, die door politie worden gerapporteerd.

Kraay (1986) constateerde aan de hand van onderzoek naar de betrouwbaarheid dat er wel een verschil is in het selecteren van situaties die als gevaarlijk worden beoordeeld, maar over de beoordeling van eenmaal gekozen situatie is overeenstemming:

- De ernst van een conflict wordt door deelnemende groepen ongeveer gelijk ingeschat ondanks grote verschillen in aantal genoteerde conflicten.
- Belangrijkste variabelen zijn de TTC (minimum tijd tot botsen) en de minimale afstand tussen de verkeersdeelnemers, het conflicttype en het type manoeuvre.
- Het aangeven van de ernstgraad hangt af van de observator.

- De analyse door de verschillende landen blijkt ondanks verschillen in beoordeling van details, overeenkomstig.
- De gestelde diagnose komt overeen met ongevallen gegevens.

Het aantal observatoren hangt af van de complexiteit van de situatie en de drukte en het doel van het onderzoek. Als het alleen gaat om links-af conflicten, dan kan worden volstaan met het observeren van deze bewegingen. In sommige literatuur wordt er van uitgegaan dat als er alleen met observaties ter plaatse wordt gewerkt, er minimaal twee personen nodig zijn. Met behulp van video kan de observatie door één persoon worden uitgevoerd en kunnen de resultaten achteraf worden bestudeerd (Oh C., 2005). Als met twee observatoren wordt gewerkt, dan bekijkt iedere observator een deel van de locatie. De genoteerde conflicten zullen dan grotendeels aanvullend op elkaar zijn.

3.2.2 Camera's

Vaak worden observaties ondersteund door cameraopnames om de waarneming te objectiveren. Ook kunnen observaties ter plaatse worden vervangen door cameraobservaties die vervolgens worden bekeken. De videobeelden kunnen voor verschillende doeleinden worden gebruikt:

- om specifieke situaties meer in detail te bestuderen,
- als verificatie van resultaten,
- als communicatiemiddel met betrokkenen (wegbeheerders, belangengroepen, etc).

Bij de Zweedse conflictobservatiemethode en de methode DOCTOR wordt gebruik gemaakt van eenvoudige camera's die in amateurwinkels te kopen zijn. De camera's nemen beelden op tijdens de observaties. De geregistreerde conflicten worden achteraf bekeken en de inschatting van de tijd en afstand wordt bijgesteld (Lötter, 2001; van Bekkum, z.j.).

Vanzelfsprekend kan ook gebruik worden gemaakt van professionele camera's. TNO (recente referentie van Van der Horst) werkt momenteel met camera's die beelden opnemen gedurende een langere periode. Het detecteren van conflictsituaties gebeurt achteraf door het bekijken van de beelden. De conflictsituaties worden geanalyseerd met behulp van een speciaal ontwikkeld computerprogramma. Het proces is nog steeds redelijk arbeidsintensief. Daarom wordt naar andere manieren gezocht om het proces te vereenvoudigen en op eenvoudige wijze veel data te verzamelen.

Door de recente technologische ontwikkelingen worden de gebruiksmogelijkheden van video-opnames binnen onderzoek vergroot. Ook op het gebied van beeldherkenning zijn meer toepassingen denkbaar. Geautomatiseerde video opnames kunnen worden gebruikt om snelheden te meten (Laureshyn, 2005). Deze informatie kan vervolgens samen met de afstand worden gebruikt om de TA en de PET te berekenen. Het gebruik van video heeft voordelen boven de klassieke methodes om snelheid te meten (bijvoorbeeld met een speedgun). Bovendien kan met video de snelheid van gemotoriseerd verkeer, fietsers en voetgangers worden meegenomen. Lord (1996) gebruikt twee speciaal geschreven computerprogramma's voor de dataverzameling en het opnemen van verkeersconflicten (één voor voetgangers en één voor de links-afbeweging). Een grote vraag die momenteel binnen de onderzoekswereld leeft is op wat voor manier conflictsituaties of bijna-ongevallen automatisch gedetecteerd kunnen worden door geautomatiseerde beeldherkenning en op hoe dit beeldmateriaal gebruikt kan worden bij het uitvoeren van analyses. Onder andere de Universiteit van Lund en TNO in Nederland zijn bezig met het ontwikkelen van technieken (Laureshyn, 2005).

Praktische aandachtspunten bij video observatie zijn:

- privacy wetgeving,
- standpunt van de camera,
- stroomvoorziening,
- weersomstandigheden,
- lichtomstandigheden,
- eventuele onregelmatigheden.

3.2.3 Tijdsduur van observatie

Over de tijdsduur die geobserveerd moet worden om een representatief beeld te krijgen is al veel (internationaal) onderzoek gedaan. De methode DOCTOR onderscheidt twee aspecten:

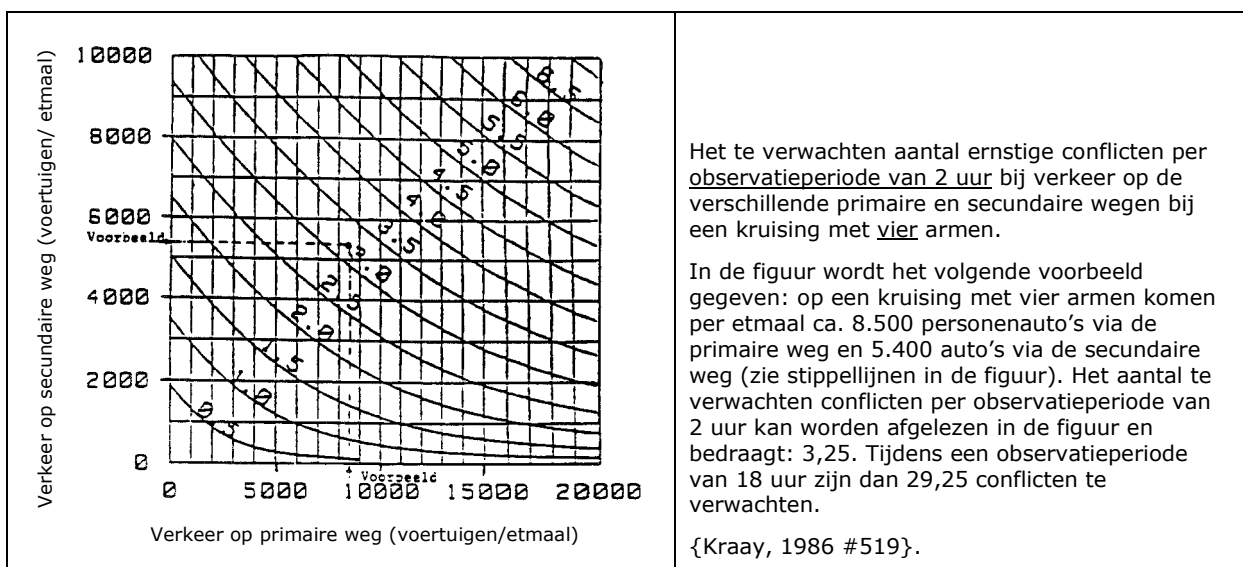
- Toevallige en representatieve fluctuaties moeten zoveel mogelijk zijn uitgeschakeld. De meetperiode moet representatief zijn.
- De lengte van de periode moet groot genoeg zijn om een goed beeld te geven van de situatie.

