

2015•2016
FACULTEIT SCHOOL VOOR MOBILITEITSWETENSCHAPPEN
master in de mobiliteitswetenschappen

Masterproef

Verkeersveiligheidseffecten van een Verkeersplateau op Kruispunten met
Vorrang van Rechts

Promotor :
Prof. dr. Stijn DANIELS

Copromotor :
Prof. dr. Tom BRIJS

Beau Gardeniers

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

2015•2016
FACULTEIT SCHOOL VOOR
MOBILITEITSWETENSCHAPPEN
master in de mobiliteitswetenschappen

Masterproef

Verkeersveiligheidseffecten van een Verkeersplateau op
Kruispunten met Voorrang van Rechts

Promotor :
Prof. dr. Stijn DANIELS

Copromotor :
Prof. dr. Tom BRIJS

Beau Gardeniers

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

Woord vooraf

Om de masteropleiding Mobiliteitswetenschappen te vervolledigen dient iedere student een masterproef in zijn/haar afstudeerrichting uit te voeren. In deze opdracht dient de student de kennis en vaardigheden, opgedaan doorheen de opleiding, te verwerken. Deze masterproef kadert binnen de afstudeerrichting verkeersveiligheid. Specifiek worden de verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts onderzocht. Dit onderzoek zal worden uitgevoerd door middel van conflictobservatie. Deze masterproef bestaat uit twee delen, nl. Deel 1 (3085) en Deel 2 (3086), welke achtereenvolgens tijdens twee semesters worden uitgewerkt. In het eerste deel lag de focus voornamelijk op het literatuuronderzoek en de onderzoeksopzet. In deel twee gebeurde de eigenlijke dataverwerking welke resulteert in onderzoeksresultaten. Waar nodig werd de onderzoeksopzet aangepast of verder gespecificeerd.

De keuze voor dit onderwerp werd gevormd door mijn interesse naar conflictobservatie. Daarnaast vind ik het altijd leuk om problemen niet alleen in theorie te behandelen maar ook praktijkgericht onderzoek uit te voeren. Gezien ik de afstudeerrichting verkeersveiligheid heb gekozen, boeit het me ook problemen hieromtrent te behandelen, om zo de veiligheid in het verkeer te verbeteren.

Ten slotte ik mijn begeleider en promotor bedanken voor de steun tijdens dit onderzoek. Mijn begeleider, de heer Tim De Ceunynck, stond altijd voor me klaar wanneer ik vragen had. Daarnaast ben ik hem dankbaar voor de nodige feedback op mijn werk en zijn hulp bij de praktisch uitvoering van het onderzoek. Ook mijn promotor dr. Stijn Daniels dank ik ter ganse harte. Zonder hem was het nooit mogelijk geweest dit onderzoek uit te voeren.

Beau Gardeniers

Juni 2016, Lanaken

Samenvatting

Kruispunten met een voorrang van rechts regeling zijn het vaakst voorkomende kruispunttype binnen de bebouwde kom. Uit ongevalsgegevens blijken voorrang van rechts kruispunten relatief veilig ten opzichte van voorrangsgeregelde kruispunten (prioriteit geregeld door bv. lichtenregeling, STOP-bord...). Desondanks worden voorrangsgeregelde kruispunten vaak verondersteld een belangrijk veiligheidsvoordeel te hebben t.o.v. kruispunten met de voorrang van rechts regel. Onderzoek heeft namelijk aangetoond dat de voorrangregels op voorrangsgeregelde kruispunten (prioriteit geregeld) redelijk worden nageleefd maar dat dit op voorrang van rechts kruispunten niet het geval is. Gezien het niet naleven van de voorrangregels als voornaamste ongevalsoorzaak op stedelijke kruispunten wordt aangeduid, is het van groot belang van de voorrang van rechts regel wordt nageleefd.

Met de intentie om verkeersveiligheid op kruispunten te verbeteren, kan men de kruispunten mogelijk voorzien van een verkeersplateau. Men spreekt in dit geval van verhoogde kruispunten. Het aanleggen van een verkeersplateau is bedoeld om de verkeersveiligheid te verbeteren door de aandacht van de bestuurder te verhogen en de snelheid te verlagen. Resultaten uit een eerder uitgevoerde gedragsobservatie suggereren echter dat het aanleggen van verkeersplateaus op voorrang van rechts kruispunten kan leiden tot een toename in het aantal overtredingen van de voorrang van rechts regel. Dit effect zou een negatieve invloed kunnen hebben op de verkeersveiligheid. Huidig onderzoek, welke de verkeersveiligheidseffecten van verkeersplateaus op kruispunten met voorrang van rechts bestudeert, is opgezet om een beter inzicht in deze problematiek te verkrijgen.

Dit onderzoek dient zowel inzicht te geven in gedragingen en omstandigheden die leiden tot het plaatsvinden van verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts als in de invloed van de aanwezigheid van een verkeersplateau op het plaatsvinden van verkeersconflicten. Het onderzoeken van de gedragingen en omstandigheden is belangrijk om een beter inzicht in de verkeersveiligheid op kruispunten met voorrang van rechts te verwerven. In de literatuur is er namelijk nog maar zeer weinig onderzoek betreffende de verkeersveiligheid op kruispunten met voorrang van rechts beschreven. Kruispunten met voorrang van rechts zonder verkeersplateau worden in dit rapport aangeduid als een 'basiskruispunt', kruispunten met voorrang van rechts die wel zijn voorzien van een verkeersplateau kennen de term 'verhoogd kruispunt'.

Om de veiligheid van een locatie te onderzoeken wordt vaak gebruik gemaakt van ongevalsgegevens gemaakt. Op voorrang van rechts kruispunten zijn ongevallen echter relatief weinig voorkomend, waardoor op basis hiervan moeilijker uitspraken omtrent de verkeersveiligheid gedaan kunnen worden. Bijgevolg zal de verkeersveiligheid van een bepaalde locatie beoordeeld worden a.d.h.v. de ernst van de conflicten die zich hier voordoen. Deze ernst wordt bepaald door conflicten te observeren en deze nadien te kwantificeren door verschillende conflictindicatoren. In dit onderzoek wordt de conflicternst bepaald op basis van de T_{2min} , Delta-V, TTC_{min} en conflictsnelheid van de weggebruikers.

Om conflicten te observeren, worden zowel op een basiskruispunt als op een verhoogd kruispunt, videobeelden verzameld. Op deze videobeelden worden verwerkt aan de hand van semi-geautomatiseerde conflictobservatie. Hierbij wordt de conflicternst gemeten en beoordeeld. Vervolgens wordt nagegaan of de kruispunten van elkaar verschillen op vlak van conflictfrequentie, ernst van de conflicten en aantal overtredingen op de voorrang van rechts regel.

De resultaten van de conflictobservatie zijn in lijn met eerder onderzoek. Zo is er namelijk bevonden dat het aantal overtredingen op de voorrangregeling hoger ligt op het verhoogd kruispunt dan op het

basiskruispunt. Daarentegen blijkt het wel dat bestuurders het basiskruispunt met hogere snelheden naderen dan het verhoogd kruispunt.

Daarnaast wordt er bevonden dat er op het verhoogd kruispunt meer interacties met een klein tijdsinterval tussen de interagerende voertuigen worden waargenomen dan op het basiskruispunt. Dit frequenter voorkomen van een klein tijdsinterval kan er op wijzen dat de kans op een ongeval groter is op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt.

Echter niet enkel het tijdsinterval maar ook de ongevalsernst, indien een ongeval daadwerkelijk zou plaatsvinden, bepaalt de conflicternst. Resultaten tonen dan ook aan dat men op het basiskruispunt vaker oncomfortabel moet remmen dan op het verhoogd kruispunt. Daarnaast wordt er bevonden dat op het basiskruispunt vaker een grote snelheidsverandering ten gevolge van oncomfortabel remmen wordt waargenomen dan op het verhoogd kruispunt. Geweten dat de naderingssnelheid gemiddeld hoger ligt op het basiskruispunt dan als op het verhoogd kruispunt, kan er verwacht worden dat het minimale tijdsinterval zich op het basiskruispunt bij hogere snelheden voordoet dan op het verhoogd kruispunt. Evaluatie van de voorgaande resultaten kan erop wijzen dat de kans op een ongeval groter is op het verhoogd kruispunt, maar dat deze minder waarschijnlijk ernstig van aard is (bv. enkel blik schade) dan dat wanneer een ongeval op het basiskruispunt plaatsvindt.

Gekeken naar variabelen welke invloed hebben op het al dan niet overtreden van de voorrangregeling, worden er duidelijke overeenkomsten bevonden met voorgaande onderzoeken (Cams, 2015; De Ceunynck, Polders, et al., 2013). Zo blijkt voor beide kruispunten dat bestuurders op de weg met een lagere verkeersintensiteit minder vaak gebruik zich voorzichtiger gedragen dan bestuurders op de weg met een hogere verkeersintensiteit. Daarnaast is er bevonden dat er een soort 'wie het eerst komt, wie het eerst maalt' regel geldt. Wanneer voertuigen welke geen voorrang hebben namelijk niet als eerste aan het kruispunt arriveren, is de kans op het overtreden van de voorrangregeling groter. Aanvullend hierbij werd bevonden dat wanneer het voertuig op weg met de hogere verkeersintensiteit als eerste aan het kruispunt arriveert, er meer kans is op een voorrangsovertreding. Net zoals bij de andere onderzoeken wordt ook hier bevonden dat het naderingsgedrag een invloed uitoefent op het correct naleven van de voorrangregeling. Zo blijkt dat wanneer het voertuig welke voorrang heeft niet stopt bij het naderen van het kruispunt, de kans op een voorrangsovertreding kleiner is dan wanneer deze wel zou stoppen. Voor het voertuig welke geen voorrang heeft wordt het tegenovergestelde bevonden. Aanvullend wordt er een verband gevonden tussen de aanwezigheid van een botskoers in een interactie en het al dan niet overtreden van de voorrangregeling. Zo blijkt dat wanneer er in een interactie een botskoers aanwezig is, de kans op het overtreden van de voorrangregeling significant kleiner is, dan wanneer deze afwezig is.

Uit het onderzoek blijkt dus dat er enkele belangrijke verschillen tussen het verhoogd- en het basiskruispunt werden waargenomen bij conflictobservatie. Gezien de beperkte hoeveelheid onderzoek over gedrag en conflicten op kruispunten met voorrang van rechts en de effecten van een verkeersplateau, is bijkomend onderzoek wenselijk.

Inhoud

Woord vooraf	i
Samenvatting.....	iii
Inhoud	v
Lijst met tabellen.....	vii
Lijst met figuren.....	ix
Verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts.....	1
1 Inleiding.....	1
1.1 Kadering van het onderzoek.....	1
1.2 Onderzoeksvragen.....	2
2 Literatuuronderzoek.....	5
2.1 Kruispunten	5
2.2 Interacties tussen voertuigen.....	9
2.3 Conflictobservatie	13
2.4 Conclusie literatuurstudie	24
3 Onderzoeksopzet.....	25
3.1 De onderzochte kruispunten.....	25
3.2 Conflictobservatie	29
3.3 Analyse en interpretatie.....	35
4 Onderzoeksresultaten	39
4.1 Algemeen.....	42
4.2 Voorrangsgedrag	48
4.3 Aankomstvolgorde	50
4.4 Naderingsgedrag	51
4.5 Naderingssnelheid.....	56
4.6 Conflicternst	58
4.7 Modellen met betrekking tot voorrangsovertredingen	65
5 Discussie onderzoeksresultaten	71
6 Beperkingen en aanbevelingen	75
7 Conclusie	77
Lijst van geraadpleegde werken.....	79
Bijlagen	85
Bijlage 1 Onderzoeksplan.....	85
Bijlage 2 Intensiteitentellingen	93

Bijlage 3	Camerabeelden onderzochte kruispunten.....	97
Bijlage 4	Schermafdrucken interacties in T-Analyst	101
Bijlage 5	Onderzoeksresultaten	103

Lijst met tabellen

Tabel 1: Cijfers verkeersdoden & letselongevallen volgens kruispunttype (Vlaams gewest 2013).....	6
Tabel 2: Effect van snelheidsverlagende inrichtingen op ongevallen	9
Tabel 3: TA-waardes gebaseerd op snelheid en afstand.....	17
Tabel 4: Variabelen conflictobservatie.....	31
Tabel 5: Soorten variabelen	36
Tabel 6: Overzichtstabel beschrijvende statistiek.....	40
Tabel 7: Overzicht combinaties weggebruikerscategorieën	43
Tabel 8: Percentages interactiesoorten	46
Tabel 9: Factoren welke voorrangsovertreding volgens voorrang vs. geen-voorrang	68
Tabel 10: Factoren welke voorrangsovertreding volgens primair vs. secundair	69
Tabel 11: Uurintensiteiten primaire as.....	103
Tabel 12: Uurintensiteiten secundaire as.....	103
Tabel 13: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid andere weggebruiker)	104
Tabel 14: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid andere weggebruiker).....	104
Tabel 15: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsovertreding) x 2 (aanwezigheid andere weggebruiker) ..	105
Tabel 16: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 8 (combinatie weggebruikerscategorieën).....	106
Tabel 17: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 8 (combinatie weggebruikerscategorieën)	107
Tabel 18: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsovertreding) x 2 (haakse interactie)	107
Tabel 19: Manoeuvres volgens primair vs. secundair	108
Tabel 20: Manoeuvres volgens voorrang vs. geen voorrang	108
Tabel 21: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 8 (interactiesoort)	109
Tabel 22: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 8 (interactiesoort)	110
Tabel 23: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsovertreding) x 8 (interactiesoort).....	111
Tabel 24: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (overtreding voorrangsovertreding).....	112
Tabel 25: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (Overtreding voorrangsovertreding).....	112
Tabel 26: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (voertuig welke voorrang heeft)	113
Tabel 27: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde).....	114
Tabel 28: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde)	114
Tabel 29: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde).....	115
Tabel 30: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde)	115
Tabel 31: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsovertreding) x 3 (aankomstvolgorde)	116
Tabel 32: Kruistabel voertuig welke voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag).....	117
Tabel 33: Chi-kwadraattest voertuig welke voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)117	117
Tabel 34: Kruistabel voertuig welke geen voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag) ..	118
Tabel 35: Chi-kwadraattest voertuig welke geen voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)	118
Tabel 36: Kruistabel 2 (voertuigsoort voorrang vs. geen voorrang) x 3 (naderingsgedrag)	119
Tabel 37: Chi-kwadraattest (voertuigsoort voorrang vs. geen-voorrang) x 3 (naderingsgedrag).....	119
Tabel 38: Kruistabel primair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag).....	120
Tabel 39: Chi-kwadraattest primair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)	120
Tabel 40: Kruistabel secundair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)	121
Tabel 41: Chi-kwadraattest secundair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)	121
Tabel 42: Kruistabel 2 (voertuigsoort primair vs. secundair) x 3 (naderingsgedrag)	122

Tabel 43: Chi-kwadraattoets: (voertuigsoort primair vs. secundair) x 3 (naderingsgedrag)	122
Tabel 44: T-toets naderingssnelheid naargelang kruispuntinrichting.....	123
Tabel 45: T-toets relatieve naderingssnelheid naargelang kruispuntinrichting.....	123
Tabel 46: T-toets naderingssnelheid naargelang soort voertuig (voorrang vs. geen-voorrang).....	123
Tabel 47: T-toets naderingssnelheid naargelang as waarop voertuig zich bevindt (primair vs. secundair)	124
Tabel 48: T-toets T_{2min} -waarde naargelang kruispuntinrichting.....	125
Tabel 49: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (ernstig conflict)	125
Tabel 50: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (ernstig conflict).....	126
Tabel 51: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V4 waarde).....	126
Tabel 52: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V4 waarde)	127
Tabel 53: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V6 waarde).....	127
Tabel 54: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V6 waarde)	128
Tabel 55: : Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V8 waarde).....	128
Tabel 56: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V8 waarde).....	129
Tabel 57: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid TTC-waarde).....	129
Tabel 58: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid TTC-waarde)	130
Tabel 59: Testen lineariteit voorrang vs. geen-voorrang	130
Tabel 60: Testen multicollineariteit voorrang vs. geen-voorrang	131
Tabel 61: Testen lineariteit primair vs. secundair	132
Tabel 62: Testen multicollineariteit primair vs. secundair	132

Lijst met figuren

Figuur 1: Schematische voorstelling van een bijna-ongeval	14
Figuur 2: Hydén's piramide	14
Figuur 3: Interactie weggebruikers tijdens een conflictsituatie.....	16
Figuur 4: Grafiek ter bepaling van de conflicternst.....	17
Figuur 5: Schematische voorstelling PET en TAdv.....	18
Figuur 6: Grafische weergave verband Delta-V & de waarschijnlijkheid op een ernstig letsel	20
Figuur 7: Conflicternst volgens Lareshyn et al. (2014)	21
Figuur 8: Severity levels gebaseerd op TA-waarde en conflictsnelheid.....	22
Figuur 9: Situering op mesoniveau.....	26
Figuur 10: Situering kruispunten op microniveau.....	27
Figuur 11: Luchtfoto kruispunten.....	27
Figuur 12: Sferbeeld kruispunt 1 vanuit Banneuxstraat.....	28
Figuur 13: Sferbeeld kruispunt 1 vanuit André Dumonstraat	28
Figuur 14: B17. Kruispunt waar de voorrang van rechts geldt.....	29
Figuur 15: Verkeersbord F87. Verhoogde inrichting op de openbare weg.....	29
Figuur 16: Sferbeeld kruispunt 2 vanuit Banneuxstraat.....	29
Figuur 17: Sferbeeld kruispunt 2 vanuit Lod. Lavkistraat.....	29
Figuur 18: Schets indeling verhoogd kruispunt.....	34
Figuur 19: Schets indeling basiskruispunt	34
Figuur 20: Voorbeeld van een niet-haakse interactie	34
Figuur 21: Conflict waar 3 ^{de} weggebruiker beïnvloedt.....	42
Figuur 22: Soorten interacties	45
Figuur 23: Puntenwolk T_{2min} -waardes per interactiesoort	47
Figuur 24: Gemiddeld gemeten T_{2min} -waarde per interactiesoort	47
Figuur 25: Visuele weergave voorrangsgedrag primair vs. secundair.....	49
Figuur 26: Visuele weergave aankomstvolgorde voorrang vs. geen-voorrang.....	50
Figuur 27: Visuele weergave aankomstvolgorde primair vs. secundair.....	51
Figuur 28: Naderingsgedrag voertuig welke voorrang heeft	52
Figuur 29: Naderingsgedrag voertuig welke geen voorrang heeft	53
Figuur 30: Naderingsgedrag naargelang voertuig (voorrang vs. geen-voorrang)	54
Figuur 31: Naderingsgedrag voertuigen op primaire as.....	55
Figuur 32: Naderingsgedrag voertuigen op secundaire as.....	55
Figuur 33: Naderingsgedrag naargelang as waarop voertuig zich bevindt (primair - secundair)	56
Figuur 34: Histogrammen naderingssnelheid	57
Figuur 35: Histogrammen T_{2min} -waardes.....	59
Figuur 36: Cumulatieve verdeling van T_{2min} -waardes.....	59
Figuur 37: Verband T_{2min} -waardes met naderingssnelheid (voorrang vs. geen-voorrang)	61
Figuur 38: Verband T_{2min} -waardes met naderingssnelheid (primair vs. secundair)	61
Figuur 39: Delta-V frequenties	62
Figuur 40: Frequenties Delta-V4 waarden	63
Figuur 41: Frequenties Delta-V6 waarden	63
Figuur 42: Frequenties Delta-V8 waarden	64
Figuur 43: Histogrammen TTC_{min} -waardes	65

Figuur 44: Cumulatieve verdeling van TTC_{min} -waardes	65
Figuur 45: Beeld verhoogd kruispunt camera 1 (vanuit tak A)	97
Figuur 46: Beeld verhoogd kruispunt camera 2 (vanuit tak C).....	97
Figuur 47: Beeld basiskruispunt camera 1 (vanuit tak A).....	99
Figuur 48: Beeld basiskruispunt camera 2 (vanuit tak C).....	99
Figuur 49: Schermafdruck T-Analyst verhoogd kruispunt	101
Figuur 50: Schermafdruck T-Analyst basiskruispunt.....	102

Verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts

1 Inleiding

1.1 Kadering van het onderzoek

Hoewel kruispunten met de voorrang van rechts regel het meest voorkomende kruispunttype zijn, is nog maar weinig over de verkeersveiligheid van deze geweten (Troutbeck & Brilon, 2001). Op kruispunten met een voorrang van rechts regeling worden alle samenkomende wegen als gelijkwaardig beschouwd en dienen alle arriverende bestuurders te remmen voor bestuurders komende aan hun rechterzijde. Vlaamse ongevals cijfers (2013) tonen aan dat slechts 7% van alle ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling plaatsvinden. Daarnaast blijkt dat de ongevalsernst op voorrangsgeregelde kruispunten (prioriteit geregeld door bv. lichtenregeling, STOP-bord...) hoger ligt dan op kruispunten met een voorrang van rechts regel (Carpentier, Schoeters, Nuyttens, Declercq, & Hermans, 2014). Desondanks worden voorrangsgeregelde kruispunten vaak verondersteld een belangrijk veiligheidsvoordeel te hebben t.o.v. kruispunten met de voorrang van rechts regel. Uit onderzoek blijkt namelijk dat voorrangregels redelijk nageleefd worden op voorrangsgeregelde kruispunten (prioriteit geregeld) maar niet op voorrang van rechts kruispunten (Elvik et al., 2009; Helmers & Åberg, 1978 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Dit kan verklaard worden door het feit dat het hogere controleniveau op voorrangsgeregelde kruispunten duidelijker is voor weggebruikers en leidt tot consistentere 'voorrang geven' t.o.v. kruispunten met voorrang van rechts. Onderzoek heeft aangetoond dat op stedelijke kruispunten het niet naleven van de voorrangregels de eerste oorzaak van de ongevallen is (16,6%) (Ewing & Dumbaugh, 2009 geciteerd door Giuffrè et al., 2014). Het is dan ook van groot belang dat ook op voorrang van rechts kruispunten de voorrangregeling wordt nageleefd om conflicten en ongevallen te vermijden.

Voorrang van rechts kruispunten kunnen echter qua infrastructuur sterk van elkaar verschillen. Zo zijn er 3-taks (T-kruisingen) en 4-taks kruispunten, verhoogde kruispunten, kruispunten met doorlopende fietspaden... Of deze soorten kruispunten op gebied van verkeersveiligheid van elkaar verschillen wordt bestudeerd door een observatie en analyse van interacties tussen bestuurders op kruispunten met voorrang van rechts (Cams, 2015). Resultaten uit deze studie suggereren dat het aanleggen van verkeersplateaus leidt tot een toename in het aantal overtredingen van de voorrang van rechts regel. Zoals hierboven aangegeven is het niet naleven van de voorrangregels een van de voornaamste ongevalsoorzaken. Deze bevindingen zouden er eventueel op kunnen wijzen dat verkeersplateaus de verkeersveiligheid op kruispunten niet verbeteren. Verkeersplateaus worden echter aangelegd met de intentie om verkeersveiligheid te verbeteren door snelheid te verlagen en aandacht op het kruispunt te verhogen (Daniels et al., 2010), deze behoren dan ook tot snelheidsremmende maatregelen (Ewing, 1995).

Om een beter inzicht in deze problematiek te verkrijgen wordt huidig onderzoek naar de verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts opgezet. Dit onderzoek dient meer inzicht te geven in zowel de gedragingen en omstandigheden die leiden tot het plaatsvinden van verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts als de invloed van de

aanwezigheid van een verkeersplateau op het plaatsvinden van verkeersconflicten. Voorafgaand aan het eigenlijke onderzoek werd een onderzoeksplan opgesteld, deze is terug te vinden in Bijlage 1. Kruispunten met voorrang van rechts zonder verkeersplateau worden in dit rapport aangeduid als een 'basiskruispunt', kruispunten met voorrang van rechts die wel zijn voorzien van een verkeersplateau kennen de term 'verhoogd kruispunt'.

Om de effecten van een verkeersplateau op de verkeersveiligheid te onderzoeken, worden zowel op een basiskruispunt als op een verhoogd kruispunt videobeelden verzameld. Op deze videobeelden worden nadien conflictobservaties uitgevoerd. Vervolgens wordt nagegaan of de kruispunten van elkaar verschillen op gebied van conflictfrequentie, ernst van de conflicten en aantal overtredingen op de voorrang van rechts regel. Uit deze bevindingen zal getracht worden een besluit omtrent de effecten van een verkeersplateau op de verkeersveiligheid te formuleren.

1.2 Onderzoeksvragen

1.2.1 Centrale onderzoeksvraag

Als centrale onderzoeksvraag in deze masterproef geldt: **“Welke conflictpatronen vinden plaats op voorrang van rechts kruispunten en in welke mate verschillen deze van conflictpatronen op verhoogde kruispunten met een voorrang van rechts regeling?”**. Deze onderzoeksvraag is tweeledig: enerzijds wordt gevraagd naar een verdieping in conflictpatronen op kruispunten met voorrang van rechts en anderzijds wil men weten of een verhoging van het kruispunt invloed op deze conflictpatronen heeft.

Om deze centrale onderzoeksvraag te beantwoorden zal een observatie van verkeersconflicten worden uitgevoerd. Via deze conflictobservatie wordt getracht zowel inzicht te verkrijgen in de gedragingen en omstandigheden die leiden tot verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts als nagaan of de aanwezigheid van een verkeersplateau een invloed heeft op het plaatsvinden van verkeersconflicten.

1.2.2 Deelvragen behorende tot de centrale onderzoeksvraag

Deze hoofdonderzoeksvraag kan onderverdeeld worden in een aantal deelvragen. De deelvragen betreffende de volgende:

- Hoe tracht men de verkeersveiligheid van een bepaalde locatie uit te drukken?
- Wanneer spreekt men van een verkeersconflict?
 - Hoe wordt een verkeersconflict gedefinieerd?
 - Hoe worden verkeersconflicten 'gemeten' (geoperationaliseerd)?
- Welke methoden voor conflictobservatie bestaan er?
 - Hoe worden verkeersconflicten geobserveerd?
- Welke factoren spelen een significante rol bij relaties tussen voertuigen?
- Welke kruispunten met voorrang van rechts komen in aanmerking voor deze studie?
- Welke elementen van acties worden geregistreerd?
 - Hoe worden deze indicatoren gekwantificeerd?
- Welke gedragingen en omstandigheden leiden tot verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts?
 - Welke naderingssnelheden zijn gemeten?
 - Welk type manoeuvre voert de bestuurder uit (links afslaan, rechts afslaan of rechtdoor)?

- Welke voertuigcategorieën zijn betrokken?
- Welke weersomstandigheden zijn waargenomen?
- Welke lichtgesteldheid is waarneembaar?
- Welke intensiteit is gemeten?
- Heeft een verkeersplateau invloed op het plaatsvinden van verkeersconflicten op kruispunten met voorgang van rechts?
 - Op welk soort kruispunt (basis- of verhoogd kruispunt) gebeuren de meeste conflicten?
 - Op welk soort kruispunt (basis- of verhoogd kruispunt) gebeuren de ernstigste conflicten?
 - Welke indicatoren bepalen de ernst van een conflict?
 - Hoe worden de indicatoren geanalyseerd?

2 Literatuuronderzoek

2.1 Kruispunten

2.1.1 Kruispunten en bijbehorende verkeersveiligheid

Kruispunten zijn complexe locaties met veel verschillende bewegingen die resulteren in een breed scala van mogelijke interacties tussen weggebruikers. Conflicten tussen verschillende weggebruikers op een kruispunt kunnen leiden tot vertragingen in het verkeer, files en ongevallen met mogelijk zelfs letsel of dood als gevolg. Volgens de statistieken uit verscheidene landen (België, VS, Japan, VK, Frankrijk en China) zijn verkeersongevallen op kruispunten en in de nabije omgeving goed voor 30% tot 40% van alle verkeersongevallen (Huang & Cynecki, 2000; Michael, Leeming, & Dwyer, 2000; Pan, Lu, & Xiang, 2008; Zhao, Deng, & Wang, 2012 geciteerd door Duan, Ya, Zhang, & Jia, 2013; Casteels & Nuyttens, 2007; Petermans, Gysen, De Jong, & Daniels, 2009). Uit literatuur blijkt dat in Noorwegen ca. 40% van alle door de politie geregistreerde letselongevallen plaatsvinden op een kruispunt. Het aandeel letselgevallen op kruispunten is hoger in stedelijke gebieden (ca. 50%) dan in buitengebied (ca. 35%) (Elvik et al., 2009). Deze bevindingen tonen aan dat kruispunten in stedelijk gebied gevoelig zijn voor verkeersongevallen, er is hier namelijk een hoog potentieel voor voertuig-voertuig en voertuig-voetgangers conflicten (Duan et al., 2013; Giuffrè et al., 2014).

Vlaamse ongevalsgegevens, daterend uit 2013, duiden op gelijkaardige bevindingen. Het grootste aandeel ongevallen doet zich voor op doorlopende weggedeeltes (45%). Op kruispunten doen 26% van de ongevallen zich voor, terwijl 2% van de ongevallen op rotondes plaatsvinden (Carpentier et al., 2014).

Uit Tabel 1 blijkt dat cijfers uit Vlaanderen (2013) op gelijkaardige bevindingen duiden. Het grootste aandeel ongevallen doet zich voor op doorlopende weggedeeltes (45%). Op kruispunten doen 26% van de ongevallen zich voor, terwijl 2% van de ongevallen op rotondes plaatsvinden. Meer specifiek gekeken naar ongevallen op kruispunten dan is zichtbaar dat ca. 7% van alle ongevallen plaatsvinden bij een voorrang van rechts regeling. Ongeveer een vierde van de ongevallen op kruispunten gebeuren bij een voorrang van rechts regeling. In de tabel is eveneens zichtbaar dat 36% van de letselongevallen met een niet-dodelijke afloop plaatsvond op een kruispunt. Kruispunten met voorrang van rechts zijn verantwoordelijk voor 9% van deze niet-dodelijke letselongevallen. Daarnaast blijkt dat 22% van de Vlaamse verkeersdoden om het leven kwam in een letselongeval dat plaatsvond op een kruispunt. Slecht 3% van de verkeersdoden vielen op een kruispunt met voorrang van rechts. Voorgaande cijfers geven de implicatie dat de ongevallenernst op kruispunten met een voorrang van rechts regeling relatief laag is. Deze indicatie wordt bevestigd aangezien kruispunten in het algemeen 11 verkeersdoden per 1000 letselongevallen kennen, terwijl voorrang van rechts kruispunten slechts 5 verkeersdoden per 1000 letselongevallen tellen (Carpentier et al., 2014).

Sinds 1 maart 2007 bepaalt de nieuwe code betreffende de voorrang van rechts dat de weggebruiker die van rechts komt zijn voorrang van rechts niet verliest als hij is gestopt. Deze nieuwe code blijkt het aantal ongevallen op kruispunten met voorrang van rechts niet beïnvloed te hebben (Casteels & Nuyttens, 2007).

Ongevallen op kruispunten, in zowel stedelijke als landelijke gebieden, zijn echter wel minder ernstig van aard. Dit is waarschijnlijk te wijten aan lagere snelheden op kruispunten dan op rechte wegsegmenten. De meest voorkomende types ongevallen op kruispunten zijn zijdelingse aanrijdingen, ongevallen bij het draaien en ongevallen met voetgangers en fietsers. Ongeveer 20-30% van alle ongevallen op kruispunten zijn botsingen tussen een voertuig afdraaiend naar links met tegenliggers

(Elvik et al., 2009). Volgens een Noorse studie (Vodahl & Giæver, 1986) liggen ongevalsantallen op 4-taks kruispunten hoger dan op 3-taks kruispunten (Elvik et al., 2009).

Tabel 1: *Cijfers verkeersdoden & letselongevallen volgens kruispunttype (Vlaams gewest 2013)*

Kruispunttype	Letselongevallen		Verkeersdoden		Totaal		Ernst Aantal doden per 1000 letselongevallen
	#	%	#	%	#	%	
Kruispunten (totaal)	8086	36%	85	22%	8171	26%	11
Met verkeerslichten met verkeersbord B1 (voorrang geven) of B5 (stoppen)	4217	19%	51	13%	4268	14%	12
Voorrang van rechts	2032	9%	11	3%	2043	7%	5
Agent	15	0%	0	0%	15	0%	0
Verkeerslichten defect	32	0%	2	1%	34	0%	63
Doorlopend wegedeelte	13714	61%	294	77%	14008	45%	21
Rotonde	525	2%	5	2%	530	2%	10
Totaal	30411	100%	469	100%	30880	100%	

Bron: FOD Economie ADSEI, AD Statistiek, & Infografie: IMOB en BIVV, n.d. geciteerd door Carpentier et al. (2014)

2.1.2 Voorrangsregels op een kruispunt

Om conflicten en bijbehorende ernst te minimaliseren zijn gepaste maatregelen voor het controleren en/of limiteren van verkeer uit verschillende richtingen essentieel. Verkeerslichten, stopborden en rotondes zijn wereldwijd populaire maatregelen die vandaag de dag worden gebruikt (Prasetijo & Ahmad, 2012 geciteerd door Liu et al., 2014). Welke maatregel op een bepaalde kruising toegepast dient te worden, varieert naargelang locatie en de bijbehorende verkeerssituatie. Het is echter het geval dat sommige controleniveaus voor kruispunten effectiever zijn dan anderen in het reduceren van conflicten (Ewing & Dumbaugh, 2009 geciteerd door Giuffrè et al., 2014). Een verkeerslichteninstallatie is een maatregel met een hoog controleniveau, terwijl kruispunten met een voorrang van rechts regelen een zeer laag controleniveau kennen. Hoewel lichtengeregelde kruispunten intensief aanwezig zijn in stedelijk gebied, komen niet-lichtengeregelde kruispunten eveneens frequent voor in de meeste van de stedelijke en landelijke gebieden (Liu et al., 2014).

Factoren zoals verkeersvolume, de omringende omgeving en veiligheidsoverwegingen zijn belangrijk om in acht te nemen om het juiste controleniveau voor een niet-lichtengeregeld kruispunt te bepalen (Polus, 1985). Niet-lichten geregelde kruispunten voorzien van een voorrangsregel impliceren bestuurders komende vanaf een ondergeschikte weg te remmen voor de bestuurders komende vanaf de hoofdweg. Wanneer er op een niet-lichtengeregeld kruispunt geen voorrangsregeling aanwezig is, dan implementeren de meeste landen de voorrang van rechts regel (Elvik et al., 2009). Op voorrang van rechts kruispunten worden alle samenkomende wegen als gelijkwaardig beschouwd en dienen alle arriverende bestuurders te remmen voor bestuurders komende aan hun rechterzijde. Vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid geeft de literatuur geen uitsluitsel over welk soort kruispunt (voorrangsgeregeld of voorrang van rechts) in welke situatie te implementeren (De Ceunynck et al., 2013b).

2.1.3 Kruispunten met voorrang van rechts (t.o.v. voorrangsgeregelde kruispunten)

Zoals reeds hierboven vermeld worden op kruispunten met voorrang van rechts alle samenkomende wegen als gelijkwaardig beschouwd en dienen alle arriverende bestuurders te remmen voor bestuurders komende aan hun rechterzijde. Er wordt dus geen onderscheid gemaakt tussen een hoofdweg (met voorrang) en een ondergeschikte weg (voorrang verlenen). Ondanks het feit dat dit binnen de bebouwde kom het vaakst voorkomend kruispunttype is, is over de veiligheid van kruispunten met voorrang van rechts is nog maar weinig geweten (Troutbeck & Brilon, 2001).

Voorrangsgeregelde kruispunten worden vaak verondersteld een belangrijk veiligheidsvoordeel te hebben t.o.v. kruispunten met de voorrang van rechts regel. Het hogere controleniveau op deze kruispunten is duidelijker voor weggebruikers en leidt tot consistentere 'voorrang geven' t.o.v. kruispunten met voorrang van rechts. Desondanks zijn er in studies geen significante verschillen in ongevalsfrequenties gevonden wanneer voorrang van rechts kruispunten naar voorrangsgeregelde kruispunten worden omgevormd (Elvik et al., 2009 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Enkele studies, bv. in geval van lage intensiteiten op de onderliggende weg, wijzen er zelfs op dat er sprake is van een stijging in het aantal ongevallen (Elvik, 2009 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Op voorrang van rechts kruispunten dienen alle voertuigen de kruising met grotere voorzichtigheid te benaderen omdat ze mogelijk voorrang aan een ander voertuig dienen te geven. Bij voorrangsgeregelde kruispunten dienen voertuigen op de hoofdweg niet te remmen voor andere voertuigen, wat leidt tot hogere naderingssnelheden op de voorrangsas. Hierdoor is de ongevalsernst over het algemeen hoger bij voorrangsgeregelde kruispunten (Casteels & Nuyttens, 2007 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Dit blijkt eveneens uit Vlaamse ongevalscijfers uit 2013, welke in Tabel 1 zijn weergegeven. Deze bevindingen tonen aan dat een hoger controleniveau niet perse wijst op een verbetering in verkeersveiligheid (Elvik, 2009 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Het remgedrag is daarentegen echter wel consistentere op voorrangsgeregelde kruispunten. Dit wordt ondersteund door het feit dat voorrangregels op een voorrangsgeregelde kruispunt beter nageleefd worden dan op een voorrang van rechts kruispunt (Elvik et al., 2009).

Uit cijfers uit het Brussels Hoofdstedelijk (2002-2011) gewest blijkt dat van alle weggebruikers het aantal fietsslachtoffers iets hoger ligt dan gemiddeld op kruispunten met voorrang van rechts. Specifiek gekeken naar fietser is zichtbaar dat de meeste fietsslachtoffers worden geteld op kruispunten met een voorrang van rechts regeling (42,5%). Op kruispunten met verkeerslichten vallen 29,4% van alle fietsslachtoffers. De ongevalsernst bij fietsslachtoffers blijkt echter wel zwaarder op lichtengeregelde kruispunten dan op voorrangsgeregelde en voorrang van rechts kruispunten (Dupriez, 2014).

2.1.4 Verhoogde kruispunten

Kruispunten met de voorrang van rechts regel kunnen qua infrastructuur sterk van elkaar verschillen. Zo kan het kruispunt worden verhoogd d.m.v. een verkeersplateau, deze worden ook wel verhoogde kruispunten genoemd. Een verkeersplateau is een trapeziumvormige verhoging van het wegdek over de volledige breedte van de rijbaan en loodrecht op de as ervan. Een verkeersplateau kan gebruikt worden om de snelheid op een wegvak te verlagen of om de aandacht op een kruispunt te verhogen.

Wanneer een volledig kruispunt is verhoogd d.m.v. een verkeersplateau noemt men dit dus een verhoogd kruispunt, welk als doel heeft de aandacht op een kruispunt te verhogen (Daniels et al., 2010). Verhoogde kruispunten worden beschreven als vlakke, verhoogde gebieden die een geheel kruispunt bedekken met hellingen op alle benaderende takken. Hierbij wordt het kruisingsvlak

doorgaans verhoogd tot hetzelfde niveau als de omliggende bestrating (voetpaden) en wordt iedere benaderende tak van een helling voorzien. Het vlakke gedeelte en de hellingen bestaan vaak uit bouwstenen of andere geweven materialen (Elvik et al., 2009; Federal Highway Administration (FHWA), n.d.; Institute of Transportation Engineers (ITE), n.d.).

Verhoogde kruispunten behoren net zoals snelheidsdrempels, verhoogde voetgangersoversteken, rammelstroken (*rumble strips*), wegversmallingen en snelheidszones tot snelheidsverlagende inrichtingen. Deze snelheidsverlagende inrichtingen trachten voertuigen tot lage snelheden te dwingen wat een verminderd ongevalsrisico en een vergroot veiligheidsgevoel met zich meebrengt (Elvik et al., 2009). Bij het naderen van een verkeersplateau dienen bestuurders dus te vertragen. Na het nemen van het verkeersplateau hebben bestuurders meestal de neiging om terug te versnellen (Van Mierlo, Bremmers, De Bisschop, van de Burgwal, & Gense, 2002). De ontwerpsnelheid van een verkeersplateau bedraagt 30 km/uur. Een verkeersplateau heeft een psychologisch effect door de signalisatie en de vormgeving, en een fysiek effect door de verticale vertraging die het teweegbrengt (Daniels et al., 2010).

Hoewel het effect van een verkeersdrempel op de V85-passeersnelheid gekend is, is de situatie van verkeersplateaus veel minder duidelijk. Verkeersplateaus kennen namelijk talrijke mogelijkheden qua (reglementaire) geometrie omdat enkele minder agressief willen zijn met het oog op een comfortabeler overschrijden door bussen (Cocu & Hindriekx, 2010). Ewing (1995) beschrijft resultaten uit onderzoeken naar de impact van de verschillende types snelheidsverlagende inrichtingen. Van alle maatregelen hebben snelheidsdrempels de grootste impact op de V85-snelheid door deze te verminderen met een gemiddelde van 20% (ca. 11 km/u). Verhoogde kruispunten (ca. 0,5 km/u) en wegversmallingen hebben daarentegen de kleinste impact op de V85-snelheid (Ewing, 1995).

Elvik et al. (2009) hebben verschillende literatuurstudies onderzocht naar het effect van snelheidsverlagende inrichtingen op het aantal ongevallen. De bevonden resultaten worden samengevat in Tabel 2. Zoals in de tabel zichtbaar bevonden Schnüll, Haller, & von Lübke (1992) in hun onderzoek dat verhoogde kruispunten een stijging in het aantal ongevallen veroorzaken. De bevonden resultaten in deze studie zijn echter niet significant en er werd geen gebruik gemaakt van een vergelijkingsgroep. De auteurs geven dan ook advies tegen het generaliseren van de bevonden resultaten.

Een nadeel van verhoogde kruispunten is dat deze net zoals verkeersdrempels klachten over trillingen en lawaai met zich mee kunnen brengen (Daniels et al., 2010; Haddeland & Nielsen., 1991 geciteerd door Ewing, 1995). Daarnaast zijn verhoogde kruispunten relatief duur t.o.v. verkeersdrempels en de invloed op de snelheid (Institute of Transportation Engineers (ITE), n.d.). Het respectievelijk remmen en optrekken voor en na het verkeersplateau leidt tot een introductie van acceleraties. Deze acceleraties leiden tot een verhoging van het brandstofverbruik en emissies. Uit metingen blijkt dat een invoering van een verkeersplateau leidt tot een verhoging van 40% à 55% CO₂ emissies (Van Mierlo et al., 2002).

Tabel 2: Effect van snelheidsverlagende inrichtingen op ongevallen

Ongevalsernst	Betrokken ongevalstypes	Procentuele verandering in aantal ongevallen	
		Beste benadering	95 % betrouwbaarheidsinterval
Snelheidsdrempels			
Letselongevallen	Alle ongevallen op wegen met snelheidsdrempels	-41	[-57 ; -34]
Letselongevallen	Alle ongevallen op wegen nabij snelheidsdrempels	-7	[-14 ; 0]
Verhoogde kruispunten			
Letselongevallen	Ongevallen op kruispunten	+5	[-34 ; +68]
Ongevallen met blikschade	Ongevallen op kruispunten	+13	[-55 ; 183]
Rammelstroken (<i>Rumble Strips</i>) voor kruispunten			
Letselongevallen	Ongevallen op kruispunten	-33	[-40 ; -25]
Ongevallen met blikschade	Ongevallen op kruispunten	-25	[-45 ; -5]
Onbekend	Ongevallen op kruispunten	-20	[-25 ; -5]
Zone 30 km/u			
Letselongevallen	Alle ongevallen	-27	[-30 ; -24]
Ongevallen met blikschade	Alle ongevallen	-16	[-19 ; -12]

Bron: Elvik et al. (2009)

2.1.5 Verhoogde voorrang van rechts kruispunten

In voorgaande onderdelen is reeds gekeken naar kruispunten met een voorrang van rechts regeling en verhoogde kruispunten (respectievelijk 2.1.3 en 2.1.4). Het is echter eveneens mogelijk voorrang van rechts kruispunten verhoogd in te richten d.m.v. een verkeersplateau. Tot noch toe is nog zeer weinig kennis omtrent hoe de aanleg van een verkeersplateau de verkeersveiligheid op een voorrang-van-recht kruispunt beïnvloedt. Kruispunten met voorrang van rechts zonder verkeersplateau worden in dit rapport aangeduid als een 'basiskruispunt', kruispunten met voorrang van rechts die wel zijn voorzien van een verkeersplateau kennen de term 'verhoogd kruispunt'.

De studie van Cams (2015) suggereert dat het aanleggen van verkeersplateaus op kruispunten met voorrang van rechts leidt tot een toename in het aantal overtredingen van de voorrang van rechts regel. Uit deze studie blijkt namelijk dat de kans op een voorrangsovertreding significant afneemt wanneer een interactie op een basiskruispunt zou plaatsvinden dan wanneer deze interactie op een verhoogd kruispunt zou plaatsvinden (odds ratio = 0,201).

Om een beter inzicht in deze problematiek te verkrijgen wordt huidig onderzoek, naar de verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts, opgezet.

2.2 Interacties tussen voertuigen

Aangezien in dit onderzoek interacties geobserveerd worden, kan het interessant zijn om eveneens enkele gedragskenmerken van weggebruikers en situationele factoren op kruispunten te onderzoeken. Meer specifiek wordt er literatuur betreffende de gedragingen van bestuurders, naleving van de voorrangregels, afstand tot kruising... geraadpleegd. Waar mogelijk wordt de literatuur omtrent deze onderwerpen toegespitst naar interacties op voorrang van rechts geregelde kruispunten.

2.2.1 Gedragingen van bestuurders

Het rijgedrag van bestuurders op kruispunten wordt beïnvloed door de voorrangregels, het kruispuntontwerp en het verwacht en werkelijk gedrag van andere weggebruikers (Björklund & Åberg, 2005; Helmers & Åberg, 1978; Johannessen, 1984; Kulmala, 1991 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). De formele regels, welke aangeven hoe men zich op de juiste manier gedraagt in verschillende situaties, geven een indicatie van de intentie van andere weggebruikers. In praktijk handelen echter niet alle weggebruikers volgens de verkeersregels. Mogelijke redenen voor het niet naleven van de verkeersregels zijn een gebrek aan motivatie of een gebrek aan kennis over de formele regels in specifieke verkeerssituaties. Gedrags-, persoonlijke en omgevingsfactoren kunnen invloed hebben op de aanwezigheid van overtredingen. Als gedragingen, welke formele verkeersregels aanvullen of tegenspreken, gebruikelijk worden op een bepaald kruispunt, is dit een indicatie dat een informele verkeersregel wordt gebruikt (Björklund & Åberg, 2005 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Informele regels zijn opgebouwd uit verwachtingen. Wanneer in een specifieke situatie sommige verwachtingen regelmatig worden uitgelokt, dan is een informele regel van kracht (Hjorthol, Assum, & Solheim, 1984 geciteerd door Björklund & Åberg, 2005). Bij een interactie tussen twee verkeersdeelnemers kan een gevaarlijke situatie ontstaan wanneer één van de weggebruikers de formele voorrangregels naleeft terwijl de andere weggebruikers de informele regel toepast (De Ceunynck et al., 2013b).

2.2.2 Naleving van de voorrangregels

Op stedelijke kruispunten is het niet naleven van de voorrangregels de eerste oorzaak van de ongevallen (16,6%). Op landelijke wegen heersen afleiding en snelheid als ongevalsoorzaken met een percentage van respectievelijk 19,7% en 18,1% (Ewing & Dumbaugh, 2009 geciteerd door Giuffrè et al., 2014). Ook op niet gesignaleerde kruispunten is het niet voorrang geven een van de voornaamste ongevalsoorzaken (Lee et al., 2004; Parker, West, Stradling, & Manstead, 1995 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). De literatuur wijst uit dat voorrangregels redelijk nageleefd worden op voorrangsgeregelde kruispunten (prioriteit geregeld) maar niet op voorrang van rechts kruispunten (Elvik et al., 2009; Helmers & Åberg, 1978 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). De gedragsobservatie van De Ceunynck et al. (2013b) naar verkeersveiligheidsverschillen tussen voorrangsgeregelde en voorrang van rechts kruispunten resulteert dan ook in gelijkaardige resultaten. Uit deze studie blijkt dat het aantal overtredingen op voorrang van rechts kruispunten (27% van de geobserveerde interacties) significant hoger ligt dan op voorrangsgeregelde kruispunten (8%). Onderzoek van Johannessen (1984) wijst uit dat dat bij 75% van de waargenomen interacties de voorrang van rechts regel nageleefd wordt.

