

2014•2015  
FACULTEIT SCHOOL VOOR MOBILITEITSWETENSCHAPPEN  
*master in de mobiliteitswetenschappen*

## Masterproef

De veilige oversteek - Observatieonderzoek naar de veiligheid van zwakke weggebruikers op oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen

Promotor :  
dr. Stijn DANIELS

Matthias De Smet

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de mobiliteitswetenschappen*

2014•2015  
FACULTEIT SCHOOL VOOR  
MOBILITEITSWETENSCHAPPEN  
*master in de mobiliteitswetenschappen*

## Masterproef

De veilige oversteek - Observatieonderzoek naar de veiligheid van zwakke weggebruikers op oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen

Promotor :  
dr. Stijn DANIELS

Matthias De Smet

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de mobiliteitswetenschappen*



# Voorwoord

Vijf jaar geleden koos ik ervoor om de opleiding Verkeerskunde – ondertussen werd de naam van de opleiding gewijzigd naar Mobiliteitswetenschappen – te volgen aan de Universiteit Hasselt. Geen evidente keuze om als West-Vlaming in Limburg te gaan studeren, althans volgens mijn omgeving. Intussen zijn de jaren voorbijgevlogen en dient, ter afronding van de masteropleiding, een masterproef uitgevoerd te worden. Het doel hiervan is de opgedane kennis van de voorbije jaren toe te passen op een concreet probleem. Het onderwerp van mijn masterproef is een observatiestudie naar de veiligheid van zwakke weggebruikers op stedelijke ontsluitingswegen.

Dit onderwerp heb ik voornamelijk gekozen omdat ik gefascineerd ben door het observeren van de gedragingen van weggebruikers op de weg. Ook de veiligheid van de infrastructuur blijft mij boeien. Met deze masterproef zag ik dus de kans om dit op een wetenschappelijke manier aan te pakken, met technieken als semi-geautomatiseerde conflictobservatie en gedragsobservatie.

De uitvoering van een masterproef is individueel werk dat heel wat tijd vergt. Toch had ik niet het gevoel dat ik er alleen voor stond. Ik werd immers met raad en daad bijgestaan en gesteund bij de uitvoering van dit onderzoek, zowel door mijn begeleider en mijn promotor als door vrienden en familie. Deze personen verdienen een welgemeende dankjewel. In de eerste plaats wil ik mijn begeleider Tim De Ceunynck bedanken voor zijn deskundig advies en hulp bij het regelen van enkele praktische zaken voor deze studie. Daarnaast verdient ook mijn promotor dr. Stijn Daniels een dankjewel om mij de kans te bieden dit onderzoek uit te voeren. Verder wil ik ook dr. Aliaksei Lareshyn danken voor zijn advies met betrekking tot de uitvoering van de conflictobservaties.

Tot slot wil ik mijn vrienden en familie bedanken voor de steun en interesse in dit onderzoek en bij uitbreiding doorheen de hele opleiding. In het bijzonder gaat mijn dank uit naar mijn ouders, die mij de kans gaven de studies aan te vatten en mij bijstonden om deze tot een goed einde te brengen.

Matthias De Smet  
Deerlijk, juni 2015



# Samenvatting

Voetgangers en fietsers zijn relatief kwetsbaar in het verkeer. Deze weggebruikers hebben een hoger ongevalsrisico dan bijvoorbeeld een autobestuurder. Dit vertaalt zich dan ook in een relatief hoog aantal ongevallen waarbij zwakke weggebruikers betrokken zijn. Deze ongevallen bevinden zich voornamelijk niet in een dalende tendens. Een groot deel van de ongevallen met voetgangers of fietsers gebeurt tijdens het oversteken. Dit onderzoek spitst zich toe op de veiligheid van zwakke weggebruikers aan oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen met meerdere rijstroken per rijrichting.

Afhankelijk van het type oversteekvoorziening kunnen er verschillende veiligheidseffecten optreden, zo blijkt uit de literatuur. Zwakke weggebruikers zouden zich risicovoller kunnen gedragen op plaatsen waar een oversteekvoorziening aanwezig is dan op plaatsen waar die niet aanwezig is. Kruispunten met verkeerslichten blijken dan weer niet altijd veiliger te zijn voor overstekende voetgangers in vergelijking met een voorrangsgeregeld kruispunt. Enkel wanneer voetgangers een aparte groenfase krijgen is er een duidelijk veiligheidsvoordeel. Aan lichtengeregelde kruispunten kan er zich bovendien een probleem vormen met betrekking tot roodlichtnegatie. Wanneer voetgangers en fietsers zich hieraan schuldig maken heeft dit vaak te maken met een te lange wachttijd aan het rode licht. Deze studie onderzoekt daarom het verschil tussen lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen.

Ongevallen met overstekende voetgangers en fietsers kunnen verschillende oorzaken hebben. De voornaamste oorzaak van oversteekongevallen met fietsers en voetgangers is een verkeerde handeling of interpretatie van het gedrag van de andere weggebruiker. Dit betekent dat in de meeste gevallen beide weggebruikers elkaar opgemerkt hebben. Het gedrag van de verschillende weggebruikers kan dus van groot belang zijn voor de veiligheid van overstekende voetgangers en fietsers. Om het oversteekgedrag te observeren kunnen verschillende soorten gedrag van belang zijn, namelijk het voorrangsgedrag, het kijkgedrag en het snelheidsgedrag van de weggebruikers. Daarnaast kunnen ook enkele persoonlijke kenmerken zoals leeftijd en geslacht een invloed hebben op het gedrag van zwakke weggebruikers bij het oversteken.

Om de verkeersveiligheid te onderzoeken wordt vaak gebruik gemaakt van ongevalgegevens. Ongevallen komen echter (gelukkig) relatief weinig voor. Mede daarom kan men een conflictobservatie uitvoeren. De ernst van conflicten kan gemeten worden door middel van verschillende conflictindicatoren. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de volgende indicatoren: TA-waarden van beide weggebruikers, conflictsnelheid van beide weggebruikers, Severity Level, TTCmin, T2min, PET en Delta V8.

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van semi-geautomatiseerde conflictobservatie. Deze observaties besloegen drie volledige dagen per locatie. Dit wordt aangevuld met een gedragsobservatie van drie uren per locatie. Hiervoor werden in Vlaanderen twee stedelijke ontsluitingswegen geselecteerd met meerdere rijstroken per rijrichting. Deze onderzoekslocaties bevonden zich in Hasselt en Antwerpen. Op deze wegen werd telkens een voorrangsgeregeld en een lichtengeregeld kruispunt geobserveerd met behulp van camera's. Voor de analyses van de conflictobservaties werden alle conflicten met een Severity Level vanaf 24 onderzocht.

Op de voorrangskruispunten komen meer interacties en conflicten voor dan op de lichtengeregelde kruispunten. Het aantal conflicten en interacties op dit laatste kruispunttype blijkt afhankelijk te zijn van de lichtenregeling. Op het Antwerps lichtengeregeld kruispunt komen deze meer voor dan op ditzelfde type kruispunt in Hasselt. De meeste conflicten op het Antwerpse kruispunt gebeuren op de niet-conflictvrije bewegingen, terwijl het Hasseltse kruispunt volledig conflictvrij is. Dit maakt dan ook dat het aandeel conflicten en interacties waarbij één van de weggebruikers het rode licht negeert hoger is op het volledig conflictvrije lichtengeregeld kruispunt. In de meeste situaties met roodlichtnegatie is het de zwakke weggebruiker die het rode licht negeert.

Een opmerkelijk resultaat uit de analyses van de conflictobservaties is te vinden in de dominante conflicttypes. Aan de lichtengeregelde kruispunten gebeurden de meeste conflicten door een afslaande beweging van het voertuig. Aan beide voorrangskruispunten is er het dominante conflicttype met rechtdoorgaande voertuigen op de oversteekplaatsen op de hoofdweg. In veel van deze situaties gebeurt het conflict met het voertuig op de “verre” rijstrook vanuit het standpunt van de overstekende zwakke weggebruiker. De helft van de conflicten op deze “verre” rijstrook worden beïnvloed door zichtsbelemmering door een voertuig op de meest nabije rijstrook.

Uit de analyses van de gedragsobservaties blijkt dat de zwakke weggebruiker vaker geen voorrang krijgt van het voertuig aan de voorrangskruispunten. Via het naderingsgedrag en het kijkgedrag werd nagegaan hoe de zwakke weggebruiker omgaat met voorrang aan oversteekplaatsen. Het naderingsgedrag, of de zwakke weggebruiker volledig stopt vooraleer over te steken, is erg verschillend per kruispunt. Het kijkgedrag onderzocht of de zwakke weggebruiker duidelijk in de richting van het verkeer keek voor het oversteken van de weg. Hierover zijn er wel enkele opvallende verschillen merkbaar. Op de lichtengeregelde kruispunten keken de zwakke weggebruikers minder dan aan de voorrangskruispunten. Op beide kruispunten keek ongeveer 30 procent (29,2 procent in Antwerpen en 33,3 procent in Hasselt) niet vooraleer over te steken. Op de voorrangskruispunten wordt meer gekeken. Aan het Antwerpse voorrangskruispunt keek 6,7 procent van de zwakke weggebruikers niet, op het voorrangskruispunt in Hasselt 14 procent. Het overgrote merendeel hiervan bleek ook niet te stoppen. Aan het voorrangskruispunt in Hasselt bleek overigens dat 1/10 (brom)fietsers niet keek vooraleer ze de hoofdweg overstaken. Op deze plaats hebben zij echter geen voorrang. Deze groep zwakke weggebruikers die niet kijken, gedragen zich dus vrij risicovol bij het oversteken van een stedelijke ontsluitingsweg.

Van oudere zwakke weggebruikers werd bevonden dat zij zich over het algemeen voorzichtiger gedragen bij het oversteken. Deze groep kijkt niet alleen vaker voor het oversteken, ze komen ook vaker volledig tot stilstand om een geschikt moment om over te steken af te wachten. Daarnaast zijn mannen iets minder voorzichtig dan vrouwen. Deze verschillen zijn echter niet telkens significant. Mannen negeren vaker het rode licht en zullen minder vaak kijken of volledig stoppen voor het oversteken.

De resultaten van dit onderzoek geven interessante indicaties waarvan toekomstig onderzoek nodig is om de mate van generaliseerbaarheid verder vast te stellen.

# Inhoud

Voorwoord .....	1
Samenvatting.....	3
Inhoud .....	5
Lijst met figuren.....	7
Lijst met tabellen .....	9
1. Inleiding.....	13
1.1 Kadering van het onderzoek .....	13
1.2 Onderzoeksvragen.....	15
1.2.1 Hoofdonderzoeksvragen.....	15
1.2.2 Deelonderzoeksvragen.....	15
1.3 Leeswijzer.....	17
2. Literatuurstudie .....	19
2.1 Oversteekveiligheid van zwakke weggebruikers.....	19
2.1.1 Veiligheidseffecten van oversteekplaatsen.....	19
2.1.2 Oorzaken van ongevallen met zwakke weggebruikers tijdens het oversteken .....	21
2.2 Interacties tussen zwakke weggebruikers en gemotoriseerde voertuigen .....	22
2.2.1 Gedrag met betrekking tot het verlenen van voorrang .....	23
2.2.2 Kijkgedrag.....	23
2.2.3 Snelheidsgedrag.....	24
2.2.4 Persoonskenmerken .....	25
2.2.5 Overige elementen die de interactie kunnen beïnvloeden.....	25
2.3 Het gebruik van conflictobservatie.....	26
2.3.1 Waarom conflictobservatie? .....	26
2.3.2 Indicatoren en technieken .....	27
2.3.3 Geautomatiseerde conflictobservatie .....	32
2.3.4 Eerder uitgevoerde conflictobservaties: toegepaste methoden.....	33
2.4 Conclusie literatuurstudie.....	36
3. Onderzoeksmethode.....	37
3.1 Beschrijving van de locaties .....	37
3.1.1 Hasselt: Kleine ring (R70) .....	38
3.1.2 Antwerpen: Bisschoppenhoflaan (N120) .....	41
3.2 Conflictobservatie .....	45



3.2.1	Variabelen conflictobservatie.....	46
3.3	Gedragsobservatie.....	48
3.3.1	Definitie van een interactie.....	48
3.3.2	Variabelen gedragsobservatie.....	49
3.4	Statistische analyses.....	51
4.	Onderzoeksresultaten.....	53
4.1	Conflictobservaties.....	53
4.1.1	Algemeen.....	53
4.1.2	Weers- en lichtgesteldheid.....	59
4.1.3	Type conflicten.....	60
4.1.4	Conclusie en discussie conflictobservaties.....	65
4.2	Gedragsobservaties.....	66
4.2.1	Algemene beschrijvende statistieken.....	67
4.2.2	Voorrangsgedrag.....	68
4.2.3	Kijkgedrag.....	70
4.2.4	Persoonskenmerken.....	72
4.2.5	Conclusie en discussie gedragsobservaties.....	74
5.	Beperkingen en aanbevelingen.....	77
5.1	Beperkingen.....	77
5.2	Aanbevelingen.....	78
5.2.1	Beleidsaanbevelingen.....	78
5.2.2	Aanbevelingen voor verder onderzoek.....	78
6.	Conclusie.....	81
7.	Bibliografie.....	83
	Bijlagen.....	91
	Bijlage 1: Onderzoeksplan.....	91
	Bijlage 2: Onderzoeksresultaten conflictobservatie.....	97
	Bijlage 3: Onderzoeksresultaten gedragsobservatie.....	123

# Lijst met figuren

Figuur 1: "Rolling gap" .....	22
Figuur 2: Voorbeeld boodschap aan bestuurders .....	23
Figuur 3: Piramidemodel van Hydén.....	27
Figuur 4: Theoretische TTC in functie van tijd .....	28
Figuur 5: Severity levels .....	29
Figuur 6: Post-Encroachment-Time .....	30
Figuur 7: Schematische voorstelling berekening T2min .....	30
Figuur 8: Interactie-classificatie schema.....	34
Figuur 9: Situering Antwerpen en Hasselt.....	37
Figuur 10: Locatie van de kruispunten in Hasselt.....	38
Figuur 11: Luchtfoto kruispunt met Maastrichtersteenweg .....	39
Figuur 12: Foto's kruispunt met Maastrichtersteenweg .....	39
Figuur 13: Foto's kruispunt met Maastrichtersteenweg vanuit de zijstraten .....	39
Figuur 14: Luchtfoto kruispunt met Manteliusstraat .....	40
Figuur 15: Foto's kruispunt met Manteliusstraat .....	41
Figuur 16: Foto kruispunt met Manteliusstraat vanuit Manteliusstraat .....	41
Figuur 17: Locatie van de kruispunten in Antwerpen.....	42
Figuur 18: Luchtfoto kruispunt met J. Welterslaan .....	43
Figuur 19: Foto's ter hoogte van kruispunt met J. Welterslaan .....	43
Figuur 20: Luchtfoto kruispunt met Santvoortbeeklaan.....	44
Figuur 21: Foto's kruispunt met Santvoortbeeklaan .....	45
Figuur 22: Aantal conflicten op Antwerps voorrangskruispunt .....	54
Figuur 23: Aantal conflicten op Antwerps VRI-kruispunt.....	54
Figuur 24: Aantal conflicten op Hasselts voorrangskruispunt.....	55
Figuur 25: Aantal conflicten op Hasselts VRI-kruispunt.....	55
Figuur 26: Aantal conflicten per type voertuig Antwerpen voorrang .....	55
Figuur 27: Aantal conflicten per type voertuig Antwerpen VRI .....	55
Figuur 28: Aantal conflicten per type voertuig Hasselt voorrang.....	56
Figuur 29: Aantal conflicten per type voertuig Hasselt VRI.....	56
Figuur 30: Conflicternst Antwerpen voorrang.....	56
Figuur 31: Conflicternst Antwerpen VRI .....	56
Figuur 32: Conflicternst Hasselt voorrang.....	56
Figuur 33: Conflicternst Hasselt VRI.....	56
Figuur 34: Ontwijkende acties Antwerps voorrangskruispunt.....	58
Figuur 35: Ontwijkende acties Antwerps VRI-kruispunt .....	58
Figuur 36: Ontwijkende acties Hasselts voorrangskruispunt .....	59
Figuur 37: Ontwijkende acties Hasselts VRI-kruispunt .....	59
Figuur 38: Conflicttypes Antwerps voorrangskruispunt .....	62
Figuur 39: Conflicttypes Antwerps VRI-kruispunt .....	62
Figuur 40: Conflicttypes Hasselts voorrangskruispunt.....	62
Figuur 41: Conflicttypes Hasselts VRI-kruispunt.....	62
Figuur 42: Conflicttypes Delta V8 Antwerps voorrangskruispunt .....	63

Figuur 43: Conflicttypes Delta V8 Antwerps VRI-kruispunt .....	63
Figuur 44: Conflicttypes Delta V8 Hasselts voorrangskruispunt .....	63
Figuur 45: Conflicttypes Delta V8 Hasselts VRI-kruispunt.....	63
Figuur 46: Zichtsbelemmering Antwerpen.....	64
Figuur 47: Zichtsbelemmering Hasselt.....	64
Figuur 48: Interacties in Antwerpen .....	67
Figuur 49: Interacties in Hasselt .....	67
Figuur 50: Voorrangsgedrag in Antwerpen.....	68
Figuur 51: Voorrangsgedrag in Hasselt .....	68
Figuur 52: Kijkgedrag Antwerps voorrangskruispunt .....	71
Figuur 53: Kijkgedrag Antwerps VRI-kruispunt.....	71
Figuur 54: Kijkgedrag Hasselts voorrangskruispunt.....	71
Figuur 55: Kijkgedrag Hasselts VRI-kruispunt.....	71
Figuur 56: Kijkgedrag-leeftijd Antwerpen VRI .....	73
Figuur 57: Kijkgedrag-leeftijd Antwerpen voorrang .....	73
Figuur 58: Kijkgedrag-leeftijd Hasselt VRI .....	73
Figuur 59: Kijkgedrag-leeftijd Hasselt voorrang .....	73
Figuur 60: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen VRI .....	100
Figuur 61: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Antwerpen VRI .....	100
Figuur 62: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen voorrang.....	100
Figuur 63: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Antwerpen voorrang ..	100
Figuur 64: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt VRI.....	101
Figuur 65: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Hasselt VRI .....	101
Figuur 66: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt voorrang.....	102
Figuur 67: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Hasselt voorrang .....	102
Figuur 68: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen VRI-kruispunten.....	102
Figuur 69: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers VRI-kruispunten.....	102
Figuur 70: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen voorrangskruispunten.....	103
Figuur 71: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers voorrangskruispunten	103

# Lijst met tabellen

Tabel 1: Aantal verkeersslachtoffers bij voetgangers en fietsers in 2012 .....	13
Tabel 2: Plaats van voetgangersongevallen (Vlaams Gewest, 2012).....	14
Tabel 3: Variabelen conflictobservatie .....	46
Tabel 4: Variabelen gedragsobservatie.....	49
Tabel 5: Verkenning van de data conflictobservatie .....	53
Tabel 6: Enkelvoudige lineaire regressies aantal conflicten - intensiteit.....	58
Tabel 7: Roodlichtnegatie VRI-kruispunten.....	65
Tabel 8: Roodlichtnegatie gedragsobservaties.....	70
Tabel 9: Significanties Naderingsgedrag-leeftijd .....	72
Tabel 10: Significanties Naderingsgedrag-geslacht .....	72
Tabel 11: Significanties Kijkgedrag-leeftijd .....	73
Tabel 12: Significanties Kijkgedrag-geslacht.....	74
Tabel 13: Chi <sup>2</sup> -test aantal conflicten - intensiteit Antwerpen voorrang.....	97
Tabel 14: Chi <sup>2</sup> -test aantal conflicten - intensiteit Antwerpen VRI.....	97
Tabel 15: Chi <sup>2</sup> -test aantal conflicten-intensiteit Hasselt voorrang.....	98
Tabel 16: Chi <sup>2</sup> -test aantal conflicten - intensiteit Hasselt VRI.....	98
Tabel 17: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen VRI .....	100
Tabel 18: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen voorrang.....	101
Tabel 19: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt VRI.....	101
Tabel 20: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt voorrang.....	102
Tabel 21: Chi <sup>2</sup> ontwijkende acties Antwerpen .....	103
Tabel 22: Chi <sup>2</sup> -test ontwijkende acties Hasselt .....	103
Tabel 23: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Antwerpen VRI.....	104
Tabel 24: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Antwerpen voorrang...	105
Tabel 25: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Antwerpen VRI .....	105
Tabel 26: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Antwerpen voorrang.....	106
Tabel 27: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Hasselt VRI.....	106
Tabel 28: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Hasselt voorrang.....	107
Tabel 29: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Hasselt VRI .	108
Tabel 30: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Hasselt voorrang.....	108
Tabel 31: T-test neerslag-aantal conflicten per 1000 voertuigen VRI .....	109
Tabel 32: T-test neerslag-aantal conflicten per 1000 voertuigen voorrang.....	109
Tabel 33: T-test neerslag-aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers VRI .....	110
Tabel 34: T-test neerslag-aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers VRI .....	110
Tabel 35: Chi <sup>2</sup> -test neerslag-intensiteitscategorie VRI.....	110
Tabel 36: Chi <sup>2</sup> -test neerslag-intensiteitscategorie voorrang.....	111
Tabel 37: Fisher's Exact test Locatie-manoeuvre Antwerpen VRI .....	112
Tabel 38: Fisher's Exact test Locatie-manoeuvre Antwerpen voorrang .....	113
Tabel 39: Fisher's Exact test Locatie-manoeuvre Hasselt VRI .....	113

Tabel 40: Fisher's Exact test Locatie-manoeuvre Hasselt voorrang .....	114
Tabel 41: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen VRI .....	114
Tabel 42: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen voorrang.....	115
Tabel 43: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt VRI .....	115
Tabel 44: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt voorrang.....	116
Tabel 45: Delta V8 Locatie-manoeuvre Antwerpen VRI .....	117
Tabel 46: Delta V8 Locatie-manoeuvre Antwerpen voorrang.....	117
Tabel 47: Delta V8 Locatie-manoeuvre Hasselt VRI.....	118
Tabel 48: Delta V8 Locatie-manoeuvre Hasselt voorrang.....	118
Tabel 49: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen VRI.....	119
Tabel 50: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen voorrang .....	119
Tabel 51: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt VRI .....	120
Tabel 52: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt voorrang .....	120
Tabel 53: Zichtsbelemmering Antwerpen voorrang .....	121
Tabel 54: Zichtsbelemmering op verre rijstrook Antwerpen .....	121
Tabel 55: Zichtsbelemmering Hasselt voorrang .....	121
Tabel 56: Zichtsbelemmering op verre rijstrook Hasselt .....	122
Tabel 57: Aantal interacties Antwerpen .....	123
Tabel 58: Aantal interacties Hasselt .....	123
Tabel 59: T-test oversteeksnelheid Antwerpen .....	124
Tabel 60: Oversteeksnelheid per type zwakke weggebruiker Antwerpen voorrang .....	124
Tabel 61: Oversteeksnelheid per type zwakke weggebruiker Antwerpen VRI .....	124
Tabel 62: T-test oversteeksnelheid Hasselt.....	125
Tabel 63: Oversteeksnelheid per type zwakke weggebruiker Hasselt voorrang.....	125
Tabel 64: Oversteeksnelheid per type zwakke weggebruiker Hasselt VRI .....	125
Tabel 65: ANOVA Oversteeksnelheid voorrangskruispunten.....	126
Tabel 66: ANOVA Oversteeksnelheid VRI-kruispunten.....	126
Tabel 67: Chi <sup>2</sup> -test voorrangsgedrag Antwerpen .....	127
Tabel 68: Chi <sup>2</sup> -test voorrangsgedrag Hasselt .....	127
Tabel 69: Fisher's Exact-test voorrangsgedrag-2de voertuig Antwerpen VRI.....	128
Tabel 70: Fisher's Exact-test voorrangsgedrag-2de voertuig Antwerpen voorrang.....	128
Tabel 71: Fisher's Exact-test voorrangsgedrag-2de voertuig Hasselt VRI.....	129
Tabel 72: Chi <sup>2</sup> -test voorrangsgedrag-2de voertuig Hasselt voorrang.....	129
Tabel 73: Chi <sup>2</sup> -test naderingsgedrag Antwerpen.....	130
Tabel 74: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Antwerpen VRI.....	130
Tabel 75: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Antwerpen voorrang .....	131
Tabel 76: Chi <sup>2</sup> -test naderingsgedrag Hasselt.....	131
Tabel 77: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Hasselt VRI.....	132
Tabel 78: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Hasselt voorrang .....	133
Tabel 79: Chi <sup>2</sup> -test kijkgedrag Antwerpen.....	134
Tabel 80: Fisher's Exact-test kijkgedrag Antwerpen VRI.....	134
Tabel 81: Fisher's Exact-test kijkgedrag Antwerpen voorrang .....	135
Tabel 82: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt .....	135
Tabel 83: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt VRI.....	136
Tabel 84: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt voorrang .....	136

Tabel 85: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt voorrang, enkel hoofdweg .....	137
Tabel 86: Chi <sup>2</sup> -test kijkgedrag-naderingsgedrag Antwerpen VRI .....	137
Tabel 87: Fisher's Exact-test kijkgedrag-naderingsgedrag Antwerpen voorrang.....	138
Tabel 88: Naderingsgedrag-kijkgedrag Hasselt VRI .....	138
Tabel 89: Chi <sup>2</sup> -test kijkgedrag-naderingsgedrag Hasselt voorrang.....	138
Tabel 90: Chi <sup>2</sup> -test naderingsgedrag-leeftijd Antwerpen VRI .....	139
Tabel 91: Fisher's Exact-test naderingsgedrag-leeftijd Antwerpen voorrang.....	139
Tabel 92: Fisher's Exact test naderingsgedrag-leeftijd Hasselt VRI .....	140
Tabel 93: Chi <sup>2</sup> - test naderingsgedrag-leeftijd Hasselt voorrang.....	141
Tabel 94: Fisher's Exact- test naderingsgedrag-geslacht Antwerpen VRI.....	142
Tabel 95: Chi <sup>2</sup> - test naderingsgedrag-geslacht Antwerpen voorrang.....	142
Tabel 96: Fisher's Exact-test naderingsgedrag-geslacht Hasselt VRI.....	143
Tabel 97: Chi <sup>2</sup> -test naderingsgedrag-geslacht Hasselt voorrang.....	143
Tabel 98: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Antwerpen VRI.....	144
Tabel 99: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Antwerpen voorrang.....	144
Tabel 100: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Hasselt VRI.....	145
Tabel 101: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Hasselt voorrang.....	145
Tabel 102: Chi <sup>2</sup> -test kijkgedrag-geslacht Antwerpen VRI.....	146
Tabel 103: Fisher's Exact-test kijkgedrag-geslacht Antwerpen voorrang.....	147
Tabel 104: Fisher's Exact-test kijkgedrag-geslacht Hasselt VRI.....	147
Tabel 105: Fisher's Exact-test kijkgedrag-geslacht Hasselt voorrang.....	148
Tabel 106: Fisher's Exact-test roodlichtnegatie-leeftijd Antwerpen .....	148
Tabel 107: Fisher's Exact-test roodlichtnegatie-leeftijd Hasselt .....	149
Tabel 108: Roodlichtnegatie-geslacht Antwerpen .....	149
Tabel 109: Roodlichtnegatie-geslacht Hasselt .....	150



# 1. Inleiding

## 1.1 Kadering van het onderzoek

België telde in 2012 een totaal van 767 verkeersdoden. Tabel 1 geeft het aantal verkeersslachtoffers weer bij voetgangers en fietsers. De term 'doden 30 dagen' betekent hierbij het aantal slachtoffers dat binnen de 30 dagen na een ongeval overleden is ten gevolge van dat ongeval. Onder de voetgangers vielen 104 doden, of 13,6 procent van het totaal aantal verkeersdoden in 2012. Het aantal voetgangers dat gewond raakte na een verkeersongeval bedroeg 4 614, dit is 8 procent van het totaal aantal verkeersgewonden. Het aantal doden en gewonden bij fietsers bedroeg respectievelijk 68 (8,6 procent) en 8 503 (14,7 procent). Het Belgisch Instituut voor Verkeersveiligheid (BIVV) merkt hierbij op dat het aantal verkeersslachtoffers onder voetgangers en fietsers zich nog niet in een dalende trend bevindt (Focant, 2013). Er blijft dus een verkeersveiligheidsprobleem voor zwakke weggebruikers.

**Tabel 1: Aantal verkeersslachtoffers bij voetgangers en fietsers in 2012**

Bron: Focant (2013)

Verplaatsingswijze	Doden 30 dagen	Gewonden
Voetgangers	104 (13,6%)	4 614 (8,0%)
Fietsers	68 (8,6%)	8 503 (14,7%)
Totaal	767 (100%)	57 707 (100%)

Naast deze absolute cijfers is het interessant om te kijken naar het ongevalsrisico voor voetgangers en fietsers. Per afgelegde kilometer blijkt het risico op ernstige of dodelijke verwondingen voor een voetganger 8,1 keer en voor een fietser 23 keer hoger te liggen dan voor een autobestuurder. Naast het risico per eenheid afstand kan ook het risico per eenheid tijd in rekening gebracht worden. Per minuut in het verkeer is het risico op ernstige of dodelijke verwondingen voor een voetganger ten gevolge van een ongeval gelijk aan dit risico voor een autobestuurder. Dit risico ligt voor fietsers acht keer hoger (Martensen, 2014).

Tabel 2 gaat dieper in op de voetgangersongevallen, meer bepaald deze in het Vlaams Gewest in 2012 (Carpentier, Nuyttens, Schoeters, Declercq, & Hermans, 2014). Hieruit blijkt dat 79 procent van alle voetgangersongevallen zich voordoet binnen de bebouwde kom. Gelijkaardige cijfers zijn er in Nederland. Daar vielen in de periode 2007-2009 zo'n 86 procent van alle dodelijk en ernstig gewonde voetgangers binnen de bebouwde kom (SWOV, 2012). De veronderstelling die hierbij gemaakt kan worden is dat er binnen de bebouwde kom meer voetgangers aanwezig zijn dan buiten de bebouwde kom.

Uit Tabel 2 blijkt overigens dat 1 017 van de in totaal 1 816 voetgangersongevallen verband houden met oversteken. Dit is 56 procent van het totaal aantal voetgangersongevallen. Verder gebeuren zowel binnen als buiten de bebouwde kom de meeste voetgangersongevallen aan niet-geregelde oversteekplaatsen. Voetgangersongevallen ter hoogte van een lichtengeregelde oversteekplaats komen iets minder voor. Door deze cijfers is het aannemelijk om verder onderzoek specifiek uit te voeren naar de veiligheid van voetgangers bij het oversteken (Carpentier et al., 2014).



**Tabel 2: Plaats van voetgangersongevallen (Vlaams Gewest, 2012)**

Bron: Carpentier et al. (2014)

	BINNEN BEBOUWDE KOM		BUITEN BEBOUWDE KOM		ONBEKEND	
	#	%	#	%	#	%
BEVINDT ZICH OF LOOPT OP EEN STOEP OF BERM	184	12.8 %	32	11.2 %	13	13.8 %
BEVINDT ZICH OP EEN FIETSPAD GESCHIEDEN VAN DE RIJBAAN	54	3.8 %	34	11.9 %	7	7.4 %
STAPT UIT EEN VOERTUIG	31	2.2 %	10	3.5 %	1	1.1 %
LOOPT OP DE RIJBAAN AAN DE RECHTERKANT	58	4.0 %	28	9.8 %	5	5.3 %
LOOPT OP DE RIJBAAN AAN DE LINKERKANT	33	2.3 %	12	4.2 %	4	4.3 %
OP OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR VOETGANGERSLICHTEN	114	7.9 %	16	5.6 %	3	3.2 %
OP OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR EEN AGENT	7	0.5 %	.	.	.	.
OP OVERSTEEKPLAATS NIET GEREGLD	329	22.9 %	36	12.6 %	24	25.5 %
NAAST OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR VOETGANGERSLICHTEN	18	1.3 %	9	3.2 %	1	1.1 %
NAAST OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR EEN AGENT	7	0.5 %	1	0.4 %	.	.
NAAST OVERSTEEKPLAATS NIET GEREGLD	194	13.5 %	20	7.0 %	10	10.6 %
GEEN OVERSTEEKPLAATS OP MINDER DAN 30M	182	12.7 %	35	12.3 %	11	11.7 %
BEWEGT NIET OP DE RIJBAAN, WERKT, SPEELT	85	5.9 %	18	6.3 %	2	2.1 %
ONBEKEND	141	9.8 %	34	11.9 %	13	13.8 %
<b>TOTAAL</b>	<b>1437</b>		<b>285</b>		<b>94</b>	

Amerikaans onderzoek bekeek de veiligheid van oversteekplaatsen ten opzichte van niet-gemarkeerde oversteekplaatsen (Zegeer, Stewart, Huang, & Lagerwey, 2001). Hieruit bleek dat er meer ongevallen met voetgangers gebeurden aan oversteekplaatsen dan aan niet-gemarkeerde oversteekplaatsen. Dit is vooral merkbaar op wegen met meerdere rijstroken. In dit onderzoek is rekening gehouden met exposure, of het aantal voetgangers. Een verklaring die in deze studie gegeven wordt voor de resultaten, is het feit dat voetgangers denken dat een gemarkeerde oversteek beter opvalt. Hierdoor zullen ze dus een veiliger gevoel hebben tijdens het oversteken en zo risico's nemen. Uit de literatuur werd overigens opgemerkt dat een hoger aantal over te steken rijstroken leidt tot meer ongevallen met voetgangers (Lee & Abdel-Aty, 2005).

Naast voetgangers kunnen ook fietsers een risico ondervinden ter hoogte van een oversteekvoorziening. Deze groep weggebruikers was in 2012 de tweede grootste groep slachtoffers in Vlaanderen met 19,9 procent van het totaal aantal slachtoffers. Zo'n 15,5 procent van alle ongevallen in 2012 waren ongevallen tussen fietsers en personenwagens (Nuyttens, Carpentier, Declercq, & Hermans, 2014). Uit ongevallengegevens van Vlaanderen in 2010 blijkt daarenboven dat

fietsers vooral een probleem vormen op kruispunten. Van alle doden en zwaargewonden op een kruispunt was 32 procent een fietser, buiten een kruispunt bedraagt dit percentage slechts 15 procent (Nuyttens, Vlaminck, Focant, & Casteels, 2012). Over het aantal fietsslachtoffers specifiek bij het oversteken zijn echter geen specifieke ongevalgegevens te vinden voor België. In Groot-Brittannië gebeurden 20 procent van de ernstige fietsongevallen in 2013 doordat fietsers op de weg kwamen om over te steken (ROSPA, 2014).

Deze probleemstelling toont aan dat voetgangers en fietsers relatief kwetsbaar zijn in het verkeer. Het is vooral tijdens het oversteken dat de meeste voetgangersongevallen gebeuren. De veiligheid aan een oversteekplaats verdient dus de nodige aandacht, zowel voor voetgangers als fietsers. Dit onderzoek richt zich specifiek op stedelijke ontsluitingswegen met meerdere rijstroken per rijrichting. Het doel is om op deze plaatsen de interacties tussen zwakke weggebruikers en het gemotoriseerd verkeer in kaart te brengen. Zowel de conflicten tussen de weggebruikers als de gedragingen van de verschillende weggebruikers worden hierbij onderzocht. Het uiteindelijke doel bestaat eruit conclusies te formuleren over de veiligheid van lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen.

## 1.2 Onderzoeksvragen

### 1.2.1 Hoofdonderzoeksvragen

In dit onderzoek zal gebruik gemaakt worden van zowel conflictobservatie als van gedragsobservatie. Dit resulteert in twee hoofdonderzoeksvragen waarbij de eerste ingaat op conflictobservatie en de tweede op gedragsobservatie:

- *Zijn er verschillen in de optredende conflictpatronen tussen zwakke weggebruikers en gemotoriseerd verkeer bij lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen?*
- *Zijn de gedragingen van zwakke weggebruikers en gemotoriseerd verkeer anders bij een lichtengeregelde oversteekplaats dan bij een niet-lichtengeregelde oversteekplaats?*

### 1.2.2 Deelonderzoeksvragen

Naast deze centrale onderzoeksvraag worden ook enkele deelonderzoeksvragen geformuleerd. Ook hierbij wordt het onderscheid gemaakt tussen onderzoeksvragen over conflictobservatie en deze over gedragsobservatie.

#### **Conflictobservatie**

- Weers- en lichtgesteldheid
  - o *Zijn er verschillen in de optredende conflictpatronen naargelang de weersgesteldheid?*
  - o *Zijn er verschillen in de optredende conflictpatronen 's nachts en overdag?*

- Indicatoren
  - *Kunnen er verschillende conclusies getrokken worden omtrent de inrichting van een oversteekplaats bij het gebruik van verschillende indicatoren?*
- Type conflicten
  - *Welk type conflict komt het meest voor bij lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen?*
  - *Op welke locatie op het kruispunt gebeuren de meeste en de ernstigste conflicten?*

### **Gedragsobservatie**

- Voorrang
  - *In welke mate zijn bestuurders van gemotoriseerde voertuigen bereid voorrang te verlenen aan voetgangers/fietsers aan een niet-lichtengeregelde oversteekplaats?*
  - *Op welke manier wordt een oversteekplaats benaderd door de zwakke weggebruiker?*
- Kijkgedrag
  - *Is er een verschil in het kijkgedrag bij de voetgangers/fietsers tussen oversteekplaatsen met en zonder lichtenregeling?*
- Persoonskenmerken
  - *Is het voorrangs- en kijkgedrag van zwakke weggebruikers verschillend naargelang hun geslacht?*
  - *Is het voorrangs- en kijkgedrag van zwakke weggebruikers verschillend naargelang hun (geschatte) leeftijd?*
  - *Is er een verschil in het gedrag tussen verschillende types zwakke weggebruikers (voetgangers en fietsers)?*

### 1.3 Leeswijzer

In deze inleiding werd het onderwerp verduidelijkt. Het volgende hoofdstuk gaat verder in op de bestaande literatuur over de veiligheid van zwakke weggebruikers bij het oversteken en over gedrags- en conflictobservaties. In het derde hoofdstuk wordt de onderzoeksmethode toegelicht. Hierbij wordt eerst een beschrijving gegeven van de onderzoekslocaties, om vervolgens over te gaan tot de structuur van de observaties. Daarna volgt het hoofdstuk met de onderzoeksresultaten. Hierbij zal per onderzoeksmethode (conflictobservatie en gedragsobservatie) de voornaamste resultaten toegelicht worden. Eveneens wordt na de bespreking van de resultaten per onderzoeksmethode een conclusie geformuleerd met een discussie van de resultaten. Bij dit laatste wordt, waar mogelijk, teruggekoppeld naar de wetenschappelijke literatuur. Het vijfde hoofdstuk bespreekt enerzijds de beperkingen van dit onderzoek en anderzijds enkele beleidsaanbevelingen en aanbevelingen voor verder onderzoek. Het laatste hoofdstuk sluit af met een algemene eindconclusie.



## 2. Literatuurstudie

De literatuurstudie bestaat uit drie delen. Er zal eerst gezocht worden naar relevante literatuur met betrekking tot de veiligheid van zwakke weggebruikers bij het oversteken. Daarna zal verder ingegaan worden op het gebruik van gedragsobservaties. Hierbij zal de link gelegd worden met overstekende zwakke weggebruikers. Tenslotte worden conflictobservaties onder de loep genomen. Deze laatste twee delen gaan in op de methodes om het onderzoek uit te voeren.

### 2.1 Oversteekveiligheid van zwakke weggebruikers

Het eerste gedeelte van de literatuurstudie gaat in op de veiligheid van voetgangers en fietsers bij het oversteken aan kruispunten. Hierbij zullen ook enkele verschillen tussen voetgangers en fietsers onderling worden toegelicht. In Duitsland werd een diepte-analyse uitgevoerd naar ongevallen met zwakke weggebruikers. Onder de zwakke weggebruikers blijken voetgangers de zwakste soort te zijn. Dit komt omdat deze helemaal niets van bescherming hebben, terwijl een fietser soms nog beschermd kan worden door een fietshelm (Otte, Jänsch, & Haasper, 2012).

#### 2.1.1 Veiligheidseffecten van oversteekplaatsen

Om zwakke weggebruikers veiliger te laten oversteken worden in de meeste gevallen oversteekplaatsen aangelegd. Uit een Amerikaanse studie blijkt echter dat een gemarkeerde oversteekplaats, zoals een zebraad, niet leidt tot minder ongevallen dan een oversteekplaats die niet gemarkeerd is maar waar wel veel voetgangers oversteken (Zegeer et al., 2001). Volgens ditzelfde onderzoek is dit vooral merkbaar op wegen met meerdere rijstroken. Voetgangers zouden denken dat een gemarkeerde oversteek beter opvalt, waardoor ze een veiliger gevoel zullen hebben tijdens het oversteken en zo risico's nemen. Dit toont aan dat de inrichting van oversteekvoorzieningen een effect kan hebben op het gedrag, zowel van de zwakke weggebruiker als van de bestuurder. Het veiliger maken van oversteekplaatsen kan op die manier gelinkt worden aan de risicohomeostase-theorie van Wilde (1982). Volgens deze theorie zullen weggebruikers hun risiconiveau gelijk houden en zich dus bij een verkeersveiligheidsmaatregel onveiliger gedragen. Ook in Kostanjsek & Lipar (2007) wordt aangetoond dat een gemarkeerde oversteek dit vals gevoel van veiligheid opwekt bij voetgangers. Deze gaan er bij een goed zichtbare oversteekvoorziening al te vaak van uit dat autobestuurders hen opmerken en zullen stoppen. Als gevolg hiervan zullen voetgangers een kleinere hiaattijd accepteren en dus minder lang wachten aan het zebraad. Daarnaast zouden voetgangers op een oversteekplaats trager oversteken dan buiten een oversteekplaats (Fehlig Mitman, Cooper, & DeBose, 2010).

De verkeersveiligheid van zwakke weggebruikers aan oversteekplaatsen wordt in grote mate bepaald door de intensiteiten. Een hogere intensiteit aan gemotoriseerde voertuigen ter hoogte van kruispunten zal leiden tot een hoger aantal voetgangersongevallen (Lee & Abdel-Aty, 2005). Een hoger aantal voetgangers en fietsers heeft echter het tegenovergestelde effect. Bij een hogere intensiteit aan zwakke weggebruikers zullen er minder ongevallen voorkomen met gemotoriseerde voertuigen. Dit fenomeen heet "safety in numbers". Vermoedelijk zullen bestuurders van gemotoriseerde voertuigen hun gedrag aanpassen wanneer er veel voetgangers/fietsers aanwezig zijn (Jacobsen, 2003).

In dit onderzoek worden oversteekplaatsen onderzocht die gelegen zijn aan voorrangskruispunten en lichtengeregelde kruispunten. Deze laatste soort wordt vooral geïmplementeerd om het aantal conflicten tussen (kruisende) weggebruikers te vermijden. Een meta-analyse van Elvik, Høy, Vaa & Sørensen (2009) bekeek op basis van de bestaande literatuur het verkeersveiligheidseffect van het plaatsen van verkeerslichten. Hieruit blijkt dat verkeerslichten het totaal aantal ongevallen reduceert met 15 procent voor kruispunten met drie armen en 30 procent voor kruispunten met vier armen. Een lichtengeregeld kruispunt met twee fasen zorgt voor een stijging van het aantal voetgangersongevallen met 8 procent. Deze stijging is echter niet significant. Wanneer voetgangers een aparte groenfase krijgen daalt het aantal ongevallen met 30 procent. Dit is wel statistisch significant met een betrouwbaarheidsinterval van 95 procent. Elvik et al. (2009) bekeken ook de invloed van lichtengeregelde oversteekplaatsen specifiek voor voetgangers. Zowel wanneer er voorheen geen oversteekvoorziening als wanneer er wel een zebepad was, was er een daling in het aantal voetgangersongevallen. Toch kan men hieruit geen conclusies uit trekken omdat geen van deze dalingen significant was (Elvik et al., 2009).

Een oversteekplaats aan een lichtengeregeld kruispunt kan ook voor conflicten zorgen met zwakke weggebruikers. Uit onderzoek blijkt dat vooral afslaande voertuigen geen voorrang geven aan overstekende zwakke weggebruikers (Sisiopiku & Akin, 2003). Vooral bij een links afslaande beweging van voertuigen in combinatie met een hoge voertuigintensiteit komen er meer conflicten voor met overstekende voetgangers (Leden, 2002). De studie van Sisiopiku & Akin (2003) bevat niet alleen een observatiestudie van verschillende oversteekplaatsen, maar ook een bevraging van de overstekende voetgangers. Uit deze bevraging bleek dat voetgangers door deze potentiële conflicten met afslaande voertuigen eerder iets verder van het lichtengeregeld kruispunt zullen oversteken. Ook de wachttijd aan het verkeerslicht speelt een rol in een dergelijke beslissing. De oversteekveiligheid ter hoogte van een lichtengeregeld kruispunt hangt hiermee in grote mate af van de groenfases voor de voetgangers/fietsers. Daarnaast is de locatie van oversteekplaatsen van belang. Wanneer het gebruiken van de oversteekplaats een te grote omweg zou betekenen voor de zwakke weggebruiker, zal men eerder buiten een oversteekplaats oversteken (Sisiopiku & Akin, 2003).