De uiteindelijke tijdsduur hangt af van de situatie, hoeveelheid verkeer en verkeersbewegingen en de gewenste betrouwbaarheidscoëfficiënt. In de handleiding voor de methode DOCTOR wordt een aantal onderzoeken besproken (Kraay, et al., 1986):

- De Zweedse methode gaat uit van een observatieduur van minimaal 18 uur, verspreid over drie dagen. Afhankelijk van de vraagstelling en de hoeveelheid verkeer kan dit aangepast worden (Mattson, 1983 in Kraay, et al., 1986). In situaties met relatief weinig conflicten, worden de observaties vaak uitgebreid tot 5 dagen.
- De Duitse methode gaat ervan uit dat een observatie van 12 uur op één dag een betrouwbaarheidscoëfficiënt geeft van 0,83. De betrouwbaarheid neemt toe naarmate langer wordt geobserveerd; bij 24 uur observatie is de betrouwbaarheidscoëfficiënt 0,91 en bij 60 uur 0,95 (Erke & Gestalter, 1983 in Kraay, et al., 1986).
- Amerikaans onderzoek gaat ervan uit dat de observatieduur kan variëren van 3,5 uur voor alle conflicten vanuit één richting tot 30 uur voor conflicten voor van links komend en doorgaand verkeer (Glauz & Migletz, 1980 in Kraay, et al., 1986).
- In Frankrijk wordt uitgegaan van een observatieduur van maandag tot en met vrijdag.
- De toename van de betrouwbaarheid naarmate langer wordt geobserveerd is gering. Bij langer dan drie dagen observeren is weinig winst te halen (Hauer, 1977 in Kraay, et al., 1986).

Zowel de methode DOCTOR als de Zweedse verkeersconflictechniek gaan uit van een observatieduur van 18 uur. Binnen deze periode is het bij de meeste situaties mogelijk om een representatief beeld te krijgen. Afhankelijk van de situatie kan de tijdsduur worden aangepast. Uitgangspunt daarbij is hoeveel conflicten verwacht kunnen worden tijdens de observatieduur. Dit is ondermeer afhankelijk van de intensiteiten. Om hiervan een snelle inschatting te kunnen maken wordt bij de methode DOCTOR gebruik gemaakt van tabellen met de intensiteiten van de kruisende wegen en het aantal te verwachten ongevallen tijdens een observatieduur van 2 uur (Figuur 8).

Figuur 8 Te verwachten ernstige conflicten op kruisingen i.r.t. intensiteit



Als er tijdens een observatieperiode weinig conflicten worden waargenomen, bijvoorbeeld minder dan verwacht op basis van de grafiek, dan zijn er met betrekking tot de relevantie van meetresultaten de volgende opties:

- meer dagen observeren waardoor meer gegevens beschikbaar zijn,
- stop zetten van het onderzoek als blijkt dat het aantal geobserveerde conflicten veel te weinig is (ook bij verlenging van observatieperiode).

Bij sommige onderzoeken wordt ervoor gekozen om gedurende een lange periode, bijvoorbeeld een of meerdere jaren, camera observaties te maken. Met behulp van dergelijke langdurige observaties kunnen ook weinig voorkomende situaties zoals ongevallen worden geregistreerd en later worden geanalyseerd. Zo kan bijvoorbeeld inzicht worden verkregen in de situatie voorafgaand aan een ongeval. Momenteel is TNO in Soesterberg bezig met dergelijk onderzoek.

3.2.4 Het schatten van snelheden en vermijdingsacties

Getrainde observatoren moeten in staat zijn om de snelheid van voertuigen goed in te kunnen schatten. Schattingen worden ter controle vergeleken met metingen die met andere apparatuur zijn gemaakt (bijvoorbeeld een radarpistool of lussen). Een goed getrainde observator mag niet meer dan 20% van de juiste waarde afwijken. Naast het inschatten van de gemiddelde snelheid, is het ook belangrijk dat de observator lagere snelheden (bijvoorbeeld bij afslagmanoeuvres) en extreem hoge snelheden leert inschatten. De waarnemer moet in staat zijn om snelheden te meten van voertuigen naar de waarnemer toe, van de waarnemer af en loodrecht op de waarnemer. Bij de start van het onderzoek is het zinvol om vanaf de observatielocatie de snelheden nogmaals te verifiëren. De snelheid van voetgangers wordt bij de methode DOCTOR niet geschat (Kraay, et al., 1986; Lötter, 2001).

Het gebruik van camera's heeft beperkingen bij het schatten van snelheden doordat het type lens invloed heeft op de perceptie van de snelheid. Bij opnamen met een groothoeklens en telens wordt de snelheid gemakkelijk onderschat. Camerabeelden kunnen wel gebruikt worden voor het bepalen van de snelheid of voor het bepalen van onderlinge relaties zoals harder, langzamer of ongeveer even hard rijden. De camerabeelden moeten worden gecorrigeerd aan de werkelijke situatie en de snelheid tussen die twee punten moet worden bepaald. Voor situaties waarbij het meetvoertuig niet noemenswaardig versnelt of vertraagt, hanteert de methode DOCTOR de volgende formule (Kraay, et al., 1986).

$$V = \frac{d(p_1, p_2)}{t_2 - t_1} * 3,6 \text{ km/h}$$

V = snelheid in km/h
d(p1,p2) = afstand tussen p1 en p2 in meters
t2-t1 = passeermoment p1 en p2 in seconden

3.2.5 Het oordeel van de observator

TRL in Engeland ontwikkelde een subjectieve schaal voor het observeren van conflicten als een maat voor ernst (classification of severity) (Archer, 2001 citeert Spicer 1973). Deze techniek was gebaseerd op het oordeel van een observator die gebruik maakt van 'time-lapse filming' waardoor de techniek duur en tijdsintensief was. Ook in Frankrijk, Duitsland en Nederland zijn classificaties van de ernst van een conflict onderdeel van de conflictobservatie. De Duitse schaal classificeert verkeersconflicten in drie categorieën: licht, gemiddeld en serieus (Erke, 1984, geciteerd in Lord 1996). In de Nederlandse methode DOCTOR wordt een schaal van 1 tot 5 gehanteerd: van licht conflict naar zeer ernstig conflict. Hierbij wordt rekening gehouden met de kans op een botsing en de

mogelijke ernst van de afloop als de botsing plaats gevonden zou hebben (Kraay, et al., 1986). De 'Risk of Collision (ROC)' is een maat die door Brown en Cooper (1990) wordt beschreven als het oordeel van de observator over het risico. Dit oordeel is gebaseerd op de afstand, snelheid en andere factoren die een rol spelen in een conflict. De ROC en de TTC waarde samen bepalen de ernst van het conflict. Een nadeel van het beoordelen van de ernst van ongevallen is de subjectiviteit waardoor het als objectieve maat niet geschikt is.

Bij de Zweedse methode bepaalt de observator de snelheid van de betrokken verkeersdeelnemers en de afstand tot het imaginaire botspunt. Het verschil tussen een 'slight' en een 'serious' conflict wordt bepaald door de optimale remtijd. Het oordeel van de observator speelt hierin dus geen rol.