Onderzoek van De Ceunynck et al. (2013b) wijst eveneens uit dat op kruispunten met voorrang van rechts, bestuurders op de weg met een lagere verkeersintensiteit zich voorzichtiger gedragen dan bestuurders op de weg met een hogere verkeersintensiteit. Bijgevolg zijn overtredingen op de voorrang van rechts regel waarschijnlijker wanneer de bestuurder op de weg met de lagere verkeersintensiteit voorrang heeft. Dit wijst erop dat de weg met het hoger verkeersvolume door de weggebruikers als een impliciete hoofdweg wordt beschouwd. Ook Helmers & Åberg (1978), geciteerd door De Ceunynck et al. (2013b), tonen aan dat de voorrang van rechts regel het vaakst geschonden wordt wanneer het voertuig komende van rechts zich op impliciet ondergeschikte weg bevindt, hoewel technisch gezien de twee naderende wegen van gelijk belang zijn. Deze situatie resulteert uit de samenloop van bestuurders op de impliciete hoofdweg die zich gedragen alsof zij voorrang hebben en bestuurders op de impliciet ondergeschikte weg die zich gedragen alsof zij geen voorrang hebben

(Helmers & Åberg, 1978 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Ook de observatiestudie van Cams (2015) vindt dat de kans op een overtreding significant toeneemt wanneer het voertuig op de impliciet ondergeschikte weg in voorrang is.

De Ceunynck et al. (2013b) bevinden ook, voor zowel voorrangsgeregelde als voorrang van rechts kruispunten, dat er een grotere kans op het niet naleven van de voorrang is wanneer het niet-prioritaire voertuig eerst op het kruispunt arriveert. Dit kan erop wijzen dat het voorrang verlenen mogelijk slechts een kwestie is van wie het eerst komt het eerst maalt. Cams (2015) concludeert dat de volgorde waarop bestuurders een kruispunt betreden tevens een significante rol speelt. Zo neemt de kans op een overtreding significant toe wanneer het voertuig op de impliciete hoofdweg het kruispunt als eerste benadert. Wanneer twee bestuurders het kruispunt gelijktijdig benaderen is er echter geen significante toename op de kans dat een overtreding wordt uitgevoerd.

Een laatste belangrijke bevinding door De Ceunynck et al. (2013b) stelt dat op kruispunten met een voorrang van rechts regeling, de kans op een voorrangsovertreding groter is wanneer het voertuig welke geen voorrang heeft zijn snelheid behoudt, dan wanneer deze vertraagt. Tegengesteld wordt bevonden, dat er een grote kans op een voorrangsovertreding is, als het voertuig welke voorrang heeft stopt. Er wordt een niet significant kleinere kans op een voorrangsovertreding bevonden als het voertuig in de voorrang zijn snelheid behoudt.

2.2.3 Afstand tot kruising met andere bestuurder (*Gap*)

Wanneer een bestuurder ongeveer gelijktijdig met een ander voertuig, welke in de voorrang is, een kruispunt benadert, moet deze beslissen of hij/zij voor de ander de kruising overrijdt of voorrang verleent. Deze beslissing wordt in grote mate bepaald door de afstand van het ander voertuig. Wanneer deze afstand in tijd gemeten wordt dan noemt men deze het tijdsinterval (*time gap*). Het interval waarbij de bestuurder over het kruispunt rijdt wordt een 'aanvaard interval' genoemd. Wanneer de bestuurder het interval niet gebruikt spreekt men van een 'verworpen interval'. Bijgevolg heeft ieder voertuig een aanvaard interval maar kan het aantal verworpen intervallen variëren. De veiligheidsmarge is het deel van de aanvaardde interval welke tussen voertuigen resteert wanneer deze het kruispunt van hun koersen passeren (Kulmala, 1991).

Kulmala (1991) heeft een gedragsobservatiestudie op drie voorrang van rechts kruispunten uitgevoerd. Op twee kruispunten worden zeer korte tijdsintervallen geaccepteerd, nl. 70% van de tijdsintervallen tussen 1,5 en 2,5 seconden worden geaccepteerd. Op het derde kruispunt worden langere tijdsintervallen geaccepteerd, wat grotendeels verklaard wordt door een groot aantal stoppende bestuurders op dit kruispunt. Wanneer een bestuurder aan een kruispunt stopt, heeft deze langere acceptatie intervallen dan wanneer de bestuurder niet tot stilstand komt. Een gestopt voertuig heeft nl. meer tijd nodig om het kruispunt over te steken, waardoor er bijgevolg nood is aan een langer tijdsinterval. De extra benodigde tijd voor stoppende voertuigen bedroeg ca. 2 seconden. Uit het onderzoek blijkt dat bestuurders die naar rechts kijken zelden korte intervallen accepteren. Alle geaccepteerde intervallen korter dan 2,5 seconden worden als riskant beschouwd. De snelheid waarmee voertuigen naderen is de belangrijkste verklarende factor van het optreden van korte acceptatie intervallen. Hoe hoger de snelheid waarmee het kruispunt nadert, hoe korter het aanvaard interval. Voor elke snelheidsverhoging van 10 km/u vermindert het acceptatie interval met 0,11 seconden (Kulmala, 1991).

2.2.4 Snelheidsgedrag

Wanneer automobilisten een voorrang van rechts kruispunt naderen moeten ze voorrang verlenen aan weggebruikers komende van rechts. Om het kruispunt veilig te betreden is het belangrijk om als automobilist de snelheid aan te passen. Verscheidene onderzoeken hebben aangetoond dat snelheid van een ander naderend voertuig een indicator is voor het al dan niet verlenen van voorrang (Janssen, Van Der Horst, Bakker, & Ten Broeke, 1988 geciteerd door De Smet, 2015). De snelheid waarmee een ander voertuig nadert, kan impliciet een indicatie geven van de intentie van de bestuurder in de interactie. Wanneer deze bestuurder afremt of stopt kan dit duiden op de intentie om voorrang te verlenen. Accelereert de bestuurder of rijdt deze door aan constante snelheid, dan geeft dit een indicatie dat de bestuurder geen voorrang zal verlenen. Bestuurders geven ook aan dat zij vaker voorrang verlenen wanneer de andere bestuurder zijn/haar snelheid behoudt dan wanneer de andere bestuurder remt (Björklund & Åberg, 2005 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). De Ceunynck et al. (2013b) bevinden resultaten die aangeven dat wanneer het niet-prioritair voertuig tot een volledige stop komt, de kans op een overtreding van de voorrangsregels het kleinst is. Tegenovergesteld is de kans op een overtreding het grootste wanneer de niet-prioritaire bestuurder zijn snelheid behoudt.

Onderzoek door Liu et al. (2014) toont aan dat wanneer twee weggebruikers een ongesignaliseerd kruispunt naderen ze hun voertuig bijna nooit tot stilstand brengen. Doorgaans wordt er op voorhand al een beslissing gemaakt omtrent het wel/niet voorrang verlenen. Deze beslissing wordt gebaseerd op de inschatting van de andere weggebruiker (Cams, 2015). Kulmala (1991) heeft bevonden dat bestuurders die passagiers bij zich hebben kruispunten met ca. 1,5 km/u trager benaderen dan bestuurders die alleen rijden.

2.2.5 Kijkgedrag

Gezien een hoge dichtheid van visuele stimuli is het rijden op kruispunten een van de meest complexe taken voor automobilisten. Om in dergelijke situaties succesvol te rijden zijn grote visuele en mentale middelen vereist. Een juiste detectie, identificatie en beoordeling van de visuele stimuli is dan ook benodigd (Hills, 1980 geciteerd door Werneke & Vollrath, 2012). Diverse ongevalsanalyses tonen aan dat een perceptuele fout van de bestuurder tot een van de belangrijkste bijdragende factoren aan een ongeval behoort (Graab, Donner, Chiellino, & Hoppe, 2008; Hoppe, Zobel, & Schlag, 2007; Parker et al., 1995). In dergelijke ongevalsanalyses worden twee belangrijke redenen voor perceptuele fouten gemeld: oftewel keken bestuurders maar slaagden ze er niet in om goed te zien oftewel faalden de bestuurder om te kijken en zagen ze de andere verkeersdeelnemer dus te laat om een botsing te vermijden (Werneke & Vollrath, 2012).

Kulmala (1991) observeerde het rijgedrag op drie 4-takskruispunten met een voorrang van rechts regeling. Gemiddeld draaide 79%, van de bestuurders die rechtdoor reden, hun hoofd om naar rechts te kijken. Bestuurders die naar rechts keken alvorens het kruispunt te betreden, naderen het kruispunt met lagere snelheid dan de bestuurders niet hun hoofd niet naar rechts draaiden. Een interessante bemerking bij dit onderzoek is dat de snelheid van bestuurders die hun hoofd niet naar rechts draaiden het laagste is wanneer een voertuig van rechts komt. Dit duidt erop dat sommige bestuurders zijwaarts op kruispunten kijken zonder hun hoofd te draaien. De Ceunynck et al. (2013b) concluderen dat de kans op het overtreden van de voorrang van rechts regel hoger ligt wanneer de bestuurder op de impliciete hoofdweg niet naar de zijkant kijkt. Bestuurders die opzij kijken zullen dus eerder de voorrang van rechts regel respecteren dan bestuurders die niet opzij kijken.

Ook de resultaten van Cams (2015) kennen een gelijkaardig patroon. Zo wordt bevonden dat de kans op een voorrangsovertreding op een kruispunt met de voorrang van rechts regeling significant afneemt wanneer een bestuurder op de primaire weg naar opzij kijkt. Ook neemt de kans op een overtreding significant af wanneer de voertuigbestuurder zonder voorrang naar rechts kijkt.

2.2.6 Overige factoren welke interacties beïnvloeden

Zoals hierboven aangehaald kunnen ook omgevingsfactoren invloed hebben op de aanwezigheid van overtredingen. Uit de literatuur (Helmets & Åberg, 1978; Johannessen, 1984 geciteerd door Elvik et al., 2009) blijkt dan ook dat op kruispunten waar een weg breder is dan de andere, naleving van de voorrang van rechts regel slecht is. Op dergelijke kruispunten leven slechts 40% tot 50% van de weggebruikers de voorrang van rechts regel na. In een Noorse studie (Johannessen, 1984) zijn 3-taks en 4-taks kruispunten met de voorrang van rechts regeling onderzocht. Hieruit bleek dat op 4-taks kruispunten 75% van de bestuurders zich aan de voorrangregeling hielden, terwijl op het 3-taks kruispunt slechts 56% van de bestuurders zich aan de regeling hielden (Björklund & Åberg, 2005).

Ook toenemend verkeer kan leiden tot speciale situaties op voorrang van rechts kruispunten, zo is het mogelijk dat een aantal verkeersdeelnemers voorrang moeten geven aan elkaar. In dergelijke situaties twijfelen vele weggebruikers over hoe verder te gaan (Bjørnskau, 1994 geciteerd door Elvik et al., 2009).

2.3 Conflictobservatie

Frequenties van ongevallen en ongevalsernst zijn directe indicatoren voor verkeersveiligheid. Dikwijls wordt dan ook gebruik gemaakt van ongevalsdata om de verkeersveiligheid op een bepaalde locatie te beoordelen. Toch heeft ongevalsanalyse als onderzoeksmethode naar verkeersveiligheid enkele beperkingen welke te wijten zijn aan:

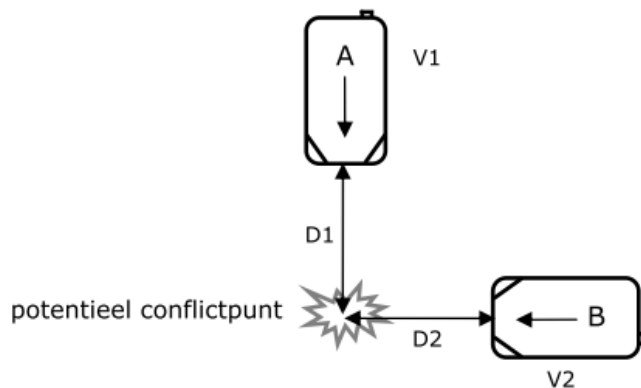
- Lage ongevalsaantallen welke leiden tot niet significante resultaten
- Het gebrek aan details om ons begrip over het faalmechanisme bij een ongeval en voornamelijk het vermijdingsgedrag van de crash door te bestuurder te verbeteren.

Het gebruik van ongevalsgegevens is eveneens een reactieve aanpak, zo dienen er eerst een significant aantal ongevallen plaats te vinden vooraleer actie ondernomen kan worden. Dit vermindert eveneens de mogelijkheid om verkeersveiligheidseffecten van een recent toegepaste tegenmaatregel te onderzoeken. Hierdoor kan verkeersveiligheidsanalyse voordeel halen uit betrouwbare analysemethoden die gebruikmaken van observeerbare ongevalsvrije verkeerssituaties en andere bruikbare data i.p.v. ongevalsdata (Tarko, Davis, Saunier, Sayed, & Washington, 2009).

Een mogelijke betere manier om de verkeersveiligheid van een locatie te beoordelen, is conflictobservatie, welke is gebaseerd op het observeren en analyseren van conflicten tussen weggebruikers (Petermans et al., 2009). Een verkeersconflict is gedefinieerd als “een waarneembare situatie waarin twee of meer verkeersdeelnemers elkaar in ruimte en tijd zodanig naderen dat een botsing onvermijdelijk is wanneer hun bewegingen ongewijzigd blijven” (Amundsen & Hyden, 1977). Als een botsing tussen weggebruikers onvermijdelijk is wanneer de koers en de snelheid van weggebruikers ongewijzigd blijven, spreekt men van een botskoers (Laureshyn, 2010). Een verkeersconflict kan dus worden gezien als een ‘bijna-ongeval’. Volgens deze definitie is een verkeersongeval altijd voorafgegaan door een verkeersconflict maar meestal ontwikkelen conflicten zich niet in die mate dat een ongeval optreedt, aangezien ten minste een van de weggebruikers een ontwijkende actie uitvoert (bv. remmen, uitwijken). Desondanks kunnen conflicten veel zeggen over

ongevallen, de onderliggende processen zijn nl. zeer gelijkaardig (Laureshyn, 2010). In Figuur 1 wordt een schematische voorstelling gegeven van een bijna conflict.

Figuur 1: Schematische voorstelling van een bijna-ongeval

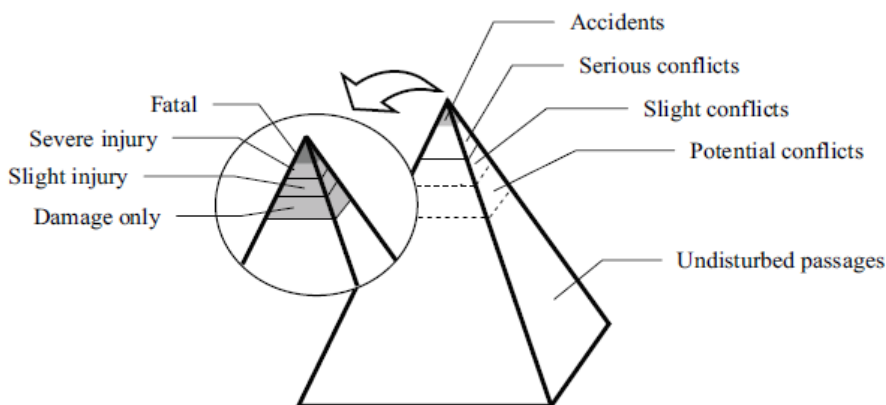


Auto A en auto B hebben met de huidige richting en snelheid een botskoers. Als geen van beide auto's een uitwijkend manoeuvre uitvoert, dan zal er een botsing plaatsvinden: er is sprake van een potentieel conflictpunt. De ernst van het conflict neemt toe bij hogere snelheden en een kleinere afstand tot het potentiële conflictpunt (De Jong et al., 2007).

Bron: De Jong, Gysen, Petermans, & Daniels (2007)

Hydén's piramide, zichtbaar op Figuur 2, stelt een algemeen model voor, welke de relatie tussen normale verkeerssituaties, verkeersconflicten en ongevallen beschrijft. De top van de piramide vertegenwoordigt de meest ernstigste verkeersongevallen maar eveneens die evenementen die het uitzonderlijkst zijn. Naarmate de ernst van de ongevallen vermindert, worden deze frequenter. Onder de verkeersongevallen worden verkeersconflicten geplaatst, welke als ernstige, lichte of potentiële conflicten ingedeeld kunnen worden. Onder de conflicten wordt het merendeel van de gebeurtenissen geplaatst welke het normale verkeersproces karakteriseren (Laureshyn, 2010).

Figuur 2: Hydén's piramide



Bron: Hydén (1987) geciteerd door Laureshyn (2010)

Wat conflictobservatie als methode naar verkeersveiligheid zo interessant maakt, is dat conflictdata binnen een kleinere tijdsperiode verzameld kan worden dan ongevalsdata. Het verwachte aantal bijna-ongevallen, oftewel conflicten, ligt namelijk hoger dan het aantal geregistreerde ongevallen (Hydén, 1987). Hierdoor zal dus niet enkel de analyse minder beïnvloed worden door tijdsafhankelijke factoren, maar ook het ethisch probleem geassocieerd met de nood aan een langdurige ongevalsgeschiedenis vormt geen probleem (Chin & Quek, 1997).

2.3.1 Conflictindicatoren

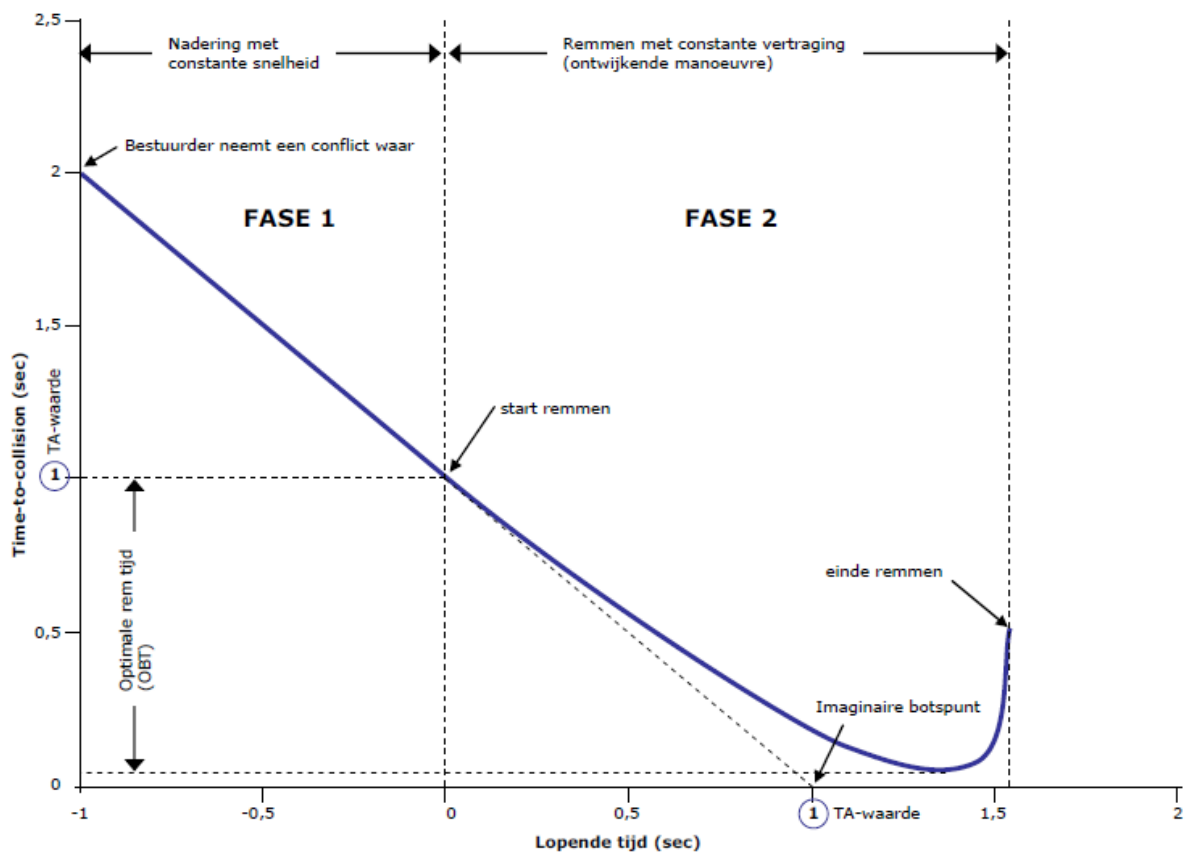
Zoals hierboven aangehaald kunnen verkeersconflicten verschillend van ernst zijn. Om de ongevalsernst uit te drukken kan men zich de vraag stellen hoe dicht het conflict een botsing benaderde en wat de gevolgen zouden zijn indien deze botsing zou hebben plaatsgevonden (Laureshyn, De Ceunynck, Karlsson, & Svensson, 2014). Om de dichtheid bij een botsing en de gevolgen bij het optreden van een ongeval (te samen) uit te drukken zijn in de literatuur verschillende benaderingen naar de schatting van de conflicternst behandeld (Allen, Shin, & Coope, 1978; Grayson, Hyden, Kraay, Muhlrad, & Oppe, 1984; Hydén, 1987; Nygård, 1999; van der Horst, 1990). Deze benaderingen omvatten nabijheid (in tijd en ruimte) tussen weggebruikers, de intensiteit van een noodzakelijk uitwijkende actie, snelheid van de weggebruikers etc. Deze indicatoren op zich zeggen echter niet veel over de ernst van een conflict, bv. een dichte afstand tussen de weggebruikers zegt niet veel als de snelheden van de weggebruikers niet gekend zijn. In dit opzicht is nabijheid in tijd ietwat speciaal, het weerspiegelt namelijk in zekere zin zowel snelheid als nabijheid in ruimte. Waarschijnlijk is het ook om die reden dat veel van de bestaande conflicttechnieken een bepaalde vorm van nabijheid in tijd gebruiken als basis voor conflictdetectie (Laureshyn, 2010). Hieronder worden enkele veelgebruikte conflictindicatoren toegelicht.

2.3.1.1 *Time-to-collision*

De Time-to-collision (TTC) is gedefinieerd als de tijd die resteert tot twee weggebruikers, die op botskoers liggen, zullen botsen als hun koers en snelheid ongewijzigd blijven (Kraay & van der Horst, 1989). Volgens Laureshyn (2010) heeft de TTC twee belangrijke eigenschappen. Allereerst kan er alleen een TTC berekend worden als de voertuigen op botskoers liggen. Daarnaast kan de TTC niet rechtstreeks gemeten worden maar wordt deze berekend door het voorspellen van bewegingen van andere weggebruikers. Zolang de weggebruikers op een botskoers liggen is er sprake van een TTC en bestaat de TTC uit een continue functie van de tijd (Kraay & van der Horst, 1989).

Op Figuur 3 is een conflict grafisch weergegeven. Uit deze figuur valt af te leiden dat in de eerste fase van een conflict een verkeersdeelnemer een andere verkeersdeelnemer met een gelijkmatige snelheid benadert waardoor een conflictsituatie ontstaat. In deze fase is er sprake van een botskoers. Wanneer een van de verkeersdeelnemers opmerkt dat hij/zij op een botskoers zit, gaat deze mogelijk een ontwijkende actie uitvoeren (bv. remmen, accelereren of uitwijken). Het moment waarop deze ontwijkende actie start wordt de time-to-accident (TA) genoemd. In volgend onderdeel (zie 2.3.1.2) wordt de conflictindicator time-to-accident verder toegelicht. Vanaf de uitvoering van de ontwijkende actie start fase 2 van het verkeersconflict, waarin een continue snelheidsvermindering zichtbaar is. Doordat de voertuigen elkaar steeds dichter naderen, wordt de TTC steeds kleiner totdat deze een minimumwaarde bereikt (TTC_{min}) (De Jong et al., 2007). Na het bereiken van een minimum zal de botskoers ophouden met te bestaan en 'springt' de TTC-curve naar oneindig (Laureshyn, 2010). De ernst van een conflict wordt bepaald a.d.h.v. deze minimale TTC, een lagere TTC wijst dan ook op een situatie dichter bij het werkelijk botsen. Er wordt aangenomen dat conflicten met een TTC_{min} kleiner dan 1,5 seconden potentieel gevaarlijk zijn (Kraay & van der Horst, 1989). In het geval van een ongeval wordt een TTC_{min} met waarde 0 bekomen (Laureshyn, 2010). Als een van de voertuigen na het bereiken van de TTC_{min} stil was gaan staan dan zou de lijn verticaal eindigen (Lötter, 2001 geciteerd door De Jong et al., 2007).

Figuur 3: Interactie weggebruikers tijdens een conflictsituatie



Bron: De Jong et al. (2007) gebaseerd op Hydén (1987)

2.3.1.2 Time-to-accident

Zoal reeds hierboven aangehaald is de time-to-accident (TA) een speciale waarde van de TTC. De TA kan worden gedefinieerd als de tijd tussen het moment waarop de ontwijkende actie plaatsvond en het moment dat de botsing zou hebben plaatsgevonden indien de weggebruikers hun route met onveranderde koers en snelheid zouden hebben voortgezet. Aangezien het moeilijk is om deze waarde fysiek in te schatten wordt deze berekend op basis van schattingen van de snelheid van de weggebruiker (die de ontwijkende actie uitvoert) en de afstand van de weggebruiker (die de ontwijkende actie uitvoert) tot het imaginair botspunt op het moment dat de ontwijkende actie start. De TA-waarde kan ook in een tabel (zie Tabel 3) worden opgezocht, welke direct aangeeft of de waarde bij een ernstig conflict hoort. De optimale remtijd (OBT) bepaalt of het conflict wel/niet als ernstig geclassificeerd kan worden. Wat deze OBT exact inhoudt wordt in volgende paragraaf (2.3.1.2.1) toegelicht. Wanneer beide voertuigen een ontwijkende actie uitvoeren, dan wordt voor beide voertuigen de TA-waarde berekend en de minst ernstige (hoogste) waarde bepaalt de ernst van het conflict (Petermans et al., 2009).

2.3.1.2.1 Optimale remtijd (OBT)

Zoals reeds hierboven aangehaald wordt de optimale remtijd (*Optimal Breaking Time*, OBT) gebruikt om onderscheid te maken tussen ernstige en niet ernstige conflicten. Om de grens tussen ernstige en niet ernstige conflicten te bepalen wordt gebruik gemaakt van een OBT voor een gemiddeld voertuig dat met geblokkeerde remmen op normaal droog asfalt veilig tot stilstand komt net voor het botsingspunt, plus een extra veiligheidsmarge van 0,5 seconde. Bij een hogere snelheid is de OBT

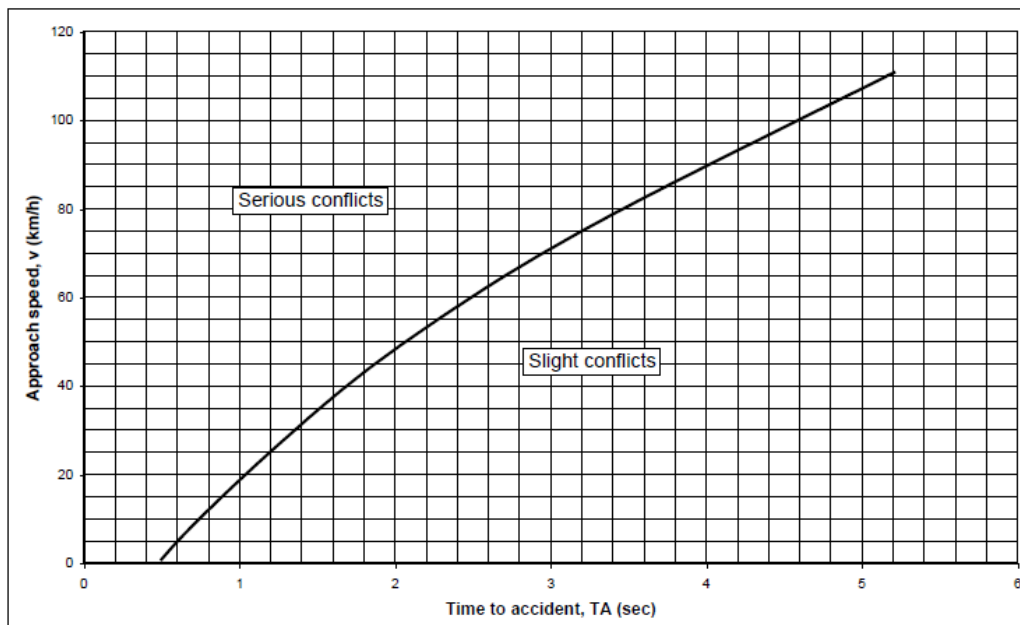
groter en bijgevolg is ook de benodigde veiligheidsmarge groter. Wanneer de benaderingssnelheid lager ligt, volstaat dan ook een kleinere veiligheidsmarge om veilig tot stilstand te komen (De Jong et al., 2007). Bij een gekende TA-waarde en snelheid kan de conflicternst uit de grafiek (zie Figuur 4) worden afgeleid. Alle conflicten links van de grafiek zijn 'ernstige conflicten' en degenen aan de rechterzijde van de grafiek zijn 'gematigde conflicten' (Petermans et al., 2009).

Tabel 3: TA-waardes gebaseerd op snelheid en afstand

Speed		Distance (m)																		
Km/h	m/s	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	1.4	0.4	0.7	1.4	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.8	6.5	7.2	10.8	14.4	18.0	21.6	25.2	28.8	32.4	36.0
10	2.8	0.2	0.4	0.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6	5.4	7.2	9.0	10.8	12.6	14.4	16.2	18.0
15	4.2	0.1	0.2	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.2	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6	10.8	12.0
20	5.6	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0
25	6.9	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.8	6.5	7.2
30	8.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0
35	9.7	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1
40	11.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.4	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	4.1	4.5
45	12.5		0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0
50	13.9		0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	1.1	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6
55	15.3		0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3
60	16.7		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
65	18.1		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	1.9	2.2	2.5	2.8
70	19.4		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.3	2.6
75	20.8		0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	2.2	2.4
80	22.2		0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3
85	23.6		0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1
90	25.0		0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
95	26.4		0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9
100	27.8		0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8

Bron: Lund University (Department of Technology and Society), n.d. geciteerd door Petermans et al. (2009)

Figuur 4: Grafiek ter bepaling van de conflicternst



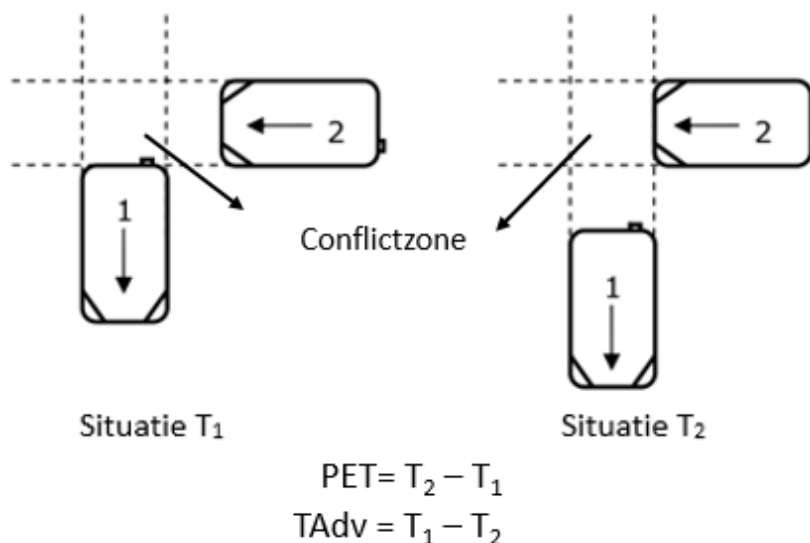
Bron: Lund University (Department of Technology and Society), n.d. geciteerd door Petermans et al. (2009)

2.3.1.3 Post-encroachment time (PET)

Wanneer weggebruikers elkaar nipt missen zonder dat een van beiden een ontwijkende actie uitvoert, kan er niet van een botskoers gesproken worden. Toch is er in dergelijke omstandigheden een realistische kans op een ongeval, een kleine verstoring in het proces had namelijk gemakkelijk tot een botsing kunnen leiden. Allen et al. (1978) definieert voor dergelijke situaties de post-encroachment time (PET). De PET is gedefinieerd als de tijd tussen het verlaten van de conflictzone door de eerste weggebruiker en het arriveren in de conflictzone door de tweede weggebruiker (Laureshyn, 2010), en geeft als het ware de mate aan waarin een ongeval net niet heeft plaatsgevonden (De Jong et al., 2007). Deze definitie wordt schematisch toegelicht in Figuur 5. Hoe lager de PET-waarde, hoe groter de kans op botsen (Kraay & van der Horst, 1989). Algemeen gesproken ligt de drempel tussen ernstige en niet-ernstige conflicten op 1,5 seconden (Grayson et al., 1984 geciteerd door De Smet, 2015). In de DOCTOR methode maakt men de aanname dat op wegen binnen de bebouwde kom enkel PET-waarden kleiner dan 1 seconde als kritisch worden beschouwd (Kraay & van der Horst, 1989). Hoe deze DOCTOR methode te werk gaat wordt verder in dit rapport (zie 2.3.2.2) toegelicht.

Een studie van Tarko & Songchitruksa (2005) veronderstelt een potentiële relatie tussen PET verdeling en zijdelingse aanrijdingen. Daarnaast geeft de PET een indicatie van het bestuurdersgedrag in relatie tot de reactie op de regeling en het ontwerp van de kruising en op andere verkeersdeelnemers (De Jong et al., 2007). Hoewel voor de PET-waarde geen botskoers is vereist, dienen de trajectoriën van de voertuigen elkaar wel te kruisen (Archer, 2005 geciteerd door De Smet, 2015).

Figuur 5: Schematische voorstelling PET en TAdv



Bron: eigen verwerking van Laureshyn (2010) en De Jong et al. (2007)

2.3.1.4 T₂

Op bovenstaande figuur is zichtbaar dat de verwachte tijd tussen het verlaten van het conflictgebied door de eerste weggebruiker en de aankomst van de tweede weggebruiker in het conflictgebied wordt gedefinieerd door de Time Advantage (TAdv) (Laureshyn et al., 2014). TAdv op zichzelf is echter niet toereikend om de kans op een aanrijding te voorspellen. Het is namelijk ook mogelijk dat hoewel de TAdv zeer klein is, de weggebruikers voldoende tijd hebben om hun snelheid en koers aan te passen, om zo de TAdv te verhogen. Een maat voor hoe snel weggebruikers het conflictgebied bereiken is dan

ook benodigd. Volgens Laureshyn (2010) is de T_2 dan ook een goede maat om uit te drukken hoe snel de weggebruikers het conflictpunt naderen.

Op Figuur 5 is zichtbaar dat T_2 de tijd is waarop de tweede weggebruiker, met gegeven snelheid, het botspunt bereikt (Laureshyn, 2010). De indicator T_2 beschrijft dus de verwachte tijd vooraleer de tweede (laatste) weggebruiker het conflictpunt bereikt (gegeven onveranderde snelheden en koers) (Laureshyn, De Ceunynck, Karlsson, Svensson, & Daniels, 2016). Wanneer weggebruikers zich op een botskoers bevinden is de T_2 gelijk aan de TTC-waarde. Wanneer de conflicterende voertuigen geen botskoers kennen, zal er geen TTC_{min} -waarde maar wel een T_{2min} -waarde berekend worden. De T_2 -indicator is een weergave van de maximaal beschikbare tijd om een ontwijkende actie uit te voeren en de ernst van de situatie te verminderen. Aangezien de tweede weggebruiker wordt geacht de grootste veiligheidsmarge te hebben om een ontwijkende actie uit te voeren, lijkt het gebruiken van de tweede weggebruiker beter aan de veiligheid gerelateerd. De interpretatie van T_2 -indicator is dus zeer gelijkaardig aan die van de TTC. Aangezien voor de berekening van de T_2 geen botskoers nodig is, biedt deze indicator een vlotte overgang binnen eenzelfde interactie waar dan wel en dan niet een botskoers aanwezig is, zonder de nood om telkens van indicator te moeten veranderen. De T_2 is dan ook als het ware een uitbreiding van de TTC. Beide conflictindicatoren kunnen dan ook in eenzelfde curve worden weergegeven (Laureshyn et al., 2016; Laureshyn, 2010).

Zolang de koersen van de weggebruikers kruisen en een conflictzone gevormd wordt, kan een T_2 waarde berekend worden. Net zoals de TTC is de T_2 dan ook een continue indicator. Om de ernst van een situatie te beoordelen dient echter, net zoals bij de TTC, een bepaalde T_2 waarde gekozen te worden. Tijdens een interactie kan de laatst mogelijke T_2 berekend worden op het moment dat de eerste weggebruiker de conflictzone verlaat, waarna zonder wijziging van de koers van de weggebruikers geen ongeval meer mogelijk is. Deze waarde weerspiegelt het moment waarop de weggebruikers elkaar in ruimte het dichtst naderen en heeft dus dezelfde betekenis als de PET-indicator. Een andere mogelijkheid is om de T_2 -waarde te kiezen welke het moment weergeeft waarop de weggebruikers elkaar het dichtst in tijd benaderen. In de praktijk zijn deze waarden dikwijls gelijk aan elkaar. Enkel wanneer er tijdens een interactie significante snelheidsveranderingen plaatsvinden, kunnen beide interpretaties van de minimale T_2 (T_{2min}) verschillende tijdstippen vertegenwoordigen (Laureshyn et al., 2016).

2.3.1.5 *Delta-V*

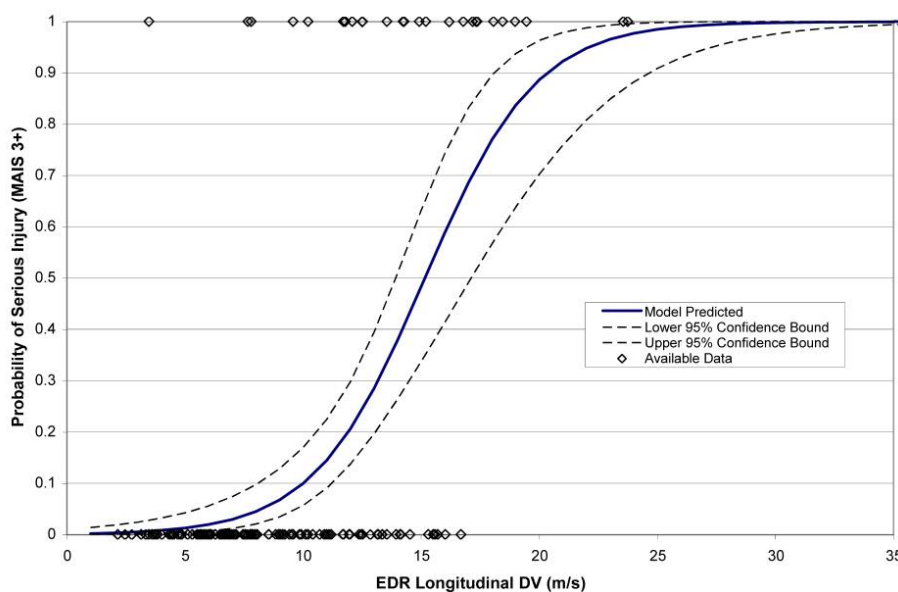
De bovenstaande behandelde conflictindicatoren benaderen conflicternst enkel door te onderzoeken hoe dicht het treffen van de voertuigen een aanrijding benaderde. Om de conflicternst te beoordelen is het echter ook gewenst om in te schatten wat de gevolgen zouden zijn moest de aanrijding daadwerkelijk plaatsvinden. De conflictindicator Delta-V is dan ook een geschikte maat voor de ernst indien een ongeval zou plaatsvinden (Laureshyn et al., 2014).

De indicator Delta-V omvat de snelheidsverandering, ondervonden door de weggebruikers, als gevolg van de aanrijding. Een snelle verandering van grootte en richting van snelheid duidt erop dat grote krachten op de weggebruiker inwerken, waarvan verwacht kan worden dat deze een sterke invloed op lichamelijk letsel hebben. Daarnaast is de Delta-V indicator gevoelig voor de kwetsbaarheid van een bepaald type weggebruiker. Wanneer een weggebruiker met een relatief lichte massa (zoals voetganger, fietser) in aanrijding komt met een weggebruiker met een relatief zware massa (gemotoriseerd voertuig), zal deze als het ware terug stuiten. De snelheid van de zware weggebruiker zal daarentegen zo goed als ongewijzigd blijven (Laureshyn et al., 2016). Figuur 6 geeft

een visuele voorstelling van de relatie tussen de Delta-V en de waarschijnlijkheid op een ernstig letsel door middel van een logistische regressie curve. Hogere Delta-V waarden komen overeen met een hogere kans op ernstige verwondingen alsook dodelijke afloop bij ongevallen (Evans, 1994 geciteerd door Laureshyn et al., 2016).

Het probleem van het gebruik van de Delta-V waarde bij conflictobservatie is dat er geen ongeval plaatsvindt welke een Delta-V waarde oplevert. Wanneer aannames worden gemaakt over trajectoriën van weggebruikers, zal het echter mogelijk zijn om de ‘verwachte’ Delta-V waarde te berekenen die bij een ongeval zou zijn voortgekomen. De relevante Delta-V waarde is die op T_{2min} , het moment waarop de verwachte tijd tot het bereiken van de conflictzone door de laats-te-arriveren-weggebruiker minimaal is (Laureshyn et al., 2016).

Figuur 6: Grafische weergave verband Delta-V & de waarschijnlijkheid op een ernstig letsel



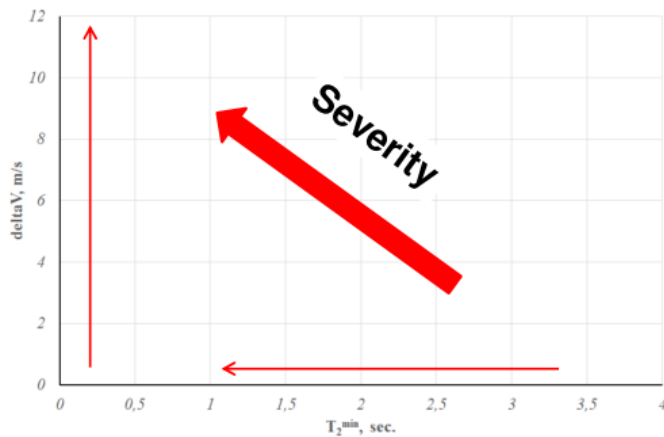
Bron: Gabauer & Gabler (2006) geciteerd door Laureshyn et al. (2016)

Zoals aangehaald staat de T_2 waarde voor de resterende tijd tot het botspunt, welke nog gebruikt kan worden om te remmen. Het remmen tijdens de T_2 kan aan verschillende deceleratiesnelheden gebeuren. Snelheidsveranderingen ten gevolge van een aanrijding, na deceleratie aan 8 m/s^2 , 6 m/s^2 of 4 m/s^2 , worden weergegeven door respectievelijk Delta-V8, Delta-V6 en Delta-V4. Een remsnelheid van 8 m/s^2 staat gelijk aan een noodrem, terwijl remmen met 4 m/s^2 minder discomfort voor de bestuurders met zich meebrengt (Laureshyn et al., 2014 geciteerd door De Smet, 2015).

2.3.1.6 Conflicternst

Volgens Laureshyn et al. (2014) wordt de ernst van een conflict tussen twee voertuigen bepaald door zowel de nabijheid van een ongeval als de ernst indien het ongeval zou hebben plaatsgevonden. Om de ernst van een conflict te beoordelen dienen de T_{2min} en de Delta V gezamenlijk geëvalueerd te worden (Laureshyn et al., 2014). Zoals zichtbaar op Figuur 7 zal de conflicternst stijgen naarmate de T_{2min} waarde daalt (de weggebruikers dichterbij een botsing zijn) en de ‘verwachte’ Delta-V waarde stijgt (de gevolgen van de hypothetische botsing ernstiger zouden zijn). Met name situaties met combinaties van een lage T_{2min} waarde en hoge Delta-V waarde kunnen als ernstig beoordeeld worden (Laureshyn et al., 2016).

Figuur 7: Conflicternst volgens Laureshyn et al. (2014)



2.3.2 Methodieken conflictobservatie

Enkele van de hierboven aangehaalde conflictindicatoren kunnen aan een bepaalde conflictobservatiemethodiek worden toegewezen. In de literatuur zijn twee belangrijke methodes te onderscheiden, nl. de Zweedse conflictobservatiemethodiek (*Swedish Traffic Conflict Measuring Technique*, STCT) en de Nederlandse DOCTOR (Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research) methodiek. Beiden methodieken worden hieronder kort toegelicht. Beide methodieken baseren zich op de TTC-indicator, al krijgt deze wel in elk van de methodes een andere invulling (De Jong et al., 2007).

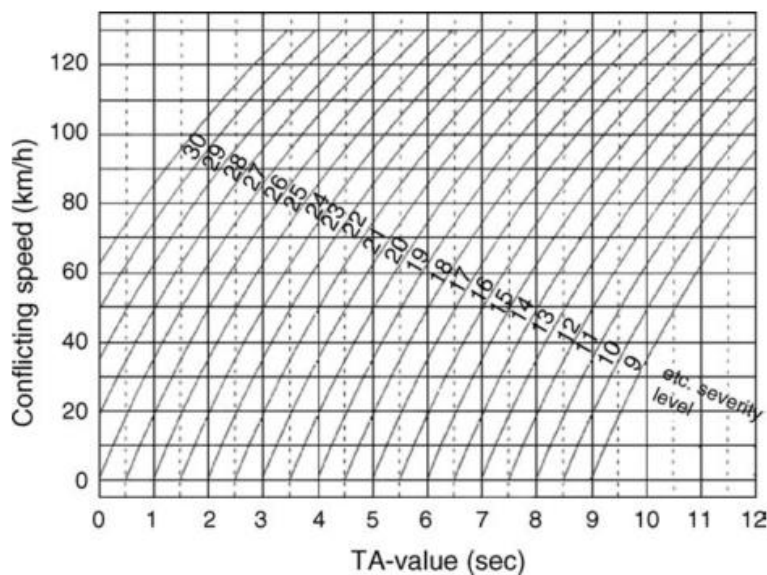
2.3.2.1 Zweedse STCT methodiek

In de Zweedse STCT methodiek wordt de conflict ernst bepaald met behulp van de time-to-accident (TA-waarde). De TA-waarde wordt berekend aan de hand van snelheid en afstand en wordt enkel gegenereerd wanneer de bestuurders zich op botskoers bevinden. Zoals in Figuur 8 zichtbaar baseren de severity levels zich op de TA-waarde en de conflictsnelheid van de bestuurder, welke de ontwijkende actie uitvoert. Uit de grafiek blijkt dat ernstige conflicten zich voordoen bij relatief hoge conflictsnelheden en lage TA-waardes. In de Zweedse STCT methodiek wordt de weggebruiker welke de ernst van een conflict bepaalt, oftewel de weggebruiker wiens TA-waarde wordt gebruikt, gedefinieerd als de 'relevante weggebruiker' (Laureshyn, 2010). De conflictsnelheid is gelijk aan de snelheid van de bestuurder welke de ontwijkende actie uitvoert, op het moment dat hij/zij deze actie uitvoert (Svensson, 1998). In de Zweedse STCT methodiek betreft dit de snelheid van de relevante weggebruiker op het moment dat de eerste ontwijkende actie door een van de weggebruikers wordt uitgevoerd. Wanneer conflicten via deze methodiek beoordeeld worden zijn slechts twee uitkomsten mogelijk, ofwel is er sprake van een ernstig conflict ofwel is er geen ernstig conflict (Laureshyn, 2010).