Specifiek aan lichtengeregelde kruispunten kan er zich tevens een probleem voordoen rond roodlichtnegatie door één van de weggebruikers. Voetgangers zullen zich eerder schuldig maken aan roodlichtnegatie bij een lange wachttijd. Wanneer het verkeerslicht voor voetgangers te lang op rood blijft staan, worden ze ongeduldig en is er een grotere kans dat ze het rode licht negeren (Tiwari, Bangdiwala, Saraswat, & Gaurav, 2007). Kennedy & Sexton (2009) verklaarden dat voetgangers eerder een rood verkeerslicht zullen respecteren wanneer de wachttijd kleiner is dan 30 seconden. Ook wanneer de voertuigintensiteit hoog is en als er andere voetgangers staan te wachten zal de kans op roodlichtnegatie door voetgangers kleiner zijn. Roodlichtnegatie door het gemotoriseerd verkeer kan uiteraard ook voorkomen. Dit kan verschillende oorzaken hebben. De bestuurder kan onopzettelijk door het rood rijden omdat deze de verkeerslichten niet gezien heeft. Daarnaast kan roodlichtnegatie volledig bewust gebeuren om sneller voorbij het kruispunt te zijn. Ten slotte kan de bestuurder zich in een dilemma zone bevinden wanneer het verkeerslicht op oranje springt. Bij deze laatste oorzaak twijfelde de bestuurder tussen remmen voor het oranje en doorrijden (Kennedy & Sexton, 2009).

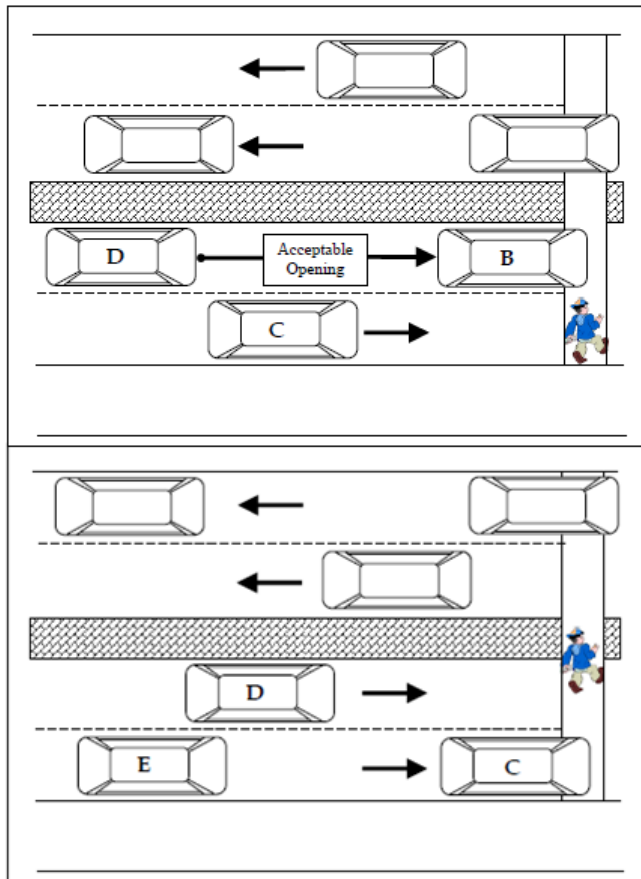
### 2.1.2 Oorzaken van ongevallen met zwakke weggebruikers tijdens het oversteken

Räsänen & Summala (1998) zochten naar de oorzaken van ongevallen tussen fietsers en auto's tijdens het oversteken. Uit hun analyses bleek dat in slechts 17 procent van de ongevallen geen van beide partijen de ander opgemerkt had. Dit betekent dus dat in het grootste deel van de ongevallen tenminste één van de betrokken weggebruikers de ander gezien had. Volgens deze studie zijn er twee mechanismen die ervoor zorgen dat er toch een ongeval plaatsvindt. Bij een eerste mechanisme zal de weggebruiker zijn aandacht foutief verdelen over de wegsituatie. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer men een situatie te laat opmerkt. In het tweede mechanisme merkt men de andere weggebruiker wel tijdig op, maar heeft men een verkeerde verwachting over zijn handelen. Een voorbeeld hiervan is wanneer een voetganger foutief denkt dat het aankomende voertuig zal stoppen aan een zebepad. Verder bleek nog dat fietsers meer moeite hebben om een hoofdweg over te steken dan om de zijstraat over te steken (Räsänen & Summala, 1998).

Habibovic & Davidsson (2012) voerden een gelijkaardige diepte-analyse uit van ongevallen tussen auto's enerzijds en fietsers of voetgangers anderzijds. Deze studie focust specifiek op de ongevallen tijdens het oversteken aan stedelijke kruispunten. Om de oorzakelijke verbanden te zoeken werd gebruik gemaakt van het SafetyNet Accident Causation Systems (SNACS). Het doel hiervan is om een systematische classificatie te ondersteunen over de oorzaken van ongevallen en deze informatie te organiseren in oorzaakpatronen. SNACS bestaat uit drie elementen. Als eerste is er het crash model, wat het framework biedt voor de overige twee elementen. Een tweede element is het classificatieschema, waarbij de kritieke events uitgedrukt worden in tijd, ruimte en energie. In dat classificatieschema zitten ook enkele factoren vervat die kunnen bijdragen tot de causaliteit, bijvoorbeeld communicatie en wegontwerp. Ook de mogelijke interacties tussen deze factoren worden voorgesteld. Als laatste bezit SNACS nog een methode om het classificatieschema toe te passen op een specifieke case. Uit de analyse van de ongevallen via SNACS bleek dat 70 procent van de zwakke weggebruikers de wagens gezien hebben voor het ongeval. De verkeerssituatie werd echter verkeerd geïnterpreteerd of er werd een verkeerde handeling uitgevoerd. Vooral fietsers maken hierbij fouten (Habibovic & Davidsson, 2012).

Om een inschatting te maken over het al dan niet kunnen oversteken van een weg, nemen zwakke weggebruikers een soort veiligheidsmarge. Dit heet de gap acceptance. De kritieke veiligheidsmarge die een voetganger aanvaardbaar vindt, ligt volgens Schmidt & Färber (2009) tussen 3 en 7 seconden. Concreet zal geen enkele voetganger een weg oversteken indien hij merkt dat hij zelf minder dan drie seconden veiligheidsmarge heeft. Een andere studie vond dat 85 procent van de voetgangers een marge tussen 5,3 en 9,4 seconden acceptabel vindt (Brewer, Fitzpatrick, Whitacre, & Lord, 2006). Uit de gedragsanalyse van Brewer et al. (2006) blijkt overigens dat voetgangers op wegen met twee rijstroken per rijrichting soms niet wachten tot alle rijstroken vrij zijn. Ze passen een zogenaamde "rolling gap" toe. Figuur 1 geeft deze rolling gap schematisch weer. Bij hoge voertuigintensiteiten kan de overstekende zwakke weggebruiker dus per rijstrook een individuele veiligheidsmarge toepassen.





**Figuur 1: "Rolling gap"**

Bron: Brewer et al. (2006)

Bij het oversteken van zwakke weggebruikers is het dus van belang dat alle weggebruikers de verkeerssituatie correct inschatten. Hierbij komen we uit op het gedrag van de verschillende weggebruikers, dat in de volgende paragraaf besproken wordt.

## 2.2 Interacties tussen zwakke weggebruikers en gemotoriseerde voertuigen

In het kader van dit verkeersveiligheidsonderzoek kan het interessant zijn om enkele specifieke gedragskenmerken van weggebruikers te observeren. Het onderzoek richt zich tot het gedrag met betrekking tot het geven/nemen van voorrang en kijkgedrag. Op deze indicatoren zal verder ingegaan worden vanuit de beschikbare literatuur. Daarnaast wordt het snelheidsgedrag ter hoogte van oversteekplaatsen toegelicht. Ook de persoonskenmerken leeftijd en geslacht van de weggebruikers worden kort toegelicht. Tot slot komen nog enkele overige elementen aan bod die de interactie tussen de weggebruikers kunnen beïnvloeden.

Er worden verschillende manieren gebruikt om het gedrag van weggebruikers te observeren. Bij de meest courante manier wordt er ter plaatse geobserveerd door waarnemers (De Ceunynck et al., 2013a; Jonsson, Hydén, & Svensson, 2007). Daarnaast kan ook gebruik gemaakt worden van videobeelden (Ibrahim, Kidwai, & Karim, 2005). Dit kan men eventueel koppelen aan een geautomatiseerde video-analyse. Het voordeel hiervan is dat er, naar analogie met conflictobservaties, correctere metingen kunnen doorgevoerd worden (Jonsson et al., 2007).

### 2.2.1 Gedrag met betrekking tot het verlenen van voorrang

Jonsson et al. (2007) onderzochten het gedrag met betrekking tot het verlenen van voorrang aan fietsoversteken. Uit deze studie bleek dat voorrangsborden en markeringen niet voldoende zijn om fietsers hun voorrang te geven. Hieruit werd geconcludeerd dat er altijd een zeker aandeel van bestuurders zich niet zal houden aan de voorrangsregels ten opzichte van zwakke weggebruikers. Mogelijke verklaring hiervoor is dat bestuurders van gemotoriseerde voertuigen veelal vertrouwen op hun grotere massa en grotere mate van bescherming. Phillips, Bjørnskau, Hagman, & Sagberg (2011) bekeken het voorrangsgedrag ten opzichte van fietsers aan een voorrangskruispunt. Voor deze gedragsobservatie werd gebruik gemaakt van een camera. Hierbij werden twee verschillende events gedefinieerd, namelijk voorrangsevents en conflictevents. Dit duidt respectievelijk op het geven van voorrang en op het voorkomen van een conflict. De camerabeelden werden door twee verschillende waarnemers onafhankelijk van elkaar onderzocht op beide events. Bij het voorrangsgedrag werd bekeken welke weggebruiker (fietser of automobilist) het eerst voorrang verleende. Deze gedragsobservatie werd verdeeld over verschillende jaren. Om de verandering in het voorrangsgedrag te analyseren werd gebruik gemaakt van een z-test.

De gedragsobservatie van Jonsson et al. (2007) vond plaats op 38 verschillende locaties, die elk zes uur geobserveerd werden. Er werd enkel gekeken naar die situaties waarbij een fietser of voetganger wou oversteken. Verschillende indicatoren werden hierbij waargenomen, zoals of (en waar) de zwakke weggebruiker stopt, of de automobilist voorrang verleent aan hen,.... Doordat er in deze studie met verschillende waarnemers gewerkt werd, kon de betrouwbaarheid van deze waarnemers gemeten worden. Deze 'Intercoder reliability' werd ook berekend in De Ceunynck et al. (2013a). Hierdoor kan nagegaan worden of de verschillende waarnemers op eenzelfde manier het onderzoek uitgevoerd hebben.

In een studie van Nasar (2003) werd de effectiviteit van een verkeersbord onderzocht. Dit verkeersbord lichtte op telkens een voertuig een zebraad langs reed waar een voetganger stond. Hierop werd de bestuurder ofwel bedankt om te stoppen en voorrang te verlenen aan de voetganger, ofwel aangemaand om in het vervolg wel te stoppen aan een zebraad. Deze boodschap is weergegeven in Figuur 2 en werd geplaatst aan een eerste zebraad op een weg.



*Figuur 2: Voorbeeld boodschap aan bestuurders*  
Bron: Nasar (2003)

Door het weergeven van een dergelijke boodschap werd er aan een volgend zebraad op diezelfde weg relatief gezien meer voorrang verleend aan voetgangers. Deze studie toont dus aan dat het voorrangsgedrag beïnvloedt kan worden door dergelijke boodschappen.

### 2.2.2 Kijkgedrag

Kijkgedrag is essentieel. Rumar (1990) concludeerde dat iets te laat opmerken één van de belangrijkste oorzaken is van ongevallen. Deze gedragsindicator is echter niet altijd eenvoudig te observeren.

De studie van Räsänen, Koivisto, & Summala (1999) onderzocht het kijkgedrag van fietsers bij het oversteken aan een kruispunt, dit naar aanleiding van een wetswijziging in Finland. Voor deze studie werd gebruik gemaakt van camerabeelden. Per onderzochte locatie werden er minstens drie uren videobeelden gemaakt, zowel voor als na de verandering van de wet. Naast deze video-observatie werden ook interviews afgenomen over de kennis van de betreffende voorrangsregel. Om het kijkgedrag te onderzoeken werd gekeken of de fietser zijn hoofd naar links en rechts draaide voor het oversteken. Wanneer er in beide richtingen wordt gekeken door de fietser is er een veiligheidsvoordeel. Uit de studie bleek dat de nieuwe Finse wet omtrent het geven van voorrang aan fietsers resulteerde in een iets beter kijkgedrag bij deze fietsers.

Uit Otte et al. (2012) blijkt overigens dat er tussen fietsers en voetgangers een verschil is in het kijkgedrag. Voetgangers zouden meer kijkfouten maken dan fietsers. Deze fouten zijn vooral te wijten aan afleiding of onoplettendheid van de voetganger. Habibovic & Davidsson (2012) stellen echter dat fietsers eerder dan voetgangers verkeerde verwachtingen hebben over de intenties van autobestuurders. Uit een gedrags- en conflictobservatiestudie blijkt overigens dat voetgangers meer kans maken op een conflict aan een lichtengeregeld kruispunt wanneer ze niet kijken voor het oversteken (Langbroek et al., 2012). Toch zijn het vooral de bestuurders van wagens die de zwakke weggebruiker niet of te laat zien. In 80 procent van de ongevallen uit de diepte-analyse van Habibovic & Davidsson (2012) had de bestuurder de zwakke weggebruiker niet opgemerkt, terwijl slechts 30 procent van de zwakke weggebruikers het voertuig niet opmerkten. Zwakke weggebruikers merkten het voertuig minder vaak op aan de oversteekplaats na een kruispunt dan aan een oversteekplaats voor een kruispunt (Habibovic & Davidsson, 2012).

### 2.2.3 Snelheidsgedrag

Autobestuurders moeten bij een zebra-pad aan een ongeregeld kruispunt voorrang verlenen aan voetgangers. Het is van belang dat de snelheid van het gemotoriseerd verkeer aangepast wordt ter hoogte van de oversteekvoorziening. Verschillende studies zijn het er over eens dat de snelheid een indicator is voor het al dan niet verlenen van voorrang. Janssen et al. (1988, geciteerd in De Ceunynck et al., 2013a) concludeerden dat een hogere snelheid van een ander voertuig ervoor zal zorgen dat er voorrang gegeven wordt aan dat voertuig. Várhelyi (1998) analyseerde het snelheidsgedrag ter hoogte van zebra-paden. Met behulp van een snelheidsmeter aan de kant van de weg werd de snelheid gemeten. Iedere seconde werd de snelheid gemeten van een voertuig en werden de gegevens doorgestuurd naar een computersysteem. In dit systeem konden de waarnemers ook de gegevens over de voetgangers registreren, zoals de aankomst van de voetganger aan de oversteekplaats. Op hetzelfde moment werd via de opname van videobeelden de conflicten tussen voertuigen en voetgangers geregistreerd. Uit de studie bleek dat drie vierde van de bestuurders hun snelheid blijven behouden ter hoogte van een zebra-pad waar reeds voetgangers aanstalten maken om over te steken. Uit de studie van Jonsson et al. (2007) bleek ook dat bestuurders van gemotoriseerde voertuigen zich wel eens laten verleiden tot te snel rijden. Toch gaan ook de zwakke weggebruikers niet vrijuit. Zo blijken fietsers hun eigen (kortste) route te willen kiezen, ook al is deze tegenstrijdig met de wetgeving (Jonsson et al., 2007).

Ook Räsänen et al. (1999) onderzochten in hun studie het verschil in snelheidsgedrag door een wetswijziging. Zowel de snelheid van de fietsers als van de bestuurders van motorvoertuigen werd berekend aan de hand van de camerabeelden door een computerprogramma. Er kan een wijziging

zijn in de snelheid ten gevolge van een andere voorrangregeling, maar dit is sterk afhankelijk van de karakteristieken van de oversteekvoorziening (Räsänen et al., 1999).

#### 2.2.4 Persoonskenmerken

Deze paragraaf beschrijft het verschil in veiligheid aan oversteekvoorzieningen naargelang de persoonskenmerken leeftijd en geslacht.

Tom & Granié (2011) observeerden voetgangers bij het oversteken aan twee lichtengeregelde en twee voorrangsgeregelde kruispunten. Hierbij wordt specifiek ingegaan op de verschillen tussen mannen en vrouwen. In dit onderzoek worden twee verschillende concepten onderscheiden. Een eerste is of men de regels met betrekking tot oversteken naleeft in de tijd. Concreet betekent dit bijvoorbeeld of men rekening houdt met de verkeerslichten bij een lichtengeregelde oversteekplaats. Als tweede concept is er het naleven van de regels in de ruimte. Hiermee bedoelt men of de zwakke weggebruiker de oversteekplaats gebruikt om over te steken. In deze laatste soort naleven van verkeersregels is er geen verschil tussen mannen en vrouwen. Bij het naleven van de regels in de tijd zijn er wel verschillen te vinden naargelang het geslacht. Mannen leven immers deze regels minder na dan vrouwen. Aan lichtengeregelde oversteken zullen mannen eerder naar het aankomende verkeer kijken dan naar de verkeerslichten. Bij vrouwen is dit net het omgekeerde (Tom & Granié, 2011). Dit gedrag van mannen vertaalt zich ook in het aantal ongevallen. Mannen blijken meer betrokken te zijn in voetgangersongevallen dan vrouwen. Onder de mannen zijn het vooral diegene van middelbare leeftijd die betrokken raken in dergelijke ongevallen (Lee & Abdel-Aty, 2005).

De leeftijd van zwakke weggebruikers kan dus ook een rol spelen in het veilig oversteken van een weg. Een Franse studie voerde een experiment uit met zowel jongeren als ouderen. De participanten staken via een soort simulator een weg over met twee rijstroken. Hieruit werd duidelijk dat ouderen meer moeite hebben om een weg over te steken. Hun oversteeksnelheid is aanzienlijk trager, ze namen kleinere veiligheidsmarges in rekening en maakten meer beslissingen die tot een ongeval leidden. Vooral met het inschatten van het aankomend verkeer op de verste rijstrook hebben de ouderen problemen. Jongeren hebben deze problemen niet omdat ze een betere inschatting kunnen maken van het verkeer op beide rijstroken (Dommes, Cavallo, Dubuisson, Tournier, & Vienne, 2014).

#### 2.2.5 Overige elementen die de interactie kunnen beïnvloeden

Het voorrangsgedrag, kijkgedrag en snelheidsgedrag zijn al enkele elementen die een rol kunnen spelen bij de interactie tussen voertuigen en overstekende voetgangers/fietsers. Het is duidelijk dat deze gedragingen ook aan elkaar gelinkt kunnen zijn. Er zijn echter nog enkele andere elementen die de interactie tussen voertuigen en voetgangers kunnen beïnvloeden, bijvoorbeeld communicatie.

Voetgangers en bestuurders gebruiken non-verbale communicatie om te bepalen wie voorrang krijgt (Schroeder, 2008). Sucha (2013) observeerde het gedrag van voetgangers en bestuurders ter hoogte van zebrapaden. Deze studie toonde de verschillende manieren aan die werden gebruikt om te communiceren tussen beide weggebruikers. Een zeer belangrijk communicatiemiddel is het zoeken naar oogcontact met de bestuurder. Daarnaast kan de voetganger zwaaien met zijn hand om zijn intentie tot oversteken uit te drukken. Er kan ook nog een dankgebaar gebruikt worden met de handen door de voetganger. Het gebruik van een hand- of armgebaar door de voetganger in combinatie met het zoeken naar oogcontact is volgens een studie van Crowley-Koch, Van Houten, & Lim (2011) een zeer effectief gebaar om voorrang te verkrijgen.

Ook in de andere richting, van bestuurder naar voetganger, wordt gecommuniceerd. Oogcontact is ook bij de bestuurder een belangrijke vorm van communicatie. Daarnaast kan de bestuurder flikkeren met de lichten of een handgebaar maken om de voetganger duidelijk te maken dat deze de weg kan oversteken. Deze laatste is een explicietere vorm van communicatie dan oogcontact. Bestuurders van voertuigen kunnen ook laten merken dat ze geen voorrang zullen geven. Dit doen ze bijvoorbeeld door niet af te remmen, of zelfs te versnellen. Ook kan dit duidelijk gemaakt worden door het oogcontact tussen beide weggebruikers, of doordat de bestuurder meer in het midden van zijn rijstrook zal rijden (Sucha, 2013).

Uit de studie van Schroeder (2008) blijkt dat de assertiviteit van de voetganger ook een rol kan spelen in het al dan niet verkrijgen van voorrang aan een zebrapad. Indien een voetganger op een vlotte manier richting het zebrapad wandelt, is de kans groter dat deze voorrang krijgt. Ook wanneer de voetganger de neiging toont al over te steken zal deze in meer gevallen voorrang krijgen dan wanneer de voetganger blijft stilstaan op de stoeprand (Sucha, 2013). Evans & Norman (1998) relateerden het gedrag van overstekende voetgangers aan de Theory of Planned Behaviour. Hieruit bleek dat voornamelijk de waargenomen gedragscontrole een sterke invloed heeft om al dan niet de weg over te steken. Indien de voetganger de oversteekbeweging zelf als gemakkelijk ervaart, is de kans groter dat deze op een risicovollere manier de weg zal dwarsen.

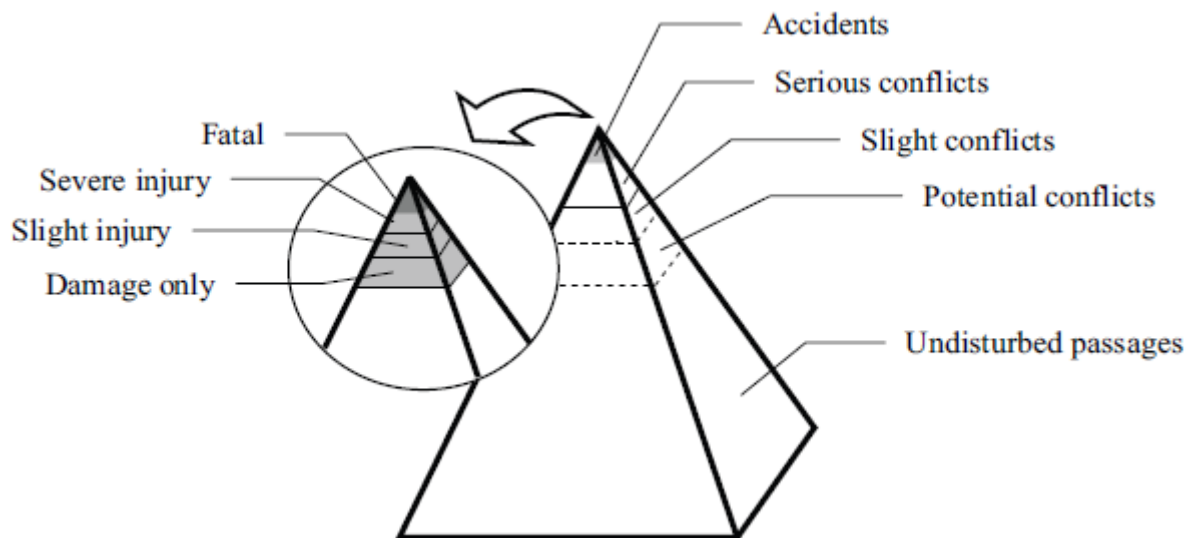
## 2.3 Het gebruik van conflictobservatie

Naast gedragsobservatie zal dit onderzoek vooral bestaan uit conflictobservatie. dit deel van de literatuurstudie gaat dieper in op deze methode.

### 2.3.1 Waarom conflictobservatie?

Een courant gebruikte methode om de verkeersveiligheid te meten is een ongevalanalyse. Dergelijke analyses hebben echter enkele nadelen (Ismail, Sayed, & Saunier, 2010a):

- **Attributie.** Bij een ongeval is het vaak zeer moeilijk te bepalen wat de precieze oorzaak is. Het is meestal niet mogelijk een ongeval toe te schrijven aan één enkele aanleiding.
- **De hoeveelheid data.** Verkeersongevallen zijn zeer zeldzame gebeurtenissen. Hierdoor moet men vaak lang wachten vooraleer een verkeersveiligheidsanalyse kan uitgevoerd worden. Dit leidt tot een paradoxale situatie: de onderzoeker wil in het licht van het onderzoek zoveel mogelijk ongevallen verzamelen, terwijl het doel van het onderzoek net is deze ongevallen te vermijden.
- **De kwaliteit van de data.** De ongevallenformulieren zijn gebaseerd op beschrijvingen na het ongeval, getuigenissen en observaties ter plekke. De kwaliteit van deze inputs laat echter soms te wensen over. Daarenboven worden veel ongevallen niet opgenomen, zoals ongevallen met enkel stoffelijke schade of lichtgewonden.



**Figuur 3: Piramidemodel van Hydén**

Bron: Hydén (1987)

Het is dus duidelijk dat ongevalleanalyse beperkingen hebben. De piramide in Figuur 3 beschrijft de relatie tussen normale gebeurtenissen in het verkeer, verkeersconflicten en verkeersongevallen. Het geeft weer dat de ongevallen slechts het topje van de ijsberg zijn en dus relatief zeldzaam zijn. Verkeersconflicten, de zogenaamde bijna-ongevallen, komen dan weer iets meer voor. Bij deze conflicten kan, net als bij ongevallen, een onderverdeling gemaakt worden tussen ernstige, geringe en potentiële conflicten. Deze laatste komt het meest voor (Laureshyn, 2010).

Een conflict wordt hierbij gedefinieerd als *“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”* (Amundson & Hydén, 1977).

Conflictobservaties worden traditioneel uitgevoerd aan de hand van beeldmateriaal. Deze videoanalyses bestaan over het algemeen uit drie grote stappen: het verzamelen van de videodata, het verwerken van deze data en tenslotte het interpreteren van verwerkte videodata in verkeersgerelateerde termen (Laureshyn, 2010).

### 2.3.2 Indicatoren en technieken

Bij een conflictobservatie wordt gebruik gemaakt van conflictindicatoren die een maat geven aan een conflict. Van de vele ontwikkelde indicatoren worden in dit onderzoek de volgende verzameld: de Time-to-Collision, de Time-to-Accident, het Severity Level, de Post-Encroachment-Time, de T2min-waarde en de Delta V8 waarde. Deze paragraaf geeft een beschrijving van deze indicatoren.

### *Time-to-Collision*

De Time-to-Collision (TTC) wordt gedefinieerd als de resterende tijd voor een aanrijding tussen twee voertuigen indien de snelheid en de gevolgde weg constant blijven (Hayward, 1971, geciteerd in Van Der Horst, 1990). Dit betekent dus concreet dat een lagere TTC-waarde staat voor een hoger risico op een ongeval. Laureshyn (2010) stelt dat deze definitie twee belangrijke implicaties heeft. Een eerste implicatie bestaat eruit dat er bij de berekening van de TTC sprake moet zijn van een botskoers tussen beide weggebruikers. Een tweede is dat de TTC niet direct kan gemeten worden, maar dat deze afhangt van de beweging van de weggebruikers. Op elk moment dat de weggebruikers op een botskoers zijn, kan een TTC-waarde berekend worden.

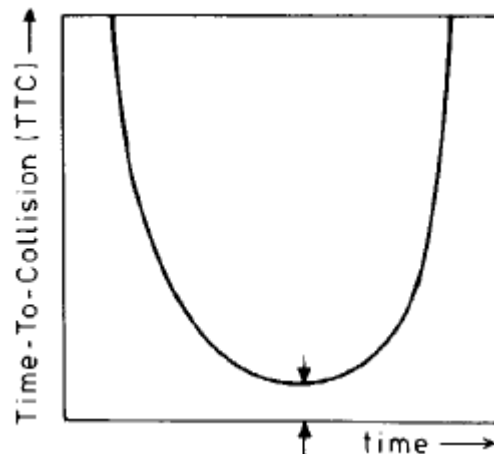
Deze TTC-waarde verschilt dus naargelang beide weggebruikers zich ten opzichte van elkaar bewegen. Dit wordt verder weergegeven in Figuur 4. De Time-to-Collision kan gezien worden als een functie doorheen de tijd. De ernst van een conflict wordt gemeten aan de hand van de minimale TTC-waarde (TTC<sub>min</sub>) tijdens het conflict. Dus hoe lager TTC<sub>min</sub> is, hoe dichterbij een werkelijke aanrijding is. Er wordt aangenomen dat conflicten met een TTC<sub>min</sub> kleiner dan 1,5 seconden potentieel gevaarlijk zijn (Kraay & van der Horst, 1988).

### *Time-to-Accident*

De time-to-accident (TA) waarde is gelijk aan de TTC-waarde op het moment dat er een ontwijkende actie wordt uitgevoerd. Een ontwijkende actie bestaat eruit dat één van de weggebruikers zal remmen, ontwijken,... om een ongeval te vermijden. Om de TA-waarde te berekenen moet op het moment van de ontwijkende actie de snelheid en de afstand tot het imaginaire botspunt gemeten worden van het voertuig dat de ontwijkende actie uitvoert. In theorie kan deze waarde berekend worden zowel in de gevallen dat zich een aanrijding voor doet als de gevallen waarbij deze aanrijding vermeden wordt. Wanneer beide weggebruikers een ontwijkende actie uitvoeren, moet in dergelijke conflicten gerekend worden met de TA-waarde van de relevante weggebruiker. Deze relevante weggebruiker is de weggebruiker met de hoogste TA-waarde en is bepalend voor de ernst van het conflict. In praktijk zal deze het eerst een ontwijkende actie uitvoeren (Laureshyn, 2010).

### *Severity level*

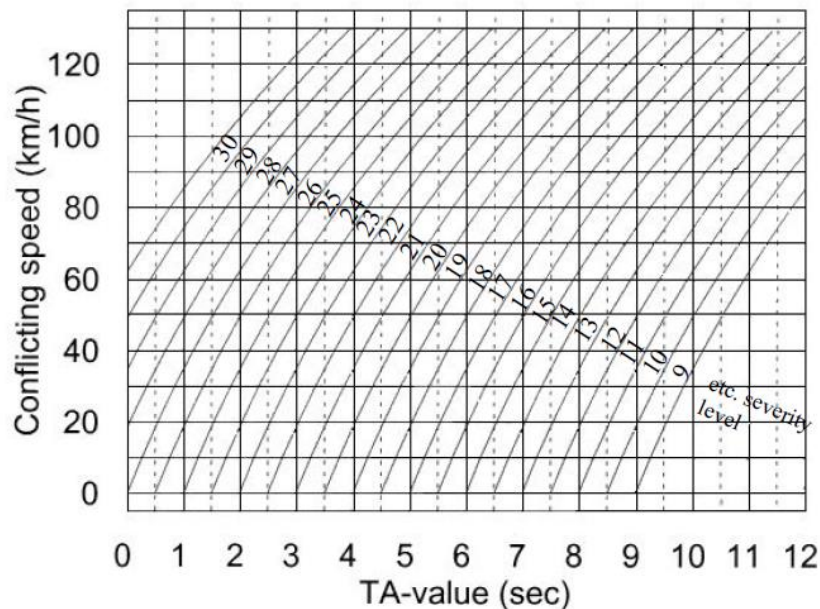
Om de ernst van een conflict na te gaan wordt in de Zweedse methode gebruik gemaakt van severity levels. Het severity level van een conflict wordt bepaald door de TA-waarde en de conflictsnelheid van de relevante weggebruiker. Deze laatste is de snelheid van de weggebruiker op het moment dat hij de ontwijkende actie uitvoert (Svensson, 1998). Figuur 5 toont aan hoe het severity level van een conflict bepaald kan worden. Een conflict met een lage TA-waarde en hoge conflictsnelheid zal dus leiden tot een hoog severity level, of is met andere woorden een ernstig conflict. Bij een conflict waar beide weggebruikers een ontwijkende actie uitvoeren is de relevante weggebruiker maatgevend voor het bepalen van het severity level.



**Figuur 4: Theoretische TTC in functie van tijd**

Bron: Hayward, 1971, geciteerd in (Van der Horst, 1990)

Volgens Svensson & Hydén (2006) kan men de conflicten met een severity level van 26 of hoger zeer ernstig noemen. Conflicten van niveau 20 tot en met niveau 25 zijn redelijk ernstig. Deze komen normaal iets vaker voor dan de zeer ernstige conflicten. In situaties met een severity level van 20 tot 25 benaderen de weggebruikers elkaar nog in tijd en ruimte. Deze situaties zouden dus alsnog kunnen uitmonden in een ernstiger conflict of ongeval. Een severity level lager dan 20 duidt op een conflict van lagere ernst. De kans dat een situatie met een dergelijk laag severity level leidt tot een ongeval is zo goed als onbestaande.



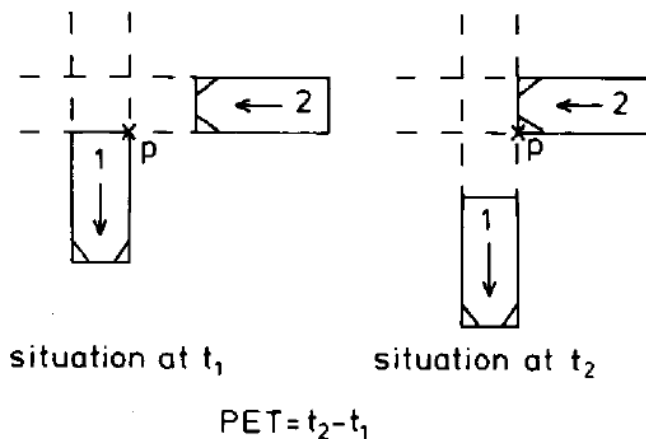
**Figuur 5: Severity levels**

Bron: Svensson (1998)

### **Post-Encroachment-Time**

Een andere belangrijke indicator is de Post-Encroachment-Time (PET). In tegenstelling tot de berekening van TTC volgen de verkeersdeelnemers hier geen botskoers. Een PET wordt specifiek gemeten wanneer de verkeersdeelnemers elkaar net missen. Ook in zo'n gevallen is er een risico op een aanrijding. Een PET wordt daarom gedefinieerd als het verschil in tijd tussen het moment dat de eerste weggebruiker de route van de tweede weggebruiker verlaat en het moment dat de tweede de route van de eerste weggebruiker bereikt (Van der Horst, 1990). De drempelwaarde tussen ernstige en niet-ernstige conflicten ligt algemeen gesproken op 1,5 seconden (Grayson, Hydén, Kraay, Muhlrad, & Oppe, 1984). Voor snelheden lager dan 50 km/u volstaat een drempelwaarde van 1 seconde. Een groot nadeel bij de berekening van de PET-waarden is dat deze, in tegenstelling tot TTC, geen rekening houdt met snelheid en afstand. Dit maakt dat het niet mogelijk is de relatieve ernst van de situaties te schatten. Daarnaast is de PET-indicator enkel bruikbaar bij kruisende trajectories (Archer, 2005). Een schematische voorstelling van deze definitie wordt weergegeven in Figuur 6.



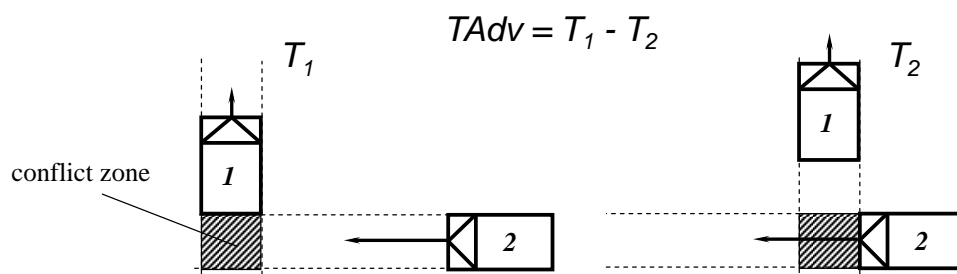


**Figuur 6: Post-Encroachment-Time**

Bron: Van der Horst (1990)

### *T2min*

Enigszins vergelijkbaar met de PET-waarde kan de T2min waarde berekend worden. Dit is de minimale waarde die afgeleid kan worden uit de T2-curve. T2 is de tijd waarop de tweede weggebruiker met de gegeven snelheid het botspunt bereikt. Deze weggebruiker wordt immers geacht de grootste veiligheidsmarge te hebben om een ontwijkende actie uit te voeren. De T2-curve is dus een maat voor de nabijheid tussen twee weggebruikers. Figuur 7 geeft een schematische voorstelling weer van deze berekening. Het verschil tussen het moment dat het eerste voertuig de conflictzone verlaat ( $T_1$ ) en het tweede voertuig de conflictzone bereikt ( $T_2$ ) wordt gedefinieerd als de Time Advantage (TAdv). Dit kan gezien worden als een voorspelling van de PET-waarde op een continue manier. Hierdoor kan deze TAdv op ieder punt berekend worden bij kruisende trajectories indien de snelheid ongewijzigd zou blijven (Laureshyn, 2010).



**Figuur 7: Schematische voorstelling berekening T2min**

Bron: Laureshyn, De Ceunynck, Karlsson, & Svensson (2014)

Deze indicator houdt tevens zeer sterk verband met de TTC-curve. Wanneer er in een situatie geen botskoers is maar enkel kruisende trajectories, zal er dus geen TTC-waarde berekend worden. In deze gevallen wordt wel een T2-waarde berekend. Wanneer er wel een botskoers is, is de T2-waarde gelijk aan de TTC-waarde. Beide indicatoren worden bijgevolg in dezelfde curve weergegeven. Ze geven allebei de tijd weer die resteert tot hetzelfde punt, namelijk het imaginaire botspunt, bereikt wordt. In het geval van TTC liggen beide voertuigen op botskoers, in het geval van T2min is er alleen sprake van kruisende trajectories (Laureshyn, 2010).

### *Delta V8*

Deze laatste conflictindicator is een maat voor de ernst indien er een ongeval zou plaatsvinden. Delta V staat hierbij voor de snelheidsverandering die de weggebruikers ondervinden als gevolg van de aanrijding. Aangezien de T2min waarde staat voor de resterende tijd tot het botspunt, kan men deze tijd nog gebruiken om te remmen. Bij Delta V8 wordt de snelheidsverandering ten gevolge van een aanrijding berekend nadat er tijdens de tijd T2min geremd werd met  $8 \text{ m/s}^2$ . Dit staat gelijk aan een noodrem. De meest ernstige Delta V8 waarde van beide weggebruikers wordt gebruikt. Deze is immers het meest bepalend voor de ernst van de situatie. Doordat op deze manier de ernst van het conflict berekend wordt, kan deze conflictindicator beloftevol zijn bij conflicten met zwakke weggebruikers (Laureshyn et al., 2014)

### *STCT en DOCTOR methodieken*

Voorgaande conflictindicatoren kan men onderverdelen in twee methodes: de Zweedse STCT en de Nederlandse DOCTOR methodiek. TTC en PET zijn beide belangrijke indicatoren in deze methodieken (De Jong, Gysen, Petermans, & Daniels, 2007). Vooral de TTC-indicator krijgt in elk van de methodes een andere invulling. In de Zweedse methode wordt er gebruik gemaakt van de Time-to-Accident (TA). In deze methodiek zal bijgevolg gewerkt worden met severity levels. In de DOCTOR-methodiek wordt in plaats van de TA-waarde de TTCmin-waarde berekend (Kraay & van der Horst, 1988). In tegenstelling tot bij STCT is het dus niet mogelijk om deze waarde te berekenen bij een ongeval. Bij een aanrijding zal TTCmin immers gelijk zijn aan nul, waardoor het niet mogelijk wordt een onderscheid te maken in de ernst van de events (Laureshyn, 2010).

Bij DOCTOR wordt de ernst van het conflict bepaald aan de hand van zowel de kans op een aanrijding als de gevolgen indien een aanrijding zou plaatsgevonden hebben (Kraay & van der Horst, 1988).

De Jong et al (2007) concludeerden dat de STCT iets eenvoudiger te gebruiken is dan DOCTOR, althans voor een manuele conflictobservatie. Deze techniek maakt gebruik van twee variabelen die men kan schatten op basis van de camerabeelden, namelijk de snelheid op het moment van de ontwijkende actie en de afstand tot het imaginaire botspunt op dat moment. DOCTOR wil daarenboven ook nog de letselernst afleiden indien er zich een ongeval zou voordoen. Dit maakt deze Nederlandse techniek iets ingewikkelder. Deze conclusie geldt echter niet voor semi-geautomatiseerde conflictobservatie, die in dit onderzoek zal worden toegepast.

### *Validiteit*

De validiteit betekent algemeen gesproken of de methode meet wat beoogd werd te meten. In de literatuur wordt een onderscheid gemaakt tussen twee soorten validiteit, namelijk productvaliditeit en procesvaliditeit (Hydén, 1987; Svensson, 1998). De eerste soort bekijkt of ernstige conflicten kunnen gebruikt worden om het verwachte aantal aanrijdingen te voorspellen. De laatste, procesvaliditeit, gaat na of conflicten gebruikt kunnen worden om het proces dat leidt tot een aanrijding te beschrijven. De ernst van conflicten wordt hierbij bepaald aan de hand van de TA-waarde. Over het proces vóór aanrijdingen is er echter weinig informatie. Daarom werden de conflicten bekeken vanaf het moment dat één van de partijen een ontwijkende actie uitvoerde. Dit werd vergeleken met het laatste deel van de fase net vóór ongevallen. Door deze procesvaliditeit kan men stellen dat de ernst van conflicten een goede maatstaf kan zijn om de ernst op een aanrijding te voorspellen. Conflicten en ongevallen blijken immers vergelijkbare patronen te hebben (Hydén, 1987). Waar er bijvoorbeeld veel conflicten met overstekende fietsers gebeuren, zal ditzelfde patroon ook merkbaar zijn in de ongevallengegevens.

Op vlak van validiteit is er een verschil tussen de conflictindicatoren. Van de indicatoren in STCT-methode bleek in de studie van Svensson (1998) dat de combinatie van Time-to-Accident en de snelheid (dus het severity level) het meest valide is. Dit komt doordat het einde van de processen van conflicten en van ongevallen vrij gelijkaardig verlopen (Hydén, 1987). Ongevallen hebben de neiging om lagere TA-waarden en hogere snelheden te hebben (Svensson, 1998). Volgens Archer (2005) is de TTC over het algemeen echter moeilijker te valideren omdat er sprake moet zijn van een botskoers en een ontwijkende actie. Ook wordt bij TTCmin de snelheid niet meegenomen als het gaat over de ernst van een conflict. Er wordt enkel gekeken naar de ruimtelijke nabijheid. Hierdoor zijn TTC-waardes moeilijker te weerspiegelen aan de werkelijke situaties, waardoor de procesvaliditeit problematisch wordt. Daarnaast blijkt dat PET sneller conflictsituaties tussen voetgangers en voertuigen herkent dan de andere conflictindicatoren. De lagere snelheden zorgen er in deze gevallen voor dat er meer PET-situaties geregistreerd worden (Archer, 2005). Grayson et al. (1984) toonden in hun validatiestudie echter aan dat de PET-indicator niet gecorreleerd kan worden met de conflicternst. Deze indicator is bijgevolg minder interessant om te gebruiken.

### 2.3.3 Geautomatiseerde conflictobservatie

Het observeren van conflicten kan zeer veel tijd vergen. Dit kan ervoor zorgen dat de observatieperiode beperkt is. Bepaalde stappen tijdens de conflictobservatie kunnen echter geautomatiseerd worden. Dergelijke geautomatiseerde conflictobservatie zal de detectie en beschrijving van de bewegende objecten automatiseren (Laureshyn, 2005).

De geautomatiseerde conflictobservatie gebeurt in verschillende stappen (De Ceunynck, Daniels, Brijs, Hermans, & Wets, 2013b; St-Aubin, Miranda-Moreno, & Saunier, 2012):

1. Opnemen van de videobeelden op de onderzoekslocatie: De beelden worden opgenomen met één of meerdere camera's.
2. Ruimtelijke calibratie: Calibratie is nodig om de posities van de weggebruikers in werkelijkheid te achterhalen vanuit hun coördinaten in het camerabeeld (Ismail, Sayed, & Saunier, 2010b). Dit wordt gedaan door de link te leggen tussen een ortho-foto van de onderzoekslocatie en het beeld dat zichtbaar is op de camera. Hierbij wordt de afstand tussen referentiepunten berekend om de positie en snelheid van de weggebruikers zo nauwkeurig mogelijk te berekenen.
3. Detectie van potentieel relevante situaties: In deze stap worden bepaalde situaties die relevant kunnen zijn gedetecteerd. Enkel deze geselecteerde situaties zullen verder onderzocht worden.
4. Meten van potentieel relevante conflicten: De potentieel relevante conflicten worden van naderbij bekeken. Hierbij worden indicatoren gemeten zoals hiervoor beschreven, zoals PET, TA, TTC. Op die manier kan bijvoorbeeld de ernst van de conflicten geregistreerd worden.
5. Analyse van de data: Als laatste stap worden de resultaten uit de voorgaande stappen geanalyseerd. Hieruit worden tot slot de nodige conclusies getrokken.

Deze volledig geautomatiseerde conflictobservatie heeft op dit moment nog enkele beperkingen. Zo kunnen er bijvoorbeeld problemen optreden bij het automatisch detecteren van weggebruikers of kan er occlusie optreden. Occlusie komt voor wanneer er zich obstakels (zoals een verkeersbord) tussen de camera en de weggebruiker bevinden. Hierdoor kan het automatisch systeem moeilijkheden ondervinden om de snelheid van voertuigen te bepalen (Laureshyn & Ardö, 2006). Daarnaast kunnen ook wisselende weersomstandigheden een rol spelen. Zo kunnen hevige regen, mist of een laaghangende zon de kwaliteit van de opnames sterk beïnvloeden. Ook opnames die 's nachts gebeuren verdienen bijzondere aandacht. Lichtbundels van voertuigen zouden in deze omstandigheden kunnen gezien worden als een afzonderlijk object, wat uiteraard niet de bedoeling is (Laureshyn, 2010).