3.2.6 Validiteit

Verkeersconflicten zijn een van de meest gebruikte, niet op ongevallen gebaseerde, indicatoren voor het bepalen van de verkeersveiligheid in een situatie (Malkhamah, et al., 2005). Het is echter de vraag in hoeverre verkeersconflictechnieken een voorspellend karakter hebben. In andere woorden: is de methode in staat om op basis van serieuze conflicten een voorspelling te doen over het aantal ongevallen? Deze vraag heeft de internationale vakwereld bezig gehouden vanaf het moment dat verkeersconflictechnieken hun intrede deden.

De mate waarin ernstige conflicten een voorspellende waarde hebben voor het aantal te verwachten ongevallen is in Zweden getest tijdens een studie die tussen 1974 en 1976 is uitgevoerd op 150 kruispunten in Malmö en Stockholm (Hydén, 1987). Het onderzoek wees uit dat data op basis van de Time-to-Accident (TA) en snelheidswaarden, dezelfde verdeling van ernst kennen als op basis van geregistreerde ongevallen. Ook in de brochure van de Universiteit van Lund over conflictobservaties (Lund University, n.d.), wordt aangehaald dat het aangetoond is dat conflictobservaties een betere schatting geven van het gemiddelde aantal ongevallen dan ongevallendata. Svensson (1992) concludeert op basis van Zweedse gegevens dat met behulp van informatie over serieuze conflicten een betere schatting kan worden gemaakt van het aantal verwachte ongevallen met lichamelijk letsel (Archer, 2001). Ook wordt in dat onderzoek geconcludeerd dat in situaties met een laag aantal ongevallen, het gebruik van conflicten een goede indicator is voor het schatten van het aantal te verwachten ongevallen. Een Amerikaanse studie door Migletz et al. (1985) geeft aan dat op basis van normale conflictstudies schattingen gemaakt kunnen worden van de gemiddelde ongevalfrequentie die op zijn minst zo accuraat zijn als die gebaseerd op historische data.

Een ander punt van aandacht is het feit of de situaties die conflicten veroorzaken, dezelfde zijn als de situaties die leiden tot ongevallen (Archer, 2001). Er zijn verschillende studies gedaan naar dit verband. Kruysse (1987 besproken in Davidse 2003) beschrijft een aantal studies waarin onderzoek is gedaan naar de relatie tussen de indicatoren (PET, TTC) en de kans op ongevallen. Een van de bevindingen van de onderzochte studies is dat de relatie tussen conflicten en ongevallen afhankelijk is van het type manoeuvre. De relatie tussen kop-staart conflicten en kop-staart ongevallen blijkt zwak te zijn terwijl de relatie tussen 'auto-en-voetganger'-conflicten en ongevallen wel redelijk sterk is.

In Zweden worden studies naar verkeersconflict gebruikt om een indicatie te krijgen van de verkeersveiligheid. Dit is het resultaat van langdurig onderzoek naar de relatie tussen serieuze conflicten en werkelijke ongevallen. In veel landen worden verkeersconflicten niet gebruikt om een voorspelling te doen van het aantal te verwachten ongevallen omdat het aangetoonde verband niet sterk genoeg is. Vaak is niet voldoende data beschikbaar om significante verschillen te bepalen.

3.3 Het verwerken van gegevens

3.3.1 Verifiëren van de genoteerde conflicten

Als er tijdens de observaties ook video-opnames zijn gemaakt, dan kunnen de gegevens die tijdens de observatie zijn genoteerd achteraf worden gecontroleerd op de camerabeelden. Het is dan ook mogelijk om de snelheid en de afstand bij te stellen. Ook kan de situatie nauwkeuriger bekeken worden. De videobeelden kunnen ook worden gebruikt om bijvoorbeeld intensiteiten en snelheden te meten en om na te gaan waar veel wordt overgestoken en hoe lang de wachttijden zijn.

Om de genoteerde conflicten op de camerabeelden terug te kunnen vinden wordt gebruik gemaakt van informatie zoals het tijdstip van het conflict en herkenbare elementen zoals de kleur, het merk, het type model van het betrokken voertuig, en opvallend weggedrag van de betrokken weggebruikers zoals uitwijken, rijrichtingen en rijbewegingen.

3.3.2 Analyse van gegevens

Bij de analyse achteraf spelen de representativiteit en de betrouwbaarheid van de gegevens een belangrijke rol. Er zijn verschillende methodes om ongevallen te analyseren. Aangezien het bij verkeersconflictobservaties vaak om kleine aantallen gaat, is belangrijk dat de methode zich daarvoor leent.

In de handleiding voor DOCTOR (Kraay, et al., 1986) worden de volgende methodes genoemd:

- Analyse van kruistabellen (zoals gebruikt bij AVOC-analyses),
- Analysemethoden voor kleine aantallen:
 - o de exacte toets van Fisher (met name te gebruiken bij kleine aantallen observaties),
 - o Monte-Carlomethode,
 - o Bootstrapmethode,
 - o hogere orde kruistabellen.
- Gewogen aantallen.
- Vergelijking tussen ongevallen en conflicten.

Om de verwerking de presentatie van gegevens te vereenvoudigen, wordt vaak gebruik gemaakt van gestandaardiseerde excel tabellen met rekenmodules en grafische weergave van de resultaten in tabellen en grafieken.

3.4 Voordelen van Verkeersconflictechnieken

3.4.1 Eenvoudig om te begrijpen & eenvoudig in gebruik

Verkeersconflictechnieken zijn relatief eenvoudig te begrijpen en uit te voeren. Voor de observaties zijn de parameters snelheid en afstand essentieel. Daarnaast wordt vaak nog aanvullende informatie verzameld. Vanwege de eenvoud van de methode kunnen observatoren in een korte tijdsperiode worden opgeleid. De training aan de universiteit in Lund neemt bijvoorbeeld 5 dagen in beslag, de methode DOCTOR gaat ook uit van een vergelijkbare tijdsduur. Verder is de methode ook eenvoudig in gebruik doordat er geen ingewikkelde onderzoeksmiddelen nodig zijn. Het gebruik van een camera kan nog wel problemen opleveren. Het is niet altijd eenvoudig om een goede locatie te vinden waar de camera bevestigd kan worden. Ook privacy regels kunnen beperkingen opleggen aan het gebruik van een camera.

3.4.2 Wetenschappelijke basis

Sinds het ontstaan van verkeersconflictechnieken is er internationaal heel wat wetenschappelijk onderzoek gebeurd. Zo heeft de techniek zich verder kunnen ontwikkelen en werd de validiteit ervan getest, met als resultaat dat de

conflictobservatiemethode vandaag een stevige wetenschappelijke basis heeft. Ook nu nog zijn onderzoeksgroepen bezig met het verder uitbouwen van kennis over de gebruikte indicatoren of methoden om de observaties te automatiseren.

