

2017 • 2018  
Faculteit Industriële ingenieurswetenschappen  
master in de industriële wetenschappen: bouwkunde

## Masterthesis

Vorrangsregeling bij het verlaten van de snelweg

PROMOTOR :

prof. dr. ir. Ali PIRDAVANI

PROMOTOR :

Dhr. Kristof MOLLU

COPROMOTOR :

Mevr. Veerle SCHOUTEET

**Robin Hurkmans, Jorn Huygen**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: bouwkunde

De transnationale Universiteit Limburg is een uniek samenwerkingsverband van twee universiteiten in twee landen: de Universiteit Hasselt en Maastricht University.



Universiteit Hasselt | Campus Diepenbeek | Agoralaan Gebouw D | BE-3590 Diepenbeek  
Universiteit Hasselt | Campus Hasselt | Martelarenlaan 42 | BE-3500 Hasselt



2017 • 2018

Faculteit Industriële ingenieurswetenschappen  
master in de industriële wetenschappen: bouwkunde

## Masterthesis

Vorrangsregeling bij het verlaten van de snelweg

**PROMOTOR :**

prof. dr. ir. Ali PIRDAVANI

**PROMOTOR :**

Dhr. Kristof MOLLU

**COPROMOTOR :**

Mevr. Veerle SCHOUTTEET

**Robin Hurkmans, Jorn Huygen**

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: bouwkunde



**KU LEUVEN**



# VOORWOORD

Dit is onze masterproef, een werkstuk met veel zorg gemaakt om met succes onze opleiding IIW-bouwkunde af te sluiten. Ondanks dat wij beiden deze opleiding met succes afsluiten, hebben wij de nodige moeilijkheden en uitdagingen doorstaan. Dit is uiteraard niet gegaan zonder hulp van andere mensen. Daarom willen wij via deze weg de mensen bedanken die ons geholpen hebben om dit traject te doorlopen.

In de eerste plaats willen wij alle docenten bedanken die zichzelf hebben ingezet om niet alleen ons, maar alle leerlingen hun kennis en ervaring mee te delen. Deze docenten zijn er zeker in geslaagd om ons op te leiden tot volwaardige industriële ingenieurs bouwkunde. Vervolgens willen wij graag het hele team van het Agentschap Wegen en Verkeer bedanken. Dit omdat iedereen binnen het team steeds klaar stond om ons te helpen bij het realiseren van deze masterproef. In het bijzonder willen wij Kristof Mollu en Veerle Schoutteet bedanken als onze externe promotoren. Zij hebben door hun kennis en ervaring binnen dit vakgebied ervoor gezorgd dat deze masterproef met succes kon worden afgerond. Ook stonden zij steeds klaar om vragen te beantwoorden en dachten zij actief mee bij het oplossen van bepaalde problemen.

Onze interne promotor, prof. dr. ir. Ali Pirdavani, willen wij uiteraard ook bedanken. Dit omdat hij altijd klaar stond om ons te ontvangen, om samen oplossingen te zoeken voor problemen die zich hebben voorgedaan. Als laatste willen wij ook al onze vrienden en familie bedanken die ons gesteund hebben tijdens deze hele periode. Zij hebben ervoor gezorgd dat wij de mogelijkheid hebben gehad om deze masterproef, maar ook deze opleiding succesvol af te ronden.

Diepenbeek, 6 mei 2018

Robin Hurkmans en Jorn Huygen

Masterstudenten industriële ingenieurswetenschappen bouwkunde aan de UHasselt



# Inhoudsopgave

<b>Voorwoord</b> .....	<b>1</b>
<b>Lijst van tabellen</b> .....	<b>7</b>
<b>Lijst van figuren</b> .....	<b>9</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>13</b>
<b>Abstract in English</b> .....	<b>15</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1 Situering</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2 Probleemstelling</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3 Doelstellingen</b> .....	<b>19</b>
<b>1.4 Methode</b> .....	<b>19</b>
<b>2. Literatuurstudie</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 Algemene bepalingen</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 Categorisering van het Vlaamse wegennet</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3 Verschillende types van afrittencomplexen</b> .....	<b>23</b>
2.3.1 Verkeersbord B1 met haaiantanden .....	23
2.3.2 Invoegstrook .....	24
2.3.3 Ronde .....	24
2.3.4 Verkeersregelinstallatie (VRI) .....	25
<b>2.4 Voorrangsregels België</b> .....	<b>26</b>
2.4.1 Invoegstrook .....	26
2.4.2 Verkeersbord B1 .....	27
<b>2.5 Aanbevelingen voor het wegontwerp</b> .....	<b>27</b>
2.5.1 Verhardingsbreedtes en wegmarkeringen .....	28
2.5.2 Zichten .....	29
2.5.3 Ontwerpaanbevelingen .....	33
2.5.4 Inschatten bochten.....	35
2.5.5 Deceleratielengtes bepalen .....	38
<b>2.6 Gedrag van bestuurders</b> .....	<b>40</b>
2.6.1 Oorzaken van ongevallen .....	40
2.6.2 Zelfverklarende wegen (SER).....	46
<b>2.7 Evaluatie van rechts afslaan op een kruispunt</b> .....	<b>47</b>
2.7.1 Gedrag van de bestuurder .....	47
2.7.2 Ontwerpaanbevelingen .....	47
2.7.3 Enkele ongevalgegevens .....	48
<b>3. Enquêteonderzoek</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1 Inleiding</b> .....	<b>51</b>

<b>3.2</b>	<b>  Methode .....</b>	<b>51</b>
3.2.1	Vraagstelling .....	51
3.2.2	Representativiteit enquête.....	51
3.2.3	Bereikte doelgroep .....	53
3.2.4	Gebruikte afritten in de enquête.....	53
<b>3.3</b>	<b>  Resultaten .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4</b>	<b>  Algemene bevindingen resultaten enquête .....</b>	<b>58</b>
<b>4.</b>	<b>Aansluiting afrit op onderliggend wegennet in het buitenland.....</b>	<b>59</b>
<b>4.1</b>	<b>Algemene bepalingen .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2</b>	<b>Vlaanderen .....</b>	<b>59</b>
<b>4.3</b>	<b>VS .....</b>	<b>60</b>
<b>4.4</b>	<b>Canada .....</b>	<b>63</b>
<b>4.5</b>	<b>Nederland .....</b>	<b>66</b>
<b>4.6</b>	<b>Frankrijk .....</b>	<b>70</b>
<b>4.7</b>	<b>Denemarken .....</b>	<b>72</b>
<b>4.8</b>	<b>Samenvattende tabellen kruispuntaansluitingen .....</b>	<b>75</b>
<b>4.9</b>	<b>Algemene bevindingen buitenland .....</b>	<b>76</b>
<b>5.</b>	<b>Snelheidsmetingen .....</b>	<b>77</b>
<b>5.1</b>	<b>Algemene bepalingen .....</b>	<b>77</b>
5.1.1	Praktische uitvoering metingen .....	77
5.1.2	Positie metingen .....	77
<b>5.2</b>	<b>Bespreking metingen .....</b>	<b>78</b>
5.2.1	Bespreking meting 1234 .....	78
5.2.2	Bespreking meting 1235 .....	79
5.2.3	Bespreking meting 1236 .....	80
5.2.4	Bespreking meting 1237 .....	81
<b>5.3</b>	<b>Uitvoering statistische testen.....</b>	<b>82</b>
5.3.1	Type test.....	82
5.3.2	Resultaten.....	82
5.3.3	Bespreking resultaten .....	88
5.3.4	Bevindingen resultaten snelheidsmetingen .....	89
<b>6.</b>	<b>Ongevalgegevens.....</b>	<b>91</b>
<b>6.1</b>	<b>Werkwijze ongevalgegevens .....</b>	<b>91</b>
<b>6.2</b>	<b>Situaties met haaiantanden (verkeersbord B1) .....</b>	<b>92</b>
6.2.1	Complex Huizingen (E19) x Alsebergsesteenweg richting Alseberg .....	92
6.2.2	Complex Meer (E19) x N146 beide afritten .....	93
6.2.3	Complex Aalst (E40) x N45 richting Aalst .....	94

6.2.4	Complex Oostakker (R4) x Orchideestraat richting Gent-Lochristi .....	96
6.2.5	Complex Beernem (E40) x N370 .....	97
6.2.6	Complex Loppem (E40) x N397 .....	97
6.2.7	Complex Genk-Oost (E314) x N75 (Europalaan) vanuit Nederland .....	99
6.2.8	Complex Genk-Oost (E314) x N75 (Europalaan) vanuit Nederland .....	102
6.2.9	Bespreking ongevalgegevens afritten met haaiantanden .....	104
<b>6.3</b>	<b>Situaties met invoegstrook .....</b>	<b>106</b>
6.3.1	Complex Vilvoorde-Luchthavenlaan (E19) x N211 .....	106
6.3.2	Complex Zandvliet (A12) x N101 .....	107
6.3.3	Complex Zwijnaarde (E17) x R4 .....	108
6.3.4	Complex Wilrijk (E19) x R11 .....	109
6.3.5	Complex Haasrode-Blanden (E40) x N25 .....	110
6.3.6	Complex Wervik (A19) x N58 .....	111
6.3.7	Bespreking ongevalgegevens afritten met invoegstrook .....	112
<b>6.4</b>	<b>Situatie veranderd van haaiantanden naar invoegstrook: .....</b>	<b>113</b>
6.4.1	Complex Genk-Oost (E314) x N75 (Europalaan) vanuit Brussel .....	113
<b>6.5</b>	<b>Samenvatting resultaten ongevalgegevens .....</b>	<b>116</b>
<b>6.6</b>	<b>Algemene bevindingen resultaten ongevalgegevens .....</b>	<b>118</b>
<b>7.</b>	<b>Aanbevelingen .....</b>	<b>121</b>
<b>8.</b>	<b>Besluit .....</b>	<b>123</b>
	<b>Lijst met afkortingen .....</b>	<b>125</b>
	<b>Bibliografie .....</b>	<b>127</b>
	<b>Bijlagen .....</b>	<b>135</b>





## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 2-1 Categorisering van wegen in Vlaanderen volgens het RSV .....	22
Tabel 2-2 Richtlijnen verhardingsbreedtes in Vlaanderen .....	29
Tabel 2-3 Boogstraal hoofdweg .....	33
Tabel 2-4 Boogstraal niet-hoofdweg .....	34
Tabel 2-5 Overgangsbogen i.f.v. ontwerpsnelheid .....	38
Tabel 2-6 Snelheid $V_0$ verondersteld ter hoogte van het puntstuk .....	40
Tabel 2-7 Ongevalgegevens per type .....	50
Tabel 3-1 Teststatistieken T voor proporties .....	55
Tabel 3-2 Hypothesetoets algeheel veiligheidsgevoel situaties .....	57
Tabel 4-1 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Vlaanderen .....	59
Tabel 4-2 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in VS .....	60
Tabel 4-3 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Canada .....	63
Tabel 4-4 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Nederland .....	66
Tabel 4-5 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Frankrijk .....	70
Tabel 4-6 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Denemarken .....	72
Tabel 4-7 Vergelijkende tabel kruispuntconfiguratie afritten in het buitenland .....	76
Tabel 5-1 V85 en V50 voor meting 1234 .....	79
Tabel 5-2 V85 en V50 voor meting 1235 .....	80
Tabel 5-3 V85 en V50 voor meting 1236 .....	81
Tabel 5-4 V85 en V50 voor meting 1237 .....	82
Tabel 5-5 Test op gelijke varianties (homogeniteit) meting 1234 .....	83
Tabel 5-6 Welch-hypothesetest op gemiddelde voor meting 1234 .....	83
Tabel 5-7 Test op gelijke varianties (homogeniteit) meting 1236 .....	83
Tabel 5-8 Brown-Forsythe-hypothesetest op gemiddelde voor meting 1236 .....	84
Tabel 5-9 Games-Howell combinatietest op gemiddelde tussen verschillende metingen .....	84
Tabel 6-1 Ernst ongevallen per type (Genk-Oost uitgesloten) .....	117
Tabel 6-2 Gekende oorzaak ongevallen per type (Genk-Oost uitgesloten) .....	117
Tabel 6-3 Ernst ongevallen per type (enkel Genk-Oost) .....	118



# LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1-1: Type 1 verkeersbord B1 met invoegstrook (werkelijk) .....	18
Figuur 1-2: Type 1 verkeersbord B1 met invoegstrook (schematisch) .....	18
Figuur 1-3: Type 2 verkeersbord B1 met haaiantanden (werkelijk) .....	18
Figuur 1-4: Type 2 verkeersbord B1 met haaiantanden (schematisch) .....	19
Figuur 2-1: Schematische functies van wegen .....	21
Figuur 2-2: Schematisch voorstelling categorisering van wegen .....	23
Figuur 2-3: Afrit eindigend met verkeersbord B1 en haaiantanden .....	23
Figuur 2-4: Afrit eindigend met verkeersbord B1 en invoegstrook.....	24
Figuur 2-5: Rotonde .....	25
Figuur 2-6: Rotonde met bypass .....	25
Figuur 2-7: VRI .....	26
Figuur 2-8: Correct ritsen en fout ritsen .....	26
Figuur 2-9: Verkeersbord B1 met haaiantanden .....	27
Figuur 2-10: Rijstrookbreedte en verhardingsbreedte zonder en met randlijn .....	28
Figuur 2-11: Versmalling gezichtsveld.....	30
Figuur 2-12: Perceptie / reactie.....	31
Figuur 2-13: Stopzicht .....	32
Figuur 2-14: Stopzicht formule.....	32
Figuur 2-15: Formule bochtverbreding .....	34
Figuur 2-16: Afmetingen voertuig.....	35
Figuur 2-17: Bochtverbreding .....	35
Figuur 2-18: Overschatting bocht .....	36
Figuur 2-19: Onderschatting bocht .....	36
Figuur 2-20: Clothoïde .....	37
Figuur 2-21: Deceleratielengte $L_d$ en $L_d'$ .....	39
Figuur 2-22: Formule berekening deceleratielengte uit ROA versie 2014.....	39
Figuur 2-23: Schema Hillier .....	40
Figuur 2-24: Schema Reason .....	41
Figuur 2-25: Schema omgevingsfactoren.....	42
Figuur 2-26: Model Fuller .....	43
Figuur 2-27: Schema prestatie en belasting brein.....	44
Figuur 2-28: Teveel aan verkeersborden .....	44
Figuur 2-29: Voorbeelden kruispunt.....	45
Figuur 2-30: Voorbeelden kruispunten .....	45
Figuur 2-31: Gemiddelde zoektijd en foutenpercentage.....	46
Figuur 2-32: 3 Opties ontwerp .....	48
Figuur 2-33: Manier van afslaan .....	49
Figuur 2-34: Kruispuntconfiguratie .....	50
Figuur 3-1: Verdeling aantal kilometers per dag als autobestuurder (cijfers Vlaanderen) .....	52
Figuur 3-2: Verdeling aantal kilometers per dag als autobestuurder (enquête) .....	52
Figuur 3-3: Complex 32 Genk-Oost, aanduiding situaties.....	54
Figuur 4-1: Behandelde gebied in de VS.....	60
Figuur 4-2: Vergelijkbaar bord als B1, met vermelding "YIELD" .....	62
Figuur 4-3: Borden gebruikt ter invoeging in de VS.....	62
Figuur 4-4: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 "YIELD" in Hagerstown, Maryland .	62
Figuur 4-5: Aankondiging invoegstrook via bord W4-6 als alternatief op B1-principe in Morristown, Tennessee.....	62

Figuur 4-6: Aankondiging beëindiging rijstrook via bord W4-2 als alternatief op B1-principe in Morristown, Tennessee .....	63
Figuur 4-7: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 "YIELD" en haaietanden in Newburgh, New York .....	63
Figuur 4-8: Behandeld gebied in Canada .....	64
Figuur 4-9: Verschil tussen een getaperde (links) en een gewone invoegstrook (rechts)	65
Figuur 4-10: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 en bord "RAMP TRAFFIC MUST YIELD" in Bedford, Nova Scotia .....	65
Figuur 4-11: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Bedford, Nova Scotia ....	65
Figuur 4-12: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Saint-Jérôme, Québec...	66
Figuur 4-13: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 in Ottawa, Ontario .....	66
Figuur 4-14: Behandelde gebied in Nederland .....	67
Figuur 4-15: Oplossingsanalogie oplossing E in de RONA .....	68
Figuur 4-16: Boogstralen in functie van verkanting bij wegen die in snelheid afnemen ..	68
Figuur 4-17: Begin invoegstrook zonder vergelijkbaar bord B1 in Sprang-Capelle, Noord-Brabant.....	69
Figuur 4-18: Einde invoegstrook zonder vergelijkbaar bord B1 in Sprang-Capelle, Noord-Brabant.....	69
Figuur 4-19: Luchtfoto invoegstrook zonder vergelijkbaar bord B1 in Sprang-Capelle, Noord-Brabant .....	69
Figuur 4-20: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Krabbendijke, Zeeland ..	69
Figuur 4-21: Behandelde gebied in Frankrijk.....	70
Figuur 4-22: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 en extra "CÉDEZ LE PASSAGE" in Villers-Bocage, Normandië.....	71
Figuur 4-23: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 en extra "CÉDEZ LE PASSAGE" aan linkerzijde in Onnaing, Hauts-de-France .....	72
Figuur 4-24: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 en extra "CÉDEZ LE PASSAGE" in Crespin, Hauts-de-France.....	72
Figuur 4-25: Behandelde gebied in Denemarken .....	73
Figuur 4-26: Samenvoegingsbord B15 volgens Deense wegcode .....	74
Figuur 4-27: Bepaling boogstralen in Denemarken.....	74
Figuur 4-28: Samenvoegingsstrook ter alternatief van klassieke invoegstrook in Padborg, Zuid-Denemarken.....	75
Figuur 4-29: Gewenste kruispuntindeling voorrangskruispunt in Denemarken .....	75
Figuur 4-30: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Vejen, Zuid-Denemarken .....	75
Figuur 5-1: Positie metingen 1234, 1235, 1236 en 1237 uit QGIS .....	78
Figuur 5-2: Snelheden meting 1234.....	79
Figuur 5-3: Snelheden meting 1235.....	80
Figuur 5-4: Snelheden meting 1236.....	81
Figuur 5-5: Snelheden meting 1237.....	82
Figuur 5-6: Vergelijking tussen gemiddelde V85 per dag per meting (extreme waardes) .....	89
Figuur 6-1: Ongevallen complex Huizingen afrit Nijvel-Brussel Q-GIS.....	92
Figuur 6-2: Ongeval 5 complex Huizingen afrit Nijvel-Brussel Q-GIS .....	93
Figuur 6-3: Ongevallen complex Meer afrit 1 Antwerpen-Breda Q-GIS.....	93
Figuur 6-4: Ongevallen complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS.....	94
Figuur 6-5: Ongeval 4 complex Meer afrit 1 Antwerpen-Breda Q-GIS .....	94
Figuur 6-6: Ongevallen complex Aalst afrit Brussel-Gent Q-GIS.....	95

