

2014•2015
FACULTEIT SCHOOL VOOR MOBILITEITSWETENSCHAPPEN
master in de mobiliteitswetenschappen

Masterproef

Verkeersveiligheidsverschillen tussen kruispunten met een vaste
voorrangsregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Promotor :
Prof. dr. Tom BRIJS

Copromotor :
dr. Stijn DANIELS

Veerle Bergmans

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

2014•2015
FACULTEIT SCHOOL VOOR
MOBILITEITSWETENSCHAPPEN
master in de mobiliteitswetenschappen

Masterproef

Verkeersveiligheidsverschillen tussen kruispunten met een vaste voorrangregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Promotor :
Prof. dr. Tom BRIJS

Copromotor :
dr. Stijn DANIELS

Veerle Bergmans

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

WOORD VOORAF

Deze thesis werd geschreven als eindstudie voor de master opleiding Verkeerskunde aan de Universiteit Hasselt. Dit werk kadert binnen de afstudeerrichting Verkeersveiligheid.

Het onderwerp werd gekozen omwille van de directe link met het onderzoeken van de verkeersveiligheid. Dit wel bepaald op twee verschillende kruispunt vormen.

Ik zou graag iedereen bedanken die mij rechtstreeks en onrechtstreeks hebben geholpen bij het uiteenzetten van deze thesis.

Mijn dank gaat hier in eerste plaats uit naar de begeleider Tim De Ceuninck, promotor Tom Brijs en copromotor Stijn Daniëls voor de begeleiding en feedback.

Daarnaast wil ik politie zone stad Antwerpen bedanken die hebben geholpen bij het verzamelen van gegevens om de database op te stellen. In het bijzonder Frank Van Geel die mij hierin heeft begeleid.

Tot slot wil ik familie en vrienden bedanken die mij op verschillende manieren geholpen hebben.

SAMENVATTING

Deze masterthesis is een onderzoek naar de verkeersveiligheidsverschillen tussen kruispunten met een vaste voorrangregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Kruisingen maken een belangrijk deel uit van het wegennet. Ze zorgen immers voor de samenhang van het netwerk. Het vormen knooppunten waar verkeersstromen samenkomen, en waar er uitwisseling mogelijk is.

Uit de literatuurstudie is gebleken dat er een beperkt aanbod aan onderzoek beschikbaar is over de verschillen in ongevalskenmerken voor de verschillende kruispunttypes, meer bepaald tussen kruispunten met een vaste voorrangregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Voor het nemen van beleidsbeslissingen inzake de uitvoering van het wegennetwerk kan de vergelijking tussen de verschillende kruispunttypes op basis van de verkeersveiligheid een belangrijk instrument vormen. Daarnaast maakt de hoge aanwezigheid van deze kruispunttypes ervan dat deze studie een grote relevantie kan kennen. De studie concentreert zich op het verschil in ongevalskarakteristieken tussen kruispunten met een vaste voorrangregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Uit literatuur is gebleken dat er verschillende factoren een invloed kunnen hebben op het al dan niet voordoen van een ongeval als ook een invloed hebben op de ernst van de ongevallen. Deze factoren werden in de literatuurstudie besproken. Dit om aan te tonen dat deze factoren in het achterhoofd gehouden moeten worden aangezien deze de data kunnen beïnvloeden.

De data die gebruikt wordt bestaat enkel uit kruispunten met een voorrangregel. Kruispunten die geregeld worden met verkeerslichten zijn niet opgenomen. De data bestaat uit 1645 kruispunten, waarvan 1438 kruispunten met een voorrang van recht regeling en 207 kruispunten met een vaste voorrangregeling. Er werd door de politie van Antwerpen voor deze kruispunten in totaal 12488 ongevallen geregistreerd van januari 2000 tot oktober 2012.

Eerst en vooral werd deze data geanalyseerd aan de hand van grafische weergaven. Grafieken geven een eerste inzicht in de relaties tussen de voorrangregeling en de verschillende ongevalskenmerken, kruispuntkenmerken,...

Daarna werden de vermeende relaties geanalyseerd aan de hand van de CHI-kwadraat test. Deze test diende als eerste aan te geven of er een relatie was tussen de voorrangregeling en de andere kenmerken van het ongeval en kruispunt. In tweede lijn diende deze CHI-kwadraat test aan te tonen

welke kenmerken een significant verband hadden met de voorrangsregeling. Deze analyses hebben geleid tot een aantal belangrijke samenhangende verbanden. Deze zullen kort overlopen worden.

Het aantal ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling is beduidend hoger dan deze op kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Voor de ongevallenernst was er een significante relatie tussen voorrangsregeling en ongevallenernst voor alle categorieën. Er kan gesteld worden dat de ongevallenernst op kruispunten met een vaste voorrangregeling hoger is dan deze op kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Er is namelijk meer kans dat een ongeval op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling een letselongeval is in vergelijking met een ongeval op een kruispunt met een voorrang van rechts regeling volgens de verzamelde data.

Ook voor de ongevalstypes werd er voor elke categorie een significante relatie gevonden met de voorrangsregeling.

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling kennen een significant hogere proportie ongevallen met voetgangers in vergelijking met de proportie ongevallen met voetgangers voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Daarnaast is er een significant hogere proportie kop/staart ongevallen en ongevallen met een voorwerp (of eenzijdig) voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Flankaanrijdingen zijn voor beide voorrangsregelingen het meest voorkomen ongevalstype.

Kruispunten met een voorrang van rechts regeling kennen een significant hoger percentage. Verder kennen kruispunten met een voorrang van rechts regeling een significant hogere proportie frontale ongevallen.

Voor regenval is het verschil tussen kruispunten met een vaste voorrangsregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling op te merken. Het percentage ongevallen dat op kruispunten met een vaste voorrangsregeling vielen tijdens regenval is significant hoger dan voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Voor ongevallen tijdens sneeuwval is er deze relatie omgekeerd. Het percentage ongevallen tijdens sneeuwval voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling is namelijk significant lager dan het percentage ongevallen tijdens sneeuwval voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

De analyse van de verschillende categorieën van de staat van de weg tijdens het ongeval kan gelinkt worden met deze van de eerder aangegeven verbanden tussen voorrangsregeling en weersomstandigheid tijdens het ongeval. Namelijk nat, plassen als staat van de weg kent ook een significant hoger percentage binnen de ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling.

Op kruispunten met een voorrang van rechts regel is het percentage ongevallen op een wegdek met ijzel of sneeuw significant hoger.

Wat betreft het tijdstip waarop ongevallen voorvallen werden volgende significante relaties gevonden met de voorrangsregeling.

Kruispunten met een vaste voorrangregeling kennen een significant hoger percentage ongevallen in Juni. Er werd geen significante relatie aan tussen de dag van de week waarop het ongeval gebeurt en de voorrangsregeling.

Het moment van de dag waarop het ongeval plaats vond kent wel een aantal significante verbanden met de voorrangsregeling. Zo hebben kruispunten met een vaste voorrangregeling een significant hoger percentage ongevallen voor de categorieën 13u00-15u00 en 17u00-19u00. Voor de categorieën 19u00-21u00 en 21u00-23u00 is deze samenhang met de voorrangregeling omgekeerd. Hier kent namelijk kruispunten met een vaste voorrangregeling een lager percentage dan kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Naast de verschillende eigenschappen van het ongeval werden ook de kenmerken van de betrokkenen bekeken en of er een verband is tussen de voorrang op het kruispunt en deze kenmerken.

Op kruispunten met een voorrang van rechts regeling waren in verhouding meer bestuurders betrokken. Op kruispunten met een vaste voorrangsregeling was het percentage passagiers dan weer significant hoger.

Ook voor fietsers en voetgangers telt dat het percentage voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling significant hoger ligt.

Op kruispunten met een vaste voorrangsregeling ligt het percentage betrokkenen tussen de 18 en 24 jaar significant hoger. Voor de leeftijdscategorie 70 en ouder kent de vaste voorrangsregeling dan weer een significant lager percentage betrokkenen. Er is dus een trend op te merken tussen jong-volwassenen en oudere bestuurders. Kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben in verhouding meer ongevallen met jong-volwassenen tussen de 18 en 39 jaar. Terwijl kruispunten met een voorrang van rechts regeling meer ongevallen met ouderen boven de 60 hebben.

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben in vergelijking vaker een mannelijke betrokkenen dan kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Voor het percentage vrouwelijke betrokkenen ligt deze relatie omgekeerd. Hier kennen de

kruispunten met een vaste voorrangregeling een significant lager percentage vrouwelijke betrokkenen.

Er werd verder nog gekeken naar andere invloeden die er kunnen zijn op de ongevallen en of deze invloeden anders zijn voor de twee verschillende voorrangregelingen.

Binnen de kruispunten met een vaste voorrangregeling zien we dat voor complexe kruispunten het aantal ongevallen per kruispunt het hoogste ligt.

Er valt een patroon op, namelijk hoe minder takken het kruispunt kent, hoe lager het aantal ongevallen per kruispunt. Opvallend is dat het aantal ongevallen per kruispunt voor complexe kruispunten met een voorrang van rechts regeling lager ligt dan deze van X-kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

X-kruispunten en complexe kruispunten binnen de kruispunten met een vaste voorrangregeling hebben een significant hoger percentage letselongevallen dan andere kruispunttypes. Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling zijn de ongevallen beduidend vaker ongevallen met stoffelijke schade dit voor alle kruispunttypes.

Er kan opgemerkt worden dat hoe hoger de snelheidslimiet wordt, hoe meer percentage van de ongevallen letselongevallen waren. Voor kruispunten met een vaste voorrangregeling zijn de kruispunten met een maximale snelheidslimiet van 70km/h degene met de meeste ongevallen. Daarnaast zijn binnen deze groep de kruispunten met een maximale snelheidslimiet van 20km/h en 90 km/h degene waar het minst aantal ongevallen per kruispunt voorvielen. In vergelijking met de kruispunten met een vaste voorrangregeling gebeuren er minder ongevallen op kruispunten met een lagere snelheid dan 70km/h.

Voor beide voorrangregelingen wordt opgemerkt dat er een daling is in het aantal ongevallen op een kruispunt naarmate er meer verhogingen aanwezig zijn op het kruispunt.

Binnen de kruispunten met een vaste voorrangregeling hebben de kruispunten met 2 of meer uitritconstructies het hoogste percentage aan letselongevallen.

Binnen de kruispunten met een voorrang van rechts regeling is op te merken dat kruispunten met 2 of meer uitritconstructies een hoger percentage letselongevallen kennen dan de andere kruispunten.

INHOUDSOPGAVE

Woord vooraf	3
Samenvatting.....	5
Inhoudsopgave	9
Figurenlijst.....	13
Tabellenlijst	15
Hoofdstuk 1 : Probleemstelling	19
1.1 Inleiding	19
1.2 Onderzoeksvragen.....	22
KERNVRAAG VAN HET ONDERZOEK	22
DEELVRAGEN.....	22
Hoofdstuk 2 : Achtergrond.....	25
2.1 Management.....	25
SNELHEID	25
VOORRANGSREGELING.....	28
INFORMELE REGELS.....	28
2.2 Geometrie	29
AANTAL TAKKEN.....	29
BOCHTEN	29
2.3 Bestuurder	30
LEEFTIJD.....	30
GENDER	31
GEDRAG	31
2.4 Omgevingsfactoren	32
STEDELIJK VS. LANDELIJK GEBIED	32
LANDGEBRUIK.....	32

WEERSOMSTANDIGHEDEN.....	32
STAAT VAN DE WEG	33
Hoofdstuk 3 : Methodologie	35
3.1 Beschrijving	35
3.2 Statistische analyse	36
3.2.1 Onafhankelijkheidstoets (CHI ² -test)	36
Hoofdstuk 4 : Resultaten.....	45
4.1 Beschrijvende statistiek.....	45
4.1.1 ONGEVALSEIGENSCHAPPEN	45
4.1.2 EIGENSCHAPPEN VAN BETROKKENEN	49
4.1.3 KRUISPUNTEIGENSCHAPPEN.....	51
4.2 Invloed van voorrangregeling op ongevallen	53
4.2.1 VOORRANGSREGELING EN HET AANTAL ONGEVALLen	53
4.2.2 VOORRANGSREGELING EN DE ERNST VAN DE ONGEVALLen.....	55
4.2.3 VOORRANGSREGELING EN ONGEVALSTYPES.....	58
4.2.4 VOORRANGSREGELING EN WEERSOMSTANDIGHEDEN	63
4.2.5 VOORRANGSREGELING EN STAAT VAN DE WEG.....	67
4.2.6 VOORRANGSREGELING EN MAAND	70
4.2.7 VOORRANGSREGELING EN DAG.....	73
4.2.8 VOORRANGSREGELING EN UUR.....	76
4.3 Invloed van voorrangregeling op betrokkenen	80
4.3.1 VOORRANGSREGELING EN DE HOEDANIGHEID VAN DE BETROKKENEN	80
4.3.2 VOORRANGSREGELING EN DE LEEFTIJD VAN DE BETROKKENEN	83
4.3.3 VOORRANGSREGELING EN HET GESLACHT VAN DE BETROKKENEN	88
4.4 Andere invloeden	90
4.4.1 KRUISPUNTTYPE EN AANTAL ONGEVALLen.....	90
4.4.2 KRUISPUNTTYPE EN ERNST VAN DE ONGEVALLen	92

4.4.3	SNELHEIDSLIMIET EN AANTAL ONGEVALLEN	96
4.4.4	SNELHEIDSLIMIET EN ONGEVALLENERNST.....	98
4.4.5	VERHOGINGEN EN AANTAL ONGEVALLEN	102
4.4.6	VERHOGINGEN EN ONGEVALLENERNST	104
Hoofdstuk 5	: Conclusie en discussie	109
	Tekortkomingen.....	109
	Verder onderzoek	109
	Conclusie	110
Hoofdstuk 6	: Aanbevelingen	115
	Aanbevelingen	115
Literatuurlijst	117

FIGURENLIJST

Figuur 1: Evolutie van de ongevallenernst volgens snelheidszone (Vlaams Gewest, 2005-2012)	27
Figuur 2: conflictpunten X-kruispunt en T-kruispunt (bron: Dumbaugh and Li, 2010).....	29
Figuur 3: verdeling ongevalstype over voorrangregeling	42
Figuur 4: aantal ongevallen/kpt.....	53
Figuur 5: verdeling ongevalstype over voorrangregeling	55
Figuur 6: verdeling ongevalstypes over voorrangregeling	58
Figuur 7: conflictpunten X-kruispunt en T-kruispunt (bron: Dumbaugh and Li, 2010).....	62
Figuur 8: verdeling ongevallen weersomstandigheden/voorrangregeling	63
Figuur 9: verdeling ongevallen staat van de weg/ voorrangregeling	67
Figuur 10: verdeling ongevallen maand/ voorrangregeling	70
Figuur 11: verdeling ongevallen per maand (bron: BIVV, 2009)	72
Figuur 12: verdeling dag/ voorrangregeling	73
Figuur 13: verdeling ongevallen over dagen van de week (bron: BIVV, 2009)	75
Figuur 14: verdeling ongevallen uur/ voorrangregeling.....	76
Figuur 15: verdeling van de letselongevallen per dag en uur, vergelijking zomer/winter- 2000-2009 (bron: BIVV, 2010)	78
Figuur 16: verdeling hoedanigheid van de betrokkenen/ voorrangregeling	80
Figuur 17: verdeling ongevallen leeftijd/ voorrangregeling	83
Figuur 18: verdeling geslacht van de betrokkenen/ voorrangregeling	88
Figuur 19: verdeling ongevallen/kruispunttype op kruispunten met vaste voorrang	90

Figuur 20: verdeling ongevallen/kruispunttype voor kruispunten met voorrang van rechts	91
Figuur 21: verdeling ongevallenernst/kruispunttype voor kruispunten met vaste voorrang	92
Figuur 22: verdeling ongevallenernst/kruispunttype voor kruispunten met voorrang van rechts	94
Figuur 23: verdeling ongevallen/snelheidslimiet voor kruispunten met vaste voorrang	96
Figuur 24: verdeling ongevallen/ snelheidslimiet voor kruispunten met voorrang van rechts	97
Figuur 25: verdeling ongevallenernst/snelheidslimiet voor kruispunten met vaste voorrang	98
Figuur 26: verdeling ongevallenernst/snelheidslimiet voor kruispunten met voorrang van rechts ...	100
Figuur 27: verdeling ongevallen/verhoging voor kruispunten met vaste voorrang	102
Figuur 28: verdeling ongevallen/ verhoging voor kruispunten met voorrang van rechts	103
Figuur 29: verdeling ongevallenernst/verhoging voor kruispunten met vaste voorrang	104
Figuur 30: verdeling ongevallenernst/ verhoging voor kruispunten met voorrang van rechts	106

TABELLENLIJST

Tabel 1: Kencijfers m.b.t. verkeersdoden en letselongevallen volgens kruispunttype (Vlaams Gewest, 2012)	20
Tabel 2: aantallen ongevalstype per voorrangsregeling	36
Tabel 3: voetganger en vaste voorrangsregeling (werkelijk vs. verwachte waarde).....	37
Tabel 4: verzameltabel ongevalstype en voorrangsregeling (werkelijk vs. verwachte waarde).....	38
Tabel 5: werkelijke/verwachte waarde voetganger vs. rest	39
Tabel 6: CHI ² test ongevalstype/voorrangsregeling	41
Tabel 7: CHI ² test categorieën ongevalstype/voorrangsregeling	41
Tabel 8: voorstelling resultaten CHI ² test ongevalstypes/voorrangsregeling	43
Tabel 9: voorstelling resultaten CHI ² testcategorieën ongevalstype/voorrangsregeling	43
Tabel 10: beschrijving data ongevalseigenschappen.....	46
Tabel 11: beschrijving data eigenschappen van betrokkenen	49
Tabel 12: beschrijving data kruispunteigenschappen.....	51
Tabel 13: CHI ² test ernst van de ongevallen/ voorrangsregeling	56
Tabel 14: CHI ² test categorieën ongevallenernst/ voorrangsregeling.....	56
Tabel 15: CHI ² test ongevalstypes/voorrangsregeling	59
Tabel 16: CHI ² test categorieën ongevalstypes/ voorrangsregeling.....	59
Tabel 17: CHI ² test weersomstandigheid/voorrangsregeling.....	64
Tabel 18: CHI ² test categorieën weersomstandigheid/ voorrangsregeling	64
Tabel 19: CHI ² test staat van de weg/voorrangsregeling.....	67

Tabel 20: CHI ² test categorieën staat van de weg/ voorrangsregeling.....	68
Tabel 21: CHI ² test maand/voorrangsregeling	70
Tabel 22: CHI ² test categorieën maand/voorrangsregeling	71
Tabel 23: CHI ² test dag/voorrangsregeling	73
Tabel 24: CHI ² test categorieën dag/ voorrangsregeling	74
Tabel 25: CHI ² test uur/ voorrangsregeling.....	77
Tabel 26: CHI ² test categorieën uur/ voorrangsregeling	77
Tabel 27: CHI ² test hoedanigheid van de betrokkenen/ voorrangsregeling	81
Tabel 28: CHI ² test categorieën hoedanigheid van de betrokkenen/ voorrangsregeling.....	81
Tabel 29: CHI ² test leeftijd van de betrokkenen/ voorrangsregeling	84
Tabel 30: CHI ² test categorieën leeftijd van de betrokkenen/ voorrangsregeling	85
Tabel 31: CHI ² test geslacht van de betrokkenen/ voorrangsregeling	88
Tabel 32: CHI ² test kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang	93
Tabel 33: : CHI ² test categorieën kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang	93
Tabel 34: : CHI ² test kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts	94
Tabel 35: : CHI ² test categorieën kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts	95
Tabel 36: : CHI ² test snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang	98
Tabel 37: : CHI ² test categorieën snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang	99
Tabel 38: CHI ² test snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts	100

Tabel 39: CHI ² test categorieën snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts	101
Tabel 40: CHI ² test verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang	104
Tabel 41: CHI ² test categorieën verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang ..	105
Tabel 42: CHI ² test verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts	106
Tabel 43: CHI ² test categorieën verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts	107

Hoofdstuk 1 : PROBLEEMSTELLING

1.1 INLEIDING

Een belangrijke doelstelling voor een verkeerskundige is het optimaliseren van de verkeersveiligheid. Dit kan men door het aanpakken van verkeersonveilige situaties. Maar een vraag die men hierbij moet stellen is welke elementen aangepakt moeten worden zodat de verkeersveiligheid zou stijgen? Het in kaart brengen van het probleem kan men aan de hand van ongevallengegevens.

Het gehele verkeersnetwerk kan opgedeeld worden in twee belangrijke groepen. enerzijds zijn er de doorlopende weggedeeltes en anderzijds zijn er de kruispunten.

Kruisingen maken een belangrijk deel uit van het wegennet. Ze zorgen immers voor de samenhang van het netwerk. Het vormen knooppunten waar verkeersstromen samen komen met elkaar, en waar er uitwisseling mogelijk is. De menging van het verkeer kan op verschillende wijze georganiseerd worden, dit hangt af van het kruispunttype en de regeling die er geldt.

Deze menging van verkeer brengt conflictpunten met zich mee. In 2012 waren 37% van de letselongevallen in het Vlaams Gewest kruispuntongevallen (Nuyttens & Carpentier, 2014).

Daarnaast geeft Nederlands onderzoek ook aan dat er 44% van de slachtoffers in het verkeer een ongeval had op een kruispunt (alle soorten kruisingen, inclusief rotondes) (SWOV (wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid), 2009) . Kruispunten kunnen dus gezien worden als een belangrijk aandachtspunt bij het verhogen van de verkeersveiligheid.

Twee derde van deze slachtoffers vallen ook nog eens binnen de bebouwde kom. Dit maakt van kruisingen binnen de bebouwde kom een belangrijk onderzoeksgebied (SWOV (wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid), 2009).

Tabel 1: Kencijfers m.b.t. verkeersdoden en letselongevallen volgens kruispunttype (Vlaams Gewest, 2012)

	Letselongevallen		Verkeersdoden		Ernst
	#	%	#	%	
Op kruispunt (totaal)	8617	37%	86	23%	10
<i>Verkeerslichten in werking</i>	1977	8%	14	4%	7
<i>Voorrangsborden B1 of B5</i>	4542	19%	58	15%	13
<i>Voorrang van rechts</i>	2047	9%	14	4%	7
<i>Agent</i>	19	0%	0	0%	/
<i>Verkeerslichten defect</i>	32	0%	0	0%	/
Op rotonde	186	1%	0	0%	/
Op doorlopend weggedeelte	14342	62%	289	76%	20

Bron: FOD Economie ADSEI / Infografie: BIVV en IMOB

Binnen de verdeling van de verschillende kruispunttypes valt op dat de meeste letselongevallen en verkeersdoden zijn gebeurd zijn op kruispunten een vaste voorrangregeling (voorrangsborden B1 of B5), meer bepaald 19% van de totaal aantal letselongevallen en 15% van de verkeersdoden zijn op kruispunten met een vaste voorrangregelingen gebeurd.

Ook is het percentage van de letselongevallen en de verkeersdoden dat op kruispunten met een voorrang van rechts regeling zijn voorgevallen hoger dan deze voor de andere kruispunttypes. Namelijk 9% van de letselongevallen en 4% van de verkeersdoden zijn voorgevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Hiermee kan niet bewezen worden dat deze kruispunttypes een hogere kans hebben op een ongeval (Nuyttens & Carpentier, 2014). Het aantal kruispunten van een bepaald type binnen het wegennet werd in deze studie namelijk niet in rekening genomen. Verkeerslichtengeregelde kruispunten en rotondes maken maar een beperkt deel uit van het netwerk. Daarnaast zijn de kruispunten met enkel een voorrangregeling het meest vertegenwoordigd.

De analyses behandeld in deze thesis zullen de verdeling van verschillende kruispunttypes in het wegennet van het onderzoeksgebied mee nemen. Hierdoor kunnen de analyses een basis vormen voor aannames in verband met het verschil in verkeersveiligheid op de verschillende kruispunttypes.

Onderzoek van Casteels & Nuyttens, aan de hand van de kencijfers die dateren van 2007, geeft aan dat de ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangregeling een hogere ernst kennen dan deze met een voorrang van rechts regeling. De kans dat een verkeersongeval een dodelijke afloop kent is op een kruispunt met een vaste voorrangregeling namelijk hoger dan deze kans op kruispunten met een voorrang van rechts regeling. De verhouding tussen ongevallen en dodelijke

slachtoffers was namelijk 1,3 doden/ 100 ongevallen voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling en 0,4 doden/100 ongevallen voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling (Casteels & Nuyttens, 2009).

Uit de literatuurstudie die voor deze thesis werd uiteengezet is gebleken dat er een beperkt aanbod aan onderzoek beschikbaar over de verschillen in ongevalskenmerken voor de verschillende kruispunttypes, meer bepaald tussen kruispunten met een vaste voorrangsregeling en een voorrang van rechts regeling. Voor specifiek de invloeden op ongevalseigenschappen door de voorrangsregeling die van toepassing is op de kruispunten is de literatuur bijna nihil.

Voor het nemen van beleidsbeslissingen in zake de uitvoering van het wegennetwerk kan de vergelijking tussen de verschillende kruispunttypes op basis van de verkeersveiligheid een belangrijk instrument vormen.

Kruispunten met enkel een voorrangsregeling werden gekozen als onderzoeksgebied voor deze thesis. De hoge aanwezigheid van deze kruispunttypes maakt ervan dat de studie errond een grote relevantie kent. Beleidsmakers zoeken namelijk steeds naar mogelijke acties die effectief en efficiënt zijn.

Deze studie zal zich concentreren op het verschil in ongevalskarakteristieken tussen kruispunten met voorrang van rechts en kruispunten met een vaste voorrangsregeling (een voorrangsweg, of een voorrangskruising).

Welke invloeden kunnen er naast het kruispunttype nog zijn. En welke invloeden kunnen als significant gezien worden.

Aan de hand van deze uiteenzetting kunnen er dan conclusies genomen worden omtrent de verkeersprestatie van de verschillende kruispunttypen. Het onderzoek zal ook andere beïnvloedende factoren naar voren proberen te brengen. Deze kunnen naderhand dienen als aanzet voor het uitvoeren van een bepaald beleid ter bevordering van de verkeersveiligheid.

1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

KERNVRAAG VAN HET ONDERZOEK

Welke verschillen op ongevallenniveau zijn er tussen kruispunten met voorrang van rechts en kruispunten met een vaste voorrangregeling?

DEELVRAGEN

Welke invloeden kent de voorrangregeling op de ongevalskenmerken?

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en het aantal ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en de ernst van de ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en de type ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en de weersomstandigheden waarin de ongevallen zich voordeden?
- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en de staat waarin de weg verkeerde toen het ongeval plaats vond?
- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en het tijdstip waarop de ongevallen plaats vonden? (Maand, dag en uur)

Welke invloeden kent de voorrangregeling op de kenmerken van de betrokkenen?

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en de hoedanigheid van de betrokkenen?
(Hoedanigheid wordt gezien als het vervoersmiddel dat gebruikt werd.)
- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en de leeftijd van de betrokkenen?
- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangregeling en het geslacht van de betrokkenen?

Is er een relatie tussen de infrastructuurkenmerken en de ongevalskenmerken?