3.4.3 Snelle evaluatie van verkeersveiligheidssituaties en -maatregelen

Met behulp van verkeersconflictechnieken kan het effect van een verkeersveiligheidsmaatregel op korte termijn worden geëvalueerd en hoeft niet te worden gewacht op een ongevallenregistratie van één of meerdere jaren. Bovendien is het mogelijk om situaties die als onveilig worden ervaren te evalueren zonder dat ongevallendata nodig is. Met andere woorden: er hoeven geen doden en gewonden te vallen voordat de situatie geanalyseerd kan worden wat een ethisch voordeel is.

3.4.4 Lage kost

Uitvoering van conflictobservatieonderzoek is relatief goedkoop: er zijn geen erg dure opleidingskosten aan verbonden om de techniek aan te leren en de benodigde hulpmiddelen zijn ook niet erg duur.

3.4.5 Gebruik in combinatie met andere technieken

Om maximaal voordeel te halen uit een verkeersconflictobservatie, is het aangewezen deze te combineren met bijvoorbeeld gedragsstudies, interviews met verkeersdeelnemers, metingen van verkeersintensiteiten, verkeersovertredingen, analyses op ongevallendata indien deze beschikbaar zijn (Lötter, 2001). In combinatie met andere technieken is de verkeersconflictechniek een efficiënt hulpmiddel om verkeersveiligheidsproblemen op specifieke locaties of voor specifieke doelgroepen te analyseren. Bovendien kan het onderzoek worden aangepast aan de specifieke eisen van de situatie (verkeersdeelnemers, voertuigstromen, etc). De onderzoeksresultaten kunnen direct worden gekoppeld aan algemene gegevens zoals weer, inrichting etc.

3.4.6 Geeft inzicht in de oorzaken van ongevallen

Met behulp van verkeersconflictechnieken kan ook het gedrag en de gebeurtenissen die tot conflicten leiden worden beschreven. Bovendien kunnen specifieke kenmerken van een locatie die van invloed kunnen zijn op het geobserveerde gedrag worden meegenomen in de analyse van de situatie. Hierdoor kunnen oplossingen voor een probleem worden gedefinieerd die toegespitst zijn op de problematiek van die locatie.

3.4.7 Methode wordt actief gebruikt

Tenslotte is het ook een voordeel dat verkeersconflictechnieken nog steeds actief worden gebruikt in heel wat landen. Hierdoor is het nog steeds mogelijk om opleidingen te volgen en ervaringen uit te wisselen.

3.5 Beperkingen van de techniek

3.5.1 Validiteit

Verschillende onderzoeken laten zien dat er een verband is tussen de verdeling van de ernst van conflicten en de ongevallendata. Bovendien blijkt uit verschillende onderzoeken dat er overeenstemming is in de processen die voorafgaan aan een conflict en een ongeval. Op basis van deze onderzoeken blijkt ook dat op basis van onderzoek met behulp van verkeersconflictechnieken een indicatie kan worden gegeven van de te verwachten ongevallen op lange termijn, maar dat hier terughoudend mee om moet worden gegaan.

3.5.2 Oordeel over een specifieke locatie

De resultaten van conflictobservaties die op specifieke locaties worden uitgevoerd zijn niet algemeen toepasbaar zonder dat hier uitvoeriger onderzoek naar is gedaan. Dat betekent dat een conclusie die voor de ene locatie geldt, niet voor een andere locatie geldig hoeft te zijn. Een zekere voorzichtigheid is hierbij geboden. Door het langdurig en systematisch gebruik van verkeersconflictechnieken kan de methode wel theorievormend zijn waardoor de methode kan bijdragen aan generiek toe te passen kennis.

3.5.3 Verschillende definities

Een ander nadeel heeft te maken met het feit dat een conflict niet altijd op dezelfde wijze is gedefinieerd waardoor vergelijking van resultaten bemoeilijkt wordt. Verschillende onderzoeksgroepen hebben de verkeersconflictechniek verder ontwikkeld of aangepast waardoor soms onduidelijkheid ontstaat, onder andere door de introductie van subjectieve schalen. Deze onduidelijkheid kan ondervangen worden door het basisbegrip TTC te gebruiken en aan te geven welk moment in de tijd wordt gemeten: het moment van de ontwijkingsactie (TA) of het moment dat de botsing voorkomen is (TTC_{min}).

3.5.4 Intensief

Het uitvoeren van observaties is tijdsintensief. Gedurende minstens 18 uur moeten één of meerdere observatoren worden ingezet. Hierdoor worden gegevens vaak over een korte periode verzameld. Bovendien vergt het een goede concentratie en een serieuze houding van de observatoren om gedurende 18 uur actief te observeren. De aandacht mag niet verslappen en afleiding door bijvoorbeeld telefoongesprekken moet worden voorkomen.

3.5.5 Specifieke situaties

Bij de Zweedse verkeersconflictmethode wordt de ernst van een situatie bepaald op basis van de TA-waarde en de snelheid op het moment van de ontwijkende manoeuvre. De grens tussen ernstige en niet-ernstige conflicten is gebaseerd op de optimale remtijd (OBT) bij droog weer en droog wegdek. Regenachtig weer of een nat wegdek kan dus effect hebben op de ernst van een conflict, maar het effect is (nog) niet bekend. Conclusies op basis van observaties met een verkeersconflictechniek moeten daarom bij voorkeur worden gebaseerd op situaties met droog weer.

4. TWEE VERKEERSCONFLICTTECHNIKEN TOEGELICHT

Sinds het ontstaan van verkeersconflict(observatie)technieken in de jaren 50 van de twintigste eeuw, zijn er verschillende varianten ontstaan. De verschillende hebben vooral te maken met de wijze van observeren, de definiëring van een conflict. In hoofdstuk 3 zijn de technische details van verkeersconflictechnieken kort beschreven. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het gebruik van verkeersconflictechnieken in de praktijk. De Zweedse verkeersconflictechniek (STCT) en de Nederlandse methode DOCTOR worden iets uitgebreider beschreven.

4.1 De Zweedse verkeersconflictechniek

Bij het bepalen van serieuze conflicten gaat de Zweedse conflictobservatie techniek uit van twee basisbegrippen: snelheid en afstand. Lötter (2001) definieert een conflict als: *'an event where two road users with crossing courses would have collided if they had continued with unchanged speed and direction'*. De definitie is ook geldig voor situaties met maar één verkeersdeelnemer. Als er meer dan twee verkeersdeelnemers betrokken zijn, dan wordt de situatie beschouwd als een aantal verschillende conflicten.

De TTC-waarde bepaalt de tijd die overblijft tot een botsing indien richting en snelheid onveranderd blijven. Om te kunnen bepalen of een conflict ernstig is, wordt gebruik gemaakt van de time-to-accident (TA). De TA is een speciale waarde van de TTC en wordt bepaald vanaf het moment dat een ontwijkende actie (evasive action) wordt ondernomen. De TA geeft de tijd aan die overblijft tot dat de botsing plaatsgevonden zou hebben.

De TA wordt berekend op basis van observaties door getrainde observatoren van 1) de snelheid van de verkeersdeelnemers op het moment dat de ontwijkende actie begint, en 2) de afstand die de verkeersdeelnemers op dat moment hebben tot het imaginaire botspunt. De bijbehorende TA kan worden opgezocht in een tabel (zie Figuur 9) of worden berekend door de afstand te delen door de snelheid (zie paragraaf 3.1.4 voor meer informatie).

