

**Vergelijking van drie verkeersveiligheidsindicatoren:  
ongevallen, conflictobservatie en microsimulatie**

Kristof Mollu, BSc  
Student Universiteit Hasselt  
kristof.mollu@student.uhasselt.be

ir. Mike Bérénos  
Docent Universiteit Hasselt/IMOB  
mike.berenos@uhasselt.be

ir. Atze Dijkstra  
Onderzoeker SWOV  
atze.dijkstra@swov.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
20 en 21 november 2008, Santpoort**

## Samenvatting

### *Vergelijking van drie verkeersveiligheidsindicatoren: ongevallen, conflictobservatie en microsимулатie*

Verkeersonveiligheid is een maatschappelijk probleem. Elk slachtoffer in het verkeer is er een te veel en daarom moet er aandacht besteed worden aan de verbetering van het verkeerssysteem. Hiervoor is er nood aan snelle, correcte en frequente data over verkeersonveiligheid. Deze paper beschrijft twee alternatieve meetmethoden voor de ongevallenregistratie en past deze toe in de praktijk.

De conflictobservatie is een techniek waarmee in de praktijk ruime ervaring is opgedaan. Deze techniek kan na een korte opleiding eenvoudig worden toegepast, ook door "leken". Aangezien onderzoek heeft aangetoond dat de factoren die een conflict veroorzaken dezelfde zijn als de factoren die leiden tot ongevallen, wordt de techniek gebruikt om een indicatie te geven van de verkeersveiligheid. Omdat er niet gewacht moet worden op het feitelijke plaatsvinden van een ongeval kan de analyse van de bijna-ongevallen dadelijk gebeuren. Op deze manier kan er proactief gehandeld worden, wordt er op korte termijn inzicht verkregen in de verkeers(on)veiligheid van een locatie en worden de oorzaken van de onveiligheid blootgelegd. De ernst van een conflict wordt bepaald door de tijd die overblijft tot een botsing plaatsvindt (time-to-collision, TTC). Situaties die leiden tot bijna-ongevallen worden ernstige conflicten genoemd en worden gedefinieerd aan de hand van de time-to-accident (TA).

De verkeersveiligheidsanalyse op basis van microsimulation biedt een sterk potentieel om snel gegevens te verkrijgen en analyses uit te voeren. Als de invoervariabelen in het simulatiemodel correct gedefinieerd worden, dan kunnen de conflicten snel berekend worden via een statistisch programma. Microsimulation kan tevens gebruikt worden om het effect van bepaalde maatregelen door te rekenen zodat de optimale oplossing voor het veiligheidsprobleem gezocht kan worden.

Deze twee methodes zijn in de praktijk getoetst op twee kruispunten in Vlaanderen. Omdat er nog weinig onderzoek verricht is naar deze alternatieven is er een poging ondernomen om een risicocijfer te berekenen dat de verkeersveiligheid aangeeft. Het risicocijfer deelt het aantal conflicten dat wordt geregistreerd door de expositie tijdens de registratie. Hierdoor wordt een cijfer verkregen dat ligt tussen 0 en 1; hoe dichterbij 0, hoe veiliger het kruispunt.

Beide alternatieven zijn nog niet optimaal ontwikkeld en moeten dan ook verder bestudeerd worden zodat ze een goed alternatief bieden voor de huidige analysemethode. De conclusie van deze studie is dat de huidige analyse op basis van ongevallendata goed is ontwikkeld maar op sommige vlakken tekortschiet. De verkeersveiligheidsanalyse op basis van de conflictobservatie zal ook blijven bestaan en meer bepaald wellicht in ontwikkelingslanden waar er minder accuraat ongevallendata worden bijgehouden en waar de kosten van software te duur worden. In de Westerse landen verdient het de voorkeur om microsimulation aan te moedigen omdat op een snelle manier inzicht verkregen kan worden in de verkeers(on)veiligheid. Wel dienen dan de gedragsmatige aspecten in de simulatie zo veel mogelijk worden meegenomen.

## **Inhoudsopgave**

Samenvatting.....	pg 2
H1    Aanleiding van het onderzoek.....	pg 4
H2    Theorie en achtergronden.....	pg 4
2.1 Verkeersongevallenregistratie	
2.2 Conflictobservatie	
2.3 Microsimulatie	
2.4 Besluit	
H3    Praktijkwerk.....	pg 9
3.1 Kruispunt 1: Zutendaal	
3.2 Kruispunt 2: Genk	
H4    Conclusie en toekomst.....	pg 14
4.1 Conclusies	
4.2 Aanbevelingen	

## 1. Aanleiding van het onderzoek

Verkeerskundigen zijn altijd op zoek naar een verbetering van de verkeersveiligheid omdat een onveilig verkeerssysteem een negatief aspect vormt van het verkeersproces en maatschappelijk niet verantwoord is. Hiervoor voert men analyses uit op ongevallendata om op die manier de oorzaken van de ongevallen te achterhalen. Een nadeel van deze data is dat ze vaak onjuist en onvolledig zijn. Een studie van Lammar (2006) toonde aan dat de registratiegraad van ongevallen met letsel maximaal 60% bedraagt. In de huidige ongevallenstatistieken gaat er dus heel veel informatie verloren. Bovendien zijn ongevallen zeldzaam van aard en hebben ze een onvoorspelbaar karakter (de Jong, Gysen, Petermans & Daniels, 2007) waardoor de data moeilijk te analyseren vallen. Om statistische analyses te maken, moeten er voldoende data beschikbaar zijn. Via de huidige analysemethode – op basis van ongevallencijfers – moet er in veel gevallen lang (enkele jaren) gewacht worden om analyses uit te voeren. Daarom wordt er naar andere methodes gezocht om de verkeers(on)veiligheid uit te drukken. De verkeersconflictechniek (Engels: Traffic Conflict Technique, TCT), ook conflictobservatie genoemd, is een dergelijke methode. De (on)veiligheid van een situatie wordt beoordeeld op basis van het waargenomen gedrag van de actoren. Hydén (1987) en van der Horst (1990) hadden als stelregel dat het gedrag van bestuurders bij bijna-ongevallen een bron van informatie bevat. Via microsimulatiemodellen kan ook belangrijke informatie over verkeersonveiligheid naar boven komen. Het is immers een methode om het verkeersgedrag van de verkeersdeelnemers gedetailleerd na te bootsen.