Figuur 6-7: Ongeval 33 complex Aalst afrit Brussel-Gent Q-GIS .....	95
Figuur 6-8: Ongevallen complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS ...	96
Figuur 6-9: Ongeval 22 complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS (zelfde locatie als ongeval 30).....	97
Figuur 6-10: Ongevallen complex Beernem afrit Gent-Brugge Q-GIS .....	97
Figuur 6-11: Ongevallen complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS .....	98
Figuur 6-12: Ongevallen complex Loppem afrit 2 Gent-Oostende richting Brugge Q-GIS. .....	98
Figuur 6-13: Ongeval 5 complex Loppem afrit 2 Gent-Oostende richting Brugge Q-GIS.	99
Figuur 6-14: Ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As .....	100
Figuur 6-15: Ernst ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As .....	100
Figuur 6-16: Tijdstip ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As .....	101
Figuur 6-17: Verzwarende omstandigheden complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As .....	101
Figuur 6-18: Leeftijdscategorie complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As .....	102
Figuur 6-19: Ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk ..	102
Figuur 6-20: Ernst ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk .....	103
Figuur 6-21: Tijdstip ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk.....	103
Figuur 6-22: Verzwarende omstandigheden complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk .....	104
Figuur 6-23: Leeftijdscategorie complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk .....	104
Figuur 6-24: Ernst ongevallen haaiantanden (voorrangskruispunt B1).....	105
Figuur 6-25:Tijdstip ongevallen haaiantanden (voorrangskruispunt B1).....	105
Figuur 6-26: Staat wegdek ongevallen haaiantanden .....	106
Figuur 6-27: Gemaakte fouten ongevallen haaiantanden .....	106
Figuur 6-28: Ongevallen complex Vilvoorde-Luchthavenlaan afrit Mechelen-Brussel richting Vilvoorde Q-GIS .....	107
Figuur 6-29: Ongeval 4 complex Vilvoorde-Luchthavenlaan afrit Mechelen-Brussel richting Vilvoorde Q-GIS .....	107
Figuur 6-30: Ongevallen complex Zandvliet afrit Bergen op Zoom-Antwerpen Q-GIS ..	108
Figuur 6-31: Ongevallen complex Zwijnaarde afrit Gent-Rijsel Q-GIS.....	109
Figuur 6-32: Ongevallen complex Wilrijk afrit Brussel-Antwerpen richting Mortsel Q-GIS .....	109
Figuur 6-33: Ongevallen complex Haasrode-Blanden afrit Brussel-Luik richting Blanden Q- GIS.....	110
Figuur 6-34: Ongeval 2 complex Haasrode-Blanden afrit Brussel-Luik richting Blanden Q- GIS.....	111
Figuur 6-35: Ongevallen complex Wervik afrit Ieper-Kortrijk Q-GIS .....	111
Figuur 6-36: Ernst ongevallen invoegstroken .....	112
Figuur 6-37: Tijdstip ongevallen invoegstroken .....	112
Figuur 6-38: Staat wegdek ongevallen invoegstrook .....	113
Figuur 6-39: Gemaakte fout ongevallen invoegstrook .....	113
Figuur 6-40: Ongevallen complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk ..	114

Figuur 6-41: Ernst ongevallen complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk .....	114
Figuur 6-42: Tijdstip ongevallen complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk.....	115
Figuur 6-43: Verzwarende omstandigheden complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk .....	115
Figuur 6-44: Leeftijdscategorie complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk .....	116

## **ABSTRACT**

Vormt verkeersbord B1 een probleem bij twee verschillende situaties van afritten of niet?

Het gebruik van verkeersbord B1 voor de aankondiging van zowel haaiantanden als een invoegstrook kan mogelijk onveilig gedrag bij bestuurders uitlokken. Daarom heeft AWV de vraag gesteld of hier problemen zijn inzake de veiligheid of niet. Dit onderzoek achterhaalt of er problemen bestaan en formuleert verbeteringen indien dit nodig blijkt.

In dit onderzoek is gekozen om het volledige onderzoek op te splitsen in verschillende delen. Het belangrijkste deel hiervan is onderzoek naar ongevalgegevens van 17 afritten. Ter ondersteuning hiervan is een enquête, maar zijn ook snelheidsmetingen uitgevoerd. Deze technieken zijn belangrijk om het menselijk gedrag en dergelijk te achterhalen. Hierbuiten is ook onderzoek gedaan naar vergelijkbare situaties in het buitenland en hoe hiermee wordt omgegaan. Dit was vooral van belang voor mogelijke aanbevelingen.

Op basis van alle gegevens is er geen merkbaar verschil tussen beide situaties. Dit is in tegenstelling met het veiligheidsgevoel dat de bestuurders hebben. Om het veiligheidsgevoel te verhogen kan best onderzoek gedaan worden naar specifieke afritten die problemen geven. De mogelijke verwarring bij verkeersbord B1 blijkt bijgevolg van kleine aard te zijn en komt enkel voor indien bestuurders minder bekend zijn met een afrit. Eenduidige en beter zichtbare signalisatie kan verwarring verhelpen, al moet verder bepaald worden of dit opweegt tegen de beperkte problemen die zich nu voordoen.





## **ABSTRACT IN ENGLISH**

Is traffic sign B1 a problem with two different situations of exits or not?

The use of traffic sign B1 for the announcement of yield lines and acceleration lanes may cause unsafe behaviour from drivers. Therefore, AWV has asked whether there is a safety problem or not. This study determines if there are any safety problems and formulates improvement if necessary.

The entire research is divided into different parts. The most important part of this study is the analysis of accident data of 17 exits in Flanders. To support this, a survey, but also speed measurements have been carried out. These techniques are important to identify human behaviour. Furthermore, similar situations abroad were investigated, which were important for the recommendations.

Based on all data there is no noticeable difference between both situations. This is in contrast with the safety feeling that the drivers have. To increase the safety feeling, research should be done for each problematic exit. The possible confusion with traffic sign B1 appears to be of a small nature and only occurs if drivers are less familiar with an exit. Unambiguous and more visible signs can solve confusion, although it is necessary to determine whether this outweighs the limited problems that are now present.



# **1. INLEIDING**

## **1.1 Situering**

Als onderdeel van het beleidsdomein van Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse Overheid, beheert en onderhoudt het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV) het wegennet van het Vlaams Gewest. Dit wegennet bevat grofweg 7000 km aan autosnel- en gewestwegen en een omvangrijk fietspadennetwerk van ongeveer 7700 km. [1].

Het AWV beschikt hiervoor over ruim 1500 werknemers die zowel betrokken zijn bij het ontwerp, de aanleg, het onderhoud en de verdere optimalisatie van het wegennet. Door deze betrokkenheid wil het AWV vooral een veilige en vlotte, maar in de laatste jaren ook steeds meer een duurzame mobiliteit verwezenlijken voor alle weggebruikers in Vlaanderen. [2].

Het AWV wilt dit bewerkstellen door middel van correcte informatie te voorzien en tijdige communicatie te waarborgen. Daarnaast willen zij ook evenwichtige en objectieve programma's opstellen en de reeds aanwezige kennis goed beheren en makkelijk toegankelijk maken. Hierbij dient het werk steeds op een vernieuwende en kwalitatieve vorm plaats te vinden. [1].

Ter verwezenlijking van de masterproef, die een belangrijke pijler vormt voor de opleiding industriële ingenieurswetenschappen bouwkunde, werd de mogelijkheid verkregen om onderzoek te verrichten naar de voorrangsregeling bij het verlaten van de snelweg, dit in opdracht van het AWV.

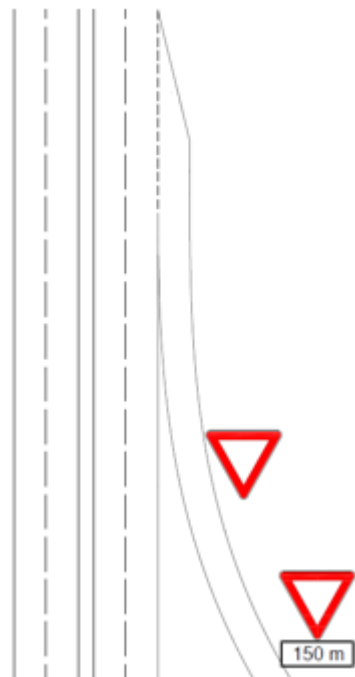
## **1.2 Probleemstelling**

Het probleem uit zich in de voorrangsregeling bij het verlaten van de snelweg. Onder deze voorrangsregeling worden in dit geval twee types beschreven. Type 1 bevat hier een afrit die enige afstand voor invoeging via een invoegstrook op de onderliggende rijweg wordt aangegeven door het verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek), zoals getoond op Figuur 1-1 en Figuur 1-2. Daarnaast bevat type 2 een afrit waarbij geen gebruik gemaakt wordt van een invoegstrook, maar wel opnieuw van het verkeersbord B1, nu opgevolgd door haaiantanden, wat te zien is op Figuur 1-3 en Figuur 1-4.

Het probleem beslaat zich hier in het feit dat twee verschillende verkeerssituaties met dezelfde verkeersborden worden aangegeven. Hierdoor kan het voorkomen dat personen die minder vertrouwd zijn met een bepaalde afrit volgens deze types, de verwachting kunnen hebben dat dit één van deze types is, terwijl het eigenlijk het andere type is. Als gevolg hiervan kunnen er zich bijvoorbeeld de volgende gevaarlijke situaties voordoen: de bestuurder remt plots, aangezien deze haaiantanden verwacht, terwijl er eigenlijk een invoegstrook is voorzien; of de bestuurder rijdt gewoon de rijweg op terwijl er geen invoegstrook is voorzien, maar wel haaiantanden.