Volgens Svensson & Hydén (2006) kunnen interacties tussen weggebruikers in drie categorieën onderverdeeld worden. Gebeurtenissen van de hoogste ernst kennen een severity level van 26 of meer en omvatten ernstige conflicten of letselongevallen. Hierbij wordt eveneens aangegeven dat gesignaliseerde kruispunten meer interacties van de hoogste ernst kennen dan niet-voorrangsgeregelde kruispunten. Interacties van vrij hoge ernst zijn gesitueerd tussen severity levels 20 tot en met 25. Interacties op dit niveau kennen een dergelijk kleine veiligheidsmarge, waardoor de situatie gemakkelijk kan veranderen in een veel kritischere situatie. Dit soort interacties komen zeer frequent voor en kennen de bovenhand op niet-voorrangsgeregelde kruispunten terwijl zich hier weinig ongevallen en ernstige conflicten voordoen. Anderzijds doen dit soort interacties zich beperkt

voor op gesignaliseerde kruispunten, terwijl er zich hier wel ongevallen voordoen. Het hoge frequentieaantal van interacties met vrij hoge ernst kan zowel positief als negatief geïnterpreteerd worden. Positief beredeneerd is er gedragsmatige feedback naar aanleiding betreffende de noodzaak om oplettendheid bij interacties met vrij hoge ernst te verhogen. Negatief beredeneerd is worden interacties met vrij hoge ernst altijd geassocieerd met een element van verassing waardoor deze gemakkelijk kunnen omslaan naar interacties van grotere ernst. Interacties van dergelijke ernst zijn dus mogelijk ernstig genoeg om efficiënte feedback te produceren maar niet ernstig genoeg om ongevallen te veroorzaken. Interacties met een severity level lager dan 20 kunnen niet als gevaarlijk beoordeeld worden. De kans dat een van dergelijke interacties in een ongeval uitmondt is dan ook zeer klein (Svensson & Hydén, 2006).

Figuur 8: Severity levels gebaseerd op TA-waarde en conflictsnelheid



Bron: Svensson (1998)

2.3.2.2 DOCTOR methodiek

In tegenstelling tot bij de Zweedse STCT methode maakt de DOCTOR methodiek gebruik van de TTC_{min} waarde (Kraay & van der Horst, 1989). In deze methodiek wordt conflicternst bepaald o.b.v. zowel de kans op botsen als de omvang van de gevolgen indien een botsing zou hebben plaatsgevonden. Wanneer de bestuurders op botskoers zijn, wordt de kans op botsen geschat door de TTC_{min} -indicator. Bij het daadwerkelijk botsen genereert de TTC_{min} -indicator een waarde van nul, waardoor het niet mogelijk is onderscheid in de ernst van de gebeurtenissen te maken (Laureshyn, 2010). Wanneer de voertuigbestuurders zich niet op botskoers bevinden maar de kans op botsen toch aanwezig is wordt deze kans geschat door de PET-indicator. Indien zich daadwerkelijk een botsing voordoet, is de omvang van de gevolgen afhankelijk van verschillende factoren zoals onderlinge snelheidsverschillen, de beschikbare en benodigde manoeuvreerruimte, de naderingshoek, het type weggebruikers enz. De schatting van de omvang van de gevolgen bij een hypothetische botsing baseert zich op een vergelijking van de benodigde manoeuvreerruimte die nodig is om in dergelijke interacties normaal te reageren en de daadwerkelijk beschikbare manoeuvreerruimte op het moment dat een ontwijkende actie wordt ingezet. Bij ernstige conflicten zal dit verschil dikwijls negatief zijn. De grootte van dit verschil bepaalt samen met de weggebruikerstypes (massa, omvang) de omvang van de gevolgen bij een ongeval (Kraay & van der Horst, 1989). Bij conflictobservatie volgens de DOCTOR methodiek wordt

de conflicternst beoordeeld door een conflict te beoordelen a.d.h.v. een score van 1 tot 5. Hierbij staat 1 voor een licht conflict en 5 voor een zeer ernstig conflict. Vervolgens worden de kans op een botsingen en de omvang van de gevolgen indien een botsing zou hebben plaatsgevonden, afzonderlijk beoordeeld (De Jong et al., 2007).

2.3.3 Gebruikte conflictindicatoren op kruispunten

De Jong et al. (2007) geven aan dat verschillende onderzoekers (Glauz & Migletz, 1980; Salman & Al-Maita, 1995; Sayed, Brown, & Navin, 1994; Sayed & Rodriguez, 1999; Sayed, 1997; Spicer, 1972) de Conflict Observatie Techniek (Traffic Conflict Technique, TCT) gebruiken voor ongeregelde kruisingen. Daarnaast worden conflictobservatietechnieken eveneens gebruikt voor het bepalen van het risico op zijdelingse aanrijdingen op kruispunten (Tarko & Songchitruksa, 2005). Er wordt eveneens aangegeven dat bij zijdelingse ongevallen vaak van de TTC en PET gebruik wordt gemaakt. Met name de PET blijkt bij zijdelingse voertuiginteracties erg bruikbaar. Om de PET te berekenen is de aanwezigheid van een botskoers tussen de voertuigen dan ook niet noodzakelijk (De Jong et al., 2007).

2.3.4 Conflictobservatie via beeldanalysetechnieken

Volgens Laureshyn (2010) ligt de voornaamste beperking van conflictobservatie in het gebruik van menselijke observatoren. Nadelig aan menselijke observatoren is een zeer tijdsintensieve en bijgevolg dure dataverzameling. Daarnaast kan de betrouwbaarheid geschaad worden doordat er altijd een risico is dat, zelf door getrainde observatoren, een menselijke beoordelingsfout wordt gemaakt. De introductie van nieuwe analysetechnieken voor videobeelden zorgen echter voor een enorme verbetering op vlak van objectiviteit en betrouwbaarheid van de observaties en effectiviteit van dataverzameling en –analyse. Het observeren van conflicten door gebruik te maken van beeldanalysetechnieken omvat 5 stappen (De Ceunynck, Daniels, Brijs, Hermans, & Wets, 2013a):

1. Het opnemen van videobeelden op de onderzoekslocatie(s)
2. Ruimtelijke kalibratie: Hier leert men het beeldverwerkingssysteem als het ware hoe de werkelijke 3D-omgeving in het camerabeeld eruit ziet. De kalibratie wordt uitgevoerd door het identificeren van richtpunten met behulp van ortho-foto's, terreinmetingen, inrichtingsplannen etc. Kalibratie is nodig om de werkelijke positie en bewegingen van weggebruikers te kunnen bepalen in de opgenomen 2D-beelden. Dit gebeurt door posities van weggebruikers in werkelijkheid te achterhalen vanuit hun coördinaten in het camerabeeld (Ismail, Sayed, & Saunier, 2010 geciteerd door De Smet, 2015).
3. Detecteren van mogelijk relevante gebeurtenissen: In deze stap identificeert men uit de videobeelden situaties die voor het onderzoek relevant kunnen zijn. Deze geselecteerde situaties zullen verder geanalyseerd worden.
4. Meten van mogelijk relevante gebeurtenissen: De eerder geïdentificeerde relevante situaties worden in deze stap nader onderzocht. Hierboven geformuleerde conflictindicatoren kunnen gemeten worden om zo de conflicternst en andere interessante conflictkenmerken te registreren.
5. Data-analyse en –interpretatie: Tot slot dienen de resultaten uit voorgaande stappen geanalyseerd te worden. Op basis van de gevonden bevindingen kunnen conclusies getrokken worden.

Bij volledig geautomatiseerde conflictobservatie worden stappen 3 en 4 automatisch (en gelijktijdig) uitgevoerd. Hierbij dient men dus enkel nog handmatig het systeem te kalibreren, waarna er automatisch een output van conflicten en bijbehorende meetgegevens bekomen wordt. Vandaag de

dag zijn er echter nog enkele barrières die het gebruik van een dergelijk volledig geautomatiseerd systeem bemoeilijken. Een dergelijk systeem dient namelijk in staat te zijn om alle weggebruikers te detecteren en traceren. Het optreden van occlusie is bijvoorbeeld een veelvoorkomend probleem bij automatisch detecteren en traceren. Men spreekt van occlusie als een weggebruiker (gedeeltelijk) achter een andere weggebruiker of object verdwijnt, waarna de camera deze niet meer ziet en de tracersing verbroken wordt (De Ceunynck et al., 2013a).

In dit onderzoek worden de verzamelde videobeelden dan ook semi-automatisch verwerkt. De huidige ontwikkelde systemen maken het al mogelijk om o.b.v. de videobeelden voertuigsnelheden en posities redelijk nauwkeurig te bepalen. Stap 3 en 4 dienen echter manueel uitgevoerd te worden. Zo dient men allereerst een selectie te maken van potentieel interessante situaties, waarna men het systeem dient te assisteren in het opstellen van een trajectorie van de weggebruiker (De Ceunynck et al., 2013a).

2.4 Conclusie literatuurstudie

De voorgaande literatuurstudie heeft reeds heel wat inzichten geleverd ter bevordering van het onderzoek. Zo is gebleken waarom het zo belangrijk is om dit onderzoek uit te voeren. Uit de literatuur bleek dat het niet naleven van de voorrang-van-recht regel zeer gevaarlijk kan zijn. Een eerdere observatiestudie toonde daarnaast aan dat het implementeren van verkeersdrempels de naleving van de voorrangsregels vermindert. Deze bevindingen maken verder onderzoek naar de invloed van verkeersplateaus op de veiligheid op kruispunten met voorrang van rechts interessant.

Literatuuronderzoek toont echter wel dat er verschillende indicatoren gebruikt kunnen worden om de ernst van een conflict tussen weggebruikers te beoordelen. Op basis van deze literatuur wordt geconcludeerd dat de indicatoren het meest T_{2min} en Delta-V nuttig zullen zijn, aangezien deze praktisch altijd een waarde toegekend krijgen. Daarnaast kennen deze indicatoren een voordeel aangezien deze niet enkel de kans op botsen voorspellen maar ook een voorspelling maken van de ernst van een ongeval moest deze plaatsvinden. Het gebruik van semi-geautomatiseerde conflictobservatie levert reeds accuratere resultaten dan conflictobservatie uitgevoerd door menselijke conflictobservatoren. Toch is er in het proces van automatische conflictobservatie nog veel ruimte voor verbetering.

Omtrent verhoogde kruispunten met een voorrang van rechts regeling is nog maar zeer weinig kennis. Het is dan ook niet mogelijk om reeds via de literatuur een antwoord te bieden op de vraag of verkeersplateaus op voorrang van rechts kruispunten de verkeersveiligheid verbeteren of verminderen. Een conclusie hieromtrent zal dan ook op basis van de bekomen conflictgegevens gevormd moeten worden.

3 Onderzoeksopzet

In deze studie wordt onderzocht hoe de verkeersveiligheid op een kruispunt met voorrang van rechts wordt beïnvloed wanneer deze is voorzien van een verkeersplateau. Kruispunten met voorrang van rechts zonder verkeersplateau worden in dit rapport aangeduid als een 'basiskruispunt', kruispunten met voorrang van rechts die wel zijn voorzien van een verkeersplateau kennen de term 'verhoogd kruispunt'. De effecten van een verkeersplateau op de verkeersveiligheid worden onderzocht door het vergelijken van voertuiginteracties op een basiskruispunt met voertuiginteracties op een verhoogde kruispunt. In dit onderzoek wordt een interactie gedefinieerd als 'een situatie waarin twee weggebruikers op een kruispunt arriveren en elkaar met dergelijke nabijheid in tijd en ruimte naderen zodat de aanwezigheid van een weggebruiker invloed kan hebben op het gedrag van de andere'. Een interactie tussen weggebruikers is een elementaire gebeurtenis in het mobiliteitsproces welke de potentie heeft om in een ongeval uit te monden (Laureshyn, Svensson, & Hydén, 2010 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Gegeven een beperkt zich vanuit de videobeelden, kan deze definitie slechts in beperkte geografische ruimte rondom het kruispunt worden toegepast. Op elke arm, van beide kruispunten, bevinden de grenzen van deze ruimte zich op ca. 30 meter van het kruisingsvlak.

Een eerste stap in het onderzoeksproces is het zoeken naar geschikte, te vergelijken kruispunten. Bij het selecteren van het te observeren basis- en verhoogd kruispunt is gezocht naar twee zo vergelijkbaar mogelijke kruispunten, uitgezonderd van de aanwezigheid van een verkeersplateau. In onderdeel 3.1 worden de gekozen kruispunten toegelicht en gesitueerd. Om voertuiginteracties op zowel het basis- als het verhoogde kruispunt te vergelijken, dienen de interacties eerst geobserveerd te worden. De gekozen kruispunten zullen 14 dagen van een camera worden voorzien, welke alle voertuigen met hun bijbehorende manoeuvres vastlegt. De voertuiginteracties worden dus niet rechtstreeks door een observator waargenomen maar wel op videobeeld vastgelegd. Vervolgens kunnen de mogelijk relevante interacties uit de videobeelden worden gedetecteerd. Deze relevante interacties worden vervolgens gemeten waarop een analyse met bijbehorende interpretatie volgt. Het analyseren van deze videobeelden gebeurt door middel van het programma T-Analyst.

3.1 De onderzochte kruispunten

3.1.1 Keuze van de kruispunten

Om de invloed van een verkeersplateau op de verkeersveiligheid te onderzoeken, zouden interacties zo min mogelijk geleid mogen worden door specifieke interactiekenmerken, met uitzondering van de aanwezigheid van een verkeersplateau. Met die reden worden twee 'basis' kruispunten gekozen, welke geen geometrische bijzonderheden zoals fietspaden of zebapaden kennen, die interacties tussen bestuurder kunnen beïnvloeden (methodologie uit De Ceunynck et al., 2013b). Invloed door het feit dat bestuurders minder neigen te remmen voor bestuurders komende van een smallere weg, wordt vermeden door te kiezen voor kruispunten met gelijke wegbreedtes op elk van de arriverende takken (Björklund & Åberg, 2005). Er is gekozen voor kruispunten met vier takken, aangezien drie-taks kruispunten remgedrag beïnvloeden (De Ceunynck et al., 2013b).

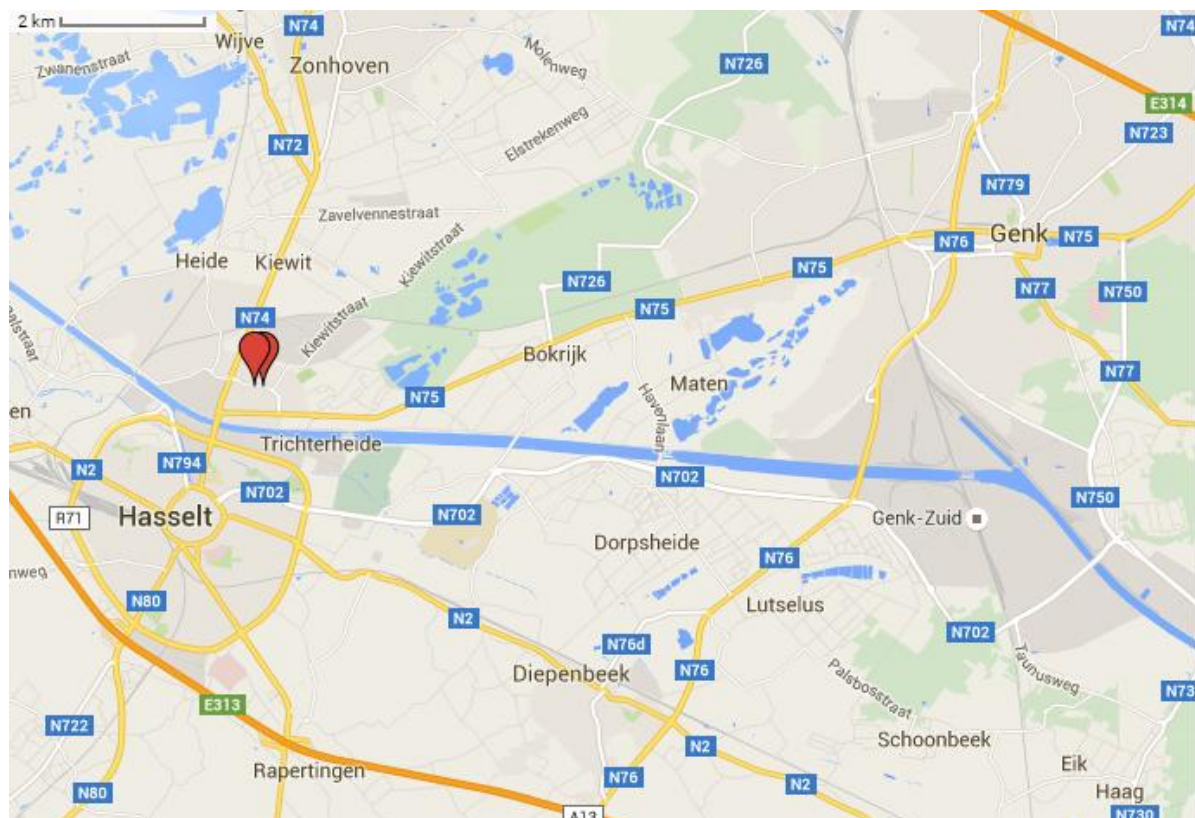
Na terreinobservatie van diverse kruispunten is gekozen voor twee kruispunten gelegen in de Banneuxwijk te Hasselt. Het verhoogd kruispunt (kruispunt 1) betreft de kruising van de Banneuxstraat met de André Dumonstraat. Het basiskruispunt (kruispunt 2) betreft de kruising van de Banneuxstraat met de Lod. Lavkistraat. Beide kruispunten zijn gelegen op de Banneuxstraat en liggen dus in elkaars verlengde. De afstand tussen beide kruispunten bevat ca. 120m en tussen de te onderzoeken

kruispunten is geen andere kruising gelegen. Uitgezonderd van het verkeersplateau zijn de kruispunten dan ook zeer gelijkaardig op gebied van geometrie, uitzicht en omgeving. De grote gelijkheid tussen de kruispunten maakt deze dan ook zeer geschikt voor vergelijking. Een intensiteitentelling (zie Bijlage 2) wijst eveneens uit dat de kruispunten gelijkaardige intensiteiten kennen, wat eveneens positief is ter vergelijking. Een exacte situering van deze kruispunten is in het volgend onderdeel (3.1.2) terug te vinden.

3.1.2 Beschrijving van de locaties

De te onderzoeken kruispunten zijn gesitueerd in de Banneuxwijk te Hasselt. Op Figuur 10 en Figuur 11 worden beide kruispunten gesitueerd op respectievelijk meso- en microniveau. Op deze kaarten is zichtbaar dat de wijk zich situeert ten noordoosten van de kruising van de Genkersteenweg (N75) met de Kempische Steenweg (N74), ook wel de Limburgse Noord-zuidverbinding genoemd. De Genkersteenweg vormt een belangrijke verbinding tussen Hasselt en Genk welke veel lintbebouwing kent. Naast woningen zijn hierlangs eveneens vele handelsfuncties gelegen, welke autoverkeer aantrekken. Het is juist door deze lintbebouwing dat deze weg minder interessant maakt voor doorgaand verkeer tussen Hasselt en Genk. De N74 kent een belangrijke functie voor doorgaand verkeer aangezien deze Hasselt, via Houthalen-Helchteren met het Nederlandse Eindhoven verbindt.

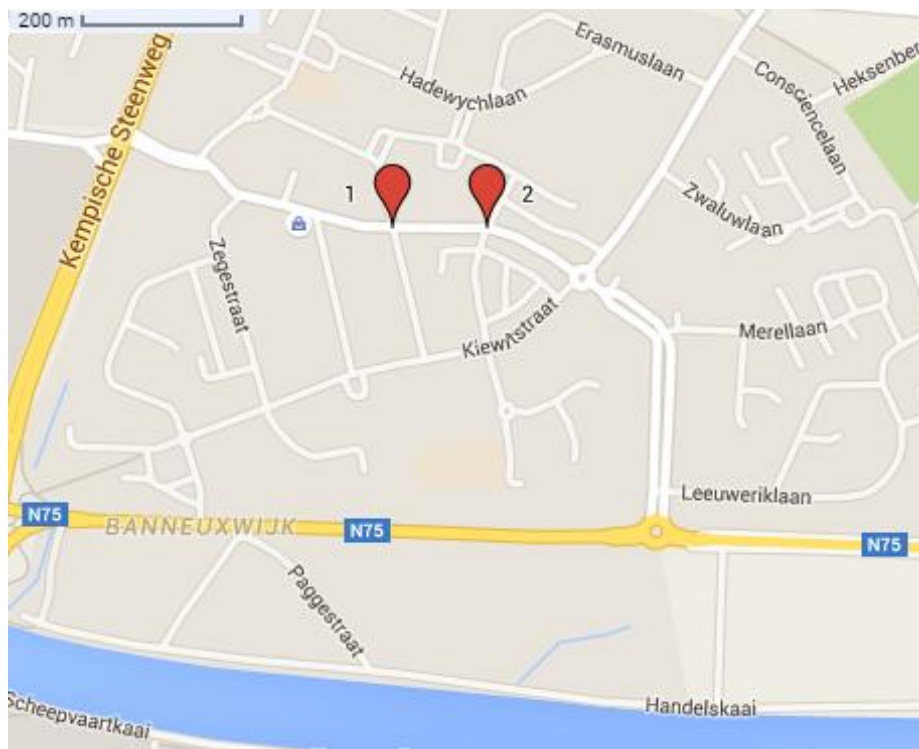
Figuur 9: Situering op mesoniveau



Bron: Google (2015)

Zoals op de luchtfoto (zie Figuur 11) zichtbaar, bestaan beiden te onderzoeken kruispunten uit vier takken welke verkeer aanvoeren. Op beide kruispunten geldt op elk van de vier takken een snelheidslimiet van 50 km/uur. Eveneens zichtbaar is dat deze kruispunten zijn gelegen in een woonwijk, waardoor deze zich in een dichtbebouwde omgeving bevinden.

Figuur 10: Situering kruispunten op microniveau



Bron: Google (2015)

Figuur 11: Luchtfoto kruispunten



Bron: AGIV (2014)

Uit Figuur 10, welke de kruispunten op microniveau situeert, blijkt dat beide kruispunten op de Banneuxstraat gelegen zijn en zich dus in elkaars verlengde bevinden. Op deze figuur is eveneens zichtbaar dat de Banneuxstraat een verbinding vormt tussen de gewestwegen N74 en N75. Mogelijk wordt deze straat door enkele automobilisten als sluiproute genomen om het drukke knooppunt van de N74 met de N75 te vermijden. Mogelijkerwijs verwerken de kruispunten dus niet enkel plaatselijk verkeer uit de Banneuxwijk maar beweegt zich eveneens doorgaand verkeer op de Banneuxstraat voort. Deze aanmerkingen in het achterhoofd houdende kan verwacht worden dat op beide kruispunten de intensiteiten op de Banneuxstraat hoger liggen dan op de andere takken (André Dumonstraat en Lod. Lavkistraat voor respectievelijk kruispunt 1 en kruispunt 2). Op 30 oktober 2015 werden op beide kruispunten intensiteitentellingen (zie 0 en 0) uitgevoerd welke de hiervoor beschreven vermoedens bevestigen. Tijdens de ochtendspits werden op de Banneuxstraat intensiteiten van 150 – 200 voertuigen per uur gemeten terwijl de André Dumonstraat en Lod. Lavkistraat een maximum van 45 voertuigen per uur kenden.

Uit voorgaande literatuurstudie blijkt dat weggebruikers de weg met een hoger verkeersvolume als impliciete hoofdweg beschouwen (De Ceunynck et al., 2013b). In deze studie zal de Banneuxstraat dan ook als hoofdweg beschouwd worden en op kruispunt 1 en kruispunt 2 worden respectievelijk de André Dumonstraat en de Lod. Lavkistraat als ondergeschikte wegen beschouwd. Voortwerkend op de bevindingen uit eerdere gedragsobservatiestudies (Cams, 2015; De Ceunynck et al., 2013b) kan men verwachten dat bestuurders op de André Dumonstraat en de Lod. Lavkistraat zich voorzichtiger zullen gedragen dan bestuurders op de Banneuxstraat. Er wordt dan ook verondersteld dat de voorrang van rechts regel vaker geschonden zal worden wanneer de bestuurder, welke voorrang dient te verlenen, zich op de Banneuxstraat bevindt dan wanneer deze zich op de André Dumonstraat of Lod. Lavkistraat bevindt.

3.1.2.1 *Kruispunt 1: Banneuxstraat x André Dumonstraat*

Op Figuur 12 en Figuur 13 worden sfeerbeelden van het verhoogde kruispunt weergegeven. Per foto wordt aangegeven vanuit welke tak deze genomen werd.

Figuur 12: Sfeerbeeld kruispunt 1 vanuit Banneuxstraat



Bron: Eigen werk

Figuur 13: Sfeerbeeld kruispunt 1 vanuit André Dumonstraat



Uit deze afbeeldingen blijkt het verkeersbord B17 (zichtbaar op Figuur 14) welke de voorrang van rechts regeling aankondigt, afwezig. Ook bij afwezigheid dient elke verkeersdeelnemer voorrang te verlenen aan de bestuurder die van rechts komt. Ook verkeersbord F87 (zichtbaar op Figuur 15 welke

de aanwezigheid van een verhoogde inrichting aankondigt, is niet ter hoogte van het kruispunt geplaatst (Wegcode, n.d.)

Figuur 14: B17. Kruispunt waar de voorrang van rechts geldt.



Figuur 15: Verkeersbord F87. Verhoogde inrichting op de openbare weg



3.1.2.2 Kruispunt 2: Banneuxstraat x Lod. Lavkistraat

Op Figuur 16 en Figuur 17 worden sfeerbeelden van het basiskruispunt weergegeven. Ook hier wordt per foto aangegeven vanuit welke tak deze genomen werd. Net zoals op het verhoogde kruispunt, is het basiskruispunt niet voorzien van verkeersbord B17, welke de voorrang van rechts regeling aankondigt.

Figuur 16: Sfeerbeeld kruispunt 2 vanuit Banneuxstraat



Figuur 17: Sfeerbeeld kruispunt 2 vanuit Lod. Lavkistraat



3.2 Conflictobservatie

Zowel het basis- als het verhoogd kruispunt werden in november 2015 elk 14 dagen van twee camera's voorzien. In totaal werden er dus vier camera's opgehangen welke alle gebeurtenissen op de twee kruispunten dag en nacht registreerden. Bij het gebruiken van de camera's dienden er enkele praktische aandachtspunten in overweging genomen te worden. Zo diende er eerst toestemming van de wegbeheerder bekomen te worden voor het plaatsen van de camera's. Daarnaast was het nodig een goede locatie voor de camera met bijbehorende uitrusting te vinden. De camera dient namelijk te worden voorzien van stroom wat ophanging aan een verlichtingspaal of gebouw noodzakelijk maakt. Ook dient het standpunt van de camera goed beredeneerd te worden aangezien het volledige studiegebied in beeld dient te zijn. In Bijlage 3 bevat vier afbeeldingen welke het zicht van de twee camera's op het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt weergegeven.

Nadat de camerabeelden bekomen zijn, worden de video's geanalyseerd met behulp van T-Analyst, een semi-geautomatiseerde videoanalyse-instrument, ontwikkeld aan de Universiteit van Lund (Zweden) (Lund University - Transport and Roads, 2015). Allereerst dienen de videobeelden in de software ingeladen te worden. Vervolgens dienen deze beelden manueel overlopen te worden om eventueel relevante situaties te detecteren. De software van T-Analyst maakt het mogelijk om

manueel een 3D-model op de weggebruikers in de videobeelden op te zetten en hiermee hun werkelijke coördinaten te projecteren. Op die manier maakt de software het mogelijk om weggebruikers, zichtbaar in één of meer camerabeelden, manueel te traceren. Op basis van deze manueel opgebouwde trajectoriën kan de software een inschatting maken van enkele conflictindicatoren zoals TTC, TA, Time Advantage en T_2 (Laureshyn et al., 2016; Laureshyn, 2010). Hoe deze conflictverwerking in T-Analyst eruit ziet wordt zowel voor het verhoogde- als het basiskruispunt, wordt in Bijlage 4 gevisualiseerd (respectievelijk Figuur 49 en Figuur 50)

3.2.1 Te observeren conflicten

In deze conflictobservatie worden op elke locatie een dag (24u) per week alle interacties tussen weggebruikers gemeten. In totaal worden dus op beide kruispunten twee dagen (48u) alle interacties tussen weggebruikers gemeten en onderzocht, het betreft hier telkens wekdagen.

Uit de camerabeelden worden enkel conflicten tussen gemotoriseerd verkeer onderzocht. Daarnaast wordt enkel gekeken naar voertuigen welke bij het naderen van het kruispunt hun snelheid en acties vrij kunnen kiezen. Met andere woorden, er wordt enkel gekeken naar voertuigen die geen voorligger kennen welke hun keuzes beïnvloedt (Kulmala, 1991).

3.2.2 Variabelen conflictobservatie

Om potentiële conflicten te analyseren dienen de verschillende te onderzoeken variabelen (in T-Analyst) gespecificeerd te worden. Deze te onderzoeken variabelen worden in Tabel 4 weergegeven en kort toegelicht. Onder de tabel zullen de variabelen, indien nodig, verder worden toegelicht. De verschillende weergegeven variabelen in deze tabel hebben betrekking tot de onderzoeksvragen. Via de conflictobservatie krijgen deze variabelen waarden toegewezen, welke vervolgens via T-Analyst worden weggeschreven voor verdere (statistische) analyses (methodologie volgens De Smet, 2015).

Uit de literatuurstudie is gebleken dat op kruispunten met voorrang van rechts, bestuurders op de impliciete hoofdweg (primaire weg) zich anders gedragen dan bestuurders op de impliciet ondergeschikte weg (secundaire weg). Hierom zal het net zoals in het onderzoek van De Ceunynck et al. (2013b) mogelijk zijn om de data van de kruispunten op twee manieren te coderen: enerzijds kan er onderscheid gemaakt worden in voertuigen in de voorrang en voertuigen welke geen voorrang hebben, volgens de officiële voorrang van rechts regeling, en anderzijds kan er onderscheid gemaakt worden tussen voertuigen op de impliciete hoofdweg en voertuigen op de impliciet ondergeschikte weg. Om de tabel te verduidelijken worden onderstaande afkortingen gebruikt:

Onderscheid	Toelichting	Gebruikte afkortingen in tabel
Primaire of secundaire weg	{ - Voertuig op primaire weg	VTG 1
	{ - Voertuig op secundaire weg	VTG 2
Wel/geen voorrang hebben	{ - Voertuig welke voorrang heeft	VTG 1
	{ - Voertuig welke geen voorrang heeft	VTG 2

In dit onderzoek worden telkens interacties tussen 2 gemotoriseerde weggebruikers geanalyseerd. Wanneer een interactie met meerdere gemotoriseerde weggebruikers wordt waargenomen, wordt deze in meerdere interacties tussen 2 weggebruikers opgesplitst.

Tabel 4: Variabelen conflictobservatie

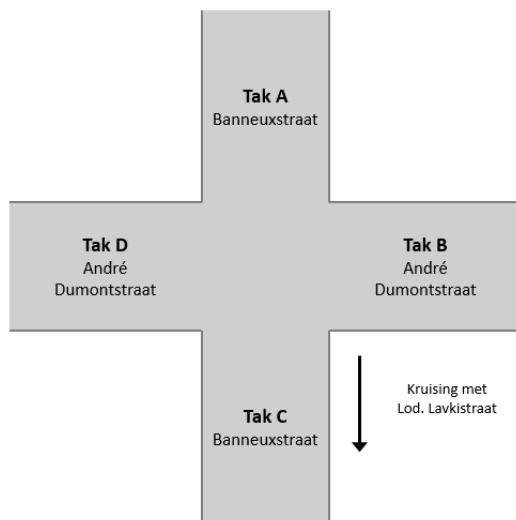
Naam variabele	Korte uitleg	Soort waarde	Mogelijkheden
Categorie VTG 1	Welke categorie heeft het voertuig 1?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gekend (0) - Auto (1) - Bestelwagen (2) - Vrachtauto (3) - Bus (4) - Motorfiets (5) - Andere (6)
Categorie VTG 2	Welke categorie heeft het voertuig 2?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gekend (0) - Auto (1) - Bestelwagen (2) - Vrachtauto (3) - Bus (4) - Motorfiets (5) - Andere (6)
Overtreding voorrang	Wordt de voorrang van rechts regel overtreden?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gekend (0) - Overtreding (1) - Geen overtreding (2) - Onduidelijk (3)
Delta V8	Wat is de Delta V8-waarde van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak
Delta V6	Wat is de Delta V6-waarde van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak
Delta V4	Wat is de Delta V4-waarde van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak

Naam variabele	Korte uitleg	Soort waarde	Mogelijkheden
T_{2min}	Wat is de T_{2min} -waarde van het conflict (indien beschikbaar)?	Numeriek	Open tekstvak
TTC_{min}	Wat is de TTC_{min} -waarde van het conflict?	Numeriek	Open tekstvak
Manoeuvre VTG 1	Rijrichting van het voertuig het voertuig 1?	Categorisch	- AB (1) - BC (4) - CD (7) - DA (10) - AC (2) - BD (5) - CA (8) - DB (11) - AD (3) - BA (6) - CB (9) - DC (12) - Andere (13)
Manoeuvre VTG 2	Rijrichting van het voertuig 2?	Categorisch	- AB (1) - BC (4) - CD (7) - DA (10) - AC (2) - BD (5) - CA (8) - DB (11) - AD (3) - BA (6) - CB (9) - DC (12) - Andere (13)
Haakse interactie	Naderen de voertuigen elkaar in een hoek van 90°?	Categorisch	- Niet gekend (0) - Ja (1) - Nee (2)
Naderingsgedrag VTG 1	Hoe nadert het voertuig 1?	Categorisch	- Niet gekend (0) - Stoppen (1) - Vertragen (2) - Niet vertragen (3) - Anders (4)
Naderingsgedrag VTG 2	Hoe nadert het voertuig 2?	Categorisch	- Niet gekend (0) - Stoppen (1) - Vertragen (2) - Niet vertragen (3) - Anders (4)

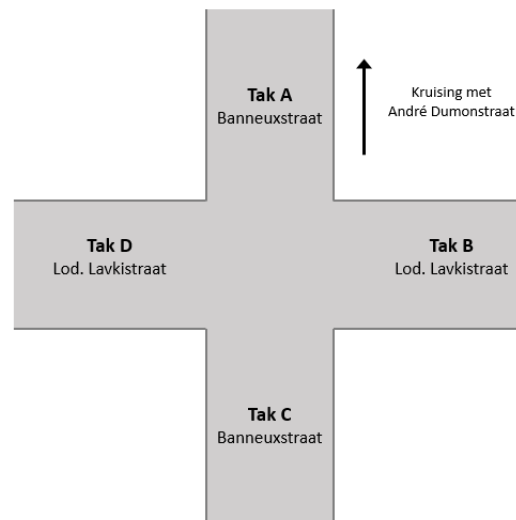
Naam variabele	Korte uitleg	Soort waarde	Mogelijkheden
Naderingssnelheid VTG1 (Snelheid op het moment van T_{2min})	Met welke snelheid nadert het voertuig 1 het kruispunt?	Numeriek	Open tekstvak
Naderingssnelheid VTG2 (Snelheid op het moment van T_{2min})	Met welke snelheid nadert het voertuig 2 het kruispunt?	Numeriek	Open tekstvak
Lichtgesteldheid	Wat was de lichtgesteldheid op het moment van het conflict?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Dag (1) - Schemerdonker (2) - Nacht (3)
Haakse interactie	Is er wel/niet sprake van een haakse interactie	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gekend (0) - Ja (1) - Nee (2)
Voorrang hebben	Wie heeft officieel gezien voorrang ?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gekend (0) - VTG 1 (1) - VTG 2 (2)
Volgorde oprijden	Wie gaat eerst de kruising op?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gekend (0) - VTG 1 (1) - VTG 2 (2)
Aankomst	Wie arriveert het eerst op het kruispunt?	Categorisch	<ul style="list-style-type: none"> - Niet gekend (0) - VTG 1 (1) - VTG 2 (2) - Gelijktijdig

Hoewel de meeste variabelen in Tabel 4 op zichzelf duidelijk zijn of reeds in de literatuurstudie zijn toegelicht, dienen enkele variabelen nog iets uitgebreider te worden toegelicht. De rijrichting van de conflicterende voertuigen wordt uitgedrukt door het manoeuvre wat zij uitvoeren. Dit manoeuvre wordt aangeduid door een tweedelige lettercombinatie. De eerste letter duidt de tak aan waar de bestuurder vandaan komt en de tweede letter duidt de tak aan waar de bestuurder naartoe rijdt. Op onderstaande afbeeldingen wordt voor zowel het verhoogd- als het basiskruispunt (respectievelijk Figuur 18 en Figuur 19) een schets weergegeven welke de kruispunttakken benoemt.

Figuur 18: Schets indeling verhoogd kruispunt

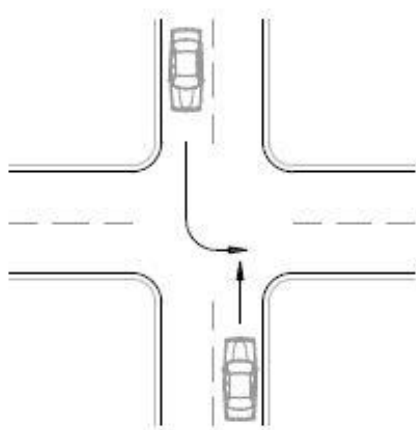


Figuur 19: Schets indeling basiskruispunt



Het benoemen van de voertuigen (VTG 1 - VTG 2) volgens onderscheid in het soort weg waarop het voertuig zich bevindt (primaïr of secundair), kent echter een moeilijkheid. In enkele gevallen bevinden

Figuur 20: Voorbeeld van een niet-haakse interactie



de elkaar benaderende voertuigen zich namelijk op een gelijkaardige weg, bv. beiden bevinden zich op een primaire weg of beiden bevinden zich op een secundaire weg. Een voorbeeld van een dergelijke interactie wordt weergegeven op Figuur 20. In dergelijke interacties benaderen de voertuigen elkaar dus niet volgens een hoek van 90° en kan er dus niet van een haakse interactie gesproken worden. Indien beide voertuigen zich op een 'gelijkwaardige' weg bevinden dan is voertuig 1 het voertuig welke voorrang heeft en voertuig 2 het voertuig welke geen voorrang heeft.

De naderingssnelheid licht toe met welke snelheid de bestuurders het kruispunt naderen. Er is gekozen om de snelheid te kiezen op het moment dat de T_2 minimaal is.

Voor de T_{2min} -waarde is er in de literatuur nog geen drempelwaarde gesteld, welke onderscheid tussen ernstige en niet-ernstige conflicten maakt. Uit het literatuuronderzoek blijkt wel dat voor zowel de TTC_{min} , als de PET-waarde wordt aangenomen dat men bij waardes kleiner dan 1,5 seconden kan spreken van een potentieel gevaarlijk conflict (Grayson et al., 1984; Kraay & van der Horst, 1989). Gezien de T_{2min} en de Delta-V indicatoren praktisch altijd een waarde zullen genereren, worden deze

als belangrijkste ter beoordeling van de conflicternst beschouwd. In dit onderzoek wordt een conflict dan ook als ernstig beschouwd wanneer de T_{2min} -waarde kleiner dan 1,5 seconden is. Bij interacties waar een TTC-waarde wordt berekend, zal de minimale waarde van deze variabele wel gerapporteerd worden.

3.3 Analyse en interpretatie

3.3.1 Datapreparatie

Nadat alle relevante conflicten in T-Analyst zijn ingegeven, dienen de resultaten geanalyseerd en geïnterpreteerd te worden. Voordat deze analyses uitgevoerd kunnen worden, dient de dataset op uitbijters gecontroleerd te worden. Een uitbijter wordt gedefinieerd als een observatie welke in grote mate verschilt van de meeste anderen. Uitbijters kunnen statistieken zoals het gemiddelde vertekenen (Field, 2005). De uitbijters worden bepaald op basis van de T_{2min} –waarde. Op die manier worden conflicten met een zeer lage ernst (extreem hoge T_{2min} –waarde) niet meegenomen in de analyses. In dit rapport worden uitbijters berekend door de methode van Tuckey, welke zich baseert op de interkwartielafstand (IKA). Men spreekt in deze methode van een uitbijter als de waarde zich buiten een bepaald interval bevindt. Het interval wordt op volgende manier bepaald (Dawson, 2011):

$[Q_1 - 1,5 * IKA ; Q_3 + 1,5 * IKA]$ met Q_1 = eerste kwartiel, Q_3 = derde kwartiel en $Q_3 - Q_1 = IKA$

T_{2min} -waardes die zich buiten dit interval bevinden zullen niet in de analyses meegenomen worden. Na het verwijderen van alle uitbijters uit de dataset, kan de data interpretatie en –analyse uitgevoerd worden.

3.3.2 Data-analyse

Bij het analyseren van de data zullen de geobserveerde variabelen allereerst via beschrijvende statistiek toegelicht worden. Zoals reeds bij de eerder in de Onderzoeksopzet (3.2.2) aangehaald, is het mogelijk om de interactiedata op twee manieren te coderen. Per interactie kunnen de interagerende voertuigen dus op 2 manieren van elkaar onderscheiden worden, nl:

1. Primair vs. Secundair

Er wordt onderscheid gemaakt tussen het voertuig welke zich op de impliciete hoofdas (primaire as) bevindt en het voertuig welke zich op de impliciet ondergeschikte as bevindt (secundaire as)

2. Voorrang vs. Geen-voorrang

Er wordt onderscheid gemaakt tussen het voertuig in de voorrang en het voertuig welke geen voorrang heeft.

Diverse te analyseren variabelen zullen dan ook op beide manieren geanalyseerd worden. Indien mogelijk en wenselijk zullen de variabelen verder onderzocht worden aan de hand van statistische testen. Deze testen worden uitgevoerd via het statistisch programma SPSS.

De Chi-kwadraattoets nuttig zijn om het verband tussen twee categorische variabelen (bv. kruispuntinrichting en overtreding van de voorrangsregeling) te vergelijken. Zo kan deze test nuttig zijn om te onderzoeken of een verkeersplateau invloed heeft op het aantal overtredingen op de voorrang van rechts regel. De Chi-kwadraattoets stelt echter de voorwaarde dat de verwachte waarden in iedere cel minimum gelijk aan 5 moeten zijn in een 2x2 tabel (2 categorische variabelen met elk 2 categorieën). Wanneer er niet aan deze voorwaarde voldaan wordt, is de Fisher's Exact test

een goed alternatief om het verband tussen twee categorische variabelen te onderzoeken (Field, 2005).

Om twee groepen met interval- of ratiovariabelen met elkaar te vergelijken, is de t-test voor twee onafhankelijke steekproeven een mogelijk relevante statistische toets. Deze toets gaat namelijk na of de gemiddelden van een bepaalde variabele van twee populaties aan elkaar gelijk zijn. De t-toets voor twee onafhankelijke steekproeven gaat uit van twee aselechte steekproeven en een normaal verdeelde steekproevenverdeling. Men spreekt van een normaal verdeelde steekproevenverdeling als de variabele in de populatie normaal verdeeld is, of als beide steekproeven minimaal 30 cases zijn. Ook is de t-toets enkel mogelijk voor interval- of ratiovariabelen. In Tabel 5 worden de verschillende soorten variabelen weergegeven. In dit onderzoek kan de t-test dus nuttig zijn om de T_{2min} -waarden van het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt te vergelijken. Bij de t-test luidt de nulhypothese dat beide populatiegemiddelden aan elkaar gelijk zijn. Voor een correcte uitvoering en analyse van de t-test, dient de Levene's toets (*Levene's Test for Equality of Variances*) uitgevoerd te worden. Deze bepaalt namelijk of de t-toets voor gelijke of voor ongelijke variantie gebruikt dient te worden. De nulhypothese van de Levene's toets luidt dat de varianties in beide populaties aan elkaar gelijk zijn. M.a.w. de variantie van waarden van het basiskruispunt is gelijk aan de variantie van de waarden van het verhoogd kruispunt (Field, 2005).

Tabel 5: Soorten variabelen

Nominale variabele:	Objecten hebben een naam om te onderscheiden van andere objecten
Ordinale variabele:	Een rangschikking van de objecten is mogelijk maar slechts kwalitatief
Interval variabele:	De verschillen tussen waarden hebben betekenis
Ratio variabele:	De verhoudingen tussen de waarden hebben betekenis. Er is een absoluut nulpunt aanwezig

(GraphPad, 2009; Longley & Goodchild, 2010)

Bovenstaande methodes van data-analyse zijn vooral nuttig om verschillen tussen het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt aan het licht te brengen. Teruggrijpend naar de onderzoeksvragen (zie 1.2), is het echter ook belangrijk om te zoeken welke gedragingen en omstandigheden leiden tot verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts. Om dit te onderzoeken, wordt de bekomen data van de conflicten geanalyseerd door logistische regressiemodellen. Logistische regressie is meervoudige regressie met een uitkomst-variabele (afhankelijke) welke categorische is, en voorspellende variabelen welke ofwel continu ofwel categorisch zijn (Field, 2005). Wanneer de afhankelijke variabele slechts twee categorische uitkomsten heeft wordt er gesproken van binaire logistische regressie, wanneer deze meer categorieën heeft spreekt men van multinomiale logistische regressie. In dit onderzoek is het al dan niet plaatsvinden van een voorrangsovertreding de afhankelijke, binaire variabele. Onafhankelijke variabelen zoals de manier waarop bestuurders het kruispunt naderen, of de aankomstvolgorde, worden hieraan gekoppeld. Zo kan er onderzocht worden welke van deze onafhankelijke variabelen de kans op een voorrangsovertreding vergrootten of verkleinen.

Aangezien de dataset op twee manieren gecodeerd kan worden (primair vs. secundair en voorrang vs. geen-voorrang) zullen er in dit onderzoek ook twee logistische regressiemodellen opgesteld worden. Net zoals de andere statistische testen zal dit model opgebouwd worden in het programma SPSS. De twee modellen worden ontwikkeld door de 'stepwise' methode te gebruiken. Deze methode is

wenselijk wanneer er nog maar weinig eerder onderzoek naar de onderzochte verbanden is uitgevoerd (Field, 2005). Gezien er naar omtrent dit onderwerp nog maar weinig onderzoek is uitgevoerd welke vertellen van welke variabelen we mogen verwachten om betrouwbare voorspellers te zijn, is de 'stepwise'-methode op zijn plaats. Bij de 'stepwise forward'-methode wordt eerst iedere onafhankelijke variabele toegevoegd en gekoppeld aan de afhankelijke variabele. De variabelen welke significant zijn ($p < 0,05$) worden in het model behouden, de variabelen welke niet significant zijn ($p > 0,05$) worden niet in het model opgenomen.

Logistische regressie kent enkele aannames die in het oog moeten gehouden worden bij het opzetten van de modellen. Deze zijn de volgende (Field, 2005):

1. **Lineariteit:** De aanname van de lineariteit in logistische regressie veronderstelt dat er een lineair verband is tussen de continue voorspellende variabelen en de logit van de afhankelijke variabele. Deze aanname kan getest worden door te kijken of de interactie tussen de continue voorspellende variabele en zijn logaritme significant is. Of deze aanname voldaan is, wordt bij het opstellen van de logistische regressiemodellen gecontroleerd.
2. **Onafhankelijkheid van fouten:** Dit betekent dat interacties niet gerelateerd mogen zijn; zo kan men bijvoorbeeld niet dezelfde mensen op verschillende kruispunten meten. Het is geweten dat aan deze voorwaarde voldaan is, dus deze zal bij de onderzoeksresultaten niet aangehaald worden.
3. **Multicollineariteit:** Dit geeft aan dat voorspellers niet te sterk gecorreleerd mogen zijn. Deze veronderstelling kan gecontroleerd worden met tolerantie en variantie inflatie statistieken. Of deze aanname voldaan is, wordt bij het opstellen van de logistische regressiemodellen gecontroleerd.