In hoofdstuk twee vindt u de theorie/achtergrond van de verkeersveiligheidsanalyse van kruispunten terug. Hierin worden drie methodes besproken: ongevallenregistratie, conflictobservatie en microsimulatie. Het derde hoofdstuk bevat twee toepassingen van de theorie. Ten slotte vindt u in het laatste hoofdstuk een beknopte conclusie terug met een aanzet tot verder onderzoek.

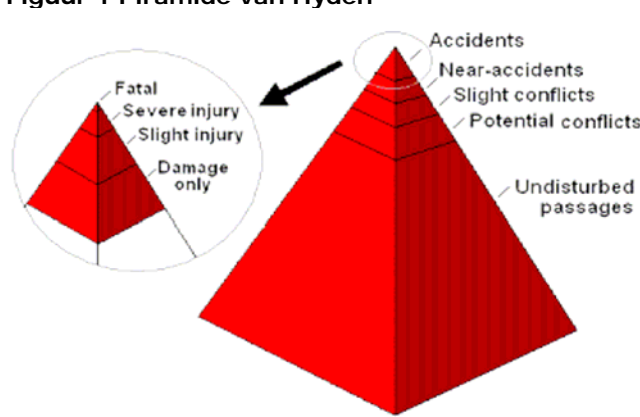
Deze paper is gebaseerd op een onderzoek van Kristof Mollu (2008) aan de Universiteit Hasselt in het kader van een Bachelorthesis over het onderwerp verkeersveiligheid, conflictobservatie en microsimulatie.

## 2. Theorie en achtergronden

Verkeersonveiligheid kan op verschillende manieren (objectief) gemeten worden met elk enkele voor- en nadelen. Traditioneel wordt verkeersonveiligheid uitgedrukt in het plaatsvinden van ongevallen. Een andere manier om de onveiligheid uit te drukken, is kijken naar het gedrag van verkeersdeelnemers en conflicten. De observatie van het verkeer heeft enkele voordelen ten opzichte van de registratie van ongevallen (Hydén, 1987). Figuur 1 geeft de verschillende gebeurtenissen weer die in het dagelijkse verkeer gebeuren. Ongevallen vormen slechts het topje van de ijsberg en in de meerderheid van de gevallen gebeurt de verkeersafwikkeling zonder conflicten. Omdat ongevallen zo zeldzaam van aard zijn en vaak niet geregistreerd worden, moet er meestal enkele jaren gewacht worden op voldoende data om analyses uit te voeren. Dit is ethisch niet verantwoord omdat men pas maatregelen kan treffen nadat er enkele ongevallen gebeurd zijn. Conflicten bevinden zich aan de bovenzijde van de piramide en komen

frequenter voor. Omdat er niet gewacht moet worden op het feitelijke plaatsvinden van een ongeval kan de analyse van de bijna-ongevallen dadelijk gebeuren. Op deze manier kan er proactief gehandeld worden, wordt er op korte termijn inzicht verkregen in de verkeers(on)veiligheid van een locatie en worden de oorzaken van de onveiligheid blootgelegd. Het ligt niet in de bedoeling van dit werkstuk om elke meetmethode uitvoerig te bespreken, maar hieronder wordt een korte introductie gegeven tot sommige methodes die de onveiligheid aanduiden.

**Figuur 1 Piramide van Hydén**



**Bron Universiteit Lund (n.d.)**

### *2.1 Verkeersongevallenregistratie*

Om de verkeersveiligheid te beoordelen op basis van ongevallendata wordt er in Vlaanderen gebruik gemaakt van de 'gevaarlijke punten benadering'. Deze benadering gaat aan de hand van drie opeenvolgende jaren van letselongevallen na of een punt als gevaarlijk beschouwd moet worden door een prioriteitscoëfficiënt te berekenen. De prioriteitscoëfficiënt wordt berekend door een gewicht toe te kennen aan de ernst van de ongevallen: een dode krijgt een gewicht van 5, een zwaargewonde 3 en een lichtgewonde 1. Wanneer een kruispunt een score heeft van meer dan 15 spreekt men in België over een gevaarlijk punt.

In deze aanpak worden enkel de geregistreerde ongevallen meegenomen. Er wordt dus geen rekening gehouden met subjectieve onveiligheid en met ongevallen die niet geregistreerd zijn. Bovendien worden de ongevallenlocaties bepaald op basis van historische gegevens. Volgens Brijs, Geurts, Vanhoof & Wets (2004) hebben studies uitgewezen dat deze methode geen goede schatter is van de onveiligheid van een locatie omdat ongevallen onderhevig zijn aan het toeval en fluctueren rond een gemiddelde waarde die eigen is aan de locatie. Het fenomeen waarbij een bepaalde variabele schommelt rond haar gemiddelde wordt 'regressie naar het gemiddelde' genoemd. Wanneer er dus puur naar enkele jaren in het verleden wordt gekeken, kunnen er foute conclusies worden getrokken.

### *2.2 Conflictobservatie*

In 1977 heeft een groep onderzoekers op de eerste 'International Traffic Conflicts Workshop' in Oslo een algemene definitie gegeven aan een conflict: "A conflict is an

*observational situation in which two or more road users approach each other in space and time to such an extent that a collision is imminent if their movements remain unchanged.*” De definitie geeft de veronderstelling dat er een sterke relatie bestaat tussen ernstige conflicten en ongevallen. Deze veronderstelling is door Kraay, van der Horst & Oppe (1986) bevestigd. Ongevallendata zijn nochtans objectief terwijl de beoordeling van een conflict eerder subjectief is.