Om aan een deel van deze beperkingen tegemoet te komen, kan een semi-automatische conflictobservatie toegepast worden. Hierbij gaat de onderzoeker zelf potentieel relevante situaties detecteren. Om betrouwbare metingen te kunnen uitvoeren zal men ook zelf het systeem helpen in het traceren van de posities van de verkeersdeelnemers. Problemen zoals de eerder besproken occlusie zullen hierdoor niet voorvallen (De Ceunynck et al., 2013b).

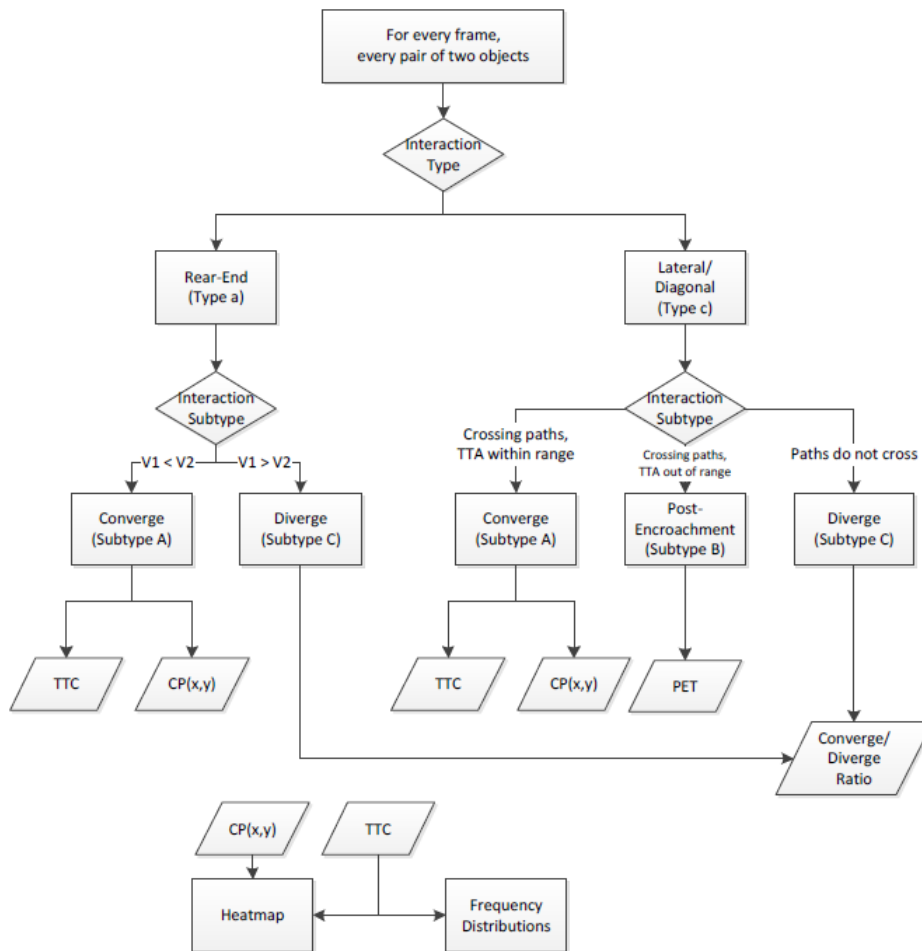
#### 2.3.4 Eerder uitgevoerde conflictobservaties: toegepaste methoden

In dit deel worden enkele uitgevoerde conflictobservaties bestudeerd. Zo wordt bijvoorbeeld ingegaan op de gebruikte indicatoren en op de analysemethoden.

Conflictobservatie kan men bijvoorbeeld gebruiken om de effectiviteit van een maatregel na te gaan. Een voorbeeld hiervan is een maatregel waardoor men aan een oprit op de snelweg slechts in één richting van rijstrook kan wisselen, namelijk enkel van de eerste (buitenste) rijstrook naar de tweede rijstrook en niet omgekeerd (St-Aubin et al., 2012). De conflictobservatie in dit onderzoek werd uitgevoerd in verschillende stappen. Na de verzameling van de videodata voor iedere site werden de videobeelden ruimtelijk gecalibreerd aan de hand van luchtfoto's. Vervolgens gebeurde de extractie van de trajectoriedata. Deze fase bestaat uit het tracken van de bewegende pixels en het herkennen van objecten. Daarna werd een relevante conflictmaat gedefinieerd. Welke conflictmaten gebruikt werden wordt hierna beschreven. Als vijfde stap werden de uiteindelijke analyses uitgevoerd. Hierbij worden de interacties geclassificeerd, de routes voorspeld en de potentiële ongevallen gedetecteerd. Als zesde en laatste stap volgt een vergelijkende analyse tussen de verschillende cases.

De meest gebruikte indicatoren zijn, zoals eerder vermeld, TTC en PET. Veel studies zullen echter nog bijkomende conflictindicatoren onderzoeken. In St-Aubin et al. (2012) werd de relevante conflictmaat hoofdzakelijk gedefinieerd met de TTC-waardes, maar ook met PET en de berekening van de conflictpunten. Deze laatste zijn de punten waarop zich een ongeval zou voorgedaan hebben en worden berekend met (x,y)-coördinaten. Hierdoor kan de dichtheid van conflicten in kaart gebracht worden. Figuur 8 geeft weer wanneer de verschillende indicatoren werden gebruikt in de studie. Er kan een onderverdeling gemaakt worden tussen twee conflicttypes, namelijk kop-staart conflicten en laterale of diagonale conflicten. TTC en de conflictpunten werden berekend bij convergerende conflicten. Bij een kop-staartconflict komt dit voor wanneer de snelheid van het eerste voertuig lager is dan de snelheid van het tweede. Bij laterale/diagonale conflicten kon TTC en de conflictpunten berekend worden bij kruisende paden, waarbij een aanrijding zou kunnen gebeuren zonder ontwijkende actie. De PET-indicator kan enkel gebruikt worden bij laterale/diagonale conflicten met kruisende paden, maar waar geen aanrijding zou gebeurd zijn.

Naast de drie indicatoren kon ook een Converge/Diverge ratio berekend worden. Deze ratio wordt berekend bij divergerende conflicten. Deze conflicten komen voor wanneer er geen sprake is van kruisende paden bij laterale/diagonale conflicten of wanneer bij een kop-staartconflict de snelheid van het eerste voertuig hoger is dan de snelheid van het tweede. Dan is er dus ook geen botskoers. Deze figuur kan de definities van de verschillende indicatoren verduidelijken zodat duidelijk wordt wanneer deze best gebruikt worden.



**Figuur 8: Interactie-classificatie schema**

Bron: St-Aubin et al. (2012)

Per studie kan bepaald worden welke situaties meegenomen worden voor het onderzoek en welke niet. Autey, Sayed, & Zaki (2012) onderzochten een nieuw ontwerp van een bypass op een aantal kruispunten van een weg. Concreet werd in deze voor-en-na studie de hoek van deze afzonderlijke rechtsafstrook aangepast om de veiligheid van overstekende voetgangers te verhogen. Hierbij werden enkel situaties met een TTCmin van minder dan drie seconden bekeken. Ook in een studie van Sayed, Zaki & Autey (2013) werden enkel situaties met een TTCmin van minder dan drie seconden meegenomen voor de veiligheidsevaluatie. Sayed (1998) berekende de ernst van conflicten door de som te nemen van de TTC-waarde en het risico op een aanrijding. Dit risico op een aanrijding is eerder een subjectieve maatstaf voor de ernst van een conflict. Deze twee factoren werden onafhankelijk van elkaar beschouwd. De TTC-waardes en risico's op een aanrijding werden elk onderverdeeld in drie groepen, waarvan elke groep een score toegewezen kreeg. De groepen van 1,6 tot twee seconden, één tot anderhalve seconde en nul tot 0,9 seconden kregen respectievelijk de

scores 1, 2 en 3. TTC-waarden van meer dan twee seconden werden in deze studie dus niet meegenomen. Een laag risico op een aanrijding werd gequoteerd met een score van 1. Een gemiddeld en hoog risico kregen respectievelijk de scores 2 en 3. Door de som van beide te nemen kon men een conflict quoteren met een score van twee tot zes, waarbij de hogere scores stonden voor een hogere ernst.

Ismail et al. (2010a) maakten gebruik van vier verschillende indicatoren. Naast de TTC en de PET werd namelijk ook DST en GT gemeten. Deze laatste staat voor "Gap Time" en is een variant van de PET die op elk moment berekend wordt. GP en PET zijn dan ook sterk gecorreleerd aan elkaar. DST staat voor Deceleration Safety Time en wordt uitgedrukt in  $m/s^2$ . Dit is de vertraging die nodig is om een niet-negatieve PET-waarde te bereiken. Wanneer de afstand tussen een voertuig en een voetganger minder was dan drie meter, werden de vier indicatoren verwerkt zijnde de minimale waarden van TTC, PET, GT en de maximumwaarde van GT. Een van de voorwaarden was dat beiden in beweging moesten zijn en op een botskoers liggen.

### *Analysemethoden*

Als laatste stap in de (semi-)automatische conflictobservatie moeten de resultaten geanalyseerd worden. Bij de analyses in de studie van Autey et al. (2012) werd concreet gekeken naar het gemiddeld aantal conflicten per uur. Naast het aantal werd ook de ernst van de conflicten voor en na de maatregel onderzocht. Voor deze voor-en-na studie werd ook gebruik gemaakt van controlelocaties. Op deze locaties werd de maatregel niet doorgevoerd maar werd toch over dezelfde periode geobserveerd. Door ook deze locaties te onderzoeken kan men een odds-ratio berekenen. Deze ratio wordt voorgesteld als volgende formule:  $OR_i = \frac{A_i/C_i}{B_i/D_i}$ . De odds-ratio is gelijk aan de verhouding van de verandering op de controlelocaties ten opzichte van de verandering op de onderzoekslocaties. In de formule is A gelijk aan de voorsituatie op de controlelocatie en C de nasituatie op deze locatie. B is dan het aantal conflicten op de onderzoekslocatie voor de maatregel is uitgevoerd en D de situatie nadat de maatregel is uitgevoerd. Door gebruik te maken van een odds-ratio kan het effect van de maatregel beter benaderd worden. Dit effect wordt geschat met behulp van volgende formule:  $TE_i = OR_i - 1$ , dus de uitkomst van de odds-ratio min 1. Deze formule berekent de verandering in conflicten nadat een maatregel is uitgevoerd. Hierbij worden de trendeffecten onder controle gehouden door het voorzien van een vergelijkingsgroep. Naast deze conflictobservatie werd in deze studie ook een survey uitgevoerd om de mening van voorbijgangers te kennen.

Naast het aantal conflicten per uur kan ook gekeken worden naar de ruimtelijke verdeling van de conflicten. Dan wordt dit uitgedrukt in aantal conflicten per  $m^2$ , zoals in Sayed et al. (2013).

In hun onderzoek naar een aparte fase voor voetgangers in de lichtenregeling analyseerden Ismail et al. (2010a) op drie verschillende manieren. Om alle verkeersconflicten automatisch te analyseren werden eerst de beelden gesampled, waarop het verloop van de route van de weggebruiker te volgen is. Daarnaast werd de ruimtelijke verdeling in kaart gebracht van de posities waar zich conflicten voordoen. Dit is de positie waarop de tijd tussen voertuig en voetganger het minst was. Deze tijd werd zowel door de TTC-waarde als de GT-waarde bepaald. De ruimtelijke verdeling werd in deze studie uitgedrukt als het aantal conflicten per eenheid oppervlakte en tijd. Dit en de dichtheid van het aantal conflicten was verminderd na de invoering van de onderzochte maatregel. Bij de analyse werd tevens zowel voor als na de invoering van de maatregel een verdeling gemaakt

van de verschillende conflictindicatoren. Voor dit laatste konden echter geen statistische analyses uitgevoerd worden omwille van betrouwbaarheid van schattingen die niet konden gevalideerd worden met het gebruikte video-analysesysteem.

Saunier & Sayed (2007) analyseerden de verkeersconflicten aan de hand van een K-means clusteranalyse met een Hidden Markov Model. De opstelling hiervan gebeurt door middel van verschillende iteraties. Bij elke iteratie wordt een trajectorie toegekend aan een cluster. Het aantal clusters wordt bepaald door een minimum aantal toegewezen observaties per cluster. Hierdoor kan de betrouwbaarheid van het Hidden Markov Model gewaarborgd blijven. Nadat de trajectories onderverdeeld zijn in een Hidden Markov Model, kan men overgaan tot de detectie van conflicten. Dit gebeurt als de Hidden Markov Modellen van beide trajectories als conflicterend beschouwd worden. Het analyseren van conflicten aan de hand van Hidden Markov Modellen is dus een alternatieve manier die gebruikt kan worden. Deze methode werd opgebouwd door Saunier & Sayed (2007) en wordt minder gebruikt dan de voorheen beschreven methoden.

Hieruit kan men dus opmaken dat quasi elk onderzoek bepaalde zaken in de methodiek anders invult, naargelang het onderwerp. Zo is de periode waarover geobserveerd wordt, het aantal indicatoren dat gebruikt wordt, de manier waarop analyses worden uitgevoerd,... meestal verschillend per onderzoek.

## 2.4 Conclusie literatuurstudie

Deze literatuurstudie had niet als doel een antwoord te bieden op alle onderzoeksvragen. Wel is het een verkennend onderzoek dat zal helpen bij het uitvoeren van het observatieonderzoek. Zo is de onderzoeksmethode, namelijk semi-geautomatiseerde conflictobservatie in combinatie met gedragsobservatie, duidelijk geworden. Ook het gebruik van de verschillende indicatoren en de gebruikte methoden kunnen een hulp zijn bij het uitvoeren van het verdere onderzoek.

Over de gedragsindicatoren die onderzocht worden, werd relevante literatuur opgezocht. Dit gaat dan over het voorrangsgedrag, kijkgedrag en het snelheidsgedrag. Uit de literatuurstudie kan men opmaken dat elk van deze indicatoren een invloed kan uitoefenen op het oversteekgedrag van zwakke weggebruikers. Ook de persoonskenmerken leeftijd en geslacht kunnen een invloed hebben op de veiligheid van zwakke weggebruikers bij het oversteken. Tot slot kunnen ook andere zaken van belang zijn, zoals de communicatie tussen de weggebruikers.

In de literatuur is er nog geen eenduidig antwoord op de vraag of het veiliger oversteken is op lichtengeregelde of voorrangsgeregelde kruispunten op stedelijke ontsluitingswegen. Wel zijn er een aantal veiligheidseffecten van oversteekplaatsen verduidelijkt. Daarnaast is duidelijk geworden dat de meeste ongevallen op oversteekplaatsen te maken hebben met een fout kijkgedrag en/of het verkeerd interpreteren van de intenties van een andere weggebruiker.

### 3. Onderzoeksmethode

Deze onderzoeksmethode beschrijft eerst de locaties die onderzocht worden. Daarna wordt verder ingegaan op hoe het onderzoek uitgevoerd wordt. Zo zullen de verschillende variabelen die gebruikt worden bij de conflict- en gedragsobservaties gedefinieerd worden.

#### 3.1 Beschrijving van de locaties

Om het onderzoek uit te voeren werd gezocht naar geschikte onderzoekslocaties over het Vlaamse grondgebied. Deze locaties werden geselecteerd op basis van enkele vereiste karakteristieken. Om te beginnen focust dit onderzoek zich op stedelijke ontsluitingswegen met twee rijstroken per rijrichting. Er werden enkel dergelijke stedelijke ontsluitingswegen geselecteerd waarbij zowel een voorrangskruispunt als een lichtengeregeld kruispunt (VRI-kruispunt) aanwezig zijn. Aan elk van deze kruispunten is er een zebrapad voor voetgangers en een oversteekvoorziening voor fietsers. Ten slotte werd er op gelet dat de geometrie van het voorrangskruispunt op een weg niet al te veel verschilt van het lichtengeregeld kruispunt op dezelfde weg. Door op deze manier de locaties te selecteren kan de veiligheid van zwakke weggebruikers tussen beide kruispunttypes vergeleken worden.



**Figuur 9: Situering Antwerpen en Hasselt**

Bron: Google Maps (2014)

De twee locaties die onderzocht worden situeren zich in Hasselt en in Antwerpen. Doordat de locaties zich op ongeveer 75 kilometer van elkaar bevinden, mag aangenomen worden dat ze elkaar op geen enkele manier zullen beïnvloeden. De wegen in Hasselt en Antwerpen verschillen van elkaar op vlak van snelheid en stedelijkheid. Hierdoor zal in eerste instantie het voorrangskruispunt en het lichtengeregeld kruispunt per stad vergeleken worden met elkaar.

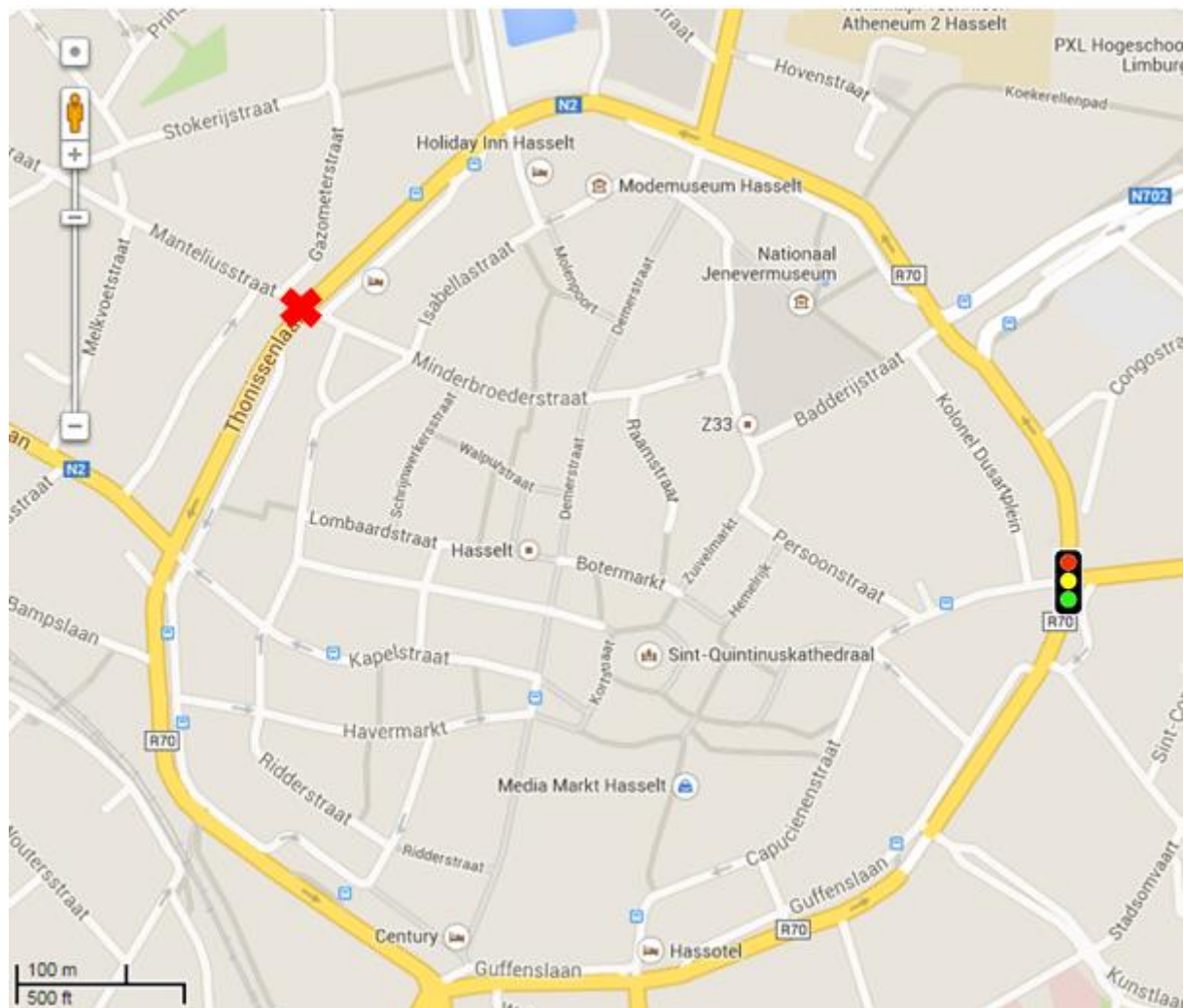
In wat volgt worden deze verschillende onderzoekslocaties verder gesitueerd en beschreven.



### 3.1.1 Hasselt: Kleine ring (R70)

De locaties in Hasselt bevinden zich op de kleine ring (R70). Dit is een éénrichtingsweg met twee rijstroken die de stadskern omringt. Deze weg ligt bijgevolg in het centrum van Hasselt. Figuur 10 duidt de locaties van beide kruispunten aan. Het lichtengeregeld kruispunt dat in Hasselt onderzocht wordt, is het kruispunt met de Maastrichtersteenweg. Het voorrangskruispunt is één kilometer verder gelegen, namelijk het kruispunt van de kleine ring met de Manteliusstraat. Beide kruispunten bestaan uit vier takken waarbij de linkse tak – voor het verkeer dat de kleine ring volgt – een duidelijk belangrijkere verblijfsfunctie heeft. Dit zijn dan ook de takken die de stadskern in gaan.

De snelheidslimiet op de kleine ring bedraagt 50 km/u. Op de kruispunttakken die de stadskern in gaan, geldt een snelheidsbeperking van 30 km/u.



**Figuur 10: Locatie van de kruispunten in Hasselt**

Bron: Google Maps (2014)

#### *Kleine ring – Maastrichtersteenweg*

Het lichtengeregeld kruispunt met de Maastrichtersteenweg is gelegen nabij het Kolonel Dusartplein. Doordat de kleine ring (R70) rond Hasselt een éénrichtingsweg is, kan men vanuit de zijstraten enkel de R70 oprijden richting het Kolonel Dusartplein. De fietspaden rond dit kruispunt zijn allemaal vrijliggend, enkel op de tak richting de stadskern worden fietsers gemengd met het gemotoriseerd

verkeer. Een luchtfoto van dit kruispunt wordt weergegeven in Figuur 11. Figuur 12 toont de kleine ring ter hoogte van het kruispunt met de Maastrichtersteenweg.



**Figuur 11: Luchtfoto kruispunt met Maastrichtersteenweg**

Bron: AGIV (2014)



**Figuur 12: Foto's kruispunt met Maastrichtersteenweg**

Bron: Eigen werk



**Figuur 13: Foto's kruispunt met Maastrichtersteenweg vanuit de zijstraten**

Bron: Eigen werk

De foto's op Figuur 13 geven het kruispunt weer vanuit de zijstraten. De linkse foto van deze figuur toont de tak komende van de stadskern, de rechterfoto is genomen vanuit de tak weg van de stadskern (Maastrichtersteenweg).

#### *Kleine ring – Manteliusstraat*

Op vlak van vormgeving is dit voorrangskruispunt vrij gelijkaardig aan het lichtengeregeld kruispunt met de Maastrichterstraat. Het enige verschil is dat er geen voertuigen vanuit de stadskern van Hasselt (de Dorpsstraat) kunnen komen. Op de kleine ring is het fietspad ook hier vrijliggend. In beide zijstraten worden fietsers gemengd met het overige verkeer.



***Figuur 14: Luchtfoto kruispunt met Manteliusstraat***

Bron: AGIV (2014)

De luchtfoto op Figuur 14 toont ook hier weer aan dat de Dorpsstraat (tak die het stadskern in gaat) eerder een verblijfsfunctie dan een verkeersfunctie heeft. De foto's op Figuur 15 geven de kleine ring weer ter hoogte van het kruispunt. Hierop is te zien dat er zowel voor als na het kruispunt een zebrapad is, samen met een fietsoversteek. Bij deze fietsoversteek moeten fietsers voorrang verlenen aan het gemotoriseerd verkeer op de rijbaan. Figuur 16 toont het kruispunt vanuit de Manteliusstraat.





***Figuur 15: Foto's kruispunt met Manteliusstraat***

Bron: Eigen werk

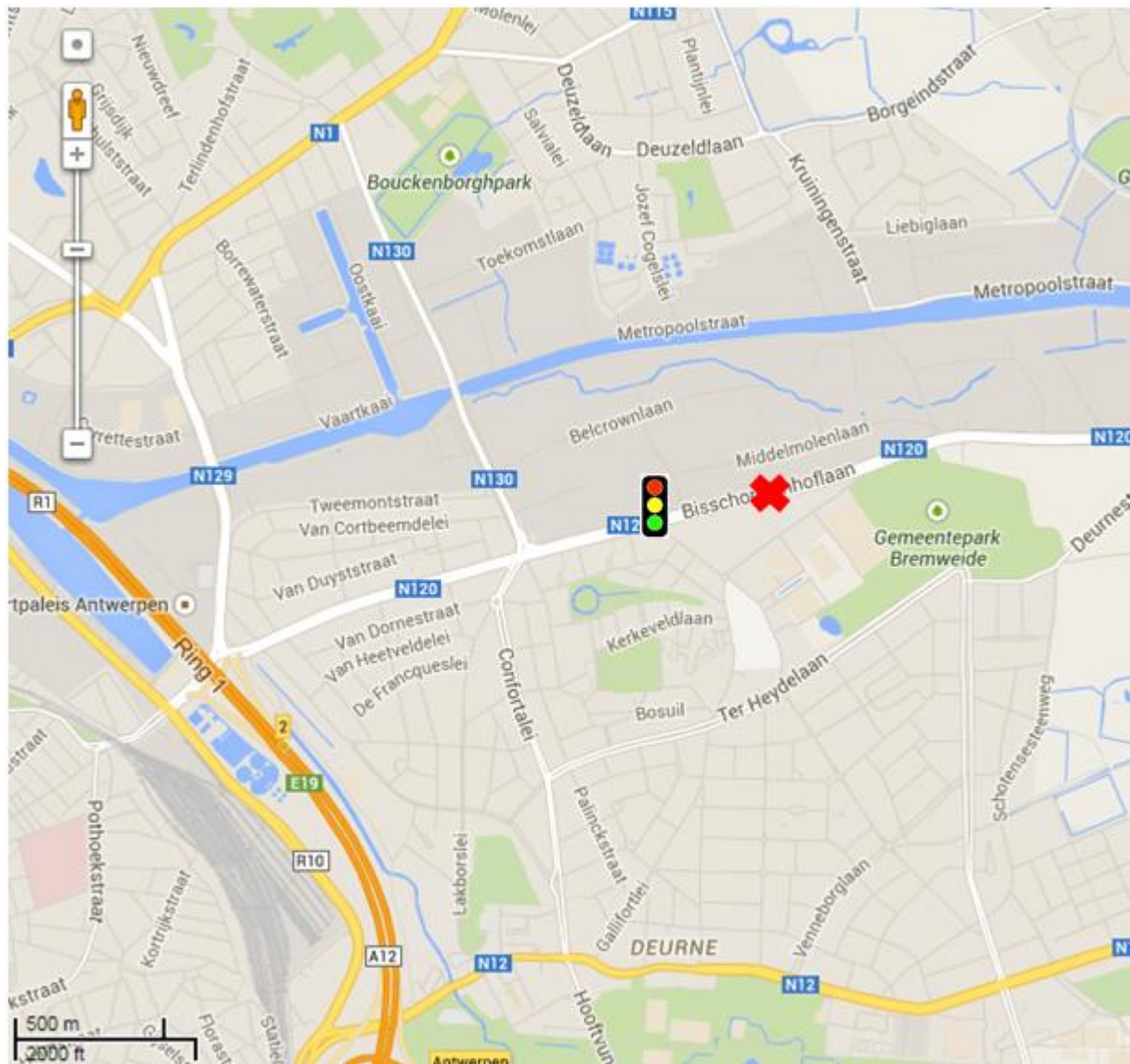


***Figuur 16: Foto kruispunt met Manteliusstraat vanuit Manteliusstraat***

Bron: Eigen werk

### 3.1.2 Antwerpen: Bisschoppenhoflaan (N120)

De oversteekplaatsen in Antwerpen zijn gesitueerd op de Bisschoppenhoflaan (N120) in het district Deurne. Zoals op Figuur 17 te zien is, ligt deze weg net buiten het centrum van Antwerpen. In tegenstelling tot de kruispunten in Hasselt, bevinden de locaties in Antwerpen zich dus niet in het stadscentrum. De snelheidslimiet op deze weg is ook met 70 km/u hoger dan op de kleine ring van Hasselt. Het kruispunt met de Jan Welterslaan fungeert als VRI-kruispunt. Het voorrangskruispunt dat in Antwerpen onderzocht wordt is het kruispunt van de Bisschoppenhoflaan met de Santvoortbeeklaan. Beide kruispunten zijn ongeveer 250 meter van elkaar verwijderd en hebben drie takken. Het fietspad langs de Bisschoppenhoflaan is telkens een vrijliggend fietspad.



**Figuur 17: Locatie van de kruispunten in Antwerpen**

Bron: Google Maps (2014)

### ***Bisschoppenhoflaan – Jan Welterlaan***

De Bisschoppenhoflaan is ter hoogte van dit VRI-kruispunt in de oostelijke rijrichting uitgerust met een voorsorteerstrook voor rechts afslaand verkeer. In de westelijke rijrichting (richting het centrum van Antwerpen) is de weg eveneens uitgerust met een voorsorteerstrook, hier voor het links afslaand verkeer dat de J. Welterlaan wil inrijden. Net voor het kruispunt bestaat de Bisschoppenhoflaan dus uit twee rijstroken voor rechtdoorgaand en één rijstrook voor afslaand verkeer. Aangezien dit kruispunt slechts drie takken heeft, kan het verkeer komende uit de J. Welterlaan enkel links of rechts de Bisschoppenhoflaan oprijden. Het verkeer dat rechts de Bisschoppenhoflaan wil oprijden kan gebruik maken van een bypass. Deze bypass is niet opgenomen in de lichtenregeling. Dit wordt ook getoond op de luchtfoto op Figuur 18.





**Figuur 18: Luchtfoto kruispunt met J. Welterlaan**

Bron: Google Maps (2014)



**Figuur 19: Foto's ter hoogte van kruispunt met J. Welterlaan**

Bron: Eigen werk

Figuur 19 toont enkele foto's rond het VRI-kruispunt. De foto links onder toont de Bisschoppenhoflaan in de richting van het centrum van Antwerpen. De bovenste foto's tonen de weg aan de kant van de J. Welterslaan.

### *Bisschoppenhoflaan – Santvoortbeeklaan*

Het voorrangskruispunt met de Santvoortbeeklaan bestaat eveneens uit drie takken. Het verkeer dat vanuit de richting van Antwerpen-centrum komt en links de Santvoortbeeklaan wil inrijden heeft hiervoor een voorsorteerstrook. Voor het overige zijn er geen speciale voorzieningen voor het gemotoriseerd verkeer. Zoals de andere kruispunten zijn er voorzieningen voor zowel voetgangers als fietsers om de Bisschoppenhoflaan over te steken. Merkwaardig bij dit kruispunt is dat fietsers in theorie voorrang hebben op het gemotoriseerd verkeer dat de Bisschoppenhoflaan volgt. Op Figuur 20 is duidelijk te zien dat de fietspaden op de Bisschoppenhoflaan volledig vrijliggend zijn. In de Santvoortbeeklaan worden fietsers gemengd met het gemotoriseerd verkeer.



**Figuur 20: Luchtfoto kruispunt met Santvoortbeeklaan**

Bron: Google Maps (2014)





**Figuur 21: Foto's kruispunt met Santvoortbeeklaan**  
Bron: Eigen werk

Figuur 21 toont enkele foto's van de Bisschoppenhoflaan ter hoogte van dit voorrangskruispunt met de Santvoortbeeklaan. Op de foto's is duidelijk te zien dat deze weg zich minder in het stadscentrum bevindt dan in Hasselt, maar eerder net buiten de stad.

### 3.2 Conflictobservatie

De conflictobservaties gebeuren volgens het principe van semi-automatische conflictobservatie. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het programma T-Analyst, dat ontwikkeld werd aan de universiteit van Lund (Zweden). In dit programma worden de opnames van de verschillende kruispunten gebruikt. Deze opnames vonden plaats in november 2014. De camera's registreerden dag en nacht het volledige kruispunt. In dit onderzoek bestaat de observatieperiode uit drie dagen per locatie, waarvan twee wekdagen en één zaterdag.

Vanuit de camerabeelden worden de potentieel kritieke situaties geselecteerd die voorkomen op de oversteekplaatsen aan het kruispunt. Concreet zullen de situaties onderzocht worden waarbij een voetganger of fietser de hoofdweg (met twee rijstroken per rijrichting) of de zijweg oversteekt en daarbij in conflict dreigt te komen met een gemotoriseerd voertuig. Een situatie kan kritiek zijn wanneer een aanrijding maar net vermeden kon worden.

Voor de analyses van de conflictobservaties werd geopteerd om enkel de conflicten met een severity level vanaf 24 te onderzoeken. Op deze manier worden alle ernstige conflicten onderzocht.



### 3.2.1 Variabelen conflictobservatie

In het programma T-Analyst worden verschillende variabelen gespecificeerd aan de (potentiële) conflicten. De waarden van deze variabelen komen in een Accesbestand, dat de basis vormt voor de statistische analyses. De verschillende variabelen houden verband met de onderzoeksvragen. Deze variabelen worden gedefinieerd in Tabel 3.

Wanneer een zwakke weggebruiker deel uitmaakt van een groep overstekende zwakke weggebruikers, worden de conflictindicatoren berekend op de zwakke weggebruiker die het dichtst bij een conflict is.

**Tabel 3: Variabelen conflictobservatie**

Naam variabele	Korte uitleg	Soort waarde	Mogelijkheden
Categorie zwakke weggebruiker	Betreft het een conflict met een voetganger of een (brom)fietser?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Voetganger (1)</li> <li>- Fietser (2)</li> <li>- Bromfietser (3)</li> <li>- Andere (4)</li> </ul>
Categorie gemotoriseerd voertuig	Met welke categorie gemotoriseerd voertuig komt de zwakke weggebruiker in conflict?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Auto (1)</li> <li>- Bestelwagen (2)</li> <li>- Vrachtwagen (3)</li> <li>- Bus (4)</li> <li>- Motorfiets (5)</li> <li>- Andere (6)</li> </ul>
Ontwijkende actie	Wie voert een ontwijkende actie uit?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Zwakke weggebruiker (1)</li> <li>- Gemotoriseerd voertuig (2)</li> <li>- Beide (3)</li> <li>- Geen enkel (4)</li> </ul>
TA MV	De TA-waarde van het gemotoriseerd voertuig	Numeriek	Open tekstvak
TA VRU	De TA-waarde van de zwakke weggebruiker	Numeriek	Open tekstvak
Conflictsnelheid MV	De conflictsnelheid van het gemotoriseerd voertuig	Numeriek	Open tekstvak
Conflictsnelheid VRU	De conflictsnelheid van de zwakke weggebruiker	Numeriek	Open tekstvak
Severity level	Wat is de graad van ernst van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak
T2min	Wat is de T2min-waarde van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak
TTCmin	Wat is de TTCmin-waarde van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak
PET	Wat is de PET-waarde van het	Numeriek	Open tekstvak

	conflict?		
Delta V8	Wat is de Delta V8-waarde van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak
Plaats conflict	Op welke oversteek vindt het conflict plaats?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Vóór kruispunt (1)</li> <li>- Na kruispunt (2)</li> <li>- Zijstraat (3)</li> <li>- Niet op de oversteekplaats (4)</li> <li>- Andere (5)</li> </ul>
Positie gemotoriseerd voertuig	Op welke rijstrook bevindt het gemotoriseerd voertuig zich?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Rechterrijstrook (1)</li> <li>- Linkerrijstrook (2)</li> <li>- Afslagstrook (3)</li> <li>- Andere (4)</li> <li>- Zijstraat (5)</li> </ul>
Rijrichting gemotoriseerd voertuig	Welke rijrichting volgt het voertuig?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Rechtdoor (1)</li> <li>- Rechtsaf (2)</li> <li>- Linksaf (3)</li> <li>- Keerbeweging (4)</li> </ul>
Herkomst VRU	Van welke richting komt de zwakke weggebruiker ten opzichte van het motorvoertuig?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Links van het gemotoriseerd voertuig (1)</li> <li>- Rechts van het gemotoriseerd voertuig (2)</li> <li>- Andere (3)</li> </ul>
Rood licht VRU	Negeert de zwakke weggebruiker het rode licht?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Overtreding (1)</li> <li>- Geen overtreding (2)</li> <li>- Onduidelijk (3)</li> <li>- Niet van toepassing (4)</li> </ul>
Rood licht MV	Negeert het gemotoriseerd voertuig het rode licht?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Overtreding (1)</li> <li>- Geen overtreding (2)</li> <li>- Onduidelijk (3)</li> <li>- Niet van toepassing (4)</li> </ul>
Zichtsbelemmering	Is er een ander voertuig dat het uitzicht op de zwakke weggebruiker belemmert?	Categorisch	Aanvinkvakje voor "zichtsbelemmering"
Neerslag	Was er op het moment van het conflict neerslag?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Droog</li> <li>- Nat</li> </ul>
Lichtgesteldheid	Gebeurde het conflict 's nachts, overdag of in het schemerdonker?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dag</li> <li>- Schemer</li> <li>- Nacht</li> </ul>

Intensiteit gemotoriseerde voertuigen	Schatting van de uurintensiteit	Numeriek	Open tekstvak
Intensiteit zwakke weggebruikers	Schatting van de uurintensiteit	Numeriek	Open tekstvak

De variabelen met betrekking tot de intensiteiten, de lichtgesteldheid en de neerslag worden niet verzameld via het programma TAnalyst maar via een aparte tabel.

De intensiteiten worden in rekening gebracht door een schatting te maken van het aantal gemotoriseerde voertuigen en overstekende zwakke weggebruikers op ieder kruispunt. Het bepalen van de intensiteit aan voertuigen zal eruit bestaan om elke eerste 5 minuten van ieder geobserveerd uur het aantal voertuigen op de hoofdweg te tellen. Door deze te vermenigvuldigen met twaalf kan er een schatting gemaakt worden van de uurintensiteit. Ook de intensiteit aan zwakke weggebruikers wordt op een gelijkaardige manier geteld. Omwille van betrouwbaarheidsredenen wordt de intensiteit aan zwakke weggebruikers niet de eerste 5 minuten, maar de eerste 15 minuten van het uur geteld.

De uurintensiteiten kunnen dan gerelateerd worden aan de frequentie van conflicten.

### 3.3 Gedragsobservatie

Na de conflictobservaties worden de gedragsobservaties uitgevoerd. In vergelijking met de conflictobservaties zal er bij de gedragsobservatie een minder lange onderzoeksperiode gebruikt worden. Ook voor deze gedragsobservaties zal gebruik gemaakt worden van de camerabeelden van de kruispunten. Deze observaties zijn echter beperkt zijn tot 3 uren per kruispunt. Analoog aan de conflictobservaties worden deze drie uren verdeeld over twee weekdays en één zaterdag.

#### 3.3.1 Definitie van een interactie

Bij de gedragsobservaties wordt elke interactie tussen een overstekende zwakke weggebruiker en een gemotoriseerd voertuig geanalyseerd. Een interactie wordt hierbij gedefinieerd als een situatie waarbij het gedrag van de zwakke weggebruiker beïnvloed wordt door het gedrag van het gemotoriseerd voertuig, of omgekeerd. Concreet worden vooral twee soorten situaties bekeken. In een eerste situatie geeft het voertuig voorrang aan de zwakke weggebruiker. In de andere situatie wacht de zwakke weggebruiker om de weg over te steken terwijl voertuigen geen voorrang verlenen.

Deze definitie van een interactie heeft enkele praktische implicaties. Een eerste bestaat eruit dat een situatie met zowel vanuit rechts als vanuit links een overstekende zwakke weggebruiker, wordt gezien als twee interacties. Het kan immers voorkomen dat het voertuig maar één van beide zwakke weggebruikers gezien heeft. Wanneer een zwakke weggebruiker wacht aan een oversteekplaats en geen voorrang krijgt van de voertuigen, wordt voor elk voertuig vanaf het stilstaan van de zwakke weggebruiker, tot deze oversteekt, een aparte interactie genomen. Dit omdat de zwakke weggebruiker zijn oversteekgedrag laat bepalen door elk van deze voertuigen. Ook wanneer twee motorvoertuigen betrokken zijn in één situatie (één op elke rijstrook), wordt dit als twee verschillende interacties gezien met de zwakke weggebruiker.

Hierop zijn echter enkele uitzonderingen. Wanneer een weggebruiker aan een lichtengeregeld kruispunt wacht voor het rode licht, wordt dit niet als een interactie gezien tussen weggebruikers. Ook de situaties waarbij een voertuig enkel interageert met een ander voertuig worden niet

meegenomen. Een voorbeeld hiervan is een voertuig dat stopt voor de oversteekplaats van de zijstraat, wachtend om in te voegen op de hoofdweg.

### 3.3.2 Variabelen gedragsobservatie

De onderzoeksvragen voor de gedragsobservaties zijn onderverdeeld in drie categorieën: onderzoeksvragen naar het verlenen van voorrang, naar het kijkgedrag van voetgangers en fietsers en naar persoonlijke kenmerken van deze zwakke weggebruikers. De variabelen die bij elke interactie in rekening genomen worden, worden weergegeven in Tabel 4. Bijna alle variabelen zijn categorische variabelen. Bij sommige variabelen zal het echter afhangen van de beeldkwaliteit van de camera's of ze ingevuld kunnen worden. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat het kijkgedrag of de persoonskenmerken van de zwakke weggebruiker (leeftijd en geslacht) moeilijk waarneembaar zijn op de camerabeelden.

Een interactie met een groep overstekende zwakke weggebruikers wordt gezien als één interactie. Dit resulteert echter dat een variabele als het kijkgedrag van de zwakke weggebruiker niet bepaald kan worden voor een volledige groep.

**Tabel 4: Variabelen gedragsobservatie**

Naam variabele	Korte uitleg	Mogelijkheden
Locatie	Op welke oversteekplaats van het kruispunt vindt de interactie plaats?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voor kruispunt (1)</li> <li>- Na kruispunt (2)</li> <li>- Zijstraat (3)</li> <li>- Niet op oversteekplaats (4)</li> <li>- Andere (5)</li> </ul>
Type zwakke weggebruiker	Met welk type zwakke weggebruiker is er een interactie?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 voetganger (1)</li> <li>- &gt;1 voetganger (2)</li> <li>- 1 fietser (3)</li> <li>- &gt;1 fietser (4)</li> <li>- 1 bromfietser (5)</li> <li>- &gt;1 bromfietser (6)</li> <li>- Combinatie verschillende typen zwakke weggebruikers (7)</li> <li>- Andere (8)</li> </ul>
Leeftijd zwakke weggebruiker	De geschatte leeftijd van de zwakke weggebruiker(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Kinderen (0-17 jaar) (1)</li> <li>- Jongvolwassene (18-35 jaar) (2)</li> <li>- Middelbare leeftijd (35-65 jaar) (3)</li> <li>- Ouderen (65+) (4)</li> <li>- Combinatie verschillende leeftijdsgroepen (bij &gt;1 zwakke weggebruiker) (5)</li> </ul>

Geslacht		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Man (1)</li> <li>- Vrouw (2)</li> <li>- Beide (bij &gt;1 zwakke weggebruiker) (3)</li> </ul>
Categorie gemotoriseerd voertuig	Welke categorie gemotoriseerd voertuig is betrokken in de interactie met de zwakke weggebruiker?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Auto (1)</li> <li>- Bestelwagen (2)</li> <li>- Vrachtwagen (3)</li> <li>- Bus (4)</li> <li>- Motorfiets (5)</li> <li>- Andere (6)</li> </ul>
Tweede voertuig	Is er een voertuig aanwezig op de andere rijstrook?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geen ander voertuig aanwezig (0)</li> <li>- Ander voertuig aanwezig (1)</li> <li>- Niet van toepassing (2)</li> </ul>
Voorrang door gemotoriseerd voertuig	Verleent het voertuig voorrang aan de zwakke weggebruiker?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja (1)</li> <li>- Ja, maar pas laat (voertuig vertraagt pas wanneer zwakke weggebruiker reeds bezig is aan de oversteekbeweging) (2)</li> <li>- Nee (3)</li> </ul>
Naderingsgedrag zwakke weggebruiker	Komt de zwakke weggebruiker volledig tot stilstand vooraleer over te steken?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Ja (1)</li> <li>- Nee (2)</li> </ul>
Roodlicht voertuig	Negeert het gemotoriseerd voertuig het rode licht?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Ja (1)</li> <li>- Neen (2)</li> <li>- Niet van toepassing (3)</li> </ul>
Roodlicht zwakke weggebruiker	Negeert de zwakke weggebruiker het rode licht?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Ja (1)</li> <li>- Neen (2)</li> <li>- Niet van toepassing (3)</li> </ul>
Oversteeksnelheid	Er wordt bekeken hoe snel de zwakke weggebruiker de weg oversteekt.	Tekstvak met de effectieve oversteeksnelheid (in m/s)
Kijkgedrag zwakke weggebruiker	Maakt de zwakke weggebruiker een hoofdbeweging naar het tegemoetkomend verkeer alvorens over te steken?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niet gekend (0)</li> <li>- Ja (1)</li> <li>- Neen (2)</li> <li>- Niet van toepassing (groep) (3)</li> </ul>

### 3.4 Statistische analyses

Nadat alle observaties uitgevoerd zijn, worden de data geanalyseerd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het statistisch programma SPSS. Naast de beschrijvende statistiek, zullen ook een aantal testen uitgevoerd worden. Aangezien de meeste variabelen categorisch zijn, zal onder meer gebruik worden gemaakt van Chi-kwadraattesten en het vergelijken van gemiddelden via t-testen of ANOVA.