Alle statistische testen worden uitgevoerd op een significantieniveau van $\alpha = 0,05$. De uitspraken op basis van deze testen kennen dus een betrouwbaarheid van 95%. Een uitgevoerde statistische test wordt dus als significant beoordeeld wanneer $p < 0,05$.

4 Onderzoekresultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de analyses toegelicht. In totaal werden er 399 interacties verwerkt in T-Analyst, waarvan 196 plaatsvonden op het basiskruispunt en 203 op het verhoogd kruispunt. Vooraleer deze interacties te analyseren, dienen deze eerst op uitbijters onderzocht te worden. Op basis van de bovenstaande formule (zie 3.3.1) spreekt men van een uitbijter als de T_{2min} -waarde zich tussen het interval $[0,17 - 5,17]$ bevindt. In totaliteit werden er 16 uitbijters bevonden, welke allen een T_{2min} -waarde groter dan 5,17 kenden. Dit wijst er reeds op dat er geen enkele interactie met een T_{2min} -waarde lager dan 0,17 werd geobserveerd.

Door het buiten beschouwing laten van de interacties met extreme T_{2min} -waardes, kunnen er in totaal 383 interacties geanalyseerd worden, waarvan 190 zich voordeden op het basiskruispunt en 193 op het verhoogd kruispunt. Tabel 6 toont de beschrijvende statistiek van deze geobserveerde interacties in T-Analyst.

De tabel bestaat uit drie kolommen. De eerste kolom bevat de naam van de onderzochte variabelen, deze bevat zowel categorische- als numerieke variabelen. De tweede en derde kolom geven respectievelijk voor zowel het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt de geobserveerde aantallen voor die specifieke variabelen aan. In deze tabel worden enkele algemene variabelen maar ook variabelen met betrekking tot het voorrangsgedrag, de naderingssnelheid, het naderingsgedrag en de conflicternst beschreven.

In dit hoofdstuk worden de onderzochte variabelen voor elk kruispunttype gedetailleerder toegelicht. Indien mogelijk en gewenst worden statistische analyses uitgevoerd welke de relatie van deze variabelen met de variabele kruispuntinrichting (basiskruispunt of verhoogd kruispunt) toetsen. Daarna worden er twee statistische modellen toegelicht, welke de relaties tussen variabelen in Tabel 6 het al dan niet overtreden van de voorrangregeling beschrijven. Het hoofdstuk wordt afgesloten met de bevonden conclusies uit de onderzoeksresultaten. Deze conclusies worden bediscussieerd door een terugkoppeling naar de besproken literatuur in het onderdeel Literatuuronderzoek te maken. Zo kan er onderzocht worden of de bevonden resultaten overeenstemmen met de theoretische veronderstellingen.

Tabel 6: Overzichtstabel beschrijvende statistiek

<i>Variabele</i>		<i>Basiskruispunt (N=190)</i>	<i>Verhoogd kruispunt (N=193)</i>
<i>Intensiteit</i>	Primaire as	227	259
	Secundaire as	37	26
<i>Invloed van een andere weggebruiker</i>	Ja - Nee	114 - 76	129 - 64
<i>Voertuigcategorieën</i>	Auto:	342	345
	Minibus:	27	29
	Vrachtauto:	1	3
	Bus:	8	9
	Motorfiets:	2	0
<i>Lichtgesteldheid</i>	Dag	106	125
	Schemer	20	24
	Nacht	64	44
<i>Haakse interactie</i>	Ja - Nee	169 - 21	162 - 31
<i>Interactiesoort (zie Figuur 22)</i>	1	47	53
	2	7	32
	3	53	37
	4	13	28
	5	60	35
	6	7	3
	7	2	5
	8	1	0
<i>Voorrangsgedrag</i>			
<i>Voorrangsregeling wordt overtreden</i>	Ja - Nee	34 - 156	60 - 133
<i>Voertuig in voorrang gaat eerst</i>	Ja - Nee	155 - 35	134 - 59
<i>Voertuig uit voorrang gaat eerst</i>	Ja - Nee	35 - 155	59 - 134
<i>Voertuig op hoofdas heeft voorrang</i>	Ja - Nee	102 - 88	91 - 102
<i>Voertuig op hoofdas gaat eerst</i>	Ja - Nee	113 - 77	108 - 85
<i>Voertuig op secundaire as heeft voorrang</i>	Ja - Nee	88 - 102	102 - 91
<i>Voertuig op secundaire as gaat eerst</i>	Ja - Nee	77 - 113	85 - 108
<i>Aankomstvolgorde</i>			
<i>Voertuigen arriveren gelijktijdig</i>	Ja - Nee	66 - 124	46 - 147
<i>Voertuig in voorrang arriveert eerst</i>	Ja - Nee	63 - 127	73 - 120
<i>Voertuig uit voorrang arriveert eerst</i>	Ja - Nee	61 - 129	74 - 119
<i>Voertuig op hoofdas eerst</i>	Ja - Nee	49 - 141	72 - 121
<i>Voertuig op secundaire as eerst</i>	Ja - Nee	75 - 115	75 - 118
<i>Naderingsgedrag</i>			
<i>Naderingsgedrag van voertuigen in voorrang</i>	Stoppen	20	26
	Decelereren	136	165
	Niet vertragen	34	2
<i>Naderingsgedrag van voertuigen uit de voorrang</i>	Stoppen	63	57
	Decelereren	114	135
	Niet vertragen	13	1
<i>Naderingsgedrag van voertuigen op hoofdas</i>	Stoppen	30	31
	Decelereren	136	185
	Niet vertragen	41	2

<i>Variabele</i>		<i>Basiskruispunt (N=190)</i>	<i>Verhoogd kruispunt (N=193)</i>
<i>Naderingsgedrag van voertuigen op secundaire as</i>	Stoppen	53	52
	Decelereren	114	115
	Niet vertragen	6	1
<i>Naderingssnelheid (m/s)</i> <i>Naderingssnelheid alle voertuigen (snelheid op T2min)</i>	Minimum	0,50	1,00
	Maximum	15,00	11,50
	Gemiddelde (SD)	6,23 (3,07)	5,62 (2,26)
<i>Relatieve snelheid</i>	Minimum	0,00	0,00
	Maximum	12,20	10,30
	Gemiddelde (SD)	4,44 (2,92)	2,80 (2,22)
<i>Voertuigen in voorrang</i>	Minimum	0,50	1,00
	Maximum	15,00	11,30
	Gemiddelde (SD)	7,22 (3,02)	5,91 (2,23)
<i>Voertuigen uit voorrang</i>	Minimum	0,80	1,30
	Maximum	14,20	11,50
	Gemiddelde (SD)	5,24 (2,77)	5,32 (2,25)
<i>Voertuigen op hoofdas</i>	Minimum	0,80	1,30
	Maximum	15,00	11,50
	Gemiddelde (SD)	7,74 (3,06)	6,30 (2,36)
<i>Voertuigen op secundaire as</i>	Minimum	0,50	1,00
	Maximum	11,70	9,80
	Gemiddelde (SD)	4,42 (1,84)	4,73 (1,77)
<i>Conflicternst</i> <i>T2min- waarde (s)</i>	Minimum	0,84	0,56
	Maximum	5,06	5,08
	Gemiddelde (SD)	2,64 (0,90)	2,62 (0,83)
<i>Delta-V4 (m/s)</i>	Aantal	57	26
	Minimum	0,1	0,1
	Maximum	4,2	4,3
	Gemiddelde (SD)	1,26 (0,13)	0,96 (0,21)
<i>Delta-V6 (m/s)</i>	Aantal	13	10
	Minimum	0,1	0,2
	Maximum	2,6	3,2
	Gemiddelde (SD)	1,22 (0,25)	0,86 (0,30)
<i>Delta-V8 (m/s)</i>	Aantal	5	4
	Minimum	0,4	0,2
	Maximum	1,3	2,3
	Gemiddelde (SD)	0,84 (0,17)	0,98 (0,47)
<i>TTCmin-waarde</i>	Aantal	101	113
	Minimum	1,43	1,51
	Maximum	8,26	11,17
	Gemiddelde (SD)	3,02 (1,19)	3,45 (1,31)

4.1 Algemeen

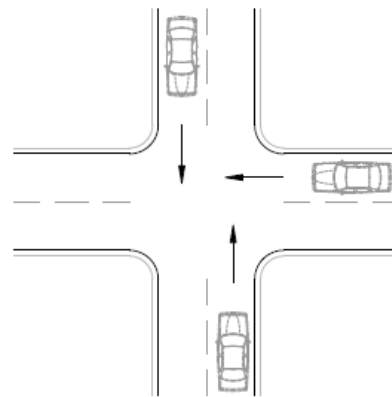
4.1.1 Intensiteiten

Ter voorbereiding van deze studie werd op beide kruispunten reeds een verkennende intensiteitentelling uitgevoerd (zie Bijlage 2). Specifiek voor de uren waarin de conflictobservatie is uitgevoerd werd eveneens een telling van de intensiteiten uitgevoerd. De voertuigintensiteiten zijn ingeschat door van elk geobserveerd uur 10 minuten een intensiteitentelling uit te voeren op zowel de primaire as als de secundaire as (zie Bijlage 5, respectievelijk Tabel 11 en Tabel 12). Vervolgens worden deze intensiteiten omgezet in een uurintensiteit. Van alle geobserveerde uren wordt tenslotte een gemiddelde van de intensiteiten genomen. Deze gemiddeldes zijn zichtbaar in Tabel 6. Deze intensiteitentelling wijzen erop dat de veronderstelde impliciete hoofdweg inderdaad een hogere verkeersintensiteit kent dan veronderstelde ondergeschikte weg.

4.1.2 Invloed van een andere weggebruiker

Bij de conflictobservatie was het zichtbaar dat enkele interacties beïnvloed werden door een derde weggebruiker. Een voorbeeld hiervan is wanneer 3 weggebruikers afkomstig van verschillende kruispunttakken interageren (voorbeeld zie Figuur 21). In dergelijke gevallen werden de interacties tussen de drie weggebruikers opgesplitst naar meerdere interacties tussen twee weggebruikers. Bij deze interacties werd dus wel aangegeven dat deze door een derde weggebruiker beïnvloed werden. Uit de beschrijvende tabel (Tabel 6) blijkt dat op het basiskruispunt in 60,00% van de interacties en op het verhoogd kruispunt in 66,84% van de interacties een derde weggebruiker invloed uitoefent. Op het verhoogd kruispunt worden er dus iets meer interacties met een derde weggebruiker waargenomen dan op het basiskruispunt. Of verschil significant is wordt getest door de Chi-kwadraattoets.

Figuur 21: Conflict waar 3^{de} weggebruiker beïnvloedt



De Chi-kwadraattoets gaat na of er een relatie is tussen de twee categorische variabelen 'kruispuntinrichting' en 'aanwezigheid 3^{de} weggebruiker'. De nulhypothese (H_0) stelt dat beide variabelen onafhankelijk van elkaar zijn en er dus geen verband tussen beide is. Gekeken naar de resultaten (Tabel 14 - Bijlage 5), is het zichtbaar dat geen enkele cel een verwachte waarde kleiner dan 5 heeft, waardoor de aan de vereisten voor het uitvoeren van een Chi-kwadraattoets voldaan wordt. Uit de test blijkt dat de nulhypothese niet verworpen kan worden. Er is dus geen significant verband tussen het type kruispunt en het al dan niet voorkomen van interacties waar een derde weggebruiker invloed uitoefent $\chi^2(1) = 1,93; p = 0,165$.

Naast het onderzoeken van het verband met het kruispunttype zou het ook interessant zijn om te onderzoeken of de invloed van een derde weggebruiker al dan niet invloed heeft op het overtreden van de voorrangregeling. De kruistabel van beide variabelen (zie Tabel 15 - Bijlage 5) toont aan dat gekeken naar interacties waar een voorrangsovertreding wordt begaan, 21,43% van de interacties slechts uit twee weggebruikers bestaat en dat bij 26,34% van deze interacties een derde weggebruiker invloed uitoefent. Of de invloed van een derde weggebruiker significante invloed uitoefent op het al

dan niet overtreden van de voorrangsregeling wordt getest door statistische modellen. Deze worden later in dit hoofdstuk worden toegelicht (zie onderdeel 4.7).

4.1.3 Voertuigcategorieën

In bovenstaande beschrijvende tabel (zie Tabel 6) wordt reeds aangegeven hoeveel voertuigen van iedere voertuigcategorie bij de interacties betrokken waren. Uit deze cijfers blijkt reeds dat bij een groot aantal interacties auto's betrokken waren. Deze cijfers zeggen echter nog niks over hoe vaak een auto in interactie was met een andere auto of met een andere weggebruiker. Hiervoor zijn dan ook verdere analyses uitgevoerd, waarvan de resultaten zichtbaar zijn in Tabel 7. In de eerste kolom van deze tabel worden alle combinaties van voertuigcategorieën die mogelijk zijn bij een interactie weergegeven. De kolommen links hiervan duiden aan hoe vaak deze voorkomen op respectievelijk het basiskruispunt en het verhoogde kruispunt.

Resultaten uit de tabel tonen aan dat voor zowel de het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt de meerderheid van de interacties (ca. 80%) plaatsvinden tussen twee auto's. Ook overige combinaties van weggebruikers komen in gelijkaardige hoeveelheden voor op beide kruispunten. Zo ontstonden ca. 12% van de interacties tussen een auto en een minibus en 4% van de interacties tussen een auto en een bus. Deze cijfers doen reeds vermoeden dat de kruispunten niet van elkaar verschillen op vlak van betrokken voertuigcategorieën bij de interacties.

Tabel 7: Overzicht combinaties weggebruikerscategorieën

Combinaties	Basiskruispunt		Verhoogd kruispunt	
	#	%	#	%
Auto-auto	154	81,05%	155	80,31%
Auto-minibus	25	13,16%	24	12,44%
Auto-vrachtauto	1	0,53%	3	1,55%
Auto-bus	7	3,68%	8	4,15%
Auto-Motor(fiets)	1	0,53%	0	0,00%
Minibus-Motor(fiets)	1	0,53%	0	0,00%
Minibus-Bus	1	0,53%	1	0,52%
Minibus-minibus	0	0,00%	2	1,04%
Totaal	190	100%	193	100%

Om bovenstaand vermoeden te bevestigen dient er een statistische analyse uitgevoerd te worden, welke onderzoekt of er een verband is tussen de variabele 'kruispuntinrichting' en de variabele 'combinatie weggebruikerscategorieën'. De Chi-kwadraattoets is een goede methode om de relatie tussen deze twee categorische variabelen te onderzoeken. Deze toets stelt echter de voorwaarde dat de verwachte waarden in iedere cel minimum gelijk aan 5 moeten zijn in een 2x2 tabel (2 categorische variabelen met elk 2 categorieën) (Field, 2005). In dit onderzoek is er echter sprake van een 2 (kruispuntinrichting) x 8 (combinatie weggebruikerscategorieën) tabel. De literatuur geeft dan ook aan dat, hoewel het in grotere kruistabellen aanvaardbaar is wanneer maximum 20% van de verwachte waarden onder de 5 is, geen van de verwachte waarden kleiner dan 1 mag zijn (Field, 2005). Gekeken naar de resultaten (zichtbaar in Tabel 17 in Bijlage 5) blijkt het echter dat 10 cellen (62,5%) een verwachte waarde van minder dan 5 hebben en de verwachte waarde van Minibus-Motor(fiets) kleiner is dan 1. Daarom is het meer aangewezen om naar de Fisher's exact test uit te voeren. De nulhypothese (H_0) is dat beide variabelen onafhankelijk van elkaar zijn, dus dat er geen verband is. Uit de statistische

test blijkt dan ook dat er geen significant verband is tussen de kruispuntinrichting en de combinatie weggebruikerscategorieën (Fisher's Exact = 4,78, $p = 0,801$). Deze test bevestigt het vermoeden dat Deze cijfers doen reeds vermoeden dat het verhoogd kruispunt niet verschilt van het basiskruispunt op vlak van betrokken voertuigcategorieën bij de interacties.

4.1.4 Lichtgesteldheid

Bij iedere interactie is de lichtgesteldheid waargenomen. Uit bovenstaande tabel (Tabel 6) blijkt dat zowel op het basiskruispunt als op het verhoogd kruispunt de meerderheid van de interacties bij daglicht werd waargenomen (respectievelijk 55,79% en 64,77%). Ook werden zowel op het basiskruispunt als op het verhoogd kruispunt het kleinste aandeel interacties tijdens het schemerdonker waargenomen (respectievelijk 10,53% en 12,44%). Op het basiskruispunt werden 33,68% van de interacties in het donker waargenomen en op het verhoogd kruispunt kent het aandeel interacties in het donker een percentage van 22,80%. Uit deze cijfers kan geconcludeerd worden dat op beide kruispunten de meeste interacties overdag werden waargenomen en de minste interacties tijdens het schemerdonker. Deze resultaten lijken logisch aangezien overdag meer mensen zich op de weg bevinden dan 's nachts. Daarnaast is het slechts voor een relatief korte periode (ca. 30 min) schemerdonker, waardoor het logisch is dat deze periode het laagste aantal interacties telt.

4.1.5 Haakse interactie

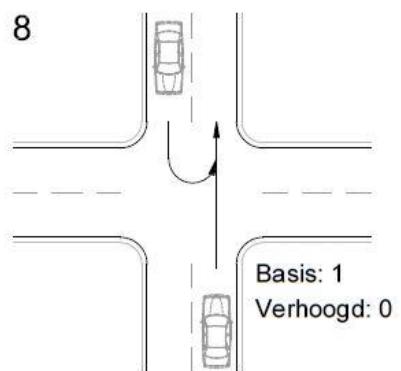
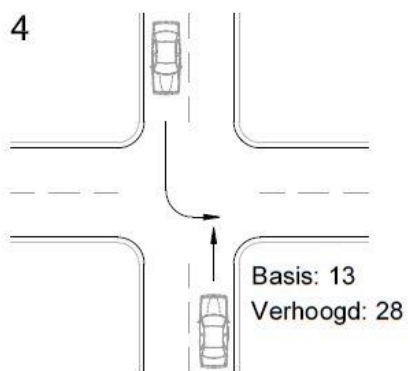
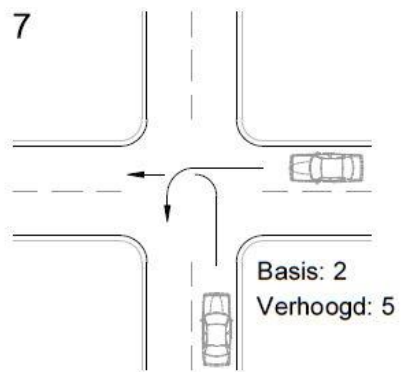
Zoals reeds aangehaald bij het onderdeel Variabelen conflictobservatie (3.2.2) wordt er van een haakse interactie gesproken als de interagerende voertuigen elkaar in een hoek van 90° naderen. Deze interacties worden dus gevormd wanneer het ene voertuig zich op een impliciete primaire weg bevindt en het ander voertuig op een impliciete secundaire weg. Uit Tabel 6 blijkt dat er op het basiskruispunt 21 en op het verhoogd kruispunt 31 niet-haakse interacties werden waargenomen. Dit komt overeen met respectievelijk 11,05% en 16,06% van de geobserveerde interacties op het basis- en verhoogd kruispunt.

Een interessant te onderzoeken verband is of het al dan niet haaks zijn van een interactie invloed uitoefent op het al dan niet overtreden van de voorrangregeling. Wanneer deze tegenover elkaar worden gezet (zie Bijlage 5 - Tabel 18) blijkt dat bij 24,47% van de haakse interacties een voorrangsovertreding wordt waargenomen. Gekeken naar de niet-haakse interacties is het zichtbaar dat bij 25,00% van de interacties wordt gekenmerkt door een voorrangsovertreding. Deze cijfers tonen aan dat het aandeel niet-haakse interacties ongeveer gelijk is bij zowel interacties met voorrangsovertredingen als interacties zonder voorrangsovertredingen. Dit doet reeds vermoeden dat het al dan niet haaks zijn van een interactie geen invloed uitoefent op al dan niet naleven van de voorrangregeling op kruispunten met voorrang van rechts. Later in dit hoofdstuk wordt dit vermoeden getoetst aan de hand van de modellen met betrekking tot het voorrangsgedrag (zie 4.7).

4.1.6 Soorten interacties

Bij het analyseren van de conflicten werd er voor ieder voertuig gekeken welk manoeuvre deze uitvoerde. De waargenomen frequenties van deze manoeuvres zijn weergegeven in Tabel 19 en Tabel 20 in Bijlage 5. Wanneer de rijrichting van beide conflicterende voertuigen gekend is, kan er bepaald worden welk soort interactie tussen de voertuigen plaatsvond. Reeds in de overzichtstabel (Tabel 6) wordt aangegeven hoe dikwijls een bepaald soort interactie wordt waargenomen. Op Figuur 22 worden deze interacties gevisualiseerd en worden bijbehorende frequenties nogmaals weergegeven.

Figuur 22: Soorten interacties



Om een beter inzicht in deze cijfers te geven, wordt in Tabel 8 procentueel weergegeven hoe dikwijls een interactie voorkomt. De meest voorkomende interacties zijn interactie 1, 3 en 5. Dit zijn allen haakse interacties, waarbij er dus voorrang van rechts verleent dient te worden.

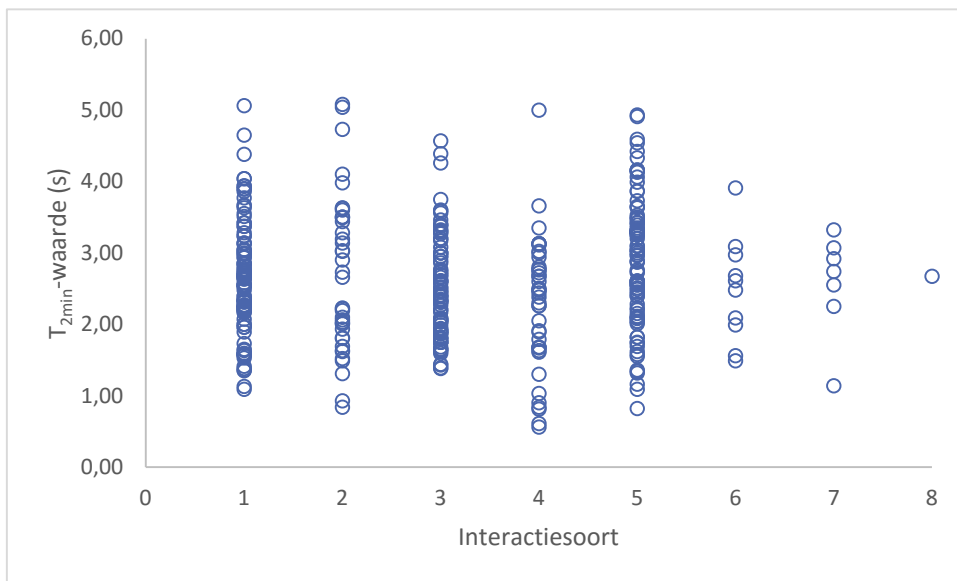
Gekeken naar de cijfers in Tabel 8, is het moeilijk om af te leiden of beide kruispunten van elkaar verschillen op gebied van interactiesoorten. Zo is het zichtbaar dat interactiesoort 2 zich relatief vaker voordoet op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt, terwijl interactiesoort 5 zich net relatief vaker op het basiskruispunt voordoet. Ook hier wordt er een kruistabel voor de variabelen 'kruispuntinrichting' en 'interactiesoort' opgezet (zie Bijlage 5 - Tabel 21), welke nadien getoetst wordt op significante verschillen. Uit de resultaten van de Chi-kwadraattest (zie Bijlage 5 - Tabel 22) blijkt dat 5 cellen (31,3%) een verwachte waarde kleiner dan 5 hebben. Zoals eerder aangehaald is in grotere kruistabellen slechts een maximum van 20% aanvaardbaar. De uitgevoerde Chi-kwadraattest kan dus niet als statistisch betrouwbaar worden beschouwd. Dit is te wijten aan het feit dat er meerdere interactiesoorten zijn en enkele van dezen relatief weinig geobserveerd werden. Er kan dus geen statistisch onderbouwd besluit gegeven worden betreffende het feit of een bepaald interactiesoort meer/minder voorkomt bij een bepaalde kruispuntinrichting.

Tabel 8: Percentages interactiesoorten

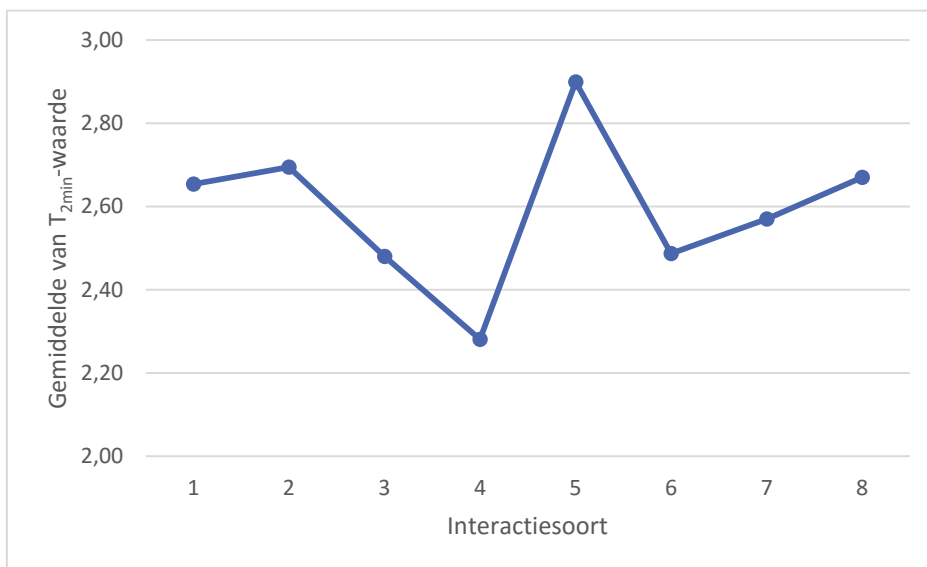
Interactiesoort	Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	Totaal
1	24,74%	27,46%	26,11%
2	3,68%	16,58%	10,18%
3	27,89%	19,17%	23,50%
4	6,84%	14,51%	10,70%
5	31,58%	18,13%	26,91%
6	3,68%	1,55%	6,61%
7	1,05%	2,59%	1,83%
8	0,53%	0,00%	0,26%

Aangezien uit Tabel 8 blijkt dat de interactiesoorten verschillen in frequentie, is het interessant om de conflicternst per type interactie te bekijken. Figuur 23 bevat een visuele weergave van de gemeten T_{2min} -waardes per interactiesoort. Deze figuur visualiseert het aantal interacties per interactiesoort en de bijbehorende T_{2min} -waardes. Zo is het duidelijk dat interacties 6, 7 en 8 veel minder vaak voorkomen dan overige interactiesoorten. Daarnaast is het zichtbaar dat interactiesoort 5 een hoger aantal interacties met een hoge T_{2min} -waarde kent dan overige interactiesoorten. Figuur 24 geeft een grafiek weer met de gemiddeld gemeten T_{2min} -waarde per interactiesoort. Deze bevestigt dan ook dat interactiesoort 5 gemiddeld een hogere T_{2min} -waarde heeft van overige interactiesoorten. Over het algemeen kan dus geconcludeerd worden dat interactiesoort 4 de laagste conflicternst kent en interactiesoort 5 de hoogste. Voor interacties 6, 7 en 8 zijn de gemiddelde T_{2min} -waarden minder betrouwbaar aangezien deze interactiesoorten slechts in beperkte mate voorkwamen.

Figuur 23: Puntenwolk T_{2min} -waardes per interactiesoort



Figuur 24: Gemiddeld gemeten T_{2min} -waarde per interactiesoort



Net zoals bij vorige variabelen is het ook hier interessant om te onderzoeken of het soort interactie invloed uitoefent op het al dan niet overtreden van de voorangsregeling. Uit een kruistabel van beide variabelen (zie Bijlage 5 - Tabel 23) blijkt voor bijna elk soort interactie dat deze evenveel voorkomt bij interacties met een voorrangsovertreding als bij interacties zonder voorrangsovertreding. Interactie 3 representeert bijvoorbeeld 23,88% van de interacties waarbij geen voorrangsovertreding wordt begaan en 22,34% van de interacties waarbij wel een voorrangsovertreding wordt begaan. Deze cijfers doen vermoeden dat er dus geen significant verband is tussen de variabelen 'overtreding voorangsregeling' en 'interactiesoort'. Dit wordt getoetst door statistische modellen, welke verder worden uitgewerkt in onderdeel 4.7.

4.2 Voorrangsgedrag

4.2.1 Voorrang vs. geen-voorrang

Uit de beschrijvende tabel (zie Tabel 6) valt reeds af te leiden dat zowel op het basiskruispunt als op het verhoogd kruispunt de voorrangregeling wel eens niet correct nageleefd wordt. Dit wil zeggen dat in enkele gevallen het voertuig welke eigenlijk geen voorrang heeft toch als eerste gaat. Van de 283 geanalyseerde interacties is er bij 94 gevallen (33,22%) een overtreding van de voorrangregeling zichtbaar.

Meer specifiek op kruispuntinrichting toegespitst werden op het basiskruispunt bij 17,90% van de interacties een overtreding geobserveerd terwijl op het verhoogd kruispunt bij 31,09% van de interacties een overtreding werd begaan. Hieruit blijkt dat het aandeel overtredingen op het verhoogd kruispunt hoger ligt dan op het basiskruispunt. Of beide kruispunten op vlak van overtreding van de voorrangregel significant van elkaar verschillen wordt door de Chi-kwadraattoets getest. Deze toets gaat na of er een relatie is tussen de twee categorische variabelen 'kruispuntinrichting' en 'overtreding voorrangregeling'. De nulhypothese (H_0) stelt dat beide variabelen onafhankelijk van elkaar zijn en er dus geen verband tussen beide is. Gekeken naar de resultaten (Tabel 25 -Bijlage 5), is het zichtbaar dat geen enkele cel een verwachte waarde kleiner dan 5 heeft, waardoor aan de aannames voldaan wordt en de Chi-kwadraattoets uitgevoerd kan worden. Uit de Chi-kwadraattest blijkt dat de nulhypothese verworpen kan worden. Er is dus een significant verband tussen het type kruispunt en het al dan niet overtreden van de voorrangregeling $\chi^2(1) = 9,00; p = 0,003$. Deze bevinding lijkt overeen te stemmen met de odds ratio van 2,07, welke aangeeft dat de kans op het overtreden van de voorrangregeling groter is bij een verhoogd kruispunt dan bij een basiskruispunt. De berekening van de Odds Ratio wordt hieronder weergegeven:

$$Odds_{\text{Overtreding verhoogd kruispunt (VK)}} = \frac{\# \text{ interacties met overtreding VK}}{\# \text{ interacties zonder overtreding VK}} = \frac{60}{133} = 0,45$$

$$Odds_{\text{Overtreding basiskruispunt (BK)}} = \frac{\# \text{ interacties met overtreding BK}}{\# \text{ interacties zonder overtreding BK}} = \frac{34}{156} = 0,22$$

$$Odds \text{ ratio} = \frac{Odds_{\text{Overtreding verhoogd kruispunt}}}{Odds_{\text{Overtreding basiskruispunt}}} = \frac{0,45}{0,22} = 2,07$$

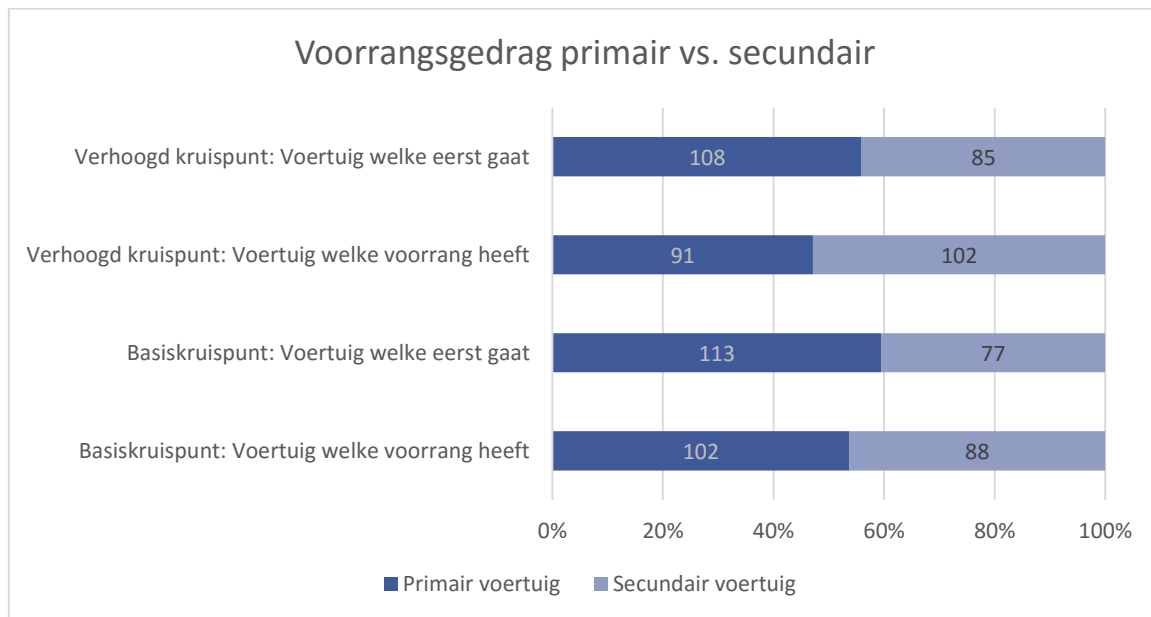
Zoals reeds bij het onderdeel Data-analyse in de Onderzoeksopzet (3.3.2) aangehaald, is het mogelijk om de interactiedata op twee manieren te coderen. Bij het onderzoeken van het voorrangsgedrag zullen de analyses dan ook volgens beide methodes uitgevoerd worden (primair vs. secundair & voorrang vs. geen-voorrang). Voorgaande alinea (4.2.1) heeft reeds de methode voorrang vs. geen-voorrang toegelicht. In deze methode is het duidelijk dat in alle interacties het voertuig in de voorrang, voorrang heeft en wordt enkel gekeken naar het aantal interacties waarin de voorrangregeling al dan niet wordt nageleefd. In de methode primair vs. secundair is het echter interessant om toe te lichten in hoeveel interacties welk voertuig voorrang heeft aangezien men hier onderscheid maakt tussen het voertuig op de primaire weg en het voertuig op de secundaire weg.

4.2.2 Primair vs. secundair

In de overzichtstabel (Tabel 6) wordt voor beide kruispunttypes weergegeven in hoeveel interacties het voertuig op de hoofdas en in hoeveel interacties het voertuig op de secundaire as voorrang heeft. Deze beschrijving wordt eveneens gedaan voor welk voertuig eerst gaat, dus met andere woorden

welk voertuig als eerste de kruising oprijdt, ongeacht de voorrangsregeling. Deze cijfers worden in Figuur 25 gevisualiseerd.

Figuur 25: Visuele weergave voorrangsgedrag primair vs. secundair



Gekeken naar deze cijfers dan is het zichtbaar dat op het basiskruispunt het primair voertuig het vaakst voorrang heeft, nl. bij 53,68% van de geobserveerde interacties, maar dat deze nog vaker als eerste gaat (59,47%). Bij interacties op het verhoogd kruispunt heeft het voertuig op de hoofdas het minst vaak voorrang (47,89%), terwijl deze wel als vaakste gaat (55,95%).

De eerder uitgevoerde Chi-kwadraattest heeft een significant verband tussen het kruispunttype en het al dan niet overtreden van de voorrangregeling bevonden (zie 4.2.1). Uit eerder literatuuronderzoek kan men verwachten dat de voorrangsovertreding hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het feit dat bestuurders op de impliciete hoofdweg zich gedragen alsof zij voorrang hebben en bestuurders op de impliciet ondergeschikte weg die zich gedragen alsof zij geen voorrang hebben (Helmers & Åberg, 1978 geciteerd door De Ceunynck et al., 2013b). Deze kennis in het achterhoofd houdende, dient men volgende bedenking te maken bij het significant hoger aandeel voorrangsovertredingen op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt. Is dit hoger aandeel voorrangsovertredingen te wijten aan de kruispuntinrichting (verkeersplateau) of draagt het relatief vaker voorrang hebben van voertuigen op de secundaire as bij verhoogde kruispunten hiertoe bij? In onderdeel 4.7.2 is een statistisch model ontworpen welke onderzoekt welke variabelen van invloed zijn op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling. Dit model houdt rekening met alle onderzochte variabelen en is hierdoor betrouwbaarder dan wanneer men voor iedere variabele afzonderlijk een Chi-kwadraattest zou uitvoeren.

Om meer inzicht te verwerven in de mate waarop elke tak (primair of secundair) voorrang had een voorrangsovertreding, is het van groot belang om onderzoek te doen naar het verband tussen het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling en het voorrangsgedrag. Dit verband wordt dus onderzocht via het model met betrekking tot het voorrangsgedrag (4.7.2).

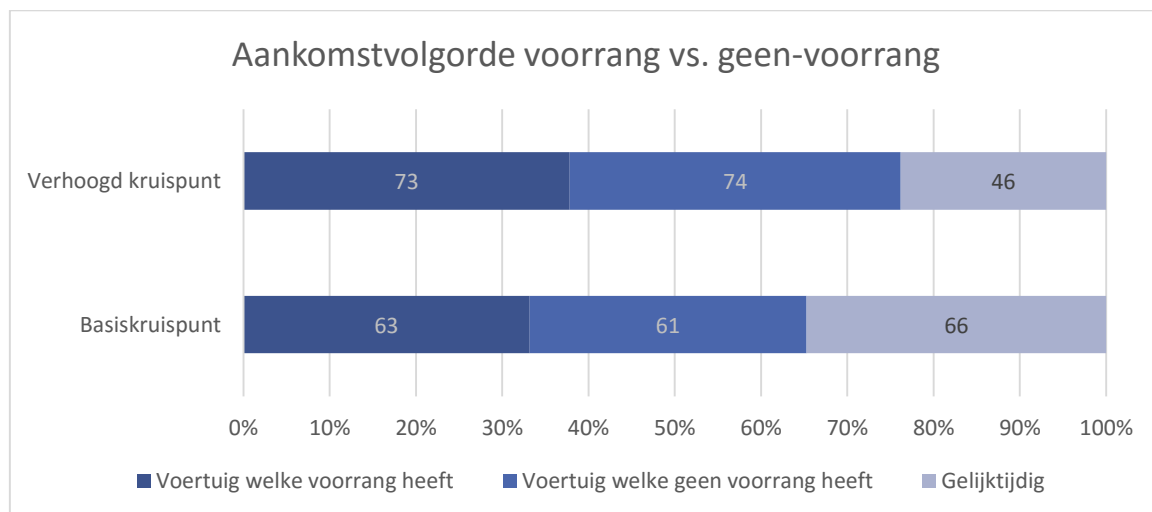
4.3 Aankomstvolgorde

Ook voor de aankomstvolgorde wordt in Tabel 6 een beschrijvend overzicht weergegeven. Hier wordt beschreven welk voertuig als eerste het kruispunt benadert en in hoeveel interacties de voertuigen het kruispunt gelijktijdig benaderen met telkens onderscheid tussen kruispuntinrichting en voor beide methoden van datacodering.

4.3.1 Voorrang vs. geen voorrang

Op Figuur 26 worden cijfers uit Tabel 6 betreffende de aankomstvolgorde volgens voorrang vs. geen-voorrang gevisualiseerd. Gekeken naar verschillen tussen het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt, is er voornamelijk voor de categorie ‘gelijktijdige aankomst’ een verschil zichtbaar. Namelijk 34,74% van de interacties op het basiskruispunt kennen een gelijktijdige aankomst, terwijl deze op het verhoogd kruispunt een aandeel van 23,83% kennen. Of het basiskruispunt in aankomstvolgorde significant verschilt van het verhoogd kruispunt wordt door middel van een Chi-kwadraattoets onderzocht. Uit de resultaten (Tabel 28 - Bijlage 5) blijkt dat er aan de aannames van de toets voldaan wordt. De Chi-kwadraattoets geeft echter aan dat er geen significant verband tussen de aankomstvolgorde en het kruispunttype $\chi^2(2) = 5,54; p = 0,063$. Er is dus geen verschil in aankomstvolgorde tussen interacties op het basiskruispunt en interacties op het verhoogd kruispunt. Het is echter van belang om te onderzoeken of de aankomstvolgorde invloed heeft op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling. Dit wordt onderzocht aan de hand van een statistisch model wat in onderdeel 4.7.1 wordt uitgewerkt.

Figuur 26: Visuele weergave aankomstvolgorde voorrang vs. geen-voorrang

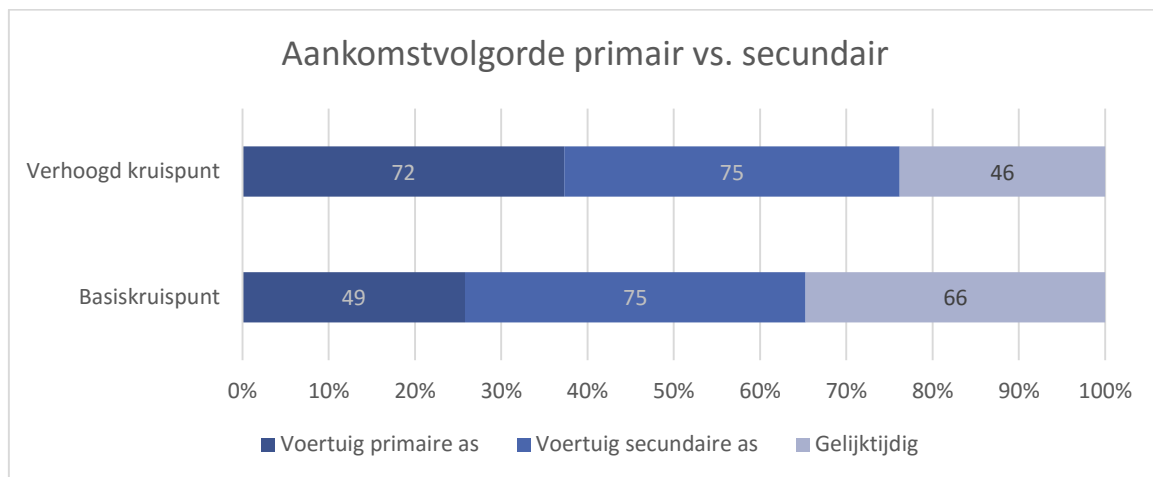


4.3.2 Primair vs. secundair

Na het onderzoeken van de aankomstvolgorde volgens de voorrangsregeling, wordt in dit onderdeel gekeken naar verschillen in aankomstvolgorde wanneer de data volgens primair vs. secundair gecodeerd wordt. Gekeken naar wie er eerst arriveert, is het zichtbaar dat zowel op het basiskruispunt als op het verhoogd kruispunt interacties waarbij het voertuig op de secundaire as het eerst arriveert de hoogste frequentie kent. De cijfers uit Tabel 6 worden in Figuur 27 gevisualiseerd. Hieruit blijkt dat op het basiskruispunt in 25,79% van de interacties het voertuig op de primaire as als eerste arriveert terwijl dit op het verhoogd kruispunt voor 37,31% van de interacties het geval is. Daarnaast kent ook het aandeel gelijktijdige aankomsten een groot verschil tussen het basiskruispunt (34,74%) en het verhoogd kruispunt (23,83%). Bij deze cijfers kan de vraag worden gesteld of de aankomstvolgorde van

de interacties op het basiskruispunt verschilt van de aankomstvolgorde van de interacties op het verhoogde kruispunt. Of er een significant verband is tussen de variabelen 'aankomstvolgorde' en 'kruispuntinrichting' wordt door een Chi-kwadraattoets onderzocht. Gekeken naar de resultaten (Tabel 30 - Bijlage 5), is het zichtbaar dat geen enkele cel een verwachte waarde kleiner dan 5 heeft, waardoor aan de aannames voldaan wordt en de Chi-kwadraattoets uitgevoerd kan worden. Uit de test blijkt dat dat er daadwerkelijk een significant verband is tussen het type kruispunt en de aankomstvolgorde $\chi^2(2) = 7,92; p = 0,019$. Men kan dus stellen dat de aankomstvolgorde van de interacties op het basiskruispunt significant verschilt van de aankomstvolgorden van de interacties geobserveerd op het basiskruispunt.

Figuur 27: Visuele weergave aankomstvolgorde primair vs. secundair



Net zoals bij de eerder besproken variabelen is het ook voor het de aankomstvolgorde interessant om te onderzoeken in welke mate deze invloed heeft op het al dan niet overtreden van de voorrangregeling. Uit een kruistabel tussen beide variabelen (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** - Tabel 31) blijkt namelijk dat voor bijna de helft (48,94%) van de interacties waarbij een voorrangsovertreding werd waargenomen, het voertuig op de primaire as als eerste arriveert. Of er daadwerkelijk een verband in tussen de aankomstvolgorde en het al dan niet overtreden van de voorrangregeling, wanneer de data volgens primair vs. secundair gecodeerd is, wordt in onderdeel 4.7.2 getoetst.

4.4 Naderingsgedrag

De cijfers betreffende het naderingsgedrag in Tabel 6 worden in dit onderdeel verder uitgewerkt. Voor iedere interactie wordt beschreven op welke manier (stoppen, decelereren of niet vertragen) de voertuigen de kruising naderen. Stoppen wil zeggen dat het voertuig volledig is gestopt alvorens de kruising de betreden. Wanneer een voertuig vertraagde vooral deze de kruising betrad, wordt er van decelereren gesproken. In enkele gevallen hield de bestuurder een constante snelheid of accelereerde deze zelfs, dit wordt aangeduid als 'niet vertragen'. Bij het analyseren van de interacties volgens het naderingsgedrag wordt er onderscheid tussen de kruispuntinrichting gemaakt en ook hier worden beide methodes van datacodering toegepast.

4.4.1 Voorrang vs. geen-voorrang

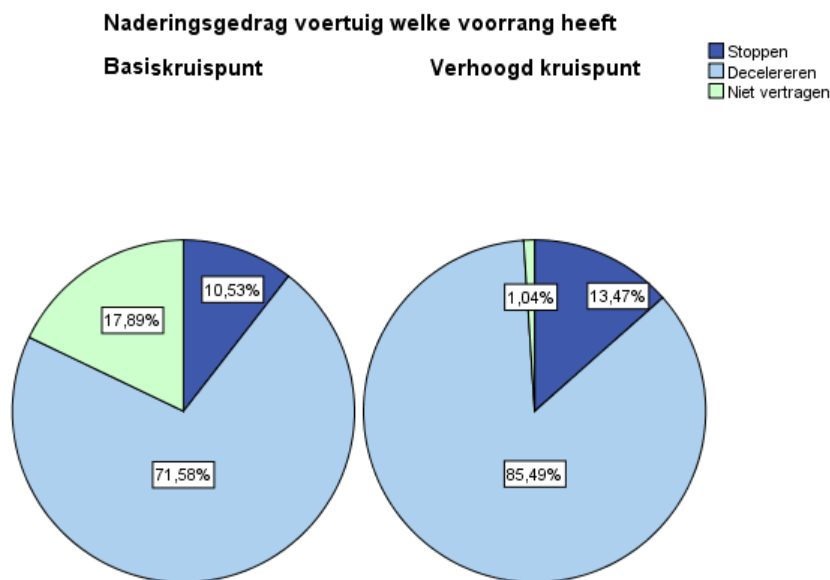
Dit onderdeel gaat dieper in op het naderingsgedrag door onderscheid te maken tussen voertuigen welke voorrang hebben en voertuigen welke geen voorrang hebben. Figuur 28 en Figuur 29 geven aan

in welke frequentie elke categorie van het naderingsgedrag, voor respectievelijk voertuigen in de voorrang en voertuigen welke geen voorrang, in interacties geobserveerd werd.