Christer Hydén was een pionier in het onderzoek naar conflictobservatie en vereenvoudigde de techniek meermaals waardoor ze relatief eenvoudig is qua gebruik en qua interpretatie. Hydén was van mening dat de ernst van een conflict bepaald wordt door de tijd die overblijft tot een botsing plaatsvindt (time-to-collision). Situaties die leiden tot bijna-ongevallen worden ernstige conflicten genoemd. Om deze te kunnen bepalen moet de time-to-accident (TA) berekend worden. De variabelen die hiervoor belangrijk zijn, zijn de snelheid van de verkeersdeelnemers en de afstand tot het denkbeeldige botspunt. Deze worden door observaties waargenomen via waarnemers en/of via camera's. Het verdient de voorkeur om te werken met camera's omdat er op deze manier een dubbele controle is van de waar te nemen variabelen. Er wordt uitgegaan van een minimale observatieperiode van 18 uur, gespreid over drie dagen.

#### *Time-to-collision (TTC)*

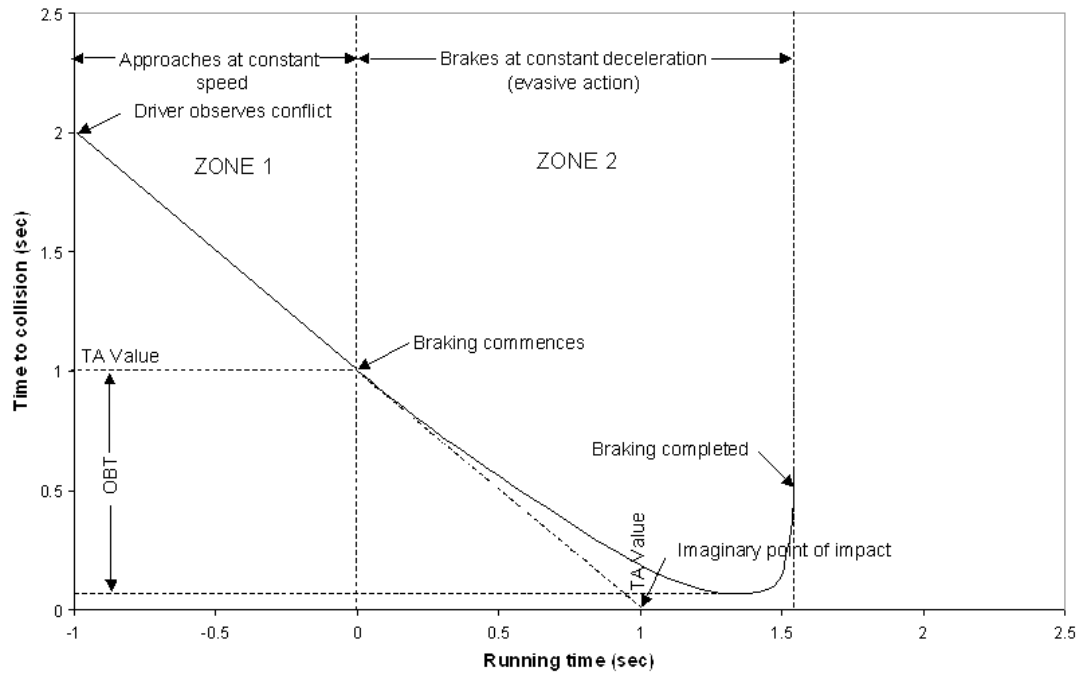
De tijd die nodig is om twee weggebruikers te laten botsen indien er geen ontwijkingsactie of remmanoeuvre plaatsvindt, wordt de time-to-collision (TTC) genoemd. Zolang er een botskoers is, beschrijft de TTC een continue functie van de tijd. De TTC-waarde is eindig en neemt af naarmate het ongeval dichterbij komt (zie grafiek 1). De TTC is een zeer precieze maat, maar voor het bepalen van het moment van ontwijking is een goede training noodzakelijk.

De laagste waarde die de TTC bereikt, wordt  $TTC_{min}$  genoemd. Deze waarde is een goede indicator voor de maximale kans op botsen en beschrijft de uiteindelijke afloop van de botskoers. Onderzoek heeft aangetoond dat naarmate de  $TTC_{min}$  lager wordt, de kans op een ongeval toeneemt. Een precieze minimale waarde kritische waarde is nooit vastgesteld. Meestal hanteren onderzoekers waarden die hooguit enkele seconden bedragen (FHWA, 2003; Dijkstra & Drolinga, 2006; Kraay & van der Horst, 1988; Archer, 2005).

#### *Time-to-accident (TA)*

De ernst van een conflict wordt naast de TTC – die vaak moeilijk te vatten is – vastgelegd door de time-to-accident (TA). Deze indicator is een speciale waarde van de TTC en begint op het moment dat de ontwijkingsactie start en eindigt op het moment dat de botsing zou hebben plaatsgevonden als er geen ontwijkingsactie had plaatsgevonden (zie grafiek 1). De waarde geeft dus de tijd aan die overblijft tussen de ontwijkingsactie en de potentiële botsing. Om te bepalen of een conflict al dan niet ernstig is, worden er twee kenmerken geobserveerd: de snelheid van de verkeersdeelnemers op het moment van de ontwijkingsactie en de afstand tot het potentiële botspunt. De TA-waarde wordt berekend op basis van de volgende formule (Archer, 2005; de Jong et al., 2007):  
 $TA = d/v$  (met  $d$  de afstand in meter en  $v$  de snelheid in m/s).

**Grafiek 1 Interactie weggebruikers tijdens een conflictobservatie (TTC en tijd)**



**Bron Hydén (1987); gekopieerd uit de Jong et al. (2007)**

Vervolgens wordt op basis van de gevonden TA-waarde en de geobserveerde snelheid in een grafiek opgezocht of een conflict ernstig of gering is. De grens hiertussen wordt bepaald door de optimal breaking time. De optimal breaking time is de tijd dat een gemiddeld voertuig nodig heeft om op een droog wegdek, net voor het botsingspunt, veilig tot stilstand te komen, vermeerderd met een extra veiligheidsmarge van 0,5 seconden.