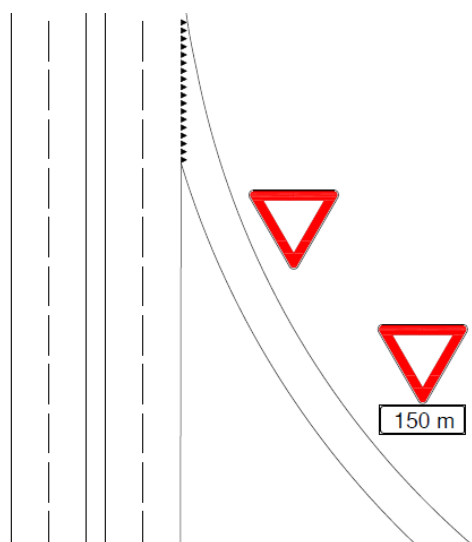
*Figuur 1-1: Type 1 verkeersbord B1 met invoegstrook (werkelijk) [3]*



*Figuur 1-2: Type 1 verkeersbord B1 met invoegstrook (schematisch)*



*Figuur 1-3: Type 2 verkeersbord B1 met haaiantanden (werkelijk) [4]*



Figuur 1-4: Type 2 verkeersbord B1 met haaiantanden (schematisch)

### 1.3 Doelstellingen

Het doel van dit onderzoek was om erachter te komen of eenzelfde aanduiding door middel van verkeersbord B1 bij deze twee types een probleem voor de veiligheid vormde of een onveilig gevoel veroorzaakte bij de weggebruiker. Indien er hier duidelijke problemen voor de veiligheid aan het licht kwamen, zijn er oplossingen gedefinieerd die voldoende technisch onderbouwd zijn, maar ook rekening houden met het gedrag van de bestuurders op de weg. Dit is verder aangevuld met de manier waarop er in het buitenland omgegaan wordt met gelijkaardige situaties.

### 1.4 Methode

Om na te gaan of deze twee types de oorzaak waren van ongevallen op deze punten, is er gekeken naar het gedrag van de bestuurders op deze plaatsen. Belangrijk hierbij is dat de wegsignalisatie niet enkel instaat voor het gedrag van de bestuurders. De hoofdverantwoordelijke voor het gedrag van de bestuurder zal namelijk het ontwerp van de afrit zelf zijn. Onder ontwerp valt in deze context het horizontale en verticale alignement van de afrit, elementen die instaan voor de geleiding, het zicht dat de bestuurder heeft vanuit de wagen en uiteraard nog tal van andere zaken.

Een rijnsimulator zou in dit geval het gedrag van een groep bestuurders kunnen analyseren op een relatief makkelijke manier, maar daarom niet meer betrouwbaar. Om een goed resultaat te bereiken, is bij voorkeur een rijnsimulator nodig met een hoge 'fidelity'. In zo een rijnsimulator kunnen vrijwel alle factoren die van invloed zijn op bestuurders worden weergegeven. Helaas kon er voor deze masterproef geen gebruik worden gemaakt van de rijnsimulator van IMOB. Daarom heeft een steekproefsgewijze analyse plaatsgevonden van de werkelijke situaties.

Onder werkelijke situaties heeft ten eerste een catalogisering plaatsgevonden van waar deze twee types gebruikt worden, aangezien een afrit ook kan uitmonden op een rotonde, verkeersregelinstantie of een nieuwe rijstrook. Op basis van die catalogisering zijn vervolgens ongevalgegevens opgevraagd die in hoofdstuk 6 'Ongevalgegevens' worden besproken. Verder zijn ook snelheidsmetingen uitgevoerd van snelheden die bestuurders op kritieke punten behalen, waarvan de resultaten zijn terug te vinden in hoofdstuk 5 'Snelheidsmetingen'. Daarnaast zijn beide situaties vanuit een personenwagen gefilmd, waarna een enquêterondvraag is gedaan. Door deze enquête was het mogelijk om een

beeld te scheppen van het gevoel van bestuurders bij deze afritten. De resultaten hiervan worden besproken in hoofdstuk 3 'Enquêteonderzoek'.

Op basis van de verkregen data zijn er verschillende statistische testen uitgevoerd, die de geldigheid en betrouwbaarheid van de vooropgestelde hypothese staven. Hieruit kan dan besloten worden onder welke bepaalde betrouwbaarheidsintervallen welk type gevaarlijker is, of dat ze eventueel even (on)veilig zijn. Indien de ene situatie minder veilig was dan de andere is de oorzaak hiervan achterhaald, aangezien oplossingen om de veiligheid te verhogen hier vaak aan verbonden zijn. Belangrijk hierbij is dat de oplossingen zowel technisch als psychosociaal zijn onderbouwd, aangezien beiden tot een hogere veiligheid van het Vlaamse wegennet leiden. Hiertoe is rekening gehouden met het principe van *self-explaining roads*, aangezien deze gebaseerd zijn op het psychosociale gedrag van bestuurders. Indien de oplossingen onvoldoende onderbouwd en duidelijk zouden zijn, kan dit leiden tot interpretaties, waardoor ze hun eigenlijke effect kunnen missen en in het slechtste geval onveiliger kunnen worden dan onder de huidige omstandigheden.

Ten slotte was het interessant om te kijken hoe dit verwezenlijkt wordt bij andere landen, in het bijzonder Nederland. De keuze van Nederland beslecht hier in het feit dat Nederland net zoals Vlaanderen dichtbevolkt is en verder ook min of meer dezelfde landschappelijke kenmerken heeft als Vlaanderen. Daarentegen is Nederland ook bekend voor een uitstekend wegennet, dat mede ondersteund wordt door veelzijdig onderzoek te doen dat niet enkel de focus legt op het technische gedeelte, maar ook het psychosociale gedrag van alle personen die zich op het wegennet bevinden. Dit valt tot slot terug te vinden in hoofdstuk 4 'Aansluiting afrit op onderliggend wegennet in het buitenland'.

## 2. LITERATUURSTUDIE

### 2.1 Algemene bepalingen

Aangezien het onderwerp van deze masterproef een vrij specifiek gegeven is, is er tot op heden weinig specifieke informatie over terug te vinden. Als gevolg hiervan is er in deze literatuurstudie informatie gegeven die ter ondersteuning is gebruikt om de masterproef uit te werken. Hoofdzakelijk zal deze informatie bestaan uit een eerste gedeelte met aanbevelingen inzake het wegontwerp. Daarnaast zal er ook een tweede gedeelte in terug te vinden zijn, dat zich meer toespitst op het psychologische gedrag van bestuurders wanneer zich bepaalde omstandigheden voordoen.

### 2.2 Categorisering van het Vlaamse wegennet

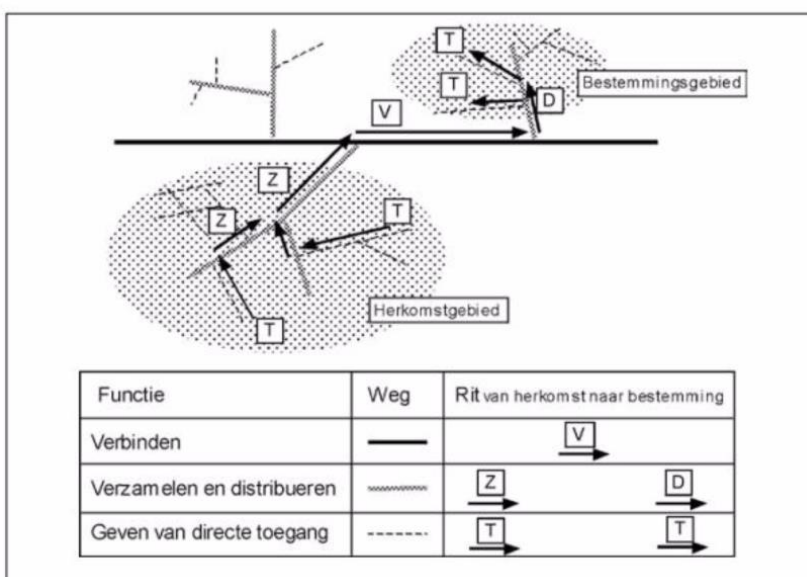
Bij het verlaten van een autosnelweg gaat men van een autosnelweg over op het onderliggende wegennet. De weg waarop men zich als bestuurder dan bevindt, verandert van categorie. Hieronder zal vervolgens kort de categorisering worden besproken die in Vlaanderen geldt.

Voor de categorisering van wegen wordt gekeken naar de gewenste (hoofd)functie van een bepaalde weg. Hierbij bekijkt men de bereikbaarheid enerzijds en de leefbaarheid anderzijds, waarbij er steeds rekening gehouden moet worden hoe een bepaalde weg en omgeving kunnen evolueren op lange termijn. [5].

In Vlaanderen onderscheidt men wegen met een drietal functies [5]:

- Verbindingen van bestemmings- en herkomstgebieden (hoofdwegen en primaire wegen);
- De verzameling zelf binnen de herkomstgebieden en het verspreiden binnen de bestemmingsgebieden (primaire en secundaire wegen);
- Het verlenen van rechtstreekse toegang tot de percelen die grenzen aan die bepaalde weg (secundaire en lokale wegen).

Deze functies kunnen ook teruggevonden worden in Figuur 2-1.



Figuur 2-1: Schematische functies van wegen [5, p. 360]



Op een weg kunnen verschillende weggebruikers worden teruggevonden. Dit kunnen met name bestuurders van personenwagens, het openbaar vervoer, het goederenvervoer en langzaam verkeer zoals fietsers en voetgangers zijn. Om de hoogste veiligheid en bereikbaarheid te garanderen voor alle weggebruikers, zou er voor elke weggebruiker een volledig gescheiden traject moeten bestaan. Aangezien dit uiteraard in praktijk moeilijk uit te voeren zou zijn wegens zijn kostelijkheid en grootschaligheid, dienen de wegen per functie geselecteerd te worden. Vervolgens moet op basis hiervan een duidelijke, maar vooral eenduidige keuze naar gebruikskarakteristieken en inrichting worden gemaakt voor zowel nieuwe als reeds bestaande wegen. Dit heeft als gevolg dat elke functie zijn specifieke ruimtelijke plaats nodig heeft door de daaraan verbonden inrichting en vormgeving van een weg. [5].