Ontwijkende acties bestaan meestal uit remmen, versnellen of een richtingsverandering. Als beide weggebruikers een ontwijkende actie maken, dan wordt de TA voor beide weggebruikers berekend. De minst ernstige TA bepaalt in dat geval de ernst van het conflict.

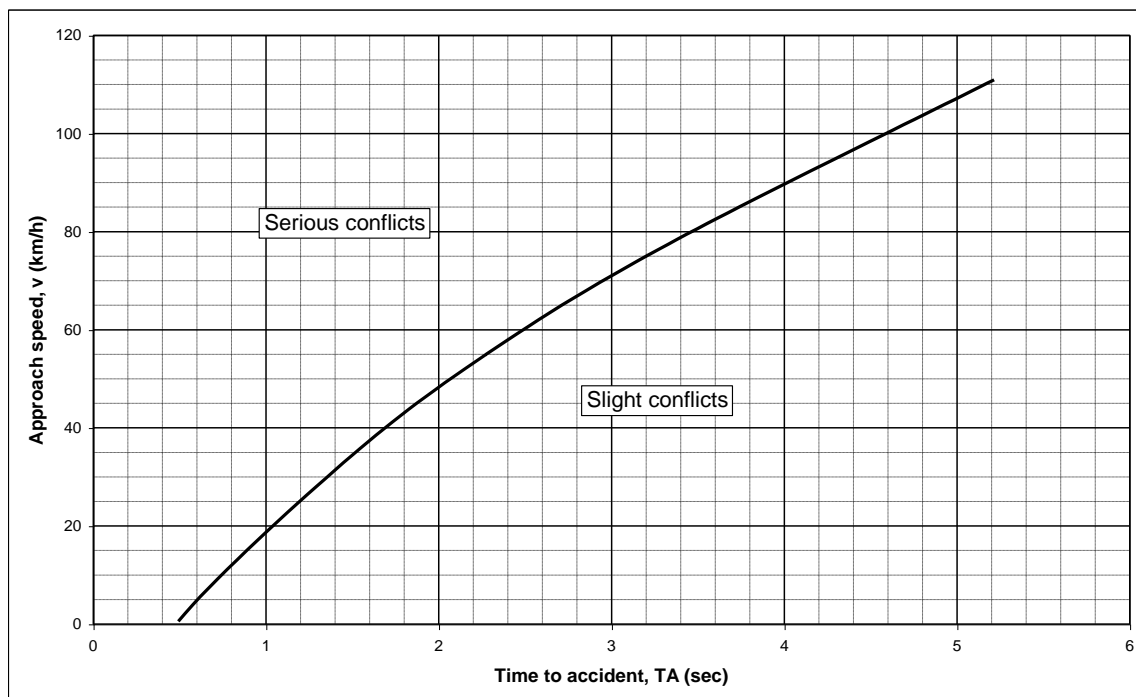
Op basis van de TA-waarde en de snelheid kan in een grafiek worden opgezocht of het ongeval ernstig is (Figuur 10). De grens tussen een ernstig conflict en een niet ernstig conflict is gebaseerd op de Optimal Breaking Time (OBT) voor een gemiddeld voertuig dat met geblokkeerde remmen op normaal droog asfalt veilig tot stilstand komt net voor het botsingspunt, plus een extra veiligheidsmarge van 0,5 seconde. De reactie van de bestuurder is buiten beschouwing gelaten omdat de ontwijkingsmanoeuvre het startpunt is van het berekenen van de snelheid en de afstand. De bestuurder heeft al gereageerd; de remtijd (en niet ontwijkingsmanoeuvres) is dus bepalend voor het bepalen van de ernst van het conflict. Deze keuze is gebaseerd op onderzoek waaruit blijkt dat bij de meeste ongevallen en conflicten remmen de belangrijkste ontwijkingsmanoeuvre is.

Figuur 9 TA-tabel op basis van snelheid en afstand

Speed	Distance (m)																													
	Km/h	m/s	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120	130
5	1,4	0,4	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	10,8	14,4	18,0	21,6	25,2	28,8	32,4	36,0	39,6	43,2	50,4	57,6	64,8	72,0	79,2	86,4	93,6	100,8
10	2,8	0,2	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0	19,8	21,6	25,2	28,8	32,4	36,0	39,6	43,2	46,8	50,4
15	4,2	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4	16,8	19,2	21,6	24,0	26,4	28,8	31,2	33,6
20	5,6	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8	12,6	14,4	16,2	18,0	19,8	21,6	23,4	25,2
25	6,9	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	7,9	8,6	10,1	11,5	13,0	14,4	15,8	17,3	18,7	20,2
30	8,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	8,4	9,6	10,8	12,0	13,2	14,4	15,6	16,8
35	9,7	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	7,2	8,2	9,3	10,3	11,3	12,3	13,4	14,4
40	11,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8	11,7	12,6
45	12,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4	11,2	
50	13,9	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	7,9	8,6	9,4	10,1	
55	15,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,9	8,5	9,2	
60	16,7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	
65	18,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	6,1	6,6	7,2	7,8	
70	19,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	6,7	7,2	
75	20,8	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,9	3,4	3,8	4,3	4,8	5,3	5,8	6,2	6,7	
80	22,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3	
85	23,6	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	5,9	
90	25,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	
95	26,4	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	
100	27,8	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	

bron: Universiteit Lund

Figuur 10 Grafiek voor het bepalen van de ernst van een conflict



bron: Universiteit Lund

4.2 DOCTOR

In Nederland hebben TNO en het SWOV in de jaren zeventig en tachtig veel onderzoek gedaan naar de Traffic Conflict Technique of conflictobservatietechnieken. Deze studies zijn uiteindelijk uitgemond in DOCTOR: Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research (Oppe & Kraay, 1975; Kraay, et al., 1986). Vanuit de rijksoverheid is het gebruik van conflictobservatietechnieken gestimuleerd. In 1983 is in het Nationaal Plan

voor de Verkeersveiligheid (Ministerie Verkeer en Waterstaat) als doelstelling opgenomen dat het aantal bijna-ongevallen moet worden verminderd. Bovendien werd geconstateerd dat de kennis over conflictueuze gedragingen gefragmenteerd was en soms ontbrak. Het opvullen van deze leemten in kennis werd ook als een van de doelen gesteld. In 1984 werd de adviesgroep conflictmethode in het leven geroepen met als doel het:

- aangeven van toepassingsmogelijkheden van conflictmethoden in verkeersveiligheidsonderzoek (waar centrale overheid opdrachtgever is),
- bewaken van de kwaliteit van toepassing van technieken,
- begeleiden en sturen van verdere ontwikkeling met betrekking tot deze methode,
- stimuleren van gebruik van de technieken.

Het SWOV en TNO speelden een belangrijke rol bij het ontwikkelen van de methode DOCTOR. Er is speciaal cursusmateriaal ontwikkeld inclusief voorbeelden op video en een test om te beoordelen in hoeverre de cursist in staat is om conflicten te detecteren en te beoordelen. Verschillende gemeenten en adviesbureaus werden getraind in de methode. De methode DOCTOR is lange tijd onderwezen op de NHTV (Nederlandse Hogeschool voor Toerisme en Verkeer). Ook het Post Academisch Onderwijs aan de Technische Universiteit Delft heeft een cursus gegeven over deze methodiek.