#### *Post-encroachment-time (PET)*

Een andere indicator die de ernst van een conflict vastlegt, is de post-encroachment-time (PET). De PET is een objectieve maat die de bijna-conflicten beschrijft van verkeersdeelnemers die eenzelfde conflictzone passeren met een klein tijdsverschil. In tegenstelling tot de TA moet er geen botskoers aanwezig zijn want het is mogelijk dat weggebruikers elkaar op het nippertje missen zonder dat ze dezelfde koers hebben (bijvoorbeeld op kruispunten). Een kleine verandering van de rijkoers of -snelheid kan tot een reële botsing leiden. Een voordeel van deze indicator is het gemak waarmee hij kan worden gemeten. Er moet immers geen inschatting gemaakt worden van afstanden of snelheden, wat vaak subjectief is. Het volstaat om het verschil in tijd te meten tussen het verlaten van de eerste weggebruiker van de conflictzone en het betreden van de tweede weggebruiker van die zone (FHWA, 2003; Archer, 2005; de Jong et al., 2007; Kraay & van der Horst, 1988).

De Jong et al. (2007) definiëren de PET als volgt: "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."

Onderzoek van Kraay et al. (1986) heeft aangetoond dat ook hier geldt dat kleine PET-waarden overeenkomen met een grotere kans op een ongeval. Er wordt aangenomen dat een waarde kleiner dan 1,5 seconden als kritisch mag worden beschouwd.

### *Betrouwbaarheid*

De betrouwbaarheid van de Traffic Conflict Technique (conflictobservatie) hangt in grote mate af van de observaties. Als deze niet nauwkeurig gebeuren, kunnen er geen betekenisvolle resultaten behaald worden. De waarnemingen door observatoren of door een combinatie van observatoren en camera's zijn steeds gevoelig voor interpretaties die het resultaat kunnen beïnvloeden. Hierdoor is er een grote toekomst weggelegd voor het automatisch registreren van conflicten door 'intelligente camera's'. Het is erg belangrijk dat observatoren degelijk getraind zijn om situaties te kunnen inschatten.

Ook als de observaties op betrouwbare wijze gebeuren dan nog ligt – volgens Kraay & van der Horst (1988) – het doel van conflictobservatie niet in het voorspellen van absolute aantallen van ongevallen, maar wel in het opsporen en analyseren van onveilige situaties. Doordat ongevallen zo weinig voorkomen, is het niet realistisch om aantallen te voorspellen. De techniek zal wel trachten aan te geven welke vormen van vastgesteld conflictgedrag de kans op een ongeval verhogen en wat de gevolgen daarvan zijn (=diagnose stellen). Er zal een theorie gevormd worden die een aantal aspecten van de verkeersonveiligheid zal onderzoeken en er kunnen evaluaties van maatregelen plaatsvinden met behulp van het vergelijken van conflictgedrag van de voor- en nasituatie. De techniek wordt dus eerder gezien als een verzameling van informatie die ongevalldata aanvult (de Jong et al., 2007).

### *2.3 Microsimulatie*

In een microsimulatiemodel wordt de werkelijkheid nagebootst op de schaal van individuele verkeerseenheden zodat er reële voertuiginformatie kan worden verkregen. Door simulatie kunnen maatregelen worden getest op een netwerk zonder dat ze in de werkelijkheid worden doorgevoerd. De effecten ervan kunnen onmiddellijk worden geanalyseerd zodat er eventueel kan worden overgegaan tot implementatie. Volgens Dijkstra en Drolinga (2006) zijn vanouds verkeersmodellen vooral bedoeld om de doorstroming in een wegennet te optimaliseren en heeft de verkeersveiligheid geen speciale functie of speciaal doel binnen dergelijke modellen. In microsimulatiemodellen worden evenwel individuele voertuigen op basis van enkele vooraf ingestelde randvoorwaarden en via diverse variabelen gesimuleerd. De variabelen zijn een functie van hulpmiddelen in het voertuig, voorzieningen op de weg, motief van de bestuurder, tijdstip en interactie met het overige verkeer gedefinieerd. Hierdoor is het mogelijk om de verkeerscirculatie ook te optimaliseren als functie van de verkeersveiligheid in plaats van als functie van de doorstroming.

Het softwarepakket S-Paramics biedt ondersteuning bij de analyse en besluitvorming van uiteenlopende verkeerssituaties en is geschikt voor maatregelen op alle niveaus. De simulatie-output wordt in een rekenmodule ingegeven die geprogrammeerd is in SAS (SAS, 2005). Deze module is ontwikkeld door de SWOV en genereert enkele veiligheidsindicatoren op basis van de gesimuleerde conflicten in Paramics. De indicatoren op voertuigniveau bepalen de veiligheid op hogere niveaus. Het



eerstvolgende niveau, na de voertuigen, zijn de wegvakken en de kruispunten. De veiligheid op een kruispunt kan dus berekend worden door de veiligheid van alle passerende voertuigen te sommeren. Het aantal conflicten dat gedurende een bepaalde periode op een kruispunt optreedt, is een maat voor de verkeersveiligheid van dat kruispunt. De relatieve maat voor het aantal conflicten wordt berekend door het aantal conflicten te delen door een expositiemaat (bijvoorbeeld het aantal gepasseerde voertuigen) en wordt weergegeven als risicocijfer.

#### *2.4 Besluit*

In de literatuur is er veel aandacht geschonken aan verkeersongevallenregistratie maar de twee andere methodes, conflictobservatie en microsimulatie, zijn onderbestudeerd, ook in België. Recent heeft het Instituut voor Mobiliteit in België wel twee onderzoeksprojecten opgestart over conflictobservatie maar de relatie met microsimulatie werd niet onderzocht. Deze relatie is thans belangrijk omdat beide methodes conflicten bestuderen en dus op een of andere manier met elkaar verbonden zijn. Als we deze relatie weten dan kunnen we voorspellen en als we kunnen voorspellen dan weten we. Het volgend hoofdstuk gaat over het meten (=weten) van zaken die met verkeersveiligheid, conflictobservatie en microsimulatie te maken hebben.