- ✓ Is er een relatie tussen het kruispunttype en het aantal ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen het kruispunttype en de ernst van de ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen het al dan niet voorkomen van verhogingen en het aantal ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen het al dan niet voorkomen van verhogingen en de ernst van de ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de snelheidslimiet en het aantal ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de snelheidslimiet en de ernst van de ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de aanwezigheid van fietsroutes en het aantal fietsongevallen?

- ✓ Is er een relatie tussen de aanwezigheid van fietsroutes en de ernst van de fietsongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de aanwezigheid van OV en het aantal ongevallen?
- ✓ Is er een relatie tussen de aanwezigheid van OV en de ernst van de ongevallen?

Deze deelvragen hebben een rechtstreeks verband met de hoofdonderzoeksvraag. Aan de hand van deze deelvragen wordt er getracht na te gaan welke verkeersveiligheidsverschillen er kunnen optreden tussen de twee verschillende voorrangregelingen.

Naast deze deelvragen zijn er nog andere verbanden die aan de hand van de beschikbare data onderzocht worden. Binnen dit onderzoek werden volgende mogelijke verbanden onderzocht.

- ✓ Is er een relatie tussen het kruispunttype en de ernst van de ongevallen die er plaats vinden?
- ✓ Is er een relatie tussen de aanwezige verhogingen op de kruispunten en de ongevallenernst?
- ✓ Is er een relatie tussen de snelheidslimiet en de ongevallenernst?
- ✓ Is er een relatie tussen de ernst van de ongevallen op de verschillende kruispunttypes en de voorrangsregeling?
- ✓ Is er een relatie tussen de soort ongevallen op de verschillende kruispunttypes en de voorrangsregeling?
- ✓ Is er een relatie tussen de ernst van de ongevallen op kruispunten met een verschillende snelheidslimiet en de voorrangsregeling?
- ✓ Is er een relatie tussen de soort ongevallen op kruispunten met een verschillende snelheidslimiet en de voorrangsregeling?
- ✓ Is er een relatie tussen de ernst van de ongevallen op kruispunten met een verschillende verhoogde inrichting en de voorrangsregeling?
- ✓ Is er een relatie tussen de soort ongevallen op kruispunten met een verschillende verhoogde inrichting en de voorrangsregeling?

Hoofdstuk 2 : ACHTERGROND

Volgens Y. Wang et al (2011) zijn er vier factoren die een invloed op het al dan niet gebeuren van een ongeval. Dit zijn de geometrie van het kruispunt, de bestuurder op het kruispunt, hoe het kruispunt gemanaged wordt en omgevingsfactoren.

De verkeersveiligheid op een bepaald kruispunt wordt bepaald door de combinatie van verschillende variabelen binnen de verschillende factoren aangegeven (Wang, Chen, Pei, & Wang, 2011).

Deze vier groepen zullen uiteengezet worden aan de hand van eerder verricht onderzoek.

De voorrangregeling van het kruispunt valt onder het managen van het kruispunt. Deze eigenschap zal verder het hoofdelement vormen voor het opgezet onderzoek.

2.1 MANAGEMENT

SNELHEID

Snelheid is een moeilijk in te passen concept binnen het verkeersnetwerk. Dit door de dubbelzinnigheid die eraan gekoppeld is. Zo staat snelheid voor een kortere reistijd. Deze verkorte reistijd zorgt ervoor dat nationale economie zich heeft kunnen evolueren en dat de bereikbaarheid voor werkgelegenheden, goederen en diensten vergroot werd.

Tegenover deze positieve elementen van snelheid kunnen er een aantal negatieve bijwerkingen geplaatst worden. Zo heeft snelheid een negatieve invloed op de verkeersveiligheid en het milieu. Snelheid binnen het verkeersnetwerk geeft dus een druk op de leefbaarheid (Transport & OECD, 2006).

De meeste ongevallen vallen op 50km/h wegen. Meer dan de helft van de ongevallen valt op zulke wegen. Dit moet wel genuanceerd worden. Eerder werd al aangehaald dat de meeste ongevallen binnen de bebouwde kom vallen. Dit omdat hier meer interactie is tussen de verschillende weggebruikers. Er zijn meer kruispunten aanwezig en er zijn meer zwakke weggebruikers die in nauw contact staan met het gemotoriseerd verkeer.

In deze gebieden is het aandeel 50km/h wegen ook zeer hoog.

Wanneer er gekeken wordt naar de dodelijke ongevallen ziet men een meer verspreide verdeling over de verschillende snelheidslimieten.

- 28% van de ongevallen vond plaats in een 50km/h zone
- 24% van de ongevallen vond plaats in een 70km/h zone
- 28% van de ongevallen vond plaats in een 90km/h zone
- 20% van de ongevallen vond plaats in een zone 30, 120 zone of op een weg waar de snelheidslimiet niet werd geregistreerd.

(Casteels & Nuyttens, 2009; Casteels, 2008)

Uit onderzoek is gebleken dat een kleine verlaging van de gemiddelde snelheid al een reductie kan betekenen voor het aantal ongevallen. Zo zou een reductie van 5% van de gemiddelde snelheid een reductie van 10% betekenen voor het aantal letselongevallen, en een 20% reductie voor het aantal dodelijke ongevallen (Transport & OECD, 2006).

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de ernst van de ongevallen wel samenhangt met de gereden snelheden.

Op wegen met een 30km/h limiet overleeft ongeveer 90% van de voetgangers een ongeval met een voertuig. Dit in tegenstelling tot 20% van de voetgangers dat een ongeval met een voertuig overleeft op wegen met een 50km/h limiet.

De ongevallenernst neemt toe naarmate er ook een toename is in de snelheidslimiet.

Deze stelling gaat echter niet op voor 90km/h zones en >90km/h zones. Ongevallenernst in 90km/h zones ligt hoger dan deze in >90km/h zones. Volgende elementen die in een >90km/h zone meestal aanwezig zijn kunnen als verklarend beschouwd worden: lagere aanwezigheid van zwakke weggebruikers, veiligere weginfrastructuur (middenberm, weinig hindernissen), beperkt aantal kruispunten, homogener snelheden, enz. (Nuyttens & Carpentier, 2014).

Figuur 1: Evolutie van de ongevallenernst volgens snelheidszone (Vlaams Gewest, 2005-2012)



Bron: FOD Economie ADSEI / Infografie: BIW en IMOB

Snelheid kan dus op twee manieren een invloed uitoefenen op een ongeval. Als eerste kan de snelheid een oorzaak zijn voor het ongeval. Daarnaast kan de snelheid ook een invloed zijn op de uiteindelijke ernst van het ongeval. Dit omdat de snelheid een invloed heeft op uitwerkende kracht van het ongeval (Transport & OECD, 2006).

Gap-acceptance gedrag van bestuurders op kruispunten wordt beïnvloed door de snelheid die de voertuigen hebben. De minimale ruimte tussen twee voertuigen die een bestuurder aanvaardt om zich tussen te plaatsen bij het opdraaien van een kruispunt hangt af van de snelheidsverschillen tussen de voertuigen. Wanneer de snelheden van beide voertuigen dicht bij elkaar liggen wordt de minimale gap-acceptance kleiner. Wanneer het voertuig dat moet invoegen een lagere snelheid kent dan het voertuig dat niet moet invoegen is deze minimale gap-acceptance groter (Liu, Lu, Wang, Wang, & Zhang, 2014).

VOORRANGSREGELING

Uit onderzoek is gebleken dat men na het introduceren van een voorrangsweg op het kruispunt een stijging kreeg van het aantal ongevallen met lichamelijk letsel en ongevallen met enkel materiele schade. Deze stijging is niet significant verschillend.

Deze stijging kan dus berusten op toeval.

Gesteld kan worden dat de snelheden op de voorrangsweg op het kruispunt zal een verhoging aan snelheden kennen in vergelijking met deze op een kruispunt met voorrang van rechts. De stijging van ongevallen wordt ook tegengesproken aan de hand van het voorspelbaar gedrag op het kruispunt. Er zou meer voorspelbaar gedrag vertoont worden op kruisingen met een vaste voorrangsregeling (Elvik & Høy, 2009).

Uit de studie die door A. Polus (1985) werd uitgevoerd naar de gap die minimum aanwezig moet zijn om veilig een voorrangsweg te betreden bleek dat deze voor een kruispunt met een stopteken groter was dan deze met een voorrangsbord. De bestuurder wordt namelijk verplicht om eerst te stoppen vooraleer het kruispunt op te rijden. Uit deze paper kon men besluiten dat vele ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling, te wijten zijn aan een verkeerde inschatting van de tijd die er nog rest tussen twee passerende voertuigen (Polus, 1985).

INFORMELE REGELS

Interactie tussen verschillende bestuurders op een kruispunt is gebaseerd op de formele verkeersregels. Er moet namelijk een zekere voorspelbaarheid zijn over het gedrag van andere weggebruikers om deze interactie vlot te laten verlopen.

Problemen kunnen zich manifesteren bij het niet naleven van deze regels. Dit kan voorkomen door een lak aan motivatie of kennis van de weggebruiker. Maar ook de interpretatie van een verkeersregel kan moeilijk verlopen. Verkeersregels kunnen soms vaag omschreven worden, of onduidelijk aangegeven worden. Het uitzicht van de verkeerssituatie staat ook niet altijd in relatie met de regels die er gelden.

Er zijn informele regels die door de samenleving aangenomen worden als algemeen bekend. Het niet volgen van deze regels is niet strafbaar, maar dit wordt wel verwacht.

Het gedrag van een bestuurder op het kruispunt wordt dus gevormd door de formele en informele regels die gelden.

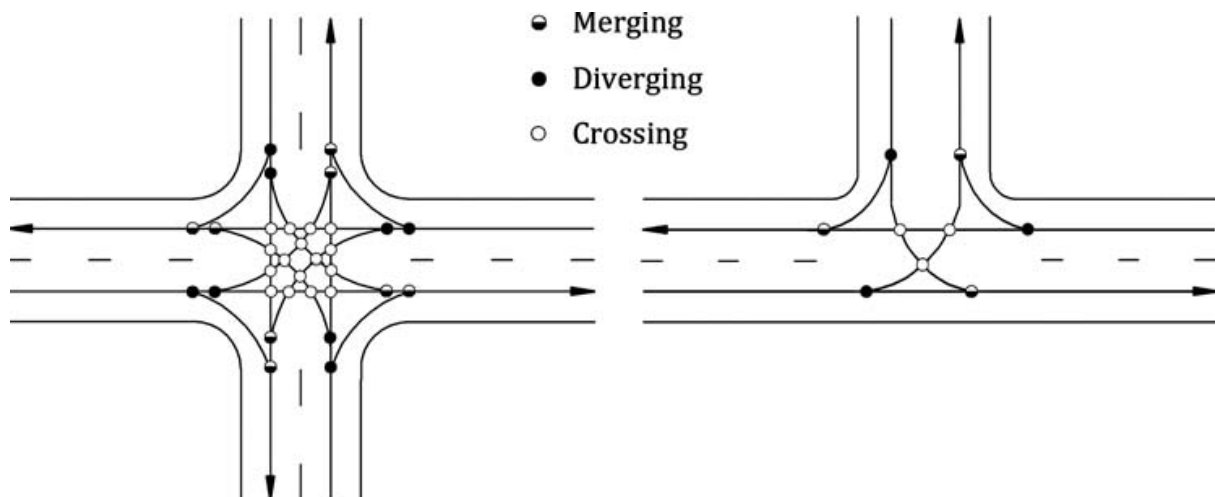
Maar ook door uitzicht van het kruispunt, de verwachte gedragingen van andere weggebruikers en de daadwerkelijke gedragingen van andere weggebruikers op het kruispunt op het moment zelf (Bjorklund & Aberg, 2005).

2.2 GEOMETRIE

AANTAL TAKKEN

Een vierarmig kruispunt kent 24 verschillende conflictpunten. Een kruispunt met 3 takken heeft beduidend minder conflictpunten. Deze kruispunten hebben 6 conflictpunten. Figuur 2 geeft deze punten op het kruispunt weer (Janssen, 2003).

Figuur 2: conflictpunten X-kruispunt en T-kruispunt (bron: Dumbaugh and Li, 2010)



Verder kan aangenomen worden dat een T-kruispunt vaker te maken heeft met informele regels die niet altijd overeenstemmen met de voorrangregeling. De zijweg van deze kruispunten worden vaak geacht voorrang te moeten geven aan de rechtdoor richting, ook al geldt er een voorrang van rechts regel. Het breken van de voorrangregel wordt meer opgemerkt bij T-kruisingen waarbij de rechte route een hogere snelheid kent en als uitzicht een hogere status geniet. Ook een hogere intensiteit op deze route kan een invloed hebben.

Aangenomen kan dus worden dat wanneer de formele regels niet voldoende overeenkomen met het wegdesign zullen informele regels de kop opsteken (Bjorklund & Aberg, 2005).

BOCHTEN

De aanwezigheid van bochten op het kruispunt kan ervoor zorgen dat bepaalde ongevalstypes minder voorvallen. Bochten zijn namelijk een reden voor het niet uitvoeren van het manoeuvre 'inhalen van een andere bestuurder'. Deze inhaal beweging kan vaak als oorzaak gezien worden voor zijdelingse ongevallen tussen twee voertuigen in tegenovergestelde rijrichting (Kim, Lee, Washington, & Choi, 2007).

2.3 BESTUURDER

LEEFTIJD

Leeftijd kan één van de beïnvloedende factoren zijn op het rijgedrag en het voorkomen van ongevallen.

De fundamentele verschillen in rijgedrag en resulterende ongevallen kunnen aan de hand van fysiologische, psychologische en gedragingen verklaart worden.

Fysiologisch gezien kunnen we aannemen dat de werking van de reflexen degradeert naargelang de ouderdom. Dit resulteert dan in langere reactie tijden, langere perceptie tijden.

Naarmate de leeftijd van de bestuurder stijgt zal deze sneller last hebben van vermoeidheid, er zal een reductie zijn in het vermogen om informatie te verwerken, het gezichts- en gehoorvermogen, mobiliteit en kracht zullen in hoogs waarschijnlijkheid afnemen.

Uit een ander standpunt benaderd kan een hogere leeftijd ook betekenen dat de ervaring stijgt. Rijervaring zal ervoor zorgen dat men een veiliger rijgedrag is.

Er zal een punt komen waarop nadelen van de degradatie door leeftijd de voordelen van de opgebouwde ervaring zullen overschaduwen. Na dit punt zal de kans op een ongeval vergroten naarmate de ouderdom stijgt. (Islam and Mannering (2006), (Braitman et al, 2007), (Lyman et al, 2002)

Adolescenten kennen een hoge betrokkenheid bij verkeersongevallen.

Mogelijke verklaringen voor dit hoge aantal worden in verschillende studies uiteengezet.

Als eerste wordt aangegeven dat de jongere leeftijdsgroepen meer risico's nemen. Dit gedrag wordt vooral vertoond door het feit dat jongeren een hogere behoefte hebben aan sensatie zoeken. Verder is er ook de hogere aanwezigheid van agressie binnen de jongere leeftijdsgroepen. Deze agressie wordt gelinkt aan het al dan niet ervaren van een boze stemming (Classen et al., 2007).

Zowel de verhoogde behoefte aan sensatie en de hogere aanwezigheid van agressie binnen de jongere leeftijdsgroep zijn invloeden op het meer roekeloos rijgedrag van deze leeftijdsgroep (Arnett, Offer, & Fine, 1997).

GENDER

Ook tussen mannelijke en vrouwelijke bestuurders kan een verschil opgemerkt worden wat het rijgedrag betreft.

Uit vele studies is gebleken dat mannelijke bestuurders vaker een roekeloos rijgedrag vertonen.

Mannelijke bestuurders nemen namelijk meer risico's dan hun vrouwelijke tegenhangers.

Verder kennen mannelijke bestuurders een hoger aantal verkeersovertredingen en zijn ze vaker betrokken bij een verkeersongeval. (ABERG & RIMMO, 1998; Arnett et al., 1997; Bjorklund & Aberg, 2005; Parker, Reason, Manstead, & Stradling, 1995)

GEDRAG

Uit een onderzoek binnen de EU-19 landen kan gesteld worden dat de hoofdoorzaak die gekoppeld kan worden aan ongevallen op kruisingen de timing is. Met timing bedoelt men het niet uitvoeren van een actie die wel had moeten worden uitgevoerd of het uitvoeren van de actie op een verkeerd tijdstip (te vroeg/ te laat).

Dit kan aangenomen worden als een belangrijk aspect voor de verkeersveiligheidsprestatie van kruispunten omdat het verschilt met de hoofdoorzaak op wegsegmenten (verkeerde richting/ te hoge snelheid/ versnellen, remmen) (European Road Safety Observatory, 2010).

Volgende factoren kunnen een invloed hebben op deze timing.

✓ Observatie vaardigheden

Een van de belangrijke redenen voor een ongeval op een kruispunt kan gevonden worden in de onoplettendheid van de bestuurder. Er moet aandacht gegeven worden aan het uitvoeren van acties, maar ook de acties van andere bestuurders moeten opgevangen worden (Ledesma, Montes, Poo, & Lopez-Ramon, 2010).

2.4 OMGEVINGSFACTOREN

STEDELIJK VS. LANDELIJK GEBIED

Over het algemeen gebeuren er minder dodelijke ongevallen in stedelijke gebieden in vergelijking met landelijke gebieden.

Snelheden in landelijke gebieden zullen hoger liggen, wat een invloed zal hebben op de ernst van ongevallen. Er worden ook vaker snelheidsovertredingen gemaakt in deze gebieden.

Stedelijke gebieden kennen langs de andere kant wel meer 'kleine' ongevallen (ongevallen met uitsluitend materiële schade of met enkel licht gewonden). De verkeersintensiteiten liggen in dit gebied ook hoger. (Eiksund, 2009; Geurts, Thomas, & Wets, 2005)

LANDGEBRUIK

Volgende gebieden met een welomschreven gebruik van de ruimte kent een hoger aantal ernstige ongevallen dan andere.

- institutionele gebieden (met vooral culturele, educatieve, medische, overheids-, religieuze, atletische en andere instituten)
- Industriële gebieden
- Research district gebieden

(Pulugurtha, Duddu, & Kotagiri, 2013)

WEERSOMSTANDIGHEDEN

Zowel goede als slechte weersomstandigheden kunnen een invloed hebben op het al dan niet voorvallen van een ongeval.

Flank aanrijdingen komen vaker voor bij goede weersomstandigheden dan bij slechte. Dit is te verklaren door de oorzaak die vooral aan dit type accident gekoppeld kan worden. Het gaat hier namelijk meestal over agressief rijgedrag, bewust of onbewust. Zoals een rood licht negeren, te hoge snelheden, ... Dit gedrag manifesteert zich vooral tijdens goede weersomstandigheden.

Logischerwijze zal een weggebruiker oplettender zijn bij slechte weersomstandigheden.

Slechte weersomstandigheden zullen een invloed hebben op het aantal kop-staart aanrijdingen Dit type ongeval wordt namelijk vooral gelinkt aan een verkeerde inschatting van afstand. Dit wordt bemoeilijkt door slechte weersomstandigheden (Kim et al., 2007).

Sneeuwdagen kennen een lager aantal dodelijke ongevallen. Dit kan te verklaren zijn door de gedragsaanpassingen die bestuurders maken. Ze zullen een lagere snelheid aannemen en zullen oplettender zijn.

Deze dagen kennen wel een verhoging van het aantal niet-dodelijke ongevallen. Er is namelijk op zo'n dagen nog een hoger risico op het verliezen van de controle, verslechteren van de zichtbaarheid (Morgan & Mannering, 2011).

STAAT VAN DE WEG

Het opnieuw verharden van een weg zal minder uithalen op verkeersveiligheidsaspect in vergelijking met projecten waarbij het opnieuw verharden van een weg gepaard gaat met verkeersveiligheidsaanpassingen op en langs de weg.

Het enkel optimaliseren van de weg kan er namelijk toe leiden dat de bestuurder een veiliger gevoel ervaart. Dit veiligheidsgevoel kan resulteren in het nemen van meer risico's (Morgan & Mannering, 2011).

Hoofdstuk 3 : METHODOLOGIE

3.1 BESCHRIJVING

De data die gebruikt wordt bestaat enkel uit kruispunten met een voorrangsregel. Kruispunten die geregeld worden met verkeerslichten zijn niet opgenomen.

De data bestaat uit 1645 kruispunten, waarvan 1438 kruispunten met een voorrang van rechts regeling, en 207 kruispunten met een vaste voorrangsregeling. Voor het onderzoeksgebied kunnen we dus stellen dat de kruispunten die niet lichtengeregeld zijn, of als rotonde werden uitgevoerd vooral gemanaged worden door een voorrang van rechts regeling.

De ongevallen die door de politie van Antwerpen werden geregistreerd binnen het onderzoeksgebied en die werden opgenomen in de database kennen een totaal van 12488.

De ongevallen betreffen zowel ongevallen met uitsluitend materiële schade (stoffelijke schade) als letselongevallen.

De ongevallen werden verzameld voor een totaal van 1645 kruispunten in de deelgebieden van Antwerpen: Hoboken, Wilrijk, Berchem en Borgerhout.

De data bestaat uit geregistreerde ongevallen en kruispunten over een tijdsspanne van januari 2000 tot en met oktober 2012.

Niet alle verschillende kenmerken van het kruispunt en de ongevallen werden geregistreerd. De database telt voor een aantal variabele een aantal missende records. Verder in de beschrijvende statistiek van de database wordt overlopen welke variabele dit zijn, en hoeveel missende records er zijn.

De data zal geanalyseerd worden naar relaties tussen de voorrangsregeling en de eigenschappen van de ongevallen die er voorkomen. De aanwezigheid van andere eigenschappen van het kruispunt kan naast de voorrangsregeling ook een invloed hebben op de ongevallen. Deze relaties worden per voorrangsregeling bekeken.

Voor de analyse van de mogelijke relaties tussen de variabelen wordt er gebruik gemaakt van de CHI²-test.

3.2 STATISTISCHE ANALYSE

Voor deze bewerkingen werd het statistische programma SPSS gebruikt.

Als eerste zullen er enkele beschrijvende statistiek een beeld geven over de databank.

Daarna zal verder ingegaan worden op de afhankelijkheid van de variabelen. De onderzoeksresultaten zullen via tabellen en grafieken weergegeven worden. Grafieken zullen de verdeling van de onderzochte variabelen weergeven. De tabel zal verder een aanvulling geven op de betrouwbaarheid van de resultaten. Dit zal gedaan worden aan de hand van de CHI^2 -test.

Volgende uiteenzetting over de wijze van statistische analyse werd opgemaakt aan de hand van het handboek Statistiek voor economie en bedrijfskunde (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998).

3.2.1 Onafhankelijkheidstoets (CHI^2 -test)

De CHI^2 -test wordt uitgevoerd om de aannames die gemaakt zullen worden te onderbouwen. Deze test zal uitgevoerd worden met een betrouwbaarheidsinterval van 95%. Deze test dient aan te tonen of er sprake is van afhankelijkheid tussen twee verschillende variabelen en of deze afhankelijkheid significant is. Hiervoor zullen de X^2 (pearson Chi^2) en p-waarde gebruikt worden om deze significantie aan te tonen of te weerleggen. In het volgende voorbeeld wordt aangegeven op welke manier deze berekend wordt via SPSS en hoe ze in de tekst zullen worden weergegeven.

Het voorbeeld dat uitgewerkt zal worden is gebaseerd op volgende gegevens.

Tabel 2: aantallen ongevalstype per voorrangsregeling

	Vaste voorrang	Voorrang van rechts	Totaal
Voetganger	223	230	453
Eenzijdig	358	641	999
Frontaal	115	222	337
Flank	1416	2546	3962
Kop/staart	602	513	1115
Totaal	2718	4165	6883

Er zal een onafhankelijkheidstest uitgeschreven worden om na te gaan of er een relatie is tussen de voorrangsregeling van het kruispunt en het type ongeval. Als eerste wordt er een CHI^2 test uitgevoerd voor de gehele tabel. Deze onderzoekt volgende nulhypothese:

H_0 : De voorrangsregeling heeft geen invloed op het type ongeval.

Verder wordt elke variabele tegenover de rest van de variabelen geplaatst en wordt er dus voor elke variabele apart een CHI^2 test uitgevoerd. Hierbij zal de nulhypothese als volgende zijn.

H_0 : Proportie ongevallen met een bepaald ongevalstype op kruispunten met een vaste voorrangsregeling is gelijk aan de proportie ongevallen van dat bepaald ongevalstype op een kruispunt met een voorrang van rechts kruispunt.

In SPSS wordt er een kruistabel opgesteld met de variabelen die onderzocht dienen te worden. In dit geval bestaat de beginnende kruistabel uit de voorrangsregeling met type ongeval.

Deze tabel is de basis voor de CHI^2 -test. Enerzijds worden de werkelijke waarden voor elke variabele berekend. Daarnaast worden ook de verwachte waarde berekend.

Verwachte waarde

De verwachte waarde wordt berekend aan de hand van de totalen van de beide variabelen. Deze verwachte waarden geeft de verdeling weer hoe deze zou zijn moest er geen invloed zijn. (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998)

Voor het gegeven voorbeeld wordt de verwachte waarde voor ongevallen met een voetganger (variabele 1) op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling (variabele 2) als volgt berekend.

Totaal aantal ongevallen met voetgangers = 453

Totaal aantal ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling = 2718

Totaal aantal ongevallen = 6883

Verwachte waarde voor ongevallen met voetgangers op kruispunten met een vaste voorrangsregeling = (totaal aantal ongevallen variabele 1 X totaal aantal ongevallen variabele 2)/

Totaal aantal ongevallen = $(453 \times 2718) / 6883 = 178,88$

Tabel 3: voetganger en vaste voorrangsregeling (werkelijk vs. verwachte waarde)

	Kruispunt met een vaste voorrangsregeling	
Voetganger	Werkelijke waarde	453
	Verwachte waarde	178,88

Chi-kwadraat (CHI²)

De CHI² waarde wordt berekend aan de hand van de werkelijke en verwachte waarde. De CHI² geeft de grootorde aan van het verschil tussen de werkelijke en verwachte waarden. Dus hoe groter de verschillen tussen deze waarden, hoe groter de CHI². (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998)

Voor de gegeven voorbeelden wordt de CHI² als volgt berekend.

Als eerste wordt de CHI² voor de gehele tabel berekend aan de hand van volgende werkelijke en verwachte waarden.

Tabel 4: verzameltabel ongevalstype en voorrangsregeling (werkelijk vs. verwachte waarde)

		Vaste voorrang	Voorrang van rechts
Voetganger	Werkelijke waarde	453	230
	Verwachte waarde	178,88	274,12
Voorwerp	Werkelijke waarde	358	641
	Verwachte waarde	394,49	604,51
Frontaal	Werkelijke waarde	115	222
	Verwachte waarde	133,08	203,92
Flank	Werkelijke waarde	1416	2546
	Verwachte waarde	1564,54	2397,46
Kop/staart	Werkelijke waarde	602	513
	Verwachte waarde	440,30	674,70

$$CHI^2 (X^2) = \sum \frac{(\text{werkelijke waarde} - \text{verwachte waarde})^2}{\text{Verwachte waarde}}$$

$$X^2 = 151,41$$

Of er een samenhang is tussen de variabelen wordt deze CHI² vergeleken met de kritische CHI² (X²α). Deze kritische CHI² wordt gevonden aan de hand van de vrijheidsgraden (df) en het betrouwbaarheidsinterval dat men op voorhand kiest. Wanneer de CHI² kleiner is dan de kritische CHI² is er geen significante samenhang. (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998)

$df = (\text{aantal kolommen} - 1) \times (\text{aantal rijen} - 1)$

Voor het voorbeeld gelden volgende:

$df = 6$

betrouwbaarheidsinterval = 95%



$\chi^2_{\alpha} = 12,5916$

Verder wordt er ook een χ^2 berekend voor alle ongevalstypes. Dit kan door elk ongevalstype te vergelijken met de rest van de ongevalstypes samen.