Verkeersconflictobservaties worden momenteel in Nederland beperkt gebruikt voor het analyseren van verkeersveiligheid. Een verkeersadviesbureau in Nederland geeft aan dat ze DOCTOR gebruiken als observatietechniek ter onderbouwing van ongevalanalyses (Via-advies, 2006). Daarnaast is DOCTOR nog gebruikt voor het analyseren van effecten van de invoer van de nieuwe maatregel 'Voorrang Fietsers Van Rechts' (Goudappel Coffeng).

Inhoud van de techniek

De Nederlandse conflictobservatie techniek is gebaseerd op de Zweedse techniek (die in 1983 voor het laatst in Nederland is toegepast) en aangepast op basis van informatie uit de internationale kalibratiestudies en gedragsanalyses van IZF-TNO. In de Nederlandse techniek zijn een aantal wijzigingen en aanvullingen ten opzichte van de Zweedse techniek aangebracht. Dit heeft te maken met de vaststelling dat de buitenlandse technieken een aantal tekortkomingen hebben (Kraay, et al., 1986):

- In de buitenlandse technieken wordt nauwelijks of geen aandacht geschonken aan verkeerssituaties waarin voetgangers en (brom)fietsers zijn betrokken.
- In de meest gangbare technieken wordt in de observatie geen rekening gehouden met de kans op een ongeval en de ernst van de afloop.
- Het is bij een botskoers van belang onderscheid te maken tussen auto's en fietsen aangezien fietsers snelle manoeuvres kunnen maken wat effect heeft op de kans op een ongeval.
- Verschillende technieken gaan alleen in op één aspect (bijvoorbeeld TTC) of juist op de gehele verkeerssituatie. Hierdoor wordt te weinig relevante informatie verzameld.
- Een lage TTC-waarde is een voorwaarde voor een ongeval, maar niet de enige.
- Gelijke TTC-waarden die bij verschillende manoeuvres horen, zouden moeten leiden tot verschillende uitkomsten met betrekking tot de ernst van een conflict.

Belangrijke begrippen

Bij de methode DOCTOR spelen zowel de wijze van verkeersdeelname, de (rij)snelheid, de (bots)koers als de manoeuvre een rol bij het ontstaan van een conflict en het verdere verloop van de situatie.

In het verkeer zijn er continue situaties waarbij meerdere verkeersdeelnemers vanuit verschillende richtingen elkaar in ruimte en tijd naderen. Er is in die gevallen sprake van een ontmoeting. In de meeste gevallen wordt door te anticiperen de snelheid of de koers aangepast waardoor er geen conflict optreedt.

Er wordt van een botskoers gesproken als minimaal een van beiden iets moet ondernemen om een botsing te vermijden. De situatie is potentieel gevaarlijker als het

moment waarop wordt gereageerd, gelet op de naderingssnelheid en reactiemogelijkheden, dicht bij het moment ligt waarop een botsing zal plaatsvinden.

Er wordt van een kritische verkeerssituatie gesproken als de manoeuvreerruimte kleiner is dan de ruimte die normaal gezien nodig is om te reageren. Een conflict wordt dan gedefinieerd als: *een kritische verkeerssituatie waarbij twee (of meer) weggebruikers elkaar zodanig naderen dat een botsing dreigt en er een reële kans op lichamelijk letsel of materiele schade aanwezig is als hun koers en snelheid onveranderd blijven.*

De ernst van een conflict wordt bepaald aan de hand van twee variabelen: 1) de kans op botsen en 2) de omvang van de gevolgen indien er een botsing plaats gevonden zou hebben. Onder gevolgen wordt zowel materiële schade als lichamelijk letsel verstaan.

Als een conflictsituatie wordt waargenomen (botskoers die leidt tot conflict indien geen actie wordt ondernomen), dan wordt de ernst van het conflict beoordeeld door te scoren op een schaal van 1 tot 5 (licht tot zeer ernstig). Vervolgens wordt een afzonderlijk oordeel gegeven over de kans op botsen en de omvang van de schade.

De kans op botsen wordt bepaald door middel van de TTC (de time-to-collision) en de PET (post-encroachment-time). Er is sprake van een TTC als twee voertuigen op botskoers liggen. De methode DOCTOR gebruikt de TTC_{min} als indicator voor de maximale kans op botsen en de uiteindelijke afloop. De TTC_{min} is de laagste waarde die optreedt tijdens de conflictsituatie. In stedelijke gebieden wordt ervan uitgegaan dat een situatie potentieel gevaarlijk is als de TTC_{min} kleiner is dan 1,5 seconde. De PET-waarde wordt gebruikt bij kruisende koersen en geeft aan in welke mate twee verkeersdeelnemers elkaar gemist hebben. Een PET-waarde die kleiner is dan 1 seconde wordt als kritisch beschouwd (van Bekkum, z.j.). In paragraaf 3.1 is meer informatie te vinden over deze begrippen.

De omvang van de gevolgen in het geval er een botsing plaats gevonden zou hebben, wordt bepaald door de potentiële botsenergie en de kwetsbaarheid van de verkeersdeelnemers. Hiervoor wordt de beschikbare manoeuvreerruimte vergeleken met de manoeuvreerruimte die normaal gesproken nodig is bij dergelijke ontmoetingen (bijvoorbeeld anticiperend remmen of een normale remvertraging). In kritische situatie zal het verschil in manoeuvreerruimte negatief zijn (van Bekkum, z.j.). De wijze waarop dit wordt gemeten, wordt niet toegelicht. Het verschil in manoeuvreerruimte bepaalt samen met de typen weggebruikers (massa, kwetsbaarheid) de omvang van de gevolgen en wordt in de methode DOCTOR aangeduid als letselernst.

5. DISCUSSIE

Er is veel onderzoek verricht naar het gebruik en de validiteit van de verkeersconflictechnieken. De techniek is bruikbaar om beter inzicht te krijgen in de verkeersveiligheid van een situatie. De mate waarin met behulp van verkeersconflictechnieken een voorspelling gegeven kan worden van het aantal te verwachten ongevallen, staat ter discussie. Landen zoals Zweden die veel onderzoek hebben gedaan naar deze relatie, zijn in staat om op basis van ernstige conflicten een indicatie te geven van het te verwachten aantal ongevallen.

Verschillende onderzoeken geven aan dat verkeersconflictechnieken een nuttig instrument zijn om het gedrag van verkeersdeelnemers beter te begrijpen. Met behulp van de techniek is het mogelijk om inzicht te krijgen in de processen die vooraf gaan aan ernstige conflicten of ongevallen. Ook kan inzicht worden verkregen in veel voorkomende situaties die op zich niet ernstig zijn, maar gemakkelijk ernstig kunnen worden, bijvoorbeeld als een verkeersdeelnemer plotseling besluit te remmen of over te steken.