### **3. Praktijkwerk**

Nadat de theorie om de verkeersveiligheid van een kruispunt uit te drukken gekend is, kan deze toegepast worden op enkele kruispunten. In overleg met de SWOV werden twee kruispunten geselecteerd waarvoor de drie meetmethodes van verkeersveiligheid werden berekend. Om een aantal redenen is gekozen voor eenvoudige kruispunten: eenvoudig in vormgeving en eenvoudig in conflicttypen. In deze studie is er sprake van een dwarsconflict (weggebruikers kruisen elkaar) en een convergerend conflict.

#### *3.1 Kruispunt 1: gemeente Zutendaal, België*

##### *Situering*

Het T-kruispunt (N77 Trichterweg/Gijzenveldstraat) situeert zich net op de grens met de gemeente Lanaken in het oostelijk gedeelte van de gemeente Zutendaal. Volgens het gemeentelijk mobiliteitsplan is de N77 – die een verbinding vormt tussen Zutendaal en Lanaken – geselecteerd als een lokale weg type I en de Gijzenveldstraat als een lokale weg type II. De Gijzenveldstraat ontsluit de woonkern Bessemeer en voorziet de verbinding naar Stalken en naar het recreatieterrein 'Mooi Zutendaal'.

De N77 vertoont richting Zutendaal (tak A) en richting Lanaken (tak B) hetzelfde wegbeeld.

**Figuur 2 Beschrijving N77 Trichterweg (tak A en B)**

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Profiel: 1x2 (asfalt)</li><li>- Snelheid: 70 km/u</li><li>- Voorrangsweg</li><li>- (Vrijliggende) fietspaden</li><li>- Geen oversteekvoorzieningen</li><li>- Tracé openbaar vervoer</li><li>- Halte openbaar vervoer op 90 m (tak A) met een bushaven</li></ul>
---	---

**Figuur 3 Beschrijving Gijzenveldstraat (tak C)**

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Profiel: 1x2 (asfalt)</li><li>- Snelheid: 50 km/u</li><li>- Middengeleider ter hoogte van kruispunt</li><li>- Geen fietsvoorzieningen</li><li>- Geen oversteekvoorzieningen</li><li>- Tracé openbaar vervoer</li></ul>
---	--

#### *Verkeersveiligheidsanalyse*

Uit de ongevallendata '97-'99 van het kruispunt wordt afgeleid dat dit kruispunt slecht scoort en als onveilig geclassificeerd wordt. In deze periode zijn er enkele ongevallen gebeurd waarbij veel weggebruikers betrokken waren waardoor de prioriteitsfactor hoog ligt (27 punten). Maar wanneer de prioriteitsfactor voor de periode '02-'04 wordt herberekend, blijkt dat het kruispunt als zeer veilig bestempeld kan worden (3 punten). In vergelijking met de eerste periode kunnen er dus heel andere conclusies worden getrokken. De verkeersveiligheid op het kruispunt lijkt verbeterd te zijn terwijl er nochtans geen maatregelen genomen zijn. Een reden voor deze schommeling is het toevalskarakter van ongevallen. Ofwel gebeurden er in '97-'99 meer ongevallen dan gemiddeld, ofwel scoorde de periode '02-'04 lager dan gemiddeld.

Uit de analyse met behulp van conflictobservatie voor een periode van 19 uur en 40 minuten blijkt dat er slechts drie ernstige conflicten zijn achterhaald. Op basis van deze conflicten kan er een risicocijfer berekend worden dat de onveiligheid uitzet tegen een expositiemaat. Dit risicocijfer brengt dus de relatie tussen intensiteit, gedrag en verkeersconflicten in beeld. De onveiligheid wordt uitgedrukt in aantal ernstige conflicten, terwijl de expositie wordt uitgedrukt in aantal passerende autovoertuigen vanuit Zutendaal gedurende de observaties. Dit geeft voor het risicocijfer een waarde tussen 0 en 1: hoe lager de waarde, hoe veiliger het kruispunt. Theoretisch gezien ligt dit cijfer tussen 0 en 1 maar in de praktijk zullen er nooit evenveel conflicten gebeuren als de intensiteit in de drukste richting. Daarom wordt aangenomen dat het cijfer dichter tegen 0 leunt dan tegen 1. In de literatuur is er nog geen vergelijkingsmateriaal beschikbaar, hetgeen betekent dat de berekende waarden in deze studie met voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden. Uit onderstaande formule blijkt dat het kruispunt in Zutendaal een risicocijfer van 0,0006 heeft.

$$\text{Risicocijfer} = \frac{\text{Onveiligheid}}{\text{Expositie}} = \frac{3}{5.024} = 0,0006$$

De analyse op basis van microsimulatie vindt plaats voor de avondspits van donderdag 7 februari 2008. Tijdens deze avondspits genereerde de software 32 ernstige conflicten met een TTC van onder de 2,5 seconden. Van deze 32 conflicten waren er 11 convergerende conflicten en 21 dwarsconflicten. Opvallend is dat de microsimulatie beduidend meer conflicten oplevert dan de conflictobservatie. Het risicocijfer op basis van microsimulatie bedraagt 0,0398 waaruit afgeleid kan worden dat het kruispunt eerder onveilig is.