Voor het ongevalstype voetganger zal de χ^2 test dan op basis van volgende tabel berekend worden.

Tabel 5: werkelijke/verwachte waarde voetganger vs. rest

		Vaste voorrang	Voorrang van rechts
Voetganger	Werkelijke waarde	453	230
	Verwachte waarde	178,88	274,12
Rest (alle andere ongevalstypes)	Werkelijke waarde	2495	3935
	Verwachte waarde	2539,12	3890,88

Op deze manier worden alle verschillende ongevalstypes apart vergeleken met de rest. Op deze manier krijgt men een χ^2 voor elk ongevalstype afzonderlijk, en kan er nagegaan worden welk type ongeval een significant verschillende proportie ongevallen kent op de verschillende kruispunten met een voorrangsregel.

Voor het ongevalstype 'voetganger' werden volgende waarden berekend:

$\chi^2 = 19,247$

$Df = 1$

$\chi^2_{\alpha} = 3,84146$

P-waarde

Aan de hand van de CHI^2 wordt de p-waarde berekend. Deze laatste waarde geeft weer of de CHI^2 significant verschillend is van de kritische waarde. Dit om uit te sluiten dat de uitkomst niet berust op toeval (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998). Eerder werd al aangehaald dat er een betrouwbaarheidsinterval van 95% werd gekozen. Dit wil zeggen dat de p-waarde kleiner of gelijk aan 0,05 moet zijn om een significant verband aan te kunnen tonen.

De P-waarde wordt gekoppeld aan de CHI^2 en het aantal vrijheidsgraden.

Deze waarde worden opgezocht in een X^2 -verdeling tabel, die ook gebruikt wordt om de $\text{X}^2\alpha$ waarde op te zoeken (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998). Deze tabel geeft namelijk de samen horende df, χ^2 en p-waarde.

Voor het ongevalstype frontaal werd bijvoorbeeld een X^2 gevonden van 4,267. Ongevalstype frontaal werd voor deze berekening tegenover alle andere ongevalstypes samen geplaatst. Het aantal vrijheidsgraden voor deze berekening is 1.

Aan de hand van deze twee waarde (X^2 en df) kan in de tabel nagegaan worden waar de p-waarde zich zal bevinden.

De berekende X^2 wordt dan opgezocht in de X^2 -verdeling tabel.

Voor de X^2 waarde 4,267 met 1df moet men in de rij van 1df kijken. Hier ziet men dat de berekende X^2 -waarde tussen de weergegeven waardes 3,84146 en 5,02389 ligt. De bijhorende p-waarde voor deze X^2 -waardes zijn respectievelijk 0,05 en 0,025. De p-waarde voor het ongevalstype frontaal ligt dus tussen 0,05 en 0,025. Hieraan kan er eventueel al geconcludeerd worden dat de p-waarde kleiner zal zijn dan 0,05 en daarbij significant zal zijn.

Om een meer exacte berekening van de p-waarde te bekomen worden de gegevens in een statistisch programma geplaatst (in dit geval werd er gebruik gemaakt van SPSS).

Wanneer de gegevens waarop de statistische test uitgevoerd wordt meer dan 20% van de cellen een verwachte waarde heeft kleiner dan 5 dient er gebruik gemaakt te worden van de Fisher exact test (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998).

Deze zal een exacte p-waarde berekenen. Bij kleinere waarden zal de Chi-kwadraat test niet nauwkeurig genoeg zijn. Bij lage aantallen is de kans op een foutmarge namelijk groter. Er zijn minder testwaardes die de bekomen relaties kunnen bevestigen.

De p-waarde die berekend wordt aan de hand van de CHI^2 -test is een benadering, daar waar de Fisher exact test een exacte p-waarde weergeeft (D.j. Sweeney, D.R. Anderson & T.A. Williams, 1998).

De Fischer exact test is moeilijk met de hand uit te rekenen, maar door de hedendaagse technologie is deze waarde te berekenen aan de hand van een statistisch programma.

Volgende p-waardes worden gevonden voor het gebruikte voorbeeld.

Tabel 6: CHI² test ongevalstype/voorrangsregeling

	Vrijheidsgraden (df)	X ²	P	Statistische test
Ongevalstypes/voorrangsregeling	4	151,41	<0,0001	CHI ²

Tabel 7: CHI² test categorieën ongevalstype/voorrangsregeling

Ongevalstype	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangsregeling	X ²	P
Alle ongevallen	6883	1	0,395		
Voetganger	453	0,066	0,492	<0,0001	CHI ²
Voorwerp	1016	0,147	0,358	0,006	CHI ²
Frontaal	337	0,049	0,341	0,039	CHI ²
Flank	3962	0,576	0,357	<0,0001	CHI ²
Kop/staart	1115	0,162	0,540	<0,0001	CHI ²

Verwijzing in de tekst

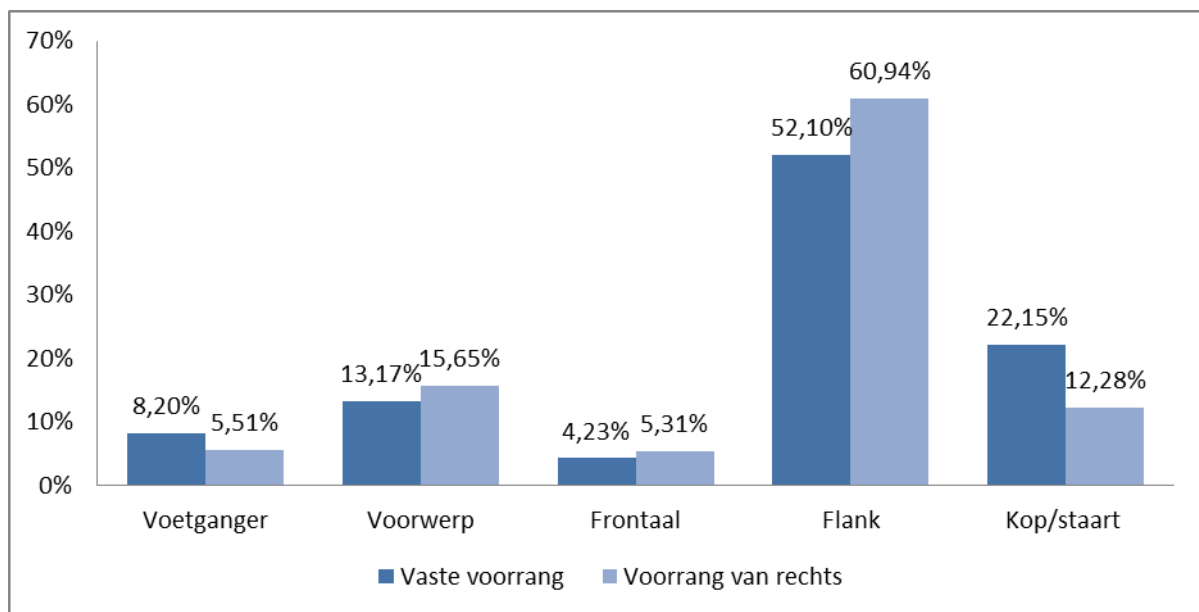
Als eerste zal er een grafiek weergegeven worden die de verdeling van de onderzocht variabele weergeeft. Voor het betreffende voorbeeld zal dit de verdeling van de verschillende ongevalstypes zijn voor de twee verschillende voorrangsregelingen zijn. Er zal eerst wat algemene informatie gegeven worden over deze verdeling. Zoals de meest en minst voorkomende categorieën.

Voor het gebruikte voorbeeld wordt deze informatie als volgt gegeven.

Flank ongevallen zijn voor beide voorrangsregelingen het meest voorkomende ongevalstype. Meer dan 50% van de ongevallen is een flank ongevallen. Meer bepaald voor ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling is het percentage flank ongevallen gelijk aan 52,10%, voor ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling is dit percentage flank ongevallen gelijk aan 61,13%.

Verder zijn de kop/staart ongevallen en de eenzijdige ongevallen nog twee sterk aanwezige ongevalstypes. Kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben de kop/staart ongevallen en eenzijdige ongevallen een percentage van respectievelijk 22,15% en 13,32%. Voor kruispunten met een voorrang van rechts liggen deze percentages voor kop/staart ongevallen en eenzijdige ongevallen respectievelijk op 12,32% en 15,70%. De resterende ongevalstypes voetganger en frontaal zijn het minst aanwezig. Ze hebben voor beide voorrangsregeling telkens een percentage kleiner dan 10%.

Figuur 3: verdeling ongevallen ongevalstype over voorrangsregeling



Uiteindelijk bekomt men met gebruik van SPSS een tabel met de uitkomsten van de χ^2 -test. De χ^2 en p-waarde geven aan of de afwijkende waarde tussen werkelijke en verwachte waarde significant is. De resultaten worden in de tekst aan de hand van een tabel weergegeven en verder kunnen ze nog vermeld worden in de tekst. De resultaten voor de voorbeelden zullen op volgende manier gerapporteerd worden.

Als eerste zal de χ^2 test weergegeven worden voor de gehele tabel met alle ongevalstypes tegenover de voorrangregelingen. Hieruit wordt besloten of er enige samenhang te zien is tussen de twee variabelen. Voor het gebruikte voorbeeld wordt het als volgt aangegeven.

De χ^2 voor alle ongevalstypes en voorrangsregel geeft een waarde aan van 151,41 en een p-waarde kleiner dan 0,05 (0,0). Deze twee waarden geven aan dat er een significante relatie is tussen de voorrangsregeling en de ongevalstypes die zich voor doen.

Tabel 8: voorstelling resultaten CHI² test ongevalstypes/voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Ongevalstypes/voorrangsregeling	4	151,41	<0,0001	CHI ²

H0: De voorrangsregeling heeft geen invloed op het type ongeval. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Daarna wordt er meer in detail gekeken en zullen de verschillende categorieën apart bekeken worden. Een CHI² test wordt uitgevoerd voor de verschillende categorieën apart bekeken tegenover de rest van de categorieën samengevoegd.

Er is te zien dat er voor het gebruikte voorbeeld voor de ongevalstypes voetganger, voorwerp, frontaal, flank en kop/staart een significante p-waarde kennen en dus een significante relatie hebben met de voorrangsregeling.

Tabel 9: voorstelling resultaten CHI² test categorieën ongevalstype/voorrangsregeling

Ongevalstype	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangs- regeling	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle ongevallen	6883	1	0,395				
Voetganger	453	0,066	0,492	1	19,247	<0,0001	CHI ²
Eenzijdig	999	0,145	0,365	1	7,427	0,006	CHI ²
Frontaal	337	0,049	0,341	1	4,267	0,039	CHI ²
Flank	3962	0,576	0,357	1	54,916	<0,0001	CHI ²
Kop/staart	1115	0,162	0,540	1	117,112	<0,0001	CHI ²

H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling met een bepaald ongevalstype is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere types. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Aan de hand van de eerder getoonde grafiek worden de significante relaties uiteengezet. Voor het uitgewerkte voorbeeld geeft dat volgend resultaat.

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling kennen een significant hogere proportie ongevallen met voetgangers (8,20%) in vergelijking met de proportie ongevallen met voetgangers voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling (5,51%). Daarnaast is er een significant hogere

proportie kop/staart ongevallen voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Het percentage kop/staart ongevallen is voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling respectievelijk 22,15% en 12,28%.

Flankaanrijdingen zijn voor beide voorrangsregelingen het meest voorkomen ongevalstype. Kruispunten met een voorrang van rechts regeling kennen een significant hoger percentage flankaanrijdingen (60,94%) in vergelijking met kruispunten met een vaste voorrangsregeling (52,10%). Dit wil zeggen dat de voorrangsregeling een significante invloed hebben op het aantal flankaanrijdingen.

Verder kennen kruispunten met een voorrang van rechts regeling een significant hogere proportie frontale ongevallen (5,31%) in vergelijking met de proportie frontale ongevallen voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling (4,23%).

15,65% van de ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regelingen waren eenzijdige ongevallen. Dit is een significant hoger percentage als 13,17% van de ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling die eenzijdig waren.

Hoofdstuk 4 : RESULTATEN

4.1 BESCHRIJVENDE STATISTIEK

Om een beter beeld te krijgen van de database zal deze in volgende verzameltabel uiteengezet worden.

Er zal gekeken worden naar de categorieën waarin de verschillende variabelen zijn ingedeeld en welke totalen hier bij horen en de proportie van het totaal voor de categorie. De verdeling over de twee onderzochte voorrangsregelingen wordt ook weergegeven. Als laatste worden de ontbrekende records weergegeven. Deze zijn de records die voor de bepaalde variabele worden aangegeven als onbekend. Deze records worden dan ook verder in de analyse niet gebruikt.

Er worden drie tabellen weergegeven. Deze verdeling is gebaseerd op het niveau waarop de variabele zich bevindt. We kunnen onderscheidt maken tussen de volgende niveaus. Kruispunt, ongevallen en betrokkenen.

4.1.1 ONGEVALSEIGENSCHAPPEN

De ongevalseigenschappen bestaan uit zeven variabelen die de ernst, het type, de omgeving, en de periode weergeven van de ongevallen. In de gebruikte database werden 12488 ongevallen opgenomen die zich voordeden op kruispunten die met een voorrangsregeling gemanaged worden en die niet lichtengeregeld zijn of uitgevoerd zijn als rotonde.

De ernst van de ongevallen wordt onderverdeeld in ongevallen met een dodelijke afloop, met zwaar gewonden, licht gewonden en ongevallen met enkel stoffelijke schade.

De politie van Antwerpen gebruikt volgende criteria om de ongevallen in te delen.

Wanneer er één of meerdere betrokkenen is die ofwel tijdens het ongeval, of binnen de 30 dagen na het ongeval overlijdt wordt het ongeval gerekend als dodelijk. Wanneer er geen dodelijk slachtoffer is, maar minstens één betrokkenen na het ongeval wordt opgenomen in het ziekenhuis wordt het ongeval gerekend als ongeval met een zwaargewonde. Ongevallen waarbij er geen dodelijke slachtoffers waren, alsook zwaargewonden, maar minstens één betrokkenen medische hulp nodig heeft, maar niet wordt opgenomen in het ziekenhuis wordt gecategoriseerd onder ongevallen met lichtgewonden.

Al de rest van de ongevallen zijn ongevallen waarbij er enkel stoffelijke schade was.

De variabele type ongeval wordt onderverdeeld in vijf categorieën. Alle ongevallen waarbij minstens één voetganger betrokken was valt onder de categorie ongeval met voetganger.

Alsook ongevallen die gebeuren waarbij er maar één rijdend voertuig betrokken raakt vallen onder één categorie. Dit kan gaan om ongevallen waarbij er een voorwerp een geparkeerde auto of straatmeubilair wordt geraakt. Deze twee categorieën geven geen aanduiding van de manier waarop het ongeval zich voordeed.

Het type ongeval frontaal geeft alle ongevallen weer waarbij minstens twee voertuigen frontaal op elkaar inrijden.

Flankaanrijdingen zijn ongevallen waarbij minstens één voertuig in de flank van een ander voertuig inrijdt.

Als laatste zijn er de kop-staart aanrijdingen. Hierbij rijdt er minstens één voertuig in op de achterkant van een andere voertuig.

De variabelen die de staat van de omgeving aangeven zijn de weersomstandigheden en de staat van de weg.

De periode van het ongeval wordt geregistreerd binnen de verdeling van de maanden, dagen van de week en uur van de dag.

Tabel 10: beschrijving data ongevalseigenschappen

Variabele	Categorieën	Aantal	Proportie van het totaal	Proportie vaste voorrang-regeling	Proportie voorrang van rechts regeling	Ontbrekende records
Ernst van de ongevallen	Alle categorieën	12488	1	0,416	0,584	
	Dodelijke ongevallen	37	0,003	0,595	0,405	
	Ongevallen met zwaar gewonden	510	0,041	0,484	0,516	
	Ongevallen met licht gewonden	4830	0,387	0,457	0,543	
	Ongevallen met stoffelijke	7111	0,569	0,383	0,617	

	schade					
Variabele	Categorieën	Aantal	Proportie van het totaal	Proportie vaste voorrang-regeling	Proportie voorrang van rechts regeling	Ontbrekende records
Ongevalstype	Alle categorieën	6883	1	0,395	0,605	5605
	Voetganger	453	0,066	0,492	0,508	
	Eenzijdig	999	0,145	0,365	0,635	
	Frontaal	337	0,049	0,341	0,659	
	Flank	3962	0,576	0,357	0,643	
	Kop/staart	1115	0,162	0,540	0,460	
Weersomstandigheden	Alle categorieën	5659	1	0,414	0,586	6829
	Normaal	4944	0,874	0,412	0,588	
	Regenval	566	0,100	0,456	0,544	
	Sneeuwval	106	0,019	0,274	0,726	
	Andere (mist, hagelbui, sterke wind, rukwind, dikke rook, ...)	43	0,008	0,465	0,535	
Staat van de weg	Alle categorieën	5064	1	0,413	0,587	7424
	Droog en proper	3716	0,760	0,411	0,589	
	Nat, plassen	1120	0,200	0,448	0,552	
	Ijzel, sneeuw	208	0,037	0,260	0,740	
	Vuil	20	0,004	0,450	0,550	
Maand	Alle categorieën	12488	1	0,416	0,584	
	Januari	1035	0,083	0,419	0,581	
	Februari	994	0,080	0,407	0,593	
	Maart	1047	0,084	0,417	0,583	
	April	1017	0,081	0,434	0,566	

	Mei	1073	0,086	0,407	0,593	
	Juni	1112	0,089	0,444	0,556	
	Juli	820	0,066	0,429	0,571	
	Augustus	913	0,073	0,422	0,578	
	September	1119	0,090	0,397	0,603	
	Oktober	1200	0,096	0,407	0,593	
	November	1101	0,088	0,428	0,572	
	December	1057	0,085	0,389	0,611	
Dag	Alle categorieën	12488	1	0,416	0,584	
	Maandag	1822	0,146	0,426	0,574	
	Dinsdag	1796	0,144	0,419	0,581	
	Woensdag	1884	0,151	0,419	0,581	
	Donderdag	1873	0,150	0,419	0,581	
	Vrijdag	2167	0,174	0,402	0,598	
	Zaterdag	1615	0,129	0,429	0,571	
	Zondag	1331	0,107	0,397	0,603	
Uur	Alle categorieën	12488	1	0,416	0,584	
	05u00-07u00	404	0,032	0,436	0,564	
	07u00-09u00	1215	0,097	0,412	0,588	
	09u00-11u00	1017	0,081	0,430	0,570	
	11u00-13u00	1339	0,107	0,405	0,595	
	13u00-15u00	1384	0,111	0,444	0,556	
	15u00-17u00	1865	0,149	0,432	0,568	
	17u00-19u00	1854	0,148	0,437	0,563	
	19u00-21u00	1312	0,105	0,371	0,629	
	21u00-23u00	880	0,070	0,377	0,623	
	23u00-01u00	677	0,054	0,392	0,608	
	01u00-03u00	321	0,026	0,408	0,592	
	03u00-05u00	220	0,018	0,441	0,559	

4.1.2 EIGENSCHAPPEN VAN BETROKKENEN

Er werden in de database 25555 betrokkenen opgenomen. De variabelen binnen deze groep kennen een redelijk hoog aantal ontbrekende records. Dit kan worden verklaard door de onder-registratie van gegevens. Hoedanigheid van de betrokkenen verwijst het soort weggebruiker de betrokkenen was en met welk vervoersmiddel ze betrokken geraakten bij het ongeval.

Passagiers werden in de database opgenomen als betrokkenen wanneer deze door het ongeval waren verwond of gestorven zijn door het ongeval.

Leeftijd en geslacht geven daarnaast de biologische eigenschappen van de betrokkenen weer.

Tabel 11: beschrijving data eigenschappen van betrokkenen

Variabele	Categorieën	Aantal	Proportie van het totaal	Proportie vaste voorrang-regeling	Proportie voorrang van rechts regeling	Ontbrekende records
Hoedanigheid van de betrokkenen	Alle categorieën	25539	1	0,422	0,578	16
	Bestuurder	20292	0,795	0,407	0,593	
	Pasagier	965	0,038	0,489	0,511	
	Motorfiets	402	0,016	0,440	0,560	
	Bromfiets	1041	0,041	0,441	0,559	
	Fietser	1979	0,077	0,481	0,519	
	Voetganger	860	0,034	0,515	0,485	
Leeftijd	Alle categorieën	19744	1	0,428282	0,572	5811
	0 t/m 11	426	0,022	0,434272	0,566	
	12 t/m 15	362	0,018	0,400552	0,599	
	16 t/m 17	522	0,026	0,40613	0,594	
	18 t/m 24	3105	0,157	0,444767	0,555	
	25 t/m 39	7070	0,358	0,433098	0,567	
	40 t/m 49	3668	0,186	0,428571	0,571	
	50 t/m 59	2304	0,117	0,426649	0,573	
	60 t/m 69	1238	0,063	0,403069	0,597	

	70 en ouder	1049	0,053	0,397521	0,602	
Geslacht	Alle categorieën	20482	1	0,693	0,307	5073
	Man	8803	0,430	0,701	0,299	
	Vrouw	11679	0,570	0,687	0,313	

4.1.3 KRUISPUNTEIGENSCHAPPEN

In de database werden er 1645 kruispunten opgenomen. Deze kruispunten zijn niet lichtengeregeld of werden niet uitgevoerd als rotonde. De database bestaat daarmee enkel uit kruispunten waar er een voorrangsregeling van toepassing is. Onder kruispunteigenschappen vallen zowel de inrichting van het kruispunt weer als de manier waarop het kruispunt gemanaged wordt.

Onder inrichting van het kruispunt valt kruispunttype en verhogingen. Onder kruispunttype valt het aantal takken waaruit het kruispunt bestaat.

De variabele verhogingen werd onderverdeeld in vier categorieën. Onder een uitritconstructie wordt de verhoging van één tak van het kruispunt verstaan. Wanneer alle takken verhoogd zijn spreken we over een plateau.

Onder de variabele snelheidslimiet werden er groepen gemaakt waarin de kruispunten onderverdeeld werden.

De categorieën geven de hoogste snelheidslimiet weer op het kruispunt. Er zijn namelijk een aantal kruispunten waarbij er meer dan één snelheidslimiet van toepassing is.

Tabel 12: beschrijving data kruispunteigenschappen

Variabele	Categorieën	Aantal	Proportie van het totaal	Proportie vaste voorrangs-regeling	Proportie voorrang van rechts regeling	Ontbrekende records
Voorrangs-regeling	Alle categorieën	1645	1	0,126	0,874	
	Vaste voorrang	207	0,126	1	0	
	Voorrang van rechts	1438	0,874	0	1	
Kruispunt-type	Alle categorieën	1645	1	0,126	0,874	
	T-kruispunt	1313	0,798	0,139	0,861	
	X-kruispunt	292	0,178	0,065	0,935	
	Complex kruispunt	40	0,024	0,15	0,85	
Verhogingen	Alle categorieën	1645	1	0,126	0,874	
	1	239	0,145	0,385	0,615	

Variabele	Categorieën	Aantal	Proportie van het totaal	Proportie vaste voorrang-regeling	Proportie voorrang van rechts regeling	Ontbrekende records
	uitritconstructie					
	2 of meer uitritconstructies	29	0,018	0,276	0,724	
	Plateau	155	0,094	0,026	0,974	
	Geen verhogingen	1222	0,743	0,084	0,916	
Variabele	Categorieën	Aantal	Proportie van het totaal	Proportie vaste voorrang-regeling	Proportie voorrang van rechts regeling	Ontbrekende records
Snelheids- ilmiel	Alle categorieën	1587	1	0,043	0,957	58
	20	11	0,007	0,444	0,556	
	30	625	0,394	0,016	0,984	
	50	921	0,580	0,013	0,987	
	70	29	0,018	0,673	0,327	
	90	1	0,001	1	0	

4.2 INVLOED VAN VOORRANGSREGELING OP ONGEVALLEN

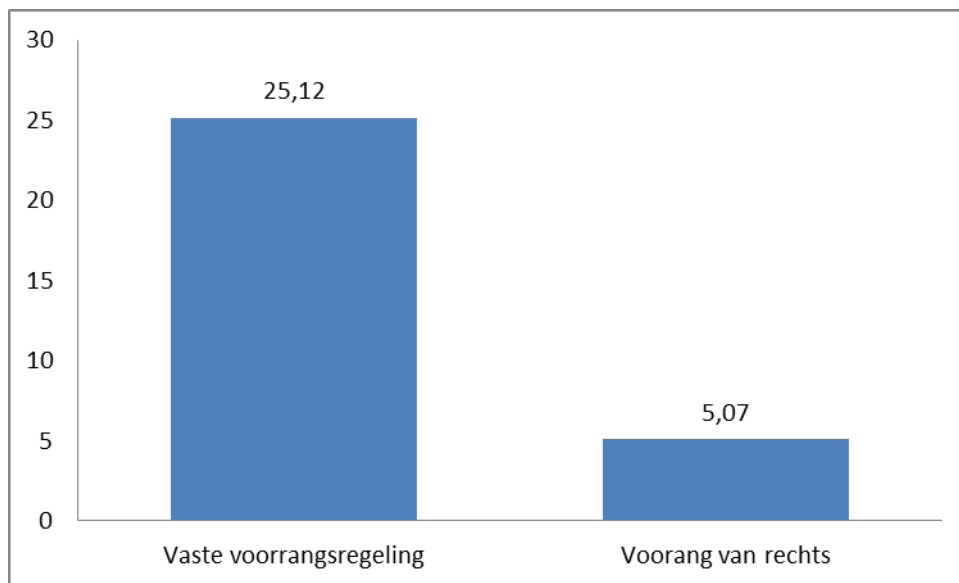
4.2.1 VOORRANGSREGELING EN HET AANTAL ONGEVALLEN

Om de verkeersveiligheid van de verschillende voorrangsregelingen in het algemeen te bekijken is het aantal ongevallen een goede variabele. Er wordt hier gekeken naar alle ongevallen. Er wordt dus in deze eerste vergelijking geen onderscheid gemaakt in letselongevallen of ongevallen met uitsluitend stoffelijke schade.

Het aantal ongevallen op de verschillende voorrangsregelingen werd herleid naar het aantal ongevallen dat er gemiddeld per kruispunt valt. Dit omdat het aantal kruispunten voor de verschillende voorrangsregelingen in de database niet overeenkomen. Er zijn namelijk 207 kruispunten met een vaste voorrangsregeling opgenomen en 1438 kruispunten met een voorrang van rechts.

Grafiek 3 geeft duidelijk weer dat het aantal ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling hoger ligt dan deze bij kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Figuur 4: aantal ongevallen/kpt



Kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben ongeveer vijf maal zoveel ongevallen per kruispunt in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts. Verder wordt er meer in detail gekeken naar de kenmerken van de ongevallen. De verkeersveiligheid dient namelijk op meer punten dan enkel aantal ongevallen getest worden.

Mogelijke verklaring

Alle kruispunten waar geen verkeersborden aangeven welke voorrangregeling geldt zijn kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Zoals reeds weergegeven bij de beschrijvende statistiek zijn de kruispunten met een voorrang van rechts regeling het meest vertegenwoordigd. Deze voorrangregeling is dus de meest gekende en gebruikte. Hierdoor zullen weggebruikers deze waarschijnlijk sneller gebruiken wanneer de geldende voorrangregeling onduidelijk is.