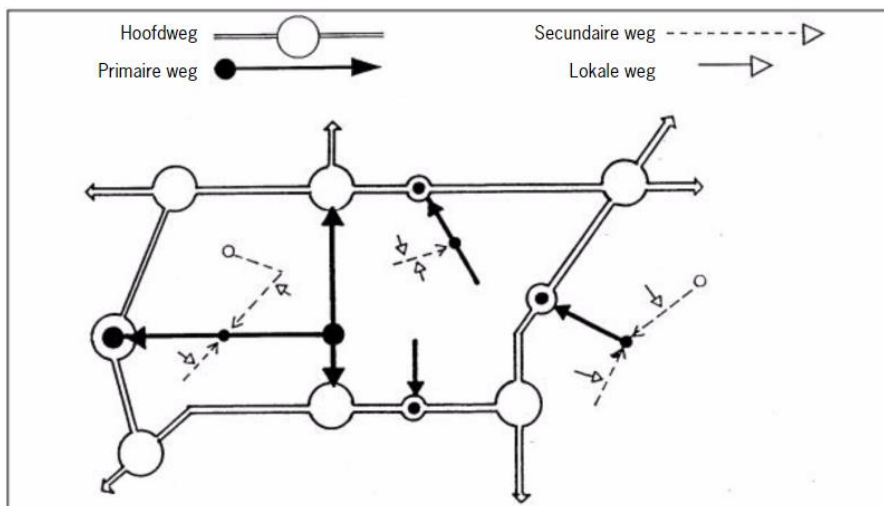
Om een goed functionerende weg te creëren, dient men in feite een evenwichtige oplossing te vinden voor alle weggebruikers. Dit kan gedaan worden door een evenwicht te zoeken tussen de functie, de inrichting of vorm en de gebruikskarakteristieken. Dit alles wordt vastgelegd door de omgeving, in de vorm van ruimtelijke voorwaarden. In Vlaanderen is dit vastgelegd in het Ruimtelijke Structuurplan Vlaanderen (RSV). [5].

Dit alles vormt als het ware de hiërarchische structuur van het wegennet, met elk hun eigen functies, inrichting en vormgeving. In Vlaanderen kan men hier een onderscheid maken tussen het verbinden op internationaal niveau, het Vlaams niveau, het bovenlokaal niveau en het lokaal niveau. [5].

Een samenvatting hiervan kan in Tabel 2-1 worden teruggevonden en een schematische voorstelling op Figuur 2-2.

Tabel 2-1 Categorisering van wegen in Vlaanderen volgens het RSV [5, p. 361]

CATEGORIE	HOOFDFUNCTIE	Aanvullende functie	INRICHTING
HOOFDWEG	VERBINDEN op internationaal niveau	Verbinden op Vlaams niveau	Autosnelweg, naar Europese normen
PRIMAIRE WEG Categorie I	VERBINDEN op Vlaams niveau	Verzamelen op Vlaams niveau	Autosnelweg/stedelijke autosnelweg Autoweg (2x2 of 2x1) Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling
PRIMAIRE WEG Categorie II	VERZAMELEN op Vlaams niveau,	Verbinden op Vlaams niveau	Autoweg (2x2 of 2x1) Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling
SECUNDAIRE WEG	Verbinden en/of verzamelen op lokaal en bovenlokaal niveau	Toegang geven	Weg (2x1 of 2x2) niet noodzakelijk met gescheiden verkeersafwikkeling Doortochten in bebouwde kom
LOKALE WEG	Toegang geven		Weg (2x1) met gemengde verkeersafwikkeling



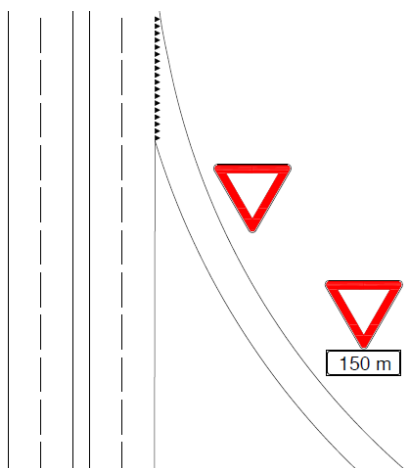
Figuur 2-2: Schematische voorstelling categorisering van wegen [5, p. 362]

## 2.3 Verschillende types van afrittencomplexen

Wanneer men als bestuurder de autosnelweg verlaat, zijn er verschillende types van kruisingen met de stroomafwaarts gelegen weg mogelijk. Deze kunnen namelijk uitmonden op een kruispunt waar men als bestuurder voorrang moet verlenen op de stroomafwaarts gelegen weg. Dit kan door als wegbelijning haaiantanden toe te passen en verkeersbord B1 als zijdelingse signalisatie. Daarnaast is het ook mogelijk dat de afrit overgaat in een invoegstrook aangegeven door verkeersbord B1 en witte pijlen als wegbelijning die aangeven dat de huidige rijstrook zal beëindigd worden. Verder wordt ook steeds vaker gebruik gemaakt van rotondes bij een op- en afrittencomplex. Deze hebben als voordeel dat deze goed waarneembaar zijn voor bestuurders die zich stroomopwaarts hiervan bevinden. Hierdoor kunnen zij tijdig en voldoende veilig hierop anticiperen. Een laatste gebruikt afrittencomplex is er een die gebruik maakt van een verkeersregelinstantie, oftewel VRI. Deze bovenstaande afrittencomplexen zullen hieronder kort worden besproken.

### 2.3.1 Verkeersbord B1 met haaiantanden

Eén van de types van afrittencomplexen die in deze masterproef van toepassing zijn, is degene waar gebruik wordt gemaakt van haaiantanden, aangevuld met een zijdelingse wegsignalisatie in de vorm van verkeersbord B1. Een schematische voorstelling hiervan kan teruggevonden worden op Figuur 2-3.

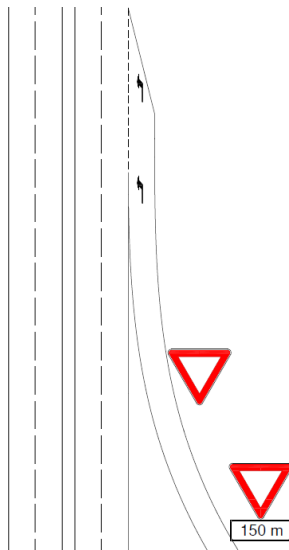


Figuur 2-3: Afrit eindigend met verkeersbord B1 en haaiantanden

Om deze uitvoering toe te passen dient de bestuurder op voorhand te beschikken over een voldoende zichtafstand van het kruisende verkeer. Hierdoor kan de bestuurder tijdig inschatten of hij zich veilig op de kruisende stroomafwaarts gelegen weg kan begeven, of niet. Indien dit niet zo zou zijn, dient de bestuurder telkens (bijna) te stoppen, waardoor een vlotte verkeersdoorstroming niet verzekerd kan worden. [6].

### 2.3.2 Invoegstrook

Een ander type van afrittencomplexen die op deze masterproef van toepassing zijn, is een afrit die op de stroomafwaarts gelegen weg uitmondt op een invoegstrook die ook vooraf aangegeven wordt door verkeersbord B1. Deze is vooral aan te raden wanneer er een vlotte doorstroming is gewenst van het rechts afslaand verkeer en wanneer hiervoor de ruimte beschikbaar is of indien een voldoende grote zichtafstand op het kruisende verkeer niet mogelijk is. Op Figuur 2-4 wordt deze schematisch weergegeven.

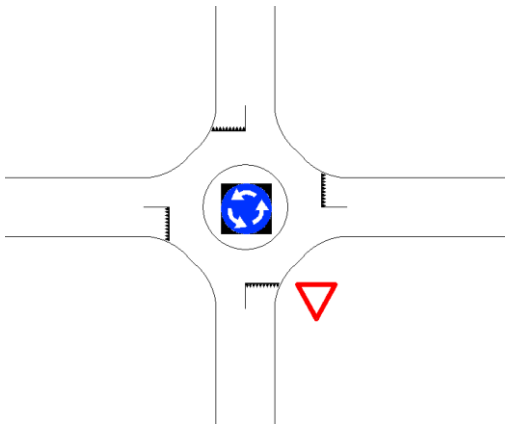


*Figuur 2-4: Afrit eindigend met verkeersbord B1 en invoegstrook*

Belangrijk bij een invoegstrook is, dat deze voldoende lang is. Dit kan namelijk van belang zijn aangezien bestuurders afhankelijk van de drukte vaak even naar een invoegruimte moeten zoeken tussen het drukke verkeer en dus later kunnen invoegen. Daardoor kan een invoegstrook slechts toegepast worden als er voldoende ruimte beschikbaar is om deze te verwezenlijken. [7].

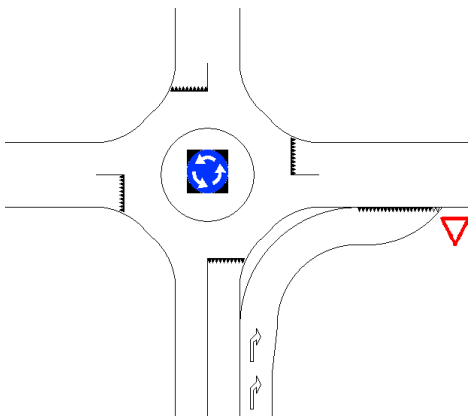
### 2.3.3 Rotonde

Het volgende type van afrittencomplex dat besproken wordt is een rotonde. Een rotonde is een verkeersvlak waar het verkeer rond een punt circuleert. Het is ook een alternatief van een klassiek kruispunt. Dit alternatief werkt optimaal indien alle wegen die aankomen op de rotonde ongeveer even druk bereden zijn, anders is een klassiek kruispunt beter. Voordat de rotonde wordt opgereden moet men voorrang verlenen, wat wordt aangeduid door het verkeersbord B1 en haaiantanden. Indien de bestuurder de rotonde wil verlaten moet hij zijn richtingsaanwijzer aanzetten en afdraaien op de weg die hij wil volgen. Een rotonde kan bestaan uit 1 of 2 rijstroken. Als de bestuurder die op de binnenste rijstrook rijdt de rotonde wil verlaten, moet deze bestuurder voorrang verlenen aan de bestuurder rechts van hem. Dit komt doordat het veranderen van rijstrook wordt beschouwd als een manoeuvre. [8], [9]. In Figuur 2-5 kan u een klassieke rotonde terugvinden.