Chi-kwadraattesten worden uitgevoerd om twee categorische variabelen met elkaar te vergelijken. Een voorwaarde om deze test te gebruiken is dat de verwachte waarden in iedere cel minimum gelijk moeten zijn aan 5 (Anderson, Sweeney, & Williams, 2007). Als niet aan deze voorwaarde voldaan wordt, wordt gebruik gemaakt van de Fisher's Exact Test. Bij deze testen wordt tevens van elke cel de adjusted standardized residual berekend. Wanneer deze waarde groter is dan 1,96, dan is de geobserveerde waarde significant hoger dan de verwachte waarde. Wanneer de residu-waarde lager is dan -1,96, is de geobserveerde waarde significant lager dan de verwachte waarde.

In dit onderzoek worden daarnaast gemiddelden vergeleken tussen verschillende groepen. Wanneer slechts twee gemiddelden vergeleken worden met elkaar, kan gebruik gemaakt worden van een t-test. Een voorbeeld hiervan is het vergelijken of er gemiddeld meer conflicten gebeuren bij nat weer dan bij droog weer op een bepaald kruispunt. De nulhypothese stelt dat beide gemiddelden gelijk zijn aan elkaar. Indien de nulhypothese verworpen wordt ( $p < 0,05$ ) is er een duidelijk verschil tussen de gemiddelden van beide groepen. Aangezien verschillende groepen handelen over andere conflicten wordt gebruik gemaakt van een onafhankelijke t-test. Bij deze test wordt een bijkomende test uitgevoerd om te controleren of de varianties tussen beide groepen gelijk zijn. Dit is de Levene's Test. De uitkomst van de t-test kan verschillen indien de varianties van beide groepen significant verschillend zijn (Field, 2009).

Om meerdere gemiddelden van onafhankelijke observaties te vergelijken, wordt gebruik gemaakt van de variantieanalyse of ANOVA. De test die bij een ANOVA hoort, is de F-test. Dit is de verhouding van de tussenvariantie over de binnenvariantie (Anderson et al., 2007). De nulhypothese van deze test duidt erop dat alle gemiddelden gelijk zijn aan elkaar. Bijkomend worden in dit onderzoek Post-Hoc tests uitgevoerd. Uit een Post-Hoc test kan afgeleid worden of het gemiddelde van een specifieke groep verschilt van de andere gemiddelden (Field, 2009).

Bij ANOVA-testen wordt eveneens de determinatiecoëfficiënt  $R^2$  berekend. Deze waarde kan variëren tussen 0 en 1 en is het percentage van de variatie dat verklaard kan worden door het model.  $R^2$  wordt berekend door de tussenkwadratensom te delen door de binnenkwadratensom. Dit is dus een maat voor hoe goed het model de werkelijkheid schat (Field, 2009). Deze  $R^2$ -waarde wordt ook berekend bij de enkelvoudige lineaire regressies in deze studie.

Bij alle testen wordt gerekend met een significantieniveau van vijf procent. De uitkomst van een test is hierdoor significant wanneer de p-waarde kleiner of gelijk aan 0,05 is.



## 4. Onderzoeksresultaten

In dit vierde hoofdstuk worden de resultaten van de analyses toegelicht. Eerst wordt ingegaan op de analyses van de conflictobservaties, om later in dit hoofdstuk de analyses van de gedragsobservaties te behandelen. Na elke onderzoeksmethode volgt een onderdeel met de conclusie en discussie.

### 4.1 Conflictobservaties

Eerst worden enkele algemene analyses beschreven over het aantal conflicten op ieder kruispunt. Daarna wordt de frequentie van de conflicten gerelateerd aan de weers- en lichtgesteldheid. Tot slot worden de verschillende conflicttypes onderzocht met enkele beïnvloedende factoren zoals zichtbelemmering en roodlichtnegatie.

De resultaten van deze analyses worden hieronder beschreven. Tabellen met de specifieke waarden per analyse worden weergegeven in Bijlage 2.

#### 4.1.1 Algemeen

##### *Eerste verkenning van de data*

**Tabel 5: Verkenning van de data conflictobservatie**

		Antwerpen		Hasselt	
		Voorrang	VRI	Voorrang	VRI
<b>Observatieduur</b>		72 uren	72 uren	72 uren	72 uren
<b>Aantal conflicten</b>		33	22	114	9
<b>Uurintensiteit voertuigen</b>	Gemiddelde	1 055,00	1 535,67	774,83	742,50
	Minimum	36	60	24	12
	Maximum	2 484	3 384	1 596	1 596
<b>Uurintensiteit zwakke weggebruikers</b>	Gemiddelde	37,33	127,00	224,78	350,22
	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	124	444	1 052	1 904
<b>Neerslag</b>	Droog	70 uren		66 uren	
	Nat	2 uren		6 uren	
<b>Lichtgesteldheid</b>	Dag	27 uren		25 uren	
	Nacht	39 uren		41 uren	
	Schemerdonker	6 uren		6 uren	

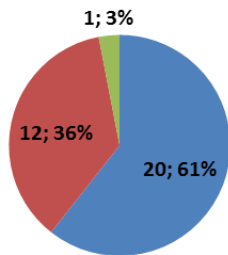
Tabel 5 geeft inleidend een verkenning weer van de data uit de conflictobservaties. De gemiddelde uurintensiteit aan voertuigen is het hoogst in Antwerpen. De verklaring hiervoor is het feit dat er op deze ontsluitingsweg gemotoriseerd verkeer is in beide rijrichtingen, in tegenstelling tot de ontsluitingsweg in Hasselt. Het gemiddeld aantal overstekende zwakke weggebruikers per uur is beduidend hoger in Hasselt dan in Antwerpen. Op het Hasseltse VRI-kruispunt waren er op het drukste uur in de 72 uren durende observatieperiode 1 904 zwakke weggebruikers. Op de Antwerpse kruispunten liggen deze intensiteiten lager, vooral op het voorrangskruispunt. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de locaties in Hasselt dichterbij de stadskern gesitueerd zijn.



In Hasselt waren er tijdens de observatieperiode zes uren met neerslag, in Antwerpen slechts twee. Daarnaast waren in Hasselt iets meer uren waaraan de variabele “nacht” toegewezen werd. Dit komt doordat de observatieperiode in Hasselt iets later in de maand november viel dan deze in Antwerpen.

*Aantal conflicten per kruispunt naar type zwakke weggebruiker*

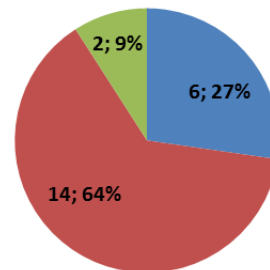
**Aantal conflicten op voorrangskruispunt**



■ Voetganger ■ Fietser ■ Bromfietser

**Figuur 22: Aantal conflicten op Antwerps voorrangskruispunt**

**Aantal conflicten op VRI-kruispunt**



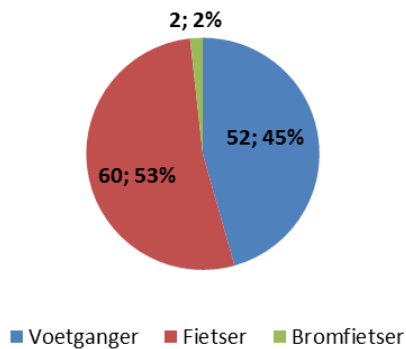
■ Voetganger ■ Fietser ■ Bromfietser

**Figuur 23: Aantal conflicten op Antwerps VRI-kruispunt**

In Antwerpen gebeurden er 33 conflicten op het voorrangskruispunt. Daarvan waren er 20 conflicten met een voetganger, 12 met een fietser en één met een bromfietser. De totale intensiteit aan overstekende zwakke weggebruikers op dit kruispunt toont aan dat 54,6 procent van de zwakke weggebruikers een fietser is. Er is dus een hoger aantal fietsers op dit kruispunt, maar er gebeuren minder conflicten met fietsers. Dit leidt ertoe dat voetgangers bij het oversteken relatief vaker in conflict komen met een voertuig dan (brom)fietsers. Dit verschil tussen de types zwakke weggebruikers is significant (Fisher’s Exact = 6,533,  $p = 0,029$ ). Op het VRI-kruispunt is de omgekeerde trend merkbaar. Op dit kruispunt gebeurden 22 conflicten, waarvan zes met een voetganger, 14 met een fietser en twee met een bromfietser. In verhouding zijn er dus minder conflicten met een voetganger, maar 60,2 procent van alle overstekende zwakke weggebruikers zijn voetgangers. Dit betekent dat er, rekening houdende met de intensiteit aan overstekende zwakke weggebruikers, significant minder conflicten gebeuren met voetgangers en significant meer met fietsers (Fisher’s Exact = 10,814,  $p = 0,004$ ).

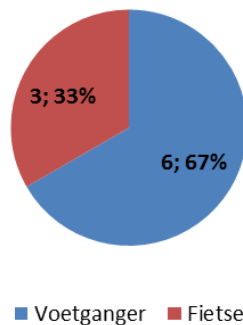
Op het voorrangskruispunt in Hasselt kwamen er 114 conflicten voor. Iets minder dan de helft (52) van deze conflicten waren met voetgangers, iets meer dan de helft (60) met fietsers. In slechts twee conflicten was een bromfietser betrokken. Aan de kruispunten in Hasselt valt meteen op dat de intensiteit overstekende zwakke weggebruikers hoger is dan op beide Antwerpse kruispunten. Op het voorrangskruispunt in Hasselt zijn 54,2 procent van het totaal aantal overstekende zwakke weggebruikers voetgangers. Er zijn dus in verhouding meer conflicten met fietsers op dit kruispunt dan met voetgangers. Dit is echter geen significant verschil (Fisher’s Exact = 3,549,  $p = 0,154$ ). Op het VRI-kruispunt in Hasselt kwamen, ondanks de hoge intensiteit aan zwakke weggebruikers, slechts negen conflicten voor. Zes van de negen conflicten waren met voetgangers, drie met fietsers. Dit is geen significant verschil rekening houdende met de intensiteit (Fisher’s Exact = 0,390,  $p = 1,000$ ).

### Aantal conflicten op voorrangskruispunt



**Figuur 24: Aantal conflicten op Hasselts voorrangskruispunt**

### Aantal conflicten op VRI-kruispunt

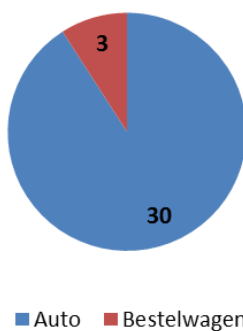


**Figuur 25: Aantal conflicten op Hasselts VRI-kruispunt**

#### Aantal conflicten per kruispunt naar type voertuig

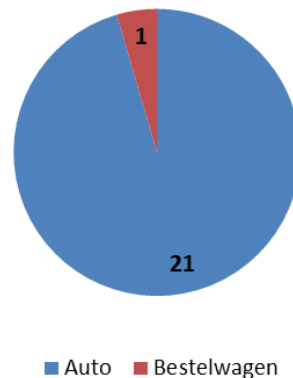
Op alle kruispunten, zowel in Antwerpen als in Hasselt, gebeuren ongeveer 90 procent van de conflicten met een auto. Conflicten met een bestelwagen komen ook op ieder kruispunt voor. In Antwerpen bedraagt het aandeel conflicten met een bestelwagen 9,1 procent op het voorrangskruispunt en 4,5 procent op het VRI-kruispunt. In Hasselt bedragen deze percentages respectievelijk 6,1 procent en 11,1 procent. Enkel op het Hasseltse voorrangskruispunt komen er nog conflicten voor met een bus of een motorfiets. Deze aantallen zijn echter zeer laag: van de in totaal 114 conflicten waren er twee met een bus en één met een motorfiets.

### Categorie voertuig Antwerpen Voorrang



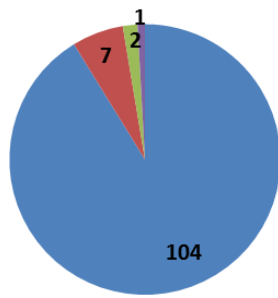
**Figuur 26: Aantal conflicten per type voertuig Antwerpen voorrang**

### Categorie voertuig Antwerpen VRI



**Figuur 27: Aantal conflicten per type voertuig Antwerpen VRI**

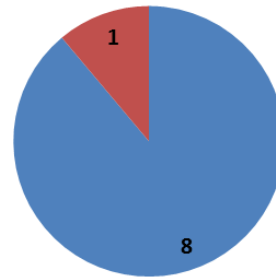
## Categorie voertuig Hasselt Voorrang



■ Auto ■ Bestelwagen ■ Bus ■ Motorfiets

**Figuur 28: Aantal conflicten per type voertuig Hasselt voorrang**

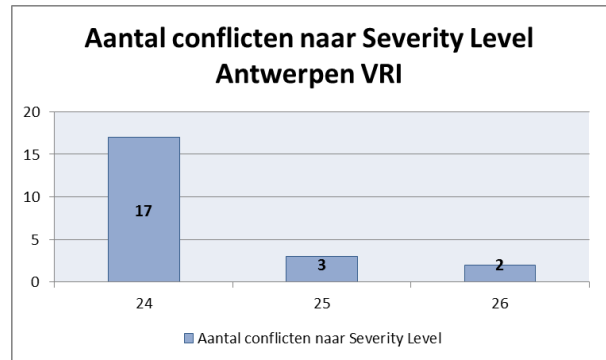
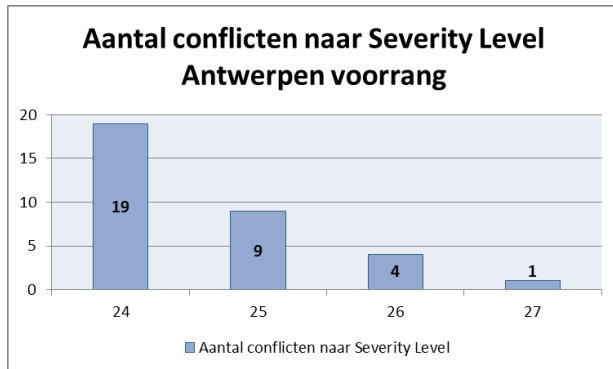
## Categorie voertuig Hasselt VRI



■ Auto ■ Bestelwagen

**Figuur 29: Aantal conflicten per type voertuig Hasselt VRI**

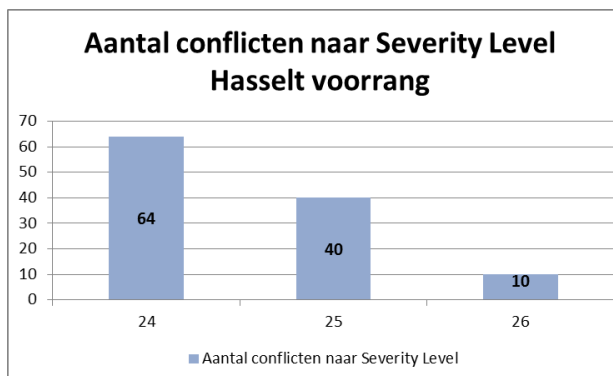
### Aantal conflicten per kruispunt naar conflicternst



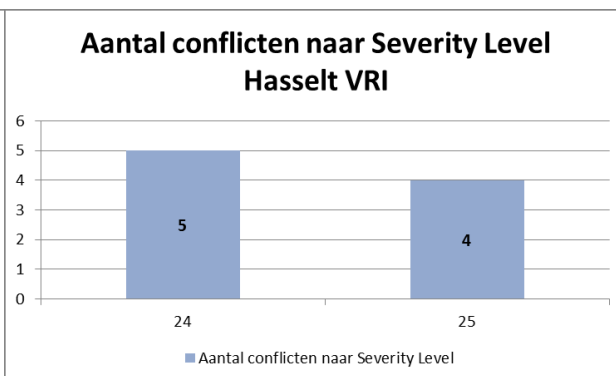
**Figuur 31: Conflicternst Antwerpen VRI**

**Figuur 30: Conflicternst Antwerpen voorrang**

Op het Antwerpse voorrangskruispunt waren 57,6 procent van de conflicten van het Severity Level 24. Op het VRI-kruispunt was dit met 77,3 procent iets hoger. Procentueel gebeuren op het Antwerpse VRI-kruispunt dus minder conflicten met een ernst van 25 of 26. Daarnaast valt op dat er op het Antwerpse voorrangskruispunt vier conflicten (12,1 procent) waren met een Severity Level van 26 en één conflict met een Severity Level van 27. Deze conflicten zijn zeer ernstig.



**Figuur 32: Conflicternst Hasselt voorrang**



**Figuur 33: Conflicternst Hasselt VRI**

Op beide Hasseltse kruispunten waren 56 procent van de conflicten met een Severity Level van 24. Op het VRI-kruispunt waren de overige 44 procent van de conflicten van Severity Level 25. 8,8

procent van de conflicten op het Hasseltse voorrangskruispunt waren van het zeer ernstige Severity Level 26. Dit Severity Level komt dus niet voor op het VRI-kruispunt.

De verdeling van de cumulatieve percentages loopt over beide voorrangskruispunten vrij gelijkaardig. Dit betekent dat er een duidelijk hiërarchie is in het optreden van conflicten met een bepaald Severity Level. Op de voorrangskruispunten doen zich ook de meest ernstige conflicten voor.

### *Correlatie aantal conflicten – intensiteit*

Voor deze analyse werd de intensiteit aan voertuigen onderverdeeld in drie categorieën: laag, medium en hoog. De categorie ‘laag’ duidt op een intensiteit lager dan 300 voertuigen per uur. Een intensiteit tussen 300 en 1150 voertuigen per uur wordt ondergebracht in de categorie ‘medium’. De categorie ‘hoog’ staat voor een intensiteit hoger dan 1150 voertuigen per uur. Voor de Antwerpse kruispunten werden deze categoriegrenzen gecorrigeerd aangezien het gemotoriseerde verkeer in beide rijrichtingen kan rijden op de hoofdweg, in tegenstelling tot de locaties in Hasselt. Bij het opstellen van deze categorieën werd, in de mate van het mogelijke, getracht om per kruispunt 1/3 van de observatieduur toe te wijzen aan iedere categorie. Enkel op het Antwerpse voorrangskruispunt is er een grote afwijking. Daar bestaat de categorie “hoog” op het voorrangskruispunt slechts uit twee uren. Via ANOVA wordt bekeken of er een verschil is in het gemiddeld aantal conflicten per categorie.

Op beide Antwerpse kruispunten stijgt het gemiddeld aantal conflicten naarmate de intensiteitscategorie hoger wordt. Zowel voor het voorrangskruispunt als het VRI-kruispunt is dit ANOVA-model significant ( $F = 13,173$  en  $p < 0,001$  voor het VRI-kruispunt en  $F = 14,047$  en  $p < 0,001$  voor het voorrangskruispunt). De  $R^2$ -waarde bedroeg voor het voorrangskruispunt respectievelijk 0,2894 en 0,2763. Deze intensiteitscategorieën verklaren dus slechts voor ongeveer 28 procent het model.

Ook op de locaties in Hasselt neemt het aantal conflicten toe naarmate de intensiteitscategorie hoger wordt. Op het VRI-kruispunt is het model echter niet significant ( $F = 1,950$ ,  $p = 0,150$  ten opzichte van  $F = 22,566$ ,  $p < 0,001$  voor het voorrangskruispunt). Het model van dit kruispunt heeft tevens een lagere  $R^2$ -waarde dan het model van het voorrangskruispunt. Dit duidt erop dat het aantal conflicten op het voorrangskruispunt beter verklaard kan worden door deze intensiteitscategorieën.

De ANOVA-modellen vertelden of het gemiddeld aantal conflicten significant verschilde per intensiteitscategorie. Via een enkelvoudige lineaire regressie kan nagegaan worden of er een lineair verband is tussen het aantal conflicten en de intensiteit, en hoe sterk dit verband is. Het resultaat wordt samengevat in Tabel 6. Uit deze enkelvoudige lineaire regressies kan men concluderen dat de intensiteit aan voertuigen of zwakke weggebruikers op het voorrangskruispunt meer bepalend is voor het aantal conflicten dan op het VRI-kruispunt. Dit heeft te maken met de functies van de verkeerslichtenregeling. Deze moeten de verkeersstroom regelen door het reduceren van het aantal conflicten. Daarnaast is het lineair verband tussen de intensiteit aan zwakke weggebruikers en het aantal conflicten sterker dan dit verband met intensiteiten van voertuigen.

Bij de enkelvoudige lineaire regressies over beide VRI-kruispunten en over beide voorrangskruispunten is enige voorzichtigheid geboden. Op de Antwerpse kruispunten is er op de

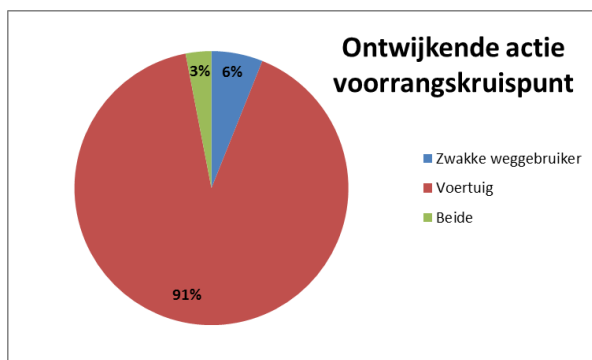
hoofdweg immers gemotoriseerd verkeer in beide rijrichtingen, in tegenstelling tot de Hasseltse kruispunten. Dit resulteert dat er een hogere voertuigintensiteit is op de Antwerpse kruispunten.

**Tabel 6: Enkelvoudige lineaire regressies aantal conflicten - intensiteit**

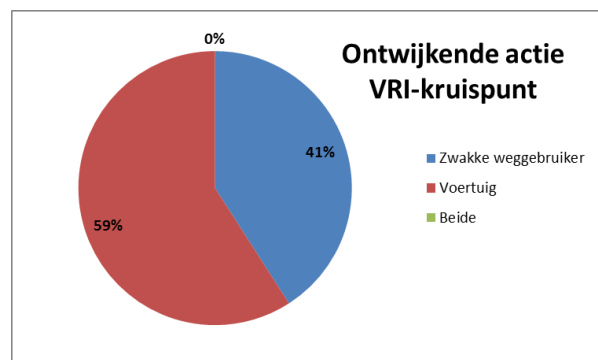
Locatie	Intensiteit voertuigen / intensiteit zwakke weggebruikers	Enkelvoudige lineaire regressies (y = aantal conflicten, x = intensiteit)	R <sup>2</sup> -waarde
Antwerpen VRI	Voertuigen	$Y = 0,0002x$	0,2491
	Zwakke weggebruikers	$Y = 0,0022x$	0,1931
Antwerpen VOORRANG	Voertuigen	$Y = 0,0005x$	0,3525
	Zwakke weggebruikers	$Y = 0,0124x$	0,3431
Hasselt VRI	Voertuigen	$Y = 0,0002x$	0,0635
	Zwakke weggebruikers	$Y = 0,0004x$	0,1184
Hasselt VOORRANG	Voertuigen	$Y = 0,0022x$	0,3600
	Zwakke weggebruikers	$Y = 0,0065x$	0,4803
Beide VRI-kruispunten	Voertuigen	$Y = 0,0002x$	0,1883
	Zwakke weggebruikers	$Y = 0,0006x$	0,0293
Beide voorrangskruispunten	Voertuigen	$Y = 0,0010x$	0,1373
	Zwakke weggebruikers	$Y = 0,0067x$	0,5085

### Ontwijkende actie

Aangezien in dit onderzoek enkel gebruikt gemaakt wordt van conflicten met een Severity Level vanaf 24, betekent dit dat minstens één van de weggebruikers een ontwijkende actie moet verrichten. Op het voorrangskruispunt in Antwerpen gebeurt deze ontwijkende actie in 91 procent van de gevallen door het voertuig. Op het VRI-kruispunt zal de zwakke weggebruiker significant vaker een ontwijkende actie uitvoeren, namelijk in 41 procent van de conflicten (Fisher's Exact = 9,970,  $p = 0,004$ ).

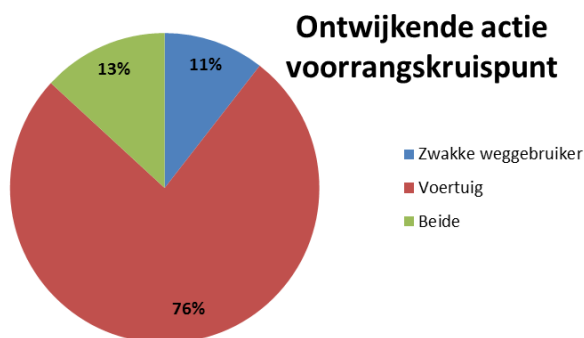


**Figuur 34: Ontwijkende acties Antwerps voorrangskruispunt**

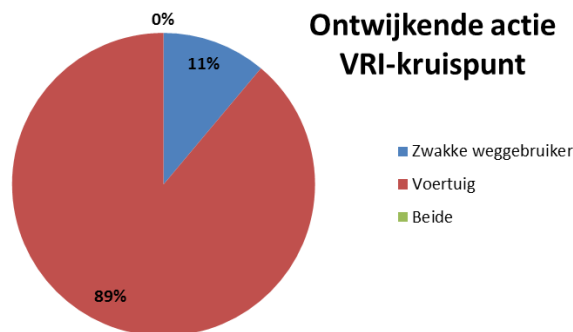


**Figuur 35: Ontwijkende acties Antwerps VRI-kruispunt**

In Hasselt is er geen significant verschil tussen het kruispunttype en wie de ontwijkende actie uitvoert (Fisher's Exact = 0,931,  $p = 0,698$ ). Zowel op het voorrangskruispunt als het VRI-kruispunt worden de meeste ontwijkende acties uitgevoerd door de voertuigen (respectievelijk 76,3 procent en 88,9 procent). Op het voorrangskruispunt werden verder nog 12 ontwijkende acties uitgevoerd door enkel de zwakke weggebruiker en 15 door zowel het voertuig als de zwakke weggebruiker. Op het VRI-kruispunt werd slechts bij één conflict de ontwijkende actie uitgevoerd door de zwakke weggebruiker.



**Figuur 36: Ontwijkende acties Hasselts voorrangskruispunt**



**Figuur 37: Ontwijkende acties Hasselts VRI-kruispunt**

Zwakke weggebruikers verrichtten dus vooral op het Antwerpse VRI-kruispunt de ontwijkende actie. Dit zou erop kunnen wijzen dat bestuurders van voertuigen zich minder bewust zijn van de aanwezigheid van zwakke weggebruikers op dit kruispunt.

#### 4.1.2 Weers- en lichtgesteldheid

##### *Lichtgesteldheid*

Met betrekking tot de lichtgesteldheid worden twee analyses uitgevoerd met behulp van ANOVA. Bij een eerste analyse wordt nagegaan of er een verschil is in het gemiddeld aantal conflicten per 1 000 voertuigen tussen de categorieën van de lichtgesteldheid (dag, nacht en schemer). Daarnaast wordt dit eveneens uitgevoerd met het gemiddeld aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers.

##### *Lichtgesteldheid – aantal conflicten per 1 000 voertuigen*

Op het Antwerpse VRI-kruispunt is er een significant verschil in het gemiddeld aantal conflicten per 1 000 voertuigen naargelang de lichtgesteldheid ( $F = 6,719$ ,  $p = 0,002$ ). Uit Post-Hoc tests blijkt dat dit gemiddelde 's nachts significant lager ligt. Het gemiddeld aantal conflicten in het schemerdonker is niet significant verschillend. Ook op het voorrangskruispunt is er een significant verschil in het gemiddeld aantal conflicten naargelang de lichtgesteldheid ( $F = 21,477$ ,  $p < 0,001$ ). 's Nachts gebeuren er significant minder conflicten per 1 000 voertuigen dan overdag. In het schemerdonker gebeuren er significant meer conflicten dan 's nachts, maar is er geen verschil met het gemiddeld aantal conflicten overdag.

Daarnaast is de  $R^2$ -waarde lager op het VRI-kruispunt (0,1631, ten opzichte van 0,3837 op het voorrangskruispunt). Dit wil zeggen dat het aantal conflicten per 1000 voertuigen hier minder verklaard wordt door de lichtgesteldheid. Op het Antwerpse VRI-kruispunt is de lichtgesteldheid dus een minder goede voorspeller voor het optreden van conflicten.

In Hasselt is er op het VRI-kruispunt geen significant verschil in het gemiddeld aantal conflicten per 1 000 voertuigen naargelang de lichtgesteldheid ( $F = 1,055$ ,  $p = 0,654$ ). Een mogelijke reden hiervoor kan het lage aantal conflicten zijn. Op het voorrangskruispunt is er wel een significant verschil ( $F = 9,609$ ,  $p < 0,001$ ). Op dit kruispunt komen gemiddeld meer conflicten overdag voor (2,6793 per 1000 voertuigen), gevolgd door schemerdonker (2,1873 conflicten per 1000 voertuigen). 's Nachts waren er het minste conflicten (0,7289 per 1000 voertuigen). Het gemiddeld aantal conflicten in het schemerdonker verschilt niet significant van de gemiddelden 's nachts en overdag. De  $R^2$ -waarde is met 0,2178 iets lager dan deze waarde op het Antwerpse voorrangskruispunt.

### *Lichtgesteldheid – aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers*

Wanneer de lichtgesteldheid gekoppeld wordt aan het aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers, kunnen op het eerste zicht dezelfde conclusies getrokken worden als de relatie tussen lichtgesteldheid en het aantal conflicten per 1 000 voertuigen. Op het Antwerps VRI-kruispunt is er geen significant verschil tussen de gemiddelden ( $F = 2,273$ ,  $p = 0,111$ ), op het voorrangskruispunt wel ( $F = 12,035$ ,  $p < 0,001$ ). Uit de Post-Hoc tests kan afgeleid worden dat er 's nachts significant meer conflicten gebeuren dan overdag. Daarnaast liggen de  $R^2$ -waarden voor beide kruispunten lager (0,0618 voor het VRI-kruispunt en 0,2586 voor het voorrangskruispunt). Dit duidt erop dat de lichtgesteldheid het aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers minder goed kan voorspellen.

Ook in Hasselt zijn de  $R^2$ -waarden zeer laag, vooral op het VRI-kruispunt. Op het VRI-kruispunt is er geen significant verschil in het gemiddeld aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers naargelang de lichtgesteldheid ( $F = 0,849$ ,  $p = 0,432$ ). Op het voorrangskruispunt is er wel een significant verschil in deze gemiddelden ( $F = 7,234$ ,  $p < 0,001$ ) zodat overdag significant meer conflicten voorkomen per 100 zwakke weggebruikers dan 's nachts.

### *Neerslag*

In de analyses naargelang de neerslag wordt een onderscheid gemaakt tussen “droog” en “nat”. De laatste categorie duidt op regenweer. De analyses voor neerslag gebeuren op een vergelijkbare manier als deze voor lichtgesteldheid. Aangezien er tijdens de observatieperiode in Antwerpen geen verkeersconflicten waren bij neerslag, zullen deze analyses beperkt worden tot de Hasseltse kruispunten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de ‘*independent samples t-test*’.

Uit de t-testen blijkt dat er op beide Hasseltse kruispunten niet significant meer conflicten per 1 000 voertuigen gebeuren bij regenweer. Ook per 100 zwakke weggebruikers is er geen significant verschil in het gemiddeld aantal conflicten bij droog en nat weer.

Daarnaast wordt bekeken in welke intensiteitscategorieën neerslag aanwezig was. Op het voorrangskruispunt waren alle zes de neerslaguren bij een “hoge” intensiteit. Op het VRI-kruispunt waren vier van de zes neerslaguren bij een “hoge” intensiteit. Het is dus aannemelijk dat het voorkomen van een conflict eerder veroorzaakt wordt door een hoge intensiteit dan door regenweer.

Er kunnen dus geen conclusies getrokken worden tussen het optreden van conflicten en de aanwezigheid van neerslag.

### 4.1.3 Type conflicten

#### *Locatie op het kruispunt – manoeuvre voertuig*

In deze eerste analyses naar het conflicttype wordt nagegaan of de locatie van het conflict op de kruispunten een verband heeft met het manoeuvre van het voertuig.

Op het Antwerpse VRI-kruispunt vallen twee conflicttypes op. Enerzijds gebeurt de helft van de conflicten op de oversteekplaats na het kruispunt door een links afslaande beweging van het voertuig. Dit voertuig komt met andere woorden uit de zijstraat en rijdt de hoofdweg op naar links. De residuwaarde hiervan bedraagt 3,4, wat aangeeft dat dit conflicttype significant meer voorkomt. Anderzijds gebeurt 31,8 procent van de conflicten op de oversteekplaats in de zijstraat door een

rechts afslaande beweging. Dit zijn dus voertuigen die rechts de zijstraat indraaien en in conflict komen met een overstekende zwakke weggebruiker. Conflicten met een dode hoek zouden hiervan een voorbeeld kunnen zijn. De residuwaarde (3,8) geeft aan dat dit type conflict significant meer voorkomt. Het verband tussen de locatie van het conflict en het manoeuvre van het voertuig is significant op het Antwerpse VRI-kruispunt (Fisher's Exact = 21,412,  $p < 0,001$ ). Ook op het Antwerpse voorrangskruispunt is dit verband significant (Fisher's Exact = 25,566,  $p < 0,001$ ). Op deze locatie gebeurt 78,8 procent van de conflicten met voertuigen die rechtdoor rijden op de hoofdweg. Er waren geen conflicten op de hoofdweg door een afslaande beweging. Dit is een opmerkelijk verschil met het VRI-kruispunt, waar de conflicten eerder verband houden met een afslaande beweging van het voertuig.

Ook op het Hasseltse voorrangskruispunt gebeuren de meeste conflicten (72 procent) op de hoofdweg waarbij het voertuig rechtdoor rijdt. Conflicten door een afslaande beweging komen ook hier significant minder voor. Daarnaast komen conflicten op de oversteekplaats in de zijstraat met een rechts afslaande beweging van het voertuig significant meer voor. Op deze locatie is er dus een significant verband tussen de locatie van het conflict en het manoeuvre van het voertuig (Fisher's Exact = 67,243,  $p < 0,001$ ). Ditzelfde verband is niet significant op het VRI-kruispunt in Hasselt (Fisher's Exact = 1,481,  $p = 1,000$ ). Op dit kruispunt gebeurt ongeveer de helft van de conflicten op de oversteekplaats in de zijstraat.

Dat er op de VRI-kruispunten minder conflicten gebeuren op de hoofdweg met rechtdoorgaande voertuigen is niet verrassend. Deze soort interactie wordt immers geregeld door de verkeerslichten.

#### *Positie van het voertuig – herkomst zwakke weggebruiker*

Bij deze analyse wordt nagegaan op welke rijstrook het voertuig zich bevond en uit welke richting de zwakke weggebruiker kwam. Enkel op het voorrangskruispunt in Hasselt is er een significant verband tussen de herkomst van de zwakke weggebruiker en de positie van het voertuig (Fisher's Exact = 38,485,  $p < 0,001$ ). Hierbij valt op dat de meeste conflicten gebeuren op de tweede ("verre") rijstrook vanuit het standpunt van de overstekende zwakke weggebruiker. Zo'n 70,17 procent van alle conflicten zijn van dit type. De residuwaarden tonen dan ook aan dat de geobserveerde waarden boven de verwachte waarden liggen. Een mogelijke verklaring hiervoor zou zichtsbelemmering kunnen zijn. Dit wordt hierna onderzocht. Ook op het Antwerpse voorrangskruispunt komen iets meer conflicten voor op de verre rijstrook voor de zwakke weggebruiker, maar dit is niet significant (Fisher's Exact = 2,058,  $p = 0,6551$ ). Hier gebeuren 54,54 procent van de conflicten op de verre rijstrook vanuit het standpunt van de zwakke weggebruiker. Een ander opvallend, doch niet significant, gegeven aan het Hasseltse voorrangskruispunt zijn de conflicten met voertuigen die uit de zijstraat komen. In nagenoeg alle gevallen komt in dit conflicttype de zwakke weggebruiker van rechts. Ook op het Antwerpse voorrangskruispunt is dit merkbaar. Dit zou erop kunnen wijzen dat bestuurders van voertuigen geen aandacht spenderen aan het fiets- en voetgangersverkeer komende van rechts. Voor (brom)fietsers is dit, althans in Hasselt, een verboden rijrichting en moeten zij de andere kant van de hoofdweg gebruiken. Naast een gebrekkig kijkgedrag van bestuurders, zou een slechtere (subjectieve) oversteekbaarheid van de hoofdweg dus een rol kunnen spelen in deze conflicten.

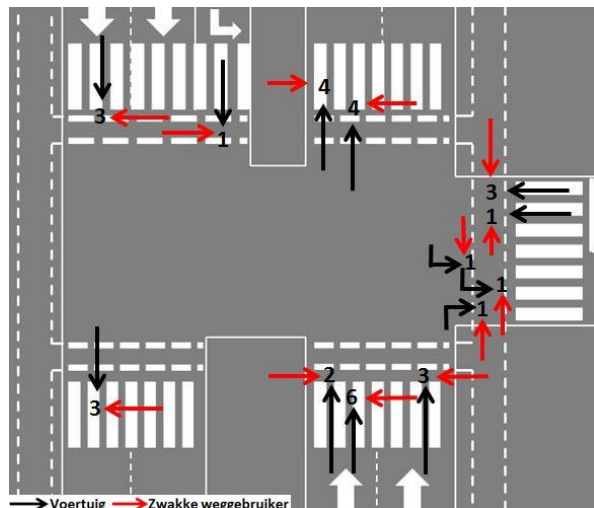
Op beide VRI-kruispunten is er geen significant verband tussen de positie van het voertuig en de herkomst van de zwakke weggebruiker (Fisher's Exact = 3,831,  $p = 0,2136$  voor het Antwerpse



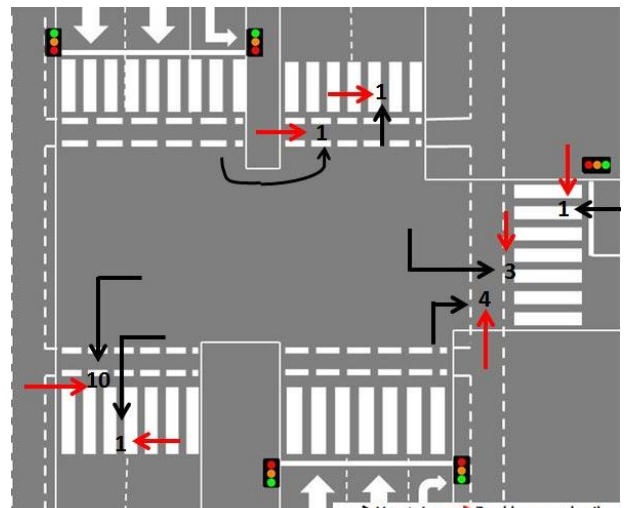
kruispunt en Fisher's Exact = 38,485,  $p = 0,286$  voor het Hasseltse VRI-kruispunt). Hierover kunnen bijgevolg geen uitspraken gedaan worden.

### Visualisatie conflicttypen

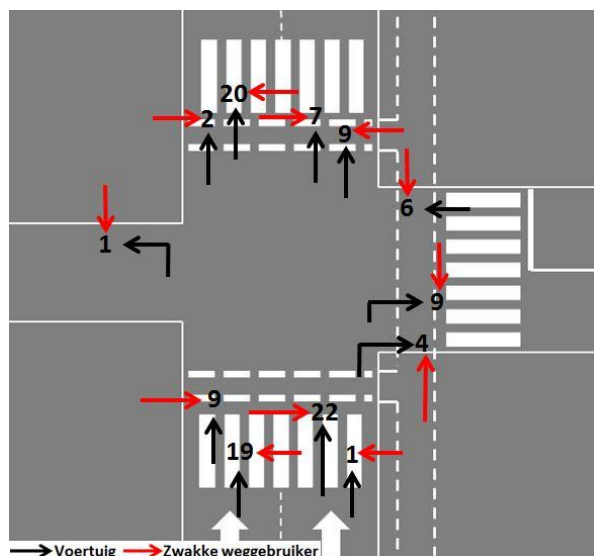
De volgende figuren (Figuur 38 tot Figuur 41) geven een visualisatie van de vorige analyses over de conflicttypen. De conflicten die niet op de oversteekplaats gebeurden werden hier niet in meegenomen.



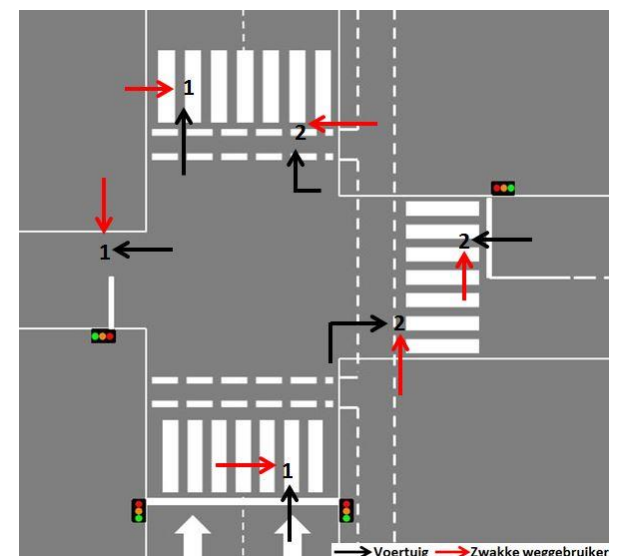
**Figuur 38: Conflicttypen Antwerps voorrangskruispunt**



**Figuur 39: Conflicttypen Antwerps VRI-kruispunt**



**Figuur 40: Conflicttypen Hasselts voorrangskruispunt**



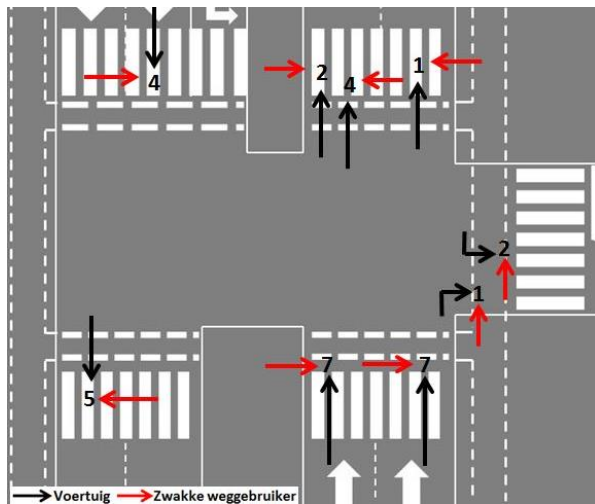
**Figuur 41: Conflicttypen Hasselts VRI-kruispunt**

### Vergelijking conflicttypen met Delta V8 indicator

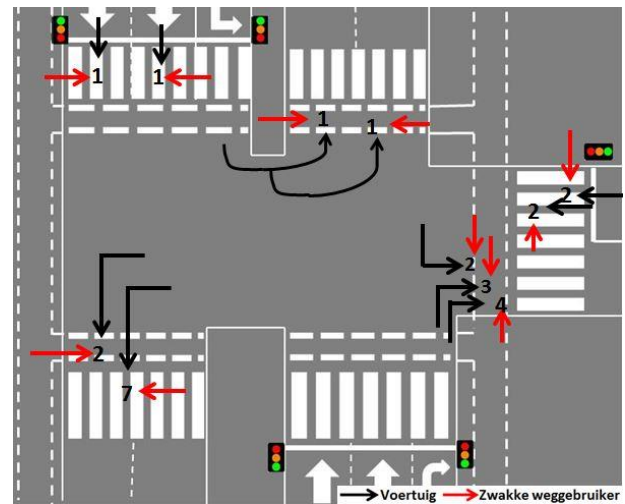
Teneinde een korte vergelijking te maken met een andere conflictindicator, worden de vorige schetsen toegepast met alle situaties waarin een Delta V8-waarde berekend werd. Op het Antwerpse voorrangskruispunt werden 33 dergelijke situaties gedetecteerd, op het VRI-kruispunt 27. In Hasselt bedroeg dit aantal 38 voor het voorrangskruispunt en 6 voor het VRI-kruispunt. In vergelijking met het aantal conflicten met een Severity Level vanaf 24, werden dus vooral op het Hasseltse voorrangskruispunt relatief minder Delta V8-situaties gedetecteerd. Op het voorrangskruispunt in

Antwerpen werden evenveel Delta V8-situaties ontdekt als conflicten met Severity Level vanaf 24. Op het VRI-kruispunt in Antwerpen werden zelfs meer situaties met een Delta V8 gedetecteerd.

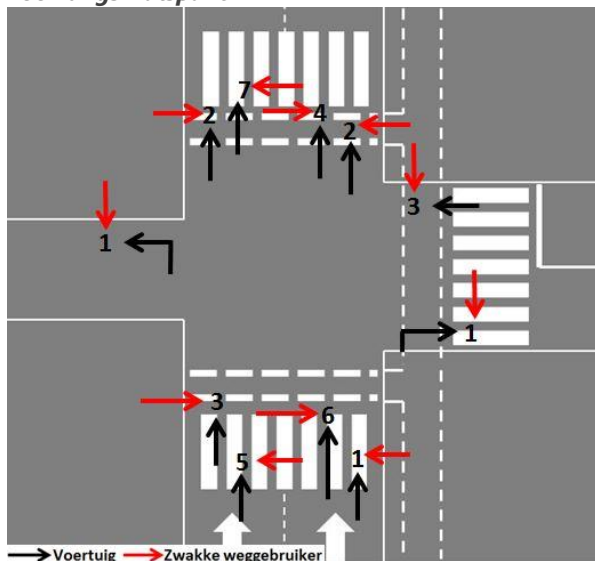
Er zijn weinig verschillen op te merken tussen de situaties met een Severity Level vanaf 24 en de Delta V8-situaties. Uit de volgende figuren (Figuur 42 tot Figuur 45) kan men afleiden dat er op de voorrangskruispunten ook hier een relatief hoog percentage bestaat uit situaties waarbij de zwakke weggebruiker in conflict komt met een voertuig op de verre rijstrook. Op het Hasseltse voorrangskruispunt waren 71,1 procent van alle situaties met een Delta V8 op de verre rijstrook op de hoofdweg. Voor het voorrangskruispunt in Antwerpen bedraagt dit percentage 60,6 procent. Daarnaast gebeuren er verhoudingsgewijs minder conflicten aan de oversteekplaats in de zijstraat op de voorrangskruispunten. De situaties door een rechtdoorgaande beweging van het voertuig op de voorrangskruispunten komen bij de Delta V8 situaties dus iets duidelijker naar voren. Op de VRI-kruispunten zijn er geen opvallende verschillen in de conflicttypes in vergelijking met de eerder onderzochte conflicten.