Het vergissen in de voorrangregeling zal voor kruispunten met een vaste voorrangregeling sneller gebeuren. Dit omdat deze regeling aan de hand van verkeersborden dient te worden weergegeven. Deze borden kunnen door onoplettendheid gemist worden.

Daarnaast is de richting in de voorrang bij kruispunten met een vaste voorrangregeling vaker een hoofdroute in het wegennet. Hierdoor kan er aangenomen worden dat deze routes vaker gebruikt worden, en dat er verwacht kan worden dat de kruispunten met een vaste voorrangregeling een hogere intensiteit zullen hebben. Deze hogere intensiteit brengt ook een hogere kans op een ongeval met zich mee.

4.2.2 VOORRANGSREGELING EN DE ERNST VAN DE ONGEVALLEN

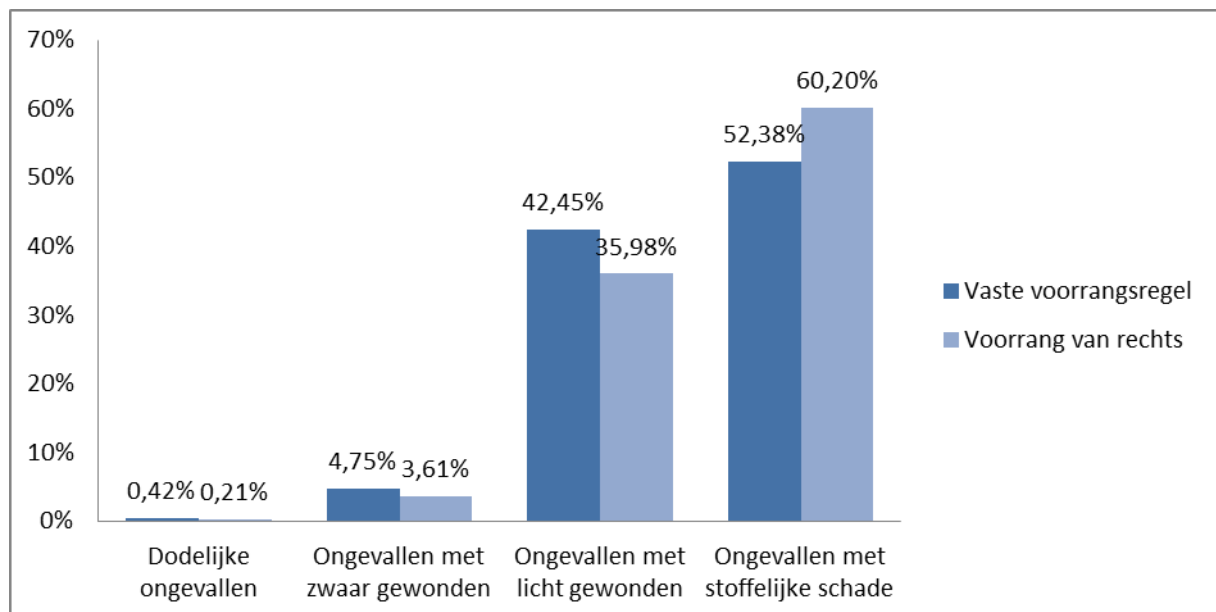
Na een algemene kijk op het aantal ongevallen kan deze verder opgedeeld worden in ernst van het ongeval. Het aantal ongevallen stijgt naarmate de ernst van de ongevallen afneemt.

Ongevallen met enkel stoffelijke schade is de grootste categorie. Voor beide voorrangsregelingen ligt het percentage ongevallen met enkel stoffelijke schade hoger dan 50%. Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling is dit namelijk 52,38% en voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er 60,20% dat enkel stoffelijke schade als gevolg kent.

Een tweede grote groep zijn de ongevallen met licht gewonden. Hier bedraagt het percentage voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling 42,45% en voor ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er 35,98% dat een ongeval met licht gewonden was.

Ongevallen met zwaar gewonden en ongevallen met doden zijn de twee minst aanwezige categorieën. Voor beide voorrangsregelingen komt geen van deze categorieën boven de 5%.

Figuur 5: verdeling ongevalstype over voorrangsregeling



Men kan aannemen dat de ernst van de ongevallen samenhangt met de voorrangsregeling. Dit omdat er een significante p-waarde ($<0,001$) wordt bekomen aan de hand van de CHI^2 test voor alle variabelen samen. Er werd namelijk een p-waarde gevonden lager dan 0,05. Om te achterhalen welke categorie van ongevallen ernst nu daadwerkelijk een significante relatie heeft met de voorrangsregeling wordt de CHI^2 test ook uitgevoerd voor alle categorieën apart.

Tabel 13: CHI² test ernst van de ongevallen/ voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Ernst van de ongevallen/voorrangsregeling	3	79,97	<u>0,000</u>	CHI ²

H0: De voorrangsregeling heeft geen invloed op de ernst van het ongeval. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Opgemerkt kan worden dat alle categorieën van ongevallen ernst een significante p-waarde hebben, en dus allemaal een significante relatie vertonen met de voorrangsregeling. De p-waardes voor alle categorieën valt namelijk onder de kritische p-waarde van 0,05.

Tabel 14: CHI² test categorieën ongevallenernst/ voorrangsregeling

Ongevallen ernst	Aantal ongevallen	Proportie van het totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrang-regeling	Vrijheids-graden	X ²	P	Statistische test
Alle ongevallen	12488	1	0,416				
Dodelijke ongevallen	37	0,003	0,595	1	4,854	<u>0,028</u>	CHI ²
Ongevallen met zwaar gewonden	510	0,041	0,484	1	10,116	<u>0,001</u>	CHI ²
Ongevallen met licht gewonden	4830	0,387	0,457	1	53,471	<u>0,000</u>	CHI ²
Ongevallen met stoffelijke schade	7111	0,569	0,383	1	332,947	<u>0,000</u>	CHI ²

H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling met een bepaald ongevallenernst is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere categorieën van ongevallenernst. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling was het percentage ongevallen op deze kruispunten voor de groepen die onder letselongevallen vallen hoger dan de ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts. Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er daarnaast een hoger percentage ongevallen met enkel stoffelijke schade dan voor kruispunten

met een vaste voorrangsregeling. Hierdoor kunnen we aannemen dat de kans op een letselongeval op kruispunten met een vaste voorrangsregeling groter is dan deze voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

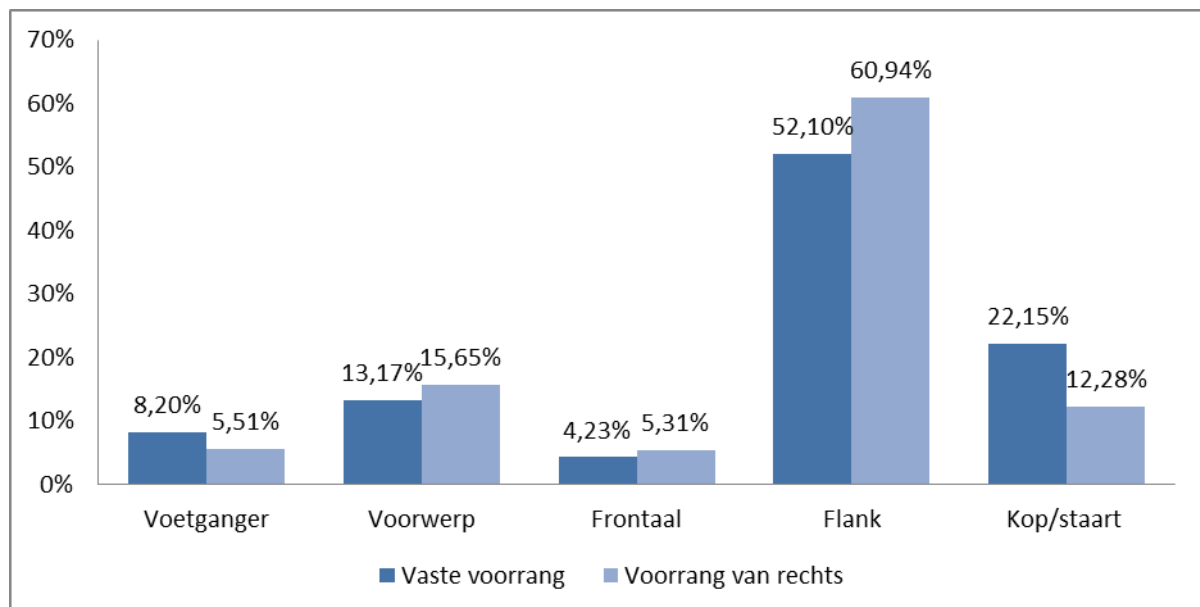
4.2.3 VOORRANGSREGELING EN ONGEVALSTYPES

Flank ongevallen zijn voor beide voorrangsregelingen het meest voorkomende ongevalstype. Meer dan 50% van de ongevallen is een flank ongevallen.

Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling zijn 52,10% van de ongevallen flank aanrijdingen, voor ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling is dit percentage flankongevallen gelijk aan 60,94%.

Verder zijn de kop/staart ongevallen en ongevallen met een voorwerp (of eenzijdige ongevallen) nog twee sterk aanwezige ongevalstypes. Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben de kop/staart ongevallen en ongevallen met een voorwerp een percentage van respectievelijk 22,15% en 13,17%. Voor kruispunten met een voorrang van rechts liggen deze percentages voor kop/staart ongevallen en eenzijdige ongevallen respectievelijk op 12,28% en 15,65%. De resterende ongevalstypes voetganger en frontaal zijn het minst aanwezig. Ze hebben voor beide voorrangsregeling telkens een percentage kleiner dan 10%.

Figuur 6: verdeling ongevalstypes over voorrangsregeling



De CHI^2 voor alle ongevalstypes en voorrangsregel geeft een waarde aan van 151,41 en een p-waarde kleiner dan 0,05 (0,0). Deze twee waarden geven aan dat er een significante relatie is tussen de voorrangsregeling en de ongevalstypes die zich er voor doen.

Tabel 15: CHI² test ongevalstypes/voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Ongevalstypes/voorrangsregeling	4	151,41	<0,0001	CHI ²

H0: De voorrangsregeling heeft geen invloed op het type ongeval. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Aangezien er nu geweten is dat er daadwerkelijk een samenhang is kan er meer in detail gekeken worden welk ongevalstypes er welke relatie kennen met de voorrangsregeling. De CHI² test voor de variabelen apart bekeken tegenover de rest van de ongevalstypes levert een significant resultaat voor alle categorieën. Er is dus een significante relatie tussen voorrangsregeling en ongevalstype voor alle verschillende ongevalstypes.

Tabel 16: CHI² test categorieën ongevalstypes/ voorrangsregeling

Ongevalstype	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangs- regeling	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle ongevallen	6883	1	0,395				
Voetganger	453	0,066	0,492	1	19,247	<0,0001	CHI ²
Eenzijdig	999	0,145	0,365	1	7,427	0,006	CHI ²
Frontaal	337	0,049	0,341	1	4,267	0,039	CHI ²
Flank	3962	0,576	0,357	1	54,916	<0,0001	CHI ²
Kop/staart	1115	0,162	0,540	1	117,112	<0,0001	CHI ²

H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling met een bepaald ongevalstype is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere types. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling kennen een significant hogere proportie ongevallen met voetgangers (8,20%) in vergelijking met de proportie ongevallen met voetgangers voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling (5,51%). Daarnaast is er een significant hogere proportie kop/staart ongevallen voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Het percentage kop/staart ongevallen is voor

kruispunten met een vaste voorrangregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling respectievelijk 22,15% en 12,28%.

Flankaanrijdingen zijn voor beide voorrangregelingen het meest voorkomen ongevalstype. Kruispunten met een voorrang van rechts regeling kennen een significant hoger percentage flankaanrijdingen (60,94%) in vergelijking met kruispunten met een vaste voorrangregeling (52,10%). Dit wil zeggen dat de voorrangregeling een significante invloed heeft op het aantal flankaanrijdingen.

Verder kennen kruispunten met een voorrang van rechts regeling een significant hogere proportie frontale ongevallen (5,31%) in vergelijking met de proportie frontale ongevallen voor kruispunten met een vaste voorrangregeling (4,23%).

15,65% van de ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regelingen waren ongevallen met een voorwerp (of eenzijdige ongevallen). Dit is een significant hoger percentage als 13,17% van de ongevallen met een voorwerp (of eenzijdige) op kruispunten met een vaste voorrangregeling.

Mogelijke verklaringen

Een kruispunt met een vaste voorrangregeling kent meer ongevallen door het verkeerd inschatten van de tijd tussen twee passerende voertuigen (gap-acceptance) (Polus, 1985).

Een mogelijke verklaring voor de significant hogere aanwezigheid van kop/staart aanrijdingen is deze verkeerde inschatting. We nemen aan dat een voorrangroute de routes zijn waar het verkeer van het onderliggend verkeersnet op wordt verzameld en dus meer verkeer aantrekt. Hierdoor kan er gesteld worden dat op kruispunten met een vaste voorrangregeling de voertuigen komende uit de zijwegen die voorrang moeten verlenen vaak de voorrangroute als bestemming hebben. Hierdoor maken deze in alle waarschijnlijkheid vaker een indraaiende beweging. Wanneer er voor deze handeling een verkeerde inschatting gemaakt wordt van de tijd tussen de twee voertuigen waartussen men zich plaatst is de kans groot dat het achterliggende voertuig uiteindelijk het invoegende voertuig raakt. Mogelijk is de kans dat dit dan een kop/staart aanrijding is groot. Daarnaast hebben voorrangroutes ook vaker een hogere snelheid. Hierdoor is de kans dat een volgend voertuig de vertraging van een afdraaiend voertuig ter hoogte van een kruispunt op de voorrangroute verkeerd inschat en op het voorgaand voertuig inrijdt.

Daarnaast is de kans dat men moet stoppen als bestuurder komende van een tak uit de voorrang die aansluit op een voorrangroute groter dan voor takken op een kruispunt met een voorrang van rechts regeling. De takken op een kruispunt met een voorrang van rechtsregeling moeten namelijk

meestal maar voorrang verlenen aan één bepaalde rijrichting. Dit terwijl de takken uit de voorrang bij een kruispunt met een vaste voorrangsregeling meestal voorrang moet geven aan twee of meer rijrichtingen. Door deze verhoogde stopbewegingen op deze takken kan de kans op kop/taart aanrijdingen verhogen.

Voertuigen die op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voorrang moeten geven zullen dit aan meer richtingen moeten doen dan voertuigen die een voorrang van rechts kruispunt oprijden. Om dit aan te tonen nemen we de vormgeving van een X-kruispunt.

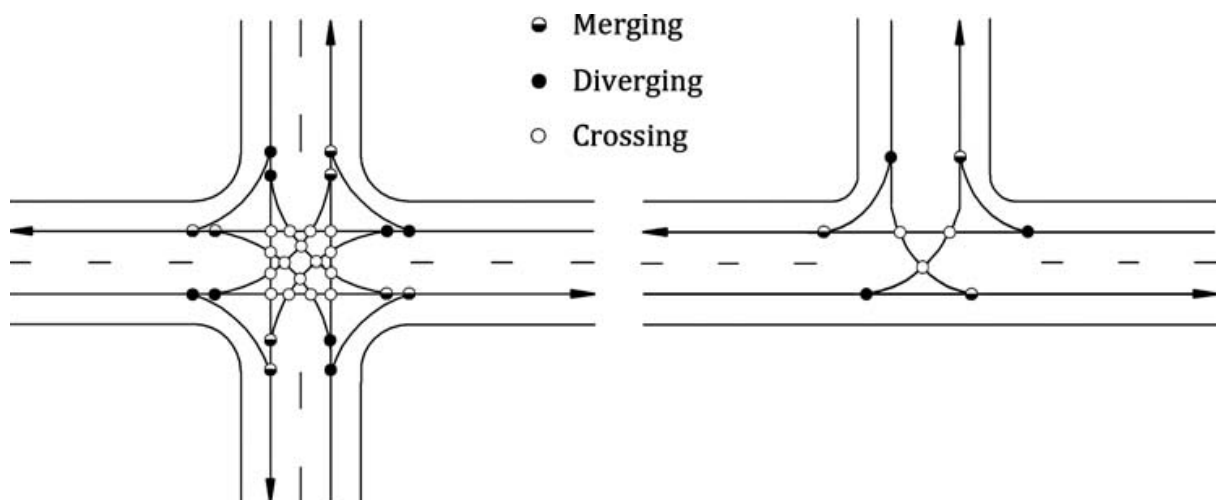
Het kruispunt met een vaste voorrangsregeling kent een voorrangsweg die dwars op het kruispunt gelegen is. In dit geval moeten de voertuigen komende van zijwegen en die het kruispunt dwars oversteken twee rijrichtingen voorrang verlenen, namelijk voertuigen die van rechts of links het kruispunt oprijden. Voor voertuigen die een kruispunten met een voorrang van rechts regeling dwars oversteken slechts aan één rijrichting voorrang geven, namelijk de voertuigen komende van rechts die het kruispunt op rijden.

Voertuigen uit de voorrang die een kruispunt met een vaste voorrang oprijden zullen dus vaak aan meerdere richtingen voorrang moeten geven. Dit geeft met zich mee dat ze vaker tot volledige stilstand moeten komen. Hierdoor zal de kans op een kop/taart botsing hoger zijn.

Uit de gebruikte data is gebleken dat kruispunten met een vaste voorrangsregeling een significant hogere proportie T-kruispunten kennen dan kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Daarnaast is er een significant hogere proportie X-kruispunten voor de kruispunten met een voorrang van rechts regeling in vergelijking met de kruispunten met een vaste voorrangsregeling.

Wanneer de conflictpunten bekeken worden voor deze twee verschillende kruispunttypes (T- en X-kruispunten) ziet men dat X-kruispunten te maken heeft met 4 conflictpunten die ontstaan door twee rijrichtingen die elkaar dwars kruisen. En 12 conflictpunten die ontstaan door twee rijrichtingen die zich quasi dwars snijden. Bij een T-kruispunt liggen eerst en vooral het aantal conflictpunten lager, maar er zijn ook geen conflictpunten die ontstaan door twee rijrichtingen die elkaar dwars kruisen. Daarnaast zijn er maar drie conflictpunten die ontstaan door twee rijrichtingen die zo goed als dwars kruisen (Janssen, 2003).

Figuur 7: conflictpunten X-kruispunt en T-kruispunt (bron: Dumbaugh and Li, 2010)



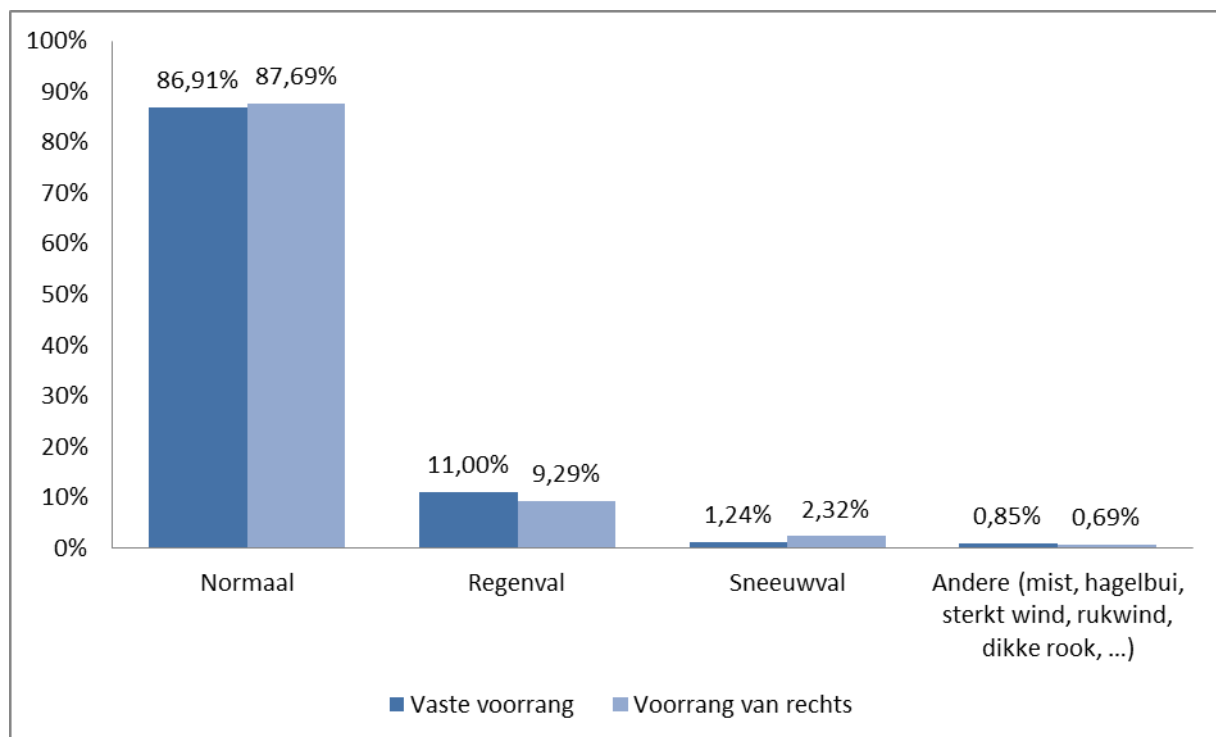
Een mogelijke verklaring voor het significant hogere percentage flankongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling zou dan eventueel gegeven kunnen worden aan de hand van de significant hogere proportie X-kruispunten. Wanneer het conflictpunt ontstaat door twee rijrichtingen die elkaar dwars kruisen kan men ook verwachten dat het ongeval een flankaanrijding is.

4.2.4 VOORRANGSREGELING EN WEERSOMSTANDIGHEDEN

Normale weersomstandigheden is de meest voorkomende aangegeven toestand bij ongevallen. Hieronder wordt gezien alle weersomstandigheden zonder neerslag of andere belemmeringen voor het zicht.

Naast deze grote aanwezigheid van normale weersomstandigheden is er een de regenval die in vergelijking met de andere weersomstandigheden ook een hoog percentage kent. Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling was dit namelijk het geval voor 11,00% van de ongevallen en voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling was dit 9,29% van de ongevallen. Dit kan als hoog aangezien worden omdat voor de resterende weersomstandigheden (Sneeuwval en andere) het percentage lager ligt en onder de 3% blijft.

Figuur 8: verdeling ongevallen weersomstandigheden/voorrangsregeling



De CHI^2 test voor alle weersomstandigheden samen bekeken is significant. Dit wil zeggen dat er een significante samenhang is tussen de voorrangsregel en de weersomstandigheden waarin de ongevallen plaats vinden.

Tabel 17: CHI² test weersomstandigheid/voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Weersomstandigheid/voorrangsregel	3	15,95	<u>0,014</u>	CHI ²

H0: De voorrangsregeling heeft geen invloed op de weersomstandigheid tijdens de ongevallen. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

De verschillende weersomstandigheden werden ook apart bekeken. Uit deze CHI² blijkt dat niet alle weersomstandigheden een significante relatie hebben met de voorrangsregeling. De categorieën regenval en andere hebben een p-waarde die lager is dan de kritische p-waarde 0,05. Dit wil zeggen dat deze categorieën een significante relatie hebben met de voorrangsregeling.

Tabel 18: CHI² test categorieën weersomstandigheid/ voorrangsregeling

Weers- omstandig- heden	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangs- regeling	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle ongevallen	5659	1	0,414				
Normaal	4944	0,874	0,412	1	0,757	0,384	CHI ²
Regenval	566	0,100	0,456	1	4,452	<u>0,035</u>	CHI ²
Sneeuwval	106	0,019	0,274	1	8,825	<u>0,003</u>	CHI ²
Andere	43	0,008	0,465	1	0,460	0,498	CHI ²

H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor een bepaalde weersomstandigheid is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere weersomstandigheden. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Er is geen significant verband op te merken tussen de voorrangsregeling en normale weersomstandigheden waarin de ongevallen plaats vinden. Dit wil zeggen dat voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling het percentage ongevallen tijdens normale weersomstandigheden (86,91%) niet significant verschilt van het percentage ongevallen tijdens normale weersomstandigheden op kruispunten met een voorrang van rechts regeling (87,69%).

Voor regenval is het verschil tussen kruispunten met een vaste voorrangsregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling op te merken. 11,00% van de ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling vielen tijdens regenval, voor kruispunten met een voorrang van rechts

regeling is dit 9,29% en ligt dit significant lager. Kruispunten met een vaste voorrangsregeling kan dus gezien worden als een gevaarlijkere locatie tijdens regenval in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Voor ongevallen tijdens sneeuwval is er deze relatie omgekeerd. Het percentage ongevallen tijdens sneeuwval voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling (1,24%) is namelijk significant lager dan het percentage ongevallen tijdens sneeuwval voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling (2,32%). Hier geldt dus dat kruispunten met een voorrang van rechts regeling tijdens sneeuwval gezien kan worden als een locatie met meer ongevallen in verhouding.

Mogelijke verklaringen

Aangenomen kan worden dat goede weersomstandigheden in vergelijking met neerslag, sneeuw en andere de meest voorkomende weersomstandigheid is binnen België.

Daarnaast zullen bij neerslag, sneeuw en andere hinderende weersomstandigheden de meeste bestuurders hun snelheden verlagen en een minder risico nemend gedrag vertonen. Hierdoor zullen er minder ongevallen plaatsvinden.

Regenval zal de remafstand voor gemotoriseerde voertuigen vergroten.

Daarmee heeft regenval een invloed op het aantal kop/staart aanrijdingen. (Kim, Lee, Washington, & Choi, 2007)

De proportie kop /staart aanrijdingen voor kruispunten met vaste voorrangsregeling ligt significant hoger dan deze voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Deze mogelijke verklaringen zijn te vinden onder titel **5.2.3 Voorrangsregeling en de ongevalstypes**. Hier werd ook geconcludeerd dat er een sterk vermoeden heerst dat voertuigen komende van een zijweg uit de voorrang bij kruispunten met een vaste voorrangsregeling vaker verplicht zijn om te stoppen (stopbord/streep, belangrijkere verkeersstroom op voorrangsweg).

Hiermee kan er een mogelijke verklaring gegeven worden aan de significant hogere proportie ongevallen tijdens regenval voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Het risico op verlies van de controle over een voertuig is hoger bij sneeuwval en de zichtbaarheid zal verslechteren (Morgan & Mannering, 2011).