*Figuur 2-5: Rotonde*

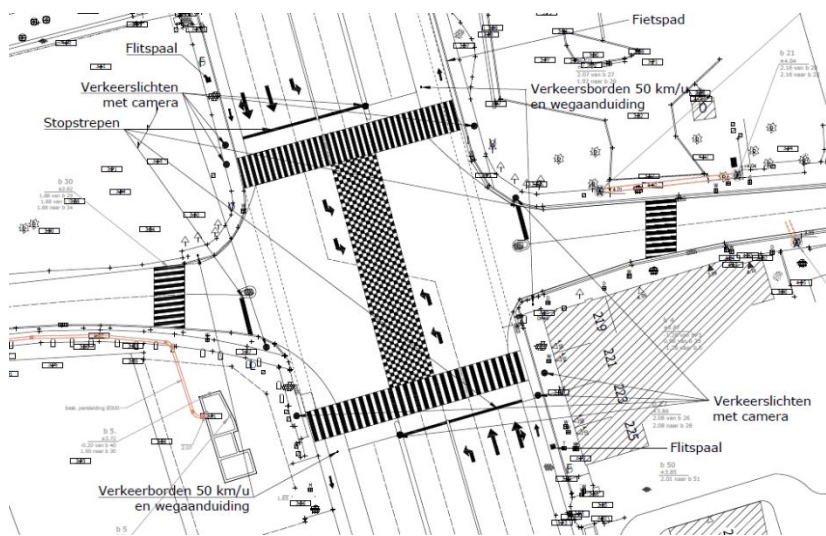
Een rotonde wordt regelmatig toegepast op het einde van een afrit van een autosnelweg. Ook wordt regelmatig bij een rotonde een bypass toegepast. Dit wil zeggen dat er een aparte rijstrook wordt aangelegd voor het verkeer dat de eerste afslag moet nemen. De bypass zorgt ervoor dat de rotonde voor een deel ontlast wordt. Deze weg loopt langs de rotonde en op het einde van deze weg moet de bestuurder voorrang verlenen op het verkeer dat van de rotonde komt (zie Figuur 2-6). Dit wordt aangegeven door het verkeersbord B1 en haaiantanden.



*Figuur 2-6: Rotonde met bypass*

### **2.3.4 Verkeersregelininstallatie (VRI)**

Het laatste type van afrittencomplex dat wordt besproken is een VRI. Met een verkeersregelininstallatie wordt een klassiek kruispunt bedoeld waar het verkeer geregeld wordt door verkeerslichten. Indien het licht rood aangeeft, moet de bestuurder stoppen. Als het licht oranje is, moet de bestuurder stoppen indien hij zijn voertuig voldoende veilig voor zichzelf en omringende weggebruikers tot stilstand kan brengen. Als tot slot het groene licht brandt, mag de bestuurder doorrijden. Er zijn twee soorten installaties: conflictvrije en een gewone installatie. Indien het een conflictvrije installatie is, moet de bestuurder niet uitkijken en eventueel voorrang verlenen als hij een manoeuvre uitvoert. Bij een gewone installatie moet de bestuurder eerst uitkijken naar de bestuurders die uit de andere richting komen vooraleer hij een manoeuvre uitvoert. In deze situatie dient de bestuurder dan voorrang te verlenen aan de andere bestuurders. Conflictvrije installaties worden aangeduid door verkeerslichten in de vorm van pijlen. Dit wordt regelmatig gebruikt op het einde van een afrit. Daarnaast is er bij dit type ook de mogelijkheid om net zoals bij een rotonde een bypass te gebruiken voor het rechts afslaand verkeer. Een voorbeeld van een VRI valt terug te vinden op Figuur 2-7.

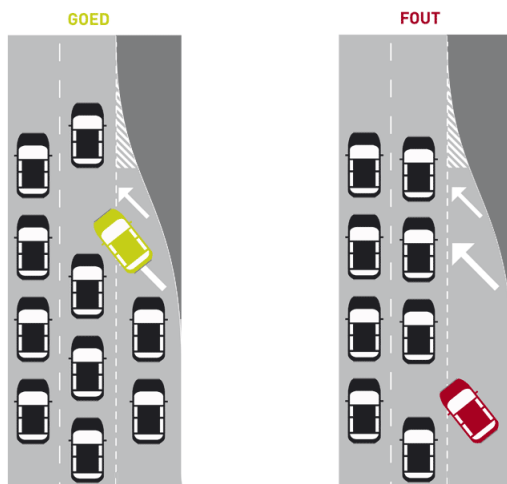


Figuur 2-7: VRI

## 2.4 Voorrangsregels België

### 2.4.1 Invoegstrook

Een invoegstrook wil eigenlijk zeggen dat de huidige op- of afrit overgaat in de stroomafwaarts gelegen weg. Daarentegen is het sinds 1 maart 2014 in Vlaanderen verplicht om te ritsen op het einde van een invoegstrook bij sterk vertraagd verkeer. In Figuur 2-8 staat schematisch voorgesteld hoe men correct moet ritsen. Het ritsen is daarentegen niet van toepassing bij een op- of afrit zolang verkeersbord B1 is geplaatst. Dit komt omdat ritsen een algemene verkeersregel is, die ondergeschikt is aan eender welk verkeersbord dat verkondigt dat dit niet zo is. Omdat in theorie bij het ontbreken van dit bord de regels tot ritsen eigenlijk van toepassing zijn, worden deze hieronder kort toegelicht. [10].



Figuur 2-8: Correct ritsen en fout ritsen [11]

Om dit goed te kunnen uitvoeren zijn er een aantal aandachtspunten opgesteld:

- De bestuurder moet rijden tot het voertuig zich op het einde van de invoegstrook bevindt;

- De bestuurder moet op 300 m van het einde van de invoegstrook de snelheid aanpassen aan de snelheid van de voertuigen van de aanliggende rijstrook. Deze afstand is altijd aangegeven door een verkeersbord;
- De bestuurders van de aanliggende rijstrook moeten ruimte maken voor het voertuig dat van de invoegstrook af komt;
- De bestuurder moet op ongeveer 50 m voor het einde van de invoegstrook invoegen in de ruimte die de andere bestuurders hebben vrijgelaten.

Belangrijk hierbij is dat de bestuurders die zich zowel op de invoegstrook als op de aanliggende rijstrook bevinden zich aan deze regels houden. Ook bestuurders van een ander type voertuig zoals vrachtwagenbestuurders moeten deze regels respecteren. [11].

### 2.4.2 Verkeersbord B1

Het verkeersbord B1 wordt geplaatst in de onmiddellijke omgeving waar de bestuurder voorrang moet verlenen. De plaats waar de bestuurder voorrang moet verlenen, is meestal aangegeven door witte haaiantanden. Bij deze haaiantanden ben je niet verplicht om te stoppen indien dit niet nodig is. Voorrang verlenen is in deze situatie wel verplicht. In Figuur 2-9 wordt zo een situatie getoond.



Figuur 2-9: Verkeersbord B1 met haaiantanden

Voor het invoegen vanaf een op- of afrit op de stroomafwaarts gelegen weg wordt dit verkeersbord ook gebruikt. Voor deze masterproef is dit van toepassing voor een weg met of zonder invoegstrook. Dit geeft dan aan dat de bestuurder bij de op- of afrit voorrang moet verlenen aan het stroomafwaarts gelegen wegennet dat zich vlak na dit verkeersbord B1 bevindt. [10].

## 2.5 Aanbevelingen voor het wegontwerp

Om een goed beeld te krijgen van de al bestaande situaties worden in deze masterproef de belangrijkste betrokken ontwerprichtlijnen vermeld die hierop van toepassing zijn. Verder zal deze informatie hier worden gebruikt om te controleren of er een verband bestaat tussen de ongevallen en een bepaald ontwerp van een afrit, wanneer dit nodig blijkt te zijn. Dit laatste kan uiteraard deze richtlijnen bevestigingen of tegenspreken, afhankelijk van het verkregen resultaat. De richtlijnen die hier gebruikt zijn, zijn vooral Vlaamse richtlijnen en aanvullend ook Nederlandse richtlijnen. Deze laatst vernoemde richtlijnen worden hier gebruikt omdat de Vlaamse richtlijnen vaak hierop gebaseerd zijn, of hiernaar verwijzen.

## 2.5.1 Verhardingsbreedtes en wegmarkeringen

In samenspraak met categorisering van wegen zijn er bepaalde richtlijnen inzake minimumverhardingsbreedtes en dimensies van wegmarkeringen van toepassing op een bepaalde categorie van weg. Deze twee zaken vormen immers de ruimte die men als bestuurder krijgt om zijn voertuig op een bepaalde rijstrook te besturen. Dit is van toepassing voor de wegen die in het beheer zijn van AWV.

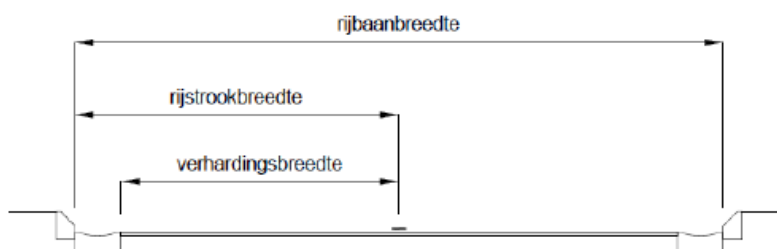
Logisch gezien kan men stellen dat de verhardingsbreedtes groter zullen worden naarmate de snelheid hoger wordt. Dit omdat de zijdelingse uitwijkingen van auto's hoger kunnen worden bij een stijgende snelheid en men dus meer plaats nodig heeft om deze zijdelingse uitwijkingen te corrigeren. Eerst zullen hieronder de verhardingsbreedtes worden besproken en vervolgens kort de dimensionering van de belangrijkste wegmarkeringen die van toepassing zijn op deze masterproef.