Omdat we als vervolg op deze studie een proefonderzoek wilden opzetten, zijn in deze literatuurstudie twee methodes uitgebreider bekeken: de Zweedse verkeersconflictechniek en de Nederlandse methode DOCTOR. We hebben voor deze twee methodes gekozen omdat ze beiden nog worden gebruikt en er opleidingsmogelijkheden zijn voor observatoren. Uiteindelijk hebben we ervoor gekozen om het proefonderzoek uit te voeren met de Zweedse methode. De belangrijkste reden is de eenvoud van de methode waardoor het aanleren relatief eenvoudig is. Bovendien is de methode gebaseerd op twee indicatoren die met behulp van camerabeelden te objectiveren zijn, namelijk snelheid op het moment van de ontwijkingsmanoeuvre en afstand tot imaginaire botspunt. De methode DOCTOR werkt ook nog met een inschatting van de ernst van de situatie op basis van de te verwachten letselernst. Hierdoor wordt de methode subjectiever. De resultaten van dit proefonderzoek zijn beschreven in Gysen et al. (2007).

BIJLAGE BEGRIPPEN

In deze paragraaf wordt een definitie gegeven van de belangrijkste begrippen die gebruikt worden binnen de verkeersconflict-technieken. In een aantal gevallen wordt door middel van een verwijzing aangegeven waar meer informatie over het begrip te vinden is.

Aangezien veel literatuur uit het niet-Nederlandse taalgebied komt, zijn ook gangbare buitenlandse begrippen gebruikt. Waar mogelijk is een Nederlandse vertaling toegevoegd. Indien er verschillende uitdrukkingen voor hetzelfde begrip worden gebruikt, is dit ook aangegeven. De definities zijn gebaseerd op verschillende bronnen. In cursief is waar nodig een toelichting toegevoegd.

Conflict - Een te observeren situatie waarin twee of meer weggebruikers elkaar naderen in ruimte en tijd in die mate dat er een risico is dat ze met elkaar in botsing komen als de bewegingen onveranderd blijven (Amundsen & Hyden, 1977).

Matig conflict (slight conflict) – Conflict waarbij voldoende tijd aanwezig is voor een ontwijkingsmanoeuvre of een gewone manoeuvre (Lötter, 2001).
Een manoeuvre kan bestaan uit het gecontroleerd of anticiperend remmen of veranderen van rijbaan.

Ernstig conflict (serious conflict) – Conflict dat kan worden gekarakteriseerd door plotselinge of abrupte ontwijkingsmanoeuvres (Lötter, 2001).
De ontwijkingsmanoeuvres kunnen bestaan uit acute vermindering van snelheid (of een noodstop) en acute verandering van rijbaan (of bruske bewegingen).

Ongeval, aanrijding (accident, collision) – Een gebeurtenis waarbij voertuigen en/of personen fysiek met elkaar botsen .
Binnen de context van verkeersconflicten wordt bovenstaande definitie vaak gehanteerd. Tijdens het observeren van verkeersconflicten vinden zelden ongevallen plaats. De term wordt vooral gebruikt om te refereren naar ongevallendata van bijvoorbeeld de politie.

Ontwijkingsmanoeuvre (evasive action, manoeuvre) – Elke actie die wordt ondernomen door één of meerdere weggebruikers om een botsing te voorkomen. Mogelijke acties zijn:
- remmen, versnelling en opzij gaan voor voertuigen en fietsers;
- stoppen en rennen voor voetgangers (Lötter, 2001).

Time-to-Accident (TA) – De tijd die overblijft tot een ongeval vanaf het moment dat een ontwijkingsmanoeuvre net is gestart er vanuit gaande dat de weggebruikers dezelfde route met dezelfde snelheid continueren (Shbeeb, 2000).

Time-to-collision (TTC) – De tijd die overblijft tot een ongeval indien de weggebruikers dezelfde route met de huidige snelheid zouden continueren (Lötter, 2001).
De TTC is niet noodzakelijkerwijs gemeten vanaf het moment dat een ontwijkingsmanoeuvre wordt gestart. Voor meer informatie zie paragraaf 3.1.2.

Post-Encroachment-Time (PET) – De PET wordt bepaald door het moment dat het eerste voertuig het pad van het tweede voertuig verlaat en het tweede voertuig het pad van het eerste voertuig bereikt.
Voor meer informatie zie paragraaf 3.1.5.

REFERENTIES

- Almqvist, S. & C. Hydén (1994). "Methods for Assessing Traffic Safety in Developing Countries." *Building Issues*, 6(1).
- Amundsen, F. & C. Hyden (1977). Proceedings of first workshop on traffic conflicts. Oslo, Institute of Transport Economics.
- Anh, T. T. & T. T. Anh (2005). Conflict technique applied to traffic safety on the model corridor of Ha Noi. *Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 5: 1875 - 1890.
- Archer, J. (2001). *Traffic Conflict Technique: Historical to current State-of-the-Art*. Stockholm, Sweden: Kungl Tekniska Högskolan
- Brown, G. R. & J. Cooper (1990). Role of conflicts in traffic analysis. ICTCT workshop. Krakow, Polen.
- Campbell, R. E. & L. E. King (1970). "The traffic conflicts technique applied to rural intersections." *Accident Analysis & Prevention*, 2: 202-221.
- Erke, H. (1984). The Traffic Conflict Technique of the Federal Republic of Germany. *International Calibration Study of Traffic Conflicts*, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany: pp.107-120.
- Garder, P. (1989). Pedestrian safety at traffic signals: a study carried out with the help of a traffic conflicts technique. Department of Traffic and Transport Planning, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden
- Garder, P., C. Johansson, L. Leden, et al. (1999). Towards a safe traffic environment for children - a starting point. ICTC workshop. Kaiserslautern.
- Getman, D. & L. Head (2003). *Surrogate Safety Measures From Traffic Simulation Models*. Office of Safety Research and Development, Federal Highway Administration
- Glauz, W. D. & D. J. Migletz (1980). Application of traffic conflict analysis at intersections. National Cooperative Highway Research Program
- Gledec, M. (1995). "The use of traffic conflict techniques in the process of educating traffic police."
- Gysen, G., A. Petermans, M. de Jong, et al. (2007). Observatie van verkeersconflicten in Vlaanderen. Resultaten van een proefproject op 2 kruispunten. Steunpunt Verkeersveiligheid
- Hayward, J. C. (1971). *Near misses as a measure of safety at urban intersections*. Pennsylvania: Pennsylvania State University
- Horst, A. R. A. v. d. (1980). *Gedragsobservaties op de demonstratie fietsroutes in Den Haag en Tilburg*. Soesterberg: TNO-IZF
- Horst, A. R. A. v. d. (1990). *A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters*. proefschrift. Delft: Technische Universiteit
- Hydén, C. (1987). *The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish traffic conflicts technique*. Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering
- Hydén, C. (1987). *The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish traffic conflicts technique*, . Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering
- Johansson, C., P. Gårder & L. Leden (2003). *The effect of change of code on safety and mobility for children and elderly as pedestrians at marked crosswalks - a case study comparing Sweden to Finland*.
- Johansson, C. & e. a. P. Gårder (2003). "The effect of change of code on safety and mobility for children and elderly as pedestrians at marked crosswalks - a case study comparing Sweden to Finland."