Zoals al eerder aangegeven is er een vermoeden dat op kruispunten met een vaste voorrangregeling de zijweg uit de voorrang vaker tot stoppen gedwongen wordt. Hierdoor zal men oplettender zijn. Op kruispunten met een voorrang van rechts komt het daardoor vaker voor dat men niet verplicht is om

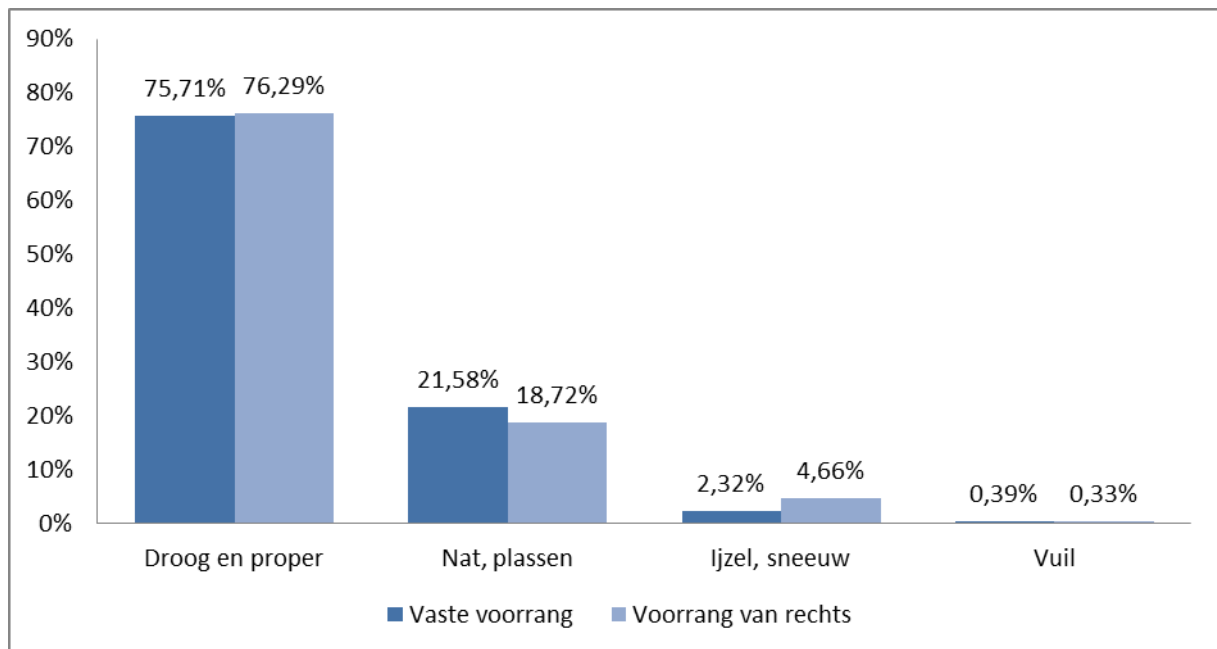
te stoppen. Dit in combinatie met een verslechterde zichtbaarheid en een hoger risico op verlies van controle over het voertuig tijdens regenval kan het significant hoger aantal ongevallen tijdens sneeuwval op kruispunten met een voorrang van rechts regeling in vergelijking met kruispunten met een vaste voorrangsregeling verklaren.

4.2.5 VOORRANGSREGELING EN STAAT VAN DE WEG

De meest voorkomende staat van de weg tijdens ongevallen voor beide voorrangsregelingen is droog en proper. Ze hebben beide een hoog percentage van boven de 75%.

Nat, plassen is een andere categorie die ook een groot deel van de ongevallen betreft. Voor beide voorrangregelingen betreft het hier namelijk rond de 20%.

Figuur 9: verdeling ongevallen staat van de weg/ voorrangsregeling



De CHI^2 test voor alle variabelen samen geeft aan dat er een significante samenhang is tussen de voorrangsregeling en de staat van de weg tijdens de ongevallen.

De p-waarde (<0,001) geeft deze significantie aan.

Tabel 19: CHI^2 test staat van de weg/voorrangsregeling

	Vrijheids-graden	X^2	P	Statistische test
Staat van de weg/voorrangsregel	3	33,96	<0,001	CHI^2

H_0 : De voorrangsregeling heeft geen invloed op de staat van de weg tijdens de ongevallen. H_0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Wanneer er meer in detail naar de verschillende categorieën voor staat van de weg gekeken wordt, is er een significante samenhang te zien voor twee van de categorieën voor staat van de weg.

Nat/plassen en ijzel/sneeuw kennen namelijk een p-waarde kleiner dan de kritische p-waarde van 0,05.

Tabel 20: CHI²test categorieën staat van de weg/ voorrangsregeling

Staat van de weg	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangsregeling	Vrijheidsgraden	X ²	P	Statistische test
Alle ongevallen	5064	1	0,413				
Droog, proper	3716	0,760	0,411	1	0,250	0,617	CHI ²
Nat, plassen	1120	0,200	0,448	1	7,033	0,008	CHI ²
Ijzel, sneeuw	208	0,037	0,260	1	21,035	<0,001	CHI ²
Vuil	20	0,004	0,450	1	0,112	0,738	CHI ²

H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor een bepaalde staat van de weg is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Nat, plassen als staat van de weg kent een significant hoger percentage binnen de ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling (21,58%) in vergelijking met het percentage ongevallen op een nat wegdek met eventueel plassen voor de kruispunten met een voorrang van rechts (18,72%). Met een nat wegdek met eventueel plassen zijn kruispunten met een vaste voorrangregeling dus een locatie met meer ongevallen in verhouding dan voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Ook voor ijzel en sneeuw is er een significante samenhang met de voorrangsregeling. Op kruispunten met een voorrang van rechts regel was het percentage ongevallen op een wegdek met ijzel of sneeuw hoger dan deze voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling. Deze zijn respectievelijk 4,66% en 2,32%. Hier geldt dus dat kruispunten met een voorrang van rechts regeling vaker een ongeval op een nat wegdek hadden in verhouding dan kruispunten met een vaste voorrangsregeling.

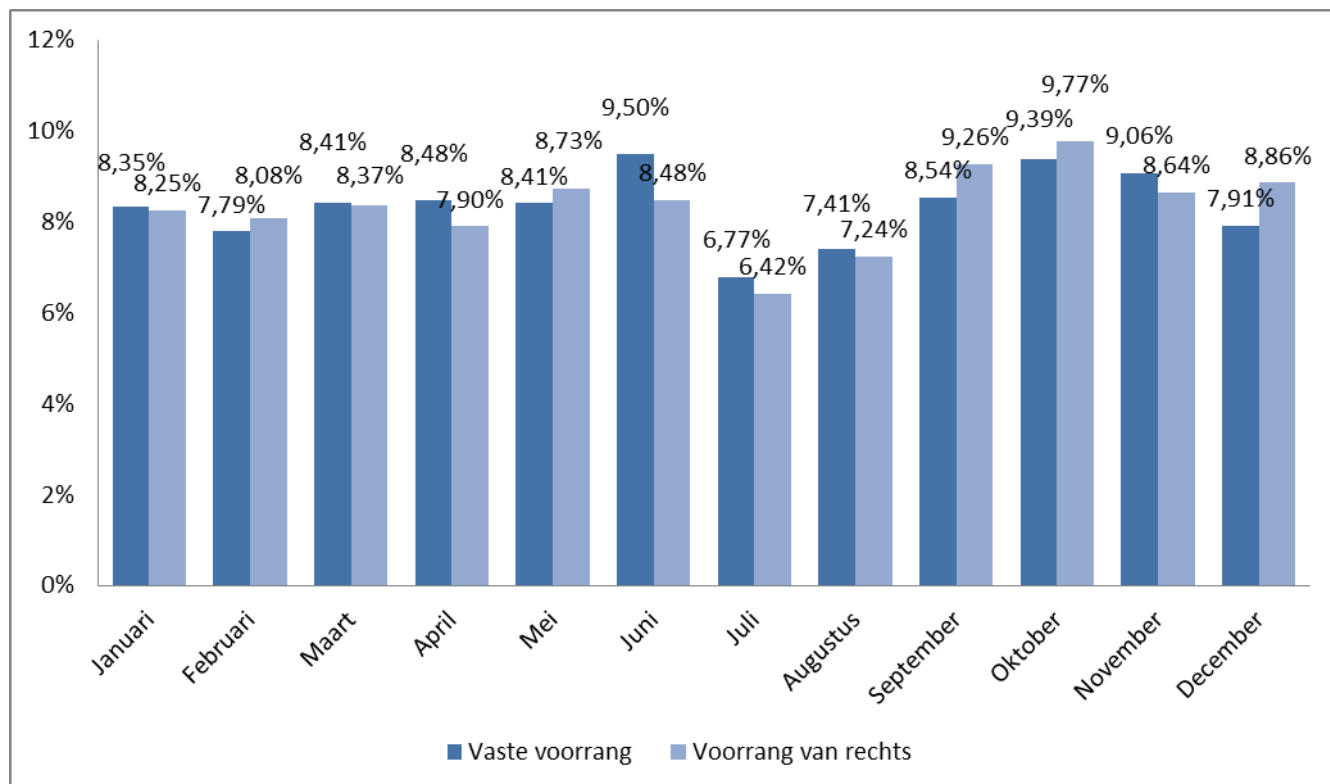
Mogelijke verklaringen

De staat van de weg hangt zonder twijfel samen met de weersomstandigheden. Daarom gelden ook hier dezelfde mogelijke verklaringen. Deze zijn te vinden onder titel **4.2.4 Voorrangregeling en weersomstandigheden**.

4.2.6 VOORRANGSREGELING EN MAAND

Algemeen valt op dat het aantal ongevallen tijdens de zomermaanden juli en augustus een dal kennen. Verder kunnen er twee pieken opgemerkt worden. Voor juni en oktober.

Figuur 10: verdeling ongevallen maand/ voorrangsregeling



De CHI^2 test voor alle maanden samen geeft geen significant resultaat. De p-waarde (0,340) ligt namelijk hoger dan 0,05. Dit wil dus zeggen dat de voorrangsregeling geen relatie kent met de maand waarin de ongevallen voorvallen.

Tabel 21: CHI^2 test maand/voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	X^2	P	Statistische test
Maand /voorrangsregel	11	12,32	0,340	CHI^2

H_0 : De voorrangsregeling heeft geen invloed op de maand waarin de ongevallen voorgevallen zijn. H_0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Tussen de twee verschillende voorrangsregelingen zijn er niet veel verschillen op te merken. De verdeling is voor beide regelingen zo goed als gelijklopend. Aan de hand van de CHI² test voor de verschillende maanden apart bekeken kan er enkel één maand als significant onderscheiden worden. De maand Juni kent een p-waarde van 0,048 en is dus lager dan de kritische p-waarde 0,05.

Tabel 22: CHI²test categorieën maand/voorrangsregeling

Maand	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangsregeling	Vrijheidsgraden	X ²	P	Statistische test
Alle maanden	12488	1	0,416				
Januari	1035	0,083	0,419	1	0,042	0,838	CHI ²
Februari	994	0,080	0,407	1	0,350	0,554	CHI ²
Maart	1047	0,084	0,417	1	0,005	0,942	CHI ²
April	1017	0,081	0,434	1	1,365	0,243	CHI ²
Mei	1073	0,086	0,407	1	0,396	0,529	CHI ²
Juni	1112	0,089	0,444	1	3,917	0,048	CHI ²
Juli	820	0,066	0,429	1	0,606	0,436	CHI ²
Augustus	913	0,073	0,422	1	0,117	0,733	CHI ²
September	1119	0,090	0,397	1	1,931	0,165	CHI ²
Oktober	1200	0,096	0,407	1	0,509	0,476	CHI ²
November	1101	0,088	0,428	1	0,654	0,419	CHI ²
December	1057	0,085	0,389	1	3,589	0,058	CHI ²

H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor een bepaalde maand is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere maanden. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling kennen een significant hoger percentage ongevallen in Juni (9,50%) dan het percentage ongevallen in Juni voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling (8,48%).

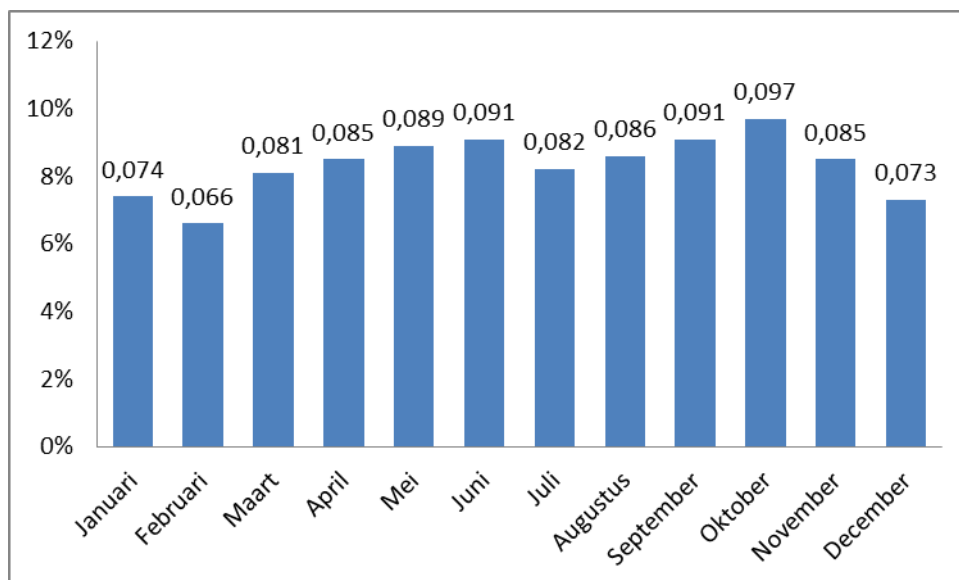
De p-waarde voor de maand Juni is 0,048 en verschilt dus enkel met 0,002 van de kritische p-waarde van 0,005. Juni is daarnaast de enige maand van de 12 die een significantie weergeeft. Hierdoor kan

er gesteld worden dat de aangetoonde significantie niet zwaar doorweegt en niet meteen als belangrijk aanvaard zal worden.

Mogelijke verklaringen

Een statistische analyse van verkeersongevallen in 2009 uitgevoerd door het BIVV geeft een verdeling van het aantal ongevallen weer per maand. Uit deze analyse blijkt dat het aantal ongevallen ook hier redelijk verspreid is. Het dal voor de maanden Juli en Augustus die opviel bij de verdeling van de onderzochte data gebruikt in deze thesis wordt niet opgemerkt bij de analyse van de ongevallen in 2009 geanalyseerd door het BIVV. Dit kan natuurlijk door het feit dat deze analyse van het BIVV gebaseerd is op alle ongevallen die in 2009 geregistreerd zijn. Dit wil zeggen dat er geen onderscheid gemaakt wordt tussen ongevallen op kruispunten of wegsegmenten.

Figuur 11: verdeling ongevallen per maand (bron: BIVV, 2009)

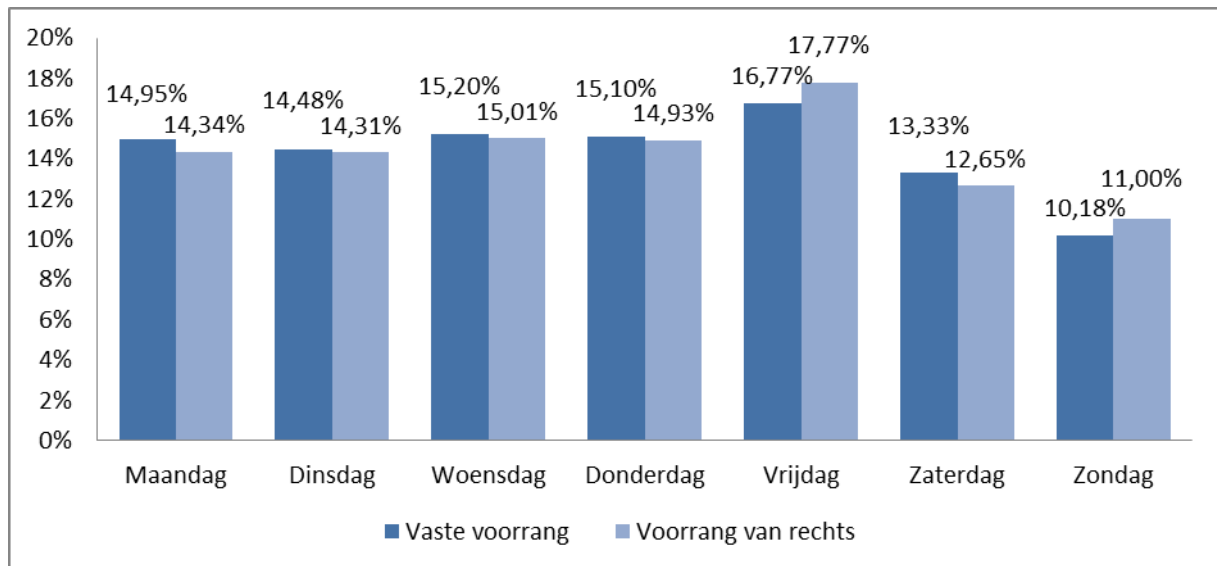


Het significant verschil tussen kruispunten met een vaste voorrangsregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling berust naar eigen mening op toeval.

4.2.7 VOORRANGSREGELING EN DAG

De verdeling van het aantal ongevallen over de dagen van de week is zeer gelijklopen. Voor de weekenddagen is er een dal op te merken, zeker voor zondag. Deze percentages liggen namelijk lager dan deze voor de weekdays. Daarnaast kan een piek waargenomen worden op vrijdag.

Figuur 12: verdeling dag/ voorrangsregeling



De CHI^2 test voor de dagen van de week geeft weer dat er geen significante relatie is met de voorrangsregeling. De p-waarde (0,454) ligt hoger dan 0,05.

Tabel 23: CHI^2 test dag/voorrangsregeling

	Vrijheids-graden	χ^2	P	Statistische test
Dag /voorrangsregel	6	5,73	0,454	CHI^2

H_0 : De voorrangsregeling heeft geen invloed op de dag waarop de ongevallen voorgevallen zijn. H_0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

In detail worden de dagen van de week ook onderworpen aan de CHI^2 test. Dit om na te gaan of er een dag van de week is die eventueel wel een significante relatie kent met de voorrangsregeling. Hieruit kan er geconcludeerd worden dat er geen significante relatie wordt ontdekt tussen de dag van de week en de voorrangregelingen.

Tabel 24: CHI²test categorieën dag/ voorrangsregeling

Dagen van de week	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangsregeling	Vrijheidsgraden	X ²	P	Statistische test
Alle dagen	12488	1	0,416				
Maandag	1822	0,146	0,426	1	0,902	0,342	CHI ²
Dinsdag	1796	0,144	0,419	1	0,075	0,784	CHI ²
Woensdag	1884	0,151	0,419	1	0,082	0,774	CHI ²
Donderdag	1873	0,150	0,419	1	0,071	0,790	CHI ²
Vrijdag	2167	0,174	0,402	1	2,091	0,148	CHI ²
Zaterdag	1615	0,129	0,429	1	1,247	0,264	CHI ²
Zondag	1331	0,107	0,397	1	2,184	0,139	CHI ²

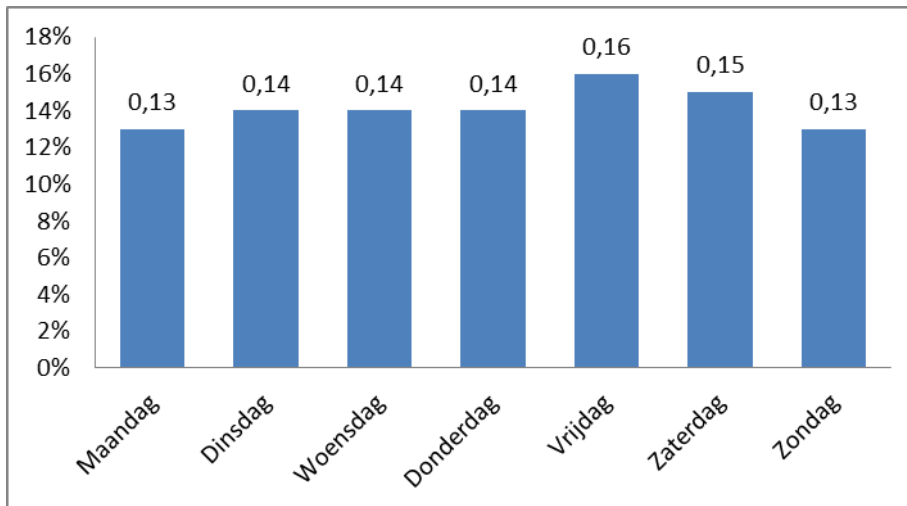
H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor een bepaalde dag van de week is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere dagen van de week. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

De CHI²test toont geen significante relatie aan tussen de dag van de week waarop het ongeval gebeurd en de voorrangsregeling.

Mogelijke verklaringen

De analyse van de geregistreerde verkeersongevallen in 2009 door de BIVV is er volgende verdeling van de dagen van de week op te merken.

Figuur 13: verdeling ongevallen over dagen van de week (bron: BIVV, 2009)



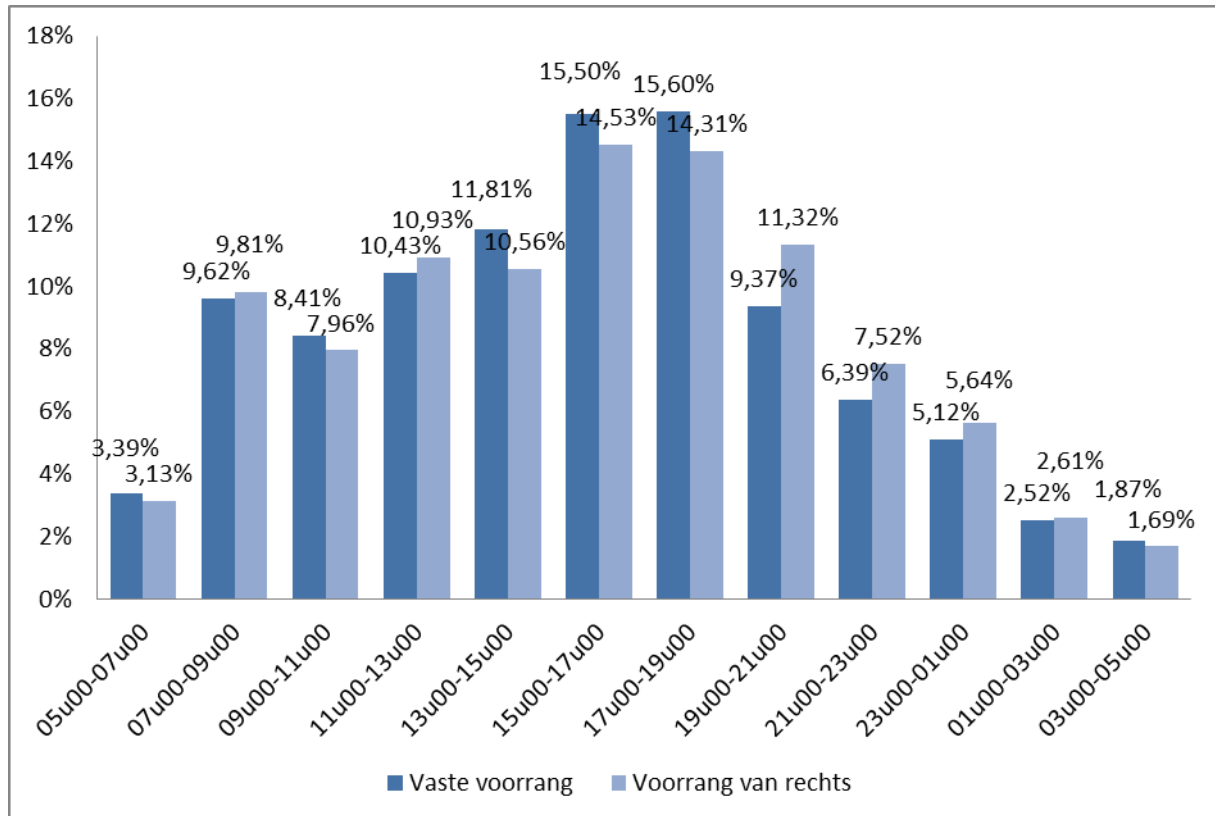
Deze analyse gedaan door het BIVV geldt voor alle geregistreerde ongevallen in 2009. Dit wil zeggen dat er geen onderscheid gemaakt werd voor kruispuntongevallen.

Opgemerkt binnen de verdeling van ongevallen voor de data gebruikt binnen deze thesis viel op dat er een lager percentage van de ongevallen voor de weekenddagen zaterdag en zondag. Dit is echter niet het geval voor de analyse uitgevoerd door de BIVV en kan hierbij niet ondersteund worden.

4.2.8 VOORRANGSREGELING EN UUR

De verdeling van de ongevallen overheen het verloop van de dag kent één duidelijke piek. Deze bevindt zich tussen de uren 15u00 en 19u00. Binnen het vakgebied wordt deze periode van de dag vaak gezien als avondspits, het einde van de werkdag. Na de avondspits daalt het aantal ongevallen naarmate de dag vordert. Na middernacht en tot 7u00 ligt het aantal ongevallen lager dan overdag.

Figuur 14: verdeling ongevallen uur/ voorrangsregeling



De CHI^2 test voor alle tijds categorieën samen geeft aan dat er een significante samenhang is tussen de voorrangsregeling en de tijds categorieën. Om een beeld te krijgen welke uur-groepen significant verschillend zijn voor de verschillende voorrangregelingen wordt de CHI^2 test ook nog uitgevoerd voor de verschillende uur-groepen apart.

Tabel 25: CHI²test uur/ voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Uur /voorrangsregel	11	30,48	0,001	CHI ²

H0: De voorrangsregeling heeft geen invloed op het uur waarop de ongevallen voorgevallen zijn. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

De tijds categorieën apart bekeken geeft een significante samenhang met de voorrangsregeling voor vier tijds categorieën. 13u00-15u00, 17u00-19u00, 19u00-21u00 en uur-groep 21u00-23u00 hebben een p-waarde kleiner dan de kritische p-waarde van 0,05.

Tabel 26: CHI²test categorieën uur/ voorrangsregeling

Uur groep	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangs-regeling	Vrijheids-graden	X ²	P	Statistische test
Alle uur groepen	12488	1	0,416				
05u00-07u00	404	0,032	0,436	1	0,642	0,423	CHI ²
07u00-09u00	1215	0,097	0,412	1	0,127	0,721	CHI ²
09u00-11u00	1017	0,081	0,430	1	0,815	0,367	CHI ²
11u00-13u00	1339	0,107	0,405	1	0,822	0,365	CHI ²
13u00-15u00	1384	0,111	0,444	1	4,782	0,029	CHI ²
15u00-17u00	1865	0,149	0,432	1	2,267	0,132	CHI ²
17u00-19u00	1854	0,148	0,437	1	3,994	0,046	CHI ²
19u00-21u00	1312	0,105	0,371	1	12,288	0,000	CHI ²
21u00-23u00	880	0,070	0,377	1	5,940	0,015	CHI ²
23u00-01u00	677	0,054	0,392	1	1,614	0,204	CHI ²
01u00-03u00	321	0,026	0,408	1	0,092	0,762	CHI ²
03u00-05u00	220	0,018	0,441	1	0,557	0,445	CHI ²

H0: Proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor een bepaalde uur groep is gelijk aan de proportie ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere uur groepen. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Kruispunten met een vaste voorrangregeling hebben een significant hoger percentage ongevallen voor de categorieën 13u00-15u00 (11,81%) en 17u00-19u00 (15,60%) in vergelijking met het percentage voor deze categorieën op kruispunten met een voorrang van rechts regeling (13u00-15u00: 10,56% en 17u00-19u00: 14,31%)

Voor de categorieën 19u00-21u00 en 21u00-23u00 is deze samenhang met de voorrangregeling omgekeerd. Hier kent namelijk kruispunten met een vaste voorrangregeling een lager percentage dan kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

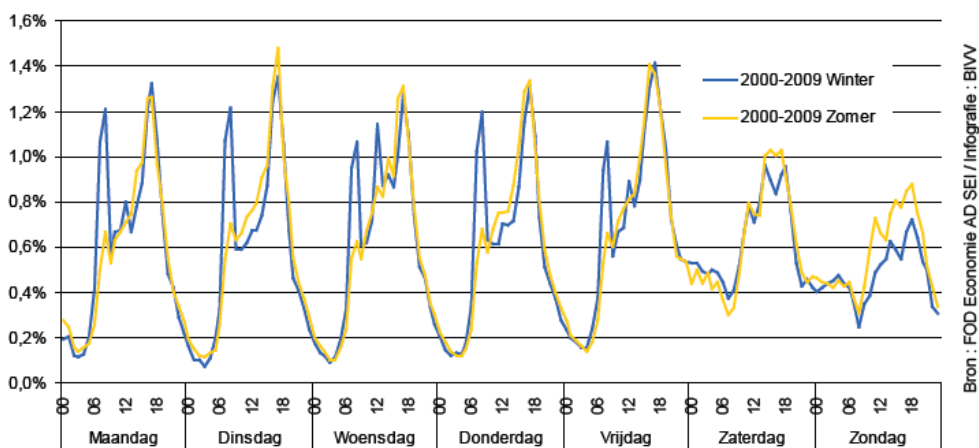
9,37% van de ongevallen op een kruispunt met een vaste voorrangregeling valt binnen de uur-groep 19u00-21u00. Dit is significant lager dan 11,32% van de ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Voor de uur-groep 21u00-23u00 is hetzelfde op te merken. Het percentage ongevallen binnen deze uur-groep is op kruispunten met een vaste voorrangregeling significant lager dan op kruispunten met een voorrang van rechts. De bijhorende percentages zijn namelijk respectievelijk 6,39% en 7,52%.