### 2.5.1.1 Verhardingsbreedtes

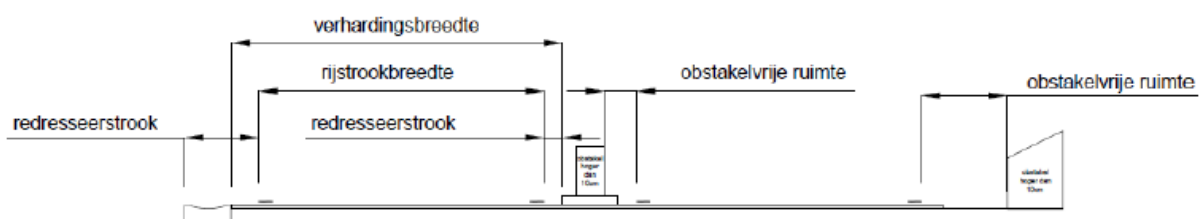
Doordat het voor bestuurders haast onmogelijk is om continu volgens een kaarsrechte lijn te rijden, dient er een soort extra breedte te worden voorzien naast de eigenlijke breedte van het voertuig zelf. Deze extra breedte dient als het ware om externe invloeden op te vangen zoals wind, slechte staat van het wegdek, korte afleidingen, schrikafstand van naastgelegen objecten enzovoort. Dit wordt ook wel de vetergang genoemd. Het AWV definieert dit als de rijstrookbreedte, wat als het ware niets anders is als de breedte van de rijstrook, inclusief markeringen (randlijnen en halve aslijnen). [12].

Onder verhardingsbreedte daarentegen verstaat men de rijstrookbreedte plus de verharding die buiten de randlijn gelegen is. Indien er geen randlijnen aanwezig zijn, wordt als rijstrookbreedte de afstand genomen van de halve aslijn tot tegen de boordsteen volgens Figuur 2-10. Indien er wel een randlijn aanwezig is, geldt de redenering zoals hierboven beschreven. Dit wordt ook weergegeven in Figuur 2-10.

#### zonder randlijn



#### met randlijn



Figuur 2-10: Rijstrookbreedte en verhardingsbreedte zonder en met randlijn [13, p. A]

In Vlaanderen gelden volgende richtlijnen als minimale verhardingsbreedtes voor gewestwegen:

Tabel 2-2 Richtlijnen verhardingsbreedtes in Vlaanderen [13, p. 2], [14, p. 83]

Snelheid	Verhardingsbreedte
30 km/u	2,80 m
50 km/u	3,05 m
70 km/u	3,30 m
90 km/u	3,30 m
120 km/u	3,50 m <sup>1</sup>

Hierbij moet er wel op gelet worden dat een obstakelvrije ruimte van 75 cm vanaf de rand van de rijbaan geldt bij hoofd- en primaire wegen, waarbij een obstakel een vast object is met een hoogte groter dan 10 cm. Indien door plaatsgebrek de verhardingsbreedtes niet haalbaar zijn, dienen de kleinere verhardingsbreedtes voorgelegd te worden aan de bevoegde commissie (RMC). Uiteraard geldt dat in bochten de verhardingsbreedte iets groter wordt, aangezien de achterste as van voertuigen de bocht meer zal insnijden t.o.v. de voorste as. Dit wordt ook wel bochtverbreding genoemd. [13].

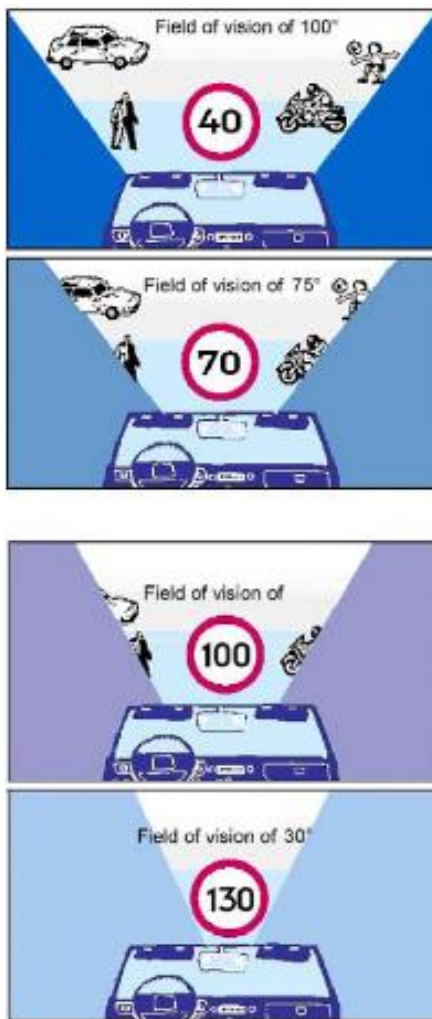
### 2.5.2 Zichten

De bestuurder van een voertuig heeft niet op elk moment een even breed gezichtsveld. Dit hangt af van de snelheid waarmee het voertuig zich verplaatst. In Figuur 2-11 wordt het gezichtsveld aangegeven bij bepaalde snelheden. [15].

---

<sup>1</sup> Deze waarde (werkelijk is dit een rijstrookbreedte) wordt aanbevolen door de Nederlandse Richtlijn voor Ontwerp van Autosnelwegen aangezien er in Vlaanderen voor autosnelwegen geen eenduidige richtlijnen hiervoor bestaan.





Figuur 2-11: Versmalling gezichtsveld [15, p. 42]

Uit de vorige figuur blijkt dus hoe sneller het voertuig zich vooruit beweegt, hoe smaller het gezichtsveld wordt. Dit is uitermate belangrijk bij het ontwerpen van een weg. Bij wegen met hoge snelheden moet de signalisatie zo geplaatst worden dat de weggebruikers de signalisatie duidelijk zien. [15].

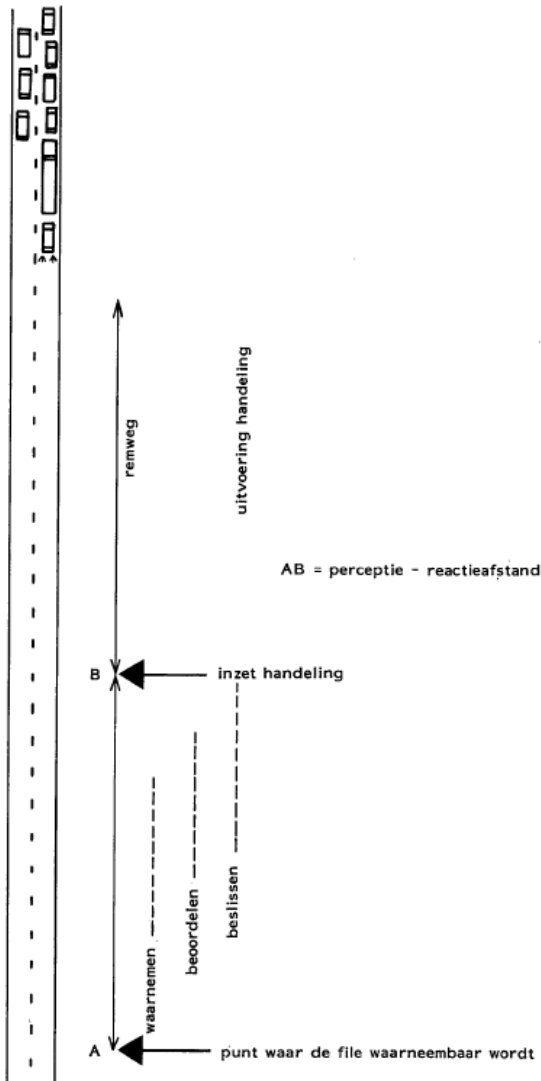
De zichtafstand is ook een belangrijk gegeven voor de bestuurder. Hoe verder de bestuurder kan kijken, hoe meer tijd hij heeft om te reageren. Zo kunnen onveilige situaties worden vermeden. De zichtafstand hangt af van verschillende factoren: karakteristieken van het voertuig, de weg, de omgeving, licht- en weersomstandigheden enzovoort. Deze factoren kunnen nadelig beïnvloed worden door objecten die zich langs de weg bevinden. Enkele voorbeelden van zo'n objecten zijn: bebouwing, beplanting, geluidswerende constructies en geleiderailconstructies.

In de ROA 2014 maakt men een onderscheid tussen continue en discontinue situaties. Bij een continue situatie blijft het aantal rijstroken gelijk, bij een discontinue situatie verandert het aantal rijstroken. Indien de situatie discontinue is, is er een grotere zichtafstand nodig. Dit komt doordat bestuurders die zich op een rijstrook bevinden die eindigt, voldoende tijd nodig hebben om in te voegen naar de rijstroken die wel nog doorlopen. Dit is dus duidelijk niet het geval bij een continue situatie. [14].

Om een comfortabele zichtafstand te hebben voor de bestuurder heeft men volgende gegevens nodig:

- De afstand die wordt afgelegd tijdens de perceptie/reactie tijd;
- De afstand die wordt afgelegd tijdens het handelen van de bestuurder;
- De afstand die wordt afgelegd om een comfortabel gevoel te creëren bij de bestuurder.