4.4.1.1 Voertuigen welke voorrang hebben

Gekeken naar de voertuigen welke voorrang hebben (Figuur 28), is het zichtbaar dat er op het basiskruispunt relatief minder voertuigen vertragen (7,58%) dan op het verhoogd kruispunt (85,49%). Het aandeel voertuigen dat stopt is ongeveer even groot op het basiskruispunt (10,53%) als op het verhoogd kruispunt (13,47%). Bijgevolg is het logisch dat het aantal voertuigen welke niet vertraagt op het basiskruispunt (17,89%) relatief groter is dan op het verhoogd kruispunt (1,04%). Deze bevindingen lijken logisch aangezien het verkeersplateau aanwezig op het verhoogd kruispunt, de bestuurders praktisch verplicht om af te remmen. Op het basiskruispunt hebben de bestuurders echter een grotere vrijheid in keuze om wel of niet af te remmen bij het naderen van het kruispunt.

Figuur 28: Naderingsgedrag voertuig welke voorrang heeft



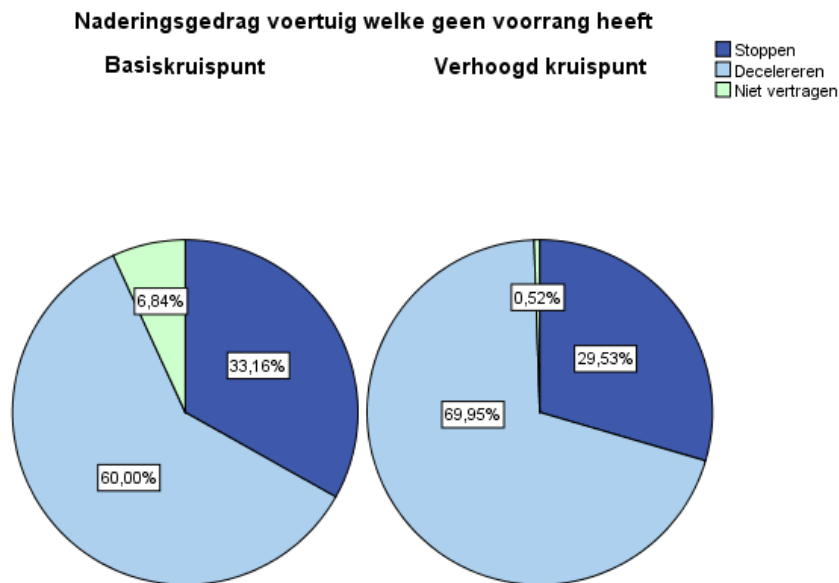
Of beide kruispunten onderling significant verschillen op vlak van het naderingsgedrag van voertuigen welke voorrang hebben, wordt door een Chi-kwadraattoets onderzocht. Uit de resultaten (Tabel 33 - Bijlage 5) blijkt dat er aan de aannames van de toets voldaan wordt. Deze resultaten geven tevens aan dat er een significant verband is tussen het naderingsgedrag van voertuigen welke voorrang hebben en de kruispuntinrichting $\chi^2(2) = 32,00; p < 0,001$. Er kan dus geconcludeerd worden dat bestuurders welke voorrang hebben het basiskruispunt anders benaderen dan het verhoogd kruispunt. Of en in welke mate het naderingsgedrag van bestuurders welke voorrang hebben, het al dan niet overtreden van de voorrangregeling beïnvloedt, wordt in het statistisch model, wordt in het statistisch model met betrekking tot de voorrangsovertreding (4.7.1) onderzocht.

4.4.1.2 Voertuigen welke geen voorrang hebben

Op Figuur 29 wordt voor zowel het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt grafisch weergegeven hoe voertuigen welke geen voorrang hebben, de kruising benaderen. Uit deze figuur blijkt dat het aandeel voertuigen dat op het basiskruispunt stopt (33,16%), relatief iets groter is dan op het verhoogd kruispunt (29,53%). Daarnaast is het zichtbaar dat het aandeel voertuigen dat voor de kruising afremt, relatief lager ligt op het basiskruispunt (60,00%) als op het verhoogd kruispunt (69,5%). Gekeken naar bestuurders welke niet vertragen, is het zichtbaar dat deze veel voorkomender zijn op het

basiskruispunt (6,84%) dan op het verhoogd kruispunt (0,52%). Ook hier lijkt dit logisch aangezien het verkeersplateau op het verhoogd kruispunt, bestuurders sneller tot remmen aanzet.

Figuur 29: Naderingsgedrag voertuig welke geen voorrang heeft



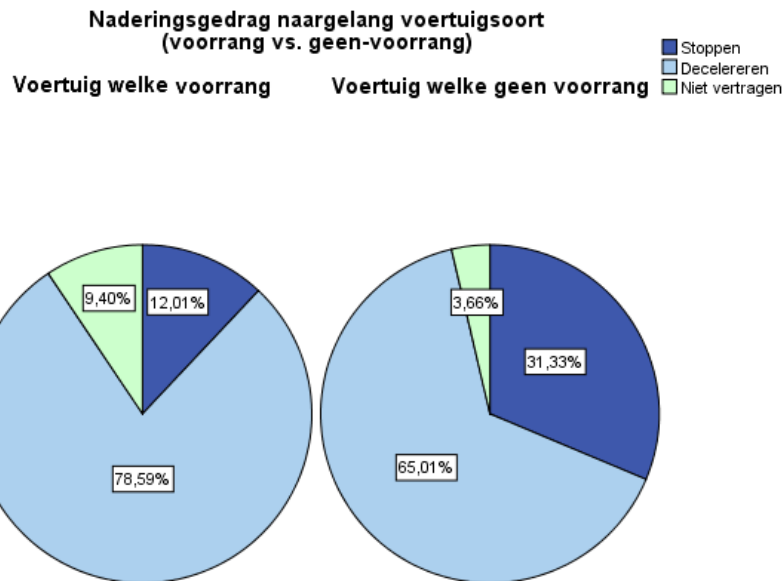
Zoals hierboven besproken zijn er bij het vergelijken van beide kruispunten enkele verschillen op gebied van het naderingsgedrag van het voertuig welke geen voorrang heeft zichtbaar. Of beide kruispunten onderling significant verschillen op vlak van het naderingsgedrag van voertuigen welke voorrang hebben, wordt door een Chi-kwadraattoets onderzocht. Uit de resultaten (Tabel 35- Bijlage 5) blijkt dat er aan de aannames van de toets voldaan wordt. Deze resultaten geven tevens aan dat er een significant verband is tussen het naderingsgedrag van voertuigen welke voorrang hebben en de kruispuntinrichting $\chi^2(2) = 12,33; p = 0,002$. Er kan dus geconcludeerd worden dat bestuurders welke geen voorrang hebben het basiskruispunt anders benaderen dan het verhoogd kruispunt. Of en in welke mate het naderingsgedrag van bestuurders welke geen voorrang hebben, het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling beïnvloedt, wordt in het statistisch model, wordt in het statistisch model met betrekking tot de voorrangsovertreding (4.7.1) onderzocht.

4.4.1.3 Vergelijking voertuig welke voorrang heeft met voertuig welke geen voorrang heeft

Na het onderzoeken van het naderingsgedrag van beide voertuigen (voertuig welke voorrang heeft en voertuig welke geen voorrang heeft) kunnen deze ook nog onderling vergeleken worden. Deze onderlinge vergelijking wordt op Figuur 30 gevisualiseerd. Zo blijkt dat het aandeel stoppers relatief hoger ligt bij voertuigen welke geen voorrang hebben (31,33%) als bij voertuigen welke wel voorrang hebben (12,01%). Deze bevinding is logisch aangezien voertuigen welke geen voorrang hebben mogelijk moeten stoppen om het ander voertuig voorrang te verlenen. Samenhangend hiermee wordt bevonden dat voertuigen welke voorrang hebben (9,40%) in grotere mate 'niet vertragen' dan voertuigen welke geen voorrang hebben (3,66%).

Om te onderzoeken of het naderingsgedrag tussen de soorten voertuigen significant verschilt, wordt de Chi-kwadraattoets uitgevoerd. Hieruit blijkt dan ook dat het naderingsgedrag van voertuigen welke voorrang hebben significant verschilt van voertuigen welke geen voorrang hebben $\chi^2(2) = 47,58; p < 0,001$ (Tabel 37 - Bijlage 5).

Figuur 30: Naderingsgedrag naargelang voertuig (voorrang vs. geen-voorrang)



4.4.2 Primair vs. secundair

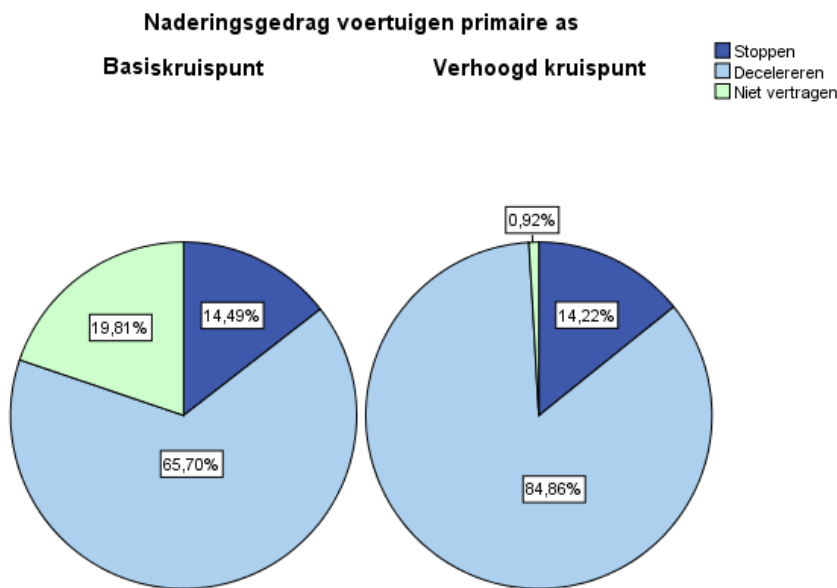
Cijfers betreffende het naderingsgedrag worden in dit onderdeel besproken door onderscheid te maken tussen voertuigen op de primaire as en voertuigen op de secundaire as. Figuur 31 en Figuur 32 geven aan hoe vaak elke categorie van het naderingsgedrag, voor respectievelijk de voertuigen op de primaire as en de voertuigen op de secundaire as, in de interacties geobserveerd werd.

4.4.2.1 Voertuigen op de primaire as

Gekeken naar de voertuigen afkomstig van de primaire as (Figuur 31), is het zichtbaar dat er op het basiskruispunt ongeveer evenveel voertuigen volledig tot stilstand kwamen dan op het verhoogd kruispunt. Het aantal voertuigen op de primaire as dat niet vertraagde, is op het basiskruispunt echter relatief groter dan op het verhoogd kruispunt. Bijgevolg is het aantal voertuigen welke decelereert relatief groter op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt. Ook hier lijken deze bevindingen weer logisch aangezien bestuurders op het basiskruispunt een grotere vrijheid hebben in de keuze om wel of niet af te remmen bij het naderen van het kruispunt.

Of beide kruispunten onderling significant verschillen op vlak van het naderingsgedrag van voertuigen op de primaire as, wordt door een Chi-kwadraattoets onderzocht. Uit de resultaten (Tabel 39 - Bijlage 5) blijkt dat er aan de aannames van de toets voldaan wordt. Deze resultaten geven tevens aan dat er een significant verband is tussen het naderingsgedrag en de kruispuntinrichting $\chi^2(2) = 42,61; p < 0,001$. Er kan dus geconcludeerd worden dat bestuurders op de primaire as het basiskruispunt anders benaderen dan op het verhoogd kruispunt. Of en in welke mate het naderingsgedrag van bestuurders op de primaire as invloed heeft op het al dan niet overtreden van de voorrangregeling wordt in het statistisch model, welke wordt besproken in onderdeel 4.7.2, onderzocht.

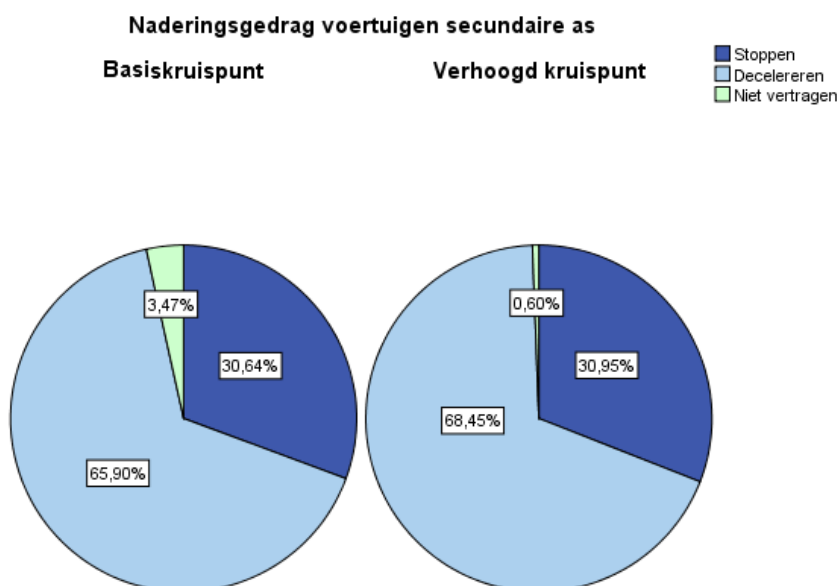
Figuur 31: Naderingsgedrag voertuigen op primaire as



4.4.2.2 Voertuigen op de secundaire as

Gekeken naar de voertuigen afkomstig van de secundaire as (Figuur 32), is het zichtbaar dat alle categorieën van het naderingsgedrag zich relatief ongeveer even vaak voordoen op het basiskruispunt als op het verhoogd kruispunt. Zo kan gesteld worden dat voor interacties waarbij het voertuig op de secundaire as stopt, deze zich relatief even dikwijls voordoen op het basiskruispunt als op het verhoogd kruispunt. Dit geldt evenzeer voor interacties waarbij het voertuig decelereert of niet vertraagt. Voor voertuigen op de secundaire as wordt er dan ook niet verwacht dat er een significant verschil is in het naderingsgedrag naargelang kruispunttype. Deze verwachting wordt bevestigd door een Chi-kwadraattoets $\chi^2(2) = 3,51; p = 0,173$ (Tabel 41 - Bijlage 5). Of en in welke mate het naderingsgedrag van bestuurders op de secundaire as invloed heeft op het al dan niet overtreden van de voorrangregeling wordt in het statistisch model, welke wordt besproken in onderdeel 4.7.2, onderzocht.

Figuur 32: Naderingsgedrag voertuigen op secundaire as

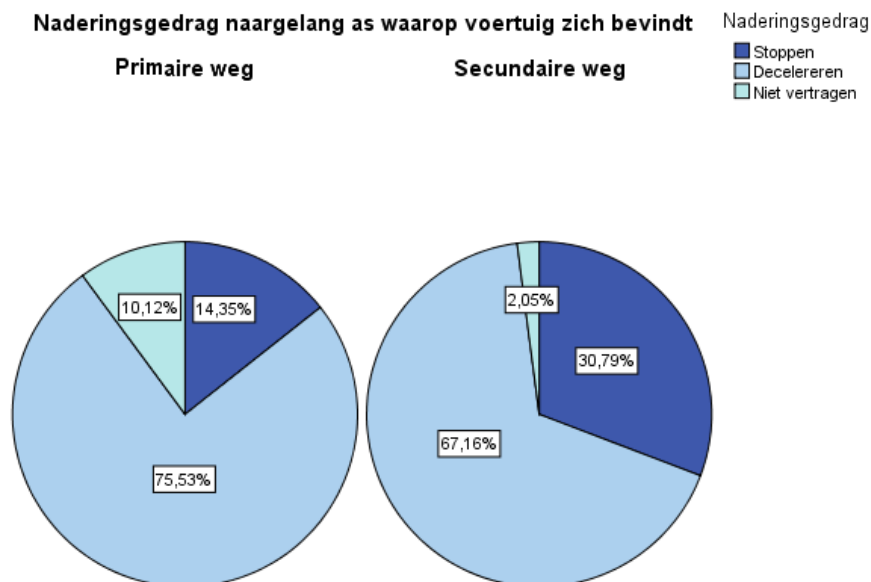


4.4.2.3 Vergelijking voertuig op de primaire as met voertuig op de secundaire as

Na het onderzoeken van het naderingsgedrag voor datacodering volgens primair vs. secundair, kan men concluderen dat het naderingsgedrag van voertuigen op de primaire as wel significant verschilt naargelang kruispunttype terwijl dit voor het naderingsgedrag van voertuigen op de secundaire as niet het geval is. Op Figuur 33 wordt het naderingsgedrag van voertuigen op de primaire as met dat van voertuigen op de secundaire as vergeleken. Uit deze visualisatie blijkt dat er bij de voertuigen afkomstig van de primaire weg relatief vaker 'niet vertraagd' wordt (10,12%), dan bij voertuigen op de secundaire weg (2,05%). Daarnaast blijkt dat voertuigen op de secundaire weg (30,79%) relatief vaker stoppen aan de kruising dan voertuigen op de primaire weg (14,53%)

Om te onderzoeken of het naderingsgedrag van voertuigen afkomstig van een verschillende as significant verschilt, wordt de Chi-kwadraattoets uitgevoerd. Hieruit blijkt dan ook dat het naderingsgedrag van voertuigen afkomstig van de primaire as significant verschilt van voertuigen welke afkomstig van de secundaire as $\chi^2(2) = 44,29; p < 0,001$ (Tabel 43 - Bijlage 5).

Figuur 33: Naderingsgedrag naargelang as waarop voertuig zich bevindt (primair - secundair)



4.5 Naderingssnelheid

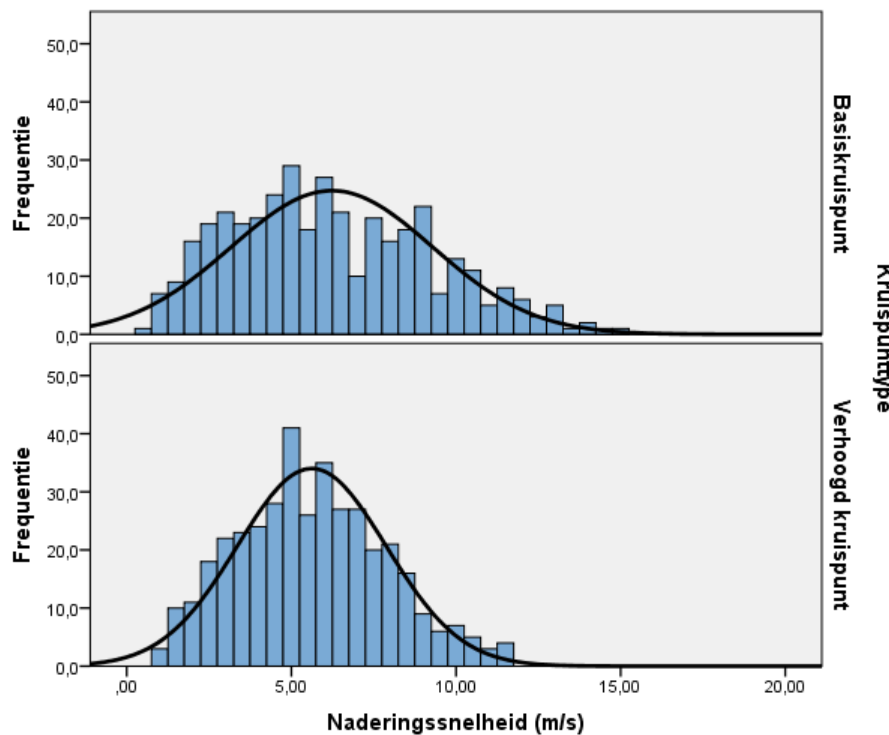
In dit onderdeel worden de cijfers betreffende het naderingssnelheid in Tabel 6 verder uitgewerkt. De naderingssnelheid is de snelheid (m/s) gemeten op het moment dat de T_2 minimaal is. voor verschillende situaties wordt de naderingssnelheid beschreven. Telkens wordt het minimum, het maximum, het gemiddelde en de standaardafwijking weergegeven voor zowel het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt.

4.5.1 Naderingssnelheid voor alle voertuigen

Allereerst wordt voor ieder kruispunt de naderingssnelheid in het algemeen beschreven. De naderingssnelheid van alle voertuigen beschrijft dan ook voor iedere interactie de naderingssnelheid van beide interagerende voertuigen. Uit deze cijfers blijkt dat de naderingssnelheid op het basiskruispunt ($M = 6,23; SD = 3,07$) gemiddeld hoger ligt dan op het verhoogd kruispunt ($M = 5,62; SD = 2,26$). Figuur 34 geeft de histogrammen voor naderingssnelheid voor zowel het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt weer. Ook uit deze figuur blijkt dat de gemiddelde

naderingssnelheid hoger ligt op het basiskruispunt. De naderingssnelheden op het verhoogd kruispunt kennen dan echter ook een grotere spreiding dan die op het basiskruispunt.

Figuur 34: Histogrammen naderingssnelheid



Om te onderzoeken of de naderingssnelheden gemeten op het basiskruispunt significant verschillen van die op het verhoogd kruispunt, wordt een t-toets uitgevoerd. Op beide kruispunten werd van meer dan 30 voertuigen de naderingssnelheid meten, waardoor er aan de voorwaarden van dit onderzoek voldaan is. De hypothese van de t-toets stelt dat de gemiddelde naderingssnelheden van het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt gelijk aan elkaar zijn. De Levene's toets ($F = 38,32; p < 0,001$) bepaalt dat er gewerkt dient te worden met de aanname dat de varianties niet gelijk aan elkaar zijn (Tabel 44 - Bijlage 5). Uit de test blijkt dat gemiddelde de naderingssnelheid op het basiskruispunt significant hoger ligt dan op het verhoogd kruispunt $t(697,24) = 3,14; p = 0,002$.

4.5.2 Relatieve naderingssnelheid

De relatieve snelheid betreft het absoluut verschil tussen de naderingssnelheden van beide interagerende voertuigen. Uit de cijfers van Tabel 6 blijkt dat de relatieve naderingssnelheid op het basiskruispunt ($M = 4,44; SD = 2,92$) gemiddeld hoger ligt dan die op het verhoogd kruispunt ($M = 2,80; SD = 2,23$). Ook hier wordt door middel van de t-toets nagegaan of dit verschil significant is. De Levene's toets ($F = 18,82; p < 0,001$) bepaalt dat er gewerkt dient te worden met de aanname dat de varianties niet gelijk aan elkaar zijn (Tabel 45 - Bijlage 5). Uit de test blijkt dat gemiddeld de relatieve naderingssnelheid groter is op het basiskruispunt dan op het verhoogd kruispunt $t(353,14) = 6,16; p < 0,001$.

4.5.3 Voorrang vs. geen-voorrang

Wanneer de data gecodeerd wordt volgens voorrang vs. geen-voorrang kunnen volgende bemerkingen met betrekking tot de naderingssnelheid gemaakt worden. Gemiddeld ligt de snelheid waarmee voertuigen het kruispunt naderen hoger voor voertuigen welke voorrang hebben ($M = 6,56; SD =$

2,73) dan voor voertuigen welke geen voorrang hebben ($M = 5,28; SD = 2,53$). Of voertuigen welke voorrang hebben het kruispunt gemiddeld sneller benaderen wordt door middel van de t-toets onderzocht. De Levene's toets geeft aan dat er dient aangenomen te worden dat de varianties gelijk aan elkaar zijn ($F = 1,72; p = 0,190$) (Tabel 46 - Bijlage 5). De resultaten van de toets geven aan dat gemiddeld voertuigen welke voorrang hebben het kruispunt sneller naderen dan voertuigen welke geen voorrang hebben ($t(764) = 6,73; p < 0,001$). Deze bevindingen liggen in lijn met de eerder gestelde conclusies omtrent naderingsgedrag (4.4.1.3). Hieruit blijkt namelijk dat het aandeel stoppers relatief lager ligt bij voertuigen welke geen voorrang hebben dan bij voertuigen welke geen voorrang hebben.

In Tabel 6 wordt de naderingssnelheid volgens voorrang vs. geen-voorrang nog eens opgesplitst per kruispuntinrichting. Hieruit blijkt dat de gemiddelde snelheid van voertuigen welke voorrang hebben hoger was op het basiskruispunt ($M = 7,22; SD = 3,02$) dan op het verhoogd kruispunt ($M = 5,91; SD = 2,23$).

4.5.4 Primair vs. secundair

Wanneer de data gecodeerd wordt volgens de as waarop de voertuigen zich bevinden, kunnen volgende bemerkingen met betrekking tot de naderingssnelheid gemaakt worden. Zo is het zichtbaar dat voertuigen welke zich op de primaire as bevinden ($M = 7,00; SD = 2,82$) het kruispunt gemiddeld sneller benaderen dan voertuigen welke zich op de secundaire as bevinden ($M = 4,57; SD = 1,81$). Ook hier wordt via een t-toets onderzocht of de naderingssnelheid van voertuigen op de primaire as significant hoger ligt dan die van voertuigen op de secundaire as. De Levene's toets geeft aan dat men moet aannemen dat de varianties van beide groepen verschillen ($F = 64,73; p < 0,001$) (Tabel 47 - Bijlage 5). De t-toets geeft aan dat gemiddeld voertuigen op de primaire as het kruispunt significant sneller benaderen dan voertuigen op de secundaire as ($t(731,30) = 14,42; p < 0,001$). Ook deze bevindingen liggen in lijn met de eerder gestelde conclusies omtrent naderingsgedrag (4.4.2.3). Hieruit bleek namelijk dat voertuigen op de secundaire weg relatief vaker stoppen aan het kruispunt dan voertuigen op de primaire weg.

In Tabel 6 wordt de naderingssnelheid volgens as waarop het voertuig zich bevindt nog eens opgesplitst per kruispuntinrichting. Hieruit blijkt dat de gemiddelde snelheid van voertuigen op de primaire as hoger was op het basiskruispunt ($M = 7,74; SD = 3,0$) dan op het verhoogd kruispunt ($M = 6,30; SD = 2,36$).

4.6 Conflicternst

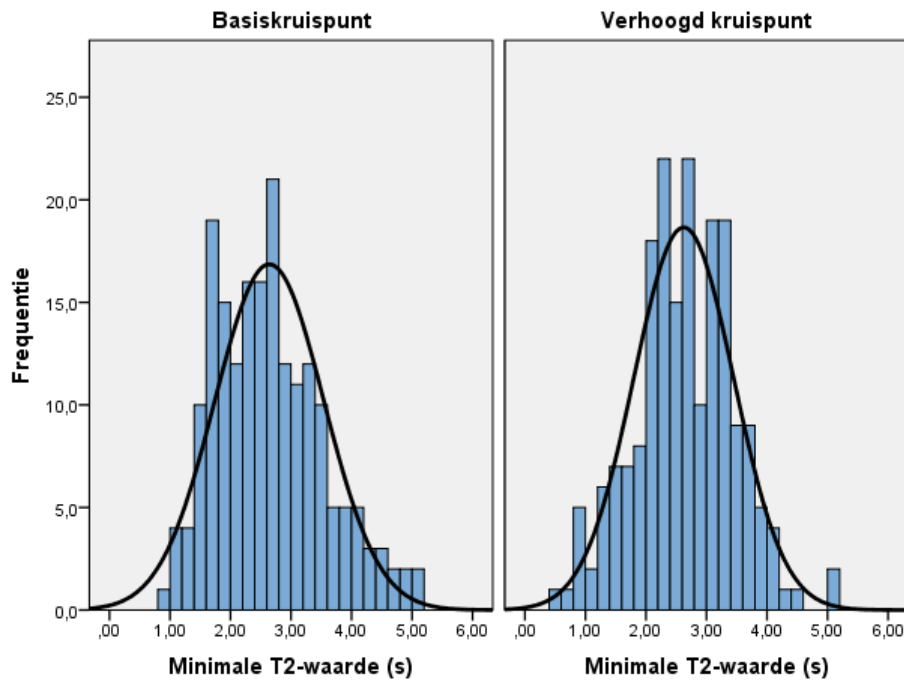
4.6.1 T_{2min} -waarde

In de Onderzoeksopzet werd reeds aangehaald dat de T_{2min} -waarde en de Delta-V indicatoren in dit onderzoek de belangrijkste variabelen zijn om de conflicternst te beoordelen. Uit de overzichtstabel (Tabel 6) is reeds gebleken dat de T_{2min} -waarde op het basiskruispunt ($M = 2,64; SD = 0,90$) gemiddeld iets hoger ligt dan op het verhoogd kruispunt ($M = 2,62; SD = 0,83$).

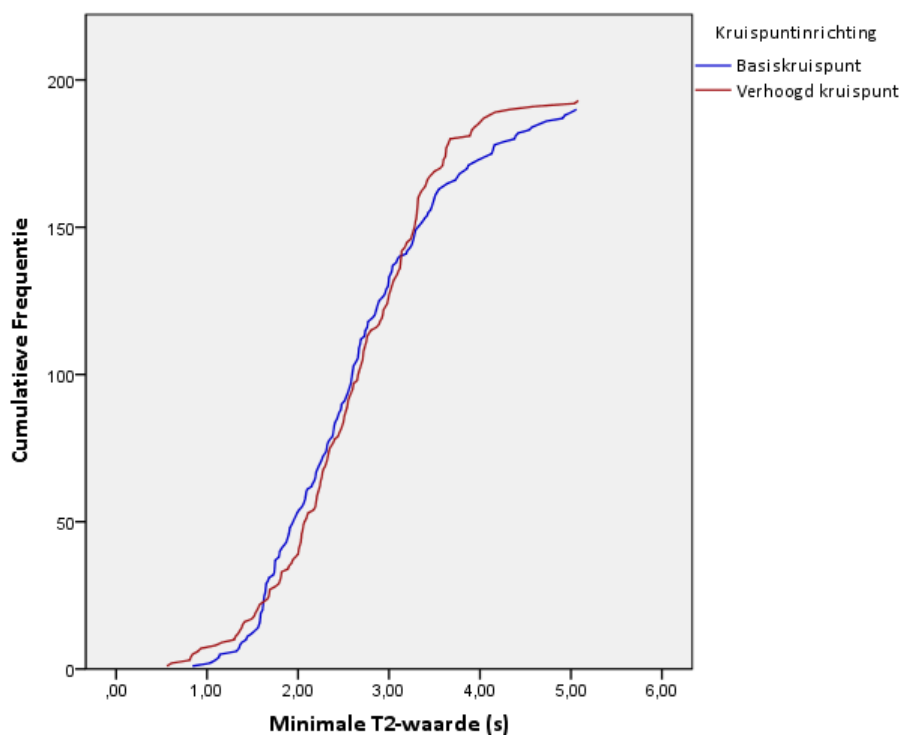
Aangezien het verschil tussen de gemiddelde T_{2min} -waardes van het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt zeer klein is, kan men verwachten dat gemiddeld de T_{2min} -waardes van het basiskruispunt niet verschillen van die van het verhoogd kruispunt. Om na te gaan of deze verwachting daadwerkelijk klopt, wordt een t-toets uitgevoerd. Op beide kruispunten werden er meer dan 30 interacties geanalyseerd waardoor er aan de aannames voldaan wordt. Bij de t-toets geldt de nulhypothese dat de gemiddelden van het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt gelijk aan elkaar zijn. De Levene's

toets ($F = 1,32; p = 0,252$) bepaalt dat er gewerkt dient te worden met de aanname dat de varianties gelijk aan elkaar zijn (zie Tabel 48 in Bijlage 4). Uit de t-test blijkt dat het verschil tussen de gemiddelde T_{2min} -waarden van het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt niet significant is $t(381) = 0,20; p = 0,84$. Dit resultaat bevestigt bovenstaand vermoeden.

Figuur 35: Histogrammen T_{2min} -waarden



Figuur 36: Cumulatieve verdeling van T_{2min} -waarden



Figuur 35 toont zowel voor het basiskruispunt als voor het verhoogd kruispunt een histogram van de geobserveerde T_{2min} -waardes. Gekeken naar het basiskruispunt, kan er worden gesteld dat T_{2min} -waardes tussen de 1 en 3 seconden zich het vaakst voordoen. Op het verhoogd kruispunt doen T_{2min} -waardes tussen 1 en 4 seconden zich het vaakst voor. Om het verschil tussen het verhoogd kruispunt en het basiskruispunt op vlak van de T_{2min} -waardes te onderzoeken, geeft Figuur 36 een beter beeld.

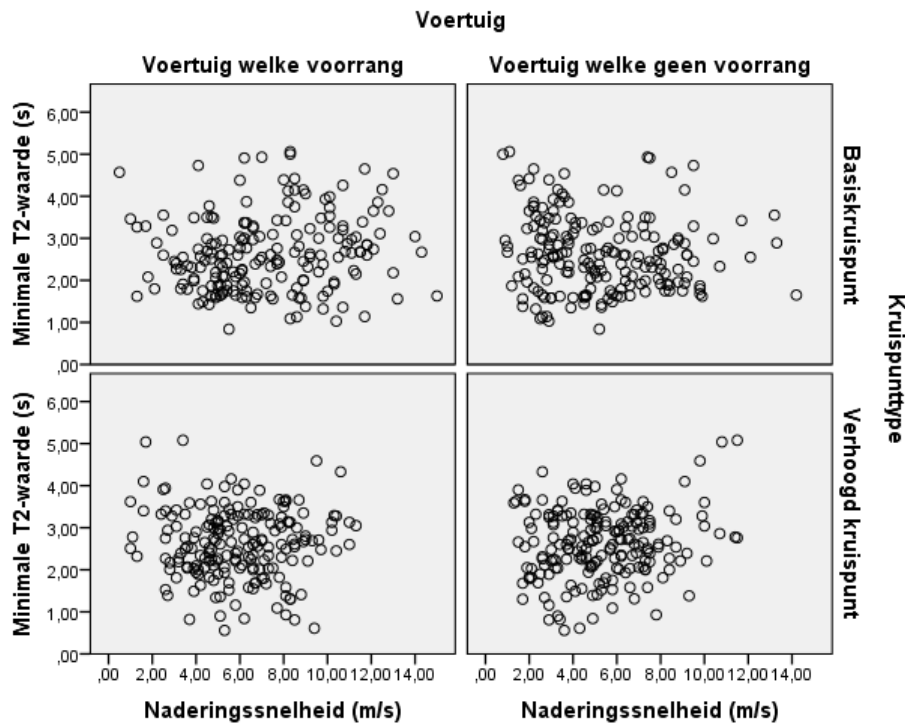
De grafieken op Figuur 36 tonen de cumulatieve verdeling van de T_{2min} -waardes van zowel het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt. De cumulatieve frequentie geeft aan hoeveel interacties een T_{2min} gelijk aan of kleiner dan een bepaalde waarde hebben. Zo is het bijvoorbeeld zichtbaar dat het basiskruispunt meer interacties (133) kent met een T_{2min} -waarde gelijk aan of kleiner dan 3,00 dan het verhoogd kruispunt (127). Uit deze grafiek kan opgemaakt worden dat de kleinste T_{2min} -waarden frequenter op het verhoogd kruispunt voorkomen. T_{2min} -waardes tussen ongeveer 1,5 s en 2 s komen echter frequenter op het basiskruispunt voor aangezien de hellingsgraad van de grafiek van het basiskruispunt hier een grotere waarde kent. T_{2min} -waardes tussen 2 s en 3,5 s zijn ongeveer even voorkomend op beide kruispunttypes.

Zoals bij de Onderzoeksopzet aangehaald, wordt er in dit onderzoek van een ernstig conflict gesproken wanneer de T_{2min} -waarde minder dan anderhalve seconden bedraagt. Verdere data-analyse wijst uit dat er zich op het basiskruispunt 12 (6,32%) ernstige conflicten en op het verhoogd kruispunt 17 (8,81%) ernstige conflicten voordoen (zie Tabel 49 - Bijlage 5). Om te onderzoeken of de kruispuntinrichting invloed uitoefent op het zich al dan niet voordoen van een ernstig conflict, wordt een Chi-kwadraattoets uitgevoerd. De nulhypothese stelt dat er geen significant verband is tussen de variabelen 'kruispuntinrichting' en 'ernstig conflict'. Gekeken naar de resultaten (Tabel 50 - Bijlage 5) is het zichtbaar dat geen enkele cel een verwachte waarde kleiner dan 5 heeft, waardoor aan de aannames van de Chi-kwadraattoets voldaan wordt. Uit de Chi-kwadraattoets blijkt dat de nulhypothese niet verworpen kan worden. Dit wil zeggen dat er geen significant verband is tussen het type kruispunten en het zich al dan niet voordoen van een ernstig conflict $\chi^2(1) = 0,85; p = 0,357$. Hoewel er geen significant verband is, kan er wel gesteld worden dat het geobserveerd aantal ernstige conflicten hoger ligt op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt. De stelling komt overeen met het eerder aangehaalde feit dat de kleinste T_{2min} -waarden frequenter op het verhoogd kruispunt voorkomen.

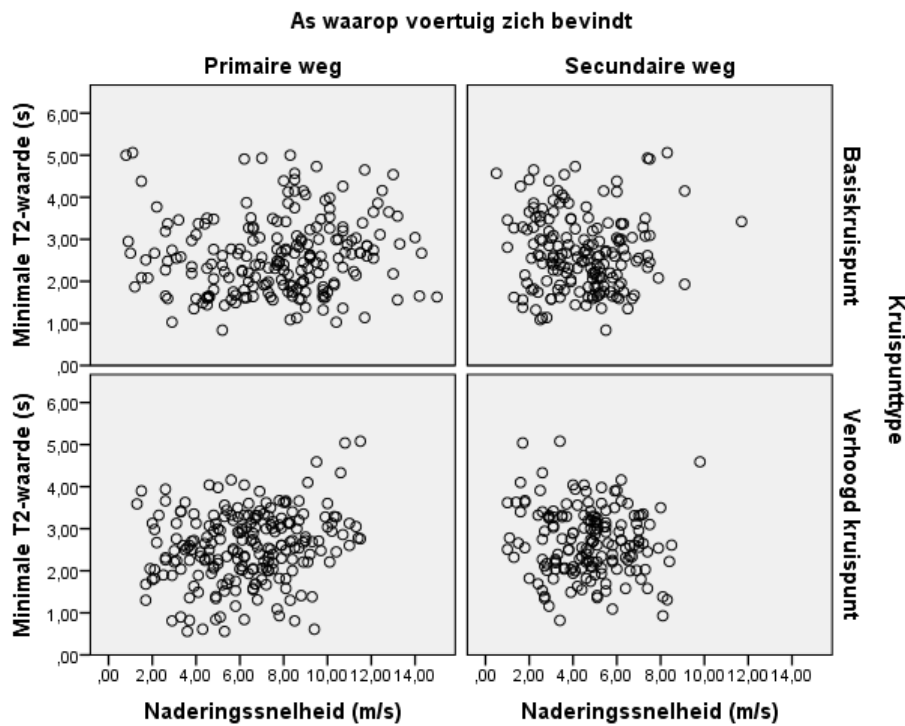
Om meer inzicht in de bevonden T_{2min} -waardes te verwerven, zijn deze ten opzichte van de variabele naderingssnelheid nader bekeken. Dit zowel voor de naderingssnelheid bij onderscheid naargelang voorrangregeling (Figuur 37) als bij onderscheid naargelang de as waarop het voertuig zich bevindt (Figuur 38). Zo kan er gekeken worden bij welke snelheden ernstige conflicten (kleine T_{2min} -waardes) en heel frequente T_{2min} -waardes zich voordoen.

Uit de figuren blijkt dat een meerderheid van T_{2min} -waardes zich voordoet bij naderingssnelheden van ongeveer 2,00 m/s t.e.m. 8,00 m/s. Voor ernstige conflicten (T_{2min} -waardes kleiner dan of gelijk aan 1,5 s), is het zichtbaar dat deze zich niet rond een specifiek lage of hoger naderingssnelheid clusteren. Ernstige conflicten doen zich voor bij naderingssnelheden van 1,70 m/s tot en met 11,70 m/s. Wel is bij voertuigen afkomstig van de secundaire as een sterkere clustering zichtbaar. Bij deze voertuigen worden er minder hoge naderingssnelheden geobserveerd dan bij voertuigen afkomstig van de primaire as.

Figuur 37: Verband T2min-waardes met naderingssnelheid (voorrang vs. geen-voorrang)



Figuur 38: Verband T2min-waardes met naderingssnelheid (primair vs. secundair)

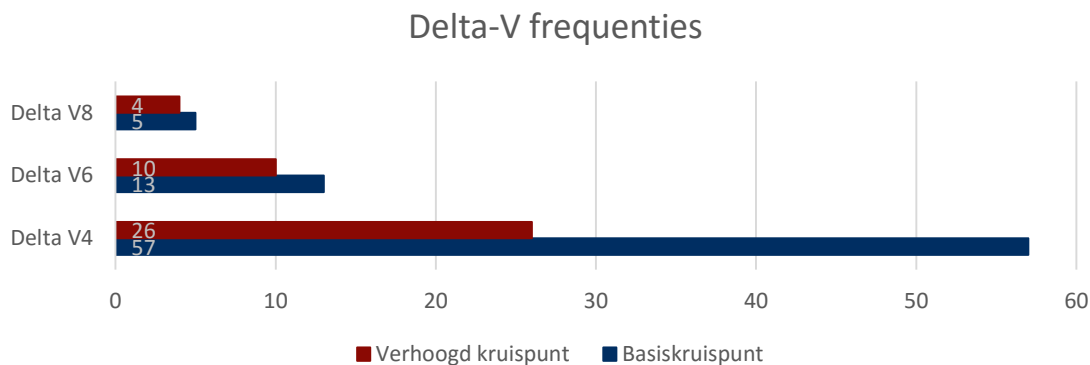


4.6.2 Delta-V indicatoren

Bij het onderzoeken van de snelheid waarmee bestuurders remmen, is er gekeken naar de Delta-V4, Delta-V6 en Delta-V8 indicator. In Tabel 6 wordt per kruispunt weergegeven voor hoeveel interacties er een Delta-V waarde wordt weergegeven welke de bijbehorende minima en maxima en gemiddeldes

zijn. Figuur 39 voorziet in een grafische weergave van het aantal Delta-V4, -V6 en -V8 indicatoren met een waarde groter dan nul voor zowel het verhoogd- als het basiskruispunt. Uit de figuur blijkt dat voor beide kruispunten de Delta-V4 indicator het vaakst en de Delta-V8 indicator het minst vaak verschillend is van nul. Er kan dus een duidelijke hiërarchie in veiligheid worden waargenomen, interacties met een lage ongevalsernst zijn namelijk veel voorkomender dan interacties met een hoge ongevalsernst.

Figuur 39: Delta-V frequenties



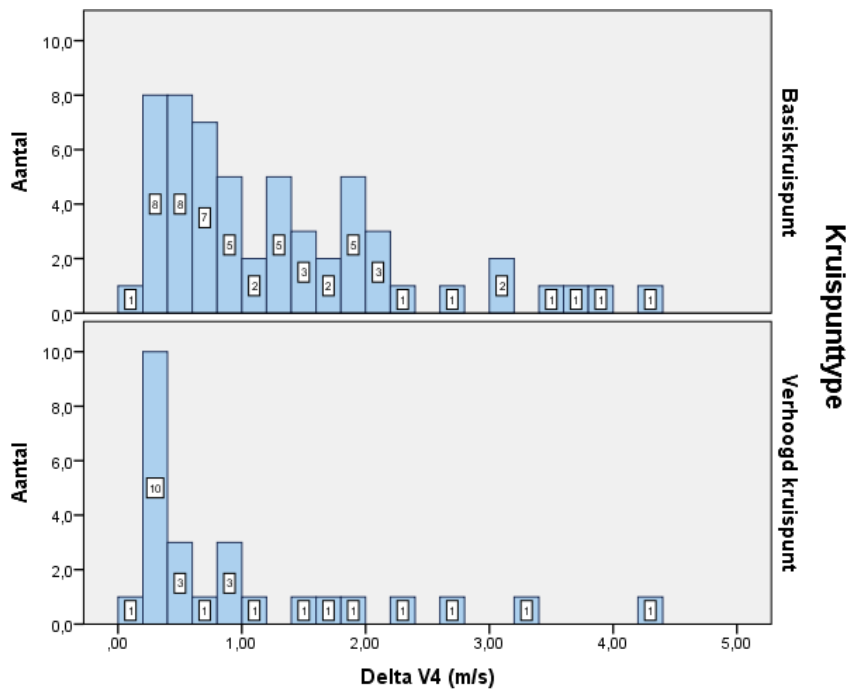
Gekeken naar Figuur 39 valt het op dat voor alle drie de Delta-V indicatoren de waargenomen frequenties hoger liggen op het basiskruispunt dan op het verhoogd kruispunt. Met name bij de Delta-V4 indicator is het zichtbaar dat deze veel frequenter voorkomt op het basiskruispunt (30,00% van alle interacties) dan op het verhoogd kruispunt (13,47% van alle interacties). Of het type kruispunt al dan niet invloed heeft op het genereren van een Delta-V4 waarde wordt getest door middel van de Chi-kwadraattoets.

Met de uitvoering van de Chi-kwadraattoets wordt er onderzocht of er een relatie is tussen de twee categorische variabelen 'kruispuntinrichting' en 'aanwezigheid Delta-V4 waarde'. De nulhypothese (H_0) stelt dat beide variabelen onafhankelijk van elkaar zijn en er dus geen verband tussen beide is. Uit de resultaten (zie Tabel 52 - Bijlage 5Bijlage 4) blijkt dat geen enkele cel een verwachte waarde kleiner dan 5 heeft, waardoor aan de aannames van de Chi-kwadraattest voldaan wordt. De Chi-kwadraattoets toont aan dat de nulhypothese verworpen kan worden en er dus een significant verband tussen het type kruispunt en het genereren van een Delta-V4 waarde is $\chi^2(1) = 15,41; p < 0,001$. De kans dat een interactie een Delta-V4 waarde groter dan nul heeft is dus groter op basiskruispunt dan op het verhoogd kruispunt met een Odds Ratio van 2,75. De berekening van deze Odds Ratio wordt hieronder weergegeven.

$$Odds\ ratio = \frac{Odds_{Delta-V4\ basiskruispunt}}{Odds_{Delta-V4\ verhoogd\ kruispunt}} = \frac{57/133}{26/167} = 2,75$$

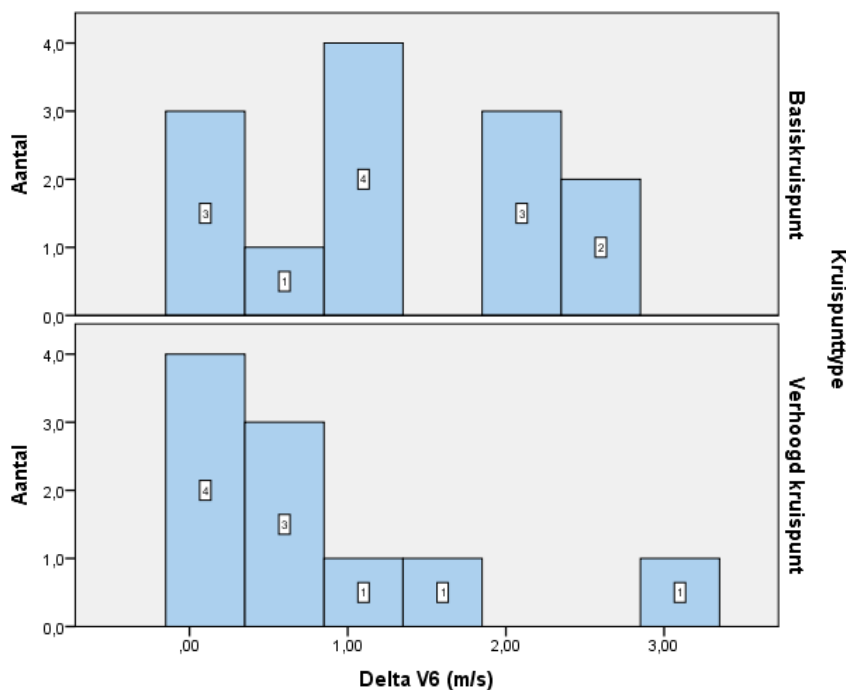
Om een beter inzicht in de Delta-V4 waarde te verwerven, wordt in Figuur 40 voor zowel het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt een histogram gevisualiseerd. Deze licht de frequenties van de Delta-V4 waarden gedetailleerder toe. Uit deze figuur is het zichtbaar voor het basiskruispunt de meeste Delta-V4 waarden liggen tussen 0,00 m/s en 2,00 m/s. Gekeken naar het verhoogd kruispunt is het zichtbaar de meeste Delta-V4 waarden liggen tussen 0,00 m/s en 1,00 m/s. Hieruit kan dus geconcludeerd worden dat het basiskruispunt niet enkel in het algemeen een groter aantal Delta-V4 kent, maar tevens ook nog van een groter aantal 'hogere' Delta-V4 waarden voorzien is.