Mogelijke verklaringen

Analyse van de geregistreerde verkeersongevallen in 2009 uitgevoerd door het BIVV geeft weer dat er voor deze data een piek op te merken is tussen de uren 11.00 en 18.00. Voor de wintermaanden is er daarnaast een ochtendpiek op te merken, maar deze keert niet terug tijdens de zomermaanden.

Figuur 15: verdeling van de letselongevallen per dag en uur, vergelijking zomer/winter- 2000-2009 (bron: BIVV, 2010)



Noot : Het percentage geeft het aandeel weer van de letselongevallen op een bepaald uur ten opzichte van het totaal aantal ongevallen voor de volledige week (168 uren). Bij een evenwichtige verdeling zou elk uur goed zijn voor 0,60 % van de ongevallen.

Zomer: juni, juli, augustus; winter: december, januari, februari.

Er is dus enige overlapping met de gebruikte data voor deze thesis. Er is namelijk ook een piek in de namiddag op te merken. Deze ligt in dit geval wel tussen de uren 15u00 en 19u00.

Tijdens de uren 17u00-19u00 is er een significant hoger aantal ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling dan op kruispunten met een vaste voorrangsregeling. Dit kan gezien worden tijdens de uren van de avondspits. Kruispunten met een vaste voorrangsregeling betreffen meestal een voorrangroute, dewelke meestal op een hoger gelegen wegennet gelegen zijn dan de straten waar er een voorrang van rechts regeling gelden. Deze routes worden over langere afstanden meer gebruikt dan de binnenliggende wegen. Daarmee dat de route werk-thuis ook meer voorrangsroutes kent dan binnenliggende wegen.

Daarnaast is er een significant hoger aantal ongevallen op te merken op kruispunten met een voorrang van rechts regeling in vergelijking met kruispunten met een vaste regeling tussen 19u00 en 23u00. Op deze uren zijn er minder werk-thuis verplaatsingen, en zijn de verplaatsingen meestal in functie van ontspanning, familie, winkelen, ... Hierdoor zullen de binnenwegen meer gebruikt worden dan de voorrangsroutes, dit omdat het meestal over korte afstanden gaat.

4.3 INVLOED VAN VOORRANGSREGELING OP BETROKKENEN

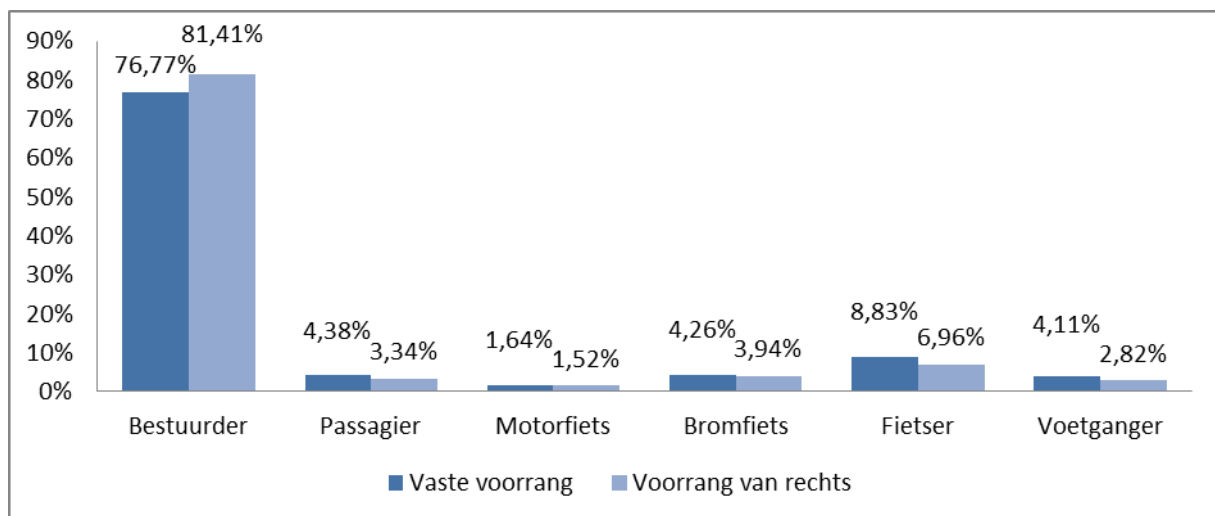
4.3.1 VOORRANGSREGELING EN DE HOEDANIGHEID VAN DE BETROKKENEN

De meeste betrokkenen voor de geregistreerde ongevallen in de gebruikte database zijn bestuurders. Van alle betrokkenen bij een ongeval op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling was 76,77% bestuurder. Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling was er 81,41% van de betrokkenen bestuurder.

Verder gekeken naar de andere betrokkenen ziet men dat het percentage fietsers hierin een hoger percentage kent dan de andere. Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling is het percentage fietsers als betrokkenen gelijk aan 8,83%, voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is het 6,96%.

De andere mogelijke betrokkenen zijn steeds kleine groepen. Ze blijven voor beide voorrangsregelingen allemaal onder de 5%.

Figuur 16: verdeling hoedanigheid van de betrokkenen/ voorrangsregeling



De CHI^2 voor alle betrokkenen en voorrangsregel geeft een waarde aan van 95,81 en een p-waarde kleiner dan 0,05 (0,0). Deze twee waarden geven aan dat er een significante relatie is tussen de voorrangsregeling en de betrokkenen die een ongeval hebben op deze kruispunten.

Tabel 27: CHI²test hoedanigheid van de betrokkenen/ voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Hoedanigheid van de betrokkenen/voorrangsregel	5	95,81	<u>0,000</u>	CHI ²

H0: De voorrangsregeling heeft geen invloed op de hoedanigheid van de betrokkenen. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Verder wordt er de CHI² test uitgevoerd voor elke hoedanigheid van de betrokkenen apart. Dit om na te kunnen gaan waar de relatie tussen hoedanigheid en voorrangsregeling significant is, en waar de samenhang niet hoog genoeg is om toeval te kunnen uitsluiten.

Bestuurders, passagiers, fietsers en voetgangers kennen een significante p-waarde. Dit wil zeggen dat het percentage voor deze betrokkenen significant verschillend is voor de twee verschillende voorrangsregelingen.

Tabel 28: CHI²test categorieën hoedanigheid van de betrokkenen/ voorrangsregeling

Hoedanigheid van de betrokkenen	Aantal betrokkenen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangs- regeling	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle betrokkenen	25539	1	0,422				
Bestuurder	20292	0,795	0,407	1	82,319	<u><0,001</u>	
Passagier	965	0,038	0,489	1	18,688	<u><0,001</u>	
Motorfiets	402	0,016	0,440	1	0,579	0,447	
Bromfiets	1041	0,041	0,441	1	1,643	0,200	
Fietser	1979	0,077	0,481	1	30,453	<u><0,001</u>	
Voetganger	860	0,034	0,515	1	31,841	<u><0,001</u>	

H0: Proportie betrokkenen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor een hoedanigheid is gelijk aan de proportie betrokkenen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere hoedanigheden. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Op kruispunten met een voorrang van rechts regeling waren in verhouding meer bestuurders betrokken. 81,41% van de betrokkenen op voorrang van rechts kruispunten waren bestuurders, dit in verhouding met een percentage van 76,77% voor kruispunten met een vaste voorrang.

Ook passagiers kennen een significante samenhang met de voorrangsregeling. Van alle betrokkenen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling is 4,38% passagier. Dit is significant hoger dan de 3,34% van de betrokkenen die passagier waren op kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Ook voor fietsers en voetgangers telt dat het percentage voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling significant hoger ligt dan deze voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling zijn de percentages fietsers en voetgangers respectievelijk 8,83% en 4,11%. Deze zijn significant hoger dan de percentages voor fietsers en voetgangers op kruispunten met een voorrang van rechts regeling, namelijk respectievelijk 6,96% en 2,82%.

Mogelijke verklaringen

Voorrangswegen zijn naar eigen mening meestal belangrijke verkeersstromen. Waarbij er een hogere verkeersintensiteit heerst. Dit zowel voor gemotoriseerd verkeer als voor zwakke weggebruikers. De hogere intensiteit van zwakke weggebruikers kan het significant hoger aantal ongevallen met fietsers op kruispunten met een vaste voorrangsregeling verklaren.

Hierdoor zijn voorzieningen voor zwakke weggebruikers bij deze routes meer noodzakelijk en zullen ze vaker aanwezig zijn. zal voor deze wegen vaker aanwezig zijn.

Een mogelijke verklaring voor de verkregen resultaten kan ook de rapporteringswijze van de ongevallen zijn. Zo zullen ongevallen met gewonden vaker geregistreerd worden dan ongevallen waarbij er geen ernstige gevolgen waren. Eerder werd al aangehaald dat er op kruispunten met een vaste voorrangsregeling vaker ongevallen gebeuren met gewonden dan op kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

De onder registratie van minder ernstige ongevallen met zwakke weggebruikers kan dus een mogelijke reden zijn voor de bekomen significante verschillen.

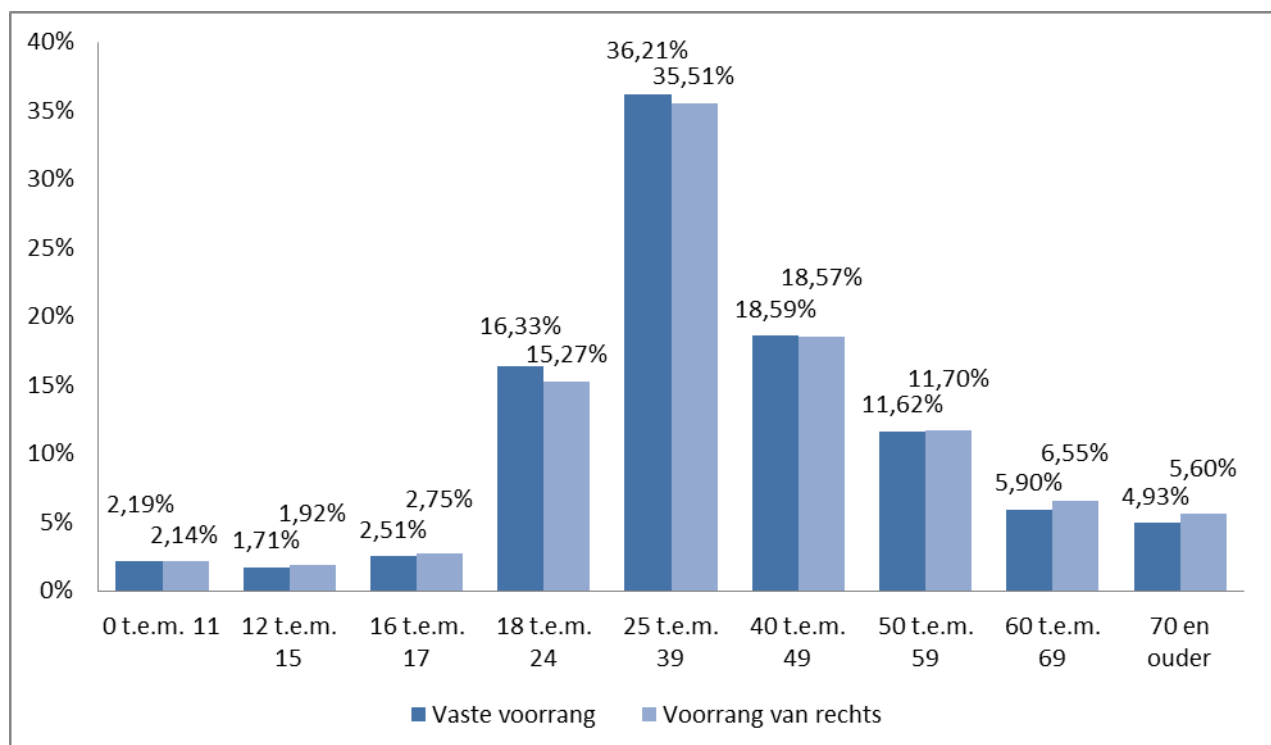
4.3.2 VOORRANGSREGELING EN DE LEEFTIJD VAN DE BETROKKENEN

Het valt op dat voor beide kruispuntregelingen de leeftijdscategorie 25-39 jaar de grootste leeftijdsgroep is die betrokken geraken bij een ongeval. Dit aantal is ongeveer het dubbel van de leeftijdsgroep 40 t.e.m. 49 jaar, dewelke naast de leeftijdscategorie 25-39 jaar het meeste betrokkenen is.

De leeftijdscategorie 25-39 jaar kent 14 leeftijdsjaren, daar waar de leeftijdscategorie 40-49 jaar 9 verschillende leeftijdsjaren bevat. Het aantal jaren binnen de categorie 25-39 jaar is dus niet dubbel zo groot dan deze van 40-49 jaar, waardoor de piek in deze leeftijdscategorie in verhouding de hoogste is voor alle leeftijdscategorieën. De leeftijdscategorie 18 t.e.m. 24 jaar telt 6 leeftijdsjaren, waardoor de percentages ook als een hoge piek gezien kan worden.

Opvallend is dat het aantal ongevallen met minderjarige laag blijft. Deze categorieën overstijgen de 3% niet voor beiden voorrangsregelingen. Vanaf de leeftijdscategorie 18 t.e.m. 24 jaar stijgt het percentage betrokkenen, dit tot en met de leeftijdscategorie 25 t.e.m. 39. Vanaf deze categorie is er een daling op te merken naarmate de leeftijdscategorieën ouder worden.

Figuur 17: verdeling ongevallen leeftijd/ voorrangsregeling



De CHI^2 test, om na te gaan of er een samenhang is tussen de leeftijd van de betrokkenen en de voorrangsregeling, geeft aan dat er geen significante samenhang op te merken is. De p-waarde van 0,090 is hoger dan de kritische p-waarde 0,05. In het algemeen kan er dus aangenomen worden dat de voorrangsregeling geen invloed heeft op de leeftijd van de betrokkenen bij een ongeval.

De verdeling van de leeftijden van de betrokkenen bij een ongeval voor beide kruispunt regeling zijn dus gelijklopend.

Naast deze algemene kijk op de variabelen wordt er ook in detail gekeken naar de verdeling voor de verschillende leeftijdscategorieën en wordt er een CHI^2 test uitgevoerd voor elke leeftijdscategorie in vergelijking met de andere leeftijdscategorieën.

Tabel 29: CHI^2 test leeftijd van de betrokkenen/ voorrangsregeling

	Vrijheids- graden	χ^2	P	Statistische test
leeftijd van de betrokkenen/voorrangsregel	8	13,68	0,090	CHI^2

H0: De voorrangsregeling heeft geen invloed op de leeftijd van de betrokkenen. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Verder wordt er de CHI^2 -test uitgevoerd voor elke leeftijdsgroep apart. Dit om na te kunnen gaan waar de relatie tussen leeftijdscategorie en voorrangsregeling significant is, en waar de samenhang niet hoog genoeg is om toeval uit te sluiten.

Tabel 30: CHI²test categorieën leeftijd van de betrokkenen/ voorrangsregeling

Leeftijd betrokkenen	Aantal betrokkenen	Proportie van totaal	Proportie op een kruispunt met vaste voorrangs- regeling	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle leeftijden	19744	1	0,428282				
0 t/m 11	426	0,022	0,434272	1	0,064	0,801	CHI ²
12 t/m 15	362	0,018	0,400552	1	1,158	0,282	CHI ²
16 t/m 17	522	0,026	0,40613	1	1,075	0,300	CHI ²
18 t/m 24	3105	0,157	0,444767	1	4,089	0,043	CHI ²
25 t/m 39	7070	0,358	0,433098	1	1,043	0,307	CHI ²
40 t/m 49	3668	0,186	0,428571	1	0,002	0,969	CHI ²
50 t/m 59	2304	0,117	0,426649	1	0,028	0,866	CHI ²
60 t/m 69	1238	0,063	0,403069	1	3,429	0,064	CHI ²
70 en ouder	1049	0,053	0,397521	1	4,281	0,039	CHI ²

H0: Proportie betrokkenen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor een bepaalde leeftijd is gelijk aan de proportie betrokkenen op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling voor alle andere leeftijden. . H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Er is enkel voor twee leeftijdscategorieën een significante p-waarde gevonden. De leeftijdscategorie 18 t.e.m. 24 kent een p-waarde(0,043) lager dan 0,05 en hiermee kan aangetoond worden dat er een significante relatie is tussen de voorrangsregeling en het aantal betrokkenen in de leeftijdscategorie 18 t.e.m. 24.

Daarnaast kent ook de leeftijdscategorie 70 en ouder een significante p-waarde (0,039). Dit wil zeggen dat ook deze leeftijdscategorie een significante relatie kent met de voorrangsregeling.

De leeftijdscategorie 60 t/m 69 kent een p-waarde van 0,064. Deze wordt aangenomen niet significant te zijn aangezien deze hoger is dan 0,05. Deze p-waarde leunt aan tegen deze kritische waarde. Dit wil zeggen dat de mogelijke samenhang tussen deze leeftijdscategorie en de voorrangsregeling leunt tegen het significant zijn. Daarnaast is dit verband in dezelfde richting dan dat van de leeftijdscategorie 70 en ouder, waardoor deze aanname nog sterker bevestigd wordt.

Op kruispunten met een vaste voorrangregeling ligt het percentage betrokkenen tussen de 18 en 24 jaar (16,33%) hoger dan deze voor kruispunten met een voorrang van rechts (15,27%). Voor de leeftijdscategorie 70 en ouder kan er het omgekeerde vast gesteld worden. Deze categorie kent binnen de kruispunten met een vaste voorrangregeling (4,93%) een lager percentage dan binnen de kruispunten met een voorrang van rechts regeling (5,60%).

Er is dus een trend op te merken tussen jong-volwassenen en oudere bestuurders. Kruispunten met een vaste voorrangregeling hebben in verhouding meer ongevallen met jong-volwassenen tussen de 18 en 39 jaar. Terwijl kruispunten met een voorrang van rechts regeling meer ongevallen met ouderen boven de 60 hebben.

Mogelijke verklaringen

Jongeren in het verkeer nemen meer risico's en zullen sneller een agressief rijgedrag vertonen. Dit resulteert in een hoger risico op fouten. Fouten leiden tot ongevallen. (Arnett et al, 1997)(Classen et al, 2007)

Doordat logischerwijze alle rijrichtingen op een voorrang van rechts geacht worden af te remmen vooraleer men het kruispunt oprijdt is het mogelijk dat men fouten van andere weggebruikers vaker kunnen opvangen/ontwijken.

Rijrichtingen in de voorrang bij kruispunten met een vaste voorrangregeling moeten minder vaak afremmen of stoppen. Hierdoor kan het zijn dat deze weggebruikers minder vaak fouten van andere weggebruikers opmerken en/of kunnen ontwijken.

Voor oudere weggebruikers geldt dat de reflexen degraderen naargelang de ouderdom. Dit resulteert in langere reactietijden en perceptietijden.

Daarnaast zal naarmate de leeftijd van de weggebruiker stijgt het risico op vermoeidheid groter zijn, er zal een reductie zijn in het vermogen om informatie te verwerken, en het gezichts- en gehoorvermogen, mobiliteit en kracht zullen hoogst waarschijnlijk afnemen.

Hoe ouder men is zullen de voordelen van meer rijervaring overstegen worden door deze negatieve invloeden.

Op kruispunten met een voorrang van rechts regeling wordt er geacht dat alle bestuurders hun snelheid minderen. Maar tot een volledige stilstand komen moet men enkel als er een ander voertuig is dat men voorrang moet verlenen. Bij kruispunten met een vaste voorrangregeling kan dit anders liggen. Met grote waarschijnlijkheid moeten zijwegen uit de voorrang op deze kruispunten verplicht stoppen door de aanwezigheid van stopbord/streep, en omdat voorrangswegen meestal

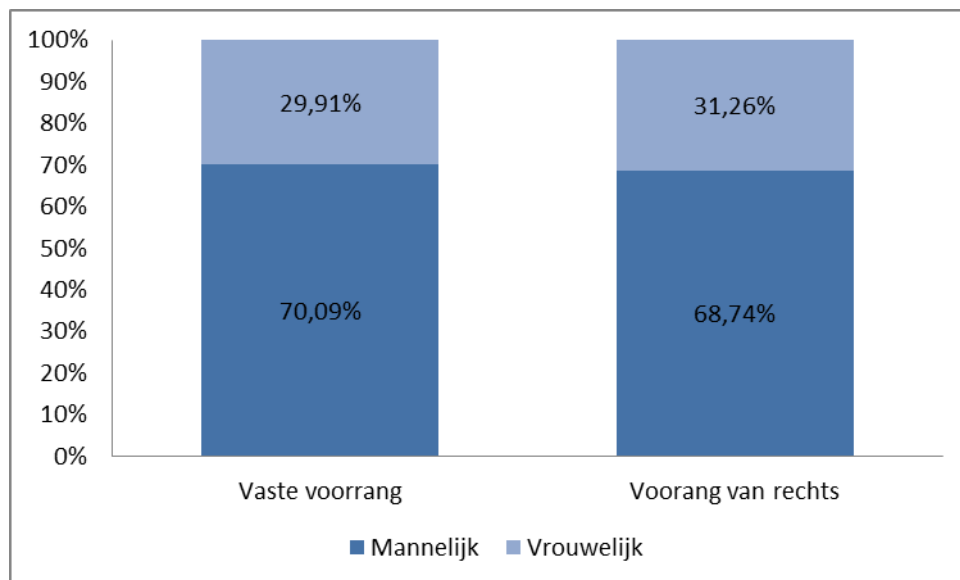
belangrijkere verkeersstromen zijn. Dit stoppen kan ervoor zorgen dat de bestuurder meer oplettend is. Wanneer de weggebruiker zich op de voorrangsweg bevindt moet hij geen voorrang verlenen en zijn er minder fouten die men kan maken.

Dit kan verklaren dat de oudere generatie met mogelijk fysieke nadelen minder snel ongevallen hebben op kruispunten met een vaste voorrangsregeling. Op kruispunten met een voorrang van rechts regeling, hebben ze vaker de mogelijkheid oplettender te zijn.

4.3.3 VOORRANGSREGELING EN HET GESLACHT VAN DE BETROKKENEN

Voor beide voorrangsregelingen zijn is het aantal mannen betrokken bij een ongeval hoger dan het aantal vrouwen.

Figuur 18: verdeling geslacht van de betrokkenen/ voorrangsregeling



Tabel 31: CHI²test geslacht van de betrokkenen/ voorrangsregeling

Voorrangsregel	Aantal betrokkenen	Proportie van het totaal	Proportie mannelijke betrokkenen	Vrijheidsgraden	X ²	P	Statistische test
Alle kpt-en	20482	1	0,693				
Vaste voorrang	8803	0,430	0,701	1	4,308	0,038	CHI ²
Voorrang van rechts	11679	0,570	0,687				

H0: Het aantal mannelijke betrokkenen is onafhankelijk van de voorrangsregeling. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Het percentage mannelijke betrokkenen van een ongeval op een kruispunt met een vaste voorrangsregeling (70,09%) verschilt significant met het percentage mannelijke betrokkenen voor ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling (68,74%). Kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben in vergelijking vaker een mannelijke betrokkene dan kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Voor het percentage vrouwelijke betrokkenen ligt deze relatie omgekeerd. Hier kennen de kruispunten met een vaste voorrangsregeling een significant lager percentage vrouwelijke

betrokkenen (29,91%) in vergelijking met het percentage vrouwelijke betrokkenen op kruispunten met een voorrang van rechts regeling (31,26%).

Mogelijke verklaringen

Er is gebleken dat mannen meer risico-nemend gedrag vertonen dan vrouwen. Dit resulteert in een hoger aantal verkeersovertredingen voor mannelijke weggebruikers (Aberg and Rimmo, 1998) (Arnett et al, 1997) (Blockey & Hartley, 1995) (Parker et al, 1995).

Alle rijrichtingen voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling worden geacht te vertragen. Deze vertraging kan er voor zorgen dat fouten en overtredingen van weggebruikers sneller opgenomen en ontweken kunnen worden door andere weggebruikers. Dit kan het significant lager aantal mannelijke betrokkenen voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling verklaren.

4.4 ANDERE INVLOEDEN

Een diepere analyse die gemaakt kan worden is de invloed van de kruispunteigenschappen op de ongevallen binnen de verschillende voorrangsregelingen. Zo wordt gekeken of de invloed van de verschillende kruispunteigenschappen op het aantal en de ernst van de ongevallen verschillend is voor de verschillende voorrangsregelingen.

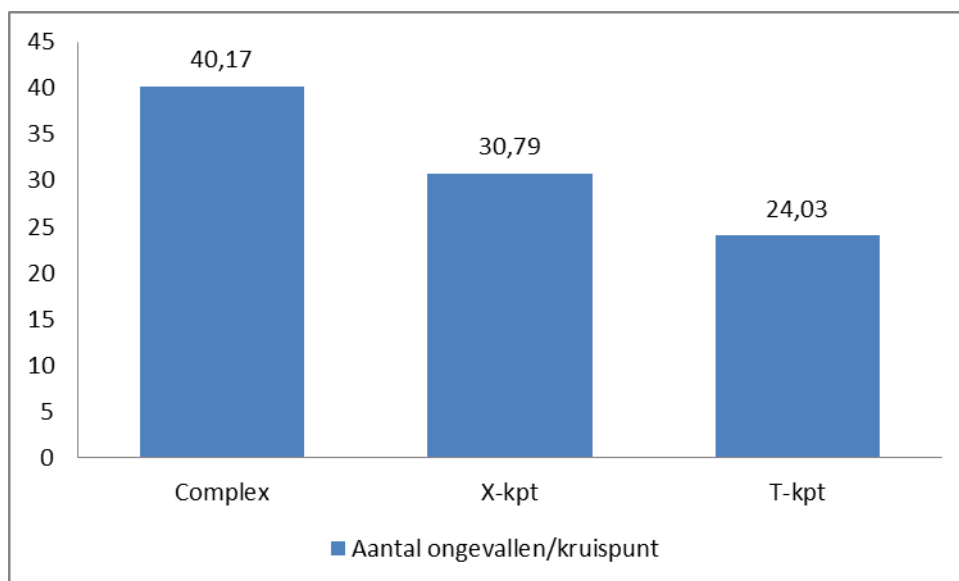
Er werd geopteerd om het kruispunttype, de snelheidslimiet op het kruispunt en het eventueel aanwezig zijn van verhogingen te bestuderen.