### Besluit

**Tabel 1 Samenvatting verkeersveiligheidsanalyse Zutendaal**

	Ongevallendata ('97-'99)	Ongevallendata ('02-'04)
<b>Totaal aantal ongevallen</b>	8	3
<b>Prioriteitsfactor</b>	27	3
<b>Opgenomen door TV3V</b>	Ja	n.v.t.
<b>Besluit</b>	Onveilig	Veilig

	TCT (19u40)	Microsimulatie (Avondspits: do 07/02/'08)
<b>Totaal aantal ernstige conflicten</b>	3	32
<b>waarvan frontaal conflict</b>	0	0
<b>waarvan convergerend conflict</b>	0	11
<b>waarvan dwarsconflict</b>	3	21
<b>Risicocijfer</b>	0,0006	0,0398
<b>Besluit</b>	Veilig	Onveilig - Veilig

Zoals blijkt uit bovenstaande tabel is het kruispunt enkel op basis van de ongevallendata van '97-'99 onveilig. Wanneer de prioriteitsfactor voor een latere periode wordt herberekend, blijkt dat het kruispunt als zeer veilig bestempeld kan worden. Men kan zich dus afvragen of de methode die in Vlaanderen wordt gehanteerd wel zo geschikt is om de meest gevaarlijke punten in Vlaanderen weg te werken. Uit de analyse met behulp van de conflictobservatie (TCT) blijkt dat de verkeersveiligheid van het kruispunt in Zutendaal wel goed is. Omdat er weinig vergelijkingsmateriaal beschikbaar is voor de risicocijfers is het moeilijk om het berekende risicocijfer voor de microsimulatie onder te brengen als veilig of onveilig. Er wordt omwille van voorzichtigheidsredenen gekozen voor onveilig/veilig.

Zoals gezegd, worden er bij de analyse op basis van microsimulatie meer conflicten gedetecteerd dan via de TCT-methode terwijl er nochtans op een kortere tijd wordt gesimuleerd. De reden voor dit verschijnsel is terug te vinden in de theorie. Hieruit weet men dat de TCT-methode rekening houdt met het gedrag van de bestuurders waardoor er minder conflicten zullen optreden omdat mensen reageren op hetgeen zich voor hen afspeelt. Microsimulatie houdt enkel rekening met de onderlinge nadering van voertuigen en in mindere mate met het gedrag dat die (ongewenste) nadering zal proberen te beïnvloeden. In Paramics zullen daardoor meer conflicten optreden dan in de realiteit. De SWOV werkt aan een validatie om het aantal berekende conflicten om te kunnen rekenen naar het verwachte aantal ongevallen.


### 3.2 Kruispunt 2: gemeente Genk, België

#### Situering

Het tweede T-kruispunt (kruising N75 Hasseltweg/Slagmolenweg) dat geanalyseerd wordt, bevindt zich op het grondgebied van de gemeente Genk. De Hasseltweg – geselecteerd als secundaire weg type III– vormt de verbinding tussen Hasselt en Genk en is in lintvorm met kleinhandel omgeven. De Slagmolenweg – geselecteerd als lokale weg type II– vormt de ontsluiting van een kleine woonwijk. Op de Hasseltweg geldt een snelheidslimiet van 70 km/u en op de Slagmolenweg 50 km/u.

Hieronder wordt een korte beschrijving van het kruispunt weergegeven. De Hasseltweg richting Hasselt (tak A) vertoont hetzelfde beeld als richting Genk (tak B).

**Figuur 4 Beschrijving N75 Hasseltweg (tak A en B)**

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Profiel: 1x2 (asfalt)</li><li>- Snelheid: 70 km/u</li><li>- Voorrangsweg</li><li>- Vrijliggend fietspad (aan een zijde)</li><li>- Tracé openbaar vervoer</li><li>- Halte openbaar vervoer op 180 m (tak A) met een bushaven</li><li>- Parkeerstrook aan een zijde</li><li>- Omgeven met kleinhandel</li></ul>
---	---

**Figuur 5 Beschrijving Slagmolenweg (tak C)**

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Profiel: 1x2 (asfalt)</li><li>- Snelheid: 50 km/u</li><li>- Fietssuggestiestroken</li><li>- Geen oversteekvoorzieningen</li><li>- Tracé openbaar vervoer</li></ul>
---	--

#### Verkeersveiligheidsanalyse

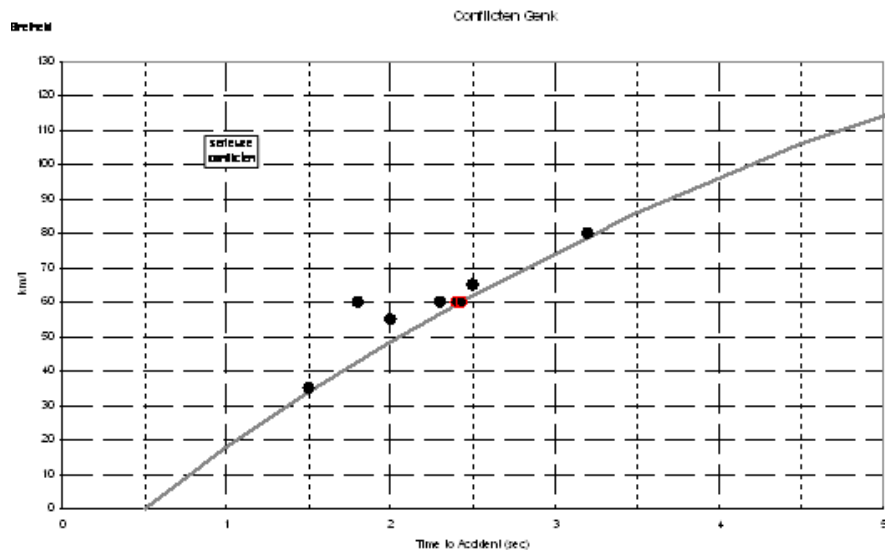
Op basis van de Databank Zwarte Punten in Vlaanderen (n.d.) werden er 17 ongevallen met gekwetsten geregistreerd in de periode '99-'01. Hierdoor krijgt dit kruispunt een prioriteitsfactor van 30 en kan er worden besloten dat het kruispunt een gevaarlijk punt is. In Vlaanderen is – ondanks de hoge prioriteitsfactor – het kruispunt niet opgenomen in de lijst met gevaarlijke punten.