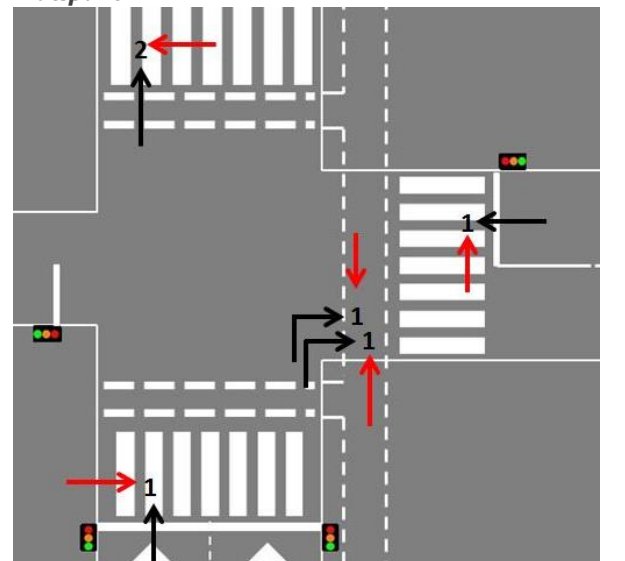
**Figuur 42: Conflicttypes Delta V8 Antwerps voorrangskruispunt**



**Figuur 43: Conflicttypes Delta V8 Antwerps VRI-kruispunt**



**Figuur 44: Conflicttypes Delta V8 Hasselts voorrangskruispunt**



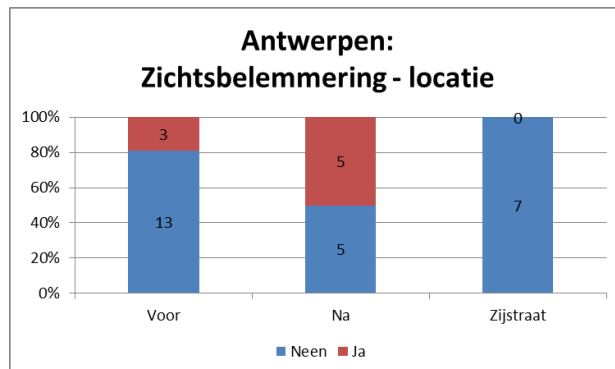
**Figuur 45: Conflicttypes Delta V8 Hasselts VRI-kruispunt**

Deze zijsprong liet toe om enkele verschillen te zoeken in de conflicttypes bij het gebruik van een andere conflictindicator, namelijk de Delta V8 in plaats van het Severity Level. Verder wordt niet meer ingegaan op deze Delta V8-situaties. De volgende analyses zijn dus opnieuw gebaseerd op de conflicten met een Severity Level vanaf 24.

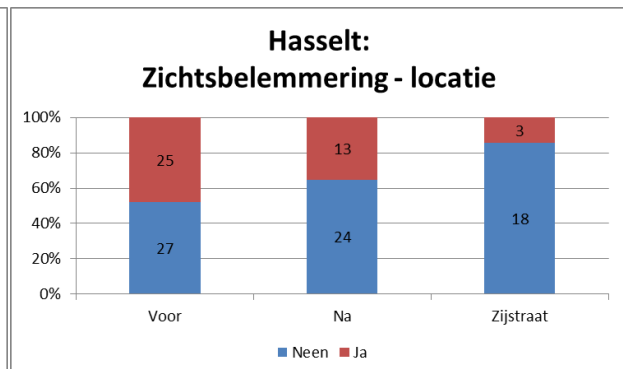
### Zichtsbelemmering

Zichtsbelemmering treedt bijvoorbeeld op wanneer een voertuig stopt voor een overstekende zwakke weggebruiker, maar dat de zwakke weggebruiker hierdoor een verminderd zicht heeft op de andere rijstrook. Dit komt enkel voor op de voorrangskruispunten. Bijgevolg zal de analyse hieromtrent beperkt worden tot een beschrijvende analyse hoe vaak zichtsbelemmering een rol speelt in een conflict.

In Antwerpen speelden in acht van de 33 conflicten (24,24 procent) zichtsbelemmering een rol in het optreden van het conflict. Van deze conflicten gebeurden er drie op de oversteekplaats vóór het kruispunt en vijf na het kruispunt. Op het Hasseltse voorrangskruispunt waren er in verhouding iets meer conflicten met zichtsbelemmering, namelijk 41 van de 114 conflicten (35,96 procent). Iets meer dan de helft daarvan (25) gebeurden aan de oversteekplaats vóór het kruispunt. Drie van de conflicten met zichtsbelemmering vonden plaats in de zijstraat. Bij deze laatste soort conflicten was het zicht voor de zwakke weggebruiker belemmerd door een wachtend voertuig dat vanuit de zijstraat de hoofdweg wilde oprijden. Zwakke weggebruikers staken hierbij de zijstraat over tussen de wachtende voertuigen en kwamen in conflicten met een voertuig dat de zijstraat in reed.



**Figuur 46: Zichtsbelemmering Antwerpen**



**Figuur 47: Zichtsbelemmering Hasselt**

Hiervoor werd reeds duidelijk dat er op de voorrangskruispunten vrij veel conflicten zijn op de, voor de zwakke weggebruiker, tweede rijstrook. Daarom werd nagegaan in hoeveel conflicten zichtsbelemmering een rol speelt bij dit specifiek soort conflicttype. In Antwerpen waren 50 procent (8 van de 16) van deze conflicten met zichtsbelemmering. In Hasselt speelt ook in ongeveer de helft van dit specifiek conflicttype zichtsbelemmering een rol, namelijk in 51,3 procent of 41 van de 80 conflicten.

Er kan dus geconcludeerd worden dat zichtsbelemmering een belangrijke factor is op voorrangsgeregelde oversteekplaatsen met meerdere rijstroken.

### Roodlichtnegatie

Vanzelfsprekend kan roodlichtnegatie niet voorkomen op de voorrangskruispunten. Daarom wordt enkel een beschrijvende analyse uitgevoerd over roodlichtnegatie op de lichtengeregelde kruispunten. Deze wordt weergegeven in Tabel 7.

**Tabel 7: Roodlichtnegatie VRI-kruispunten**

	Antwerpen		Hasselt	
	Aantal conflicten	%	Aantal conflicten	%
<b>Met roodlichtnegatie</b>	2	<b>9,09%</b>	6	<b>66,67%</b>
- Door zwakke weggebruiker	2		4	
- Door voertuig	0		2	
<b>Zonder roodlichtnegatie</b>	20	<b>90,91%</b>	3	<b>33,33%</b>
<b>Totaal aantal conflicten</b>	22	<b>100,00%</b>	9	<b>100,00%</b>

In Antwerpen gebeurden 9,09 procent van de conflicten (2 van de 22) door roodlichtnegatie van één van de weggebruikers. In beide gevallen ging het om de zwakke weggebruiker die het rode licht negeerde. In Hasselt is dit percentage met 66,67 procent iets hoger. Daar gebeurden dus zes van de negen conflicten met roodlichtnegatie, waarvan vier conflicten door roodlichtnegatie door de zwakke weggebruiker en twee conflicten door roodlichtnegatie van het voertuig.

Dat het percentage conflicten met roodlichtnegatie lager ligt in Antwerpen dan in Hasselt komt waarschijnlijk door de lichtenregeling. In Hasselt is de lichtenregeling echter volledig conflictvrij. De conflicten die er voor komen zonder roodlichtnegatie zijn dan bijvoorbeeld situaties waarbij het voertuig niet tijdig het kruispunt kon ontruimen. In Antwerpen is de lichtenregeling niet volledig conflictvrij. De meeste conflicten gebeuren dan ook op de bewegingen die niet-conflictvrij zijn, namelijk de oversteekplaats in de zijstraat en deze na het kruispunt op de hoofdweg met een links afslaand voertuig.

#### 4.1.4 Conclusie en discussie conflictobservaties

De conflictobservaties op de vier locaties toonden aan dat er vooral op de voorrangskruispunten een verband is tussen de intensiteit en het aantal conflicten. Dit is niet verrassend aangezien Lee & Abdel-Aty (2005) ook reeds aangaven dat een hogere intensiteit aan voertuigen op kruispunten zal leiden tot een hoger aantal voetgangersongevallen. Uit Jonsson (2005) blijkt dat de ongevalsrequentie minder verklaard wordt door de intensiteiten van voertuigen dan door de intensiteiten van zwakke weggebruikers. In dit onderzoek is dit vooral merkbaar op de Hasseltse locaties. Het "safety in numbers"-effect, waarbij het ongevalsrisico lager is bij een grotere hoeveelheid zwakke weggebruikers (Jacobsen, 2003), kan uit de onderzoeksresultaten niet bevestigd worden voor het optreden van conflicten.

Op de lichtengeregelde kruispunten zorgen de lichtenregelingen voor het reduceren van het aantal conflicten. De meeste conflicten op deze VRI-kruispunten komen voor op de niet-conflictvrije bewegingen. Dit verklaart waarom er op het conflictvrije VRI-kruispunt in Hasselt heel wat minder conflicten waren. Dit resultaat wordt gedragen door eerder onderzoek dat beweert dat een aparte groenfase voor voetgangers leidt tot minder ongevallen (Elvik et al., 2009; Polders, Daniels, Hermans, Brijs, & Wets, 2015). De conflicten die gebeuren op het Antwerpse VRI-kruispunt hebben hierdoor vooral te maken met een afslaande beweging. Op dit kruispunt worden de meeste ontwijkende

acties uitgevoerd door de zwakke weggebruiker. Dit in tegenstelling tot de drie andere onderzoekslocaties. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat bestuurders op deze locatie zich minder bewust zijn van de aanwezigheid van zwakke weggebruikers. In de literatuur werd eenzelfde conclusie geformuleerd in Sisiopiku & Akin (2003). Ook deze studie vond dat vooral afslaan voertuigen geen voorrang geven aan zwakke weggebruikers en hierdoor conflicten veroorzaken. Net als in het onderzoek van Leden (2002) gebeurde dit op het Antwerpse VRI-kruispunt vooral door een links afslaand voertuig. Uit een onderzoek naar de ongevalspatronen op lichtengeregelde kruispunten bleek dat de ongevallen op de segmenten na het kruispunt door een rechtdoorgaand of afslaand voertuig meestal met zwakke weggebruikers zijn (Polders et al., 2015).

Op beide voorrangskruispunten komt het dominante conflicttype voor met een voertuig dat rechtdoor rijdt. Vooral de verste rijstrook vanuit het standpunt van de zwakke weggebruiker is hierbij kritiek. Ook eerder onderzoek binnen Brussel gaf aan dat twee derde van de voetgangersongevallen aan voorrangskruispunten gebeuren door een rechtdoorgaande beweging van het voertuig (Dupriez & Houdmont, 2009).

Verder blijkt dat in de helft van deze conflicten op de verre rijstrook zichtbelemmering een rol speelde. Dit duidt erop dat zichtbelemmering een belangrijke factor is op oversteekplaatsen met meer dan één rijstrook. Naast zichtbelemmering zouden zwakke weggebruikers ook moeite kunnen hebben met het inschatten van de snelheid of nabijheid van het verkeer op de verre rijstrook. Dit wordt deels ondersteund door Dommes et al. (2014).

Deze conflicttypes werden vergeleken met de conflicttypes van de situaties waarbij een Delta V8-waarde berekend werd. Deze indicator is een maat voor de ernst van de situatie indien er een ongeval zou gebeurd zijn en wordt slechts in een beperkt aantal situaties berekend. Uit deze korte vergelijking zijn er geen opvallende verschillen op te merken met de conflicttypes van conflicten met een hoog Severity Level. Diepgaander onderzoek is echter nodig om hieruit conclusies te kunnen trekken.

Algemeen kan hieruit besloten worden dat voorrangskruispunten voor meer conflicten zorgen. Deze conflicten komen voornamelijk voor op de oversteekplaatsen op de hoofdweg bij een rechtdoorgaande beweging van het voertuig. Daarnaast verdienen de afslaan bewegingen op lichtengeregelde kruispunten ook de nodige aandacht, zeker wanneer deze niet-conflictvrij zijn met overstekende zwakke weggebruikers.

## 4.2 Gedragsobservaties

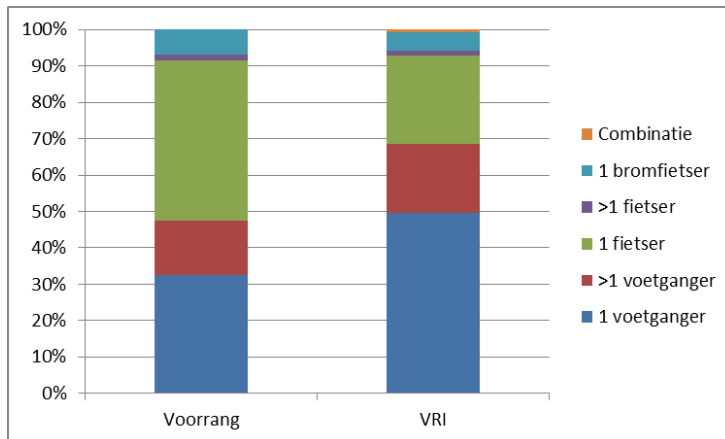
Tijdens de observatieduur van drie uren per kruispunt werd elke interactie tussen een overstekende zwakke weggebruiker en een voertuig onderzocht. In dit deel worden eerst opnieuw enkele algemene, beschrijvende onderzoeksresultaten weergegeven. Daarna wordt achtereenvolgens ingegaan op het voorrangsgedrag, kijkgedrag en de persoonskenmerken leeftijd en geslacht.

Bij sommige interacties konden bepaalde variabelen niet bepaald worden op de camerabeelden. Deze variabelen kregen de categorie "niet gekend" toegewezen. Op desbetreffende analyses over deze variabelen worden deze interacties niet onderzocht.

De resultaten van deze analyses worden hieronder beschreven. Tabellen met de specifieke waarden per analyse worden weergegeven in Bijlage 3.

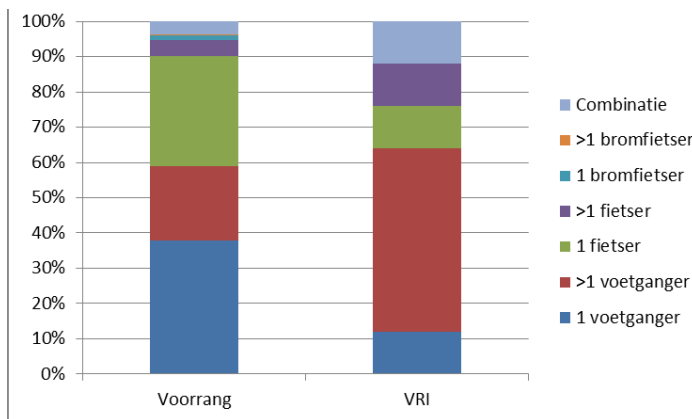
## 4.2.1 Algemene beschrijvende statistieken

### Aantal interacties per kruispunt



**Figuur 48: Interacties in Antwerpen**

In deze eerste analyse wordt nagegaan hoeveel interacties er waren per kruispunt gedurende de observatieperiode. Op het Antwerpse voorrangskruispunt ligt dit aantal op 261 interacties, op het VRI-kruispunt op 137 interacties. Een opmerkelijk verschil is dat op het VRI-kruispunt vooral interacties voor komen met een individuele voetganger (49,64 procent van de interacties). Op het voorrangskruispunt gebeuren 44,06 procent van de interacties met een individuele fietser. Dit is opmerkelijk omdat bij de conflictobservaties op dit voorrangskruispunt meer dan de helft van de conflicten met een voetganger was. Ook op het VRI-kruispunt is bij de conflictobservaties de omgekeerde trend merkbaar. Daar gebeurden vooral conflicten met fietsers.



**Figuur 49: Interacties in Hasselt**

In Hasselt is er een groter verschil in het aantal interacties tussen beide onderzoekslocaties. Op het voorrangskruispunt waren er 1 025 interacties. Dit is een gevolg van de hoge intensiteit aan zwakke weggebruikers op deze locatie. Op het VRI-kruispunt waren er slechts 25 interacties. Opvallend op dit kruispunt is dat de meeste interacties gebeurden met een groep zwakke weggebruikers. Een oorzaak hiervoor is het feit dat zwakke weggebruikers gebundeld worden door de verkeerslichten.

### Oversteeksnelheid

Tijdens de gedragsobservaties werd de oversteeksnelheid van de zwakke weggebruikers geregistreerd. In Antwerpen bedroeg de gemiddelde oversteeksnelheid over alle zwakke weggebruikers 2,16 m/s op het VRI-kruispunt en 2,21 m/s op het voorrangskruispunt. Op het Hasseltse VRI-kruispunt bedroeg dit gemiddelde 1,61 m/s en 1,77 m/s op het voorrangskruispunt.

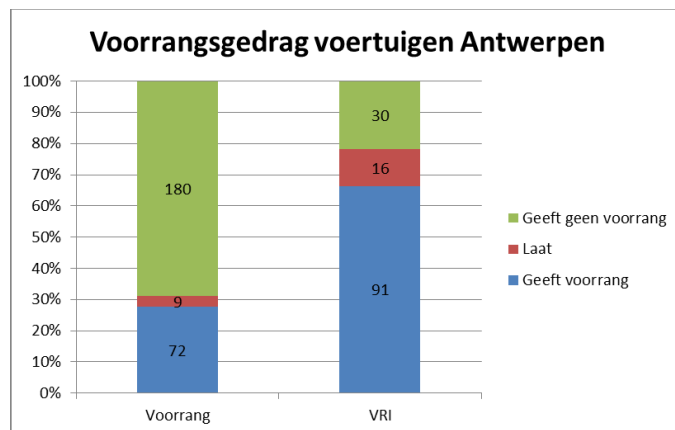
T-testen kwamen uit dat er in beide steden geen significant verschil is in de oversteeksnelheid tussen beide kruispunten.

Wanneer wordt gekeken naar de gemiddelde oversteeksnelheden per type zwakke weggebruiker, valt op dat binnen eenzelfde type zwakke weggebruiker de snelheid vaak lager ligt op het Hasselts kruispunt dan op hetzelfde kruispunttype in Antwerpen. Daarom worden de gemiddelde oversteeksnelheden tussen beide steden vergeleken. Hieruit blijkt dat de gemiddelde oversteeksnelheid in Hasselt significant lager is in Hasselt dan in Antwerpen. Dit conclusie kan zowel voor de voorrangskruispunten ( $F = 61,639$ ,  $p < 0,001$ ) als de VRI-kruispunten ( $F = 4,138$ ,  $p = 0,044$ ) gemaakt worden. De  $R^2$ -waarden zijn hierbij echter zeer laag, namelijk respectievelijk 0,0458 en 0,0252.

#### 4.2.2 Voorrangsgedrag

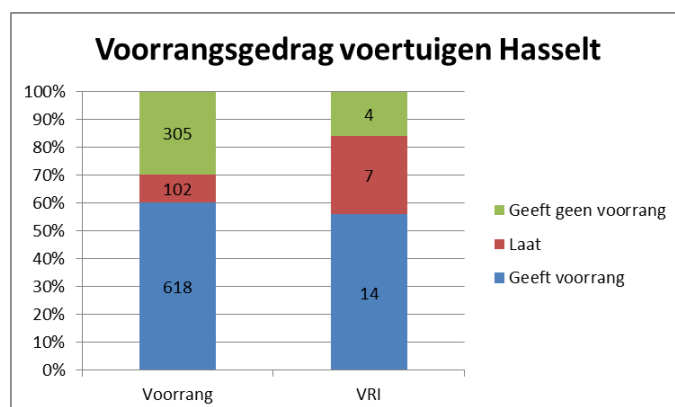
##### *Voorrangsgedrag door voertuigen*

Met het voorrangsgedrag wordt bekeken of een voertuig stopt om een zwakke weggebruiker te laten oversteken of niet.



**Figuur 50: Voorrangsgedrag in Antwerpen**

In Antwerpen zijn er een aantal significante verschillen tussen beide onderzoekslocaties ( $\chi^2 = 80,498$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,001$ ). Op het voorrangskruispunt wordt significant minder voorrang gegeven aan een overstekende zwakke weggebruiker dan op het VRI-kruispunt. In 27,6 procent van de interacties geeft het voertuig op het voorrangskruispunt voorrang aan overstekende zwakke weggebruikers. Op het VRI-kruispunt bedraagt dit percentage 66,4 procent.



**Figuur 51: Voorrangsgedrag in Hasselt**

Ook tussen de locaties in Hasselt is er een significant verschil wat betreft het voorrangsgedrag ( $\chi^2 = 9,302$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,010$ ). Net als in Antwerpen is het percentage voertuigen dat geen voorrang geeft het hoogst op het voorrangskruispunt. Toch zijn de verschillen qua voorrangsgedrag niet zo uitgesproken als in Antwerpen. Zo is het percentage voertuigen dat wel voorrang geeft iets lager op het VRI-kruispunt. Op dit kruispunt wordt wel significant meer laat voorrang gegeven.

Dit gebeurt wanneer het voertuig pas begint te remmen als de zwakke weggebruiker reeds begonnen is met oversteken.

##### *Voorrangsgedrag door voertuigen: aanwezigheid 2<sup>de</sup> voertuig*

In deze analyse wordt onderzocht of het voorrangsgedrag van voertuigen afhankelijk is van het feit of er een tweede voertuig aanwezig is in dezelfde rijrichting. Hiervoor worden enkel de interacties op de hoofdweg onderzocht. In Antwerpen zijn er op beide onderzoekslocaties geen significante verschillen tussen het voorrangsgedrag en het feit of er een tweede voertuig aanwezig is (Fisher's

Exact = 0,884,  $p = 0,693$  op het VRI-kruispunt en Fisher's Exact = 2,756,  $p = 0,259$  op het voorrangskruispunt). Wel is op het voorrangskruispunt iets vaker een tweede voertuig aanwezig wanneer het voertuig geen voorrang verleent. Het Hasseltse voorrangskruispunt toont het omgekeerde scenario. Op deze locatie zal het voertuig eerder voorrang geven wanneer er een tweede voertuig aanwezig is op de andere rijstrook. Wanneer een voertuig alleen rijdt zal het significant vaker geen voorrang verlenen. Deze relatie is op dit voorrangskruispunt significant ( $\text{Chi}^2 = 59,983$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0,001$ ). Daarnaast was er een voertuig aanwezig in 71,74 procent van de gevallen waarin een voertuig pas laat voorrang gaf. Dit zou een belangrijk gegeven kunnen zijn voor het verklaren van de conflicten door zichtbelemmering op deze locatie. Op het VRI-kruispunt in Hasselt is er geen significant verband tussen het voorrangsgedrag en de eventuele aanwezigheid van een ander voertuig (Fisher's Exact = 1,780,  $p = 0,540$ ).

### *Naderingsgedrag door zwakke weggebruikers*

Bij het naderingsgedrag wordt onderzocht hoe de zwakke weggebruikers de oversteekplaats benaderen vooraleer over te steken, namelijk of deze volledig stopt aan de oversteekplaats.

Op het voorrangskruispunt in Antwerpen stopt 71 procent van de zwakke weggebruikers vooraleer over te steken. Op het VRI-kruispunt is dit omgekeerd en stopt 71 procent van de zwakke weggebruikers niet volledig. Dit verschil in het naderingsgedrag tussen beide kruispunten is dan ook statistisch significant ( $\text{Chi}^2 = 65,576$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ). Op het VRI-kruispunt zal een individuele voetganger vaker stoppen, al heeft veel hier te maken met de lichtenregeling. Op het voorrangskruispunt zullen ook de voetgangers iets vaker stoppen vooraleer over te steken dan fietsers. Op beide Antwerpse kruispunten is dit verband significant (Fisher's Exact = 16,013,  $p = 0,002$  op het VRI-kruispunt en Fisher's Exact = 9,650,  $p = 0,039$  op het voorrangskruispunt).

Ook in Hasselt is het verband tussen het naderingsgedrag en het type zwakke weggebruiker op beide kruispunten significant (Fisher's Exact = 14,083,  $p < 0,001$  op het VRI-kruispunt en Fisher's Exact = 14,055,  $p = 0,021$  op het voorrangskruispunt). Op het voorrangskruispunt stopt ongeveer de helft van de zwakke weggebruikers vooraleer over te steken. Op het VRI-kruispunt is dit percentage iets hoger, namelijk 68 procent. In vergelijking met Antwerpen wordt dus verhoudingsgewijs meer gestopt door de zwakke weggebruiker op het VRI-kruispunt. Een oorzaak hiervan zou kunnen zijn dat zwakke weggebruikers meer gebundeld worden door de lichtenregeling dan op het VRI-kruispunt in Antwerpen. Dit kan ook blijken uit het verschil tussen individuele zwakke weggebruikers en groepen zwakke weggebruikers. Op het VRI-kruispunt in Hasselt zal een individuele voetganger/fietser minder vaak volledig stoppen dan een groep voetgangers/fietsers. Op het Hasseltse voorrangskruispunt zal een individuele fietser significant minder stoppen in vergelijking met de andere typen zwakke weggebruikers.

Het verschil in het naderingsgedrag van zwakke weggebruikers tussen beide Hasseltse kruispunten is echter niet statistisch significant ( $\text{Chi}^2 = 3,011$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,105$ ). Dit kan te maken hebben met het lage aantal interacties op het VRI-kruispunt.



## Roodlichtnegatie

Tabel 8: Roodlichtnegatie gedragsobservaties

	Antwerpen		Hasselt	
	Aantal interacties	%	Aantal interacties	%
<b>Met roodlichtnegatie</b>	8	<b>5,84%</b>	14	<b>56,00%</b>
- Door zwakke weggebruiker	8		10	
- Door voertuig	0		4	
<b>Zonder roodlichtnegatie</b>	129	<b>94,16%</b>	11	<b>44,00%</b>
<b>Totaal aantal interacties</b>	137	<b>100,00%</b>	25	<b>100,00%</b>

Tabel 8 toont hoeveel interacties er waren met roodlichtnegatie. Van een totaal van 137 interacties waren er in Antwerpen acht interacties (5,84 procent) die veroorzaakt werden door roodlichtnegatie. Al deze interacties gebeurden doordat een zwakke weggebruiker door het rode licht ging.

In Hasselt is er, zoals reeds aangehaald, een andere lichtenregeling. Het gevolg hiervan is niet alleen dat er minder interacties zijn, maar ook dat een groter percentage van deze interacties te maken heeft met roodlichtnegatie. Op dit VRI-kruispunt werden immers 14 van de 25 interacties, of 56 procent, veroorzaakt door roodlichtnegatie. Van deze veertien situaties werden er tien veroorzaakt door zwakke weggebruikers en vier door een voertuig.

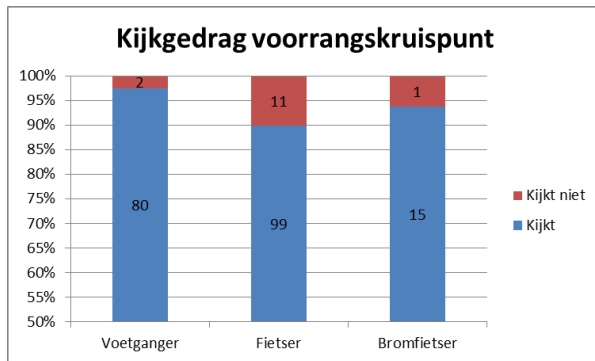
Op beide VRI-kruispunten valt dus op dat zwakke weggebruikers vaker het rode licht negeren dan voertuigen.

### 4.2.3 Kijkgedrag

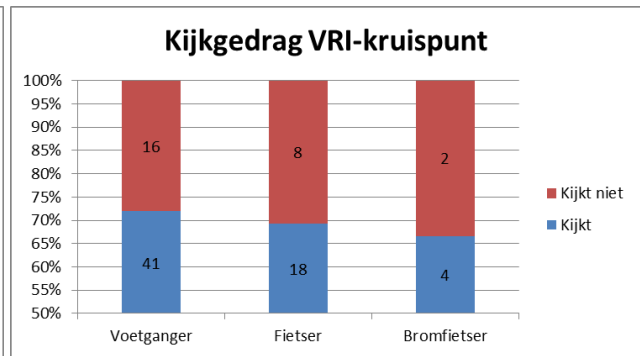
Alle analyses over het kijkgedrag hebben enkel betrekking tot individuele zwakke weggebruikers. Interacties met zwakke weggebruikers in groep worden hierbij dus niet meegenomen.

#### *Kijkgedrag van zwakke weggebruikers*

Tussen beide Antwerpse kruispunten is er een significant verschil in het kijkgedrag ( $\chi^2 = 27,034$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ). Op het voorrangskruispunt keek 6,7 procent van de zwakke weggebruikers niet vooraleer over te steken. Op het VRI-kruispunt ligt dit percentage hoger, namelijk op 29,2 procent. Tussen de verschillende types zwakke weggebruikers zijn er geen significante verschillen op te merken. Wel kijken fietsers minder vooraleer over te steken, maar dit is dus niet statistisch significant.

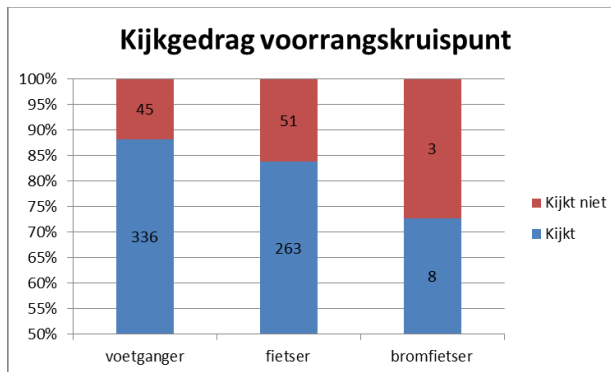


**Figuur 52: Kijkgedrag Antwerps voorrangskruispunt**

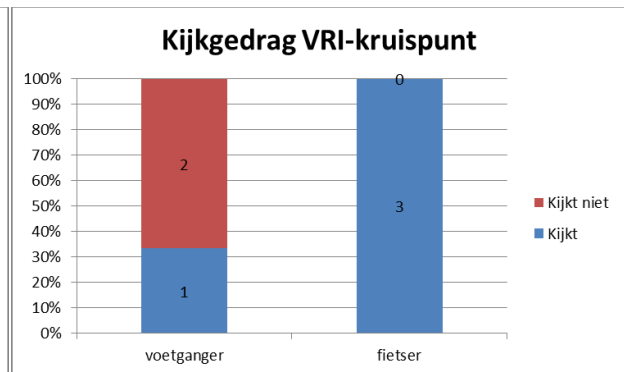


**Figuur 53: Kijkgedrag Antwerps VRI-kruispunt**

In Hasselt zijn er zowel op het voorrang- als op het VRI-kruispunt geen significante verschillen tussen het kijkgedrag en het type zwakke weggebruiker. Ook tussen beide kruispunten is er geen significant verschil in het kijkgedrag (Fisher's Exact = 1,413,  $p = 0,204$ ). Ook hier kan dit te maken hebben met het lage aantal interacties op dit VRI-kruispunt. Op het Hasseltse voorrangskruispunt kijkt 86 procent van de zwakke weggebruikers vooraleer over te steken. Op het VRI-kruispunt is dit percentage iets lager, namelijk 66,7 procent.



**Figuur 54: Kijkgedrag Hasselts voorrangskruispunt**



**Figuur 55: Kijkgedrag Hasselts VRI-kruispunt**

Hoewel het niet statistisch significant is, kijken (brom)fietzers minder dan voetgangers vooraleer over te steken aan het Hasselts voorrangskruispunt. Op deze specifieke locatie hebben deze categorieën echter geen voorrang wanneer ze de hoofdweg oversteken. Daarom wordt een bijkomende analyse gedaan waarbij de zijstraat uitgesloten wordt. Ook dan is er geen significant verschil tussen het kijkgedrag en het type zwakke weggebruiker (Fisher's Exact = 0,334,  $p = 0,770$ ). Toch blijkt hieruit dat nog altijd 9,82 procent van de fietsers de hoofdweg oversteken zonder kijken, dit op een plaats waar ze voorrang moeten verlenen aan het gemotoriseerd verkeer.

### *Kijkgedrag - naderingsgedrag zwakke weggebruikers*

In deze analyse worden de variabelen kijkgedrag en naderingsgedrag met elkaar vergeleken. Hierdoor wordt een beter beeld verkregen over hoe zwakke weggebruikers omgaan met voorrang aan oversteekplaatsen. Vooral de situaties waarbij een zwakke weggebruiker aan een oversteekplaats niet stopt én niet kijkt voor het oversteken kunnen gevaarlijk zijn.

Op het Antwerpse VRI-kruispunt is er geen significant verschil tussen het kijkgedrag en het naderingsgedrag ( $\chi^2 = 0,713$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,474$ ). Hier steken 20,45 procent van de zwakke weggebruikers de weg over zonder stoppen en zonder kijken. Op het voorrangskruispunt is er wel

een significant verschil (Fisher's Exact = 32,459,  $p < 0,001$ ). Op het voorrangskruispunt steekt 6,28 procent van de zwakke weggebruikers de weg over zonder kijken en zonder stoppen.

Op VRI-kruispunt in Hasselt waren er geen interacties met een individuele zwakke weggebruiker die stopt. Deze analyse kan bijgevolg niet uitgevoerd worden voor deze locatie. Op het voorrangskruispunt steekt 14 procent van de zwakke weggebruikers de weg over zonder kijken en stoppen. Het verband tussen het kijk- en naderingsgedrag is dan ook significant op dit kruispunt ( $\text{Chi}^2 = 131,946$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0,001$ ).

#### 4.2.4 Persoonskenmerken

De volgende analyses gaan na of er een verschil is tussen zowel leeftijd als geslacht in het kijk- en naderingsgedrag en in roodlichtnegatie door zwakke weggebruikers.

##### *Naderingsgedrag – leeftijd*

**Tabel 9: Significanties Naderingsgedrag-leeftijd**

Kruispunt	Test	Waarde	P-waarde	Vrijheidsgraden (df)
Antwerpen VRI	Fisher's Exact	5,050	0,278	/
Antwerpen Voorrang	Fisher's Exact	27,210	<0,001	/
Hasselt VRI	Fisher's Exact	3,150	0,656	/
Hasselt Voorrang	Pearson $\text{Chi}^2$	25,767	<0,001	4

Tabel 9 vat de resultaten van de onafhankelijkheidstesten tussen naderingsgedrag en leeftijd samen. Het naderingsgedrag verschilt niet significant volgens de leeftijd op beide VRI-kruispunten. Op beide voorrangskruispunten is er wel een significant verschil in het naderingsgedrag naargelang de leeftijd van de zwakke weggebruiker. Zowel in Hasselt als in Antwerpen blijkt dat er significant minder ouderen de weg oversteken zonder eerst volledig te stoppen.

##### *Naderingsgedrag – geslacht*

**Tabel 10: Significanties Naderingsgedrag-geslacht**

Kruispunt	Test	Waarde	P-waarde	Vrijheidsgraden (df)
Antwerpen VRI	Fisher's Exact	9,079	0,007	/
Antwerpen Voorrang	Pearson $\text{Chi}^2$	0,708	0,739	2
Hasselt VRI	Fisher's Exact	19,021	<0,001	/
Hasselt Voorrang	Pearson $\text{Chi}^2$	9,019	0,011	2

De samenvatting van de testen tussen het naderingsgedrag en het geslacht wordt weergegeven in Tabel 10. Op drie van de vier kruispunten is er een significant verschil in het naderingsgedrag naargelang het geslacht. Zo valt op het VRI-kruispunt in Antwerpen op dat vrouwen eerder volledig zullen stoppen dan mannen. Op het VRI-kruispunt in Hasselt zullen vooral combinaties van beide geslachten stoppen. Opmerking hierbij is dat deze interacties zouden kunnen gebeuren aan het begin van een groenfase. Dit betekent dat de zwakke weggebruiker stilstaat voor het rode licht.

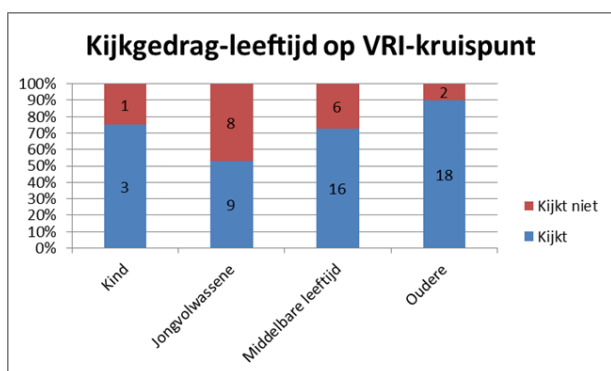
In tegenstelling tot het voorrangskruispunt in Antwerpen is dit verband wel significant op het voorrangskruispunt in Hasselt. Ook aan deze oversteekplaats stoppen vrouwen significant vaker dan mannen.

## Kijkgedrag - leeftijd

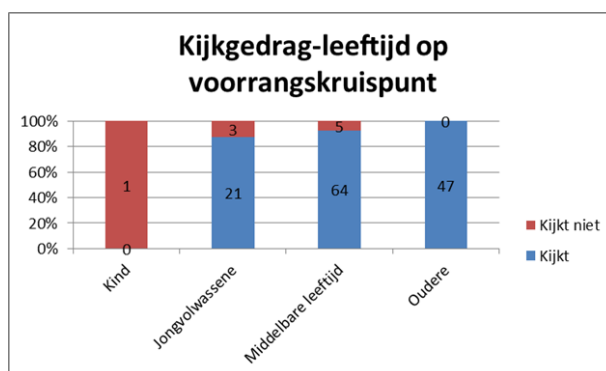
Tabel 11: Significanties Kijkgedrag-leeftijd

Kruispunt	Test	Waarde	P-waarde
Antwerpen VRI	Fisher's Exact	6,396	0,077
Antwerpen Voorrang	Fisher's Exact	11,883	0,005
Hasselt VRI	Fisher's Exact	2,551	0,600
Hasselt Voorrang	Fisher's Exact	7,214	0,063

Uit Tabel 11 blijkt dat het verband tussen het kijkgedrag en de leeftijd van de zwakke weggebruiker enkel significant is op het Antwerpse voorrangskruispunt. Op dit kruispunt keken alle ouderen vooraleer over te steken. Op het Antwerpse VRI-kruispunt is er geen significant verschil in het kijkgedrag volgens de leeftijds categorie. Toch valt ook hier op dat ouderen meer kijken dan gemiddeld. Op beide Antwerpse kruispunten steken vooral de jongvolwassenen over zonder kijken.

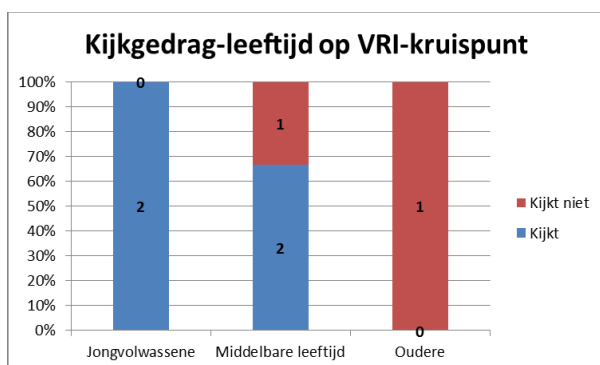


Figuur 56: Kijkgedrag-leeftijd Antwerpen VRI

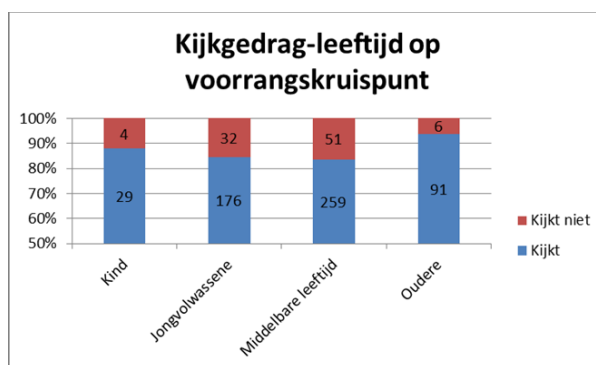


Figuur 57: Kijkgedrag-leeftijd Antwerpen voorrang

In Hasselt kan men mede door het lage aantal interacties geen conclusies maken op dit gebied voor het VRI-kruispunt. Op het voorrangskruispunt is dit verband net niet significant. Toch stelt de residuwaarde dat hier significant minder interacties zijn met ouderen die niet kijken vooraleer over te steken.



Figuur 58: Kijkgedrag-leeftijd Hasselt VRI



Figuur 59: Kijkgedrag-leeftijd Hasselt voorrang

## Kijkgedrag – geslacht

Tabel 12: Significanties Kijkgedrag-geslacht

Kruispunt	Test	Waarde	P-waarde	Vrijheidsgraden (df)
Antwerpen VRI	Pearson Chi <sup>2</sup>	0,490	0,578	1
Antwerpen Voorrang	Fisher's Exact	0,027	1,000	/
Hasselt VRI	Fisher's Exact	2,093	0,467	/
Hasselt Voorrang	Pearson Chi <sup>2</sup>	1,767	0,194	1

Op geen enkele onderzoekslocatie is er een significant verschil in het kijkgedrag volgens geslacht, zo blijkt uit Tabel 12. Op het Antwerpse VRI-kruispunt en het Hasseltse voorrangskruispunt kijken vrouwen wel meer dan mannen. Dit verschil is echter zeer klein, waardoor er geen conclusies getrokken kunnen worden hieromtrent.

## Roodlichtnegatie – leeftijd

Op het Antwerpse VRI-kruispunt waren er vijf interacties met roodlichtnegatie van de zwakke weggebruiker, waarbij de leeftijdscategorie geschat kon worden. In vier van de vijf gevallen negeerden jongvolwassenen hierbij het rode licht. Er is echter geen significant verschil in het negeren van het rode licht tussen de verschillende leeftijdscategorieën (Fisher's Exact = 6,194,  $p = 0,085$ ).

Ook op het VRI-kruispunt in Hasselt is er geen significant verband (Fisher's Exact = 4,149,  $p = 0,416$ ). Ook hier gebeurden de meeste interacties door roodlichtnegatie van een zwakke weggebruiker met een jongvolwassene.

## Roodlichtnegatie – geslacht

Op beide VRI-kruispunten valt overigens op dat vooral mannen het rode licht negeren. In Antwerpen is dit niet statistisch significant (Fisher's Exact = 3,600,  $p = 0,171$ ). In Hasselt is dit verband wel significant (Fisher's Exact = 11,127,  $p = 0,001$ ). De residuwaarde van mannen die het rode licht negeren bedraagt 3,4. Dit duidt er dus op dat ze zich significant meer schuldig maken aan roodlichtnegatie.

### 4.2.5 Conclusie en discussie gedragsobservaties

Analoog aan de conflictobservaties werden er minder interacties geregistreerd op de lichtengeregelde kruispunten. Vooral op het VRI-kruispunt in Hasselt waren er zeer weinig interacties. De doelstelling van een lichtengeregeld kruispunt is het reduceren van het aantal interacties. Uit deze observaties kan men afleiden dat het VRI-kruispunt in Antwerpen hierin minder slaagt dan het VRI-kruispunt in Hasselt. Dit toont aan dat een conflictvrije lichtenregeling, zoals in Hasselt het geval is, zijn vruchten afwerpt. Het percentage voertuigen dat geen voorrang geeft aan een overstekende zwakke weggebruiker is hoger op de voorrangskruispunten dan op de lichtengeregelde kruispunten. Op het voorrangskruispunt wordt iets meer voorrang gegeven wanneer een tweede voertuig aanwezig is op de andere rijstrook. Daarnaast was er een tweede voertuig aanwezig in 71,74 procent van de gevallen waar een voertuig pas laat voorrang gaf op dit kruispunt. Vanuit de analyses van de conflictobservaties werd reeds duidelijk dat net op dit kruispunt relatief veel conflicten zijn met zichtsbelemmering door een voertuig. Vanuit de gedragsobservaties kan dit probleem bevestigd worden. Het lijkt hierdoor aannemelijk dat zwakke weggebruikers onvoldoende rekening houden met het verkeer op de verre rijstrook wanneer ze voorrang krijgen van een voertuig op de meest nabije rijstrook. Anderzijds benaderen deze bestuurders de oversteekplaats niet met de nodige voorzichtigheid in deze situaties.

Uit de analyses naar het kijkgedrag bleek dat op beide VRI-kruispunten ongeveer 30 procent van de zwakke weggebruikers niet kijkt vooraleer over te steken. Dit resultaat komt vrij goed overeen met de gedragsobservaties van voetgangers aan VRI-kruispunten uit Langbroek et al. (2012). Ook in deze studie bleek dat 30 procent van de voetgangers niet keek voor het oversteken. Daarnaast bleek uit deze studie dat er geen significant verschil was in het kijkgedrag tussen de verschillende types zwakke weggebruikers. Ook uit de literatuurstudie bleek reeds dat er geen eenduidig verband was tussen het kijkgedrag en het type zwakke weggebruiker. Een studie van Otte et al. (2012) wees uit dat voetgangers meer afgeleid en onoplettend zijn dan fietsers. Hierdoor zouden voetgangers meer kijkfouten maken. Uit Habibovic & Davidsson (2012) bleek daartegenover dat fietsers eerder verkeerde verwachtingen zullen hebben van de voertuigen dan voetgangers, wat gerelateerd kan zijn aan het kijkgedrag.