Figuur 40: Frequenties Delta-V4 waarden

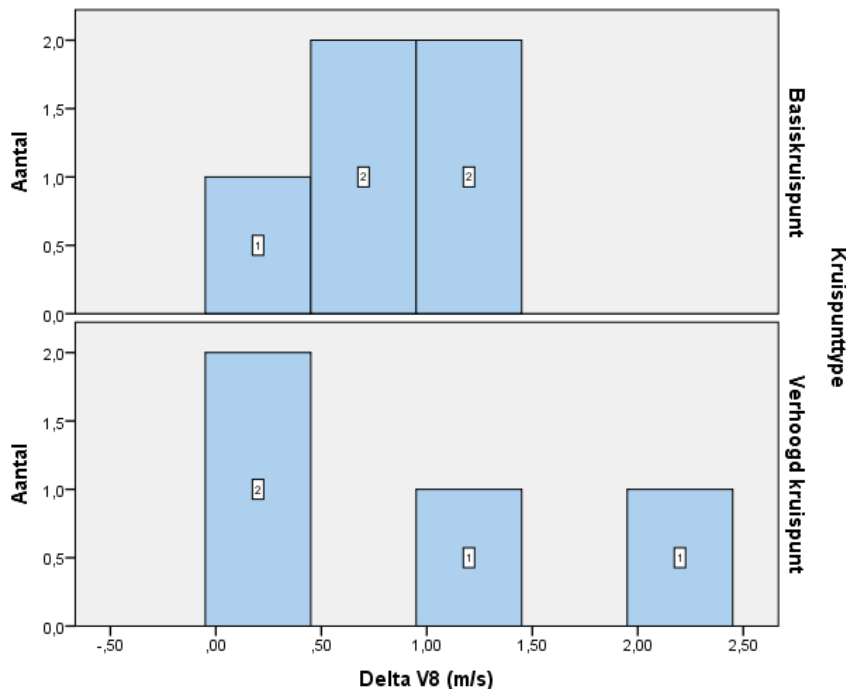


Voor de zowel Delta-V6 als de Delta-V8 indicator werd er geen significant verband gevonden tussen de variabelen 'kruispuntinrichting' en 'aanwezigheid Delta-V waarde' (respectievelijk $\chi^2(1) = 0,47; p = 0,49$ en *Fisher's exact*; $p = 0,749$). Ook voor de Delta-V6 en de Delta-V8 zijn histogrammen welke de frequenties van de Delta-V waarden toelichten. Deze zijn zichtbaar op respectievelijk Figuur 41 en Figuur 42. Uit deze figuren blijkt dat de Delta-V6 indicator, net als de Delta-V4 indicator, niet enkel vaker voorkomt op het basiskruispunt maar er tevens frequenter hogere waarden genereert. De resultaten omtrent de waarden en frequenties van de Delta-V8 waarden zijn minder uitgesproken, aangezien deze maar in enkele gevallen werd waargenomen.

Figuur 41: Frequenties Delta-V6 waarden



Figuur 42: Frequenties Delta-V8 waarden



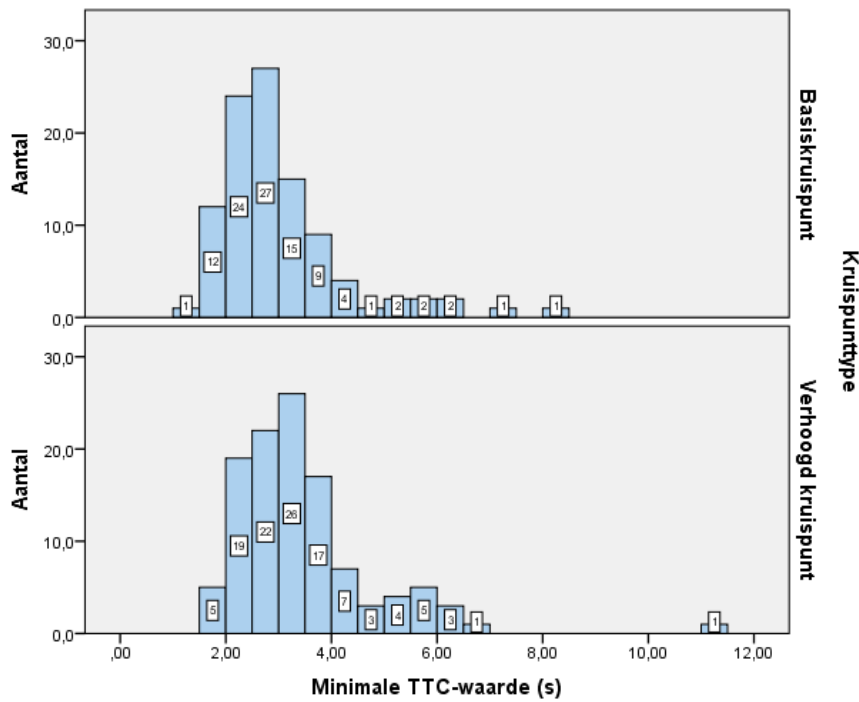
4.6.3 TTC_{min} -waarde

Zoals reeds in het literatuuronderzoek (2.3.1.1) aangegeven is de TTC-waarde eveneens een indicator welke aangeeft hoe dicht weggebruikers een ongeval naderen, welke enkel berekend kan worden als de weggebruikers op botskoers liggen. Uit de overzichtstabel blijkt dan ook (Tabel 6) dat op het basiskruispunt bij 53,16% van de interacties en op het verhoogd kruispunt bij 58,55% van de interacties een botskoers aanwezig was. Deze percentages doen vermoeden dat het voorkomen van een botskoers ongeveer even vaak voorkomt op het basiskruispunt dan op het verhoogd kruispunt. Dit vermoeden wordt bevestigd door de Chi-kwadraattoets $\chi^2(1) = 1,13; p = 0,288$ (zie Tabel 58 - Bijlage 5).

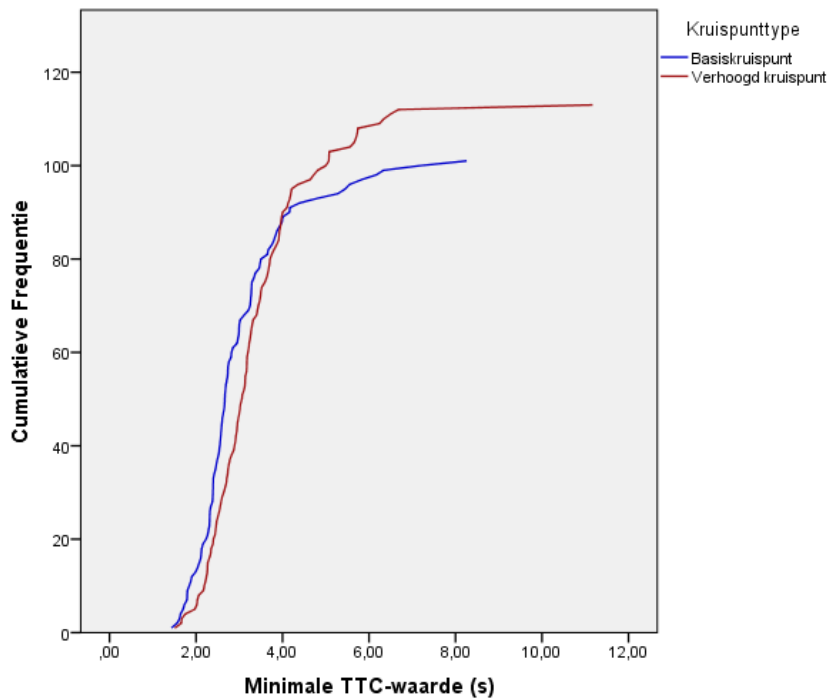
Net zoals bij de T_{2min} -waarden worden zowel voor het basiskruispunt als het verhoogd kruispunt histogrammen van de geobserveerde TTC_{min} -waarden opgesteld. Deze zijn zichtbaar op Figuur 35. Hieruit is zichtbaar dat voor de hogere TTC_{min} -waarden (meer dan 4 seconden) het verhoogd kruispunt grotere frequenties kent dan het basiskruispunt. Op Figuur 36 wordt de cumulatieve verdeling van de TTC_{min} -waarden voor beide kruispunten weergegeven. Deze bevestigt bovenstaande vaststelling betreffende een hogere frequentie 'hoge' TTC_{min} -waarden op het verhoogd kruispunt. Uit deze figuur wordt het eveneens dat voor TTC_{min} -waarden kleiner dan 4 seconden, het basiskruispunt grotere frequenties kent.

Ook bij de TTC-variabele spreekt men van een potentieel gevaarlijk conflict als TTC_{min} -waarde minder dan 1,5 seconden bedraagt. Uit de conflictanalyse blijkt echter dat er maar één conflict een TTC_{min} -waarde van minder dan 1,5 seconden kende. Dit conflict deed zich voor op het basiskruispunt. Op basis van de TTC-waarden kunnen er dus geen uitspraken gedaan worden over conflicten met een klein tijdsinterval.

Figuur 43: Histogrammen TTC_{min} -waardes



Figuur 44: Cumulatieve verdeling van TTC_{min} -waardes



4.7 Modellen met betrekking tot voorrangsovertredingen

In voorgaande alinea's werd er telkens een beschrijving gemaakt van de resultaten weergegeven in de algemene tabel (Tabel 6). Hierbij werd er telkens onderscheid gemaakt tussen het basiskruispunt en het verhoogd kruispunt, en indien relevant werden statistische analyses uitgevoerd. Zoals in de Onderzoeksvragen aangehaald is het echter ook nuttig om te onderzoeken welke variabelen bijdragen aan het overtreden van de voorrangregeling. In het onderdeel Onderzoeksoepzet wordt dan ook

toegelicht dat dit gebeurt aan de hand van logistische regressiemodellen. Zowel voor de codering primair vs. secundair als de codering voorrang vs. geen-voorrang wordt er een logistisch regressiemodel opgesteld, deze zijn in onderstaande onderdelen (respectievelijk 4.7.2 en 4.7.1) terug te vinden.

Wanneer wordt bevonden dat een bepaalde variabele een significante invloed uitoefent op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling, wordt deze in een tabel weergegeven. Zo wordt er zowel voor het model gecodeerd volgens voorrang vs. geen-voorrang als voor het model gecodeerd volgens primair vs. secundair een tabel opgesteld (zie respectievelijk Tabel 9 en Tabel 10). De eerste kolom van de tabellen bevat telkens de desbetreffende variabelen. Deze tabellen bevatten niet alleen dichotome variabelen, maar ook variabelen met meer dan twee categorieën. Om deze reden wordt er in de tabel dan ook een kolom genaamd 'categorieën' weergegeven. Dit maakt het mogelijk om voor iedere categorie van een variabele te zien of deze significant invloed heeft ($p < 0,05$). Naast de p-waarde worden er ook in dit model voor iedere categorie waarden voor de schatting, de standaardafwijking, OR en de intervalgrenzen van de OR weergegeven. De OR geeft aan of de variabele de kans op een voorrangsovertreding doet toe- of afnemen. Een OR kleiner dan 1 wijst erop dat de variabele de kans op de voorrangsovertreding doet afnemen, terwijl een OR groter dan 1 aangeeft dat de variabele de kans op een voorrangsovertreding doet toenemen. Een OR gelijk aan 1 wijst op geen verschil in kans.

4.7.1 Voorrang vs. geen-voorrang

Vooraleer het model wordt opgesteld, dienen de vooropgestelde aannames betreffende lineariteit en multicollineariteit gecontroleerd te worden. Het model is dan ook zodanig opgesteld dat geen van deze aannames geschonden wordt (Tabel 59 en Tabel 60 - Bijlage 5).

Tabel 9 toont de variabelen welke de kans op het overtreden van de voorrangsregeling beïnvloeden wanneer de data gecodeerd wordt volgens voorrang vs. geen-voorrang. Deze tabel bevat zes variabelen welke invloed hebben op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling. Kruispuntinrichting is de eerste variabele welke een significante invloed op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling heeft. Meer specifiek wordt er bevonden dat de kans op een voorrangsovertreding significant groter is wanneer men zich op een verhoogd kruispunt bevindt dan wanneer men zich op een basiskruispunt bevindt ($OR = 2,63$). Deze resultaten zijn in overeenstemming met de eerder bevonden resultaten uit de Chi-kwadraattest tussen kruispuntinrichting en voorrangsovertreding (zie 4.2.1).

Naast de kruispuntinrichting heeft eveneens de aankomstvolgorde een significante invloed op het naleven van de voorrangsregeling. Zo wordt er bevonden dat wanneer het voertuig welke geen voorrang heeft (voertuig 2) als eerste aan het kruispunt arriveert, de kans op een voorrangsovertreding significant hoger is dan wanneer het voertuig in de voorrang (voertuig 1) als eerste aan het kruispunt arriveert ($OR = 181,14$). Daarnaast wordt er eveneens bevonden dat wanneer de interagerende voertuigen gelijktijdig op het kruispunt arriveren, de kans op een voorrangsovertreding significant hoger ligt dan wanneer het voertuig in de voorrang (voertuig 1) als eerste op het kruispunt arriveert. ($OR = 10,07$).

Ook het naderingsgedrag van beide interagerende voertuigen speelt een significante rol. Voor het voertuig in de voorrang (voertuig 1), blijkt dat als deze bij het naderen van het kruispunt zijn snelheid vermindert, de kans op een overtreding van de voorrangsregeling significant afneemt ten op zichte van wanneer deze volledig zou stoppen ($OR = 0,05$). Ook wanneer deze niet vertraagt bij het naderen

van het kruispunt, is de kans op een voorrangsovertreding significant kleiner dan wanneer deze zou stoppen (OR = 0,01).

Bij het voertuig welke geen voorrang heeft (voertuig 2) is het tegenovergestelde zichtbaar. Zo blijkt dat wanneer deze afremt voor het kruispunt de kans op het overtreden van de voorrang significant groter is dan wanneer deze stopt (OR = 18,52). Wanneer het voertuig uit de voorrang zijn snelheid niet vermindert bij het naderen van het kruispunt, is de kans op een voorrangsovertreding eveneens significant groter dan wanneer deze zou stoppen (OR = 112,54).

Tenslotte wordt er bevonden dat voor conflicten waarbij een botskoers aanwezig is (TTC-waarde aanwezig), de kans op een voorrangsovertreding significant kleiner is dan voor conflicten waar geen botskoers is gedetecteerd (OR=0,46).

4.7.2 Primair vs. secundair

Vooraleer het model wordt opgesteld, dienen de vooropgestelde aannames betreffende lineariteit en multicollineariteit gecontroleerd te worden. Het model is dan ook zodanig opgesteld dat geen van deze aannames geschonden wordt (Tabel 61 en Tabel 62 - Bijlage 5).

Tabel 10 toont de variabelen welke de kans op het overtreden van de voorrangsregeling beïnvloeden wanneer de data gecodeerd wordt volgens primair vs. secundair. Deze tabel bevat vier variabelen welke invloed hebben de naleving van de voorrangsregeling. Net zoals bij het voorgaande model is kruispuntinrichting de eerste variabele welke een significante invloed op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling heeft. Meer specifiek wordt er bevonden dat de kans op een voorrangsovertreding significant groter is wanneer men zich op een verhoogd kruispunt bevindt dan wanneer men zich op een basiskruispunt bevindt (OR=2,00). Deze resultaten zijn in overeenstemming met de eerder bevonden resultaten uit de Chi-kwadraattest tussen kruispuntinrichting en voorrangsovertreding (zie 4.2.1).

Daarnaast is het zichtbaar dat het al dan niet in de voorrang zijn van voertuig op de primaire as een rol speelt bij de kans op en voorrangsovertreding. Er wordt bevonden dat de kans op een voorrangsregeling significant afneemt wanneer voertuig op de primaire as in de voorrang is (OR = 0,46).

Net zoals bij het voorgaande model, wordt ook hier bevonden dat voor conflicten waarbij een botskoers aanwezig is (TTC-waarde aanwezig), de kans op een voorrangsovertreding significant kleiner is dan voor conflicten waar geen botskoers is gedetecteerd (OR=0,35).

Tabel 9: Factoren welke voorrangregeling overtreden volgens voorrang vs. geen-voorrang

Variabele	Categorieën	Schatting	Standaardafwijking	p-waarde	Odds Ratio	95% betrouwbaarheidsinterval Odds ratio	
						Ondergrens	Bovengrens
Kruispuntinrichting	Verhoogd	0,97	0,39	0,013	2,63	1,22	5,67
Aankomstvolgorde	Voertuig 1 eerst	Ref.		0,000			
	Voertuig 2 eerst	5,20	0,66	0,000	181,14	49,51	664,47
	Gelijktijdig	2,31	0,63	0,000	10,07	2,91	34,85
Naderingsgedrag VTG1	Stoppen	Ref.		0,000			
	Decelereren	-3,06	0,61	0,000	0,05	0,01	0,16
	Niet vertragen	-4,38	0,93	0,000	0,01	0,00	0,08
Naderingsgedrag VTG2	Stoppen	Ref.		0,000			
	Decelereren	2,92	0,47	0,000	18,52	7,43	46,17
	Niet vertragen	4,72	0,92	0,000	112,54	18,56	682,45
Aanwezigheid TTCmin	Ja	-0,78	0,39	0,046	0,46	0,21	0,99
Constante		-3,94	0,73	0,000	0,02		

R²= 0,49 (Hosmer & Lemeshow), 0,42 (Cox & Snell); 0,63 (Nagelkerke). Model $\chi^2(8) = 210,43$; $p < 0,01$

Tabel 10: Factoren welke voorrangregeling overtreden volgens primair vs. secundair

Variabele	Categorieën	Schatting	Standaardafwijking	p-waarde	Odds Ratio	95% betrouwbaarheidsinterval Odds ratio	
						Ondergrens	Bovengrens
Kruispunttype	Verhoogd	0,69	0,26	0,009	2,00	1,19	3,35
VTG prim heeft voorrang	Ja	-0,78	0,27	0,003	0,46	0,27	0,77
Aankomstvolgorde	Voertuig prim eerst	Ref.		0,000			
	Voertuig sec eerst	-0,64	0,29	0,029	0,53	0,30	0,94
	Gelijktijdig	-0,97	0,38	0,011	0,38	0,18	0,80
Aanwezigheid TTCmin	Ja	-1,05	0,28	0,000	0,35	0,20	0,61
Constante		-0,14	0,31	0,648	0,87		

R²= 0,11 (Hosmer & Lemeshow), 0,12 (Cox & Snell); 0,18 (Nagelkerke). Model $\chi^2(5) = 48,90$; p < 0,001

5 Discussie onderzoeksresultaten

Uit de observaties blijkt dat bij 24,54% van alle geobserveerde conflicten op de voorrang van rechts kruispunten een overtreding zichtbaar was. Dit percentage ligt in lijn met andere studies. Zo bevindt De Ceunynck et al. (2013b) bij 27% van de geobserveerde interacties en Johannessen (1984) bij 25% van de geobserveerde interacties op voorrang van rechts kruispunten een voorrangsovertreding. De meerderheid (63,83%) van de in het huidige onderzoek geobserveerde voorrangsovertredingen, deden zich voor op het verhoogd kruispunt.

Een eerste belangrijke conclusie die dan ook uit de conflictobservatie gemaakt kan worden, is dat de kans op het overtreden van de voorrangsregeling groter is op het verhoogde kruispunt dan op het basiskruispunt. Dit wordt door de logistische regressiemodellen voor zowel voorrang vs. geen-voorrang (OR = 2,63) als primair vs. secundair (OR = 2,00) bevestigd. Deze conclusie ligt in lijn met het resultaat uit de studie van Cams (2015). Uit deze studie blijkt namelijk dat de kans op een voorrangsovertreding significant afneemt wanneer een interactie op een basiskruispunt plaatsvindt, dan wanneer deze interactie op een verhoogd kruispunt zou plaatsvinden (OR = 0,20). Schnüll, Haller, & von Lübke (1992) bevonden in hun onderzoek dat verhoogde kruispunten een stijging in het aantal ongevallen veroorzaken. Deze stijging was echter niet significant. Gezien het niet naleven van de voorrangsregels door sommige literatuur als voornaamste ongevalsoorzaak wordt beschouwd, kan men verwachten dat dit verhoogd ongevals-aantal samenhangt met een verhoogd aantal voorrangsovertredingen (Ewing & Dumbaugh, 2009 geciteerd door Giuffrè et al., 2014).

Verhoogde kruispunten behoren tot snelheidsverlagende inrichtingen. Deze trachten voertuigen tot lage snelheden te dwingen wat tot een verminderd ongevalsrisico en een vergroot aandachtsniveau dient te leiden (Daniels et al., 2010; Elvik et al., 2009). Uit de resultaten blijkt dat gemiddeld op het basiskruispunt daadwerkelijk lagere naderingssnelheden zijn waargenomen dan op het verhoogd kruispunt. Relevant hieraan wordt bevonden dat voertuigen relatief vaker niet vertragen bij het naderen van het basiskruispunt, dan bij het verhoogd kruispunt. Aangezien het verhoogd kruispunt zorgt voor een hogere kans op een voorrangsovertreding, kan men zich afvragen of deze lagere naderingssnelheden het eigenlijke doel, namelijk een verminderd ongevalsrisico en een vergroot aandachtsniveau, wel bereiken.

Hoewel de resultaten uitwijzen dat gemiddeld de bevonden tijdsintervallen op beide kruispunten niet significant van elkaar verschillen, kan men voor specifieke waardes toch duidelijke onderlinge verschillen opmerken. Naast een hoger aantal interacties met voorrangsovertredingen, kent het verhoogd kruispunt namelijk eveneens een hoger aantal interacties met een klein tijdsinterval (kleine T_{2min} -waarde). Overeenkomstig wordt er dan ook bevonden dat ernstige conflicten (T_{2min} -waardes kleiner dan anderhalve seconde) zich frequenter voordoen op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt. Op basis van deze bevonden tijdsintervallen kan verwacht worden dat de ongevals-ernst groter is op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt.

Onderzoeksresultaten omtrent de Delta-V indicatoren tonen aan dat deze frequenter voorkomen op het basiskruispunt dan op het verhoogd kruispunt. Deze bevinding wijst erop dat men op het basiskruispunt vaker oncomfortabel moet remmen dan op het verhoogd kruispunt. Slechts in enkele conflicten werd een noodrem (8 m/s^2) waargenomen. Ook deze kende een hogere frequentie op het basiskruispunt. Daarnaast wordt er eveneens voor zowel de Delta-V4, als de Delta-V6 indicator bevonden dat deze frequenter hogere waardes kennen. Dit wijst erop dat op het basiskruispunt vaker

een grote snelheidsverandering ten gevolge van oncomfortabel remmen werd waargenomen dan op het verhoogd kruispunt. Op basis van de bevonden resultaten omtrent remgedrag, kan men verwachten dat bij het daadwerkelijk plaatsvinden van een ongeval, de ernst op het basiskruispunt groter zal zijn dan op het verhoogd kruispunt (Laureshyn et al., 2016).

Uit de literatuur blijkt echter dat de conflicternst zowel door de nabijheid van een ongeval, als de ernst indien het ongeval zou hebben plaatsgevonden wordt bepaald. Zo wordt dan ook aangehaald dat de conflicternst zal stijgen naarmate de T_{2min} -waarde daalt (de weggebruikers dichter bij een botsing zijn) en de 'verwachte' Delta-V waarde stijgt (de gevolgen van de hypothetische botsing ernstiger zouden zijn). In dit onderzoek worden echter de laagste T_{2min} -waardes op het basiskruispunt bevonden en de hoogste Delta-V waardes op het verhoogd kruispunt. Dit kan verklaard worden door het feit dat de naderingssnelheden op het verhoogd kruispunt gemiddeld lager liggen dan die op het basiskruispunt. Deze resultaten kunnen er dus op wijzen dat de ongevalskans op het verhoogd kruispunt groter is, maar dat bij het daadwerkelijk plaatsvinden van een ongeval, de ernst van deze lager zal zijn dan die op het verhoogd kruispunt (bv. enkel blikshade).

De literatuur haalt eveneens aan dat interacties van gematigde ernst (aanwezigheid van een Delta-V waarde), zowel positief als negatief kunnen zijn. Zo kunnen deze zorgen voor gedragsmatige feedback betreffende de noodzaak van het verhogen van de aandacht bij dergelijke interacties. Daarnaast kunnen deze ook negatief zijn aangezien interacties als deze altijd geassocieerd zijn met een 'verassingselement'. Dergelijke interacties hebben slechts een kleine veiligheidsmarge en kunnen dus snel omslaan in een aanrijding (Svensson & Hydén, 2006). Svensson & Hydén (2006) halen dan ook aan dat het frequent voorkomen van deze interacties van gematigde ernst, de voorgaande stelling betreffende de positieve invloed steunt.

Om een beter inzicht in het zich al dan niet voorvallen van een voorrangsovertreding te verkrijgen, zijn enkele mogelijk relevante variabelen verder onderzocht. Wanneer specifiek wordt gekeken naar de assen (impliciet primaire of secundaire as) waarop voertuigen zich bevinden, kan voor beide kruispunten besloten worden dat het voertuig op de primaire as vaker als eerste de kruising oprijdt dan dat deze daadwerkelijk voorrang heeft. Dit wil dus zeggen dat voertuigen op de impliciet primaire as zich vaker gedragen alsof zij voorrang hebben dan dat daadwerkelijk het geval is. Logischerwijs rijden voertuigen op de secundaire as minder dikwijls als eerste de kruising op, dan dat hun volgens de voorrangsregeling toegestaan is. Deze bevindingen stemmen overeen met onderzoek van De Ceunynck et al. (2013b), waaruit blijkt dat op kruispunten met voorrang van rechts, bestuurders op de weg met een lagere verkeersintensiteit zich voorzichtiger gedragen dan bestuurders op de weg met een hogere verkeersintensiteit. De Ceunynck et al. (2013b) stelt dan ook dat overtredingen op de voorrang van rechts regel waarschijnlijker wanneer de bestuurder op de weg met de lagere verkeersintensiteit voorrang heeft. Deze stelling wordt ook in dit onderzoek bevonden. Zo neemt de kans op een voorrangsovertreding af als het voertuig op de impliciet primaire as voorrang heeft.

De volgorde waarin de conflicterende voertuigen aan het kruispunt arriveren, blijkt van significante invloed op het al dan niet overtreden van de voorrangregeling. Meer specifiek wordt er bevonden dat wanneer het voertuig welke geen voorrang heeft als eerste arriveert, de kans op een voorrangsovertreding groter is dan wanneer het voertuig in de voorrang als eerste aan het kruispunt arriveert. Deze bevinding stemt overeen met die van eerder uitgevoerde onderzoeken. Zo wordt door zowel De Ceunynck et al. (2013b) als Cams (2015) bevonden dat op voorrang van rechts kruispunten, de kans op een voorrangsovertreding vergroot wanneer het niet-prioritaire voertuig eerst op het

kruispunt arriveert. Ook hier kan er dus net zoals bij de studie van De Ceunynck et al. (2013a) gesteld worden dat het al dan niet verlenen van voorrang deels een kwestie is van 'wie het eerst komt, wie het eerst maalt'. Ook het naderingsgedrag volgens de as waarop het voertuig zich bevindt, heeft invloed op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling. Zo wordt er bevonden dat wanneer het voertuig op de secundaire as als eerste aan het kruispunt arriveert, de kans op het overtreden van de voorrang kleiner is dan wanneer het voertuig op de primaire as als eerste arriveert. Deze conclusie stemt overeen met de bevindingen uit de onderzoeken van Cams (2015) en De Ceunynck et al. (2013b). Cams (2015) haalt eveneens aan dat wanneer twee bestuurders het kruispunt gelijktijdig benaderen, er geen significante toename is op de kans dat een overtreding wordt uitgevoerd. Strijdig hiermee wordt er in dit onderzoek bevonden dat wanneer beide voertuigen gelijktijdig arriveren, de kans op een voorrangsovertreding nog altijd groter is dan wanneer het voertuig welke voorrang heeft eerst arriveert.

Bij het verkrijgen van een beter zicht in de voorrangsovertredingen, is naast aankomstvolgorde, het naderingsgedrag van de interagerende voertuigen evengoed belangrijk. Zo tonen de resultaten aan dat wanneer het voertuig welke voorrang heeft, niet stopt bij het naderen van het kruispunt (dus decelereert of niet vertraagd), de kans op een voorrangsovertreding kleiner is dan wanneer deze wel zou stoppen. Tegenovergesteld wordt bevonden dat wanneer het voertuig welke geen voorrang heeft niet stopt, de kans op een voorrangsovertreding groter is dan wanneer deze wel zou stoppen. Deze onderzoeksresultaten komen overeen met de resultaten bevonden in het onderzoek van De Ceunynck et al. (2013b). Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn, dat wanneer het voertuig welke voorrang heeft stopt, het voertuig welke geen voorrang heeft de situatie als veiliger beschouwd om de kruising op te rijden, ongeacht de voorrangsregeling.

Tenslotte tonen de resultaten aan dat wanneer er in de interactie een botskoers (TTC_{\min} -waarde) aanwezig is, de kans op een voorrangsovertreding kleiner is dan wanneer deze niet aanwezig is. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat wanneer de bestuurders merken dat deze op botskoers zijn, een van deze een ontwijkende actie (bv. remmen) gaat uitvoeren. Hoogstwaarschijnlijk zal de bestuurder welke geen voorrang heeft in dergelijke gevallen gaan remmen. Echter in interacties waar geen botskoers aanwezig is, zullen de weggebruikers minder snel een ontwijkende actie uitvoeren. In dergelijke gevallen is het mogelijk dat voertuig welke geen voorrang heeft, sneller de voorrangsregeling overtreedt aangezien hij weet dat de kans op een ongeval miniem is.

6 Beperkingen en aanbevelingen

Dit hoofdstuk behandelt beperkingen en grenzen van deze observatiestudie. Daarnaast worden er aanbevelingen voor beleidsmaatregelen en verder onderzoek geformuleerd.

Een eerste beperking betreft de omvang van het huidige onderzoek. In dit onderzoek werden slechts twee kruispunten met elkaar vergeleken, namelijk een basiskruispunt en een verhoogd kruispunt. Zo wordt er als het ware slechts een kruispuntencombinatie geobserveerd. Wanneer er meerdere kruispuntencombinaties geobserveerd zouden worden, kunnen de onderzoeksresultaten als betrouwbaarder worden beschouwd. Oorspronkelijk was het in dit onderzoek dan ook de bedoeling om twee kruispuntencombinaties te observeren, nl. twee maal een basiskruispunt met een verhoogd kruispunt vergelijken. Dit bleek echter praktisch onmogelijk wegens te hoge kosten. Wanneer men zich dus verder in dit onderwerp wil verdiepen, zal een men eveneens voldoende financiële middelen moeten vrijmaken.

Het observeren van de conflicten is uitgevoerd met behulp van het semi-geautomatiseerde programma T-Analyst. Dat dit programma deels geautomatiseerd is, heeft zowel voor- als nadelen. Zo zorgt deze gedeelte automatisering voor het automatisch berekenen van snelheden en (enkele) conflictindicatoren. Dit zorgt reeds voor betrouwbaardere resultaten dan bij conflictobservatie op het terrein. Nadelig aan deze software is dat deze gedeeltelijk nog niet geautomatiseerd is. Zo dienen conflicten nog door een observator opgemerkt te worden. Dit kan ervoor zorgen dat de observator vele uren bezig is met videomateriaal te doorlopen maar slechts enkele conflicten observeert. Naar de toekomst toe, is het dus aanbevolen om technologie hieromtrent verder uit te werken. Zo kan men bijvoorbeeld een programma ontwikkelen welke situaties aangeeft waarbij twee of meer voertuigen elkaar in een bepaald ruimtelijk vlak benaderen. Daarnaast dient men voor het analyseren van de conflicten, voor elk voertuig een trajectorie uit te tekenen. Ook dit is een zeer tijdsintensief proces. Hoewel momenteel reeds volledig geautomatiseerde software in ontwikkeling is, kent deze nog vele barrières (bijvoorbeeld occlusie). Momenteel is conflictobservatie via dit semi-geautomatiseerd programma dan ook de meest betrouwbare methode. Naar de toekomst toe is een verdere uitwerking van de volledig-geautomatiseerde technologie gewenst, om zo nog betrouwbaardere onderzoeksresultaten te verkrijgen.

Het detecteren en analyseren van de conflicten wordt gedaan aan de hand van opgenomen videomateriaal. Voordelig hieraan is dat men deze sneller kan doorlopen om conflicten te detecteren. Bij conflictobservatie op het terrein kan men namelijk niet de tijd sneller laten lopen. Daarnaast kan men indien nodig de video nog een terugspoelen om een bepaalde situatie opnieuw te bekijken. Ook het terugspelen van de tijd is in werkelijkheid niet mogelijk. Dit zijn dus voordelen van semi-geautomatiseerde welke de betrouwbaarheid van de bevonden resultaten ten goede komen. Een ander voordeel hieraan is dat de observator niet op de onderzoekslocatie aanwezig moet zijn. Toch brengt het analyseren van conflicten via videomateriaal ook enkele problemen met zich mee. Zo kan men bij terreinobservatie als het ware 'buiten beeld' kijken en hierdoor mogelijke verklaringen vinden voor uitzonderlijk gedrag van bepaalde verkeersdeelnemers.

Daarnaast is de kwaliteit van de beelden ook niet altijd zo goed als wanneer de conflicten via een observator op het terrein zouden zijn waargenomen. Zo kan men bij terreinobservatie bepaalde variabelen observeren, wat bij analyse van videobeelden niet mogelijk is. Hierbij kan gedacht worden aan variabelen zoals geslacht, leeftijd, kijkgedrag, wel/niet gebruiken van knipperlicht. Dit probleem

kan men wel verhelpen door de camera's dichter op het kruispunt te plaatsten, wat op zijn beurt zorgt voor een beperkter zicht in de ruimte. In toekomstig onderzoek kan het namelijk interessant zijn om dit soort variabelen mee te onderzoeken. Daarnaast kan het uittekenen van de trajectories in interacties in het donker soms bemoeilijkt worden wanneer de koplampen van de voertuigen in de camera schijnen. In dergelijke gevallen is het moeilijk om de precieze omlijning van de voertuigen van de omgeving te onderscheiden. Daarnaast was het dikwijls moeilijk om in te schatten wanneer een voertuig een ontwijkende actie uitvoerde, waardoor de Zweedse methodiek in betrouwbaarheid verliest. Naar de toekomst toe is er op gebied van technologie dus nog verbetering mogelijk. Zo kunnen camera's gebruikt worden, welke het beeld gedetailleerder weergeven waardoor er bijvoorbeeld op de beelden ingezoomd kan worden. Een kanttekening die hierbij gemaakt dient te worden is dat hoe geavanceerder de manier van video-opname, hoe meer opslagruimte benodigd is. Er zal dus mogelijk een afweging gemaakt moeten worden tussen de beschikbare opslagruimte en de detaillering van de beelden.

Naar de toekomst toe is het dus zeker aanbevolen om meerdere kruispuntcombinaties met elkaar te vergelijken. Dit zou dan ook bijdragen aan de generaliseerbaarheid van de onderzoeksresultaten naar andere voorrang van rechts kruispunten. Daarnaast is het ook aanbevolen om een groter aantal interacties te analyseren, wat tevens zal zorgen voor betrouwbaardere conclusies. Om de analyse van een groter interactieaantal te verwezenlijken, is een betrouwbare volledig geautomatiseerde technologie handig. Door het proces van conflictobservatie minder tijdsintensief te maken, is het analyseren van een groter aantal conflicten realiseerbaar.

Daarnaast kunnen ook nog enkele extra variabelen, in het onderzoek opgenomen worden. Zo kunnen interacties bij regenweer bijvoorbeeld andere onderzoeksresultaten opleveren. Ook zou het interessant zijn om interacties met niet-gemotoriseerde weggebruikers mee in het onderzoek op te nemen. Uit literatuuronderzoek blijkt namelijk dat ongevallen met fietsers zich relatief vaker voordoen op kruispunten een voorrang van rechts regeling.

Het formuleren van beleidsaanbevelingen is echter minder evident. Desondanks het feit dat op voorrang van rechts kruispunten de voorrangregeling vaker overschreden wordt, kennen deze ook pluspunten. Zo zorgt het verkeersplateau voor een lagere naderingssnelheid, welke in het geval van een ongeval zal zorgen voor een lagere ernst. Er kunnen dus geen concrete uitspraken worden gedaan over of men deze plateaus nu beter behoudt, of dat deze beter uit het straatbeeld zouden moeten verdwijnen. Om concrete beleidsaanbevelingen te formuleren is uitgebreider onderzoek dan ook gewenst. Zo is het bijvoorbeeld nuttig om een zodanig aantal interacties te verzamelen, dat ook een significante uitspraak van de Delta-V8 waarde kan worden gedaan.

7 Conclusie

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat conflicten en gedragsaspecten op het basiskruispunt en op het verhoogd kruispunt enkele onderlinge verschillen vertonen. Zo wordt er, net zoals in de aanleidende studie van dit onderzoek, bevonden dat voorrangsovertredingen frequenter plaatsvinden op het verhoogd kruispunt (63,83%) dan op het basiskruispunt (36,17%).

Bij het nader onderzoeken van deze voorrangsovertredingen blijkt dat de as van het kruispunt waarop het voertuig zich bevindt, van groot belang is. Zo blijkt voor beide kruispunten dat bestuurders op de weg met een lagere verkeersintensiteit zich voorzichtiger gedragen dan bestuurders op de weg met een hogere verkeersintensiteit. Daarnaast wordt eveneens bevonden dat de aankomstvolgorde van de voertuigen van groot belang voor het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling. Zo blijkt dat wanneer het voertuig welke voorrang heeft als eerste aan de kruising arriveert, de kans op een voorrangsovertreding kleiner is dan wanneer de voertuigen gelijktijdig arriveren of wanneer het voertuig welke geen voorrang heeft als eerst arriveert. Aanvullend hierbij werd bevonden dat wanneer het voertuig op weg met de hogere verkeersintensiteit als eerste aan het kruispunt arriveert, er meer kans is op een voorrangsovertreding. Niet alleen de aankomstvolgorde, maar ook het naderingsgedrag heeft invloed op het al dan niet overtreden van de voorrangsregeling. Zo blijkt dat wanneer het voertuig welke voorrang heeft niet stopt bij het naderen van het kruispunt, de kans op een voorrangsovertreding kleiner is dan wanneer deze wel zou stoppen. Voor het voertuig welke geen voorrang heeft, wordt het tegenovergestelde bevonden. Tenslotte wordt aangegeven dat de aanwezigheid van een botskoers in een interactie, zorgt voor een lagere kans op het overtreden van de voorrangsregeling.

Gekeken naar de manier waarop voertuigen de kruispunten naderen, worden er eveneens onderlinge verschillen tussen de kruispunten waargenomen. Zo blijkt dat voertuigen op het basiskruispunt relatief frequenter niet vertragen bij het naderen van het kruispunt, dan voertuigen op het verhoogd kruispunt. Gerelateerd hieraan blijkt dat de naderingssnelheden op het verhoogd kruispunt significant hoger zijn dan die op het basiskruispunt. De aanwezigheid van een verkeersplateau zorgt er dus voor dat bestuurders het kruispunt voorzichtiger benaderen (met lagere snelheden). Dit voorzichtiger benaderen van het kruispunt zorgt echter niet automatisch voor een verhoogde aandacht en verkeersveiligheid, aangezien op het verhoogd kruispunt wel meer voorrangsovertredingen worden waargenomen.

Het minimale tijdsinterval tussen de voertuigen blijkt op het basiskruispunt gemiddeld iets hoger te liggen dan op het verhoogd kruispunt, dit verschil is echter niet significant. Toch is het belangrijk om op te merken dat er op het verhoogd kruispunt meer interacties met een klein tijdsinterval tussen de interagerende voertuigen worden waargenomen. Een klein tijdsinterval geeft aan dat de voertuigen elkaar kort in de tijd naderen. Dit frequenter voorkomen van een klein tijdsinterval kan er dus op wijzen dat de kans op een ongeval groter is op het verhoogd kruispunt dan op het basiskruispunt.

Echter niet enkel het tijdsinterval maar ook de ongevalsrisico, indien een ongeval daadwerkelijk zou plaatsvinden, bepaalt de conflictrisico. Uit de resultaten blijkt dan ook dat de Delta-V indicatoren frequenter voorkomen op het basiskruispunt dan op het verhoogd kruispunt. Dit wijst erop dat men op het basiskruispunt vaker oncomfortabel moet remmen dan op het verhoogd kruispunt. Daarnaast wordt er eveneens voor zowel de Delta-V4, als de Delta-V6 indicator bevonden dat deze frequenter hogere waardes kennen. Dit wijst erop dat op het basiskruispunt vaker een grote snelheidsverandering

ten gevolge van oncomfortabel remmen werd waargenomen dan op het verhoogd kruispunt. Geweten dat de naderingssnelheid gemiddeld hoger ligt op het basiskruispunt dan als op het verhoogd kruispunt, kan er verwacht worden dat het minimale tijdsinterval zich op het basiskruispunt bij hogere snelheden voordoet dan op het verhoogd kruispunt. Evaluatie van de voorgaande resultaten kan erop wijzen dat de kans op een ongeval groter is op het verhoogd kruispunt, maar dat deze minder waarschijnlijk ernstig van aard is (bv. enkel blikshade) dan dat wanneer een ongeval op het basiskruispunt plaatsvindt.

Uit het onderzoek blijkt dus dat er enkele belangrijke verschillen tussen het verhoogd- en het basiskruispunt werden waargenomen bij conflictobservatie. Gezien de beperkte hoeveelheid onderzoek over gedrag en conflicten op kruispunten met voorrang van rechts en de effecten van een verkeersplateau, is bijkomend onderzoek wenselijk.

Lijst van geraadpleegde werken

- Allen, B. L., Shin, B. T., & Coope, P. J. (1978). Analysis of traffic conflicts and collisions. *Transportation Research Record*, 667, 67–74.
- Amundsen, F. H., & Hyden, C. (1977). *Proceeding of First Workshop on Traffic Conflicts*. Oslo, Norway.
- 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: Royal Institute of Technology. <http://doi.org/ISBN91-7323-119-3>
- Björklund, G. M., & Åberg, L. (2005). Driver behaviour in intersections: Formal and informal traffic rules. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8(3), 239–253. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2005.04.006>
- Bjørnskau, T. (1994). *Spillteori, trafikk og ulykker. En teori om interaksjon i trafikken. TØI rapport (Vol. 287)*. Oslo, Norway: Transportøkonomisk institutt.
- Cams, B. (2015). *Masterthesis: Analyse van interacties tussen bestuurders op kruispunten met voorrang van rechts*. Universiteit Hasselt.
- Carpentier, A., Schoeters, A., Nuyttens, N., Declercq, K., & Hermans, E. (2014). *Jaarrapport Verkeersveiligheid 2013: Analyse van verkeersveiligheidsindicatoren in Vlaanderen tot en met 2013*. Steunpunt Verkeersveiligheid & Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid.
- Casteels, Y., & Nuyttens, N. (2007). *Verkeersveiligheid in het Vlaams Gewest: 2000-2007*. Brussel, België: BIVV, Observatorium voor de verkeersveiligheid.
- Chin, H.-C., & Quek, S.-T. (1997). Measurement of traffic conflicts. *Safety Science*, 26(3), 169–185. [http://doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00041-6](http://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00041-6)
- Cocu, X., & Hindrijckx, M. (2010). Verhoogde inrichtingen moeten voldoende “agressief” zijn - Case studies i.v.m. verhoogde inrichtingen. *Verkeersspecialist*, 169(september).
- Daniels, S., Vaneerdewegh, P., Brijs, K., Dillen, W., Deknudt, P., & Thierie, M. (2010). *Snelheidsmanagement: Waarom snelheid in het verkeer een probleem is en wat u eraan kunt doen*. Vlaamse stichting Verkeerskunde (VSV), Instituut voor Mobiliteit (IMOB). Retrieved from <http://hdl.handle.net/1942/11583>
- Dawson, R. (2011). How Significant Is A Boxplot Outlier? *Journal of Statistics Education*, 19(2), 1–13. Retrieved from www.amstat.org/publications/jse/v19n2/dawson.pdf
- De Ceunynck, T., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E., & Wets, G. (2013a). Geautomatiseerde conflictobservatie: stand van zaken en toekomstperspectieven. *Jaarboek Verkeersveiligheid 2013*, 87–89.
- De Ceunynck, T., Polders, E., Daniels, S., Hermans, E., Brijs, T., & Wets, G. (2013b). Road Safety Differences Between Priority-Controlled Intersections and Right-Hand Priority Intersections Behavioral Analysis of Vehicle-Vehicle Interactions. *Transportation Research Record*, (Ci), 39–48. <http://doi.org/10.3141/2365-06>
- De Jong, M., Gysen, G., Petermans, A., & Daniels, S. (2007). *Technieken voor de observatie en analyse van verkeersconflicten - Literatuurstudie*. Steunpunt Verkeersveiligheid.
- De Smet, M. (2015). *Masterthesis: De veilige oversteek – Observatieonderzoek naar de veiligheid van zwakke weggebruikers op oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen*. Universiteit Hasselt.