Tijdens de observaties – die 12 uur duurden – zijn er 17 ernstige conflicten geregistreerd. Deze kunnen opgedeeld worden in 8 TA-waarden en 9 PET-waarden. In grafiek 2 worden de 8 TA-waarden visueel weergegeven als functie van de snelheid van het voertuig op de hoofdweg. De grijze kromme vormt de grens tussen lichte en serieuze conflicten. Uit deze grafiek kan men afleiden dat bijna alle conflicten dicht tegen de

grenslijn liggen. Om het relatieve aandeel conflicten te beoordelen, wordt ook hier een risicocijfer berekend door het aantal ernstige conflicten te vergelijken met het verkeer vanuit Hasselt. Met een risicocijfer van 0,0022 heeft het kruispunt een hoge verkeersveiligheid.

$$\text{Risicocijfer} = \frac{\text{Onveiligheid}}{\text{Expositie}} = \frac{17}{7.663} = 0,0022$$

**Grafiek 2 Conflicten te Genk op basis van TA-waarde (Snelheid als functie van TA)**



De simulatie voor het kruispunt te Genk vindt plaats voor de avondspits van vrijdag 15 februari 2008 tussen 16u en 18u. Er waren tijdens de avondspits 34 dwarsconflicten met een TTC-waarde tussen de 2 en de 2,5 seconden. Bovendien waren er nog 5 ernstigere dwarsconflicten met een TTC-waarde tussen de 1,5 en 2 seconden. Op deze manier werden er 39 ernstige dwarsconflicten gegenereerd met een TTC-waarde lager dan 2,5 seconden wat als kritisch beschouwd kan worden. Opmerkelijk is dat er geen convergerende conflicten werden geregistreerd. Een mogelijke verklaring hiervoor kan gevonden worden in het feit dat de snelheden tijdens de avondspits vrij laag waren wegens het drukke verkeer. Hierdoor is de afstand waarop een conflict optreedt veel kleiner waardoor er minder conflicten optreden. Ook hier wordt een risicocijfer berekend om de kruispunten te kunnen vergelijken. De expositiemaat is het aantal voertuigen vanuit Hasselt tijdens de avondspits. Wanneer beide termen worden ingevuld, verkrijgt men de waarde 0,0213. Dit betekent dat de verkeersveiligheid op basis van microsimulatie goed is.

## Besluit

**Tabel 2 Samenvatting verkeersveiligheidsanalyse Genk**

	Ongevallendata ('99-'01)
Totaal aantal ongevallen	17
Prioriteitsfactor	30
Opgenomen door TV3V	Nee
Besluit	Onveilig

	TCT (12u)	Microsimulatie (Avondspits: vrij 15/02/'08)
Totaal aantal ernstige conflicten	17	39
waarvan frontaal conflict	0	0
waarvan convergerend conflict	2	0
waarvan dwarsconflict	14	39
Risicocijfer	0,0022	0,0213
Besluit	Veilig	Veilig

Het kruispunt in Genk is onveilig op basis van de ongevallendata en veilig volgens de TCT-methode en microsimulatie. Het is vreemd dat dit kruispunt niet opgenomen is in het Zwarte Punten project in Vlaanderen, dat uitgaat van de ongevallen. Het risicocijfer van TCT ligt hoger in Genk dan in Zutendaal terwijl voor het risicocijfer van de microsimulatie het omgekeerde geldt. Het lagere risicocijfer voor microsimulatie kan worden verklaard door het ontbreken van convergerende conflicten waardoor de teller van de breuk kleiner wordt. Rekening houdend met de drie indicatoren kan besloten worden dat het kruispunt veilig is en dat er geen aanpassingen moeten plaatsvinden.

## 4. Conclusie en toekomst

### 4.1 Conclusie

In dit project is er nagegaan wat de resultaten zijn van het gebruik van ongevallendata, conflictobservatie en microsimulatie. Deze drie methodes vertellen elk iets over de verkeersveiligheid van een punt en kunnen (moeten) gezamenlijk gebruikt worden om analyses uit te voeren zodat de kans op foute conclusies geminimaliseerd wordt.

De literatuur en de praktijk tonen aan dat men momenteel overgaat tot maatregelen als blijkt dat er over een drietal jaren veel ongevallen gebeuren op een bepaalde locatie. Het Tijdelijke Vennootschap Veilig Verkeer Vlaanderen (TV3V) is belast met het wegwerken van de meest gevaarlijk punten van Vlaanderen en stelt hiervoor een prioriteitsfactor op op basis van ongevallendata uit het verleden. Zoals u heeft kunnen lezen, is dit misschien niet de ideale methode omdat ongevallen toevallsgebonden zijn en er hierdoor vaak foute conclusies worden getrokken. Daarom wordt er aanbevolen om in de toekomst niet louter naar ongevallen te kijken maar ook de analyse op basis van conflictobservatie en/of microsimulatie uit te voeren zodat werkelijk de gevaarlijke punten worden weggewerkt en de verkeersveiligheid in Vlaanderen verbeterd.

Omdat de analyse op basis van conflictobservatie zeer arbeidsintensief is, verdient het de voorkeur om deze methode te automatiseren. Er kunnen camera's worden gebruikt die gedurende een langere periode (minimaal 18 uur) voertuigbewegingen registreren, zonder dat er een persoon aanwezig hoeft te zijn. Deze beelden kunnen aan de hand van software automatisch worden geïnterpreteerd zodat de output de belangrijkste

kenmerken geeft, zoals het aantal conflicten en het soort conflict. Hierdoor verdwijnt het arbeidsintensieve en soms ook subjectieve karakter van conflictobservatie. Een nadeel zou wel zijn dat ander opvallend gedrag niet wordt gedetecteerd maar ook hier zou software voor ontwikkeld kunnen worden. Momenteel is er op een enkele plek software beschikbaar die deze opdracht aankan. De mogelijkheid voor meer verspreiding hiervan moet dan ook onderzocht worden.