Het zijn vooral de situaties waarbij een zwakke weggebruiker aan een oversteekplaats niet stopt én niet kijkt voor het oversteken die potentieel gevaarlijk zijn. Hoewel het niet significant is, komt dit het meest voor op de VRI-kruispunten. Mogelijke verklaring hiervoor is dat deze zwakke weggebruikers enkel interageren met de verkeerslichten en niet met het overige verkeer. Van beide voorrangskruispunten komt het eerder in Hasselt voor dat een zwakke weggebruiker niet stopt en niet kijkt, 14 procent van de zwakke weggebruikers steekt daar over zonder kijken en stoppen. Een verklaring hiervoor zouden de verkeers- en ruimtelijke kenmerken kunnen zijn tussen de Antwerpse ontsluitingsweg en deze in Hasselt. Zoals reeds aangehaald in het vorige hoofdstuk liggen de locaties in Hasselt in een meer stedelijk gebied en is de maximaal toegelaten snelheid in Antwerpen hoger (70 km/h ten opzichte van 50 km/h). Gegeven deze kenmerken, is er toch nog een aanzienlijk percentage, namelijk 6,25 procent, van de zwakke weggebruikers die zomaar oversteken zonder kijken en stoppen aan het Antwerpse voorrangskruispunt. Daarnaast bleek dat op het voorrangskruispunt in Hasselt ongeveer 1 op de 10 (brom)fietsers de hoofdweg oversteken zonder kijken. Dit terwijl deze weggebruikers op deze plaats geen voorrang hebben ten opzichte van het gemotoriseerd verkeer. Hieruit kan men stellen dat een deel van de interacties veroorzaakt wordt door onvoorzichtigheid van de zwakke weggebruiker.

Bij de analyses naar de geschatte leeftijdscategorie van de zwakke weggebruiker valt zowel bij het kijk- als het naderingsgedrag de leeftijdscategorie van de oudere zwakke weggebruikers op. Deze hebben een geschatte leeftijd van 65+. In de literatuur werd reeds gevonden dat vooral zij moeilijkheden ondervinden bij het oversteken van een weg met meerdere rijstroken (Dommes et al., 2014). Uit dit observatieonderzoek blijkt echter dat ouderen het meest kijken en stoppen vooraleer over te steken. Dit duidt er op dat ouderen voorzichtiger zijn dan andere leeftijdscategorieën wanneer ze zich in het verkeer begeven. Ook in de literatuur kan gevonden worden dat deze leeftijdsgroep zijn gedrag zal aanpassen (Bernhoft & Carstensen, 2008).

Tot slot zijn er ook enkele verschillen tussen mannen en vrouwen. Mannen blijken immers minder vaak volledig te stoppen vooraleer het oversteken. Daarnaast wordt het rode licht vaker genegeerd door mannen dan door vrouwen. Dit laatst wordt bevestigd door Tom & Granié (2011). Net als bij de conflictobservaties gebeurden er bij de gedragsobservaties ook meer interacties door zwakke weggebruikers die het rode licht negeren dan door voertuigen die roodlichtnegatie plegen.

Algemeen kan geconcludeerd worden dat zwakke weggebruikers zich niet altijd even veilig gedragen bij het oversteken. Dit door bijvoorbeeld niet te kijken of niet te stoppen voor het oversteken van de

weg. Op de VRI-kruispunten lijken zwakke weggebruikers vooral hun aandacht te besteden aan de verkeerslichten dan aan het overige verkeer.

## 5. Beperkingen en aanbevelingen

Dit hoofdstuk beschrijft enerzijds enkele beperkingen van deze observatiestudie. Anderzijds worden enkele aanbevelingen gedaan voor beleidsmaatregelen en verder onderzoek.

### 5.1 Beperkingen

Een eerste beperking van dit onderzoek heeft betrekking tot de onderzoekslocaties. Zoals reeds aangehaald verschillen beide locaties in Antwerpen sterk van de locaties in Hasselt. De oorzaak hiervan is dat het vrij moeilijk is om een stedelijke ontsluitingsweg met twee rijstroken per rijrichting te vinden met een lichtengeregeld en een voorrangskruispunt die op elkaar lijken. In dit geval is de toegelaten snelheid hoger op de Antwerpse weg. Daarnaast is de ontsluitingsweg in Hasselt meer in het stadscentrum gelegen. Ook de lichtenregeling van de lichtengeregelde kruispunten verschilt tussen beide locaties. Dit onderzoek vergeleek in eerste instantie het lichtengeregeld kruispunt met het voorrangskruispunt per stedelijke ontsluitingsweg, waardoor deze problemen van ondergeschikt belang zijn. Toch kan het hierdoor moeilijk zijn harde conclusies te maken indien een bepaald effect zou voor komen op de ene stedelijke ontsluitingsweg en niet op de andere. Dit maakt dat sommige resultaten van dit onderzoek wellicht niet gegeneraliseerd kunnen worden naar alle andere stedelijke ontsluitingswegen met meerdere rijstroken.

De conflictobservatie in dit onderzoek werd uitgevoerd met behulp van een semi-geautomatiseerde conflictobservatie. Het voordeel van deze methode is dat waarden van conflictindicatoren en snelheden automatisch berekend worden. Een nadeel is echter dat de dataverzameling vrij arbeidsintensief is. De trajectories van de weggebruikers moeten immers bepaald worden door manueel 'bounding boxen' rond de weggebruikers te plaatsen. Op dit moment staan volledig geautomatiseerd conflictobservatietechnieken nog niet op punt. De hier gebruikte semi-geautomatiseerde conflictobservatietechniek is dus de betere methode om op een nauwkeurige manier de data te verzamelen. In de toekomst, wanneer de nadelen van volledig geautomatiseerde conflictobservatie weggewerkt zijn, zou men wellicht voor een langere observatieperiode of op meer locaties kunnen observeren.

Daarnaast werd ook de gedragsobservatie uitgevoerd aan de hand van camerabeelden. Het voordeel hierbij is uiteraard dat de observator, net als bij de conflictobservatie, niet fysiek aanwezig moet zijn op de locaties. Het nadeel ervan is dat bij sommige interacties de waarden van bepaalde variabelen niet bepaald konden worden vanuit de camerabeelden. Het ging hierbij vooral over de variabelen met betrekking tot het kijkgedrag en de persoonskenmerken van de zwakke weggebruiker. Dit probleem deed zich minder voor in Hasselt aangezien de camera's daar dichterbij het kruispunt geplaatst konden worden. Ook bij de conflictobservaties was in er op de locaties in Antwerpen soms een probleem met betrekking tot zichtbaarheid. Hierbij werd dit veroorzaakt door de laaghangende zon die in één van de camera's scheen. Dit heeft echter geen effect gehad op de dataverzameling of de nauwkeurigheid ervan.



## 5.2 Aanbevelingen

Uit deze conflict- en gedragsobservatie kunnen enkele aanbevelingen geformuleerd worden, zowel naar het beleid als naar verder onderzoek toe.

### 5.2.1 Beleidsaanbevelingen

In Vlaamse centrumsteden en in Brussel zijn heel wat stedelijke ontsluitingswegen te vinden met meerdere rijstroken. Deze wegen hebben typisch een vrij hoge intensiteit van voertuigen en zwakke weggebruikers. Bepaalde conclusies kunnen bijgevolg nuttig zijn voor andere soortgelijke locaties. Allereerst blijkt uit deze studie dat er op de lichtengeregelde kruispunten minder conflicten en interacties plaats vinden dan op de vergelijkbare voorrangskruispunten. Op deze laatste soort speelt het probleem van zichtbelemmering een belangrijke rol. Een eerste aanbeveling bestaat eruit om, waar mogelijk, de voorrangskruispunten om te vormen tot lichtengeregelde kruispunten. Op dit laatste kruispunttype wordt bovendien aanbevolen om, waar mogelijk, een aparte groenfase te voorzien voor zwakke weggebruikers. Dit onderzoek toonde immers aan dat op lichtengeregelde kruispunten de niet-conflictvrije bewegingen, zoals het afslaan van voertuigen, voor de meeste conflicten zorgen. Voor de veiligheid van de zwakke weggebruiker gebeurt het oversteken dan ook best op een conflictvrije manier.

Wanneer een oversteekplaats aan een weg met meer dan één rijstrook niet-lichtengeregeld blijft, wordt aangeraden maatregelen te nemen om conflicten door zichtbelemmering te reduceren. Dit geldt niet alleen aan kruispunten, maar ook aan afzonderlijke oversteekplaatsen. Hieruit kan men afleiden dat het minder veilig is voor zwakke weggebruikers om een weg met meerdere rijstroken over te steken dan een weg met één rijstrook. Op plaatsen waar het gemotoriseerd verkeer niet herleid kan worden naar één rijstrook zijn toch enkele maatregelen mogelijk om de oversteekveiligheid van zwakke weggebruikers te verbeteren. Concreet zou men tussen beide rijstroken, waar mogelijk, een middengeleider kunnen aanleggen. Op deze manier kan de zwakke weggebruiker zich na de eerste rijstrook ervan vergewissen dat er geen voertuigen op de verre rijstrook zijn. Een andere mogelijkheid zou eruit kunnen bestaan om oversteekplaatsen te ontwikkelen met LED-verlichting. Deze LED-verlichting zou kunnen oplichten wanneer een zwakke weggebruiker aanstalten maakt de weg over te steken. Op deze manier worden bestuurders gewaarschuwd voor de overstekende zwakke weggebruiker die ze anders misschien te laat zouden opmerken door zichtbelemmering.

Daarnaast is een sensibilisatie van de weggebruikers aan te raden, zowel voor bestuurders van voertuigen als voor zwakke weggebruikers. Beide groepen weggebruikers moeten zich bewust zijn van de (mogelijke) aanwezigheid van de andere groep, los van de voorrangsregels.

### 5.2.2 Aanbevelingen voor verder onderzoek

Op deze observatiestudie kan nog verder gebouwd worden. Er werd gekozen om de analyses van de conflictobservatie uit te voeren met de situaties met een Severity Level vanaf 24. De reden hiervoor is dat deze indicator het best gevalideerd is. Dit zorgde er echter voor dat er op een theoretische onderzoeksvraag naar het gebruik van verschillende conflictindicatoren slechts in zeer beperkt mate antwoord gegeven kon worden. Er werd enkel een korte vergelijking gemaakt met de conflicttypes van Delta V8-situaties. Het is dan ook ten eerste aan te raden om in een vervolgonderzoek te

zoeken naar eventuele verschillen in de onderzoeksresultaten bij het gebruik van verschillende conflictindicatoren.

Daarnaast kan men zich ook verder toespitsen op de locaties. Dit onderzoek telde slechts twee voorrangskruispunten en twee lichtengeregelde kruispunten. Tussen beide lichtengeregelde kruispunten zijn er sommige verschillen in de onderzoeksresultaten waarvan aangenomen wordt dat de verschillende lichtenregeling een rol zou kunnen spelen. Men zou daarom een soortgelijke studie kunnen uitvoeren tussen meerdere voorrangskruispunten en een studie tussen meerdere lichtengeregelde kruispunten. Op deze manier kan nagegaan worden of de conclusies uit dit onderzoek gegeneraliseerd kunnen worden.

Dit onderzoek was volledig gericht op stedelijke ontsluitingswegen met twee rijstroken per rijrichting. Het is dan ook aan te raden om dezelfde methodiek toe te passen op wegen met één rijstrook per rijrichting. Niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen komen immers in Vlaanderen meer voor op deze wegen. Vanuit een conflictobservatie zou dan nagegaan kunnen worden welke onderzoeksresultaten verschillen met een oversteekplaats waarbij men twee wegen moet oversteken. Zo is het bijvoorbeeld zeer aannemelijk dat het aspect zichtbelemmering veel minder meespeelt op wegen met slechts één rijstrook.



## 6. Conclusie

Uit de aanleiding van dit rapport kan geconcludeerd worden dat het oversteken in veel gevallen een hachelijke onderneming is voor voetgangers en fietsers. Deze studie observeerde daarom de oversteekbewegingen van zwakke weggebruikers, zowel op lichtengeregelde als voorrangsgeregelde kruispunten op stedelijke ontsluitingswegen. Deze observatie maakt gebruik van een semi-geautomatiseerde conflictobservatie, aangevuld met een gedragsobservatie. Uit de literatuur bleek immers dat deze onderzoeksmethoden enkele voordelen hebben in vergelijking met ongevalanalyses. Voor elk van deze observatiemethoden is er een hoofdonderzoeksvraag geformuleerd die hier beantwoord wordt:

- *Zijn er verschillen in de optredende conflictpatronen tussen zwakke weggebruikers en gemotoriseerd verkeer bij lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen?*

Op beide stedelijke ontsluitingswegen gebeuren er telkens meer conflicten met overstekende zwakke weggebruikers op de voorrangskruispunten dan op de lichtengeregelde kruispunten. Dit verschil is meer uitgesproken tussen de Hasseltse locaties. Ook de zeer ernstige conflicten met een Severity Level vanaf 26 blijken meer voor te komen op de voorrangskruispunten.

Daarnaast is er een positief verband tussen de intensiteit en het aantal conflicten. Deze variatie van de conflictfrequentie wordt meer verklaard door de intensiteit aan voertuigen en zwakke weggebruikers op de voorrangskruispunten dan de intensiteit op de lichtengeregelde kruispunten.

Overheen alle kruispunten zijn het vooral de voertuigen die de ontwijkende actie uitvoeren bij deze conflicten. Op het Antwerps lichtengeregeld kruispunt voerden zwakke weggebruikers echter iets meer de ontwijkende actie uit. Bestuurders van voertuigen zijn zich op deze locatie mogelijk minder bewust van de aanwezigheid van overstekende zwakke weggebruikers.

Op beide kruispunttypes gebeuren er gemiddeld meer conflicten overdag dan 's nachts. De lichtgesteldheid is echter minder van belang op de lichtengeregelde kruispunten. In deze studie is er geen significant verband gevonden tussen de weersgesteldheid en het aantal conflicten.

Verder is uit de conflictobservatie gebleken dat er enkele opmerkelijke verschillen zijn in de conflictpatronen op oversteekplaatsen aan voorrangskruispunten dan aan lichtengeregelde kruispunten. Het belangrijkste verschil schuilt in het type conflicten. Op voorrangskruispunten gebeuren de meeste conflicten met rechtdoorgaande voertuigen. Van de conflicten op de lichtengeregelde kruispunten komen de meeste voor door een afslaande beweging van het voertuig. Dit is vooral het geval wanneer deze beweging niet conflictvrij is door de lichtenregeling. Op de voorrangskruispunten op deze wegen met twee rijstroken per rijrichting is het fenomeen zichtbelemmering een belangrijk aandachtspunt.

Om de onderzoeksvraag naar het verschil tussen de indicatoren te beantwoorden is verder onderzoek nodig. Wel zijn de dominante conflicttypes hetzelfde voor de Delta V8-situaties als deze met conflicten met een Severity Level vanaf 24.

- *Zijn de gedragingen van zwakke weggebruikers en gemotoriseerd verkeer anders bij een lichtengeregelde oversteekplaats dan bij een niet-lichtengeregelde oversteekplaats?*

Ook uit de gedragsobservatie kan geconcludeerd worden dat er een aantal verschillen zijn in de gedragingen van de weggebruikers op beide kruispunttypes.

Net als bij de conflictobservaties werden meer interacties gedetecteerd aan de voorrangskruispunten dan aan de lichtengeregelde kruispunten. De lichtenregeling op een lichtengeregelde kruispunt kan van groot belang zijn in het voorkomen van interacties tussen zwakke weggebruikers en voertuigen. Het Antwerps VRI-kruispunt slaagt er zo minder goed in om deze interacties tot een minimum te herleiden, in vergelijking tot het conflictvrije Hasseltse VRI-kruispunt. Op dit laatste kruispunt is het percentage interacties met roodlichtnegatie wel hoger dan op de Antwerpse variant. Deze roodlichtnegatie gebeurt eerder door zwakke weggebruikers dan door voertuigen.

Verder verschilt de oversteeksnelheid van zwakke weggebruikers niet significant tussen het voorrangs- en het lichtengeregelde kruispunt op eenzelfde weg.

Bestuurders van voertuigen geven relatief minder voorrang aan overstekende zwakke weggebruikers aan een voorrangskruispunt. Daarnaast gedragen sommige zwakke weggebruikers zich niet altijd even veilig door niet te kijken en niet te stoppen vooraleer de weg over te steken. Aan de lichtengeregelde kruispunten kijkt deze groep weggebruikers minder dan aan een voorrangskruispunt. Ouderen vertonen wel een voorzichtiger gedrag bij het oversteken. Daarnaast blijken mannen zich iets risicovoller te gedragen door minder volledig te stoppen vooraleer over te steken en door vaker het rode licht te negeren. Tussen de verschillende typen zwakke weggebruikers zijn er geen duidelijke verschillen in het oversteekgedrag.

Zowel de conflict- als de gedragsobservaties geven aan dat er enkele belangrijke verschillen zijn met betrekking tot de oversteekveiligheid van zwakke weggebruikers aan voorrangskruispunten dan aan lichtengeregelde kruispunten. Deze conclusies zullen vooral gelden voor de specifieke onderzoekslocaties. Toch geven ze een indicatie van de oversteekveiligheid op stedelijke ontsluitingswegen. Voor de generaliseerbaarheid van de onderzoeksresultaten is verder onderzoek aangewezen.

## 7. Bibliografie

- AGIV. (2014). Geopunt Vlaanderen. Retrieved from <http://www.geopunt.be/>
- Amundson, F., & Hydén, C. (1977). *Proceedings of the First Workshop on Traffic Conflicts*. Oslo: Institute of Economics.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2007). *Statistiek voor economie en bedrijfskunde* (7th ed.). Den Haag, Nederland: Sdu Uitgevers bv.
- Archer, J. (2005). *Indicators for traffic safety assessment and prediction and their application in micro-simulation modelling: a study of urban and suburban intersections* (Doctoral dissertation). Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- Autey, J., Sayed, T., & Zaki, M. H. (2012). Safety evaluation of right-turn smart channels using automated traffic conflict analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 45, pp. 120–130.  
<http://doi.org/10.1016/j.aap.2011.11.015>
- Bernhoft, I. M., & Carstensen, G. (2008). Preferences and behaviour of pedestrians and cyclists by age and gender. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11(2), 83–95. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2007.08.004>
- Brewer, Fitzpatrick, Whitacre, & Lord. (2006). Exploration of Pedestrian Gap-Acceptance Behavior at Selected Locations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1982, 132–140.
- Carpentier, A., Nuyttens, N., Schoeters, A., Declerq, K., & Hermans, E. (2014). *Verkeersveiligheid van voetgangers in Vlaanderen: pijnpunten en oplossingen*. Steunpunt Verkeersveiligheid & Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid.
- Crowley-Koch, B. J., Van Houten, R., & Lim, E. (2011). Effects of pedestrian prompts on motorist yielding at crosswalks. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 44(1), pp. 121–126.  
<http://doi.org/10.1901/jaba.2011.44-121>

- De Ceunynck, T., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E., & Wets, G. (2013b). Geautomatiseerde Conflictobservatie: stand van zaken en toekomstperspectieven. *Jaarboek Verkeersveiligheid 2013*, pp. 87–89.
- De Ceunynck, T., Polders, E., Daniels, S., Hermans, E., Brijs, T., & Wets, G. (2013a). Road-Safety Differences Between Priority-Controlled Intersections and Right-Hand Priority Intersections: a Behavioral Analysis of Vehicle-Vehicle Interactions. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2365, pp. 39–48.
- De Jong, M., Gysen, G., Petermans, A., & Daniels, S. (2007). *Technieken voor de observatie en analyse van verkeersconflicten* (No. RA-2007-118). Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid.
- Dommes, A., Cavallo, V., Dubuisson, J.-B., Tournier, I., & Vienne, F. (2014). Crossing a two-way street: comparison of young and old pedestrians. *Journal of Safety Research*, 50, 27–34.  
<http://doi.org/10.1016/j.jsr.2014.03.008>
- Dupriez, B., & Houdmont, A. (2009). *Ongevallen met voetgangers op een niet-lichtengeregelde oversteekplaats* (No. D/2009/077/87). Brussel, België: Mobiel Brussel.
- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Bingley, UK: Emerald.
- Evans, D., & Norman, P. (1998). Understanding pedestrians' road crossing decisions: an application of the theory of planned behaviour. *Health Education Research*, 13(4), pp. 481–489.
- Fehlig Mitman, M., Cooper, D., & DeBose, B. (2010). Driver and Pedestrian Behavior at Uncontrolled Crosswalks in the Tahoe Basin Recreation Area. Presented at the Transportation Research Board, Washington DC, USA.
- Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3rd ed). London, UK: SAGE Publications.
- Focant, N. (2013). *Statistische analyse van de in 2012 geregistreerde verkeersongevallen met doden of gewonden*. (No. D/2013/0799/67). Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Google Maps. (2014). Retrieved from <https://www.google.be/maps>

- Grayson, G., Hydén, C., Kraay, J. H., Muhlrad, N., & Oppe, S. (1984). *The Malmö Study: A calibration of traffic conflict techniques* (No. R-84-12). Leidschendam, Nederland: Institute for Road Safety Research SWOV.
- Habibovic, A., & Davidsson, J. (2012). Causation mechanisms in car-to-vulnerable road user crashes: Implications for active safety systems. *Accident Analysis & Prevention*, *49*, 493–500.  
<http://doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.022>
- Hayward, J. C. (1971). *Near Misses as a Measure of Safety at Urban Intersections. Doctoral thesis.* Pennsylvania State University, Department of Civil Engineering.
- Hydén, C. (1987). *The development of a method for traffic safety evaluation: the Swedish traffic conflict technique* (Doctoral thesis). Lund University, Department of Traffic Planning and Engineering, Lund.
- Ibrahim, N. I., Kidwai, F. A., & Karim, M. R. (2005). Motorists and Pedestrian Interaction at Unsignalised Pedestrian Crossing. In *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*.
- Ismail, Sayed, T., & Saunier, N. (2010a). Automated Analysis of Pedestrian–Vehicle Conflicts: Context for Before-and-After Studies. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *2198*, pp. 52–64.
- Ismail, Sayed, T., & Saunier, N. (2010b). Camera calibration for urban traffic scenes: practical issues and a robust approach. In *89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC*. Washington DC, USA.
- Jacobsen, P. L. (2003). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, *9*(3), 205–209. <http://doi.org/10.1136/ip.9.3.205>
- Janssen, W. H., Van Der Horst, A., Bakker, P., & Ten BROEKE, W. (1988). *Auto-Auto and Auto-Bicycle interactions in priority situations*. Assen/Maastricht: VAN GORCUM & COMP BV.
- Jonsson, L., Hydén, C., & Svensson, A. (2007). Yielding behaviour and interaction at bicycle crossings. In *3rd Urban Street Symposium*. Seattle, Washington.



- Jonsson, T. (2005). *Predictive models for accidents on urban links: A focus on vulnerable road users*.  
Lund University, Lund, Sweden.
- Kennedy, & Sexton. (2009). *Literature review of road safety at traffic signals and signalised crossings*  
(No. PPR436). London, UK: Transport Research Laboratory.
- Kostanjsek, J., & Lipar, P. (2007). Pedestrian crossings priority for pedestrian safety. In *3rd Urban  
Street Symposium: Uptown, Downtown, or Small Town: Designing Urban Streets That Work*.  
Seattle, Washington.
- Kraay, J. H., & van der Horst, A. R. A. (1988). *De Nederlandse conflictobservatietechniek "Doctor"* (No.  
R-88-7). Leidschendam, Nederland: Institute for Road Safety Research SWOV, the  
Netherlands.
- Langbroek, J., De Ceunynck, T., Daniels, S., Svensson, A., Laureshyn, A., Brijs, T., & Wets, G. (2012).  
*Analyzing interactions between pedestrians and motor vehicles at two-phase signalized  
intersections - An explorative study combining traffic behaviour and traffic conflict  
observations in a cross-national context*. Universiteit Hasselt & Lund University, Diepenbeek,  
Belgium.
- Laureshyn, A. (2005). Automated video analysis and behavioural studies based on individual speed  
profiles. In *18th ICTCT workshop*. Helsinki, Finland.
- Laureshyn, A. (2010). *Application of automated video analysis to road user behaviour* (Doctoral  
dissertation). Lund University, Lund.
- Laureshyn, A., & Ardö, H. (2006). Automated video analysis as a tool for analysing road user  
behaviour. In *ITS World Congress* (Vol. 1, p. 8). London, UK.
- Laureshyn, A., De Ceunynck, T., Karlsson, C., & Svensson, A. (2014). Searching for the severity  
dimension of traffic events. Presented at the 27th ICTCT Workshop, Karlsruhe, Germany.
- Leden, L. (2002). Pedestrian risk decrease with pedestrian flow. A case study based on data from  
signalized intersections in Hamilton, Ontario. *Accident Analysis & Prevention*, 34(4), 457–464.  
[http://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00043-4](http://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00043-4)

- Lee, C., & Abdel-Aty, M. (2005). Comprehensive analysis of vehicle–pedestrian crashes at intersections in Florida. *Accident Analysis & Prevention*, 37(4), 775–786.  
<http://doi.org/10.1016/j.aap.2005.03.019>
- Martensen, H. (2014). *@RISK: Analyse van het risico op ernstige en dodelijke verwondingen in het verkeer in functie van leeftijd en verplaatsingswijze*. (No. D/2014/779/37). Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Nasar, J. L. (2003). Prompting drivers to stop for crossing pedestrians. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6(3), pp. 175–182. [http://doi.org/10.1016/S1369-8478\(03\)00024-X](http://doi.org/10.1016/S1369-8478(03)00024-X)
- Nuyttens, N., Carpentier, A., Declercq, K., & Hermans, E. (2014). *Jaarrapport Verkeersveiligheid 2012: Analyse van verkeersveiligheidsindicatoren in Vlaanderen tot en met 2012*. Steunpunt Verkeersveiligheid & Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid.
- Nuyttens, N., Vlaminck, F., Focant, N., & Casteels, Y. (2012). *Regionale analyse van verkeersongevallen – Vlaanderen 2010* (No. D/2012/0799/145). Brussel, België: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid - Kenniscentrum Verkeersveiligheid.
- Otte, D., Jänsch, M., & Haasper, C. (2012). Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German In-Depth Accident Study GIDAS. *Accident Analysis & Prevention*, 44(1), 149–153. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2010.12.006>
- Phillips, R. O., Bjørnskau, T., Hagman, R., & Sagberg, F. (2011). Reduction in car–bicycle conflict at a road–cycle path intersection: Evidence of road user adaptation? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(2), pp. 87–95.  
<http://doi.org/10.1016/j.trf.2010.11.003>
- Polders, E., Daniels, S., Hermans, E., Brijs, T., & Wets, G. (2015). Crash Patterns at Signalized Intersections. In *94th Proceedings of the Transportation Research Board*. Washington DC, USA.

- Räsänen, M., Koivisto, I., & Summala, H. (1999). Car driver and bicyclist behavior at bicycle crossings under different priority regulations. *Journal of Safety Research*, 30(1), pp. 67–77.
- Räsänen, M., & Summala, H. (1998). Attention and expectation problems in bicycle–car collisions: an in-depth study. *Accident Analysis & Prevention*, 30(5), 657–666.  
[http://doi.org/10.1016/S0001-4575\(98\)00007-4](http://doi.org/10.1016/S0001-4575(98)00007-4)
- ROSPA. (2014). *Cycling accidents*. Birmingham, UK: The Royal Society for the Prevention of Accidents.  
Retrieved from  
[http://www.rospa.com/roadsafety/advice/cycling/info/cycling\\_accidents\\_factsheet.pdf](http://www.rospa.com/roadsafety/advice/cycling/info/cycling_accidents_factsheet.pdf)
- Rumar, K. (1990). The basic driver error: late detection. *Ergonomics*, 33(10-11), pp. 1281–1290.  
<http://doi.org/10.1080/00140139008925332>
- Saunier, N., & Sayed, T. (2007). Automated road safety analysis using video data. In *Transportation Research Board Annual Meeting*. Washington DC, USA.
- Sayed, T. (1998). Estimating the Safety of Unsignalized Intersections Using Traffic Conflicts. In *3rd National Conference on Access Management* (pp. 143–148). Fort Lauderdale, Florida, USA.
- Sayed, T., Zaki, M. H., & Autey, J. (2013). Automated safety diagnosis of vehicle–bicycle interactions using computer vision analysis. *Safety Science*, 59, pp. 163–172.  
<http://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.05.009>
- Schmidt, S., & Färber, B. (2009). Pedestrians at the kerb – Recognising the action intentions of humans. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(4), 300–310.  
<http://doi.org/10.1016/j.trf.2009.02.003>
- Schroeder, B. J. (2008). *A behavior-based methodology for evaluating pedestrian-vehicle interaction at crosswalks* (Doctoral dissertation). North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.
- Sisiopiku, V. P., & Akin, D. (2003). Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6(4), 249–274.  
<http://doi.org/10.1016/j.trf.2003.06.001>

- St-Aubin, P., Miranda-Moreno, L., & Saunier, N. (2012). A Surrogate Safety Analysis at Protected Freeway Ramps Using Cross-sectional and Before-After Video Data. In *Transportation Research Board 91st Annual Meeting*. Washington DC, USA.
- Sucha, M. (2013). Road users' strategies and communication: Driver-pedestrian interaction. In *26th ICTCT Workshop*. Maribor, Slovenia.
- Svensson, A. (1998). *A method for analysing the traffic process in a safety perspective*. Lund: Lund University: Department of Traffic Planning and Engineering.
- Svensson, Å., & Hydén, C. (2006). Estimating the severity of safety related behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 379–385. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2005.10.009>
- SWOV. (2012). *SWOV-Factsheet Voetgangersveiligheid*. SWOV Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid. Retrieved from [http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/NL/Factsheet\\_Voetgangers.pdf](http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/NL/Factsheet_Voetgangers.pdf)
- Tiwari, G., Bangdiwala, S., Saraswat, A., & Gaurav, S. (2007). Survival analysis: Pedestrian risk exposure at signalized intersections. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10(2), 77–89. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2006.06.002>
- Tom, A., & Granié, M.-A. (2011). Gender differences in pedestrian rule compliance and visual search at signalized and unsignalized crossroads. *Accident Analysis & Prevention*, 43(5), 1794–1801. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2011.04.012>
- Van der Horst, R. (1990). *A Time-Based Analysis of Road User Behaviour in Normal and Critical Encounters* (Proefschrift). Technische Universiteit Delft, Delft, Nederland.
- Várhelyi, A. (1998). Drivers' speed behaviour at a zebra crossing: a case study. *Accident; Analysis and Prevention*, 30(6), pp. 731–43. [http://doi.org/10.1016/S0001-4575\(98\)00026-8](http://doi.org/10.1016/S0001-4575(98)00026-8)
- Wilde, G. J. S. (1982). The Theory of Risk Homeostasis: Implications for Safety and Health. *Risk Analysis*, 2(4), pp. 209–225. <http://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1982.tb01384.x>
- Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Huang, H. H., & Lagerwey, P. A. (2001). *Safety effects of marked vs. unmarked crosswalks at uncontrolled locations: Executive summary and recommended*

*guidelines* (No. FHWA-RD-01-075). North Carolina: University of North Carolina Highway Safety Center.

# Bijlagen

## Bijlage 1: Onderzoeksplan

Deze bijlage toont het initiële onderzoeksplan, dat werd ingediend op 31 oktober 2014.

### 1. Kadering van het onderzoek

België telde in 2012 een totaal van 767 verkeersdoden. Tabel 1 geeft het aantal verkeersslachtoffers weer bij voetgangers en fietsers. De term 'doden 30 dagen' betekent hierbij het aantal slachtoffers dat binnen de 30 dagen na een ongeval overleden is ten gevolge van dat ongeval. Onder de voetgangers vielen 104 doden, of 13,6 procent van het totaal aantal verkeersdoden in 2012. Het aantal voetgangers dat gewond raakte na een verkeersongeval bedroeg 4 614, dit is 8 procent van het totaal aantal verkeersgewonden. Het aantal doden en gewonden bij fietsers bedroeg respectievelijk 68 (8,6 procent) en 8 503 (14,7 procent). Het Belgisch Instituut voor Verkeersveiligheid (BIVV) merkt hierbij op dat het aantal verkeersslachtoffers onder voetgangers en fietsers zich nog niet in een dalende trend bevindt (Focant, 2013). Er blijft dus een verkeersveiligheidsprobleem voor zwakke weggebruikers.

**Tabel 1: Aantal verkeersslachtoffers bij voetgangers en fietsers in 2012**

Bron: (Focant, 2013)

Verplaatsingswijze	Doden 30 dagen	Gewonden
Voetgangers	104 (13,6%)	4 614 (8,0%)
Fietsers	68 (8,6%)	8 503 (14,7%)
Totaal	767 (100%)	57 707 (100%)

Naast deze absolute cijfers is het interessant om te kijken naar het ongevalsrisico voor voetgangers en fietsers. Per afgelegde kilometer blijkt het risico op ernstige of dodelijke verwondingen voor een voetganger 8,1 keer en voor een fietser 23 keer hoger te liggen dan voor een autobestuurder. Naast het risico per eenheid afstand kan ook het risico per eenheid tijd in rekening gebracht worden. Per minuut in het verkeer is het risico op ernstige of dodelijke verwondingen voor een voetganger ten gevolge van een ongeval gelijk aan dit risico voor een autobestuurder. Dit risico ligt voor fietsers acht keer hoger (Martensen, 2014).

Tabel 2 gaat dieper in op de voetgangersongevallen, meer bepaald deze in het Vlaams Gewest in 2012 (Carpentier et al., 2014). Hieruit blijkt dat 79 procent van alle voetgangersongevallen zich voordoet binnen de bebouwde kom. Gelijkaardige cijfers zijn er in Nederland. Daar vielen in de periode 2007-2009 zo'n 86 procent van alle dodelijk en ernstig gewonde voetgangers binnen de bebouwde kom (SWOV, 2012). De veronderstelling die hierbij gemaakt kan worden is dat er binnen de bebouwde kom meer voetgangers aanwezig zijn dan buiten de bebouwde kom.

Uit Tabel 2 blijkt overigens dat 1 017 van de in totaal 1 816 voetgangersongevallen verband houden met oversteken. Dit is 56 procent van het totaal aantal voetgangersongevallen. Verder gebeuren zowel binnen als buiten de bebouwde kom de meeste voetgangersongevallen aan niet-geregelde oversteekplaatsen. Voetgangersongevallen ter hoogte van een lichtengeregelde oversteekplaats komen iets minder voor. Door deze cijfers is het aannemelijk om verder onderzoek specifiek uit te voeren naar de veiligheid van voetgangers bij het oversteken (Carpentier et al., 2014).

**Tabel 2: Plaats van voetgangersongevallen (Vlaams Gewest, 2012)**

Bron: (Carpentier et al., 2014)

	BINNEN BEBOUWDE KOM		BUITEN BEBOUWDE KOM		ONBEKEND	
	#	%	#	%	#	%
BEVINDT ZICH OF LOOPT OP EEN STOEP OF BERM	184	12.8 %	32	11.2 %	13	13.8 %
BEVINDT ZICH OP EEN FIETSPAD GESCHIEDEN VAN DE RIJBAAN	54	3.8 %	34	11.9 %	7	7.4 %
STAPT UIT EEN VOERTUIG	31	2.2 %	10	3.5 %	1	1.1 %
LOOPT OP DE RIJBAAN AAN DE RECHTERKANT	58	4.0 %	28	9.8 %	5	5.3 %
LOOPT OP DE RIJBAAN AAN DE LINKERKANT	33	2.3 %	12	4.2 %	4	4.3 %
OP OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR VOETGANGERSLICHTEN	114	7.9 %	16	5.6 %	3	3.2 %
OP OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR EEN AGENT	7	0.5 %	.	.	.	.
OP OVERSTEEKPLAATS NIET GEREGLD	329	22.9 %	36	12.6 %	24	25.5 %
NAAST OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR VOETGANGERSLICHTEN	18	1.3 %	9	3.2 %	1	1.1 %
NAAST OVERSTEEKPLAATS GEREGLD DOOR EEN AGENT	7	0.5 %	1	0.4 %	.	.
NAAST OVERSTEEKPLAATS NIET GEREGLD	194	13.5 %	20	7.0 %	10	10.6 %
GEEN OVERSTEEKPLAATS OP MINDER DAN 30M	182	12.7 %	35	12.3 %	11	11.7 %
BEWEGT NIET OP DE RIJBAAN, WERKT, SPEELT	85	5.9 %	18	6.3 %	2	2.1 %
ONBEKEND	141	9.8 %	34	11.9 %	13	13.8 %
<b>TOTAAL</b>	<b>1437</b>		<b>285</b>		<b>94</b>	

Amerikaans onderzoek bekeek de veiligheid van oversteekplaatsen ten opzichte van niet-gemarkeerde oversteekplaatsen (Zegeer et al., 2001). Hieruit bleek dat er meer ongevallen met voetgangers gebeurden aan oversteekplaatsen dan aan niet-gemarkeerde oversteekplaatsen. Dit is vooral merkbaar op wegen met meerdere rijstroken. In dit onderzoek is rekening gehouden met exposure, of het aantal voetgangers. Een verklaring die in deze studie gegeven wordt voor de resultaten, is het feit dat voetgangers denken dat een gemarkeerde oversteek beter opvalt. Hierdoor zullen ze dus een veiliger gevoel hebben tijdens het oversteken en zo risico's nemen. Uit de literatuur werd overigens opgemerkt dat een hoger aantal over te steken rijstroken leidt tot meer ongevallen met voetgangers (Lee & Abdel-Aty, 2005).

Naast voetgangers kunnen ook fietsers een risico ondervinden ter hoogte van een oversteekvoorziening. Deze groep weggebruikers was in 2012 de tweede grootste groep slachtoffers in Vlaanderen met 19,9 procent van het totaal aantal slachtoffers. Zo'n 15,5 procent van alle ongevallen in 2012 waren ongevallen tussen fietsers en personenwagens (Nuytens et al., 2014). Uit ongevallengegevens van Vlaanderen in 2010 blijkt daarenboven dat fietsers vooral een probleem

vormen op kruispunten. Van alle doden en zwaargewonden op een kruispunt was 32 procent een fietser, buiten een kruispunt bedraagt dit percentage slechts 15 procent (Nuyttens et al., 2012). Over het aantal fietsslachtoffers specifiek bij het oversteken zijn echter geen specifieke ongevalgegevens te vinden voor België. In Groot-Brittannië gebeurden 20 procent van de ernstige fietsongevallen in 2013 doordat fietsers op de weg kwamen om over te steken (ROSPA, 2014).

Deze probleemstelling toont aan dat voetgangers en fietsers relatief kwetsbaar zijn in het verkeer. Het is vooral tijdens het oversteken dat de meeste voetgangersongevallen gebeuren. De veiligheid aan een oversteekplaats verdient dus de nodige aandacht, zowel voor voetgangers als fietsers. Dit onderzoek wil dan ook de interacties tussen zwakke weggebruikers en het gemotoriseerd verkeer in kaart te brengen. Zowel de conflicten tussen de weggebruikers als de gedragingen van de verschillende weggebruikers worden hierbij onderzocht. Het uiteindelijke doel bestaat eruit conclusies te formuleren over de veiligheid van lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen.

## 2. Onderzoeksvragen

### 2.1 Hoofdonderzoeksvragen

In dit onderzoek zal gebruik gemaakt worden van zowel conflictobservatie als van gedragsobservatie. Dit resulteert in twee hoofdonderzoeksvragen waarbij de eerste ingaat op conflictobservatie en de tweede op gedragsobservatie:

- *Zijn er verschillen in de optredende conflictpatronen tussen zwakke weggebruikers en gemotoriseerd verkeer bij lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen?*
- *Zijn de gedragingen van zwakke weggebruikers en gemotoriseerd verkeer anders bij een lichtengeregelde oversteekplaats dan bij een niet-lichtengeregelde oversteekplaats?*

### 2.2 Deelonderzoeksvragen

Naast deze centrale onderzoeksvraag worden ook enkele deelonderzoeksvragen geformuleerd. Ook hierbij wordt het onderscheid gemaakt tussen onderzoeksvragen over conflictobservatie en deze over gedragsobservatie.

#### **Conflictobservatie**

- Weers- en lichtgesteldheid
  - o *Zijn er verschillen in de optredende conflictpatronen naargelang de weersgesteldheid?*
  - o *Zijn er verschillen in de optredende conflictpatronen 's nachts en overdag?*
- Indicatoren
  - o *Kunnen er verschillende conclusies getrokken worden omtrent de inrichting van een oversteekplaats bij het gebruik van verschillende indicatoren?*



- Type conflicten
  - *Welk type conflict komt het meest voor bij lichtengeregelde en niet-lichtengeregelde oversteekplaatsen?*

### **Gedragsobservatie**

- Voorrang
  - *In welke mate zijn bestuurders van gemotoriseerde voertuigen bereid voorrang te verlenen aan voetgangers/fietsers aan een niet-lichtengeregelde oversteekplaats?*
  - *Op welke manier wordt een oversteekplaats benaderd door de zwakke weggebruiker?*
- Kijkgedrag
  - *Is er een verschil in het kijkgedrag bij de voetgangers/fietsers tussen oversteekplaatsen met en zonder lichtenregeling?*
- Persoonskenmerken
  - *Is het voorrang- en kijkgedrag van zwakke weggebruikers verschillend naargelang hun geslacht?*
  - *Is het voorrang- en kijkgedrag van zwakke weggebruikers verschillend naargelang hun (geschatte) leeftijd?*
  - *Is er een verschil in het gedrag tussen verschillende types zwakke weggebruikers (voetgangers en fietsers)?*

### 3. Onderzoeksmethode

Zoals hiervoor vermeld, zullen twee verschillende onderzoeksmethodes gebruikt worden: conflictobservatie en gedragsobservatie. Hiervoor worden gedurende één week op twee paren van locaties camera's gehangen. Er zal minimaal drie dagen geanalyseerd worden en maximaal een volledige week. Dit hangt af van hoe vlot de beeldanalyses zullen verlopen. De locaties zijn twee stedelijke ontsluitingswegen met twee rijstroken per rijrichting. Op elk van deze wegen werd een voorrangskruispunt en een lichtengeregeld kruispunt gekozen. Deze kruispunten zijn allen uitgerust met oversteekvoorzieningen voor zowel voetgangers als fietsers.

De conflictobservatie gebeurt met het programma T-Analyst. Hiermee is het mogelijk om een semi-geautomatiseerde conflictobservatie uit te voeren.

Ook voor de gedragsobservatie worden de camerabeelden gebruikt. In tegenstelling tot de conflictobservatie gaat hierbij slechts een beperkt aantal uren van de opnames gebruikt worden.

#### 4. Tijdsplanning

Vooraleer het onderzoek te voeren, wordt een tijdsplanning opgesteld. Deze wordt weergegeven in Tabel 3.

**Tabel 3: Tijdschema**

Taak	Periode
Opmaak voorlopig plan van aanpak + Literatuurstudie met betrekking tot conflictobservatie	* Oktober 2013 – januari 2014
Opmaak onderzoeksplan	September – oktober 2014
Bijwerken literatuurstudie	Oktober 2014
Opnames videobeelden op de onderzoekslocaties	1 november – 8 november 2014
Vastleggen van de structuur van de observaties	Begin november – begin december 2014
Bepalen van de op te nemen variabelen en conflictindicatoren bij de verschillende observaties	
Pre-testen onderzoekstructuur en eventueel bijsturen	
Verwerking van de camerabeelden	Eind november 2014 – februari 2015
<i>Indienen Masterproef deel 1</i>	<i>14 januari 2015</i>
<i>Mondelinge verdediging Masterproef deel 1</i>	<i>29/30 januari 2015</i>
Data-analyse	Maart – april 2015
Rapporteren	April – begin mei 2015
<i>Indienen conceptversie van de Masterproef</i>	<i>11 mei 2015</i>
<i>Indienen masterproef</i>	<i>2 juni 2015</i>
<i>Mondelinge verdediging</i>	<i>25/26 juni 2015</i>

\* Tijdens het opleidingsonderdeel “Academische Onderzoeksvaardigheden in de Mobiliteit” werd reeds een deel van het plan van aanpak en de literatuurstudie voorlopig opgesteld.



## Bijlage 2: Onderzoeksresultaten conflictobservatie

Deze bijlage bevat de tabellen met de gedetailleerde resultaten van de analyses van de conflictobservatie.