4.4.1 KRUISPUNTTYPE EN AANTAL ONGEVALLEN

Zoals reeds besproken in de literatuurstudie is er een verschil in aantal conflictpunten per kruispunttype. Hoe meer armen het kruispunt heeft, hoe meer conflictpunten waar twee of meer verschillende verkeersstromen elkaar kruisen.

VASTE VOORRANGSREGELING

Figuur 19: verdeling ongevallen/kruispunttype op kruispunten met vaste voorrang



Binnen de kruispunten met een vaste voorrangsregeling zien we dat voor complexe kruispunten het aantal ongevallen per kruispunt het hoogst ligt.

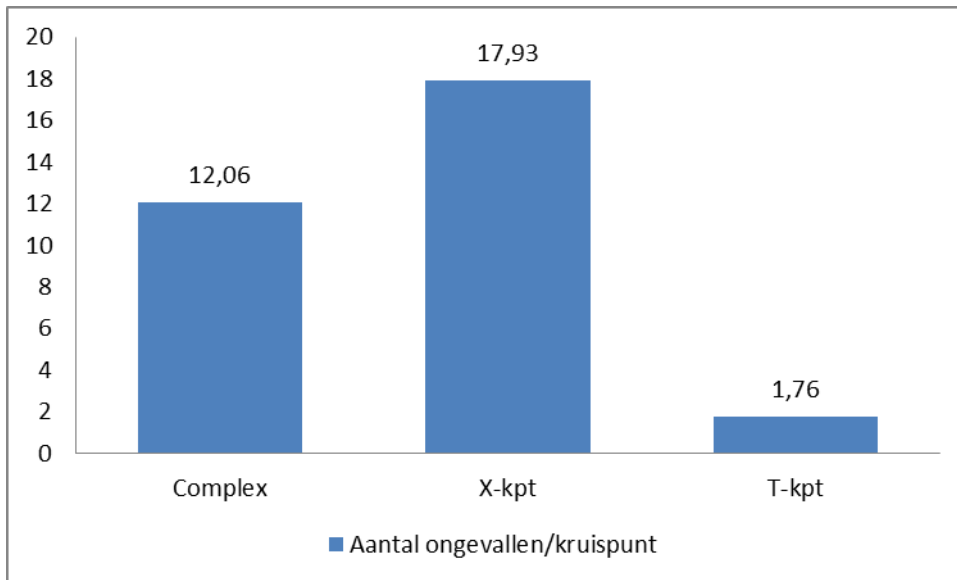
Er valt een patroon op, namelijk hoe minder takken het kruispunt kent, hoe lager het aantal ongevallen per kruispunt.

In sommige gevallen geldt dat hoe complexer het kruispunt is, hoe minder leesbaar dit is. In het geval

van een vaste voorrangsregel kan dit tot gevolg hebben dat een foute inschatting, van de verkeersstromen die voorrang hebben, wordt gemaakt.

VOORRANG VAN RECHTS

Figuur 20: verdeling ongevallen/kruispunttype voor kruispunten met voorrang van rechts



Opvallend is dat het aantal ongevallen per kruispunt voor complexe kruispunten met een voorrang van rechts regeling lager ligt dan deze van X-kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Complexe kruispunten hebben namelijk meer conflictpunten zoals eerder vermeld.

Zoals eerder aangehaald geldt dat in sommige gevallen hoe complexer het kruispunt is, hoe minder leesbaar deze is. In het geval van een vaste voorrangsregel kan dit tot gevolg hebben tot een foute inschatting van welke verkeersstromen voorrang hebben.

Dit zou eventueel het verschil met het aantal ongevallen voor complexe kruispunten met een voorrang van rechts regeling kunnen verklaren. Bij kruispunten met een voorrang van rechts regeling heeft het aantal armen niet direct een invloed op het inschatten welke verkeersstroom voorrang heeft.

4.4.2 KRUISPUNTTYPE EN ERNST VAN DE ONGEVALLEN

Voor beide voorrangsregelingen geldt dat op T-kruispunten het aandeel stoffelijke ongevallen groter is dan letselongevallen.

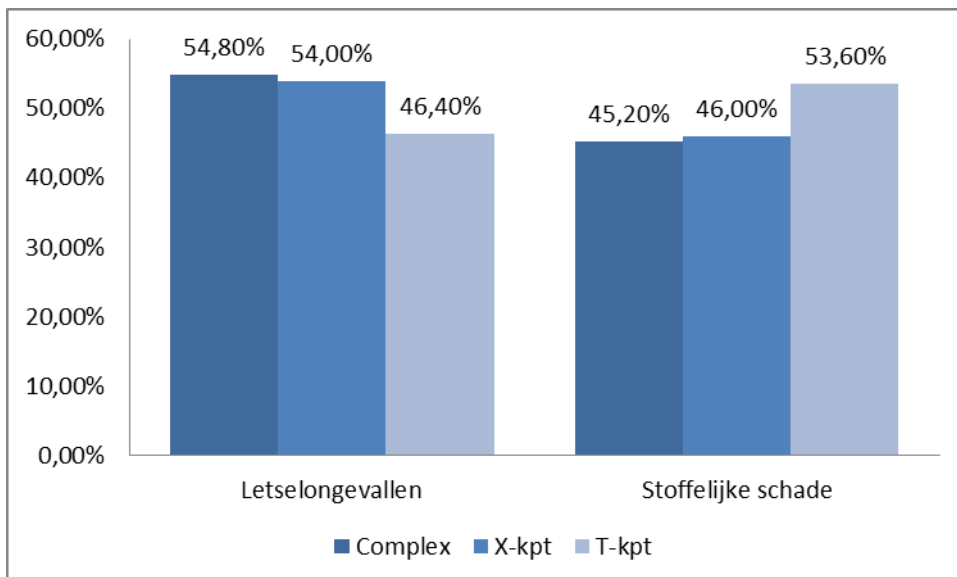
Voor X-kruispunten en complexe kruispunten is er een verschil tussen de twee verschillende voorrangsregelingen. Hier geldt namelijk voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling dat de ongevallen op complexe kruispunten en X- kruispunten een hoger aandeel letselongevallen hebben dan stoffelijke ongevallen. Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is dit omgekeerd. Hier hebben stoffelijke ongevallen een hoger aandeel dan letselongevallen op X-kruispunten en complexe kruispunten.

VASTE VOORRANGSREGELING

Ongevallen op T-kruispunten zijn minder vaak letselongevallen. Zo waren 46,40% van de ongevallen op T-kruispunten met een vaste voorrangsregeling letselongevallen.

X-kruispunten en complexe kruispunten binnen de kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben blijkbaar een hoger percentage letselongevallen. 54,80% van de ongevallen op complexe kruispunten waren letselongevallen en op X-kruispunten was 54,00% van de ongevallen letselongevallen.

Figuur 21: verdeling ongevallenernst/kruispunttype voor kruispunten met vaste voorrang



Er is een significante invloed voor de kruispunten met een vaste voorrang tusschen het kruispunttype en de ongevallenernst. De Chi-kwadraat test geeft namelijk een p-waarde die kleiner is dan de kritische waarden van 0,05.

Tabel 32: CHI²test kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Kruispunttype/ ongevallenernst	2	678,170	<0,001	CHI ²

H0: Het kruispunttype heeft geen invloed op de ongevallenernst. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

In detail worden de verschillende kruispunttypes ook onderworpen aan de CHI² test. Dit om na te gaan of er een kruispunttype is dat eventueel geen significante relatie kent met de ongevallenernst. Hieruit kan er geconcludeerd worden dat er alle verschillende kruispunten een significante relatie hebben met de ongevallenernst.

Tabel 33: : CHI²test categorieën kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang

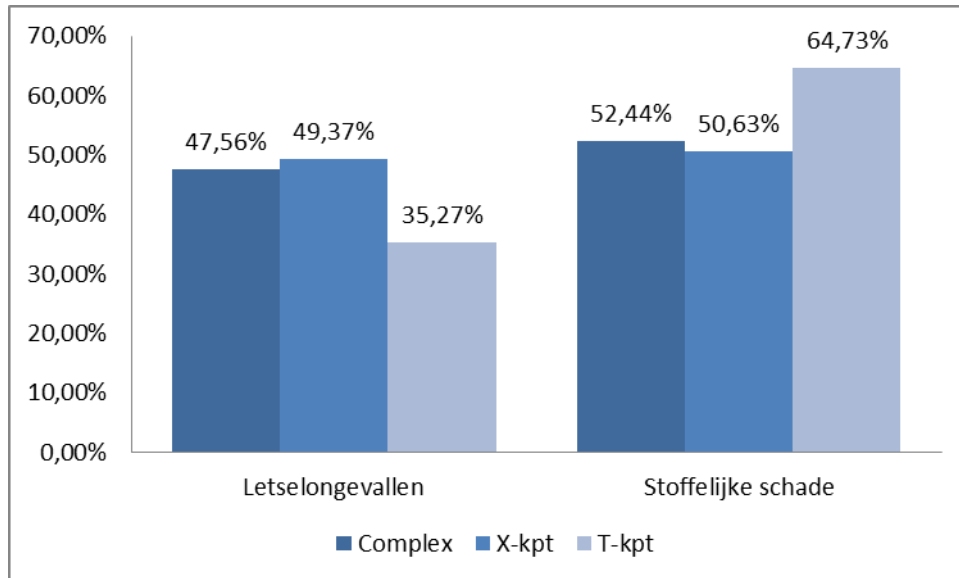
Kruispunttype	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie letselgevallen	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle kruispunttypes	5199	1	0,476				
Complex	241	0,046	0,548	1	65,306	<0,001	CHI ²
X-kpt	585	0,113	0,540	1	10,799	0,001	CHI ²
T-kpt	4373	0,841	0,464	1	17,216	<0,001	CHI ²

H0: Proportie letselgevallen voor een bepaalde kruispunttype is gelijk aan de proportie letselgevallen voor alle andere kruispunttypes . H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

VOORRANG VAN RECHTS

Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling zijn de ongevallen beduidend vaker ongevallen met stoffelijke schade. 64,73% van de ongevallen op T-kruispunten hadden namelijk enkel stoffelijke schade. Ook voor complexe kruispunten en X-kruispunten is er een hoger percentage ongevallen met enkel stoffelijke schade, respectievelijk 52,44% en 50,63%.

Figuur 22: verdeling ongevallenernst/kruispunttype voor kruispunten met voorrang van rechts



De Chi-kwadraat test geeft aan dat er een significante relatie is tussen het kruispunttype en de ongevallenernst. De p-waarde is namelijk kleiner dan de kritische waarde 0,05.

Tabel 34: : CHI²test kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Kruispunttype/ ongevallenernst	2	128,147	<0,001	CHI ²

H0: Het kruispunttype heeft geen invloed op de ongevallenernst. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

In detail worden de verschillende kruispunttypes ook onderworpen aan de CHI^2 test. Ook voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er voor alle kruispunttypes individueel een significante relatie bevonden met de ongevallenernst.

Tabel 35: : CHI^2 test categorieën kruispunttype/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts

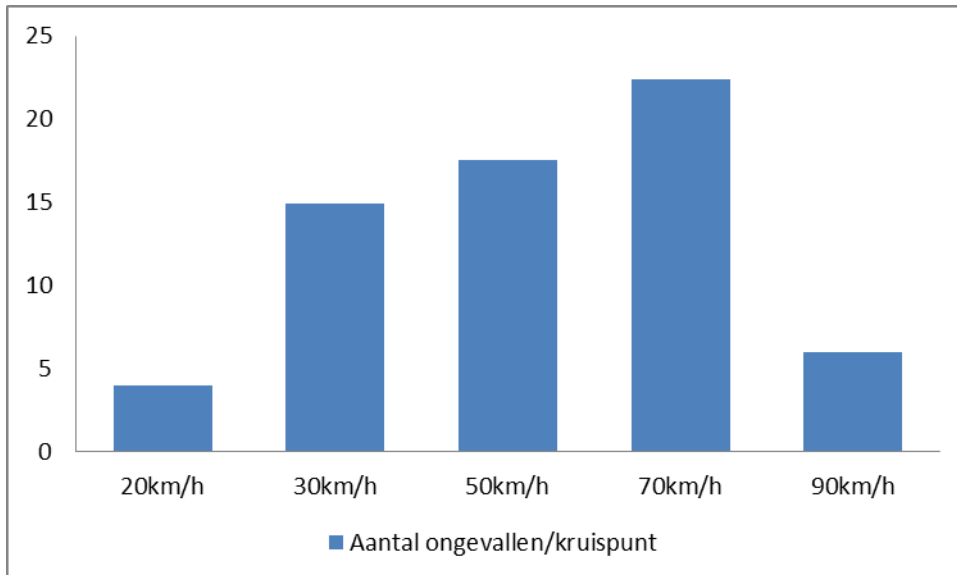
Kruispunttype	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie letselgevallen	Vrijheids- graden	χ^2	P	Statistisch e test
Alle kruispunttypes	7289	1	0,398				
Complex	410	0,056	0,476	1	10,922	<u>0,001</u>	CHI^2
X-kpt	1985	0,272	0,494	1	104,285	<u><0,001</u>	CHI^2
T-kpt	4894	0,671	0,353	1	127,683	<u><0,001</u>	CHI^2

H0: Proportie letselgevallen voor een bepaalde kruispunttype is gelijk aan de proportie letselgevallen voor alle andere kruispunttypes . H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

4.4.3 SNELHEIDSLIMIET EN AANTAL ONGEVALLEN

VASTE VOORRANGSREGELING

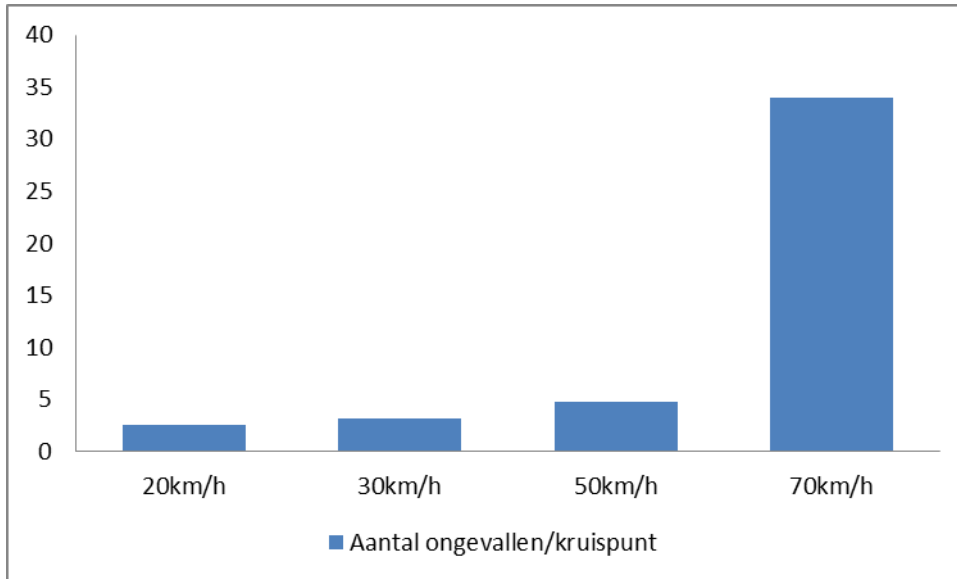
Figuur 23: verdeling ongevallen/snelheidslimiet voor kruispunten met vaste voorrang



Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling zijn de kruispunten met een maximale snelheidslimiet van 70km/h degene met de meeste ongevallen. Daarnaast zijn binnen deze groep de kruispunten met een maximale snelheidslimiet van 20km/h en 90 km/h degene waar het minst aantal ongevallen per kruispunt voorvielen. Deze hadden elk slechts één kruispunt in de database. Hierdoor kan het resultaat een verkeerd beeld geven, en geven deze gegevens geen gemiddelde weer voor deze kruispunten.

VOORRANG VAN RECHTS

Figuur 24: verdeling ongevallen/ snelheidslimiet voor kruispunten met voorrang van rechts



Het aantal ongevallen per kruispunt met een maximale snelheid van 70km/h met een voorrang van rechts regeling ligt beduidend hoger dan deze van de andere snelheidslimieten van de kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Een verklaring hiervoor kan zijn dat er maar één kruispunt in de database was opgenomen dewelke een voorrang van rechts regeling heeft en dewelke een maximale snelheidslimiet van 70km/h heeft. Door dit lage aantal kunnen de resultaten een verkeerd beeld geven, en wordt er geen gemiddelde weergegeven maar een momentopname.

In vergelijking met de kruispunten met een vaste voorrangregeling gebeuren er minder ongevallen op kruispunten met een lagere snelheid dan 70km/h.

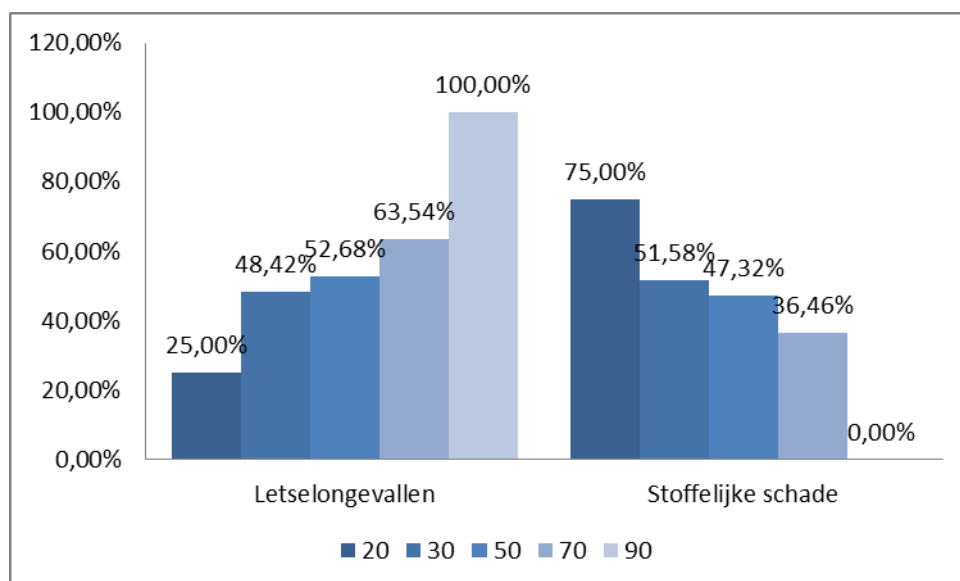
4.4.4 SNELHEIDSLIMIET EN ONGEVALLENERNST

VASTE VOORRANGSREGELING

100% van de ongevallen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling en een maximale snelheidslimiet van 90km/h waren letselongevallen. De database telt echter slechts één kruispunt met deze karakteristieken en hier werden 6 ongevallen geregistreerd. De hoge snelheidslimiet kan de hogere ongevallenernst wel verklaren.

Er kan opgemerkt worden dat hoe hoger de snelheidslimiet wordt, hoe hoger het percentage van de letselongevallen waren.

Figuur 25: verdeling ongevallenernst/snelheidslimiet voor kruispunten met vaste voorrang



De berekende p-waarde via de Chi² test geeft een significant verband aan tussen de snelheid op het kruispunt en de ongevallenernst. Zoals literatuur ook reeds aangetoond heeft zal de kans op een letselongeval stijgen naarmate de snelheidslimiet stijgt.

Tabel 36: : CHI²test snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang

	Vrijheids- graden	χ ²	P	Statistische test
Snelheidslimiet/ ongevallenernst	4	37,802	<0,001	CHI ²

H0: De snelheidslimiet heeft geen invloed op de ongevallenernst. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Wanneer de CHI² test wordt gedaan voor de verschillende snelheidslimieten apart valt op dat er geen significantie werd aangetoond voor kruispunten met een maximaal snelheidslimiet van 20km/h en voor kruispunten met een maximaal snelheidslimiet van 90km/h. Voor deze kruispunten waren er

echter steeds maar één kruispunt in de database aanwezig. Door het lage aantal kruispunten kan er dus geen significant verband gevonden worden.

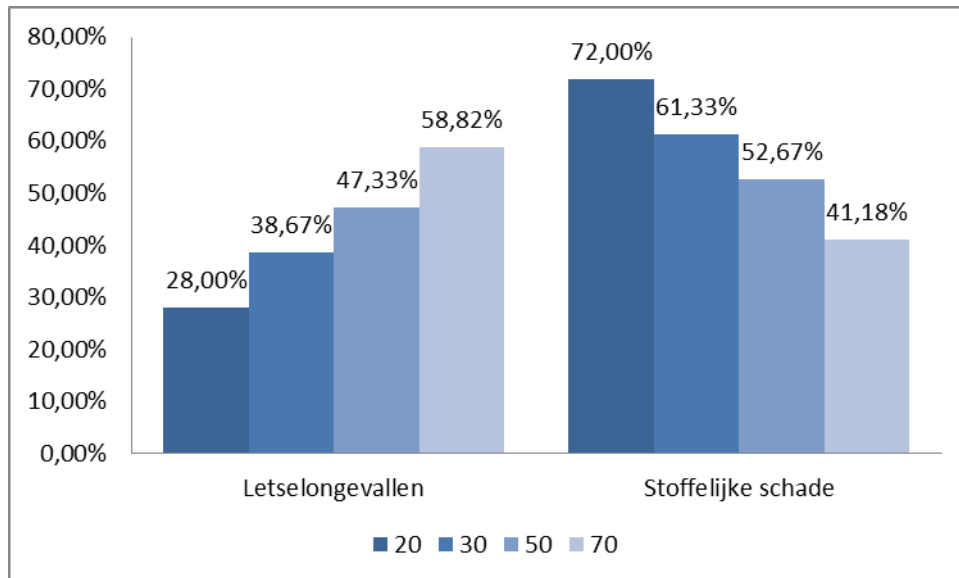
Tabel 37: : CHI²test categorieën snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang

Snelheidslimiet	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie letselongevallen	Vrijheidsgraden	X ²	P	Statistische test
Alle snelheidslimieten	3470	1	0,540				
20km/h	4	0,001	0,250	1	1,359	0,340	Fischer
30km/h	537	0,155	0,484	1	8,072	0,005	CHI ²
50km/h	2295	0,661	0,527	1	5,009	0,025	CHI ²
70km/h	628	0,181	0,635	1	27,864	<0,001	CHI ²
90km/h	6	0,002	1	1	5,113	0,034	Fisher

H0: Proportie letselongevallen voor kruispunten met een bepaalde snelheidslimiet is gelijk aan de proportie letselongevallen voor alle andere snelheidslimieten . H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

VOORRANG VAN RECHTS

Figuur 26: verdeling ongevallenernst/snelheidslimiet voor kruispunten met voorrang van rechts



Ook voor de kruispunten met een voorrang van rechts regeling geldt dat hoe hoger de maximale snelheidslimiet wordt, hoe hoger het percentage letselongevallen is.

Voor dit verband werd er aan de hand van de CHI^2 test een significant verband gevonden tussen snelheidslimiet en ongevallenernst.

Tabel 38: CHI^2 test snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts

	Vrijheids- graden	χ^2	P	Statistische test
Snelheidslimiet/ ongevallenernst	4	43,815	<0,001	CHI^2

H_0 : De snelheidslimiet heeft geen invloed op de ongevallenernst. H_0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Wanneer de verschillende snelheidslimieten apart bekeken worden valt er op dat er een significant verband tussen snelheidslimiet en ongevallenernst gevonden wordt voor de snelheidslimieten 30km/h en 50km/h. Er werd geen significant verband aangetoond voor kruispunten met een maximale snelheidslimiet 20km/h en 70km/h. Ook hiervoor kan het lage aantal kruispunten in de database een verklaring geven. Er was namelijk maar één kruispunt met een voorrang van rechts regeling en een maximale snelheidslimiet van 70km/h en er waren maar 10 kruispunten met een maximale snelheidslimiet van 20km/h.

Tabel 39: CHI²test categorieën snelheidslimiet/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts

Snelheidslimiet	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie letselgevallen	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle snelheidslimieten	5745		0,445				
20km/h	25	0,0044	0,280	1	2,759	0,097	CHI ²
30km/h	1885	0,328	0,387	1	38,214	<0,001	CHI ²
50km/h	3801	0,662	0,473	1	37,108	<0,001	CHI ²
70km/h	34	0,006	0,588	1	2,852	0,091	CHI ²
90km/h	0						

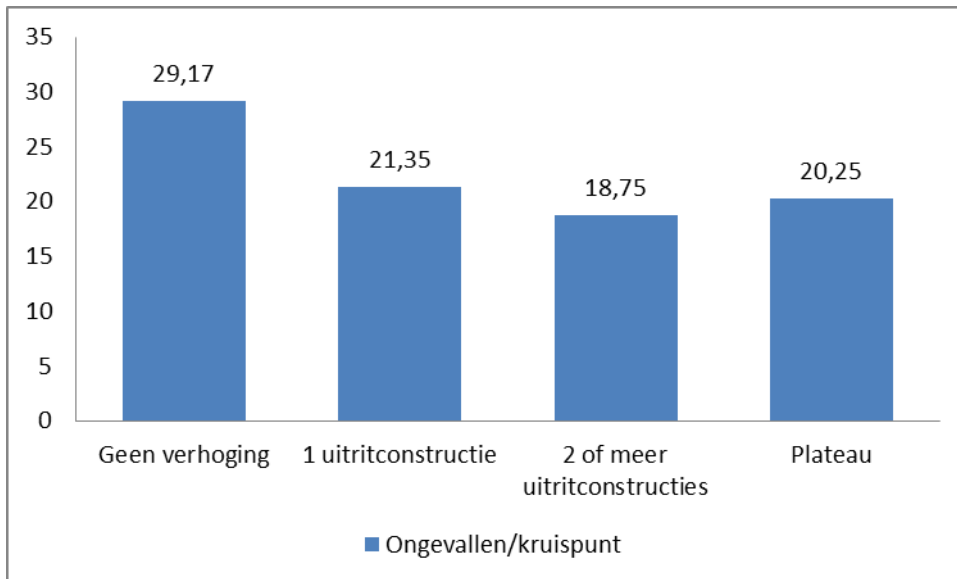
H0: Proportie letselgevallen voor kruispunten met een bepaalde snelheidslimiet is gelijk aan de proportie letselgevallen voor alle andere snelheidslimieten . H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

4.4.5 VERHOGINGEN EN AANTAL ONGEVALLEN

Voor beide voorrangsregelingen wordt opgemerkt dat er een daling is in het aantal ongevallen op een kruispunt naarmate er meer verhogingen aanwezig zijn op het kruispunt. Enkel voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling is er een lichte stijging te merken bij kruispunten met een plateau.