- Katamine, N. & I. Hamarneh (1998). "Use of the traffic conflict technique to identify hazardous intersections." *Road and Transport Research*, 7(3).
- Kraay, D. J. H. S. & V. A. N.-T. Güttinger (1976). Development of a conflict observation technique; Operationalisation, methodological problems and the use of the technique in two field situations in Delft, Contributed to OECD Special Research Group on Pedestrian Safety.: SWOV
- Kraay, J. H., A. R. A. van der Horst & S. Oppe (1986). Handleiding voor de conflictobservatietechniek DOCTOR (Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research): Deel I. Methode en toepassingsbereik, Deel II. Trainen met de DOCTOR-techniek, SWOV, IZF-TNO.: SWOV, IZF-TNO
- Kruyssen H.W. & Wijnhuizen G.J. (1992). "Why are experts not better in judging the danger of filmed traffic conflicts?" *Accident Analysis & Prevention*, 24(3): 227-35.
- Kruyssen, H. W. (1987). *Dokteren aan de DOCTOR-methode; Een kritische studie van de Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research*. Werkgroep Veiligheid, Rijksuniversiteit Leiden
- Kruyssen, H. W. (1989). "The subjective evaluation of traffic conflicts based on an internal concept of dangerousness." *Accident Analysis & Prevention*, 23(1): 53-65.
- Lammar, P. (2006). *Casestudies onderregistratie van ernstig gewonde verkeersslachtoffers. Officiële ongevalgegevens versus ziekenhuisgegevens*. Steunpunt Verkeersveiligheid (VUB)
- Laureshyn, A. (2005). Automated video analysis and behavioural studies based on individual speed profiles. 18th ICTCT workshop, Helsinki.
- Linderholm, L. (1992). *Traffic Safety Evaluation of Engineering Measures; Development of an Method and its Applications to How Physical Lay-Outs Influence Bicyclists at Signalized Intersections*. Lund: University of Lund
- Lindskog, P. & G. Al Haji (2005). *Road Safety in Southeast Asia; factors affecting motorcycle safety*. ICTCT extra workshop. Campo Grande.
- Lord, D. (1996). "Analysis of Pedestrian Conflicts with Left-Turning Traffic." *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD*,(1538).
- Lötter, H. J. S. (2001). *Course on traffic conflict measuring technique*. CSIR, Transportek (Western Cape Provincial Office).
- Lötter, H. J. S. (2001). *Course on traffic conflict measuring technique, 19-21 september 2001*. CSIR, Transportek (Western Cape Provincial Office)
- Malkhamah, S., M. Tight & F. Montgomery (2005). "The development of an automatic method of safety monitoring at Pelican crossings." *Accident Analysis & Prevention*, 37(5): 938-946.
- Minderhoud, M. & P. Bovy (2001). "Extended time to collision measures for road traffic safety assessment." *Accident Analysis and Prevention*, 33: 89-97.
- Minderhoud, M. & P. Bovy (2001). "Extended time to collision measures for road traffic safety assessment." *Accident Analysis and Prevention*, 33: 89-97.
- Minnen, J. v. (1994). *Voor- en nastudies op rotondelocaties*. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
- Oh C., P., S., Ritchie, S. (2005). "A method for identifying rear-end collision risks using inductive loop detectors." *Accident Analysis and Prevention*, 38: 295-301.
- Oppe, D. S. & J. H. Kraay (1975). *Conflict analysis techniques for road safety research*. Contributions to OECD Special Research Group on Pedestrian Safety.: SWOV
- Paddock, R. D. (1974). "The traffic conflict technique: An accident prediction method."
- Perkins, S. R. & J. I. Harris (1968). "Traffic conflict characteristics: Accident potential at intersections." *Highway Research Record*, 225: 45-143.
- Petermans, A., G. Gysen, M. de Jong, et al. (2007). *Handleiding Zweedse conflictobservatietechniek*. Diepenbeek, België: Steunpunt verkeersveiligheid

- Qayyum, T. I. (1983). Validity and use of traffic conflict technique : a study in the Kingdom of Saudi Arabia. KFUPM
- Ratrout, N. T., K. A. Al-Ofi & S. Iyaz (2003). "Validation and Improvement of a Rear-end Conflict Prediction Model."
- Rodriguez, F. & T. Sayed (1999). "Accident Prediction Models for Urban Unsignalized Intersections in British Columbia." *Transportation Research Record*, 1692: 30-38.
- Salman, N. K. A.-M., K J (1995). "Safety evaluation at three-leg, unsignalized intersections by traffic conflict technique." *Transportation Research Record No. 1485, Human Performance and Safety in Highway, Traffic, and ITS Systems*.
- Sayed, T. (1997). Estimating the Safety of Unsignalized Intersections Using Traffic Conflicts. Third International Symposium on Intersections without Traffic Signals. Transportation Research Board. Oregon.
- Sayed, T., and Zein, S. (1999). "Traffic Conflict Standards for Intersections." *Transportation Planning and Technology*, 22: 309-323.
- Sayed, T., Brown, G., and Navin, F., (1994). "Simulation of Traffic Conflicts at Unsignalized Intersections with TSC-Sim." *Accident Analysis and Prevention*, 26(5): 593-607.
- Shbeeb, L. (2000). Development of traffic conflict technique for different environments: A comparative study of pedestrian conflicts in Sweden and Jordan. Lund: Technical University
- Songchitruksa P. & Tarko A. (z.j.). Evaluating Risk of Right-Angle Collisions at Traffic Signals - A Practical Method.:
- Spicer, B. R. (1972). A traffic conflict study at an intersection on the Andoversford bypass. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, UK
- Spicer, B. R. (1973). A study of traffic conflicts at six intersections. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, UK
- Svensson, Å. (1998). A method for analysing the traffic process in a safety perspective. Lund: Lund Institute of Technology
- Svensson, Å. & C. Hydén (2006). "Estimating the severity of safety related behaviour." *Accident Analysis & Prevention*, 38(2): 379-385.
- Tarko, A. P. & P. Songchitruksa (2005). Estimating the frequency of crashes as extreme traffic events. 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- ter Kuile, R. J. (2006). Rijgedrag en verkeersafwikkeling bji werk in uitvoering met versmalde rijstroken. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS) 2006: Samenwerken is topsport. Rotterdam.
- Thomas, C. M. (2005). Behaviour at Pedestrian Crossings. Fussverkehr Schweiz (Swiss Pedestrian Association)
- Tourinho, L. F. B. & H. E. I. T. Pietrantonio (2004). Parameters for evaluating pedestrian safety problems in signalized intersections using the traffic conflict analysis technique - a study in São Paulo, Brazil. D.Sc. Department of Transportation Engineering, EPUSP-Polytechnic School, University of São Paulo, Brazil
- Uno, N., Y. Iida, S. Itsubo, et al. (2006). A microscopic analysis of traffic conflict caused by lane-changing vehicle at weaving section,. Department of Civil Engineering: Kyoto University, Japan
- van Bekkum, P. A. (z.j.). Conflictobservatiemethode DOCTOR. NHTV
- Van den Bossche, F. (2006). Road Safety, Risk and Exposure in Belgium; an econometric approach. Doctoral dissertation. Diepenbeek, Belgium: Hasselt University
- Via-advies (2006). AVOC's. <http://www.via-advies.nl/bottom.asp?id=183>.