De analyse op basis van microsimulatie is een vrij eenvoudige en snelle analyse die in de toekomst vaker kan en moet worden toegepast. Momenteel moeten in een microsimulatiepakket zoals S-Paramics enkel de aantallen herkomsten en bestemmingen (via intensiteiten) gegenereerd worden en de vormgeving van een kruispunt worden ingegeven, waarna het model een output genereert. Deze output wordt dan ingelezen in een SAS-module die op haar beurt indicatoren zoals het aantal en het soort conflict weergeeft. In de toekomst zou het wenselijk zijn dat er nog andere indicatoren worden gedefinieerd zodat ook het verkeersgedrag van bestuurders beter wordt meegenomen in het microsimulatiemodel.

Het simulatiemodel moet bovendien in staat zijn om de snelheden en de conflicten rechtstreeks te visualiseren. Dit is zeer nuttig om de verkeersonveiligheid van een punt te illustreren aan het beleidsniveau. Een visuele weergave van de conflicten – bijvoorbeeld het rood kleuren van conflicterende auto's – zegt voor beleidsmensen meer dan de huidige output. Omdat enkel de SWOV beschikt over de veiligheidsmodule in SAS moet er meer onderzoek verricht worden naar een ruimere inzet van microsimulatie in het veiligheidsonderzoek. Als elke gemeente microsimulatie kan gebruiken in de verkeersveiligheidsproblematiek zal er immers vooruitgang geboekt worden.

Een laatste aanbeveling is het ontwikkelen van vergelijkingsmateriaal voor de conflictobservatie en microsimulatie. Er is weinig of geen vergelijkingsmateriaal beschikbaar in de literatuur. Dit onderzoek is tevens te beperkt om te kunnen concluderen welke analysemethode het best is. Daarom verdient het de voorkeur om de drie methodes gelijktijdig te gebruiken en het verkeersveiligheidsoordeel te bepalen aan de hand van deze drie scores. Er is een poging ondernomen om een risicocijfer te ontwikkelen voor conflictobservatie en microsimulatie maar voor dit cijfer is er nog geen vergelijkingsmateriaal beschikbaar. Een laag risicocijfer (dicht tegen 0) betekent dat de locatie veilig is, maar uit de analyse van twee kruispunten kan er geen kritieke grenswaarde worden gedefinieerd die de scheiding tussen onveilig en veilig aanduidt.

Het is dus aan te bevelen om een gevalideerde verkeersveiligheidsmodule beschikbaar te maken voor iedereen zodat men op drie manieren de veiligheid van een locatie kan beoordelen.

De conclusie van deze studie is dat de huidige analyse op basis van ongevallendata goed is ontwikkeld maar op sommige vlakken tekortschiet. In de toekomst zal deze methode nog steeds gebruikt worden omdat de gegevensverzameling in België steeds beter wordt. De verkeersveiligheidsanalyse op basis van de conflictobservatie zal ook blijven bestaan en meer bepaald wellicht in ontwikkelingslanden waar er minder accuraat ongevallendata worden bijgehouden en waar de kosten van software te duur worden. In de Westerse landen verdient het de voorkeur om microsimulatie aan te moedigen omdat op een snelle

manier inzicht verkregen kan worden in de verkeers(on)veiligheid. Wel dienen dan de gedragsmatige aspecten in de simulatie zo veel mogelijk worden meegenomen.

#### *4.2 Aanbevelingen*

Deze studie kan een aanzet geven tot verder onderzoek. Hieronder worden kort enkele onderzoekspunten opgesomd:

- Automatiseren van conflictobservatie
- Ontwikkelen van vergelijkingsmateriaal en risicocijfers voor de conflictobservatie en voor microsimulatie
- Visualiseren van conflicten en snelheden in een microsimulatiemodel op kruispuntniveau
- Uitbreiden invoervariabelen in een microsimulatiemodel

Voor een volledig overzicht van deze studie wordt u doorverwezen naar de Bachelorthesis van Kristof Mollu (2008) aan de Universiteit Hasselt.



## Literatuur

- Mollu, K. (2008). *Verkeerskundig Project: Verkeersveiligheid/conflictobservatie en microsimulatie*. Diepenbeek, België: Universiteit Hasselt.
- Archer, J. (2005). *Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: A study of urban and suburban intersections*. Stockholm, Sweden: Kungl Tekniska Högskolan.
- Brijs, T., Geurts, K., Vanhoof, K. & Wets, G. (2004). *Ranking and Selecting Dangerous Accident Locations: Case Study*. Diepenbeek, België: Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit.
- Dijkstra, A. & Drolenga, J. (2006). *Verkeersveiligheidsevaluaties van routekeuze. Bouwstenen voor een methode gebaseerd op het gebruik van microsimulatiemodellen*. Leidschendam, Nederland: SWOV.
- FHWA (2003). *Surrogate safety measures from traffic simulation model*. Publication FHWA-RD-03-050. Federal Highway Administration FHWA, U.S. Department of Transportation DOT, McLean, Virginia, USA.
- Horst, A.R.A.v.d. (1990). *A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters*. Proefschrift. Delft, Nederland: Technische Universiteit.
- Hydén, C. (1987). *The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish traffic conflicts technique*. Lund, Sweden: Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering.
- Jong, de, M., Gysen, G., Petermans, A. & Daniels, S. (2007). *Technieken voor de observatie en analyse van verkeersconflicten. Literatuurstudie*. Diepenbeek, België: Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit.
- Kraay, J.H. & Horst, A.R.A.v.d. (1988). *De Nederlandse conflictobservatietechniek "DOCTOR"*. Leidschendam, Nederland: SWOV.
- Kraay, J.H., Horst, A.R.A.v.d. & Oppe, S. (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*. Leidschendam, Nederland: SWOV, IZF-TNO.
- Lammar, P. (2006). *Casestudies onderregistratie van ernstig gewonde verkeersslachtoffers. Officiële ongevalgegevens versus ziekenhuisgegevens*. Brussel, België: Steunpunt Verkeersveiligheid.
- SAS (2005). *SAS: Statistical Software, Version 9.1.3 sp3*. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Zwarte Punten in Vlaanderen. (n.d.). Geraadpleegd op 29 februari 2008 op <http://geoweb.anaxis.be/Blackpoints/>