- Duan, M., Ya, H., Zhang, L., & Jia, H. (2013). Traffic Safety Analysis of Intersections between the Residential Entrance and Urban Road. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96(Cictp), 1001–1007. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.114>
- Dupriez, B. (2014). *Fietsvoorzieningen op kruispunten*. Brussel, België: Brussel Mobiliteit; Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid (BIVV).
- Elvik, R., Vaa, T., Høy, A., & Sorensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing Limited (2nd ed.). Emerald Group Publishing.
- Evans, L. (1994). Driver injury and fatality risk in two-car crashes versus mass ratio inferred using Newtonian mechanics. *Accident Analysis & Prevention*, 26(5), 609–616. [http://doi.org/10.1016/0001-4575\(94\)90022-1](http://doi.org/10.1016/0001-4575(94)90022-1)
- Ewing, R. (1995). Impacts of Traffic Calming Measures. *TRB Circular E-C019: Urban Street Symposium*, 1–14.
- Ewing, R., & Dumbaugh, E. (2009). The Built Environment and Traffic Safety: A Review of Empirical Evidence. *Journal of Planning Literature*, 23, 347–367.
- Federal Highway Administration (FHWA). (n.d.). Traffic Calming: Raised Intersection, Raised Pedestrian Crossing. Retrieved from <http://safety.fhwa.dot.gov/saferjourney1/library/countermeasures/29-30.htm>
- Field, A. P. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS: (and Sex, Drugs and Rock'n'roll)*. (G. Breakwell, J. de Leeuw, C. O'Muircheartaigh, W. Saris, H. Schuman, & K. van Meter, Eds.) (Second Ed.). Sage Publications Ltd. Retrieved from http://books.google.be/books/about/Discovering_Statistics_Using_SPSS.html?id=IY61Ddqnm6lC&pgis=1
- FOD Economie ADSEI, AD Statistiek, & Infografie: IMOB en BIVV. (n.d.). Bevolking [online data]. Retrieved from <http://economie.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/bevolking/>
- Gabauer, D. J., & Gabler, H. C. (2006). Comparison of Delta-V and Occupant Impact Velocity Crash Severity Metrics Using Event Data Recorders. *Annual Proceedings / Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 50, 57–71.
- Giuffrè, O., Granà, a., Giuffrè, T., Marino, R., & Marino, S. (2014). Estimating the safety performance function for urban unsignalized four-legged one-way intersections in Palermo, Italy. *Archives of Civil Engineering*, 60(1). <http://doi.org/10.2478/ace-2014-0002>
- Glauz, W. D., & Migletz, D. J. (1980). Application of traffic conflict analysis at intersections. *National Cooperative Highway Research Program*, (219). Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=153539#VpUB2R9BA2M.mendeley>
- Google. (2015). Google maps. Retrieved from maps.google.com
- Graab, B., Donner, E., Chiellino, U., & Hoppe, M. (2008). Analyse von Verkehrsunfällen hinsichtlich unterschiedlicher Fahrerpopulationen und daraus ableitbarer Ergebnisse für die Entwicklung adaptiver Fahrerassistenzsysteme. *Proceedings of the Conference Active Safety through Driver Assistance*.
- GraphPad, S. (2009). What is the difference between ordinal, interval and ratio variables? Why should I care? Retrieved from <http://www.graphpad.com/support/faqid/1089/>
- Grayson, G. B., Hyden, C., Kraay, J. H., Muhlrad, N., & Oppe, S. (1984). The Malmö study: a calibration of traffic conflict techniques. *SWOV. Report R- 84-12*.
- Haddeland, J. O., & Nielsen, G. (1991). *Stedet og vegen. Et idehefte om miljøprioritert gjennomkjøring*

- med erfaringer fra gjennomførte prosjekter.* Oslo, Norway: Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Miljø- og trafikksikkerhetsavdelingen.
- Helmers, G., & Åberg, L. (1978). *Förarbeteende i gatukorsningar i relation till företrädesregler och vägutformning: en explorativ studie (in Swedish).* Linköping, Sweden: Swedish National Road and Transport Research Institute.
- Hills, B. L. (1980). Vision, visibility, and perception in driving. *Perception*, 9(2), 183–216. <http://doi.org/10.1068/p090183>
- Hjorthol, R., Assum, T., & Solheim, T. (1984). *Sosiologi i transportforskning.* Oslo, Norway: Transportøkonomisk institutt.
- Hoppe, M., Zobel, R., & Schlag, B. (2007). Identifikation von Einflussgrößen auf Verkehrsunfälle als Grundlage für die Beurteilung von Fahrerassistenzsystemen am Beispiel von Kreuzungsunfällen. In *Fahrer im 21. Jahrhundert* (Human Mach, pp. 121–137). VDI Wissensforum.
- Huang, H. F., & Cynecki, M. J. (2000). Effects of Traffic Calming Measures on Pedestrian and Motorist Behavior. *Transportation Research Record*, 1705(1), 26–31. <http://doi.org/10.3141/1705-05>
- Hydén, C. (1987). *The development of a method for road safety evaluation: the Swedish Traffic Conflicts Technique.* Lund, Sweden: Department of Traffic Planning and Engineering.
- Institute of Transportation Engineers (ITE). (n.d.). Traffic Calming Measures - Raised Intersection. Retrieved December 1, 2015, from <http://www.ite.org/traffic/raised.asp>
- Ismail, K., Sayed, T., & Saunier, N. (2010). Camera calibration for urban traffic scenes: practical issues and a robust approach. In *89th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC* (pp. 1–20). DC. Washington DC, USA. Retrieved from <http://n.saunier.free.fr/saunier/stock/ismail10calibration.pdf>
- Janssen, W. H., van der Horst, A. R. A., Bakker, P., & Ten Broeke, W. (1988). *Auto–Auto and Auto–Bicycle Interactions in Priority Situations. Road User Behaviour: Theory and Research.* Assen/Maastricht, Netherlands: Van Gorcum. Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=296881#.VopFOEbsHJI.mendeley>
- Johannessen, S. (1984). Kjøreatferd i uregulerte T-kryss. Høyreregel eller vikepliktregulering? (in Norwegian) (p. Rapport STF63 A84009). Trondheim, Norway: SINTEF Samferdselsteknikk.
- Kraay, J. H., & van der Horst, A. R. A. (1989). *De nederlandse conflictobservatietechniek "Doctor."* Institute for Road Safety Research SWOV; the Netherlands. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Kulmala, R. (1991). Driver Behaviour at Urban Junctions with the Right-Hand Rule. *Proc., 3rd ICTCT Workshop.* <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Laureshyn, A. (2010). *Application of automated video analysis to road user behaviour.*
- Laureshyn, A., De Ceunynck, T., Karlsson, C., & Svensson, Å. (2014). Searching for the severity dimension of traffic events. In *Proceedings of the 27th ICTCT Workshop* (p. 15). Karlsruhe, Germany.
- Laureshyn, A., De Ceunynck, T., Karlsson, C., Svensson, Å., & Daniels, S. (2016). *In search of the severity dimension of traffic events: Delta-V as a traffic conflict indicator.*
- Laureshyn, A., Svensson, Å., & Hydén, C. (2010). Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. *Accident Analysis and Prevention*, 42(6), 1637–1646. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2010.03.021>
- Lee, S. E., Knipling, R. R., DeHart, M. C., Perez, M. A., Holbrook, G. T., Brown, S. B., ... Olson, R. L. (2004).

Vehicle-Based Countermeasures For Signal and Stop Sign Violation. Security. Blacksburg: Virginia Tech Transportation Institute.

- Liu, M., Lu, G., Wang, Y., Wang, Y., & Zhang, Z. (2014). Preempt or yield? An analysis of driver's dynamic decision making at unsignalized intersections by classification tree. *Safety Science*, *65*, 36–44. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.12.009>
- Longley, P. A., & Goodchild, M. (2010). *Geographic Information Systems And Science.* (D. W. Rhind & D. J. Maguire, Eds.) (3rd Revise). John Wiley and Sons Ltd.
- Lötter, H. (2001). *Course on traffic conflict measuring techniques.* Stellenbosch, South Africa: CSIR Transportek.
- Lund University - Transport and Roads. (2015). T-Analyst - software for semi-automated video processing.
- Lund University (Department of Technology and Society). (n.d.). The Swedish Traffic Conflict Technique. Lund, Sweden: Department of Technology and Society.
- Michael, P. G., Leeming, F. C., & Dwyer, W. O. (2000). Headway on urban streets: observational data and an intervention to decrease tailgating. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *3*(2), 55–64. [http://doi.org/10.1016/S1369-8478\(00\)00015-2](http://doi.org/10.1016/S1369-8478(00)00015-2)
- Nygård, M. (1999). *A method for analysing traffic safety with help of speed profiles.* Retrieved from <http://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-200907103368>
- Pan, F., Lu, J., & Xiang, Q. (2008). Level of safety service for highway signalized intersection. *Journal of Southeast University (Natural Science Edition)*, *(2)*, 298–303.
- Parker, D., West, R., Stradling, S., & Manstead, A. S. R. (1995). Behavioral Characteristics and Involvement in Different Types of Traffic Accident. *Accident Analysis & Prevention*, *27*(4), 571–581. [http://doi.org/10.1016/0001-4575\(95\)00005-K](http://doi.org/10.1016/0001-4575(95)00005-K)
- Petermans, A., Gysen, G., De Jong, M., & Daniels, S. (2009). *Handbook Swedish Traffic Conflict Measuring Technique.* Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid.
- Polus, A. (1985). Driver behaviour and accident records at unsignalized urban intersections. *Accident Analysis & Prevention*, *17*(1), 25–32. [http://doi.org/10.1016/0001-4575\(85\)90005-3](http://doi.org/10.1016/0001-4575(85)90005-3)
- Prasetijo, J., & Ahmad, H. (2012). Capacity Analysis of Unsignalized Intersection Under Mixed Traffic Conditions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *43*, 135–147. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.086>
- Salman, N. K., & Al-Maita, K. J. (1995). Safety evaluation at three-leg, unsignalized intersections by traffic conflict technique. *Transportation Research Record*, (1485). Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=451835#.VpUDRdbh-J4.mendeley>
- Sayed, T. (1997). Estimating the Safety of Unsignalized Intersections Using Traffic Conflicts. In *Third International Symposium on Intersections Without Traffic Signals.* Oregon: Transportation Research Board. Retrieved from http://trid.trb.org/view.aspx?id=577775#.VpUD_eZ0k8k.mendeley
- Sayed, T., Brown, G., & Navin, F. (1994). Simulation of traffic conflicts at unsignalized intersections with TSC-Sim. *Accident Analysis & Prevention*, *26*(5), 593–607. [http://doi.org/10.1016/0001-4575\(94\)90021-3](http://doi.org/10.1016/0001-4575(94)90021-3)
- Sayed, T., & Rodriguez, F. (1999). Accident Prediction Models for Urban Unsignalized Intersections in British Columbia. *Transportation Research Record*, (1692), 30–38.
- Schnüll, R., Haller, W., & von Lübke, H. (1992). Sicherheitsanliegen bei der Umgestaltung von

- Knotenpunkten in Städten. *Forschungsberichte Der Bundesanstalt Für Straßenwesen*, (253). Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=1011804#.VolqxfeAryl.mendeley>
- Spicer, B. R. (1972). *A study of traffic conflicts at six intersections*. Crowthorne, Berkshire, UK: Transport and Road Research Laboratory. Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=129891#.VpUALV-RDPA.mendeley>
- Svensson, Å. (1998). A method for analysing the traffic process in a safety perspective, (166), 150 p. Retrieved from <http://trid.trb.org/view/715427>
- 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>
- Tarko, A. P., Davis, G., Saunier, N., Sayed, T., & Washington, S. (2009). Surrogate Measures of Safety (White Paper). *ANB20(3) TRB Subcommittee on Surrogate Measures of Safety*, 20(3), 1–13.
- Tarko, A. P., & Songchitruksa, P. (2005). Estimating frequency of crashes as extreme traffic events. *Proceedings of the 84th Transportation Research Board Annual Meeting, National Research Council, TRB, Washington, DC.*, (765), 1–29.
- Troutbeck, R. J., & Brilon, W. (2001). Unsignalized Intersection Theory. *Traffic-Flow Theory*, 8–1–8–47.
- van der Horst, A. R. A. (1990). *A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters. Unpublished doctoral dissertation. Soesterberg, the Netherlands: TNO Institute for Perception*. TU Delft, Delft University of Technology.
- Van Mierlo, J., Bremmers, D., De Bisschop, E., van de Burgwal, E., & Gense, R. (2002). *Invloed van het rijgedrag op de verkeersemissies: kwantificatie en maatregelen*. VUB & TNO.
- Vodahl, S. B. =, & Giæver, T. (1986). *Risiko i vegkryss: dokumentasjonsrapport*. Trondheim.
- Wegcode. (n.d.). Verkeersreglement. Retrieved from <http://wegcode.be/wetteksten/secties/kb/wegcode/171-art12>
- Werneke, J., & Vollrath, M. (2012). What does the driver look at? the influence of intersection characteristics on attention allocation and driving behavior. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 610–619. <http://doi.org/10.1016/j.aap.2011.09.048>
- Zhao, J., Deng, J., & Wang, W. (2012). Analysis of Urban Intersection Traffic Accidents Based on Bayesian Network. *Journal of Transport Information and Safety*.

Bijlagen

Bijlage 1 Onderzoeksplan

Deze bijlage toont het originele onderzoeksplan welke werd ingediend op 30 oktober 2015.

Promotor: Stijn Daniëls

Co-promotor: Tom brijns

Begeleider: Tim De Ceunynck

Beau Gardeniers (1131076)

2^{de} master Mobiliteitswetenschappen

Afstudeerrichting: Verkeersveiligheid

2015-2016

Onderzoeksplan: Masterproef deel 1

Verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts

1. Aanleiding tot het onderzoek

Tijdens de master mobiliteitswetenschappen dient iedere student een masterproef te vervolledigen. Deze masterproef bestaat uit twee delen, nl. Deel 1 (3085) en Deel 2 (3086), welke achtereenvolgens tijdens twee semesters worden uitgewerkt. Het onderwerp in deze masterproef betreft de verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts, welke kadert binnen de afstudeerrichting verkeersveiligheid.

1.1. Voorafgaande, gerelateerde literatuur

Kruispunten zijn complexe locaties met veel verschillende bewegingen die resulteren in een breed scala van mogelijke interacties tussen weggebruikers. Hoewel lichtengeregelde kruispunten intensief aanwezig zijn in stedelijk gebied, komen niet-lichtengeregelde kruispunten eveneens frequent voor in de meeste van de stedelijke en landelijke gebieden (Liu et al., 2014). Het juiste controleniveau voor niet-lichtengeregelde kruispunten in stedelijke gebieden wordt vaak gedebatteerd omwille van verscheidene factoren, zoals verkeersvolume, de omringende omgeving en veiligheidsoverwegingen, waarmee rekening gehouden dient te worden. Wanneer er op een niet-lichtengeregeld kruispunt geen voorrangregeling aanwezig is, dan implementeren de meeste landen de **voorrang van rechts** regel (Elvik et al., 2009). Op kruispunten met een voorrangregeling moeten bestuurders komende vanaf een ondergeschikte weg remmen voor de bestuurders komende vanaf de hoofdweg. Op een **voorrang van rechts** kruispunt worden alle samenkomende wegen als gelijkwaardig beschouwd en alle arriverende bestuurders moeten remmen voor bestuurders komende aan hun rechterzijde. De wetenschappelijke literatuur geeft, vanuit het oogpunt van veiligheid, echter geen uitsluitsel welke van deze twee soorten kruispunten in welke situatie de voorkeur krijgt (De Ceunynck, Polders, et al., 2013). De studie van De Ceunynck et al. (2013) onderzoekt verschillen in verkeersveiligheid tussen voorrangsgeregelde kruisingen en **voorrang van rechts** kruisingen.

Kruispunten met de **voorrang van rechts** regel kunnen qua infrastructuur sterk van elkaar verschillen. Zo kan het kruispunt worden verhoogd d.m.v. een verkeersplateau en/of voorzien van een doorlopend fietspad. Of deze soorten kruispunten op gebied van verkeersveiligheid van elkaar verschillen wordt bestudeerd door een observatie en analyse van interacties tussen bestuurders op kruispunten met voorrang van rechts (Cams, 2015). Verkeersplateaus worden aangelegd met de intentie om verkeersveiligheid te verbeteren en behoren dan ook tot snelheidsremmende maatregelen (Ewing, 1995). De resultaten uit de studie van Cams (2015) suggereren echter dat het aanleggen van verkeersplateaus leidt tot een toename in het aantal overtredingen van de **voorrang van rechts** regel. Om een beter inzicht in deze problematiek te verkrijgen wordt huidig onderzoek, naar de verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts, opgezet.

2. Kernvraag van het onderzoek

Als centrale onderzoeksvraag in deze masterproef geldt: **“Wat zijn de verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts?”**. Om deze centrale onderzoeksvraag te beantwoorden zal een observatie van verkeersconflicten worden uitgevoerd. Via deze observatie wordt getracht zowel inzicht te verkrijgen in de gedragingen en omstandigheden die leiden tot verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts als nagaan of de aanwezigheid van een verkeersplateau een invloed heeft op het plaatsvinden van verkeersconflicten.

3. Deelvragen behorende tot de kernvraag van het onderzoek

Zoals hierboven aangehaald wordt zal een gedragsobservatiestudie gebruikt worden om een antwoord op de kernvraag van het onderzoek te verkrijgen. Er dienen echter verschillende deelvragen beantwoord te worden a.d.h.v. deze gedragsobservatiestudie vooraleer het mogelijk is de kernvraag van het onderzoek een antwoord te bieden:

- Wanneer spreekt men van een verkeersconflict?
 - Hoe wordt een verkeersconflict gedefinieerd?
 - Wordt er subjectief een selectie gemaakt van gevaarlijke interacties (=verkeersconflicten) of wordt er gebruik gemaakt van een software die deze objectief gaat voorselecteren?
- Met welk doel worden gedragsobservaties van verkeersconflicten uitgevoerd?
- Hoe worden verkeersconflicten geobserveerd?
 - Welke methoden voor conflictobservatie bestaan er?
 - Welke factoren spelen een significante rol bij interacties tussen voertuigen?
 - Welke kruispunten met voorrang van rechts komen in aanmerking voor deze studie?
- Hoe wordt de gedragsobservatie geanalyseerd?
 - Welke indicatoren zijn beschikbaar uit de gedragsobservatie?
 - Worden alle interacties of enkel de ernstige conflicten meegenomen in het onderzoek?
 - Welke analyses kunnen worden uitgevoerd op de verkregen data?
- Welke gedragingen en omstandigheden leiden tot verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts?
- Heeft een verkeersplateau invloed op het plaatsvinden van verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts?

4. Methodologie

Het doel van dit onderzoek is de verkeersveiligheidseffecten van een verkeersplateau op kruispunten met voorrang van rechts te analyseren. De nood aan deze analyse is voortgekomen uit voorgaande studies van Cams (2015) & De Ceunynck et al. (2013), waar tevens voertuiginteracties op verschillende kruispunten onderzocht worden. De gebruikte methodologie van deze voorgaande onderzoeken zal in deze studie in grote lijnen gevolgd worden.

In deze studie wordt dus onderzocht hoe de verkeersveiligheid op een kruispunt met voorrang van rechts wordt geeffectueerd wanneer deze is voorzien van een verkeersplateau. Kruispunten met voorrang van rechts zonder verkeersplateau worden in dit rapport aangeduid als een 'basiskruispunt', kruispunten met voorrang van rechts die wel zijn voorzien van een verkeersplateau kennen de term 'verhoogd kruispunt'. De effecten van een verkeersplateau op de verkeersveiligheid worden onderzocht door een vergelijking van de voertuiginteracties op basiskruispunten met de voertuiginteracties op verhoogde kruispunten. Om deze te vergelijken dienen er eerst gedragsobservaties op zowel basis- als op verhoogde kruispunten uitgevoerd te worden. Om de interacties te observeren wordt er een duo van twee kruispunten gevormd. Dit duo omvat verhoogd- en een basiskruispunt, welke, uitgezonderd van het verkeersplateau, zo goed mogelijk gelijkaardig aan elkaar zijn. Zowel op gebied van infrastructuur als op gebied van voertuigintensiteiten dienen de kruispunten zo goed mogelijk met elkaar in overeenstemming te zijn. In totaal zullen er twee duo's van kruispunten geobserveerd worden (4 kruispunten in totaal), waardoor er dus twee vergelijkingen tussen een basiskruispunt en een verhoogd kruispunt gemaakt worden. Het is niet noodzakelijk dat de duo's onderling hetzelfde zijn qua inrichting, wel moet binnen ieder duo het verhoogd kruispunt zo veel mogelijk gelijken op het basiskruispunt. De eerste stap in het onderzoeksproces is dus het zoeken van geschikte kruispuntduo's. De gekozen kruispunten zullen 14 dagen van een camera worden voorzien, welke alle voertuigen met hun bijbehorende manoeuvres vastlegt. De voertuiginteracties worden dus niet rechtstreeks door een observator waargenomen maar wel op videobeeld vastgelegd.

Tijdens de uitvoering van de opnames wordt een literatuurstudie uitgevoerd om meer informatie te verwerven rondom verkeersconflicten en de observatie hiervan. Zo kan men conflicten onderzoeken op de Zweedse methode (Petermans et al., 2009) maar daarnaast wordt er tevens literatuur geraadpleegd over andere manieren van conflictobservatie. Uit het literatuuronderzoek moet blijken hoe de interacties bevonden in de videobeelden geselecteerd, geanalyseerd en geïnterpreteerd kunnen worden. Dit literatuuronderzoek resulteert in een duidelijke rapportage van de probleemstelling en onderzoeksopzet, welke de basis voor het tweede deel van de masterproef vormt.

Wanneer de onderzoeksopzet is beslist kan het onderzoeksproces plaatsvinden. Allereerst dienen de interacties tussen voertuigen in de video geselecteerd te worden. Belangrijk hierbij is een duidelijke afbakening te maken over wanneer er een interactie tussen twee voertuigen is, deze wordt uit voorgaand onderzoek overgenomen (De Ceunynck, Polders, et al., 2013). Er is sprake van een interactie wanneer twee voertuigen, op een verhoogd- of basiskruispunt met voorrang van rechts, elkaar naderen onder een hoek van 90°. Enkel zuivere interacties tussen twee voertuigen zonder de aanwezigheid van andere weggebruikers worden onderzocht en deze zijn slechts geldig wanneer de voertuigen elkaar kruisen of in dezelfde rijrichting samenvoegen. Om een interactie tussen twee voertuigen objectief als geldig te kunnen beoordelen is het mogelijk een geografische ruimte af te bakenen d.m.v. referentiepunten. Wanneer twee voertuigen elkaar in deze afgebakende ruimte naderen en deze interactie voldoet aan de andere bovenstaande voorwaarden, is te spreken van een geldige interactie.

Deze selectie van interacties kan 'handmatig' gebeuren door het bekijken van de videobeelden en deze te selecteren. Momenteel is echter een software in ontwikkeling die objectief gevaarlijke interacties gaat voorselecteren. Aangezien het handmatig pre-selecteren van gevaarlijke interacties zeer tijdrovend is, kan het verdiepen van de software van zeer grote waarde zijn. Een belangrijke en nog te beantwoorden vraag bij deze selectie is of alle interacties tussen de weggebruikers gemeten worden of dat enkel de gevaarlijke interacties geselecteerd worden? Ook is het mogelijk om hier een combinatie van de maken en bv. per week 24u alle interacties te meten en daarbuiten enkel de gevaarlijke interacties te selecteren. De analyse van de videobeelden en het selecteren van de event gebeurt via de semi-geautomatiseerde software T-analyst. Deze software is niet in staat interacties tussen voertuigen automatisch te detecteren maar wel de ernst van de conflicten automatisch en accuraat te meten.

Na deze analyses worden er databestanden verkregen waarop kwantitatieve analyses uitgevoerd worden. Mogelijke analyses om betekenis aan deze data te geven is een Chi-kwadraat toets of een regressieanalyse. Via deze analyses worden resultaten verkregen over de invloed van een verkeersplateau op verkeersveiligheid op kruispunten met voorrang van rechts. Ook is er op het einde van dit onderzoek een groter inzicht verworven in de gedragingen en omstandigheden die leiden tot het plaatsvinden van verkeersconflicten op kruispunten met voorrang van rechts. Ten slotte worden de bevonden resultaten bediscussieerd en teruggekoppeld aan de literatuur.

5. Afbakening van het onderzoek

Aan de uitvoering van het onderzoek zijn enkele randvoorwaarden gesteld. Deze randvoorwaarden betreffen voornamelijk de situering en opbouw van de te onderzoeken kruispunten. Zo dienen de kruispunten in een stedelijke omgeving te liggen waar op elke tak een snelheidslimiet van 50km/u geldt. De kruispunten bestaan uit vier takken, welke geometrisch sterk gelijkend en waarbij beide assen elkaar quasi loodrecht snijden. Alle takken worden als 'gelijkwaardig' beschouwd wat gepaard gaat met de **voorrang van rechts** regel, dit wil zeggen dat alle bestuurders die arriveren op het kruispunt voorrang moeten geven aan bestuurders komende van hun rechterkant. Ter hoogte van het kruispunt zijn eveneens geen doorlopende fietspaden en/of wegmarkering aanwezig.

6. Tijdschema

	Data	Planning
Deel 1	4 oktober 2015	Indienen top 3 onderwerpen met motivaties
	9 oktober 2015	Toewijzing promotor en contact opnemen
	16 oktober 2015	Eerste samenkomst met promotor en begeleider
	September- oktober 2015	Literatuuronderzoek
	Eind oktober 2015	Zoektocht naar geschikte te onderzoeken kruispunten + terreinonderzoek en intensiteitentelling
	30 oktober 2015	Indienen onderzoeksplan
	Begin november 2015	Selectie te onderzoeken kruispunten + aanvragen toestemming onderzoek van kruispunten
	Week 9 november 2015	Bespreking onderzoeksplan
	Eind november – begin december 2015	Verzamelen videobeelden
	December 2015 – januari 2016	Uitschrijven masterthesis literatuuronderzoek en onderzoeksopzet
	Januari 2016	Oplijsten conflictvariabelen
	18 januari 2016	Schriftelijk indienen rapport masterproef deel 1
	28 + 29 januari 2016	Mondeling verdedigen masterproef deel 1
Deel 2	Begin februari 2016	Overleg met begeleiders voor aanpak deel 2
	Februari 2016	Testen watchdog software Testen conflictvariabelen T-Analyst
	24 februari 2016	Indienen reflectieverslag van overleg met begeleiders
	Februari – maart 2016	Pre-selectie van interacties + Analyseren van videobeelden (T-analyst)
	April 2016	Verkregen dataset verwerken door beschrijvende en kwantitatieve analyses
	Mei 2016	Resultaten bediscussiëren en terugkoppelen aan de literatuur
	29 mei 2016	Indienen conceptversie schriftelijk rapport
	3 juni 2016	Formulier over verdedigbaarheid indienen
	6 juni 2016	Schriftelijk indienen rapport masterproefdeel 2

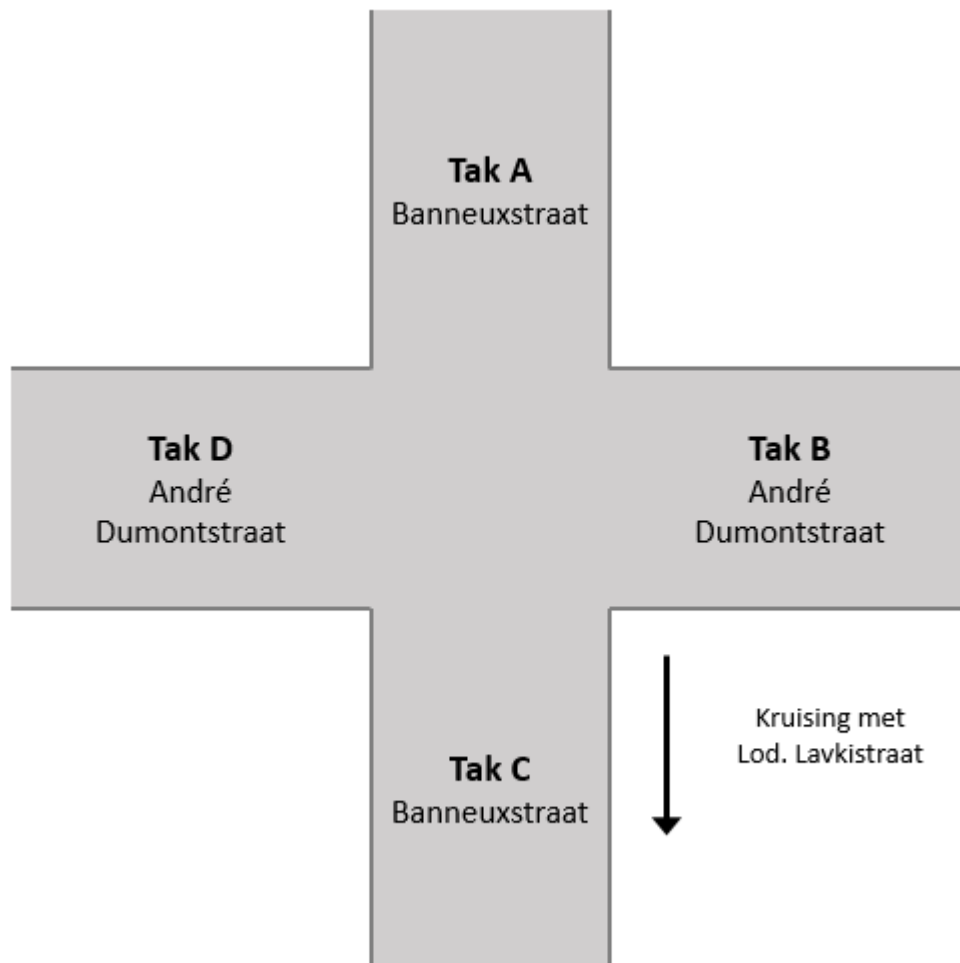
	24 + 25 juni 2016	Mondeling verdedigen masterproef deel 2 + Uploaden presentatie
--	-------------------	---

7. Voorlopig gehanteerde literatuurlijst

- Björklund, G. M., & Åberg, L. (2005). Driver behaviour in intersections: Formal and informal traffic rules. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8(3), 239–253. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2005.04.006>
- Cams, B. (2015). *Analyse van interacties tussen bestuurders op kruispunten met voorrang van rechts*.
- De Ceunynck, T., Polders, E., Daniels, S., Hermans, E., Brijs, T., & Wets, G. (2013). Road Safety Differences Between Priority-Controlled Intersections and Right-Hand Priority Intersections Behavioral Analysis of Vehicle-Vehicle Interactions. *Transportation Research Record*, (Ci), 39–48. <http://doi.org/10.3141/2365-06>
- De Smet, M. (2015). *De veilige oversteek – Observatieonderzoek naar de veiligheid van zwakke weggebruikers op oversteekplaatsen op stedelijke ontsluitingswegen*.
- Elvik, R. (2009). *The Handbook of Road Safety Measures*. Retrieved from https://books.google.be/books/about/The_Handbook_of_Road_Safety_Measures.html?id=JuTAZmIseeAC&pgis=1
- Liu, M., Lu, G., Wang, Y., Wang, Y., & Zhang, Z. (2014). Preempt or yield? An analysis of driver's dynamic decision making at unsignalized intersections by classification tree. *Safety Science*, 65, 36–44. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.12.009>
- Pau, M., & Angius, S. (2001). Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience. *Accident Analysis and Prevention*, 33(5), 585–597. [http://doi.org/10.1016/S0001-4575\(00\)00070-1](http://doi.org/10.1016/S0001-4575(00)00070-1)
- Petermans, A., Gysen, G., Jong, M. De, & Daniels, S. (2009). *Handbook Swedish Traffic Conflict Measuring Technique*. Diepenbeek.
- Polus, A. (1985). Driver behaviour and accident records at unsignalized urban intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 17(1), 25–32. [http://doi.org/10.1016/0001-4575\(85\)90005-3](http://doi.org/10.1016/0001-4575(85)90005-3)

Bijlage 2 Intensiteitentellingen

2.1 Intensiteitentelling verhoogd kruispunt (1): Banneuxstraat x André Dumonstraat

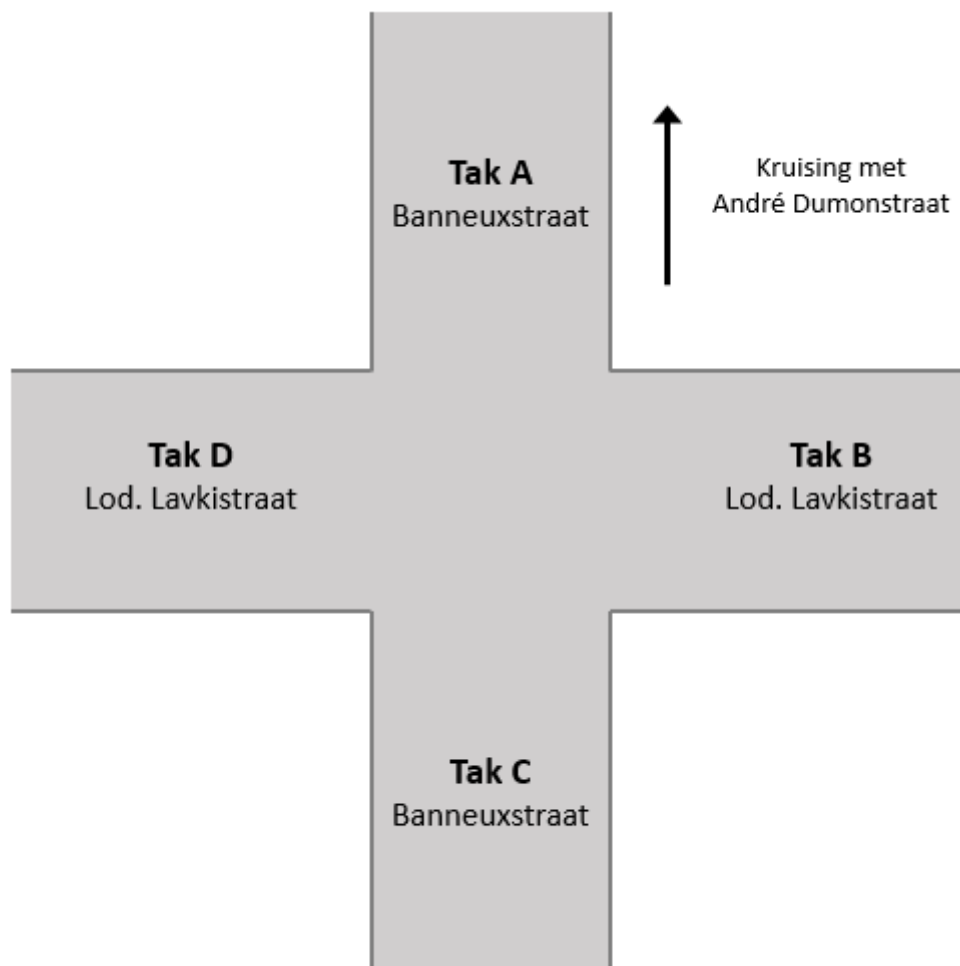


	Rijrichting		Uurintensiteit
Vanuit tak A	AB	→	0
	AC	↓	156
	AD	←	12
Vanuit tak B	BC	↓	12
	BD	←	16
	BA	↑	4
Vanuit tak C	CD	←	0
	CA	↑	192
	CB	→	4
Vanuit tak D	DA	↑	16
	DB	→	8
	DC	↓	0

Op deze locatie werden op een doordeweekse dag tellingen van 8u18-8u33 uitgevoerd. Deze waargenomen intensiteiten zijn vervolgens omgezet in uurintensiteiten.

Deze bijlage geeft een voorlopige intensiteitentelling van het verhoogd kruispunt weer. Deze intensiteitentelling is uitgevoerd om een beter inzicht in de verkeersstromen op het kruispunt te krijgen. Na het bekomen en verwerken van de videobeelden zal een exactere intensiteitentelling weergegeven worden.

2.2 Intensiteitentelling kruispunt 2: Banneuxstraat x Lod. Lavkistraat



	Rijrichting		Uurintensiteit
Vanuit tak A	AB	→	0
	AC	↓	192
	AD	←	12
Vanuit tak B	BC	↓	24
	BD	←	12
	BA	↑	8
Vanuit tak C	CD	←	8
	CA	↑	184
	CB	→	28
Vanuit tak D	DA	↑	12
	DB	→	12
	DC	↓	8

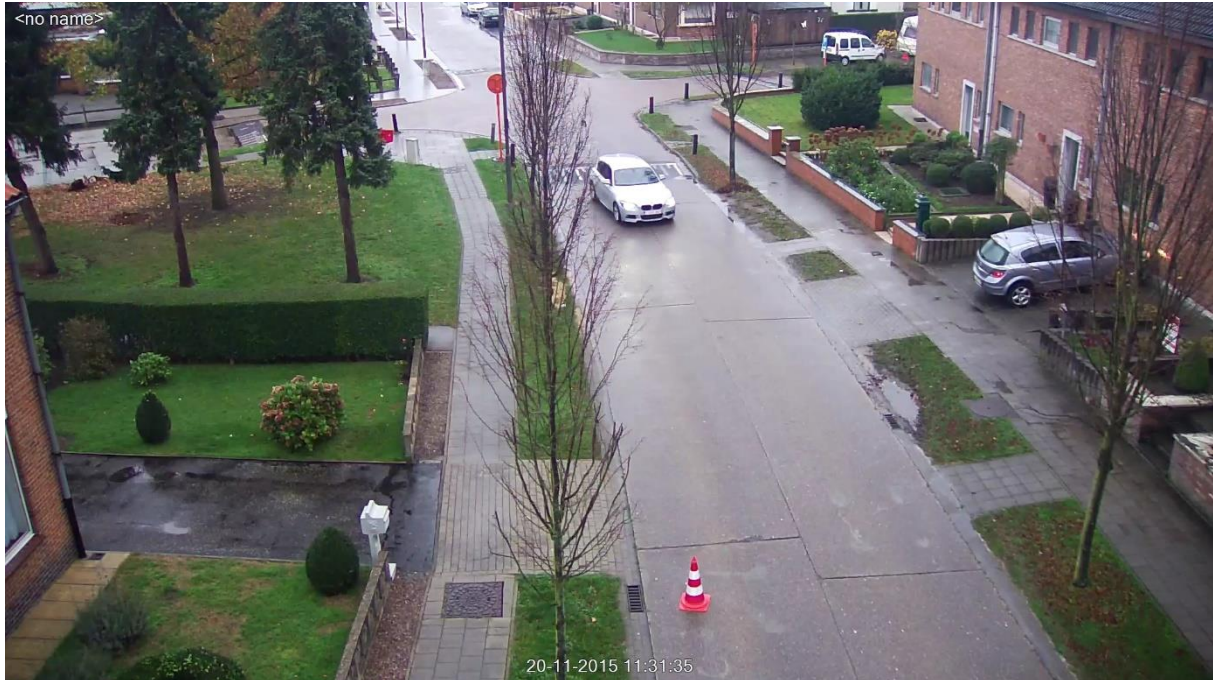
Op deze locatie werden op een doordeweekse dag tellingen van 8u36-8u51 uitgevoerd. Deze waargenomen intensiteiten zijn vervolgens omgezet in uurintensiteiten.

Deze bijlage geeft een voorlopige intensiteitentelling van het verhoogd kruispunt weer. Deze intensiteitentelling is uitgevoerd om een beter inzicht in de verkeersstromen op het kruispunt te krijgen. Na het bekomen en verwerken van de videobeelden zal een exactere intensiteitentelling weergegeven worden.

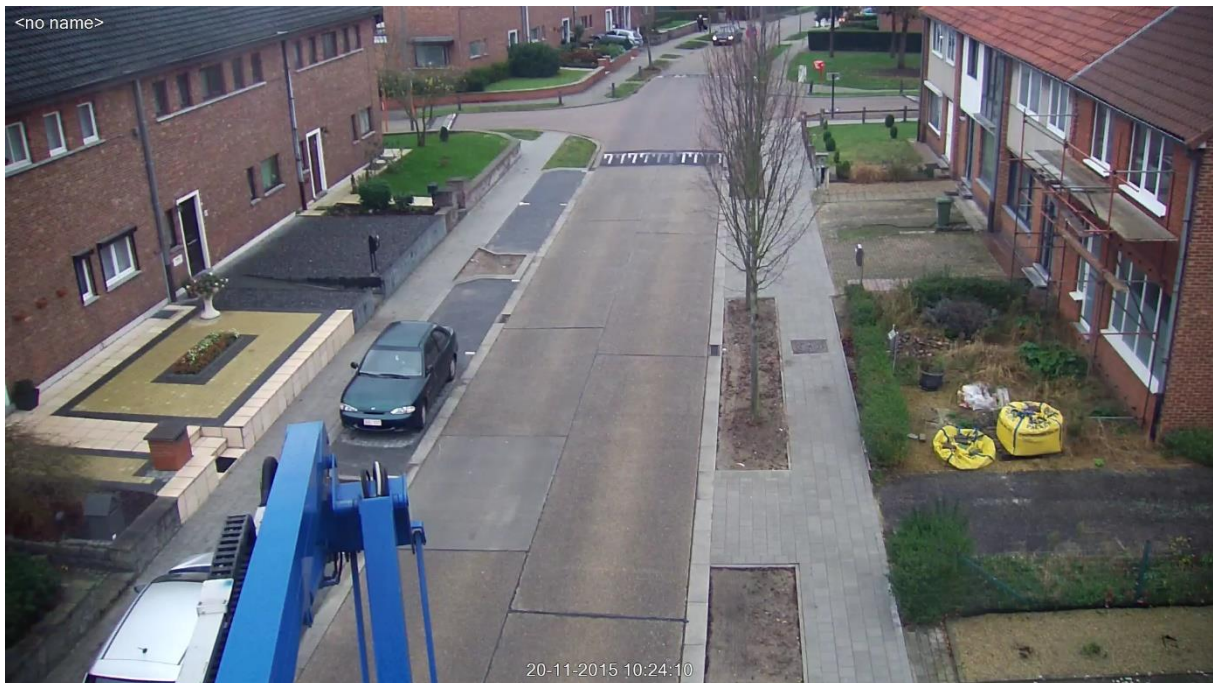
Bijlage 3 Camerabeelden onderzochte kruispunten

3.1 Camerabeelden Banneuxstraat x André Dumontstraat

Figuur 45: Beeld verhoogd kruispunt camera 1 (vanuit tak A)

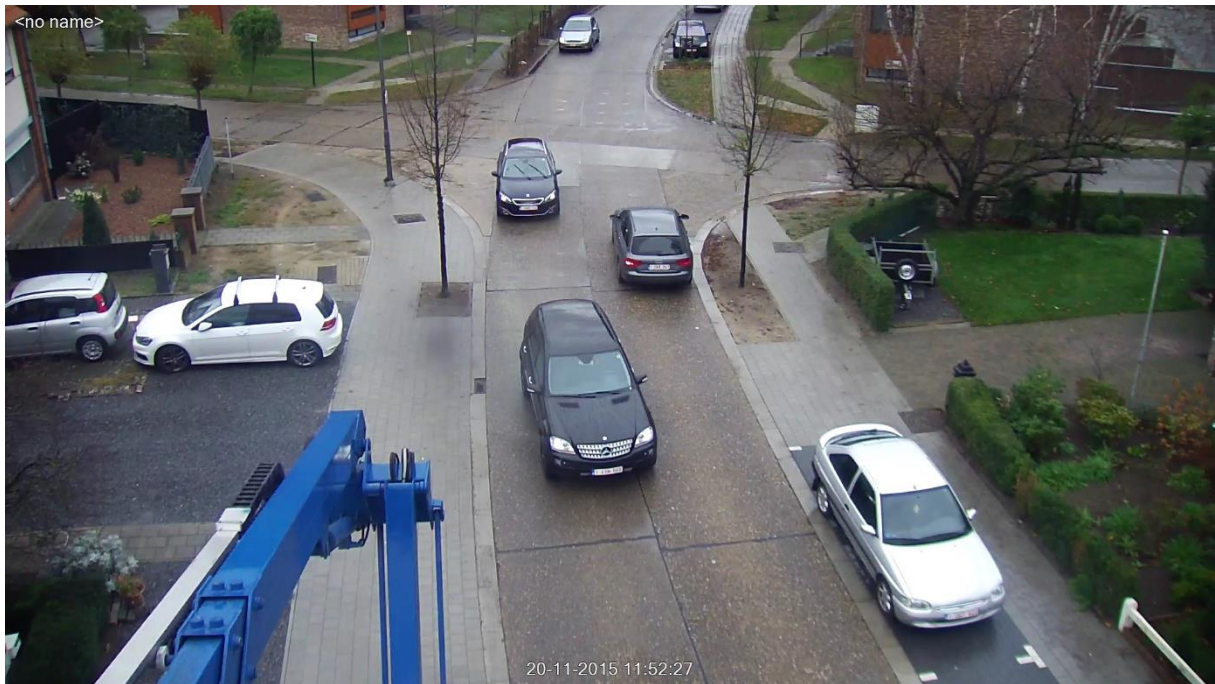


Figuur 46: Beeld verhoogd kruispunt camera 2 (vanuit tak C)

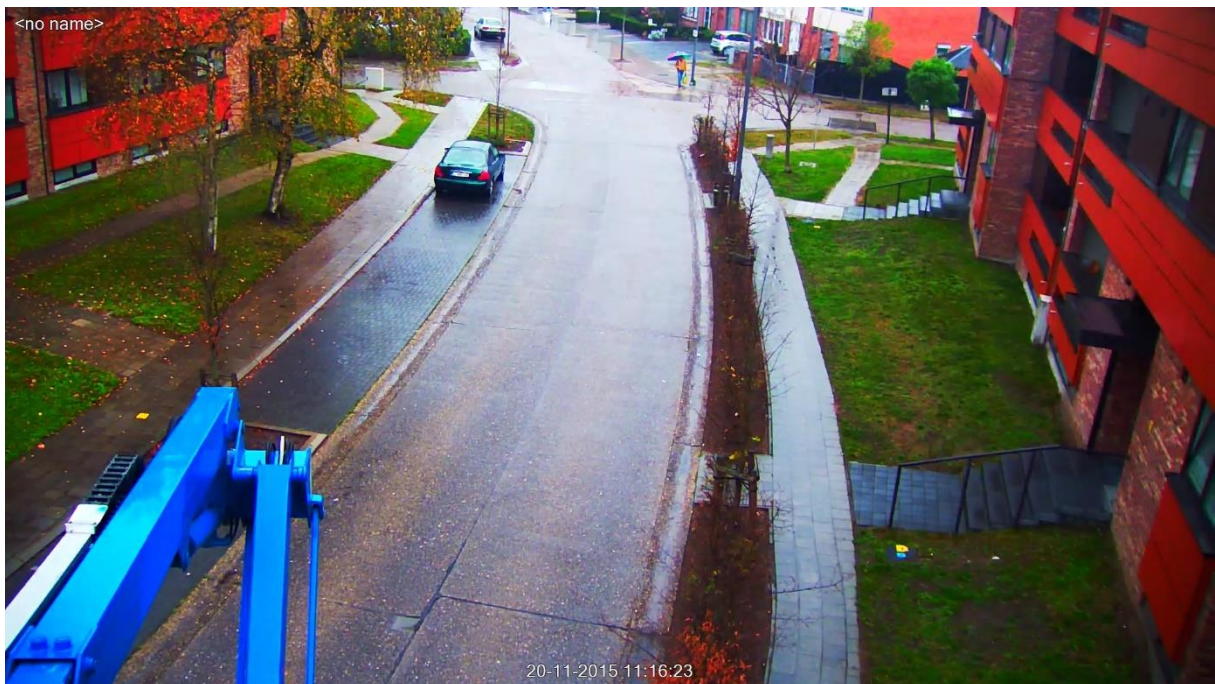


3.2 Camerabeelden Banneuxstraat x Lod. Lavkistraat

Figuur 47: Beeld basiskruispunt camera 1 (vanuit tak A)



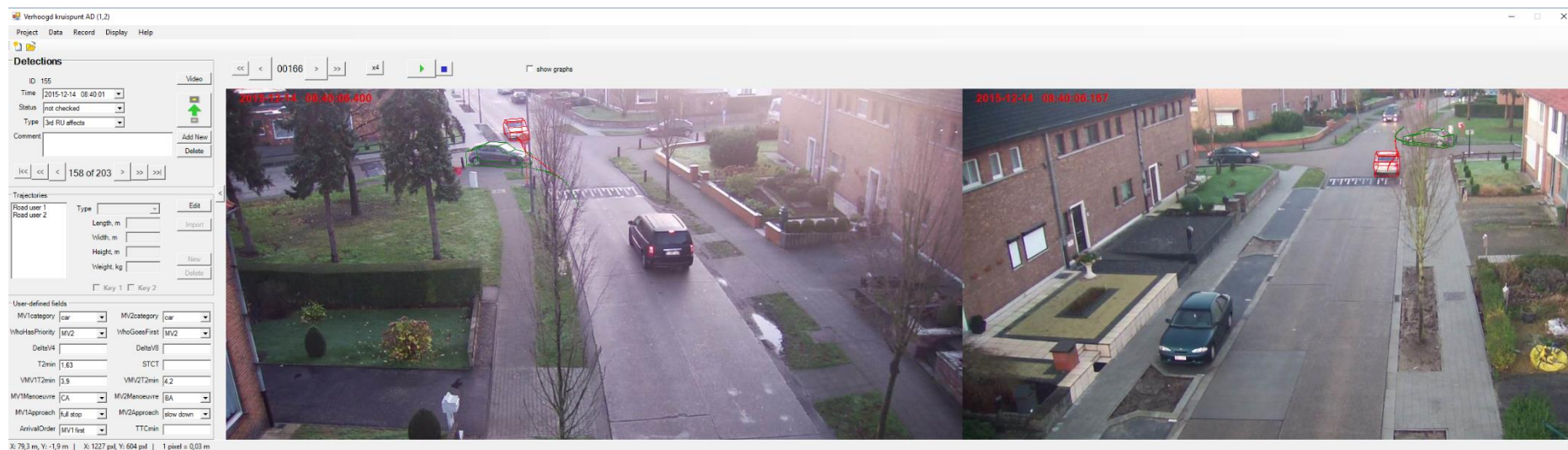
Figuur 48: Beeld basiskruispunt camera 2 (vanuit tak C)



Bijlage 4 Schermafdrucken interacties in T-Analyst

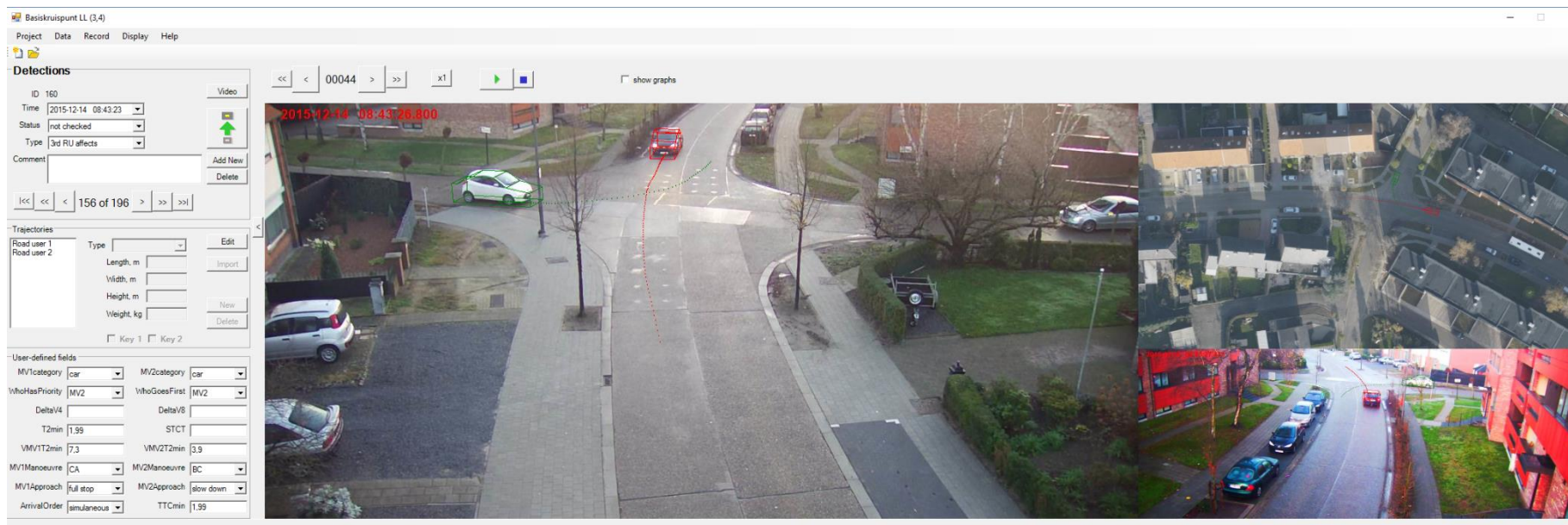
4.1 Schermafdruck T-Analyst Banneuxstraat x André Dumontstraat

Figuur 49: Schermafdruck T-Analyst verhoogd kruispunt



4.2 Schermafdruck T-Analyst Banneuxstraat x Lod. Lavkistraat

Figuur 50: Schermafdruck T-Analyst basiskruispunt



Bijlage 5 Onderzoeksresultaten

5.1 Algemeen

5.1.1 Intensiteiten

Tabel 11: Uurintensiteiten primaire as

	Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	Totaal
10-12 7u	96	108	204
10-12 8u	324	360	684
10-12 9u	288	258	546
10-12 10u	168	210	378
10-12 11u	186	240	426
10-12 17u	240	324	564
14-12 7u	90	96	186
14-12 8u	246	290	536
14-12 16u	240	282	522
14-12 17u	390	420	810
Totaal	2268	2588	

Tabel 12: Uurintensiteiten secundaire as

	Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	Totaal
10-12 7u	30	12	42
10-12 8u	48	30	78
10-12 9u	36	24	60
10-12 10u	24	24	48
10-12 11u	42	30	72
10-12 17u	24	36	60
14-12 7u	24	12	36
14-12 8u	72	42	114
14-12 16u	24	24	48
14-12 17u	42	30	72
Totaal	366	264	

5.1.2 Invloed van een andere weggebruiker

Tabel 13: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid andere weggebruiker)

Aanwezigheid van een andere weggebruiker * Kruispunttype Crosstabulation

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Aanwezigheid van een andere weggebruiker	2 weggebruikers	Count	76	64	140
		Expected Count	69,5	70,5	140,0
		% within Aanwezigheid van een andere weggebruiker	54,3%	45,7%	100,0%
		% within Kruispunttype	40,0%	33,2%	36,6%
		% of Total	19,8%	16,7%	36,6%
		Std. Residual	,8	-,8	
	3de weggebruiker beïnvloedt	Count	114	129	243
		Expected Count	120,5	122,5	243,0
		% within Aanwezigheid van een andere weggebruiker	46,9%	53,1%	100,0%
		% within Kruispunttype	60,0%	66,8%	63,4%
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Aanwezigheid van een andere weggebruiker	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	
	Std. Residual	-,6	,6		

Tabel 14: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid andere weggebruiker)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	1,931 ^a	1	,165	,170	,100	
Continuity Correction ^b	1,647	1	,199			
Likelihood Ratio	1,933	1	,164	,170	,100	
Fisher's Exact Test				,170	,100	
Linear-by-Linear Association	1,926 ^c	1	,165	,170	,100	,032
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 69,45.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is 1,388.