### 2.1 Algemeen

#### 2.1.1 Aantal conflicten per kruispunt naar type zwakke weggebruiker

Antwerpen

Voorrangskruispunt:

**Tabel 13: Chi<sup>2</sup>-test aantal conflicten - intensiteit Antwerpen voorrang**

		Geen conflict	Aantal Conflicten	Totale intensiteit
<b>Voetganger</b>	Aantal	1003	20	1023
	Kolom%	37,8%	<b>60,6%</b>	<b>38,1%</b>
	Residu	-2,7	2,7	
<b>Fietser</b>	Aantal	1456	12	1468
	Kolom%	54,8%	<b>36,4%</b>	<b>54,6%</b>
	Residu	2,1	-2,1	
<b>Bromfietser</b>	Aantal	196	1	197
	Kolom%	7,4%	<b>3,0%</b>	<b>7,3%</b>
	Residu	1,0	-1,0	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	2655	33	2688
	<b>Kolom%</b>	100,0%	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		6,533	0,029	

VRI-kruispunt:

**Tabel 14: Chi<sup>2</sup>-test aantal conflicten - intensiteit Antwerpen VRI**

		Geen conflict	Aantal conflicten	Totale intensiteit
<b>Voetganger</b>	Aantal	5502	6	5508
	Kolom%	60,3%	<b>27,3%</b>	<b>60,2%</b>
	Residu	3,2	-3,2	
<b>Fietser</b>	Aantal	3283	14	3297
	Kolom%	36,0%	<b>63,6%</b>	<b>36,1%</b>
	Residu	-2,7	2,7	
<b>Bromfietser</b>	Aantal	335	2	337
	Kolom%	3,7%	<b>9,1%</b>	<b>3,7%</b>
	Residu	-1,3	1,3	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	9120	22	9142
	<b>Kolom%</b>	100,0%	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		10,814	0,004	

Hasselt

Vorrangskruispunt:

**Tabel 15: Chi<sup>2</sup>-test aantal conflicten-intensiteit Hasselt voorrang**

		Geen conflict	Aantal conflicten	Totale intensiteit
<b>Voetganger</b>	Aantal	9495	52	9547
	Kolom%	54,2%	<b>45,6%</b>	<b>54,2%</b>
	Residu	1,8	-1,8	
<b>Fietser</b>	Aantal	7665	60	7725
	Kolom%	43,8%	<b>52,6%</b>	<b>43,8%</b>
	Residu	-1,9	1,9	
<b>Bromfietser</b>	Aantal	349	2	351
	Kolom%	2,0%	<b>1,8%</b>	<b>2,0%</b>
	Residu	0,2	-0,2	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	17509	114	17623
	<b>Kolom%</b>	100,0%	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		3,549	0,154	

VRI-kruispunt:

**Tabel 16: Chi<sup>2</sup>-test aantal conflicten - intensiteit Hasselt VRI**

		Geen conflict	Aantal conflicten	Totale intensiteit
<b>Voetganger</b>	Aantal	15083	6	15089
	Kolom%	59,8%	<b>66,7%</b>	<b>59,8%</b>
	Residu	-0,4	0,4	
<b>Fietser</b>	Aantal	9609	3	9612
	Kolom%	38,1%	<b>33,3%</b>	<b>38,1%</b>
	Residu	0,3	-0,3	
<b>Bromfietser</b>	Aantal	512	0	512
	Kolom%	2,0%	<b>0,0%</b>	<b>2,0%</b>
	Residu	0,4	-0,4	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	25204	9	25213
	<b>Kolom%</b>	100,0%	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		0,390	1,000	

## 2.1.2 Aantal conflicten per kruispunt naar type voertuig

### Antwerpen

Categorie voertuig		Kruispunt	
		Voorrang	VRI
<b>Auto</b>	Aantal	30	21
	Kolom%	90,9%	95,5%
<b>Bestelwagen</b>	Aantal	3	1
	Kolom%	9,1%	4,5%
<b>Totaal</b>	Aantal	33	22
	Kolom%	100,0%	100,0%

### Hasselt

Categorie voertuig		Kruispunt	
		VOORRANG	VRI
<b>Auto</b>	Aantal	104	8
	Kolom%	91,2%	88,9%
<b>Bestelwagen</b>	Aantal	7	1
	Kolom%	6,1%	11,1%
<b>Bus</b>	Aantal	2	0
	Kolom%	1,8%	0,0%
<b>Motorfiets</b>	Aantal	1	0
	Kolom%	,9%	0,0%
<b>Totaal</b>	Aantal	114	9
	Kolom%	100,0%	100,0%

## 2.1.3 Aantal conflicten per kruispunt naar conflicternst

### Antwerpen voorrang

Severity Level	Aantal	%	Cumulatief %
<b>24</b>	19	57,6	57,6
<b>25</b>	9	27,3	84,8
<b>26</b>	4	12,1	97,0
<b>27</b>	1	3,0	100,0
<b>Totaal</b>	33	100,0	

### Antwerpen VRI

Severity Level	Aantal	%	Cumulatief %
<b>24</b>	17	77,3	77,3
<b>25</b>	3	13,6	90,9
<b>26</b>	2	9,1	100,0
<b>Totaal</b>	22	100,0	

### Hasselt voorrang

Severity Level	Aantal	%	Cumulatief %
<b>24</b>	64	56,1	56,1
<b>25</b>	40	35,1	91,2
<b>26</b>	10	8,8	100,0
<b>Totaal</b>	114	100,0	

### Hasselt VRI

Severity Level	Aantal	%	Cumulatief %
<b>24</b>	5	55,6	55,6
<b>25</b>	4	44,4	100,0
<b>Totaal</b>	9	100,0	

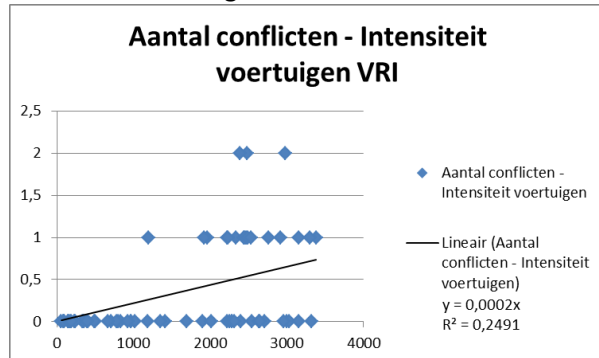
## 2.1.4 Correlatie aantal conflicten – intensiteit

Voor deze analyse werden de conflicten onderverdeeld in drie categorieën: laag, medium en hoog. De categorie 'laag' duidt op een intensiteit lager dan 300 voertuigen per uur. Een intensiteit tussen 300 en 1150 voertuigen per uur wordt ondergebracht in de categorie 'medium'. De categorie 'hoog' staat voor een intensiteit hoger dan 1150 voertuigen per uur.

Antwerpen

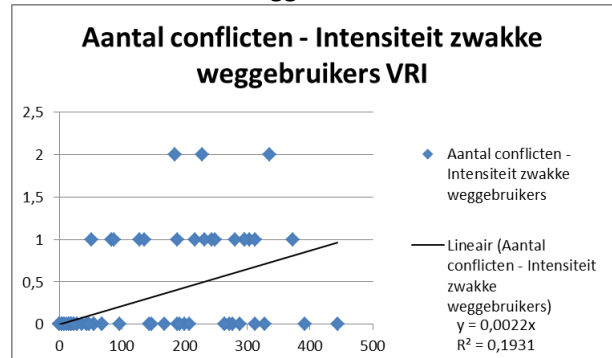
- VRI-kruispunt
  - o Enkelvoudige lineaire regressie

Intensiteit voertuigen



**Figuur 60: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen VRI**

Intensiteit zwakke weggebruikers



**Figuur 61: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Antwerpen VRI**

- o ANOVA

**Tabel 17: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen VRI**

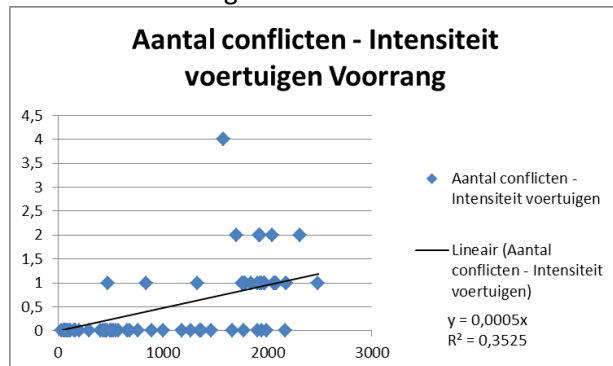
	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
<b>Laag</b>	25	0,000	0,0000
<b>Medium</b>	23	0,208	0,0847
<b>Hoog</b>	24	0,680	0,1381
<b>Totaal</b>	72	0,306	0,0645

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
<b>Model</b>	2	5,879	2,940	13,173	<0,001	0,2763
<b>Fouteterm</b>	69	15,398	0,223			
<b>Totaal</b>	71	21,278				

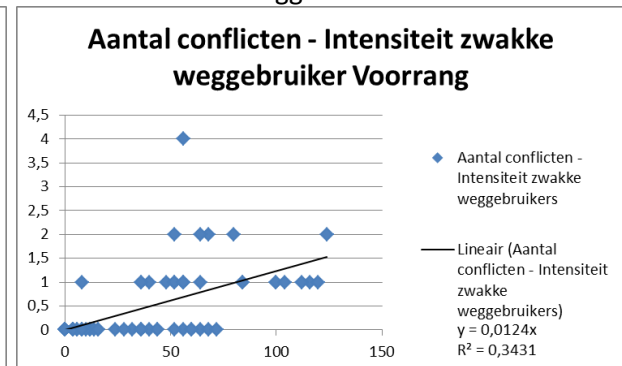
- Voorrangskruispunt
  - o Enkelvoudige lineaire regressie:

Intensiteit voertuigen



**Figuur 62: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen voorrang**

Intensiteit zwakke weggebruikers



**Figuur 63: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Antwerpen voorrang**

- ANOVA:

**Tabel 18: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Antwerpen voorrang**

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
Laag	32	0,031	0,0313
Medium	38	0,763	0,1382
Hoog	2	1,500	0,5000
Totaal	72	0,458	0,0883

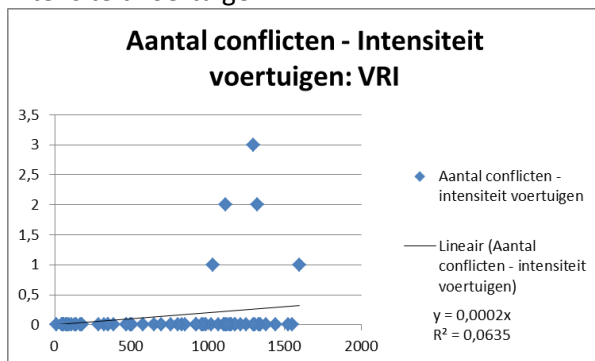
  

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
Model	2	11,538	5,769	14,047	<0,001	0,2894
Foutenterm	69	28,337	0,411			
Totaal	71	39,875				

Hasselt

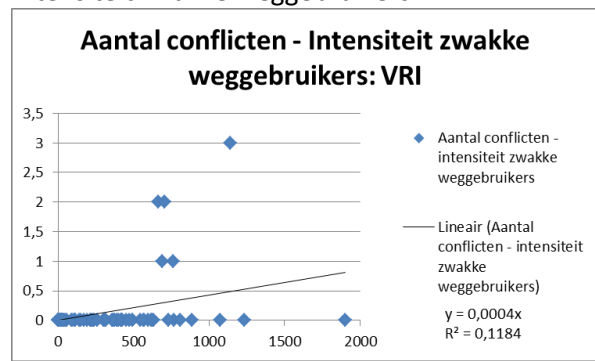
- VRI-kruispunt
  - Enkelvoudige lineaire regressie:

Intensiteit voertuigen



**Figuur 64: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt VRI**

Intensiteit zwakke weggebruikers



**Figuur 65: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Hasselt VRI**

- ANOVA:

**Tabel 19: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt VRI**

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
Laag	20	0,000	0,000
Medium	32	0,094	0,0690
Hoog	20	0,300	0,1792
Totaal	72	0,125	0,0591

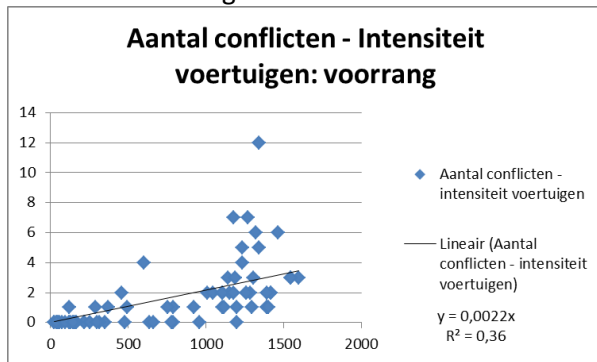
  

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
Model	2	0,956	0,478	1,950	0,150	0,0535
Foutenterm	69	16,919	0,245			
Totaal	71	17,875				



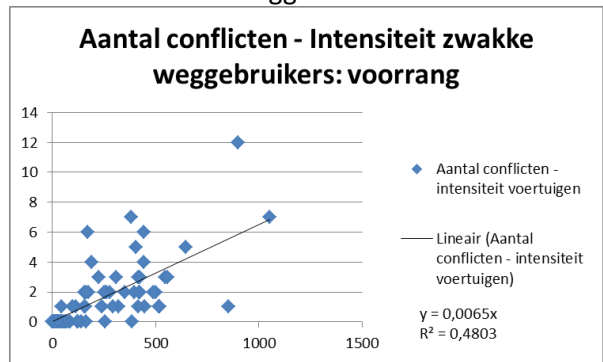
- Voorrangskruispunt
  - o Enkelvoudige lineaire regressie:

Intensiteit voertuigen



**Figuur 66: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt voorrang**

Intensiteit zwakke weggebruikers



**Figuur 67: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers Hasselt voorrang**

- o ANOVA:

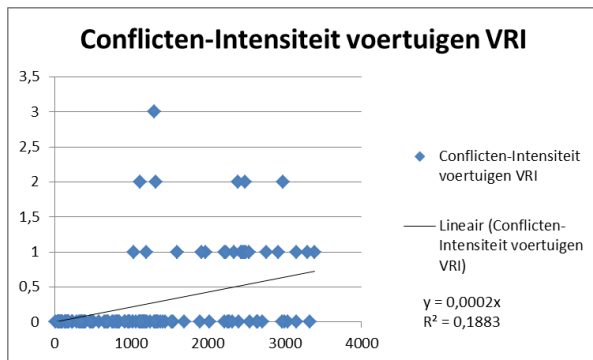
**Tabel 20: ANOVA conflicten - intensiteit voertuigen Hasselt voorrang**

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
<b>Laag</b>	23	0,087	0,0601
<b>Medium</b>	22	1,091	0,2364
<b>Hoog</b>	27	3,259	0,4996
<b>Totaal</b>	72	1,583	0,2562

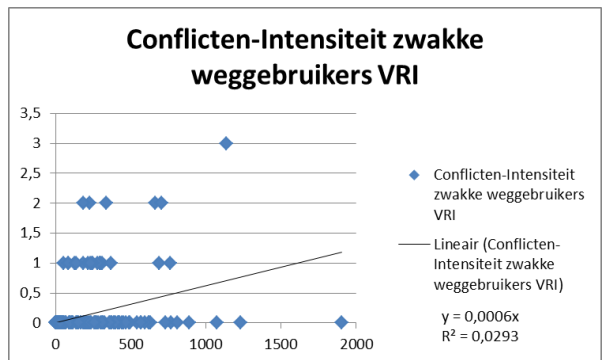
  

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
<b>Model</b>	2	132,671	66,335	22,566	<0,001	0,3954
<b>Foutenterm</b>	69	202,829	2,940			
<b>Totaal</b>	71	335,500				

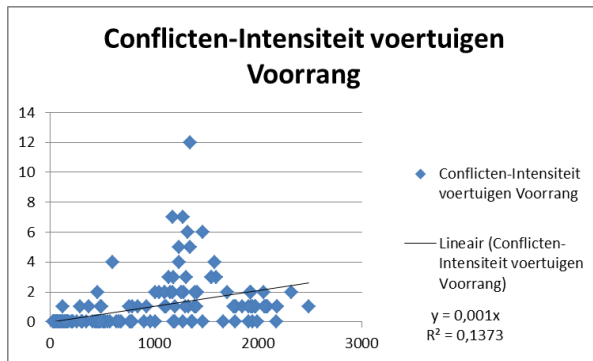
- Lineaire regressie over beide kruispunten:



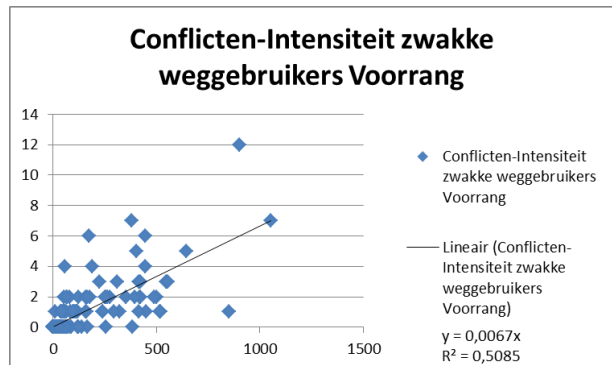
**Figuur 68: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen VRI-kruispunten**



**Figuur 69: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers VRI-kruispunten**



**Figuur 70: Lineaire regressie conflicten - intensiteit voertuigen voorrangskruispunten**



**Figuur 71: Lineaire regressie conflicten - intensiteit zwakke weggebruikers voorrangskruispunten**

### 2.1.5 Ontwijkende actie

Antwerpen

**Tabel 21: Chi<sup>2</sup> ontwijkende acties Antwerpen**

Kruispunt		Ontwijkende actie door:			Totaal
		Zwakke weggebruiker	Voertuig	Beide	
<b>VOORRANG</b>	Aantal	2	30	1	<b>33</b>
	%	6,06%	90,91%	3,03%	<b>100%</b>
	Residu	-3,2	2,8	0,8	
<b>VRI</b>	Aantal	9	13	0	<b>22</b>
	%	40,91%	59,09%	0%	<b>100%</b>
	Residu	3,2	-2,8	-0,8	
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>		
<b>Fisher's Exact Test</b>		9,970	0,004		

Hasselt

**Tabel 22: Chi<sup>2</sup>-test ontwijkende acties Hasselt**

Kruispunt		Ontwijkende actie door:			Totaal
		Zwakke weggebruiker	Voertuig	Beide	
<b>VOORRANG</b>	Aantal	12	87	15	<b>114</b>
	%	10,53%	76,32%	13,16%	<b>100%</b>
	Residu	-0,1	-0,9	1,2	
<b>VRI</b>	Aantal	1	8	0	<b>9</b>
	%	11,11%	88,89%	0%	<b>100%</b>
	Residu	0,1	0,9	-1,2	
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>		
<b>Fisher's Exact Test</b>		0,931	0,698		

## 2.2 Weers- en lichtgesteldheid

### 2.2.1 Lichtgesteldheid

Met betrekking tot de lichtgesteldheid worden twee analyses uitgevoerd. Bij een eerste analyse wordt nagegaan of er een verschil is in het gemiddeld aantal conflicten per 1 000 voertuigen tussen de categorieën van de lichtgesteldheid (dag, nacht en schemer). Daarnaast wordt ditzelfde uitgevoerd met het gemiddeld aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers.

Antwerpen

*Lichtgesteldheid – aantal conflicten per 1 000 voertuigen*

- VRI-kruispunt

**Tabel 23: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Antwerpen VRI**

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
Nacht	39	0,0452	0,0267
Dag	27	0,2419	0,0518
Schemer	6	0,1409	0,0894
Totaal	72	0,1270	0,0272

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
Model	2	0,619	0,309	6,719	0,002	0,1631
Foutenterm	69	3,176	0,046			
Totaal	71	3,795				

	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout	P-waarde
<b>Bonferroni</b>	Nacht	Dag	-0,1966980	0,0537122	0,001
		Schemer	-0,0956511	0,0940836	0,939
	Dag	Nacht	0,1966980	0,0537122	0,001
		Schemer	0,1010469	0,0968311	0,901
	Schemer	Nacht	0,0956511	0,0940836	0,939
		Dag	-0,1010469	0,0968311	0,901
<b>Dunnett t (&gt;control)</b>	Dag	Nacht	0,1966980	0,0537122	0,000
	Schemer	Nacht	0,0956511	0,0940836	0,273

- Voorrangskruispunt

Tabel 24: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Antwerpen voorrang

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
Nacht	39	0,0000	0,0000
Dag	27	0,5856	0,0876
Schemer	6	0,6456	0,4024
Totaal	72	0,2734	0,0570

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
Model	2	6,377	3,189	21,477	<0,001	0,3837
Foutenterm	69	10,244	0,148			
Totaal	71	16,621				

	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout	P-waarde
Bonferroni	Nacht	Dag	-0,5855591	0,0964642	0,000
		Schemer	-0,6455511	0,1689688	0,001
	Dag	Nacht	0,5855591	0,0964642	0,000
		Schemer	-0,0599920	0,1739032	1,000
	Schemer	Nacht	0,6455511	0,1689688	0,001
		Dag	0,0599920	0,1739032	1,000
Dunnett t (>control)	Dag	Nacht	0,5855591	0,0964642	0,000
	Schemer	Nacht	0,6455511	0,1689688	0,000

Lichtgesteldheid – aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers

- VRI-kruispunt

Tabel 25: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Antwerpen VRI

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
Nacht	39	0,0973	0,0590
Dag	27	0,2873	0,0684
Schemer	6	0,1605	0,1023
Totaal	72	0,1738	0,0427

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
Model	2	0,577	0,289	2,273	0,111	0,0618
Foutenterm	69	8,763	0,127			
Totaal	71	9,340				

	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout	P-waarde
Bonferroni	Nacht	Dag	-0,1900411	0,0892176	0,110
		Schemer	-0,0631907	0,1562755	1,000
	Dag	Nacht	0,1900411	0,0892176	0,110

		Schemer	0,1268505	0,1608393	1,000
	Schemer	Nacht	0,0631907	0,1562755	1,000
		Dag	-0,1268505	0,1608393	1,000
<b>Dunnett t (&gt;control)</b>	Dag	Nacht	0,1900411	0,0892176	0,036
	Schemer	Nacht	0,0631907	0,1562755	0,537

- Voorrangskruispunt

**Tabel 26: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Antwerpen voorrang**

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
<b>Nacht</b>	39	0,0000	0,0000
<b>Dag</b>	27	1,9247	0,4539
<b>Schemer</b>	6	1,7560	1,1484
<b>Totaal</b>	72	0,8681	0,2205

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
<b>Model</b>	2	64,265	32,132	12,035	<0,001	0,2586
<b>Foutenterm</b>	69	184,227	2,670			
<b>Totaal</b>	71	248,492				

	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout	P-waarde
<b>Bonferroni</b>	Nacht	Dag	-1,9247338	0,4090814	0,000
		Schemer	-1,7559524	0,7165562	0,050
	Dag	Nacht	1,9247338	0,4090814	0,000
		Schemer	0,1687814	0,7374820	1,000
	Schemer	Nacht	1,7559524	0,7165562	0,050
		Dag	-0,1687814	0,7374820	1,000
<b>Dunnett t (&gt;control)</b>	Dag	Nacht	1,9247338	0,4090814	0,000
	Schemer	Nacht	1,7559524	0,7165562	0,016

Hasselt

Lichtgesteldheid – aantal conflicten per 1 000 voertuigen

- VRI-kruispunt

**Tabel 27: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Hasselt VRI**

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
<b>Nacht</b>	41	0,0590	0,0459
<b>Dag</b>	25	0,1920	0,1131
<b>Schemer</b>	6	0,0000	0,0000
<b>Totaal</b>	72	0,1002	0,0474

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
<b>Model</b>	2	0,340	0,170	1,055	0,654	0,0296
<b>Foutenterm</b>	69	11,133	0,161			

Totaal	71	11,474			
	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout	P- waarde
<b>Bonferroni</b>	Nacht	Dag	-0,1329661	0,1019293	0,589
		Schemer	0,0589922	0,1755781	1,000
	Dag	Nacht	0,1329661	0,1019293	0,589
		Schemer	0,1919583	0,1826098	0,891
	Schemer	Nacht	-0,0589922	0,1755781	1,000
		Dag	-0,1919583	0,1826098	0,891
<b>Dunnett t (&gt;control)</b>	Dag	Nacht	0,1329661	0,1019293	0,179
	Schemer	Nacht	-0,0589922	0,1755781	0,832

- Voorrangskruispunt

**Tabel 28: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 1000 voertuigen Hasselt voorrang**

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
<b>Nacht</b>	41	0,7289	0,2430
<b>Dag</b>	25	2,6793	0,3869
<b>Schemer</b>	6	2,1873	1,0901
<b>Totaal</b>	72	1,5277	0,2358

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
<b>Model</b>	2	61,922	30,961	9,609	<0,001	0,2178
<b>Foutenterm</b>	69	222,329	3,222			
<b>Totaal</b>	71	284,251				

	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout
<b>Bonferroni</b>	Nacht	Dag	-1,9503315	0,4554946
		Schemer	-1,4583892	0,7846113
	Dag	Nacht	1,9503315	0,4554946
		Schemer	0,4919423	0,8160343
	Schemer	Nacht	1,4583892	0,7846113
		Dag	-0,4919423	0,8160343
<b>Dunnett t (&gt;control)</b>	Dag	Nacht	1,9503315	0,4554946
	Schemer	Nacht	1,4583892	0,7846113

Lichtgesteldheid – aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers

- VRI-kruispunt

Tabel 29: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Hasselt VRI

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
Nacht	41	0,0105	0,0077
Dag	25	0,0278	0,0162
Schemer	6	0,0000	0,0000
Totaal	72	0,0156	0,0071

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
Model	2	0,006	0,003	0,849	0,432	0,0230
Foutenterm	69	0,255	0,004			
Totaal	71	0,261				

	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout	P-waarde
Bonferroni	Nacht	Dag	-0,0173565	0,0154226	0,793
		Schemer	0,0104536	0,0265661	1,000
	Dag	Nacht	0,0173565	0,0154226	0,793
		Schemer	0,0278101	0,0276300	0,953
	Schemer	Nacht	-0,0104536	0,0265661	1,000
		Dag	-0,0278101	0,0276300	0,953
Dunnett t (>control)	Dag	Nacht	0,0173565	0,0154226	0,235
	Schemer	Nacht	-0,0104536	0,0265661	0,848

- Voorrangskruispunt

Tabel 30: ANOVA Lichtgesteldheid - aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers Hasselt voorrang

	Aantal uren	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardfout
Nacht	41	0,2683	0,0766
Dag	25	0,8365	0,1386
Schemer	6	0,6802	0,3551
Totaal	72	0,4999	0,0768

	Vrijheidsgraden	Sum of squares	Mean square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
Model	2	5,226	2,613	7,234	0,001	0,1734
Foutenterm	69	24,921	0,361			
Totaal	71	30,146				

	(I) Lichtgesteldheid	(J) Lichtgesteldheid	Mean Difference (I-J)	Standaardfout	P-waarde
Bonferroni	Nacht	Dag	-0,5681362	0,1524980	0,001
		Schemer	-0,4118555	0,2626851	0,364

	Dag	Nacht	0,5681362	0,1524980	0,001
		Schemer	0,1562807	0,2732054	1,000
	Schemer	Nacht	0,4118555	0,2626851	0,364
		Dag	-0,1562807	0,2732054	1,000
<b>Dunnett t (&gt;control)</b>	Dag	Nacht	0,5681362	0,1524980	0,000
	Schemer	Nacht	0,4118555	0,2626851	0,113

### 2.2.2 Neerslag

De analyses voor neerslag gebeuren op een vergelijkbare manier als deze voor lichtgesteldheid. Deze analyses zullen echter beperkt worden tot de Hasseltse kruispunten. Tijdens de observatieperiode in Antwerpen waren er geen verkeersconflicten bij neerslag. In deze test werd gebruik gemaakt van een *Independent samples t-test*.

*Neerslag – aantal conflicten per 1 000 voertuigen*

- VRI-kruispunt

**Tabel 31: T-test neerslag-aantal conflicten per 1000 voertuigen VRI**

- Toestand	Aantal	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardafwijking	Standaardfout
Nat	6	0,3567	0,6203	0,2532
Droog	66	0,0769	0,3745	0,0461

Levene's test significant → veronderstelling dat varianties niet gelijk zijn

Levene's Test gelijkheid van Varianties		t-test			
F	P-waarde	t	Vrijheidsgraden	P-waarde	Effect r
5,048	0,028	1,088	5,337	0,323	0,4261

- Voorrangskruispunt

**Tabel 32: T-test neerslag-aantal conflicten per 1000 voertuigen voorrang**

Toestand	Aantal	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardafwijking	Standaardfout
Nat	6	2,5283	1,8546	0,7572
Droog	66	1,4367	2,0020	0,2464

Levene's test niet significant → veronderstelling dat varianties gelijk zijn

Levene's Test gelijkheid van Varianties		t-test			
F	P-waarde	t	Vrijheidsgraden	P-waarde	Effect r
0,017	0,898	1,285	70	0,203	0,1518



Neerslag – aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers

- VRI-kruispunt

**Tabel 33: T-test neerslag-aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers VRI**

Toestand	Aantal	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardafwijking	Standaardfout
Nat	6	0,0743	0,1253	0,0511
Droog	66	0,0103	0,0496	0,0061

Levene's Test significant → veronderstelling dat varianties niet gelijk zijn

Levene's Test gelijkheid van Varianties		t-test			
F	P-waarde	t	Vrijheidsgraden	P-waarde	Effect r
15,736	0,000	1,243	5,144	0,268	0,4805

- Voorrangskruispunt

**Tabel 34: T-test neerslag-aantal conflicten per 100 zwakke weggebruikers VRI**

Toestand	Aantal	Gemiddeld aantal conflicten	Standaardafwijking	Standaardfout
Nat	6	0,8771	0,6098	0,2489
Droog	66	0,4651	0,6487	0,0799

Levene's Test gelijkheid van Varianties		t-test			
F	P-waarde	t	Vrijheidsgraden	P-waarde	Effect r
0,003	0,959	1,494	70	0,140	0,1757

Aangezien er een positief verband gevonden werd tussen de intensiteit aan voertuigen en het aantal conflicten, wordt bekeken in welke intensiteitscategorieën neerslag aanwezig was.

- VRI-kruispunt

**Tabel 35: Chi<sup>2</sup>-test neerslag-intensiteitscategorie VRI**

Neerslag		Intensiteitscategorie			Totaal
		Laag	Medium	Hoog	
Nat	Aantal	0	2	4	6
	Rij%	0,0%	33,3%	66,7%	100,0%
	Residu	-1,6	-0,6	2,2	
Droog	Aantal	20	30	16	66
	Rij%	30,3%	45,5%	24,2%	100,0%
	Residu	1,6	0,6	-2,2	
Totaal	Aantal	20	32	20	72
		Waarde		P-waarde	
Fisher's Exact test		4,637		0,067	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 36: Chi<sup>2</sup>-test neerslag-intensiteitscategorie voorrang**

Neerslag		Intensiteitscategorie			Totaal
		Laag	Medium	Hoog	
<b>Nat</b>	Aantal	0	0	6	<b>6</b>
	Rij%	0,0%	0,0%	100,0%	<b>100,0%</b>
	Residu	-1,8	-1,7	3,3	
<b>Droog</b>	Aantal	23	22	21	<b>66</b>
	Rij%	34,8%	33,3%	31,8%	<b>100,0%</b>
	Residu	1,8	1,7	-3,3	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>27</b>	<b>72</b>
		Waarde		P-waarde	
<b>Fisher's Exact test</b>		8,760		0,003	

## 2.3 Type conflicten

### 2.3.1 Locatie op het kruispunt – manoeuvre voertuig

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 37: Fisher's Exact test Locatie-manoevr Antwerpen VRI**

Manoevre voertuig		Locatie			Totaal
		Na	Zijstraat	Niet op oversteekplaats	
Rechtdoor	Aantal	1	0	0	2
	%	4,5%	0%	0%	9,09%
	Kolom%	7,69%	0%	0%	
	Residu	0,9	-0,8	-0,2	
Rechtsaf	Aantal	0	7	1	8
	%	0%	31,82%	4,55%	36,36%
	Kolom%	0%	87,50%	100,00%	
	Residu	-4,3	3,8	1,4	
Linksaf	Aantal	11	1	0	11
	%	50,00%	4,5%	0%	50,00%
	Kolom%	84,62%	12,5%	0%	
	Residu	3,4	-3,0	-1,1	
U-bocht	Aantal	1	0	0	1
	%	4,55%	0%	0%	4,55%
	Kolom%	7,69%	0%	0%	
	Residu	0,9	-0,8	-0,2	
Totaal	Aantal	13	8	1	22
	%	59,09%	36,36%	4,55%	100,00%
		Waarde		P-waarde	
Fisher's Exact test		21,412		<0,001	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 38: Fisher's Exact test Locatie-manoeuvre Antwerpen voorrang**

Manoeuvre voertuig		Locatie			Totaal
		Vóór	Na	Zijstraat	
Rechtdoor	Aantal	15	11	0	<b>26</b>
	%	45,5%	33,3%	0%	<b>78,8%</b>
	Kolom%	100%	100%	0%	
	Residu	2,7	2,1	-5,7	
Rechtsaf	Aantal	0	0	4	<b>4</b>
	%	0%	0%	12,1%	<b>12,1%</b>
	Kolom%	0%	0%	57,1%	
	Residu	-1,9	-1,5	4,1	
Linksaf	Aantal	0	0	3	<b>3</b>
	%	0%	0%	9,1%	<b>9,1%</b>
	Kolom%	0%	0%	42,9%	
	Residu	-1,7	-1,3	3,5	
Totaal	Aantal	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>33</b>
	%	<b>45,5%</b>	<b>33,3%</b>	<b>21,2%</b>	<b>100%</b>
		Waarde		P-waarde	
Fisher's Exact test		25,566		<0,001	

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 39: Fisher's Exact test Locatie-manoeuvre Hasselt VRI**

Manoeuvre voertuig		Locatie			Totaal
		Voor	Na	Zijstraat	
Rechtdoor	Aantal	1	1	3	<b>5</b>
	%	11,11%	11,11%	33,33%	<b>55,56%</b>
	Kolom%	100%	33,33%	60%	
	Residu	0,9	-0,9	0,3	
Rechtsaf	Aantal	0	2	2	<b>4</b>
	%	0%	22,22%	22,22%	<b>44,44%</b>
	Kolom%	0%	66,67%	40%	
	Residu	-0,9	0,9	-0,3	
Totaal	Aantal	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
	%	<b>11,11%</b>	<b>33,33%</b>	<b>55,56%</b>	<b>100%</b>
		Waarde		P-waarde	
Fisher's Exact Test		1,481		1,0000	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 40: Fisher's Exact test Locatie-manoevre Hasselt voorrang**

Manoevre voertuig		Locatie				Totaal
		Voor	Na	Zijstraat	Niet op oversteek-plaats	
Rechtdoor	Aantal	46	36	1	3	<b>86</b>
	%	40,4%	31,6%	0,9%	2,6%	<b>75,4%</b>
	Kolom%	90,2%	94,7%	4,8%	75%	
	Residu	3,3	3,4	-8,3	0,0	
Rechtsaf	Aantal	3	2	19	1	<b>25</b>
	%	2,6%	1,8%	16,7%	0,9%	<b>21,9%</b>
	Kolom%	5,9%	5,3%	90,5%	25%	
	Residu	-3,7	-3,0	8,4	0,2	
Linksaf	Aantal	2	0	1	0	<b>3</b>
	%	1,8%	0%	0,9%	0%	<b>2,6%</b>
	Kolom%	3,9%	0%	4,8%	0%	
	Residu	0,8	-1,2	0,7	-0,3	
Totaal	Aantal	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>114</b>
	%	<b>44,74%</b>	<b>33,33%</b>	<b>18,42%</b>	<b>3,51%</b>	<b>100%</b>
		Waarde	P-waarde			
Fisher's Exact Test		67,243	<0,001			

### 2.3.2 Positie van het voertuig – herkomst zwakke weggebruiker

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 41: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen VRI**

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig			Totaal
		Rechter-rijstrook	Afslagstrook	Zijstraat	
Links van het voertuig	Aantal	2	5	0	<b>7</b>
	%	9,09%	22,73%	0%	<b>31,82%</b>
	Kolom%	16,67%	55,56%	0%	
	Residu	-1,7	2,0	-0,7	
Rechts van het voertuig	Aantal	10	4	1	<b>15</b>
	%	45,45%	18,18%	4,55%	<b>68,18%</b>
	Kolom%	83,33%	44,44%	100%	
	Residu	1,7	-2,0	0,7	
Totaal	Aantal	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>22</b>
	%	<b>54,55%</b>	<b>40,91%</b>	<b>4,55%</b>	<b>100%</b>

	Waarde	P-waarde
Fisher's Exact Test	3,831	0,2136

- Voorrangskruispunt

**Tabel 42: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen voorrang**

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig				Totaal
		Rechterrijstrook	Linkerrijstrook	Afslagstrook	Zijstraat	
Links van het voertuig	Aantal	6	6	1	1	<b>14</b>
	%	18,18%	18,18%	3,03%	3,03%	<b>42,42%</b>
	Kolom%	60%	37,5%	33,33%	25%	
	Residu	1,3	-0,6	-0,3	-0,8	
Rechts van het voertuig	Aantal	4	10	2	3	<b>19</b>
	%	12,12%	30,3%	6,06%	9,09%	<b>57,58%</b>
	Kolom%	40%	62,5%	66,67%	75%	
	Residu	-1,3	0,6	0,3	0,8	
Totaal	Aantal	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>33</b>
	%	<b>30,30%</b>	<b>48,48%</b>	<b>9,09%</b>	<b>12,12%</b>	<b>100%</b>
		Waarde	P-waarde			
Fisher's Exact Test		2,058	0,6551			

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 43: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt VRI**

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig			Totaal	
		Rechterrijstrook	Linkerrijstrook	Zijstraat		
Links van het voertuig	Aantal	1	1	2	<b>4</b>	
	%	11,11%	11,11%	22,22%	<b>44,44%</b>	
	Kolom%	20%	100%	66,67%		
	Residu	-1,7	1,2	0,9		
Rechts van het voertuig	Aantal	4	0	1	<b>5</b>	
	%	44,44%	0%	11,11%	<b>55,56%</b>	
	Kolom%	80%	0%	33,33%		
	Residu	1,7	-1,2	-0,9		
Totaal	Aantal	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	
	%	<b>55,56%</b>	<b>11,11%</b>	<b>33,33%</b>	<b>100%</b>	
		Waarde	P-waarde			
Fisher's Exact Test		38,485	0,286			

- Voorrangskruispunt

**Tabel 44: Fisher's Exact test positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt voorrang**

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig			Totaal
		Rechterrijstrook	Linkerrijstrook	Zijstraat	
Links van het voertuig	Aantal	39	11	0	<b>50</b>
	%	34,21%	9,65%	0%	<b>43,86%</b>
	Kolom%	70,91%	21,15%	0%	
	Residu	5,6	-4,5	-2,4	
Rechts van het voertuig	Aantal	16	41	6	<b>63</b>
	%	14,04%	35,96%	5,26%	<b>55,26%</b>
	Kolom%	29,09%	78,85%	85,71%	
	Residu	-5,4	4,6	1,7	
Andere	Aantal	0	0	1	<b>1</b>
	%	0%	0%	0,88%	<b>0,88%</b>
	Kolom%	0%	0%	14,29%	
	Residu	-1,0	-0,9	3,9	
Totaal	Aantal	<b>55</b>	<b>52</b>	<b>7</b>	<b>114</b>
	%	<b>48,25%</b>	<b>45,61%</b>	<b>6,14%</b>	<b>100%</b>
		Waarde	P-waarde		
Fisher's Exact Test		38,485	<0,001		

### 2.3.3 Vergelijking Delta V8

Locatie op het kruispunt – manoeuvre voertuig

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 45: Delta V8 Locatie-manoeuvere Antwerpen VRI**

Manoeuvre voertuig		Locatie conflict				Totaal
		Voor	Na	Zijstraat	Niet op oversteekplaats	
<b>Rechtdoor</b>	Aantal	2	1	0	1	<b>4</b>
	Kolom%	100,0%	9,1%	0,0%	100,0%	<b>14,8%</b>
	Residu	3,5	-0,7	-2,1	2,4	
<b>Rechtsaf</b>	Aantal	0	0	6	0	<b>6</b>
	Kolom%	0,0%	0,0%	46,2%	0,0%	<b>22,2%</b>
	Residu	-0,8	-2,3	2,9	-0,5	
<b>Linksaf</b>	Aantal	0	8	7	0	<b>15</b>
	Kolom%	0,0%	72,7%	53,8%	0,0%	<b>55,6%</b>
	Residu	-1,6	1,5	-0,2	-1,1	
<b>U-bocht</b>	Aantal	0	2	0	0	<b>2</b>
	Kolom%	0,0%	18,2%	0,0%	0,0%	<b>7,4%</b>
	Residu	-0,4	1,8	-1,4	-0,3	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>27</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>			
<b>Fisher's Exact Test</b>		21,302	<0,001			

- Voorrangskruispunt

**Tabel 46: Delta V8 Locatie-manoeuvere Antwerpen voorrang**

Manoeuvre voertuig		Locatie conflict			Totaal
		Voor	Na	Zijstraat	
<b>Rechtdoor</b>	Aantal	18	12	0	<b>30</b>
	Kolom%	100,0%	100,0%	0,0%	<b>90,9%</b>
	Residu	2,0	1,4	-5,7	
<b>Rechtsaf</b>	Aantal	0	0	1	<b>1</b>
	Kolom%	0,0%	0,0%	33,3%	<b>3,0%</b>
	Residu	-1,1	-0,8	3,2	
<b>Linksaf</b>	Aantal	0	0	2	<b>2</b>
	Kolom%	0,0%	0,0%	66,7%	<b>6,1%</b>
	Residu	-1,6	-1,1	4,6	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>33</b>



	Waarde	P-waarde
<b>Fisher's Exact Test</b>	16,693	<0,001

*Hasselt*

- VRI-kruispunt

**Tabel 47: Delta V8 Locatie-manoeuvre Hasselt VRI**

Manoeuvre voertuig		Locatie conflict			Totaal
		Voor	Na	Zijstraat	
<b>Rechtdoor</b>	Aantal	1	1	0	<b>2</b>
	Kolom%	100,0%	50,0%	0,0%	<b>33,3%</b>
	Residu	1,5	0,6	-1,7	
<b>Rechtsaf</b>	Aantal	0	1	3	<b>4</b>
	Kolom%	0,0%	50,0%	100,0%	<b>66,7%</b>
	Residu	-1,5	-0,6	1,7	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>

	Waarde	P-waarde
<b>Fisher's Exact Test</b>	3,362	0,200

- Voorrangskruispunt

**Tabel 48: Delta V8 Locatie-manoeuvre Hasselt voorrang**

Manoeuvre voertuig		Locatie conflict				Totaal
		Voor	Na	Zijstraat	Niet op oversteekplaats	
<b>Rechtdoor</b>	Aantal	13	15	2	3	<b>33</b>
	Kolom%	86,7%	100,0%	40,0%	100,0%	<b>86,8%</b>
	Residu	0,0	1,9	-3,3	0,7	
<b>Rechtsaf</b>	Aantal	1	0	2	0	<b>3</b>
	Kolom%	6,7%	0,0%	40,0%	0,0%	<b>7,9%</b>
	Residu	-0,2	-1,5	2,9	-0,5	
<b>Linksaf</b>	Aantal	1	0	1	0	<b>2</b>
	Kolom%	6,7%	0,0%	20,0%	0,0%	<b>5,3%</b>
	Residu	0,3	-1,2	1,6	-0,4	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>38</b>

	Waarde	P-waarde
<b>Fisher's Exact Test</b>	10,234	0,034

Positie van het voertuig – herkomst zwakke weggebruiker

Antwerpen

- VRI-kruispunt

Tabel 49: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen VRI

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig				Totaal
		Rechterrijstrook	Linkerrijstrook	Afslagstrook	Zijstraat	
Links van het voertuig	Aantal	7	1	6	3	<b>17</b>
	Kolom%	70,0%	100,0%	54,5%	60,0%	<b>63,0%</b>
	%	25,9%	3,7%	22,2%	11,1%	<b>63,0%</b>
	Residu	0,6	0,8	-0,8	-0,2	
Rechts van het voertuig	Aantal	3	0	5	2	<b>10</b>
	Kolom%	30,0%	0,0%	45,5%	40,0%	<b>37,0%</b>
	%	11,1%	0,0%	18,5%	7,4%	<b>37,0%</b>
	Residu	-0,6	-0,8	0,8	0,2	
Totaal	Aantal	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>27</b>
	%	<b>37,0%</b>	<b>3,7%</b>	<b>40,7%</b>	<b>18,5%</b>	<b>100,0%</b>
		Waarde	P-waarde			
Fisher's Exact Test		1,285	0,918			

- Voorrangskruispunt

Tabel 50: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Antwerpen voorrang

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig			Totaal
		Rechterrijstrook	Linkerrijstrook	Afslagstrook	
Links van het voertuig	Aantal	12	9	0	<b>21</b>
	Kolom%	85,7%	52,9%	0,0%	<b>63,6%</b>
	%	36,4%	27,3%	0,0%	<b>63,6%</b>
	Residu	2,3	-1,3	-1,9	
Rechts van het voertuig	Aantal	2	8	2	<b>12</b>
	Kolom%	14,3%	47,1%	100,0%	<b>36,4%</b>
	%	6,1%	24,2%	6,1%	<b>36,4%</b>
	Residu	-2,3	1,3	1,9	
Totaal	Aantal	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>33</b>
	%	<b>42,4%</b>	<b>51,5%</b>	<b>6,1%</b>	<b>100,0%</b>
		Waarde	P-waarde		
Fisher's Exact Test		6,738	0,021		

Hasselt

- VRI-kruispunt

Tabel 51: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt VRI

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig			Totaal
		Rechterrijstrook	Linkerrijstrook	Zijstraat	
Links van het voertuig	Aantal	1	1	1	<b>3</b>
	Kolom%	50,0%	33,3%	100,0%	<b>50,0%</b>
	%	16,7%	16,7%	16,7%	<b>50,0%</b>
	Residu	0,0	-0,8	1,1	
Rechts van het voertuig	Aantal	1	2	0	<b>3</b>
	Kolom%	50,0%	66,7%	0,0%	<b>50,0%</b>
	%	16,7%	33,3%	0,0%	<b>50,0%</b>
	Residu	0,0	0,8	-1,1	
Totaal	Aantal	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>
	%	<b>33,3%</b>	<b>50,0%</b>	<b>16,7%</b>	<b>100,0%</b>
		Waarde	P-waarde		
Fisher's Exact Test		1,505	1,000		

- Voorrangskruispunt

Tabel 52: Delta V8 Positie voertuig-herkomst zw wg Hasselt voorrang

Herkomst zwakke weggebruiker		Positie voertuig			Totaal
		Rechterrijstrook	Linkerrijstrook	Zijstraat	
Links van het voertuig	Aantal	12	5	0	<b>17</b>
	Kolom%	80,0%	25,0%	0,0%	<b>44,7%</b>
	%	31,6%	13,2%	0,0%	<b>44,7%</b>
	Residu	3,5	-2,6	-1,6	
Rechts van het voertuig	Aantal	3	15	3	<b>21</b>
	Kolom%	20,0%	75,0%	100,0%	<b>55,3%</b>
	%	7,9%	39,5%	7,9%	<b>55,3%</b>
	Residu	-3,5	2,6	1,6	
Totaal	Aantal	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>38</b>
	%	<b>39,5%</b>	<b>52,6%</b>	<b>7,9%</b>	<b>100,0%</b>
		Waarde	P-waarde		
Fisher's Exact Test		12,582	0,001		

### 2.3.4 Zichtsbelemmering

Deze analyses werden enkel voor de voorrangskruispunten uitgevoerd.