VASTE VOORRANGSREGELING

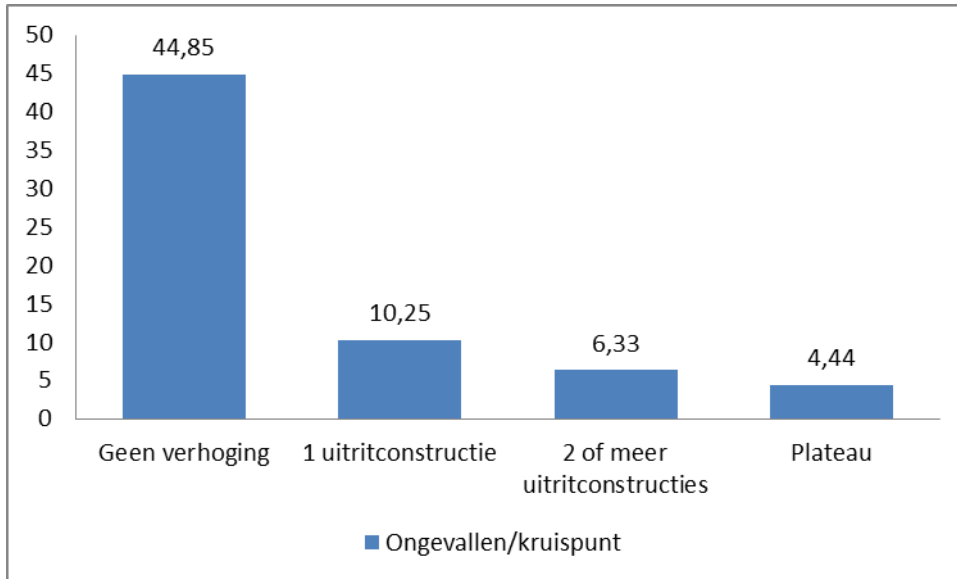
Figuur 27: verdeling ongevallen/verhoging voor kruispunten met vaste voorrang



Voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling zijn kruispunten met geen verhogingen deze met het hoogst gemiddeld aantal ongevallen per kruispunt. Kruispunten met 1 of meerdere verhogingen en kruispunten met een plateau hebben een lagere kans op een ongeval.

VOORRANG VAN RECHTS

Figuur 28: verdeling ongevallen/ verhoging voor kruispunten met voorrang van rechts



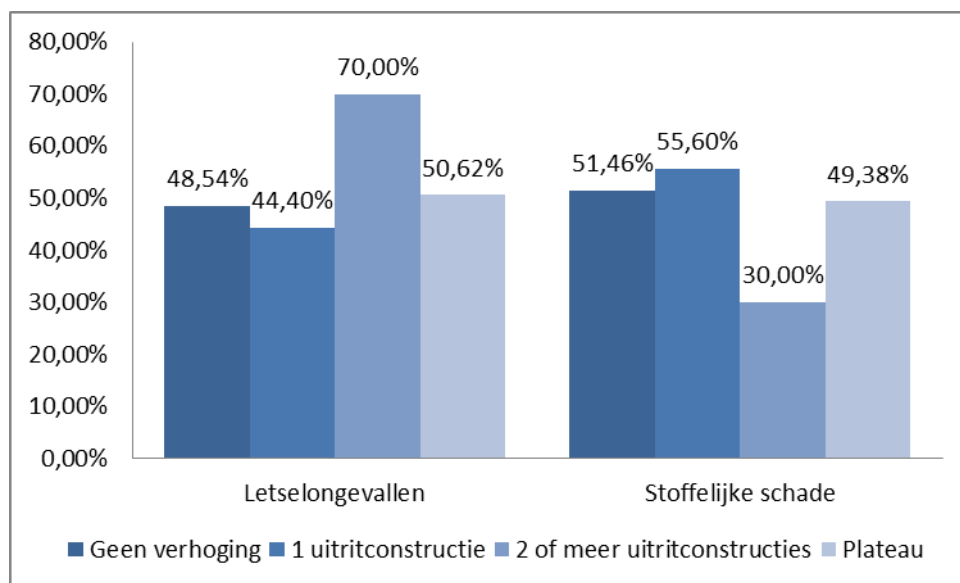
Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er ook een hoger aantal ongevallen op te merken bij kruispunten zonder verhoging. 44,85 ongevallen per kruispunt is in vergelijking met de andere resultaten voor verhogingen een redelijk hoog gemiddeld aantal ongevallen per kruispunt. Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er een opmerkelijk laag aantal ongevallen per kruispunt voor kruispunten met 1 of meer verhogingen en kruispunten met een plateau.

4.4.6 VERHOGINGEN EN ONGEVALLENERNST

VASTE VOORRANGSREGELING

Binenn de kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben de kruispunten met 2 of meer uitritconstructies het hoogste percentage aan letselongevallen. Namelijk 70% van de ongevallen die op dergelijk kruispunt voordeden waren letselongevallen. Kruispunten binnen deze voorrangsregeling en met 1 uitritconstructie hebben de laagste ongevallenernst. 44,40% van de ongevallen op dergelijke kruispunten waren letselongevallen.

Figuur 29: verdeling ongevallenernst/verhoging voor kruispunten met vaste voorrang



De berekende p-waarde door de CHI²-test geeft aan dat er een relatie is tussen de verhogingen op kruispunten met een vaste voorrangsregeling en de ongevallenernst.

Tabel 40: CHI²test verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang

	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Verhogingen/ ongevallenernst	3	39,58843	<0,001	CHI ²

H0: De verhogingen hebben geen invloed op de ongevallenernst. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

De p-waarde werd aan de hand van de CHI²-test berekend voor alle verschillende categorieën voor verhogingen apart. Dit kan dan aangeven of er voor een bepaalde categorie een relatie is met de ongevallenernst.

Voor de categorieën 'geen verhogingen' en een 'plateau' werden er geen significante verbanden gevonden met de ongevallenernst.

Voor de categorieën '1 uitritconstructie' en '2 of meer uitritconstructies' werd er wel een p-waarde gevonden die een significant verband aantoont met de ongevallenernst.

Hoe meer uitritconstructies, maar geen plateau, hoe meer letselongevallen er hebben plaats gevonden.

Tabel 41: CHI²test categorieën verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met vaste voorrang

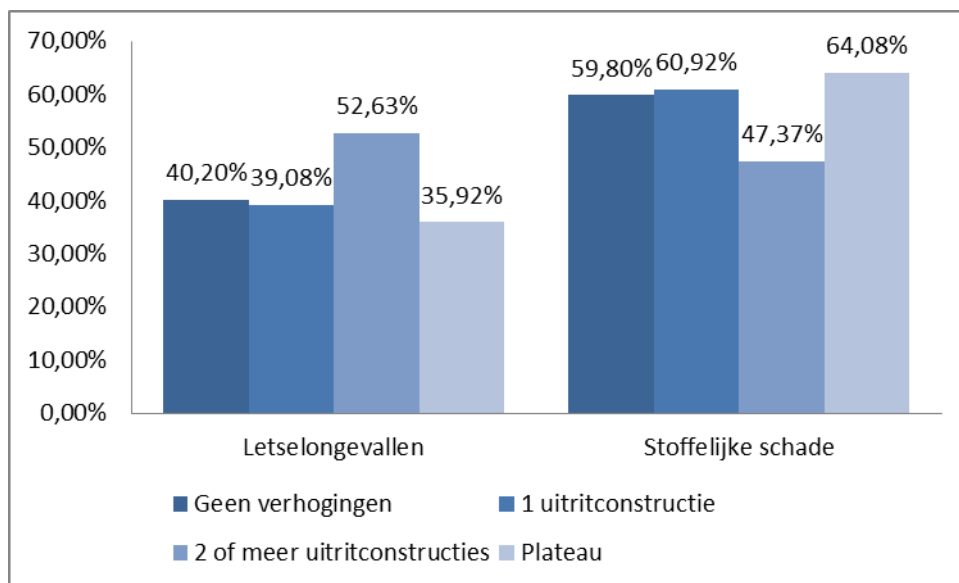
Verhogingen	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie letselongevallen	Vrijheids- graden	X ²	P	Statistische test
Alle verhogingen	5199	1	0,476				
Geen verhogingen	3004	0,578	0,485	1	2,366	0,124	CHI ²
1 uitritconstructie	1964	0,378	0,444	1	13,164	<0,001	CHI ²
2 of meer uitritconstructies	150	0,029	0,700	1	31,002	<0,001	CHI ²
Plateau	81	0,016	0,506	1	0,295	0,587	CHI ²

H₀: Proportie letselongevallen voor kruispunten met een bepaalde verhoging is gelijk aan de proportie letselongevallen voor alle andere kruispunten . H₀ wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

VOORRANG VAN RECHTS

Binnen de kruispunten met een voorrang van rechts regeling is op te merken dat kruispunten met 2 of meer uitritconstructies een hoger percentage letselongevallen kennen dan de andere kruispunten. 52,63% van de ongevallen op kruispunten met een voorrang van rechtsregeling en 2 of meer uitritconstructies zijn letselongevallen. Voor de andere kruispunten is het percentage letselongevallen kleiner dan het percentage ongevallen met stoffelijke schade.

Figuur 30: verdeling ongevallenernst/ verhoging voor kruispunten met voorrang van rechts



Er werd een significante p-waarde bekomen bij de CHI²-test. Er kan dus aangenomen worden dat er een significante invloed is van de verhogingen op de ongevallenernst.

Tabel 42: CHI²test verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts

	Vrijheids-graden	χ^2	P	Statistische test
Verhogingen/ ongevallenernst	3	14,01276	<u>0,003</u>	CHI ²

H0: De verhogingen hebben geen invloed op de ongevallenernst. H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Wanneer de verschillende categorieën worden bekeken aan de hand van de CHI²-test valt op dat er voor de categorieën '2 of meer uitritconstructies' en 'plateau' een significante relatie met de ongevallenernst werd aangetoond met de p-waarde.

Tabel 43: CHI²test categorieën verhoging/ ongevallenernst voor kruispunten met voorrang van rechts

Verhogingen	Aantal ongevallen	Proportie van totaal	Proportie letselongevallen	Vrijheidsgraden	X ²	P	Statistische test
Alle verhogingen	7289	1	0,398				
Geen verhogingen	4978	0,682947	0,402	1	1,034	0,309	CHI ²
1 uitritconstructie	1507	0,20675	0,391	1	0,406	0,524	CHI ²
2 of meer uitritconstructies	133	0,018247	0,526	1	9,310	<u>0,002</u>	CHI ²
Plateau	671	0,092057	0,359	1	4,651	<u>0,031</u>	CHI ²

H0: Proportie letselongevallen voor kruispunten met een bepaalde verhoging is gelijk aan de proportie letselongevallen voor alle andere kruispunten . H0 wordt verworpen wanneer $p \leq 0,05$.

Hoofdstuk 5 : CONCLUSIE EN DISCUSSIE

TEKORTKOMINGEN

Er zijn nog vele niet onderzochte invloeden op de verkeersveiligheid van kruispunten. Uit de verzamelde data voor deze thesis is het moeilijk andere niet besproken invloeden te filteren. Zo kan men als belangrijkste factor intensiteiten op het kruispunt vermelden. Deze data was niet voor handen voor de gebruikte kruispunten.

De data werd verzameld binnen de stad Antwerpen. Er zijn hierdoor een aantal omgevingsfactoren die eventueel nog een invloed kunnen hebben op de resultaten. Het uitbreiden van de dataverzameling naar andere steden kan deze omgevingsfactoren nuanceren.

VERDER ONDERZOEK

Dit onderzoek werd uitgevoerd aan de hand van de vergelijking van kruispunten met een vaste voorrangregeling en een voorrang van rechts regeling. Vele conclusies die getrokken werden zijn dus enkel gebaseerd op het verschil in voorrangregeling. Een verder aanvulling op dit onderzoek kan het vergelijken zijn van kruispunten met een gelijkaardig kruispuntdesign en kruispunteigenschappen, maar met twee verschillende voorrangregelingen. Hierdoor kan de invloed van andere kruispunteigenschappen eventueel geneutraliseerd worden.

CONCLUSIE

De onderzoeksvragen die opgesteld werden aan het begin van het onderzoek kunnen als volgt beantwoord worden.

Welke invloeden kent de voorrangsregeling op de ongevalskenmerken?

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en het aantal ongevallen?

Het aantal ongevallen per kruispunt is voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling het drievoud van kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en de ernst van de ongevallen?

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling kennen een significant hogere ongevallenernst in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is de proportie ongevallen met enkel stoffelijke schade namelijk significant hoger en de proportie letselongevallen is significant lager.

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en de type ongevallen?

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben een significant hogere proportie ongevallen met voetgangers en kop/staart ongevallen. Daarnaast kennen de kruispunten met een voorrang van rechts regeling een significant hogere proportie frontale ongevallen, flankaanrijdingen en eenzijdige ongevallen.

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en de weersomstandigheden waarin de ongevallen zich voor deden?

Er is een significant hoger percentage ongevallen tijdens regenval op kruispunten met een vaste voorrangsregeling. Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er een significant hoger aantal ongevallen tijdens sneeuwval.

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en de staat waarin de weg verkeerde toen het ongeval plaats vond?

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling kennen een significant hogere proportie ongevallen tijdens regenweer en op een nat wegdek met eventueel plassen.

Voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling is er een significant hogere proportie ongevallen tijdens sneeuwval en een wegdek met ijzel/sneeuw.

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en het tijdstip waarop de ongevallen plaats vonden?
(Maand, dag en uur)

Er zijn niet veel significante relaties op te merken. Enkel kennen kruispunten met een vaste voorrangsregeling een significant hogere proportie ongevallen tijdens de maand Juni. Voor de dagen van de week is er geen significante samenhang te ontdekken. Voor de uur-groepen 13u00-15u00 en 17u00-19u00 is er een significant hogere proportie voor kruispunten met een vaste voorrang. Voor kruispunten met een voorrang van rechts is er een hogere proportie ongevallen tijdens de uren 19u00-21u00 en 21u00-23u00.

Welke invloeden kent de voorrangregeling op de kenmerken van de betrokkenen?

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en de hoedanigheid van de betrokkenen?
(Hoedanigheid wordt gezien als het vervoersmiddel dat gebruikt werd.)

Passagiers, fietsers en voetgangers zijn significant meer aanwezig op kruispunten met een vaste voorrangsregeling. Daarnaast is er voor kruispunten met een voorrang van rechts een significant hogere proportie bestuurders als betrokkenen.

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en de leeftijd van de betrokkenen?

De proportie betrokkenen met een leeftijd tussen de 18 en 24jaar is voor kruispunten met een vaste voorrangsregeling significant hoger dan deze voor kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Kruispunten met een voorrang van rechts hebben daarnaast een significant hogere proportie betrokkenen die ouder zijn dan 70.

- ✓ Is er een relatie tussen de voorrangsregeling en het geslacht van de betrokkenen?

Kruispunten met een vaste voorrangsregeling hebben een significant hogere proportie ongevallen met mannelijke betrokkenen in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

Naast deze deelvragen zijn er nog andere verbanden die aan de hand van de beschikbare data onderzocht werden. Binnen dit onderzoek werden volgende mogelijke verbanden onderzocht.

- ✓ Is er een relatie tussen het kruispunttype en de ernst van de ongevallen die er plaats vinden?
Ongevallen op T-kruispunten zijn vaker minder ernstig dan ongevallen op complexe kruispunten en X-kruispunten. T-kruispunten hebben namelijk een significant hogere proportie ongevallen met enkel stoffelijke schade. Complexe en X-kruispunten hebben een significant hogere proportie letselongevallen.

- ✓ Is er een relatie tussen de snelheidslimiet op het kruispunt en de ongevallenernst?
Er valt op dat hoe hoger de snelheidslimiet op het kruispunt, hoe hoger de ongevallenernst.
Dit geldt voor beide voorrangsregelingen

- ✓ Is er een relatie tussen de aanwezige verhogingen op de kruispunten en de ongevallenernst?
Kruispunten met 2 of meer uitritconstructies kennen een significant hogere proportie letselongevallen en kruispunten met een plateau kennen een significant hogere proportie ongevallen met enkel stoffelijke schade. Kruispunten met een plateau kennen dus een lagere ongevallenernst en kruispunten met 2 of meer uitritconstructies kennen een hogere ongevallenernst.

Aan de hand van volgende verzameltabel wordt er een overzicht gegeven van de conclusies die uit de analyse van de data getrokken kunnen worden.

Een korte discussie over de resultaten en hun mogelijke verklaringen zijn toegevoegd.

Conclusies vergelijking voorrangsregeling

		Kruispunten met een vaste voorrangsregeling	Kruispunten met een voorrang van rechts regeling
Ongevallen	Aantal ongevallen	25 ongevallen/ kruispunt	5 ongevallen/ kruispunt
	Ernst van de ongevallen	Hogere proportie letselongevallen	Hogere proportie ongevallen met enkel stoffelijke schade
	Ongevalse-type	Hogere proportie voetgangersongevallen en kop/staart ongevallen	Hogere proportie eenzijdige ongevallen. Significant hogere proportie frontale en flankaanrijdingen.
	Weersomstandigheden	Hogere proportie ongevallen tijdens regenval en op een nat wegdek met eventueel plassen.	Hogere proportie ongevallen tijdens sneeuwval en op een wegdek met ijs/sneeuw.
	Staat van de weg		
	Maand	Hogere proportie ongevallen in Juni	/
	Dag	Geen significante verschillen.	
	Uur	Hogere proportie ongevallen tijdens de uur-groepen 13u00-15u00 en 17u00-19u00.	Hogere proportie ongevallen tijdens de uur-groepen 19u00-21u00 en 21u00-23u00.
Betrokkenen	Hoedanigheid betrokkenen	Hogere proporties betrokkenen als passagiers, fietsers en voetgangers.	Hogere proportie bestuurders als betrokkenen.
	Leeftijd betrokkenen	Hogere proportie voor de leeftijd 18 t.e.m. 24jaar.	Hogere proportie voor de leeftijd 70 en ouder.
	Geslacht betrokkenen	Hogere proportie mannelijke betrokkenen.	Hogere proportie vrouwelijke betrokkenen.
Kruispunten	Kruispunt-type	Hogere proportie T-kruispunten	Hogere proportie X-kruispunten.
	Verhogingen	Hogere proportie kruispunten met 1 uitritconstructie en kruispunten met 2 of meer uitritconstructies.	Hogere proportie kruispunten zonder verhogingen en kruispunten met een plateau.
	Snelheidslimiet	Hogere proportie kruispunten met een snelheidslimiet van 30km/h in combinatie met	Hogere proportie kruispunten met een snelheidslimiet van 30km/h.

		50km/h en/of 70km/h. Significant hogere proportie kruispunten met een snelheidslimiet van 70km/h of 90km/h.	
	Fietsroutes	Hogere proportie kruispunten met een functionele fietsroute, kruispunten met een alternatieve functionele fietsroute en kruispunten met zowel een alternatieve functionele als een functionele fietsroute.	Hogere proportie kruispunten zonder fietsroute.
	Openbaar vervoer	Hogere proportie kruispunten met gemengd openbaar vervoer, kruispunten met bus strook/tram-busbaan en kruispunten met een tramed en bus gemengd.	Hogere proportie kruispunten zonder openbaar vervoer.

ongevallenernst voor kruispuntypes en verhogingen

		Letselgevallen	Ongevallen enkel met stoffelijke schade
Kruispunten	Kruispunt-type	Hogere proportie voor complexe en X-kruispunten.	Hogere proportie voor T-kruispunten.
	Verhogingen	Hogere proportie voor kruispunten met 2 of meer uitritconstructies en voor kruispunten zonder verhogingen.	Hogere proportie voor kruispunten met een plateau

Hoofdstuk 6 : AANBEVELINGEN

Aan de hand van de gemaakte conclusie werden enkele aanbevelingen gemaakt voor het toekomstig beleid dat zich richt op kruispunten met een vaste voorrangregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

AANBEVELINGEN

Zwakke weggebruikers

Voor kruispunten met een vaste voorrangregeling was er een significant hogere proportie zwakke weggebruikers (fietsers en voetgangers) als betrokkenen bij een ongeval in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts regeling. Maatregelen gericht op deze weggebruikers kunnen zich dan ook best richten op deze kruispunten.

Signalisatie borden die de aanwezigheid van deze weggebruikers aangeven, aanleg van voorzieningen voor fietsers en voetgangers zoals fietspaden en voetpaden, vooral concentreren op kruispunten met een vaste voorrangregel.

T-kruispunten

T-kruispunten kennen een significant lagere proportie letselongevallen.

Kruispunten met een vaste voorrangregeling kennen ook een significant hogere proportie T-kruispunten in vergelijking met kruispunten met een voorrang van rechts.

Toch is de proportie letselongevallen voor kruispunten met een vaste voorrangregeling significant hoger dan deze voor kruispunten met een voorrang van rechts. Het verhogen van het aantal T-kruispunten is dus niet een alleenstaande maatregel om de ongevallenernst te verlagen. Een verlaging van letselernst voor kruispunten met een vaste voorrangregeling zal dus indien mogelijk in combinatie moeten zijn met andere maatregelen.

Andere maatregelen

Kruispunten met een vaste voorrangregeling hebben een significant hoger aantal ongevallen en de ongevallenernst is hierbij ook hoger. Het is dus aan te raden dat bij het inrichten van een kruispunt met een vaste voorrangregeling er maatregelen getroffen worden om de ongevallen ernst te doen dalen. Dit kan aan de hand van het inrichten van snelheidsremmende maatregelen, verlagen van de snelheidslimiet, ...

Opmerking

Het realiseren van verhogingen en het verlagen van de snelheden zijn twee aanpassingen die anderzijds ook een invloed hebben op de doorstroming van verkeersstromen op de kruispunten.

Voor belangrijke verkeersroutes is een vlotte doorstroming ook belangrijk voor de vlotte afhandeling van verkeer.

Er dient dus steeds een uitgebreide afweging gemaakt worden tussen verkeersveiligheid en doorstroming op het kruispunt vooraleer er aanpassingen doorgevoerd worden.

LITERATUURLIJST

- ABERG, L., & RIMMO, P.-A. (1998). Dimensions of aberrant driver behaviour. *Ergonomics*, 41(1), 39–56. doi:10.1080/001401398187314
- Ali S, A.-G. (2003). Analysis of traffic accidents at urban intersections in Riyadh. *Accident Analysis & Prevention*, 35(5), 717–724. doi:10.1016/S0001-4575(02)00050-7
- Arnett, J. J., Offer, D., & Fine, M. A. (1997). Reckless driving in adolescence: “State” and “trait” factors. *Accident Analysis & Prevention*, 29(1), 57–63. doi:10.1016/S0001-4575(97)87007-8
- 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. doi:10.1016/j.trf.2005.04.006
- BLOCKEY, P. N., & HARTLEY, L. R. (1995). Aberrant driving behaviour: errors and violations. *Ergonomics*, 38(9), 1759–1771. doi:10.1080/00140139508925225
- Braitman, K.A., Kirley, B.B., Ferguson, S., & Chaudhary, N.K. (2007). Factors Leading to Older Drivers' Intersection Crashes. *Traffic Injury Prevention*, 8(3), 267-274.
- Casteels, Y. (2008). Verkeersveiligheid in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 2000-2006 (BIVV). Patric Derweduwen.
- Casteels, Y., & Nuyttens, N. (2009). Verkeersveiligheid in het Vlaams Gewest 2000-2007 (BIVV). P. Derweduwen.
- Classen, S., Shechtman, O., Stephens, B., Davis, E., Justiss, M., Bendixen, R., Belchior, P., et al. (2007). The Impact of Roadway Intersection Design on Driving Performance of Young and Senior Adults. *Traffic Injury Prevention*, 8(1), 69–77.
- Daltrey, R. A., Howie, D. J., & Randall, J. (1978). Effect of metcon on intersection accidents, 9.
- De Brabander, B., & Vereeck, L. (2005, January). Determinanten van de letselernst bij verkeersongevallen. Steunout Verkeersveiligheid.
- Elvik, R., & Høy, A. (2009). *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing.

- European Road Safety Observatory. (2010). Traffic Safety Basic Facts 2010.
- Gstalter, H., & Fastenmeier, W. (2010). Reliability of drivers in urban intersections. *Accident Analysis and Prevention*, 42(1), 225–234. doi:10.1016/j.aap.2009.07.021
- Geurts, K., Thomas, I., & Wets, G. (2005). Understanding spatial concentrations of road accidents using frequent item sets. *Accident Analysis & Prevention*, 37(4), 787–799. doi:10.1016/j.aap.2005.03.023
- Janssen, S. T. M. C. (2003). Veiligheid op kruisingen van verkeersaders binnen de bebouwde kom. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV. Retrieved from <http://www.swov.nl/rapport/R-2003-36.pdf>
- Kim, D. G., Lee, Y., Washington, S., & Choi, K. (2007). Modeling crash outcome probabilities at rural intersections: Application of hierarchical binomial logistic models. *Accident Analysis & Prevention*, 39(1), 125–134.
- Kulmala, R. (1990). *Driver behaviour at urban junctions with the right hand rule*. Krakow: Technical Research Centre of Finland.
- Ledesma, R. D., Montes, S. A., Poo, F. M., & Lopez-Ramon, M. F. (2010). Individual Differences in Driver Inattention: The Attention-Related Driving Errors Scale. *Traffic Injury Prevention*, 11(2), 142–150. doi:10.1080/15389580903497139
- Lyman, S., Ferguson, S. A., Braver, E. R., & Williams, A. F. (2002). Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projections. *Injury Prevention*, 8(2), 116–120. doi:10.1136/ip.8.2.116
- Mannering, F. (2009). An empirical analysis of driver perceptions of the relationship between speed limits and safety. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(2), 99–106. doi:10.1016/j.trf.2008.08.004
- McLean, A. J., & Aust, M. I. E. (1978). Accidents at uncontrolled intersections in an urban area.
- Parker, D., Reason, J. T., Manstead, A. S. R., & Stradling, S. G. (1995). Driving errors, driving violations and accident involvement. *Ergonomics*, 38(5), 1036–1048. doi:10.1080/00140139508925170
- Polus, A. (1985). Driver behaviour and accident records at unsignalized urban intersections. *Accident*

Analysis & Prevention, 17(1), 25–32. doi:10.1016/0001-4575(85)90005-3

Räsänen, M., Koivisto, I., & Summala, H. (1999). Car Driver and Bicyclist Behavior at Bicycle Crossings Under Different Priority Regulations. *Journal of Safety Research*, 30(1), 67–77.

doi:10.1016/S0022 4375(98)00062-0

Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W., & Wüst, J. C. (2011). Road factors and bicycle–motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 853–861.

doi:10.1016/j.aap.2010.11.005

Spek, A. C. E., Wieringa, P. A., & Janssen, W. H. (2006). Intersection approach speed and accident probability. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(2), 155–171.

doi:10.1016/j.trf.2005.10.001

Sweeney, D.J., Anderson, D.R. & Williams T.A. (1998). Statistiek voor economie en bedrijfskunde. Academic Service publishing.

SWOV (wetenschappelijk onderzoek verkeersveiligheid). (2009). SWOV-Factsheet.

Transport, E. C. of M. of, & OECD. (2006). *Speed Management*. OECD Publishing.

Wang, Y. G., Chen, K. M., Pei, Y. L., & Wang, Y. (2011). Integrating before and after crash features into measuring the effectiveness of intersection safety improvement project in Harbin. *Transport*, 26, 111–120. doi:10.3846/16484142.2011.565599

Wickens, C. M., Mann, R. E., Stoduto, G., Butters, J. E., Ialomiteanu, A., & Smart, R. G. (2012). Does gender moderate the relationship between driver aggression and its risk factors? *Accident*

Analysis & Prevention, 45, 10–18. doi:10.1016/j.aap.2011.11.013

Auteursrechtelijke overeenkomst

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

Verkeersveiligheidsverschillen tussen kruispunten met een vaste voorrangsregeling en kruispunten met een voorrang van rechts regeling.

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

Jaar: **2015**

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

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

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

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

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

Voor akkoord,

Bergmans, Veerle

Datum: **24/08/2015**