Tabel 15: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsregeling) x 2 (aanwezigheid andere weggebruiker)

Overtreding van de voorrangsregeling * Aanwezigheid van een andere weggebruiker Crosstabulation

			Aanwezigheid van een andere weggebruiker		Total
			2 weggebruikers	3de weggebruiker beïnvloedt	
Overtreding van de voorrangsregeling	Geen overtreding	Count	110	179	289
		Expected Count	105,6	183,4	289,0
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	38,1%	61,9%	100,0%
		% within Aanwezigheid van een andere weggebruiker	78,6%	73,7%	75,5%
		% of Total	28,7%	46,7%	75,5%
		Std. Residual	,4	-,3	
	Overtreding	Count	30	64	94
		Expected Count	34,4	59,6	94,0
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	31,9%	68,1%	100,0%
		% within Aanwezigheid van een andere weggebruiker	21,4%	26,3%	24,5%
		% of Total	7,8%	16,7%	24,5%
		Std. Residual	-,7	,6	
Total	Count	140	243	383	
	Expected Count	140,0	243,0	383,0	
	% within Overtreding van de voorrangsregeling	36,6%	63,4%	100,0%	
	% within Aanwezigheid van een andere weggebruiker	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	36,6%	63,4%	100,0%	

5.1.3 Voertuigcategorieën

Tabel 16: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 8 (combinatie weggebruikerscategorieën)

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Welke voertuigcategorieën interageren?	Auto-Auto	Count	154	155	309
		Expected Count	153,3	155,7	309,0
		% within Welke voertuigcategorieën interageren?	49,8%	50,2%	100,0%
		% within Kruispunttype	81,1%	80,3%	80,7%
		% of Total	40,2%	40,5%	80,7%
		Std. Residual	,1	-,1	
	Auto-Minibus	Count	25	24	49
		Expected Count	24,3	24,7	49,0
		% within Welke voertuigcategorieën interageren?	51,0%	49,0%	100,0%
		% within Kruispunttype	13,2%	12,4%	12,8%
		% of Total	6,5%	6,3%	12,8%
		Std. Residual	,1	-,1	
	Auto-Vrachtauto	Count	1	3	4
		Expected Count	2,0	2,0	4,0
		% within Welke voertuigcategorieën interageren?	25,0%	75,0%	100,0%
		% within Kruispunttype	0,5%	1,6%	1,0%
		% of Total	0,3%	0,8%	1,0%
		Std. Residual	-,7	,7	
	Auto-Bus	Count	7	8	15
		Expected Count	7,4	7,6	15,0
		% within Welke voertuigcategorieën interageren?	46,7%	53,3%	100,0%
		% within Kruispunttype	3,7%	4,1%	3,9%
		% of Total	1,8%	2,1%	3,9%
		Std. Residual	-,2	,2	
	Auto-Motor(fiets)	Count	1	0	1
		Expected Count	,5	,5	1,0
		% within Welke voertuigcategorieën interageren?	100,0%	0,0%	100,0%
		% within Kruispunttype	0,5%	0,0%	0,3%
% of Total		0,3%	0,0%	0,3%	
Std. Residual		,7	-,7		
Minibus-Motor(fiets)	Count	1	0	1	
	Expected Count	,5	,5	1,0	
	% within Welke voertuigcategorieën interageren?	100,0%	0,0%	100,0%	
	% within Kruispunttype	0,5%	0,0%	0,3%	
	% of Total	0,3%	0,0%	0,3%	
	Std. Residual	,7	-,7		
Minibus-Bus	Count	1	1	2	
	Expected Count	1,0	1,0	2,0	
	% within Welke voertuigcategorieën interageren?	50,0%	50,0%	100,0%	
	% within Kruispunttype	0,5%	0,5%	0,5%	
	% of Total	0,3%	0,3%	0,5%	
	Std. Residual	,0	,0		
Minibus-Minibus	Count	0	2	2	
	Expected Count	1,0	1,0	2,0	
	% within Welke voertuigcategorieën interageren?	0,0%	100,0%	100,0%	
	% within Kruispunttype	0,0%	1,0%	0,5%	
	% of Total	0,0%	0,5%	0,5%	
	Std. Residual	-1,0	1,0		
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Welke voertuigcategorieën interageren?	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 17: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 8 (combinatie weggebruikerscategorieën)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	5,067 ^a	7	,652	,771		
Likelihood Ratio	6,659	7	,465	,746		
Fisher's Exact Test	4,780			,801		
Linear-by-Linear Association	,272 ^b	1	,602	,641	,322	,036
N of Valid Cases	383					

a. 10 cells (62,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,50.

b. The standardized statistic is ,521.

5.1.4 *Haakse interactie*

Tabel 18: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsregeling) x 2 (haakse interactie)

Overtreding van de voorrangsregeling * Is de interactie niet-haaks? Crosstabulation

			Is de interactie niet-haaks?		Total
			Haakse interactie	Niet-haakse interactie	
Overtreding van de voorrangsregeling	Geen overtreding	Count	250	39	289
		Expected Count	249,8	39,2	289,0
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	86,5%	13,5%	100,0%
		% within Is de interactie niet-haaks?	75,5%	75,0%	75,5%
		% of Total	65,3%	10,2%	75,5%
		Std. Residual	,0	,0	
	Overtreding	Count	81	13	94
		Expected Count	81,2	12,8	94,0
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	86,2%	13,8%	100,0%
		% within Is de interactie niet-haaks?	24,5%	25,0%	24,5%
		% of Total	21,1%	3,4%	24,5%
		Std. Residual	,0	,1	
Total		Count	331	52	383
		Expected Count	331,0	52,0	383,0
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	86,4%	13,6%	100,0%
		% within Is de interactie niet-haaks?	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	86,4%	13,6%	100,0%

5.1.5 Soorten interacties

Tabel 19: Manoeuvres volgens primair vs. secundair

	Basiskruispunt		Verhoogd kruispunt	
	Voertuig 1	Voertuig 2	Voertuig 1	Voertuig 2
AB	2	14	7	26
AC	79	0	60	0
AD	0	0	0	0
BC	0	58	0	27
BD	0	14	0	17
BA	1	4	3	27
CD	1	4	0	2
CA	100	0	123	0
CB	6	0	0	0
DA	0	58	0	51
DB	0	35	0	38
DC	1	2	0	5
AA	0	1	0	0

Tabel 20: Manoeuvres volgens voorrang vs. geen voorrang

	Basiskruispunt		Verhoogd kruispunt	
	Voertuig 1	Voertuig 2	Voertuig 1	Voertuig 2
AB	0	16	4	29
AC	37	42	17	43
AD	0	0	0	0
BC	29	29	15	12
BD	9	5	10	7
BA	5	0	30	0
CD	1	4	0	2
CA	57	43	70	53
CB	6	0	0	0
DA	26	32	24	27
DB	17	18	18	20
DC	3	0	5	0
AA	0	1	0	0

Tabel 21: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 8 (interactiesoort)

Welk soort interactie vindt plaats? * Kruispunttype Crosstabulation

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Welk soort interactie vindt plaats?	1	Count	47	53	100
		Expected Count	49,6	50,4	100,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	47,0%	53,0%	100,0%
		% within Kruispunttype	24,7%	27,5%	26,1%
		% of Total	12,3%	13,8%	26,1%
		Std. Residual	-,4	,4	
	2	Count	7	32	39
		Expected Count	19,3	19,7	39,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	17,9%	82,1%	100,0%
		% within Kruispunttype	3,7%	16,6%	10,2%
		% of Total	1,8%	8,4%	10,2%
		Std. Residual	-2,8	2,8	
	3	Count	53	37	90
		Expected Count	44,6	45,4	90,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	58,9%	41,1%	100,0%
		% within Kruispunttype	27,9%	19,2%	23,5%
		% of Total	13,8%	9,7%	23,5%
		Std. Residual	1,3	-1,2	
	4	Count	13	28	41
		Expected Count	20,3	20,7	41,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	31,7%	68,3%	100,0%
		% within Kruispunttype	6,8%	14,5%	10,7%
		% of Total	3,4%	7,3%	10,7%
		Std. Residual	-1,6	1,6	
	5	Count	60	35	95
		Expected Count	47,1	47,9	95,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	63,2%	36,8%	100,0%
		% within Kruispunttype	31,6%	18,1%	24,8%
% of Total		15,7%	9,1%	24,8%	
Std. Residual		1,9	-1,9		
6	Count	7	3	10	
	Expected Count	5,0	5,0	10,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	70,0%	30,0%	100,0%	
	% within Kruispunttype	3,7%	1,6%	2,6%	
	% of Total	1,8%	0,8%	2,6%	
	Std. Residual	,9	-,9		
7	Count	2	5	7	
	Expected Count	3,5	3,5	7,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	28,6%	71,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	1,1%	2,6%	1,8%	
	% of Total	0,5%	1,3%	1,8%	
	Std. Residual	-,8	,8		
8	Count	1	0	1	
	Expected Count	,5	,5	1,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	100,0%	0,0%	100,0%	
	% within Kruispunttype	0,5%	0,0%	0,3%	
	% of Total	0,3%	0,0%	0,3%	
	Std. Residual	,7	-,7		
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	
	Std. Residual				

Tabel 22: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 8 (interactiesoort)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	35,161 ^a	7	,000	.	.	.
Likelihood Ratio	37,188	7	,000	.	.	.
Fisher's Exact Test
Linear-by-Linear Association	5,542 ^c	1	,019	,019	,010	,002
N of Valid Cases	383					

a. 5 cells (31,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,50.

b. Cannot be computed because there is insufficient memory.

c. The standardized statistic is -2,354.

Tabel 23: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsregeling) x 8 (interactiesoort)

			Overtreding van de voorrangsregeling		Total
			Geen overtreding	Overtreding	
Welk soort interactie vindt plaats?	1	Count	70	30	100
		Expected Count	75,5	24,5	100,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	70,0%	30,0%	100,0%
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	24,2%	31,9%	26,1%
		% of Total	18,3%	7,8%	26,1%
		Std. Residual	-,6	1,1	
	2	Count	27	12	39
		Expected Count	29,4	9,6	39,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	69,2%	30,8%	100,0%
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	9,3%	12,8%	10,2%
		% of Total	7,0%	3,1%	10,2%
		Std. Residual	-,4	,8	
	3	Count	69	21	90
		Expected Count	67,9	22,1	90,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	76,7%	23,3%	100,0%
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	23,9%	22,3%	23,5%
		% of Total	18,0%	5,5%	23,5%
		Std. Residual	,1	-,2	
	4	Count	30	11	41
		Expected Count	30,9	10,1	41,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	73,2%	26,8%	100,0%
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	10,4%	11,7%	10,7%
		% of Total	7,8%	2,9%	10,7%
		Std. Residual	-,2	,3	
	5	Count	78	17	95
		Expected Count	71,7	23,3	95,0
		% within Welk soort interactie vindt plaats?	82,1%	17,9%	100,0%
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	27,0%	18,1%	24,8%
% of Total		20,4%	4,4%	24,8%	
Std. Residual		,7	-1,3		
6	Count	8	2	10	
	Expected Count	7,5	2,5	10,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	80,0%	20,0%	100,0%	
	% within Overtreding van de voorrangsregeling	2,8%	2,1%	2,6%	
	% of Total	2,1%	0,5%	2,6%	
	Std. Residual	,2	-,3		
7	Count	6	1	7	
	Expected Count	5,3	1,7	7,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	85,7%	14,3%	100,0%	
	% within Overtreding van de voorrangsregeling	2,1%	1,1%	1,8%	
	% of Total	1,6%	0,3%	1,8%	
	Std. Residual	,3	-,5		
8	Count	1	0	1	
	Expected Count	,8	,2	1,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	100,0%	0,0%	100,0%	
	% within Overtreding van de voorrangsregeling	0,3%	0,0%	0,3%	
	% of Total	0,3%	0,0%	0,3%	
	Std. Residual	,3	-,5		
Total	Count	289	94	383	
	Expected Count	289,0	94,0	383,0	
	% within Welk soort interactie vindt plaats?	75,5%	24,5%	100,0%	
	% within Overtreding van de voorrangsregeling	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	75,5%	24,5%	100,0%	

5.2 Voorrangsgedrag

5.2.1 Voorrang vs. geen-voorrang

Tabel 24: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (overtreding voorrangsregeling)

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Overtreding van de voorrangsregeling	Overtreding	Count	34	60	94
		Expected Count	46,6	47,4	94,0
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	36,2%	63,8%	100,0%
		% within Kruispunttype	17,9%	31,1%	24,5%
		% of Total	8,9%	15,7%	24,5%
		Std. Residual	-1,8	1,8	
	Geen overtreding	Count	156	133	289
		Expected Count	143,4	145,6	289,0
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	54,0%	46,0%	100,0%
		% within Kruispunttype	82,1%	68,9%	75,5%
		% of Total	40,7%	34,7%	75,5%
		Std. Residual	1,1	-1,0	
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Overtreding van de voorrangsregeling	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 25: Chi-kwadraatattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (Overtreding voorrangsregeling)

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	8,999 ^a	1	,003	,003	,002	
Continuity Correction ^b	8,301	1	,004			
Likelihood Ratio	9,095	1	,003	,003	,002	
Fisher's Exact Test				,003	,002	
Linear-by-Linear Association	8,975 ^c	1	,003	,003	,002	,001
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 46,63.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -2,996.

5.2.2 Primair vs. secundair

Tabel 26: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (voertuig welke voorrang heeft)

Voertuig op hoofdas heeft voorrang * Kruispuntype Crosstabulation

			Kruispuntype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Voertuig op hoofdas heeft voorrang	Nee	Count	88	102	190
		Expected Count	94,3	95,7	190,0
		% within Voertuig op hoofdas heeft voorrang	46,3%	53,7%	100,0%
		% within Kruispuntype	46,3%	52,8%	49,6%
		% of Total	23,0%	26,6%	49,6%
		Std. Residual	-,6	,6	
	Ja	Count	102	91	193
		Expected Count	95,7	97,3	193,0
		% within Voertuig op hoofdas heeft voorrang	52,8%	47,2%	100,0%
		% within Kruispuntype	53,7%	47,2%	50,4%
		% of Total	26,6%	23,8%	50,4%
		Std. Residual	,6	-,6	
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Voertuig op hoofdas heeft voorrang	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispuntype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

5.3 Aankomstvolgorde

5.3.1 Voorrang vs. geen voorrang

Tabel 27: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde)

			Kruispuntype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen	Voertuig welke in de voorrang heeft	Count	63	73	136
		Expected Count	67,5	68,5	136,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen	46,3%	53,7%	100,0%
		% within Kruispuntype	33,2%	37,8%	35,5%
		% of Total	16,4%	19,1%	35,5%
		Std. Residual	-,5	,5	
	Voertuig welke geen voorrang heeft	Count	61	74	135
		Expected Count	67,0	68,0	135,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen	45,2%	54,8%	100,0%
		% within Kruispuntype	32,1%	38,3%	35,2%
		% of Total	15,9%	19,3%	35,2%
		Std. Residual	-,7	,7	
	Gelijktijdige aankomst	Count	66	46	112
		Expected Count	55,6	56,4	112,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen	58,9%	41,1%	100,0%
% within Kruispuntype		34,7%	23,8%	29,2%	
% of Total		17,2%	12,0%	29,2%	
Std. Residual		1,4	-1,4		
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispuntype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 28: Chi-kwadraatattest 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	5,535 ^a	2	,063	,066		
Likelihood Ratio	5,557	2	,062	,066		
Fisher's Exact Test	5,521			,066		
Linear-by-Linear Association	3,596 ^b	1	,058	,065	,033	,008
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 55,56.

b. The standardized statistic is -1,896.

5.3.2 Primair vs. secundair

Tabel 29: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde)

De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec) * Kruispunttype Crosstabulation

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	Voertuig op primaire as	Count	49	72	121
		Expected Count	60,0	61,0	121,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	40,5%	59,5%	100,0%
		% within Kruispunttype	25,8%	37,3%	31,6%
		% of Total	12,8%	18,8%	31,6%
		Std. Residual	-1,4	1,4	
	Voertuig op secundaire as eerst	Count	75	75	150
		Expected Count	74,4	75,6	150,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	50,0%	50,0%	100,0%
		% within Kruispunttype	39,5%	38,9%	39,2%
		% of Total	19,6%	19,6%	39,2%
		Std. Residual	,1	-,1	
	Gelijktijdige aankomst	Count	66	46	112
		Expected Count	55,6	56,4	112,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	58,9%	41,1%	100,0%
		% within Kruispunttype	34,7%	23,8%	29,2%
		% of Total	17,2%	12,0%	29,2%
		Std. Residual	1,4	-1,4	
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 30: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 3 (aankomstvolgorde)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	7,920 ^a	2	,019	,020		
Likelihood Ratio	7,966	2	,019	,020		
Fisher's Exact Test	7,908			,020		
Linear-by-Linear Association	7,897 ^b	1	,005	,006	,003	,001
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 55,56.

b. The standardized statistic is -2,810.

Tabel 31: Kruistabel: 2 (overtreding voorrangsregeling) x 3 (aankomstvolgorde)

De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec) * Overtreding van de voorrangsregeling Crosstabulation

			Overtreding van de voorrangsregeling		Total
			Geen overtreding	Overtreding	
De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	Voertuig op primaire as	Count	75	46	121
		Expected Count	91,3	29,7	121,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	62,0%	38,0%	100,0%
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	26,0%	48,9%	31,6%
		% of Total	19,6%	12,0%	31,6%
		Std. Residual	-1,7	3,0	
	Voertuig op secundaire as eerst	Count	116	34	150
		Expected Count	113,2	36,8	150,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	77,3%	22,7%	100,0%
		% within Overtreding van de voorrangsregeling	40,1%	36,2%	39,2%
		% of Total	30,3%	8,9%	39,2%
		Std. Residual	,3	-,5	
	Gelijktijdige aankomst	Count	98	14	112
		Expected Count	84,5	27,5	112,0
		% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	87,5%	12,5%	100,0%
% within Overtreding van de voorrangsregeling		33,9%	14,9%	29,2%	
% of Total		25,6%	3,7%	29,2%	
Std. Residual		1,5	-2,6		
Total	Count	289	94	383	
	Expected Count	289,0	94,0	383,0	
	% within De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	75,5%	24,5%	100,0%	
	% within Overtreding van de voorrangsregeling	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	75,5%	24,5%	100,0%	

5.4 Naderingsgedrag

5.4.1 Voorrang vs. geen-voorrang

Tabel 32: Kruistabel voertuig welke voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Naderingsgedrag voertuig welke voorrang heeft	Stoppen	Count	20	26	46
		Expected Count	22,8	23,2	46,0
		% within Naderingsgedrag voertuig welke voorrang heeft	43,5%	56,5%	100,0%
		% within Kruispunttype	10,5%	13,5%	12,0%
		% of Total	5,2%	6,8%	12,0%
		Std. Residual	-,6	,6	
	Decelereren	Count	136	165	301
		Expected Count	149,3	151,7	301,0
		% within Naderingsgedrag voertuig welke voorrang heeft	45,2%	54,8%	100,0%
		% within Kruispunttype	71,6%	85,5%	78,6%
		% of Total	35,5%	43,1%	78,6%
		Std. Residual	-1,1	1,1	
	Niet vertragen	Count	34	2	36
		Expected Count	17,9	18,1	36,0
		% within Naderingsgedrag voertuig welke voorrang heeft	94,4%	5,6%	100,0%
		% within Kruispunttype	17,9%	1,0%	9,4%
		% of Total	8,9%	0,5%	9,4%
		Std. Residual	3,8	-3,8	
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Naderingsgedrag voertuig welke voorrang heeft	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 33: Chi-kwadraattest voertuig welke voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	32,000 ^a	2	,000	,000		
Likelihood Ratio	38,018	2	,000	,000		
Fisher's Exact Test	36,525			,000		
Linear-by-Linear Association	17,548 ^b	1	,000	,000	,000	,000
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 17,86.

b. The standardized statistic is -4,189.

Tabel 34: Kruistabel voertuig welke geen voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

Crosstab

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Naderingsgedrag voertuig welke geen voorrang heeft	Stoppen	Count	63	57	120
		Expected Count	59,5	60,5	120,0
		% within Naderingsgedrag voertuig welke geen voorrang heeft	52,5%	47,5%	100,0%
		% within Kruispunttype	33,2%	29,5%	31,3%
		% of Total	16,4%	14,9%	31,3%
		Std. Residual	,4	-,4	
	Decelereren	Count	114	135	249
		Expected Count	123,5	125,5	249,0
		% within Naderingsgedrag voertuig welke geen voorrang heeft	45,8%	54,2%	100,0%
		% within Kruispunttype	60,0%	69,9%	65,0%
		% of Total	29,8%	35,2%	65,0%
		Std. Residual	-,9	,9	
	Niet vertragen	Count	13	1	14
		Expected Count	6,9	7,1	14,0
		% within Naderingsgedrag voertuig welke geen voorrang heeft	92,9%	7,1%	100,0%
% within Kruispunttype		6,8%	0,5%	3,7%	
% of Total		3,4%	0,3%	3,7%	
Std. Residual		2,3	-2,3		
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Naderingsgedrag voertuig welke geen voorrang heeft	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 35: Chi-kwadraattest voertuig welke geen voorrang: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	12,334 ^a	2	,002	,002		
Likelihood Ratio	14,253	2	,001	,001		
Fisher's Exact Test	13,085			,001		
Linear-by-Linear Association	,255 ^b	1	,614	,627	,342	,069
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 6,95.

b. The standardized statistic is -,505.

Tabel 36: Kruistabel 2 (voertuigsoort voorrang vs. geen voorrang) x 3 (naderingsgedrag)

			Voertuig		Total
			Voertuig welke voorrang	Voertuig welke geen voorrang	
Naderingsgedrag	Stoppen	Count	46	120	166
		Expected Count	83,0	83,0	166,0
		% within Naderingsgedrag	27,7%	72,3%	100,0%
		% within Voertuig	12,0%	31,3%	21,7%
		% of Total	6,0%	15,7%	21,7%
		Std. Residual	-4,1	4,1	
	Decelereren	Count	301	249	550
		Expected Count	275,0	275,0	550,0
		% within Naderingsgedrag	54,7%	45,3%	100,0%
		% within Voertuig	78,6%	65,0%	71,8%
		% of Total	39,3%	32,5%	71,8%
		Std. Residual	1,6	-1,6	
	Niet vertragen	Count	36	14	50
		Expected Count	25,0	25,0	50,0
		% within Naderingsgedrag	72,0%	28,0%	100,0%
		% within Voertuig	9,4%	3,7%	6,5%
		% of Total	4,7%	1,8%	6,5%
Std. Residual		2,2	-2,2		
Total	Count	383	383	766	
	Expected Count	383,0	383,0	766,0	
	% within Naderingsgedrag	50,0%	50,0%	100,0%	
	% within Voertuig	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	50,0%	50,0%	100,0%	

Tabel 37: Chi-kwadraatattest (voertuigsoort voorrang vs. geen-voorrang) x 3 (naderingsgedrag)

Chi-Square Tests						
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	47,584 ^a	2	,000	,000		
Likelihood Ratio	49,121	2	,000	,000		
Fisher's Exact Test	48,693			,000		
Linear-by-Linear Association	46,383 ^b	1	,000	,000	,000	,000
N of Valid Cases	766					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 25,00.

b. The standardized statistic is -6,811.

5.4.2 Primair vs. secundair

Tabel 38: Kruistabel primair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Naderingsgedrag	Stoppen	Count	30	31	61
		Expected Count	29,7	31,3	61,0
		% within Naderingsgedrag	49,2%	50,8%	100,0%
		% within Kruispunttype	14,5%	14,2%	14,4%
		% of Total	7,1%	7,3%	14,4%
		Std. Residual	,1	-,1	
	Decelereren	Count	136	185	321
		Expected Count	156,3	164,7	321,0
		% within Naderingsgedrag	42,4%	57,6%	100,0%
		% within Kruispunttype	65,7%	84,9%	75,5%
		% of Total	32,0%	43,5%	75,5%
		Std. Residual	-1,6	1,6	
	Niet vertragen	Count	41	2	43
		Expected Count	20,9	22,1	43,0
		% within Naderingsgedrag	95,3%	4,7%	100,0%
		% within Kruispunttype	19,8%	0,9%	10,1%
% of Total		9,6%	0,5%	10,1%	
Std. Residual		4,4	-4,3		
Total	Count	207	218	425	
	Expected Count	207,0	218,0	425,0	
	% within Naderingsgedrag	48,7%	51,3%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	48,7%	51,3%	100,0%	

Tabel 39: Chi-kwadraattest primair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	42,612 ^a	2	,000	,000		
Likelihood Ratio	50,674	2	,000	,000		
Fisher's Exact Test	49,014			,000		
Linear-by-Linear Association	15,114 ^b	1	,000	,000	,000	,000
N of Valid Cases	425					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 20,94.

b. The standardized statistic is -3,888.

Tabel 40: Kruistabel secundair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

Naderingsgedrag secundair voertuig * Kruispuntype Crosstabulation

			Kruispuntype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Naderingsgedrag	Stoppen	Count	53	52	105
		Expected Count	53,3	51,7	105,0
		% within Naderingsgedrag	50,5%	49,5%	100,0%
		% within Kruispuntype	30,6%	31,0%	30,8%
		% of Total	15,5%	15,2%	30,8%
		Std. Residual	,0	,0	
	Decelereren	Count	114	115	229
		Expected Count	116,2	112,8	229,0
		% within Naderingsgedrag	49,8%	50,2%	100,0%
		% within Kruispuntype	65,9%	68,5%	67,2%
		% of Total	33,4%	33,7%	67,2%
		Std. Residual	-,2	,2	
	Niet vertragen	Count	6	1	7
		Expected Count	3,6	3,4	7,0
		% within Naderingsgedrag	85,7%	14,3%	100,0%
		% within Kruispuntype	3,5%	0,6%	2,1%
% of Total		1,8%	0,3%	2,1%	
Std. Residual		1,3	-1,3		
Total	Count	173	168	341	
	Expected Count	173,0	168,0	341,0	
	% within Naderingsgedrag	50,7%	49,3%	100,0%	
	% within Kruispuntype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	50,7%	49,3%	100,0%	

Tabel 41: Chi-kwadraattest secundair voertuig: 2 (kruispuntinrichting) x 3 (naderingsgedrag)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	3,513 ^a	2	,173	,205		
Likelihood Ratio	3,903	2	,142	,187		
Fisher's Exact Test	3,361			,210		
Linear-by-Linear Association	,352 ^b	1	,553	,586	,314	,073
N of Valid Cases	341					

a. 2 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,45.

b. The standardized statistic is -,593.

Tabel 42: Kruistabel 2 (voertuigsoort primair vs. secundair) x 3 (naderingsgedrag)

Naderingsgedrag * As waarop voertuig zich bevindt Crosstabulation

			As waarop voertuig zich bevindt		Total
			Primaire weg	Secundaire weg	
Naderingsgedrag	Stoppen	Count	61	105	166
		Expected Count	92,1	73,9	166,0
		% within Naderingsgedrag	36,7%	63,3%	100,0%
		% within As waarop voertuig zich bevindt	14,4%	30,8%	21,7%
		% of Total	8,0%	13,7%	21,7%
		Std. Residual	-3,2	3,6	
	Decelereren	Count	321	229	550
		Expected Count	305,2	244,8	550,0
		% within Naderingsgedrag	58,4%	41,6%	100,0%
		% within As waarop voertuig zich bevindt	75,5%	67,2%	71,8%
		% of Total	41,9%	29,9%	71,8%
		Std. Residual	,9	-1,0	
	Niet vertragen	Count	43	7	50
		Expected Count	27,7	22,3	50,0
		% within Naderingsgedrag	86,0%	14,0%	100,0%
		% within As waarop voertuig zich bevindt	10,1%	2,1%	6,5%
% of Total		5,6%	0,9%	6,5%	
Std. Residual		2,9	-3,2		
Total	Count	425	341	766	
	Expected Count	425,0	341,0	766,0	
	% within Naderingsgedrag	55,5%	44,5%	100,0%	
	% within As waarop voertuig zich bevindt	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	55,5%	44,5%	100,0%	

Tabel 43: Chi-kwadraattoets: (voertuigsoort primair vs. secundair) x 3 (naderingsgedrag)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	44,293 ^a	2	,000	,000		
Likelihood Ratio	46,853	2	,000	,000		
Fisher's Exact Test	46,086			,000		
Linear-by-Linear Association	43,795 ^b	1	,000	,000	,000	,000
N of Valid Cases	766					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 22,26.

b. The standardized statistic is -6,618.

5.5 Naderingssnelheid

5.5.1 Naderingssnelheid voor alle voertuigen

Tabel 44: T-toets naderingssnelheid naargelang kruispuntinrichting

	Kruispunttype	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Naderingssnelheid (m/s)	Basiskruispunt	380	6,2297	3,06544	,15725
	Verhoogd kruispunt	386	5,6174	2,26321	,11519

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower		Upper
Naderingssnelheid (m/s)	Equal variances assumed	38,315	,000	3,149	764	,002	,61238	,19448	,23060	,99416
	Equal variances not assumed			3,142	697,242	,002	,61238	,19493	,22966	,99510

5.5.2 Relatieve naderingssnelheid

Tabel 45: T-toets relatieve naderingssnelheid naargelang kruispuntinrichting

	Kruispunttype	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Relatieve naderingssnelheid	Basiskruispunt	190	4,4353	2,92428	,21215
	Verhoogd kruispunt	193	2,7964	2,22728	,16032

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower		Upper
Relatieve naderingssnelheid	Equal variances assumed	18,816	,000	6,176	381	,000	1,63889	,26536	1,11714	2,16064
	Equal variances not assumed			6,163	353,139	,000	1,63889	,26592	1,11591	2,16187

5.5.3 Voorrang vs. geen-voorrang

Tabel 46: T-toets naderingssnelheid naargelang soort voertuig (voorrang vs. geen-voorrang)

	Voertuig	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Naderingssnelheid (m/s)	Voertuig welke voorrang	383	6,5614	2,73187	,13959
	Voertuig welke geen voorrang	383	5,2809	2,52754	,12915

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower		Upper
Naderingssnelheid (m/s)	Equal variances assumed	1,724	,190	6,733	764	,000	1,28042	,19017	,90709	1,65374
	Equal variances not assumed			6,733	759,429	,000	1,28042	,19017	,90709	1,65375

5.5.4 Primair vs. secundair

Tabel 47: T-toets naderingssnelheid naargelang as waarop voertuig zich bevindt (primair vs. secundair)

As waarop voertuig zich bevindt		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Naderingssnelheid (m/s)	Primaire weg	425	7,0019	2,82036	,13681
	Secundaire weg	341	4,5742	1,81295	,09818

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Naderingssnelheid (m/s)	Equal variances assumed	64,729	,000	13,774	764	,000	2,42769	,17625	2,08170	2,77368
	Equal variances not assumed			14,417	731,295	,000	2,42769	,16839	2,09710	2,75827

5.6 Conflicternst

5.6.1 T_{2min} -waarde

Tabel 48: T-toets T_{2min} -waarde naargelang kruispuntinrichting

Group Statistics					
Kruispunttype		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Minimale T2-waarde (s)	Basiskruispunt	190	2,6413	,89912	,06523
	Verhoogd kruispunt	193	2,6233	,82535	,05941

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Minimale T2-waarde (s)	Equal variances assumed	1,319	,252	,204	381	,839	,01795	,08817	-,15541	,19131
	Equal variances not assumed			,203	377,149	,839	,01795	,08823	-,15554	,19143

Tabel 49: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (ernstig conflict)

Ernstig conflict? ^ Kruispunttype Crosstabulation

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Ernstig conflict?	Nee	Count	178	176	354
		Expected Count	175,6	178,4	354,0
		% within Ernstig conflict?	50,3%	49,7%	100,0%
		% within Kruispunttype	93,7%	91,2%	92,4%
		% of Total	46,5%	46,0%	92,4%
		Std. Residual	,2	-,2	
	Ja	Count	12	17	29
		Expected Count	14,4	14,6	29,0
		% within Ernstig conflict?	41,4%	58,6%	100,0%
		% within Kruispunttype	6,3%	8,8%	7,6%
		% of Total	3,1%	4,4%	7,6%
	Std. Residual	-,6	,6		
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Ernstig conflict?	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 50: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (ernstig conflict)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	,850 ^a	1	,357	,441	,233	
Continuity Correction ^b	,531	1	,466			
Likelihood Ratio	,854	1	,355	,441	,233	
Fisher's Exact Test				,441	,233	
Linear-by-Linear Association	,848 ^c	1	,357	,441	,233	,101
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 14,39.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is ,921.

5.6.2 *Delta-V indicatoren*

Tabel 51: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V4 waarde)

Wordt er een DeltaV4-waarde berekend? * Kruispuntype Crosstabulation

			Kruispuntype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Wordt er een DeltaV4-waarde berekend?	Nee	Count	133	167	300
		Expected Count	148,8	151,2	300,0
		% within Wordt er een DeltaV4-waarde berekend?	44,3%	55,7%	100,0%
		% within Kruispuntype	70,0%	86,5%	78,3%
		% of Total	34,7%	43,6%	78,3%
		Std. Residual	-1,3	1,3	
	Ja	Count	57	26	83
		Expected Count	41,2	41,8	83,0
		% within Wordt er een DeltaV4-waarde berekend?	68,7%	31,3%	100,0%
		% within Kruispuntype	30,0%	13,5%	21,7%
		% of Total	14,9%	6,8%	21,7%
		Std. Residual	2,5	-2,4	
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Wordt er een DeltaV4-waarde berekend?	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispuntype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 52: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V4 waarde)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	15,409 ^a	1	,000	,000	,000	
Continuity Correction ^b	14,451	1	,000			
Likelihood Ratio	15,702	1	,000	,000	,000	
Fisher's Exact Test				,000	,000	
Linear-by-Linear Association	15,369 ^c	1	,000	,000	,000	,000
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 41,17.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -3,920.

Tabel 53: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V6 waarde)

Wordt er een DeltaV6-waarde berekend? * Kruispunttype Crosstabulation

			Kruispunttype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Wordt er een DeltaV6-waarde berekend?	Nee	Count	177	183	360
		Expected Count	178,6	181,4	360,0
		% within Wordt er een DeltaV6-waarde berekend?	49,2%	50,8%	100,0%
		% within Kruispunttype	93,2%	94,8%	94,0%
		% of Total	46,2%	47,8%	94,0%
		Std. Residual	-,1	,1	
	Ja	Count	13	10	23
		Expected Count	11,4	11,6	23,0
		% within Wordt er een DeltaV6-waarde berekend?	56,5%	43,5%	100,0%
		% within Kruispunttype	6,8%	5,2%	6,0%
		% of Total	3,4%	2,6%	6,0%
		Std. Residual	,5	-,5	
Total		Count	190	193	383
		Expected Count	190,0	193,0	383,0
		% within Wordt er een DeltaV6-waarde berekend?	49,6%	50,4%	100,0%
		% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%
		% of Total	49,6%	50,4%	100,0%

Tabel 54: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V6 waarde)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	,468 ^a	1	,494	,526	,320	
Continuity Correction ^b	,220	1	,639			
Likelihood Ratio	,469	1	,493	,526	,320	
Fisher's Exact Test				,526	,320	
Linear-by-Linear Association	,467 ^c	1	,495	,526	,320	,135
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 11,41.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -,683.

Tabel 55: : Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V8 waarde)

Wordt er een DeltaV8-waarde berekend? * Kruispunttype Crosstabulation

		Kruispunttype		Total	
		Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt		
Wordt er een DeltaV8-waarde berekend?	Nee	Count	185	189	374
		Expected Count	185,5	188,5	374,0
		% within Wordt er een DeltaV8-waarde berekend?	49,5%	50,5%	100,0%
		% within Kruispunttype	97,4%	97,9%	97,7%
		% of Total	48,3%	49,3%	97,7%
		Std. Residual	,0	,0	
	Ja	Count	5	4	9
	Expected Count	4,5	4,5	9,0	
	% within Wordt er een DeltaV8-waarde berekend?	55,6%	44,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	2,6%	2,1%	2,3%	
	% of Total	1,3%	1,0%	2,3%	
	Std. Residual	,3	-,3		
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Wordt er een DeltaV8-waarde berekend?	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispunttype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 56: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid Delta-V8 waarde)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	,130 ^a	1	,718	,749	,490	
Continuity Correction ^b	,001	1	,981			
Likelihood Ratio	,131	1	,718	,749	,490	
Fisher's Exact Test				,749	,490	
Linear-by-Linear Association	,130 ^c	1	,718	,749	,490	,247
N of Valid Cases	383					

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,46.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is -,361.

5.6.3 *TTC_{min}-waarde*

Tabel 57: Kruistabel: 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid TTC-waarde)

Wordt er een TTC-waarde berekend? * Kruispuntype Crosstabulation

			Kruispuntype		Total
			Basiskruispunt	Verhoogd kruispunt	
Wordt er een TTC-waarde berekend?	Nee	Count	89	80	169
		Expected Count	83,8	85,2	169,0
		% within Wordt er een TTC-waarde berekend?	52,7%	47,3%	100,0%
		% within Kruispuntype	46,8%	41,5%	44,1%
		% of Total	23,2%	20,9%	44,1%
		Std. Residual	,6	-,6	
	Ja	Count	101	113	214
		Expected Count	106,2	107,8	214,0
		% within Wordt er een TTC-waarde berekend?	47,2%	52,8%	100,0%
		% within Kruispuntype	53,2%	58,5%	55,9%
		% of Total	26,4%	29,5%	55,9%
		Std. Residual	-,5	,5	
Total	Count	190	193	383	
	Expected Count	190,0	193,0	383,0	
	% within Wordt er een TTC-waarde berekend?	49,6%	50,4%	100,0%	
	% within Kruispuntype	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	49,6%	50,4%	100,0%	

Tabel 58: Chi-kwadraattest 2 (kruispuntinrichting) x 2 (aanwezigheid TTC-waarde)

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)	Point Probability
Pearson Chi-Square	1,129 ^a	1	,288	,305	,169	
Continuity Correction ^b	,921	1	,337			
Likelihood Ratio	1,129	1	,288	,305	,169	
Fisher's Exact Test				,305	,169	
Linear-by-Linear Association	1,126 ^c	1	,289	,305	,169	,047
N of Valid Cases	383					

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 83,84.

b. Computed only for a 2x2 table

c. The standardized statistic is 1,061.

5.7 Modellen met betrekking tot voorrangsovertredingen

5.7.1 *Voorrang vs. geen-voorrang*

Tabel 59: Testen lineariteit voorrang vs. geen-voorrang

Variables in the Equation

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a VMV1T2min	-,095	,460	,043	1	,836	,909
VMV2T2min	1,755	,691	6,449	1	,011	5,784
T2min	3,596	1,817	3,915	1	,048	36,451
LnVMV1T2min by VMV1T2min	,036	,162	,051	1	,822	1,037
LnVMV2T2min by VMV2T2min	-,473	,240	3,891	1	,049	,623
LnT2min by T2min	-1,623	,889	3,334	1	,068	,197
Constant	-11,306	2,939	14,802	1	,000	,000

a. Variable(s) entered on step 1: VMV1T2min, VMV2T2min, T2min, LnVMV1T2min * VMV1T2min, LnVMV2T2min * VMV2T2min, LnT2min * T2min.

Tabel 60: Testen multicollineariteit voorrang vs. geen-voorrang

Coefficients^a

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
1		
Kruispunttype	,859	1,165
Categorie voertuig 1	,960	1,042
Categorie voertuig 2	,914	1,095
Is de interactie niet-haaks?	,743	1,346
De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen	,881	1,135
Manoeuvre voertuig 1	,823	1,215
Manoeuvre voertuig 2	,690	1,449
Naderingsgedrag voertuig 1	,730	1,369
Naderingsgedrag voertuig 2	,771	1,296
Naderingssnelheid voertuig 1 (m/s)	,500	1,999
Naderingssnelheid voertuig 2 (m/s)	,640	1,561
Minimale T2-waarde (s)	,593	1,685
Wordt er een TTC-waarde berekend?	,733	1,364
Wordt er een DeltaV4-waarde berekend?	,522	1,916
Wordt er een DeltaV6-waarde berekend?	,493	2,029
Wordt er een DeltaV8-waarde berekend?	,603	1,658

a. Dependent Variable: Overtreding van de voorrangsregeling

5.7.2 Primair vs. secundair

Tabel 61: Testen lineariteit primair vs. secundair

Variables not in the Equation			Score	df	Sig.
Step 0	Variables	VMV1T2min	9,189	1	,002
		VMV2T2min	7,006	1	,008
		T2min	3,293	1	,070
		LnVMV1T2min by VMV1T2min	7,540	1	,006
		LnVMV2T2min by VMV2T2min	7,854	1	,005
		LnT2min by T2min	2,435	1	,119
		Overall Statistics	34,531	6	,000

Tabel 62: Testen multicollineariteit primair vs. secundair

Coefficients ^a		Collinearity Statistics	
Model		Tolerance	VIF
1	Kruispunttype	,864	1,157
	Invloed van een 3de weggebruiker?	,880	1,137
	Categorie voertuig 1	,947	1,056
	Categorie voertuig 2	,907	1,103
	Is de interactie niet-haaks?	,583	1,714
	Voertuig op hoofdas heeft voorrang	,649	1,541
	De volgorde waarin de voertuigen het kruispunt benaderen (prim-sec)	,761	1,314
	Manoeuvre voertuig 1	,877	1,140
	Manoeuvre voertuig 2	,643	1,555
	Welk soort interactie vindt plaats?	,768	1,303
	Naderingsgedrag voertuig 1	,764	1,309
	Naderingsgedrag voertuig 2	,783	1,278
	Minimale T2-waarde (s)	,583	1,714
	Wordt er een TTC-waarde berekend?	,721	1,388
	Wordt er een DeltaV4-waarde berekend?	,563	1,777
	Wordt er een DeltaV6-waarde berekend?	,488	2,050
	Wordt er een DeltaV8-waarde berekend?	,601	1,663

a. Dependent Variable: Overtreding van de voorrangregeling

Auteursrechtelijke overeenkomst

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

Verkeersveiligheidseffecten van een Verkeersplateau op Kruispunten met Voorrang van Rechts

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

Jaar: **2016**

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,

Gardeniers, Beau

Datum: **6/06/2016**