Antwerpen

**Tabel 53: Zichtsbelemmering Antwerpen voorrang**

Locatie		Zichtsbelemmering		Totaal
		Neen	Ja	
<b>Voor</b>	<b>Aantal</b>	13	3	<b>16</b>
	<b>%</b>	39,39%	9,09%	<b>48,48%</b>
<b>Na</b>	<b>Aantal</b>	5	5	<b>10</b>
	<b>%</b>	15,15%	15,15%	<b>30,30%</b>
<b>Zijstraat</b>	<b>Aantal</b>	7	0	<b>7</b>
	<b>%</b>	21,21%	0,00%	<b>21,21%</b>
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>33</b>
	<b>%</b>	<b>75,76%</b>	<b>24,24%</b>	<b>100%</b>

#### *Verhouding conflicten met zichtsbelemmering op “verre rijstrook”*

De gegevens werden hierbij gefilterd: enkel de conflicten op het voorrangskruispunt werden overhouden waarbij enerzijds het voertuig op de rechterrijstrook rijdt en zwakke weggebruiker van links komt en anderzijds de situaties waar het voertuig op de linkerrijstrook rijdt en de zwakke weggebruiker van rechts komt. Dus enkel de situaties die gebeuren op de “tweede” rijstrook vanuit het standpunt van de zwakke weggebruiker worden hierin onderzocht.

**Tabel 54: Zichtsbelemmering op verre rijstrook Antwerpen**

	Aantal conflicten	%
<b>Geen zichtsbelemmering</b>	8	<b>50,0</b>
<b>Zichtsbelemmering</b>	8	<b>50,0</b>
<b>Totaal</b>	<b>16</b>	<b>100,0</b>

Hasselt

**Tabel 55: Zichtsbelemmering Hasselt voorrang**

Locatie		Zichtsbelemmering		Totaal
		Neen	Ja	
<b>Voor</b>	<b>Aantal</b>	27	25	<b>52</b>
	<b>%</b>	23,68%	21,93%	<b>45,61%</b>
<b>Na</b>	<b>Aantal</b>	24	13	<b>37</b>
	<b>%</b>	21,05%	11,40%	<b>32,46%</b>
<b>Zijstraat</b>	<b>Aantal</b>	18	3	<b>21</b>
	<b>%</b>	15,79%	2,63%	<b>18,42%</b>
<b>Niet op oversteekplaats</b>	<b>Aantal</b>	4	0	<b>4</b>
	<b>%</b>	3,51%	0,00%	<b>3,51%</b>
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>73</b>	<b>41</b>	<b>114</b>
	<b>%</b>	<b>64,04%</b>	<b>35,96%</b>	<b>100%</b>

*Verhouding conflicten met zichtbelemmering op “verre rijstrook”*

**Tabel 56: Zichtbelemmering op verre rijstrook Hasselt**

	<b>Aantal conflicten</b>	<b>%</b>
<b>Geen zichtbelemmering</b>	39	<b>48,8%</b>
<b>Zichtbelemmering</b>	41	<b>51,3%</b>
<b>Totaal</b>	80	<b>100%</b>

## Bijlage 3: Onderzoeksresultaten gedragsobservatie

Deze bijlage bevat de tabellen met de gedetailleerde resultaten van de analyses van de gedragsobservatie.

### 3.1 Algemene beschrijvende statistieken

#### 3.1.1 Aantal interacties per kruispunt

Antwerpen

**Tabel 57: Aantal interacties Antwerpen**

Type zwakke weggebruiker		Kruispunt	
		VOORRANG	VRI
1 voetganger	Aantal	85	68
	Kolom%	32,57%	49,64%
>1 voetganger	Aantal	39	26
	Kolom%	14,94%	18,98%
1 fietser	Aantal	115	33
	Kolom%	44,06%	24,09%
>1 fietser	Aantal	4	2
	Kolom%	1,53%	1,46%
1 bromfietser	Aantal	18	7
	Kolom%	6,90%	5,11%
Combinatie	Aantal	0	1
	Kolom%	0%	0,73%
<b>Totaal</b>	Aantal	<b>261</b>	<b>137</b>
	%	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Hasselt

**Tabel 58: Aantal interacties Hasselt**

Type zwakke weggebruiker		Kruispunt	
		VOORRANG	VRI
1 voetganger	Aantal	387	3
	Kolom%	37,76%	12%
>1 voetganger	Aantal	218	13
	Kolom%	21,27%	52%
1 fietser	Aantal	320	3
	Kolom%	31,22%	12%
>1 fietser	Aantal	46	3
	Kolom%	4,49%	12%
1 bromfietser	Aantal	14	0
	Kolom%	1,37%	0%
>1 bromfietser	Aantal	1	0
	Kolom%	0,10%	0%

<b>Combinatie</b>	<b>Aantal</b>	39	3
	<b>Kolom%</b>	3,80%	12%
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>1025</b>	<b>25</b>
	<b>%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

### 3.1.2 Oversteeksnelheid

Deze analyses werden uitgevoerd met behulp van een *Independent samples t-test*.

Antwerpen

**Tabel 59: T-test oversteeksnelheid Antwerpen**

Kruispunt	Aantal	Gemiddelde oversteeksnelheid (m/s)	Standaardafwijking	Standaardfout gemiddelde
VRI	137	2,1619	1,3376	0,1143
VOORRANG	261	2,2079	1,1870	0,0735

Levene's test: varianties niet significant verschillend:

Levene's Test gelijkheid van Varianties		t-test for Equality of Means			
F	P-waarde	t	Vrijheidsgraden	P-waarde	Effect r
3,090	0,080	-0,351	396	0,726	0,0176

**Tabel 60: Oversteeksnelheid per type zwakke weggebruiker Antwerpen voorrang**

	N	Gemiddelde	Standaardfout	Min	Max
1 voetganger	85	1,533	0,0411	0,7474	2,5000
>1 voetganger	39	1,378	0,0830	0,6897	2,7273
1 fietser	115	2,605	0,0973	1,0563	6,1728
>1 fietser	4	2,361	0,6023	1,7045	4,1667
1 bromfietser	18	4,626	0,2940	4,1096	8,3333
<b>Totaal</b>	<b>261</b>	<b>2,208</b>	<b>0,0735</b>	<b>0,6897</b>	<b>8,3333</b>

**Tabel 61: Oversteeksnelheid per type zwakke weggebruiker Antwerpen VRI**

	N	Gemiddelde	Standaardfout	Min	Max
1 voetganger	68	1,5373	0,0677	0,4839	4,3103
>1 voetganger	26	1,3970	0,0390	1,0204	1,7544
1 fietser	33	3,4021	0,1849	1,6667	5,5556
>1 fietser	2	3,2814	0,9559	2,3256	4,2373
1 bromfietser	7	5,0704	0,8160	3,0000	8,3333
Combinatie	1	1,0000		1,0000	1,0000
<b>Totaal</b>	<b>137</b>	<b>2,1619</b>	<b>0,1143</b>	<b>0,4839</b>	<b>8,3333</b>

Hasselt

**Tabel 62: T-test oversteeksneldheid Hasselt**

Kruispunt	Aantal	Gemiddelde oversteeksneldheid (m/s)	Standaardafwijking	Standaardfout gemiddelde
VRI	25	1,6092	0,5192	0,1038
VOORRANG	1025	1,7701	0,6733	0,0210

Levene's test: varianties niet significant verschillend:

Levene's Test gelijkheid van Varianties		t-test for Equality of Means			
F	P-waarde	t	Vrijheidsgraden	P-waarde	Effect r
0,601	0,438	-1,186	1048	0,236	0,0366

**Tabel 63: Oversteeksneldheid per type zwakke weggebruiker Hasselt voorrang**

	N	Gemiddelde	Standaardfout	Min	Max
1 voetganger	387	1,4865	0,0197	0,4615	3,7037
>1 voetganger	218	1,3290	0,0155	0,2222	1,8182
1 fietser	320	2,2726	0,0397	1,1765	6,8182
>1 fietser	46	2,3077	0,0787	1,6667	3,5714
1 bromfietser	14	3,3880	0,2212	2,5000	5,3571
>1 bromfietser	1	2,6471		2,6471	2,6471
Combinatie	39	1,6889	0,0694	1,0909	2,4000
Totaal	1025	1,7701	0,0210	0,2222	6,8182

**Tabel 64: Oversteeksneldheid per type zwakke weggebruiker Hasselt VRI**

	N	Gemiddelde	Standaardfout	Min	Max
1 voetganger	3	1,5987	0,4009	1,1765	2,4000
>1 voetganger	13	1,3453	0,0506	1,1278	1,7157
1 fietser	3	2,2424	0,2424	2,0000	2,7273
>1 fietser	3	2,1574	0,1938	1,8293	2,5000
Combinatie	3	1,5815	0,5024	1,0791	2,5862
Total	25	1,6092	0,1038	1,0791	2,7273



Verschil in oversteeksnelheid tussen beide steden

- Voorrangskruispunten

**Tabel 65: ANOVA Oversteeksnelheid voorrangskruispunten**

	N	Gemiddelde	Standaardfout	MIN	MAX
<b>Antwerpen</b>	261	2,2079	0,0735	0,6897	8,3333
<b>Hasselt</b>	1025	1,7701	0,0210	0,2222	6,8182
<b>Totaal</b>	1286	1,8589	0,0230	0,2222	8,3333

	Sum of Squares	Vrijheidsgraden	Mean Square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
<b>Model</b>	39,874	1	39,874	61,639	0,000	0,0458
<b>Foutenterm</b>	830,618	1284	0,647			
<b>Totaal</b>	870,492	1285				

- VRI-kruispunten

**Tabel 66: ANOVA Oversteeksnelheid VRI-kruispunten**

	N	Gemiddelde	Standaardfout	MIN	MAX
<b>Antwerpen</b>	137	2,1619	0,1143	0,4839	8,3333
<b>Hasselt</b>	25	1,6092	0,1038	1,0791	2,7273
<b>Totaal</b>	162	2,0766	0,0991	0,4839	8,3333

	Sum of Squares	Vrijheidsgraden	Mean Square	F	P-waarde	R <sup>2</sup>
<b>Model</b>	6,460	1	6,460	4,138	0,044	0,0252
<b>Foutenterm</b>	249,778	160	1,561			
<b>Totaal</b>	256,238	161				

## 3.2 Voorrangsgedrag

### 3.2.1 Voorrangsgedrag door voertuigen

Antwerpen

**Tabel 67: Chi<sup>2</sup>-test voorrangsgedrag Antwerpen**

Voorrang voertuig		Kruispunt		Totaal
		VOORRANG	VRI	
<b>Geeft voorrang</b>	Aantal	72	91	<b>163</b>
	Kolom%	27,6%	66,4%	<b>41,0%</b>
	Residu	-7,5	7,5	
<b>Laat</b>	Aantal	9	16	<b>25</b>
	Kolom%	3,4%	11,7%	<b>6,3%</b>
	Residu	-3,2	3,2	
<b>Geeft geen voorrang</b>	Aantal	180	30	<b>210</b>
	Kolom%	69,0%	21,9%	<b>52,8%</b>
	Residu	8,9	-8,9	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>261</b>	<b>137</b>	<b>398</b>
	<b>Kolom%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		2	80,498	<0,001

Hasselt

**Tabel 68: Chi<sup>2</sup>-test voorrangsgedrag Hasselt**

Voorrang voertuig		Kruispunt		Totaal
		VOORRANG	VRI	
<b>Geeft voorrang</b>	Aantal	618	14	<b>632</b>
	Kolom%	60,3%	56,0%	<b>60,2%</b>
	Residu	0,4	-0,4	
<b>Laat</b>	Aantal	102	7	<b>109</b>
	Kolom%	10,0%	28,0%	<b>10,4%</b>
	Residu	-2,9	2,9	
<b>Geeft geen voorrang</b>	Aantal	305	4	<b>309</b>
	Kolom%	29,8%	16,0%	<b>29,4%</b>
	Residu	1,5	-1,5	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>1025</b>	<b>25</b>	<b>1050</b>
	<b>Kolom%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		2	9,302	0,010

### 3.2.2 Voorrangsgedrag door voertuigen: aanwezigheid 2<sup>de</sup> voertuig

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 69: Fisher's Exact-test voorrangsgedrag-2de voertuig Antwerpen VRI**

2de vrtg		Voorrang vrtg (n=63)			Totaal
		Geeft voorrang	Laat	Geeft geen voorrang	
Niet aanwezig	Aantal	30	4	21	<b>55</b>
	Kolom%	83,33%	100%	91,3%	
	Residu	-1,1	0,8	0,7	
Aanwezig	Aantal	6	0	2	<b>8</b>
	Kolom%	16,67%	0%	8,7%	
	Residu	1,1	-0,8	-0,7	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>36</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>63</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>		
<b>Fisher's Exact Test</b>		0,884	0,693		

- Voorrangskruispunt

**Tabel 70: Fisher's Exact-test voorrangsgedrag-2de voertuig Antwerpen voorrang**

2de vrtg		Voorrang vrtg (n=218)			Totaal
		Geeft voorrang	Laat	Geeft geen voorrang	
Niet aanwezig	Aantal	30	5	119	<b>154</b>
	Kolom%	81,08%	83,33%	68%	
	Residu	1,5	0,7	-1,7	
Aanwezig	Aantal	7	1	56	<b>64</b>
	Kolom%	18,92%	16,67%	32%	
	Residu	-1,5	-0,7	1,7	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>37</b>	<b>6</b>	<b>175</b>	<b>218</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>		
<b>Fisher's Exact Test</b>		2,756	0,259		

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 71: Fisher's Exact-test voorrangsgedrag-2de voertuig Hasselt VRI**

2de vrtg		Voorrang vrtg (n=22)			Totaal
		Geeft voorrang	Laat	Geeft geen voorrang	
Niet aanwezig	Aantal	9	3	4	<b>16</b>
	Kolom%	69,23%	60%	100%	
	Residu	-0,4	-0,7	1,4	
Aanwezig	Aantal	4	2	0	<b>6</b>
	Kolom%	30,77%	40%	0%	
	Residu	0,4	0,7	-1,4	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>22</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>		
<b>Fisher's Exact Test</b>		1,780	0,540		

- Voorrangskruispunt

**Tabel 72: Chi<sup>2</sup>-test voorrangsgedrag-2de voertuig Hasselt voorrang**

2de vrtg		Voorrang vrtg (n=875)			Totaal
		Geeft voorrang	Laat	Geeft geen voorrang	
Niet aanwezig	Aantal	146	26	165	<b>337</b>
	Kolom%	29,74%	28,26%	56,51%	
	Residu	-6,0	-2,1	7,7	
Aanwezig	Aantal	345	66	127	<b>538</b>
	Kolom%	70,26%	71,74%	43,49%	
	Residu	6,0	2,1	-7,7	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>491</b>	<b>92</b>	<b>292</b>	<b>875</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		2	59,983	<0,001	

### 3.2.3 Naderingsgedrag door zwakke weggebruikers

Antwerpen

**Tabel 73: Chi<sup>2</sup>-test naderingsgedrag Antwerpen**

Naderingsgedrag		VOORRANG	VRI	Totaal
<b>Stopt volledig</b>	Aantal	185	39	<b>224</b>
	Kolom%	71,2%	28,7%	<b>56,6%</b>
	Residu	8,1	-8,1	
<b>Stopt niet volledig</b>	Aantal	75	97	<b>172</b>
	Kolom%	28,8%	71,3%	<b>43,4%</b>
	Residu	-8,1	8,1	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>260</b>	<b>136</b>	<b>396</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		1	65,576	<0,001

- VRI-kruispunt

**Tabel 74: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Antwerpen VRI**

Type zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=136)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
<b>1 voetganger</b>	Aantal	30	37	<b>67</b>
	Rij%	44,78%	55,22%	<b>100%</b>
	Residu	4,1	-4,1	
<b>&gt;1 voetganger</b>	Aantal	3	23	<b>26</b>
	Rij%	11,54%	88,46%	<b>100%</b>
	Residu	-2,1	2,1	
<b>1 fietser</b>	Aantal	5	28	<b>33</b>
	Rij%	15,15%	84,85%	<b>100%</b>
	Residu	-2,0	2,0	
<b>&gt;1 fietser</b>	Aantal	0	2	<b>2</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-0,9	0,9	
<b>1 bromfietser</b>	Aantal	1	6	<b>7</b>
	Rij%	14,29%	85,71%	<b>100%</b>
	Residu	-0,9	0,9	
<b>Combinatie</b>	Aantal	0	1	<b>1</b>
	%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-0,6	0,6	
<b>Totaal</b>	Aantal	<b>39</b>	<b>97</b>	<b>136</b>
	%	<b>28,68%</b>	<b>71,32%</b>	<b>100,00%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		16,013	0,002	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 75: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Antwerpen voorrang**

Type zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=260)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
<b>1 voetganger</b>	<b>Aantal</b>	63	21	<b>84</b>
	<b>Rij%</b>	75%	25%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	0,9	-0,9	
<b>&gt;1 voetganger</b>	<b>Aantal</b>	29	10	<b>39</b>
	<b>Rij%</b>	74,36%	25,64%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	0,5	-0,5	
<b>1 fietser</b>	<b>Aantal</b>	79	36	<b>115</b>
	<b>Rij%</b>	68,7%	31,3%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-0,8	0,8	
<b>&gt;1 fietser</b>	<b>Aantal</b>	0	4	<b>4</b>
	<b>Rij%</b>	0%	100%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-3,2	3,2	
<b>1 bromfietser</b>	<b>Aantal</b>	14	4	<b>18</b>
	<b>Rij%</b>	77,78%	22,22%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	0,6	-0,6	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>185</b>	<b>75</b>	<b>260</b>
	<b>%</b>	<b>71,15%</b>	<b>28,85%</b>	<b>100%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		9,650	0,039	

Hasselt

**Tabel 76: Chi<sup>2</sup>-test naderingsgedrag Hasselt**

Naderingsgedrag		VOORRANG	VRI	Totaal
<b>Stopt volledig</b>	<b>Aantal</b>	517	17	<b>534</b>
	<b>Kolom%</b>	50,4%	68,0%	<b>50,9%</b>
	<b>Residu</b>	-1,7	1,7	
<b>Stopt niet volledig</b>	<b>Aantal</b>	508	8	<b>516</b>
	<b>Kolom%</b>	49,6%	32,0%	<b>49,1%</b>
	<b>Residu</b>	1,7	-1,7	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>1025</b>	<b>25</b>	<b>1050</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		1	3,011	0,105

- VRI-kruispunt

**Tabel 77: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Hasselt VRI**

Type zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=25)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
1 voetganger	Aantal	0	3	<b>3</b>
	Rij%	0,00%	100,00%	<b>100%</b>
	Residu	-2,7	2,7	
>1 voetganger	Aantal	11	2	<b>13</b>
	Rij%	84,62%	15,38%	<b>100%</b>
	Residu	1,9	-1,9	
1 fietser	Aantal	0	3	<b>3</b>
	Rij%	0,00%	100,00%	<b>100%</b>
	Residu	-2,7	2,7	
>1 fietser	Aantal	3	0	<b>3</b>
	Rij%	100,00%	0,00%	<b>100%</b>
	Residu	1,3	-1,3	
Combinatie	Aantal	3	0	<b>3</b>
	Rij%	100,00%	0,00%	<b>100%</b>
	Residu	1,3	-1,3	
Totaal	Aantal	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>25</b>
	%	<b>68,00%</b>	<b>32,00%</b>	<b>100,00%</b>
		Waarde	P-waarde	
Fisher's Exact Test		14,083	0,001	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 78: Fisher's Exact-test naderingsgedrag Hasselt voorrang**

Type zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
<b>1 voetganger</b>	<b>Aantal</b>	193	194	<b>387</b>
	<b>Rij%</b>	49,87%	50,13%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-0,3	0,3	
<b>&gt;1 voetganger</b>	<b>Aantal</b>	103	115	<b>218</b>
	<b>Rij%</b>	47,25%	52,75%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-1,1	1,1	
<b>1 fietser</b>	<b>Aantal</b>	179	141	<b>320</b>
	<b>Rij%</b>	55,94%	44,06%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	2,4	-2,4	
<b>&gt;1 fietser</b>	<b>Aantal</b>	14	32	<b>46</b>
	<b>Rij%</b>	30,43%	69,57%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-2,8	2,8	
<b>1 bromfietser</b>	<b>Aantal</b>	6	8	<b>14</b>
	<b>Rij%</b>	42,86%	57,14%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-0,6	0,6	
<b>&gt;1 bromfietser</b>	<b>Aantal</b>	0	1	<b>1</b>
	<b>Rij%</b>	0%	100%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-1,0	1,0	
<b>Combinatie</b>	<b>Aantal</b>	22	17	<b>39</b>
	<b>Rij%</b>	56,41%	43,59%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	0,8	-0,8	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>517</b>	<b>508</b>	<b>1025</b>
	<b>Rij%</b>	<b>50,44%</b>	<b>49,56%</b>	<b>100,00%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		14,055	0,021	



### 3.3 Kijkgedrag

#### 3.3.1 Kijkgedrag zwakke weggebruikers

Antwerpen

**Tabel 79: Chi<sup>2</sup>-test kijkgedrag Antwerpen**

Kijkgedrag		VOORRANG	VRI	Totaal
<b>Kijkt</b>	Aantal	194	63	<b>257</b>
	Kolom%	93,3%	70,8%	<b>86,5%</b>
	Residu	5,2	-5,2	
<b>Kijkt niet</b>	Aantal	14	26	<b>40</b>
	Kolom%	6,7%	29,2%	<b>13,5%</b>
	Residu	-5,2	5,2	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>208</b>	<b>89</b>	<b>297</b>
		Vrijheidsgraden	Waarde	P-waarde
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		1	27,034	<0,001

- VRI-kruispunt

**Tabel 80: Fisher's Exact-test kijkgedrag Antwerpen VRI**

Type zwakke weggebruiker		Kijkgedrag (n=89)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
<b>1 voetganger</b>	Aantal	41	16	<b>57</b>
	Rij%	71,93%	28,07%	<b>100%</b>
	Residu	0,3	-0,3	
<b>1 fietser</b>	Aantal	18	8	<b>26</b>
	Rij%	69,23%	30,77%	<b>100%</b>
	Residu	-0,2	0,2	
<b>1 bromfietser</b>	Aantal	4	2	<b>6</b>
	Rij%	66,67%	33,33%	<b>100%</b>
	Residu	-0,2	0,2	
<b>Totaal</b>	Aantal	<b>63</b>	<b>26</b>	<b>89</b>
	%	<b>70,79%</b>	<b>29,21%</b>	<b>100,00%</b>
		Waarde	P-waarde	
<b>Fisher's Exact Test</b>		0,317	0,9333	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 81: Fisher's Exact-test kijkgedrag Antwerpen voorrang**

Type zwakke weggebruiker		Kijkgedrag (n=208)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
<b>1 voetganger</b>	<b>Aantal</b>	80	2	<b>82</b>
	<b>Rij%</b>	97,56%	2,44%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	2,0	-2,0	
<b>1 fietser</b>	<b>Aantal</b>	99	11	<b>110</b>
	<b>Rij%</b>	90%	10%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-2,0	2,0	
<b>1 bromfietser</b>	<b>Aantal</b>	15	1	<b>16</b>
	<b>Rij%</b>	93,75%	6,25%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	0,1	-0,1	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>194</b>	<b>14</b>	<b>208</b>
	<b>%</b>	<b>93,27%</b>	<b>6,73%</b>	<b>100,00%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		4,359	0,086	

Hasselt

**Tabel 82: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt**

Kijkgedrag		VOORRANG	VRI	Totaal
<b>Kijkt</b>	<b>Aantal</b>	607	4	<b>611</b>
	<b>Kolom%</b>	86,0%	66,7%	<b>85,8%</b>
	<b>Residu</b>	1,4	-1,4	
<b>Kijkt niet</b>	<b>Aantal</b>	99	2	<b>101</b>
	<b>Kolom%</b>	14,0%	33,3%	<b>14,2%</b>
	<b>Residu</b>	-1,4	1,4	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>706</b>	<b>6</b>	<b>712</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		1,413	0,204	

- VRI-kruispunt

**Tabel 83: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt VRI**

Type zwakke weggebruiker		Kijkgedrag (n=6)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
1 voetganger	Aantal	1	2	<b>3</b>
	Rij%	33,33%	66,67%	<b>100%</b>
	Residu	-1,7	1,7	
1 fietser	Aantal	3	0	<b>3</b>
	Rij%	100%	0%	<b>100%</b>
	Residu	1,7	-1,7	
Totaal	Aantal	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
	%	<b>66,67%</b>	<b>33,33%</b>	<b>100,00%</b>
		Waarde	P-waarde	
Fisher's Exact Test		3,819	0,400	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 84: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt voorrang**

Type zwakke weggebruiker		Kijkgedrag (n=706)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
1 voetganger	Aantal	336	45	<b>381</b>
	Rij%	88,19%	11,81%	<b>100%</b>
	Residu	1,8	-1,8	
1 fietser	Aantal	263	51	<b>314</b>
	Rij%	83,76%	16,24%	<b>100%</b>
	Residu	-1,5	1,5	
1 bromfietser	Aantal	8	3	<b>11</b>
	Rij%	72,73%	27,27%	<b>100%</b>
	Residu	-1,3	1,3	
Totaal	Aantal	<b>607</b>	<b>99</b>	<b>706</b>
	%	<b>85,98%</b>	<b>14,02%</b>	<b>100,00%</b>
		Waarde	P-waarde	
Fisher's Exact Test		4,703	0,076	

Analyse naar kijkgedrag aan de oversteekplaatsen op de hoofdweg van het Hasselts voorrangskruispunt:

**Tabel 85: Fisher's Exact-test kijkgedrag Hasselt voorrang, enkel hoofdweg**

Type zwakke weggebruiker		Kijkgedrag (n=611)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
<b>1 voetganger</b>	Aantal	294	37	<b>331</b>
	Rij%	88,82%	11,18%	<b>100%</b>
	Residu	-0,6	0,6	
<b>1 fietser</b>	Aantal	248	27	<b>275</b>
	Rij%	90,18%	9,82%	<b>100%</b>
	Residu	0,5	-0,5	
<b>1 bromfietser</b>	Aantal	5	0	<b>5</b>
	Rij%	100%	0%	<b>100%</b>
	Residu	0,8	-0,8	
<b>Totaal</b>	Aantal	<b>547</b>	<b>64</b>	<b>611</b>
	%	<b>89,53%</b>	<b>10,47%</b>	<b>100,00%</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		0,334	0,770	

### 3.3.2 Kijkgedrag – naderingsgedrag zwakke weggebruikers

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 86: Chi<sup>2</sup>-test kijkgedrag-naderingsgedrag Antwerpen VRI**

Naderingsgedrag		Kijkgedrag (n=88)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
<b>Stopt volledig</b>	Aantal	25	8	<b>33</b>
	%	28,41%	9,09%	<b>37,5</b>
	Residu	0,8	-0,8	
<b>Stopt niet volledig</b>	Aantal	37	18	<b>55</b>
	%	42,05%	20,45%	<b>62,5</b>
	Residu	-0,8	0,8	
<b>Totaal</b>	Aantal	<b>62</b>	<b>26</b>	<b>88</b>
	%	<b>70,45</b>	<b>29,55</b>	<b>100</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		1	0,713	0,474

- Voorrangskruispunt

**Tabel 87: Fisher's Exact-test kijkgedrag-naderingsgedrag Antwerpen voorrang**

Naderingsgedrag		Kijkgedrag (n=207)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Stopt volledig	Aantal	155	1	<b>156</b>
	%	74,88%	0,48%	<b>75,36%</b>
	Residu	6,1	-6,1	
Stopt niet volledig	Aantal	38	13	<b>51</b>
	%	18,36%	6,28%	<b>24,64%</b>
	Residu	-6,1	6,1	
Totaal	Aantal	<b>193</b>	<b>14</b>	<b>207</b>
	%	<b>93,24%</b>	<b>6,76%</b>	<b>100%</b>
		Waarde	P-waarde	
Fisher's Exact Test		32,459	<0,001	

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 88: Naderingsgedrag-kijkgedrag Hasselt VRI**

Naderingsgedrag		Kijkgedrag (n=6)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Stopt niet volledig	Aantal	4	2	<b>6</b>
	%	66,67%	33,33%	<b>100%</b>
Totaal	Aantal	4	2	<b>6</b>
	%	66,67	33,33	<b>100%</b>

- Voorrangskruispunt

**Tabel 89: Chi<sup>2</sup>-test kijkgedrag-naderingsgedrag Hasselt voorrang**

Naderingsgedrag		Kijkgedrag (n=706)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Stopt volledig	Aantal	377	0	<b>377</b>
	%	53,4%	0%	<b>53,4%</b>
	Residu	11,5	-11,5	
Stopt niet volledig	Aantal	230	99	<b>329</b>
	%	32,58%	14,02%	<b>46,6%</b>
	Residu	-11,5	11,5	
Total	Aantal	<b>607</b>	<b>99</b>	<b>706</b>
	%	<b>85,98%</b>	<b>14,02%</b>	<b>100%</b>
		Vrijheidsgraden	Waarde	P-waarde
Pearson Chi-kwadraat		1	131,946	<0,001

### 3.4 Persoonskenmerken

#### 3.4.1 Naderingsgedrag - leeftijd

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 90: Chi<sup>2</sup>-test naderingsgedrag-leeftijd Antwerpen VRI**

Leeftijd zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=97)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
Kind	Aantal	2	4	<b>6</b>
	Rij%	33,33%	66,67%	<b>100%</b>
	Residu	0,2	-0,2	
Jong-volwassene	Aantal	7	16	<b>23</b>
	Rij%	30,43%	69,57%	<b>100%</b>
	Residu	0,1	-0,1	
Middelbare leeftijd	Aantal	9	20	<b>29</b>
	Rij%	31,03%	68,97%	<b>100%</b>
	Residu	0,2	-0,2	
Oudere	Aantal	10	15	<b>25</b>
	Rij%	40%	60%	<b>100%</b>
	Residu	1,3	-1,3	
Combinatie	Aantal	1	13	<b>14</b>
	Rij%	7,14%	92,86%	<b>100%</b>
	Residu	-2,0	2,0	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>29</b>	<b>68</b>	<b>97</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		5,050	0,278	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 91: Fisher's Exact-test naderingsgedrag-leeftijd Antwerpen voorrang**

Leeftijd zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=172)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
Kind	Aantal	0	1	<b>1</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-1,7	1,7	
Jong-volwassene	Aantal	27	6	<b>33</b>
	Rij%	81,82%	18,18%	<b>100%</b>
	Residu	1,0	-1,0	

Leeftijd zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=172)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
Middelbare leeftijd	Aantal	51	26	<b>77</b>
	Rij%	66,23%	33,77%	<b>100%</b>
	Residu	-2,4	2,4	
Oudere	Aantal	51	5	<b>56</b>
	Rij%	91,07%	8,93%	<b>100%</b>
	Residu	3,4	-3,4	
Combinatie	Aantal	0	5	<b>5</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-3,9	3,9	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>129</b>	<b>43</b>	<b>172</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		27,210	<0,001	

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 92: Fisher's Exact test naderingsgedrag-leeftijd Hasselt VRI**

Leeftijd zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=22)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
Kind	Aantal	1	0	<b>1</b>
	Rij%	100%	0%	<b>100%</b>
	Residu	0,7	-0,7	
Jong-volwassene	Aantal	4	3	<b>7</b>
	Rij%	57,14%	42,86%	<b>100%</b>
	Residu	-0,8	0,8	
Middelbare leeftijd	Aantal	4	3	<b>7</b>
	Rij%	57,14%	42,86%	<b>100%</b>
	Residu	-0,8	0,8	
Oudere	Aantal	2	1	<b>3</b>
	Rij%	66,67%	33,33%	<b>100%</b>
	Residu	-0,1	0,1	
Combinatie	Aantal	4	0	<b>4</b>
	Rij%	100%	0%	<b>100%</b>
	Residu	1,5	-1,5	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>22</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		3,150	0,656	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 93: Chi<sup>2</sup>- test naderingsgedrag-leeftijd Hasselt voorrang**

Leeftijd zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=942)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
Kind	Aantal	27	24	<b><u>51</u></b>
	Rij%	52,94%	47,06%	<b><u>100%</u></b>
	Residu	0,4	-0,4	
Jong-volwassene	Aantal	127	155	<b><u>282</u></b>
	Rij%	45,04%	54,96%	<b><u>100%</u></b>
	Residu	-2,0	2,0	
Middelbare leeftijd	Aantal	198	221	<b><u>419</u></b>
	Rij%	47,26%	52,74%	<b><u>100%</u></b>
	Residu	-1,6	1,6	
Oudere	Aantal	83	33	<b><u>116</u></b>
	Rij%	71,55%	28,45%	<b><u>100%</u></b>
	Residu	4,9	-4,9	
Combinatie	Aantal	37	37	<b><u>74</u></b>
	Rij%	50%	50%	<b><u>100%</u></b>
	Residu	0,0	0,0	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>472</b>	<b>470</b>	<b><u>942</u></b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		4	25,767	<0,001



### 3.4.2 Naderingsgedrag – geslacht

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 94: Fisher's Exact- test naderingsgedrag-geslacht Antwerpen VRI**

Geslacht zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=98)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
Man	Aantal	8	39	<b>47</b>
	Rij%	17.02%	82.98%	<b>100%</b>
	Residu	-2,8	2,8	
Vrouw	Aantal	21	25	<b>46</b>
	Rij%	45.65%	54.35%	<b>100%</b>
	Residu	3,0	-3,0	
Beide	Aantal	1	4	<b>5</b>
	Rij%	20.00%	80.00%	<b>100%</b>
	Residu	-0,5	0,5	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>30</b>	<b>68</b>	<b>98</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		9,079	0,007	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 95: Chi<sup>2</sup>- test naderingsgedrag-geslacht Antwerpen voorrang**

Geslacht zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=229)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
Man	Aantal	90	35	<b>125</b>
	Rij%	72.00%	28.00%	<b>100%</b>
	Residu	-0,5	0,5	
Vrouw	Aantal	62	19	<b>81</b>
	Rij%	76.54%	23.46%	<b>100%</b>
	Residu	0,8	-0,8	
Beide	Aantal	16	7	<b>23</b>
	Rij%	69.57%	30.43%	<b>100%</b>
	Residu	-0,4	0,4	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>168</b>	<b>61</b>	<b>229</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		2	0,708	0,739

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 96: Fisher's Exact-test naderingsgedrag-geslacht Hasselt VRI**

Geslacht zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=22)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
<b>Man</b>	<b>Aantal</b>	0	5	<b>5</b>
	<b>Rij%</b>	0%	100%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-3,7	3,7	
<b>Vrouw</b>	<b>Aantal</b>	1	2	<b>3</b>
	<b>Rij%</b>	33,33%	66,67%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-1,4	1,4	
<b>Beide</b>	<b>Aantal</b>	14	0	<b>14</b>
	<b>Rij%</b>	100%	0%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	4,2	-4,2	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>22</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		19,021	<0,001	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 97: Chi<sup>2</sup>-test naderingsgedrag-geslacht Hasselt voorrang**

Geslacht zwakke weggebruiker		Naderingsgedrag (n=929)		Totaal
		Stopt volledig	Stopt niet volledig	
<b>Man</b>	<b>Aantal</b>	140	166	<b>306</b>
	<b>Rij%</b>	45,75%	54,25%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-1,9	1,9	
<b>Vrouw</b>	<b>Aantal</b>	238	191	<b>429</b>
	<b>Rij%</b>	55,48%	44,52%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	3,0	-3,0	
<b>Beide</b>	<b>Aantal</b>	88	106	<b>194</b>
	<b>Rij%</b>	45,36%	54,64%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-1,5	1,5	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>466</b>	<b>463</b>	<b>929</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		2	9,019	0,011

### 3.4.3 Kijkgedrag – leeftijd

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 98: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Antwerpen VRI**

		Kijkgedrag (n=63)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Kind	Aantal	3	1	<b>4</b>
	Rij%	75	25	<b>100%</b>
	Residu	0,1	-0,1	
Jong-volwassene	Aantal	9	8	<b>17</b>
	Rij%	52,94	47,06	<b>100%</b>
	Residu	-2,2	2,2	
Middelbare leeftijd	Aantal	16	6	<b>22</b>
	Rij%	72,73	27,27	<b>100%</b>
	Residu	0,0	0,0	
Oudere	Aantal	18	2	<b>20</b>
	Rij%	90	10	<b>100%</b>
	Residu	2,1	-2,1	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	<b>63</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		6,396	0,077	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 99: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Antwerpen voorrang**

		Kijkgedrag (n=141)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Kind	Aantal	0	1	<b>1</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-3,8	3,8	
Jong-volwassene	Aantal	21	3	<b>24</b>
	Rij%	87,5%	12,5%	<b>100%</b>
	Residu	-1,3	1,3	
Middelbare leeftijd	Aantal	64	5	<b>69</b>
	Rij%	92,75%	7,25%	<b>100%</b>
	Residu	-0,4	0,4	

		Kijkgedrag (n=141)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Oudere	Aantal	47	0	<b>47</b>
	Rij%	100%	0%	<b>100%</b>
	Residu	2,2	-2,2	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>132</b>	<b>9</b>	<b>141</b>
		Waarde	P-waarde	
<b>Fisher's Exact Test</b>		11,883	0,005	

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 100: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Hasselt VRI**

		Kijkgedrag (n=6)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Jong- volwassene	Aantal	2	0	<b>2</b>
	Rij%	100%	0%	<b>100%</b>
	Residu	1,2	-1,2	
Middelbare leeftijd	Aantal	2	1	<b>3</b>
	Rij%	66,67%	33,33%	<b>100%</b>
	Residu	0,0	0,0	
Oudere	Aantal	0	1	<b>1</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-1,5	1,5	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
		Waarde	P-waarde	
<b>Fisher's Exact Test</b>		2,551	0,6000	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 101: Fisher's Exact-test kijkgedrag-leeftijd Hasselt voorrang**

		Kijkgedrag (n=648)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Kind	Aantal	29	4	<b>33</b>
	Rij%	87,88%	12,12%	<b>100%</b>
	Residu	0,4	-0,4	

		Kijkgedrag (n=648)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Jong- volwassene	Aantal	176	32	<b>208</b>
	Rij%	84,62%	15,38%	<b>100%</b>
	Residu	-0,5	0,5	
Middelbare leeftijd	Aantal	259	51	<b>310</b>
	Rij%	83,55%	16,45%	<b>100%</b>
	Residu	-1,5	1,5	
Oudere	Aantal	91	6	<b>97</b>
	Rij%	93,81%	6,19%	<b>100%</b>
	Residu	2,5	-2,5	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>555</b>	<b>93</b>	<b>648</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		7,214	0,063	

### 3.4.4 Kijkgedrag – geslacht

Antwerpen

- VRI-kruispunt

**Tabel 102: Chi<sup>2</sup>-test kijkgedrag-geslacht Antwerpen VRI**

		Kijkgedrag (n=66)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Man	Aantal	24	10	<b>34</b>
	Rij%	70,59%	29,41%	<b>100%</b>
	Residu	-0,7	0,7	
Vrouw	Aantal	25	7	<b>32</b>
	Rij%	78,13%	21,88%	<b>100%</b>
	Residu	0,7	-0,7	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>49</b>	<b>17</b>	<b>66</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		1	0,490	0,578

- Voorrangskruispunt

**Tabel 103: Fisher's Exact-test kijkgedrag-geslacht Antwerpen voorrang**

		Kijkgedrag (n=181)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Man	Aantal	107	6	<b>113</b>
	Rij%	94,69%	5,31%	<b>100%</b>
	Residu	0,2	-0,2	
Vrouw	Aantal	64	4	<b>68</b>
	Rij%	94,12%	5,88%	<b>100%</b>
	Residu	-0,2	0,2	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>171</b>	<b>10</b>	<b>181</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		0,027	1,0000	

Hasselt

- VRI-kruispunt

**Tabel 104: Fisher's Exact-test kijkgedrag-geslacht Hasselt VRI**

		Kijkgedrag (n=6)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Man	Aantal	2	2	<b>4</b>
	Rij%	50%	50%	<b>100%</b>
	Residu	-1,2	1,2	
Vrouw	Aantal	2	0	<b>2</b>
	Rij%	100%	0%	<b>100%</b>
	Residu	1,2	-1,2	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		2,093	0,467	

- Voorrangskruispunt

**Tabel 105: Fisher's Exact-test kijkgedrag-geslacht Hasselt voorrang**

		Kijkgedrag (n=636)		Totaal
		Kijkt	Kijkt niet	
Man	Aantal	227	41	268
	Rij%	84,70%	15,30%	100%
	Residu	-1,3	1,3	
Vrouw	Aantal	325	43	368
	Rij%	88,32%	11,68%	100%
	Residu	1,3	-1,3	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>552</b>	<b>84</b>	<b>636</b>
		<b>Vrijheidsgraden</b>	<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>
<b>Pearson Chi-kwadraat</b>		1	1,767	0,194

### 3.4.5 Roodlichtnegatie – leeftijd

Antwerpen

**Tabel 106: Fisher's Exact-test roodlichtnegatie-leeftijd Antwerpen**

Leeftijd zwakke weggebruiker		Roodlichtnegatie (n=97)		Totaal
		Overtreding	Geen overtreding	
Kind	Aantal	0	6	<b>6</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-0,6	0,6	
Jongvolwassene	Aantal	4	19	<b>23</b>
	Rij%	17,39%	82,61%	<b>100%</b>
	Residu	3,0	-3,0	
Middelbare leeftijd	Aantal	1	28	<b>29</b>
	Rij%	3,45%	96,55%	<b>100%</b>
	Residu	-0,5	0,5	
Oudere	Aantal	0	25	<b>25</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-1,4	1,4	
Combinatie	Aantal	0	14	<b>14</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-0,9	0,9	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>5</b>	<b>92</b>	<b>97</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		6,194	0,085	

Hasselt

**Tabel 107: Fisher's Exact-test roodlichtnegatie-leeftijd Hasselt**

Leeftijd zwakke weggebruiker		Roodlichtnegatie (n=22)		Totaal
		Overtreding	Geen overtreding	
Kind	Aantal	0	1	<b>1</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-0,8	0,8	
Jongvolwassene	Aantal	4	3	<b>7</b>
	Rij%	57,14%	42,86%	<b>100%</b>
	Residu	1,4	-1,4	
Middelbare leeftijd	Aantal	3	4	<b>7</b>
	Rij%	42,86%	57,14%	<b>100%</b>
	Residu	0,4	-0,4	
Oudere	Aantal	1	2	<b>3</b>
	Rij%	33,33%	66,67%	<b>100%</b>
	Residu	-0,1	0,1	
Combinatie	Aantal	0	4	<b>4</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-1,7	1,7	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>22</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		4,149	0,416	

### 3.4.6 Roodlichtnegatie - geslacht

Antwerpen

**Tabel 108: Roodlichtnegatie-geslacht Antwerpen**

Geslacht zwakke weggebruiker		Roodlichtnegatie (n=99)		Totaal
		Overtreding	Geen overtreding	
Man	Aantal	6	42	<b>48</b>
	Rij%	12,5%	87,5%	<b>100%</b>
	Residu	2,0	-2,0	
Vrouw	Aantal	1	45	<b>46</b>
	Rij%	2,17%	97,83%	<b>100%</b>
	Residu	-1,8	1,8	
Beide	Aantal	0	5	<b>5</b>
	Rij%	0%	100%	<b>100%</b>
	Residu	-0,6	0,6	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>7</b>	<b>92</b>	<b>99</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		3,600	0,171	



Hasselt

**Tabel 109: Roodlichtnegatie-geslacht Hasselt**

Geslacht zwakke weggebruiker		Roodlichtnegatie (n=22)		Totaal
		Overtreding	Geen overtreding	
<b>Man</b>	<b>Aantal</b>	5	0	<b>5</b>
	<b>Rij%</b>	100%	0%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	3,4	-3,4	
<b>Vrouw</b>	<b>Aantal</b>	1	2	<b>3</b>
	<b>Rij%</b>	33,33%	66,67%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-0,1	0,1	
<b>Beide</b>	<b>Aantal</b>	2	12	<b>14</b>
	<b>Rij%</b>	14,29%	85,71%	<b>100%</b>
	<b>Residu</b>	-2,8	2,8	
<b>Totaal</b>	<b>Aantal</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>22</b>
		<b>Waarde</b>	<b>P-waarde</b>	
<b>Fisher's Exact Test</b>		11,127	0,001	

# Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

**De veilige oversteek - Observatieonderzoek naar de veiligheid van zwakke weggebruikers op oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen**

Richting: **master in de mobiliteitswetenschappen-verkeersveiligheid**

Jaar: **2015**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

**De Smet, Matthias**

Datum: **1/06/2015**