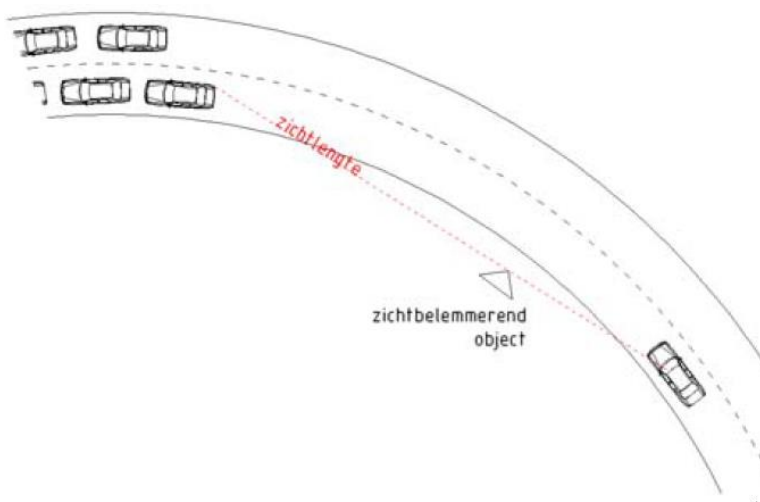
Het is belangrijk dat deze criteria worden toegepast in het ontwerp van een weg. In Figuur 2-12 worden deze criteria schematisch voorgesteld. [14].



Figuur 2-12: Perceptie / reactie [16, p. 90]

### 2.5.2.1 Stopzicht

Stopzicht is een belangrijk gegeven voor het creëren van een veilige verkeerssituatie. Indien de rijstrook van een bestuurder geblokkeerd wordt, heeft men twee mogelijkheden. De eerste is uitwijken, maar dit is veel te gevaarlijk door omliggende objecten. De tweede mogelijkheid is stoppen, dewelke van deze twee mogelijkheden ook aan te raden is. Stopzicht is de zichtlengte op een stilstaand voertuig voor hem. Deze zichtafstand is de afstand waarover een bestuurder moet kunnen zien om een file te kunnen waarnemen. Het stopzicht moet dus lang genoeg zijn om het voertuig tot stilstand te laten komen. Stopzicht wordt in Figuur 2-13 schematisch voorgesteld. [14].



Figuur 2-13: Stopzicht [14, p. 57]

Belangrijke en bepalende punten voor het creëren van een veilig stopzicht zijn de volgende:

- Waarneempunt:
  - o Bij een linkse bocht: 1,25 m uit kantstreep links;
  - o Bij een rechtse bocht: 2,25 m uit kantstreep rechts;
- Zichtpunt: het achterste stoplicht van het stilstaande voertuig;
- Daglicht;
- Comfortabele vertraging;
- Extra lengte gebaseerd op onverwachte gebeurtenissen;
- Wrijvingsfactor, rekening houdend met weersomstandigheden en een veiligheidsfactor.

De minimale zichtlengte die men moet bereiken kan men berekenen. Dit kan bepaald worden met de formule in Figuur 2-14 [14].

$$\text{Stopzichtlengte} = \left[ \text{prt} * \frac{V_0}{3,6} \right] + \left[ \left( \frac{V_0}{3,6} \right)^2 * \frac{1}{2g \left( f_{lg} + \frac{p}{100\%} \right)} \right]$$

Figuur 2-14: Stopzicht formule [14, p. 60]

Deze formule bestaat uit de volgende factoren:

- $V_0$  = ontwerpsnelheid in km/uur;
- $g$  = aardversnelling, 9,81 m/s<sup>2</sup>;
- $f_{lg}$  = gemiddelde wrijvingscoëfficiënt van de langsrichting, rekening houdend met de weersomstandigheden (86% wielslip en nat wegdek);
- $p$  = hellingspercentage in procent.

Deze afstand moet voor elk geval apart worden berekend [14].

## 2.5.3 Ontwerpaanbevelingen

### 2.5.3.1 Boogstraal

#### 2.5.3.1.1 Hoofdwegen

Voor het aanleggen van een hoofdbaan moet een minimum boogstraal gehanteerd worden, dit om een veilige boog van de weg te creëren. De minimum boogstralen worden gegeven in Tabel 3-2. De boogstralen in deze tabel zijn gemeten vanaf de middenas van de weg, maar de ontwerper mag zelf kiezen welke weg hij neemt voor het berekenen van de boogstraal. [14].

Voor een gebogen tracé wordt er een onderscheid gemaakt tussen bogen met en zonder verkanting. De verkanting is meestal 2,5 procent, aangezien dit genoeg is om het regenwater vlot te laten aflopen. Er zijn ook nog andere verkantingen, maar die worden in dit document niet toegelicht omdat deze niet van toepassing zijn voor dit onderzoek. [14].

Tabel 2-3 Boogstraal hoofdweg [14, p. 63]

situatie	minimale horizontale boogstraal hoofdbaan	
	Autosnelweg (120 km/h)	Stadsautosnelweg (90 km/h)
rechte tracégedeelten toe te passen ter vervanging van rechtstanden	40.000 m	40.000 m
gebogen tracégedeelten tegenverkanting	4.000 m	2.000 m
afschot / verkanting (2,5 %)	1.500 m	700 m
bij knooppunten en aansluitingen toe te passen ter vervanging van rechtstanden	40.000 m	40.000 m
ter voorkoming parallax bij waarneming informatie boven rijbaan*	3.000 m	3.000 m
invoeging of uitvoeging bij linksdraaiende boog	4.000 m	4.000 m
invoeging of uitvoeging bij rechtsdraaiende boog	3.000 m	3.000 m

#### 2.5.3.1.2 Niet-hoofdwegen

Voor niet-hoofdwegen worden andere minimum boogstralen gehanteerd. Ook hier is het doel om veilige bogen te creëren. Deze worden in Tabel 2-4 getoond. Indien er een grotere verkanting is dan 2,5 procent, kan de minimum boogstraal worden verlaagd. Dit komt doordat de centrifugaalkrachten die het voertuig ondervindt beter kunnen worden opgevangen doordat het wegdek schuiner is. [14].

Uit de praktijk is gebleken dat boogstralen kleiner dan 300 m onvoldoende vergevingsgezind zijn om een foutieve inschatting van een bocht te corrigeren. Hierdoor is een goede accentuering nodig om een veilige situatie te creëren. In de ROA-versie 2014 is er daarom gekozen om d.m.v. randvoorwaarden te bepalen dat bij een boogstraal kleiner dan 300 meter een verkanting van 5 procent gebruikt wordt. Daardoor worden niet alleen de centrifugaalkrachten beter opgevangen, maar is de weg ook beter herkenbaar. [14].

Tabel 2-4 Boogstraal niet-hoofdweg [14, p. 64]

situatie	minimale boogstraal per ontwerpsnelheid voor niet-hoofdbanen			
	120 km/h*	90 km/h	70 km/h	50 km/h
tegenverkanting	4.000 m	2.000 m	800 m	300 m
2,5 % verkanting	1.500 m	700 m	350 m	n.v.t**
3,0 % verkanting	1.350 m	630 m	315 m	n.v.t**
3,5 % verkanting	1.200 m	560 m	n.v.t**	n.v.t**
4,0 % verkanting	1.050 m	490 m	n.v.t**	n.v.t**
4,5 % verkanting	900 m	420 m	n.v.t**	n.v.t**
5,0 % verkanting	750 m	350 m	180 m	85 m
5,5 % verkanting		340 m	175 m	85 m
6,0 % verkanting		330 m	170 m	85 m
6,5 % verkanting			165 m	80 m
7,0 % verkanting			160 m	80 m

### 2.5.3.2 Bochtverbreding

Bochtverbredingen worden steeds toegepast in smalle, krappe horizontale bogen. Dit komt doordat de achterwielen van het voertuig in een bocht meer naar binnen liggen dan de voorwielen. Een krappe bocht is een bocht met een bochtstraal kleiner dan 300 m. Dit zijn meestal bochten bij op- en afritten, wat in deze masterproef dus van groot belang is. In deze gevallen is de boogstraal van de voorwielen veel groter dan deze van de achterwielen. De bochtverbreding kan worden berekend met een formule. Deze formule wordt hieronder weergegeven.

$$R_{\text{buiten}} = \sqrt{\sqrt{\left(R_{\text{binnen}} + \frac{WG}{2}\right)^2 + (WG + KA)^2 - KA^2 + \frac{BT}{2}} + (WT + VT)^2}$$

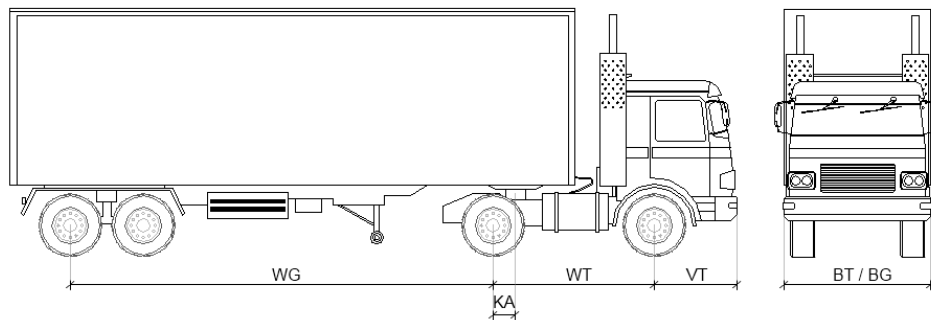
Figuur 2-15: Formule bochtverbreding [14, p. 87]

Deze formule bestaat uit de volgende factoren:

- $R_{\text{binnen}}$  = boogstraal binnenbocht bij het verst naar binnen gelegen punt van het voertuig, meestal de achterwielen in meter;
- $R_{\text{buiten}}$  = boogstraal buitenbocht bij het verst naar buiten gelegen punt van het voertuig, meestal de voorwielen in meter;
- BT = breedte trekkend voertuigdeel<sup>2</sup> (2,60 m);
- BG = breedte getrokken voertuigdeel (2,60 m);
- WT = wielbasis trekkend voertuigdeel (4,42 m);
- WG = wielbasis getrokken voertuigdeel (9,40 m);
- VT = vooroverbouw trekkend voertuigdeel (1,55 m);
- KA = koppelingsafstand (1,10 m).

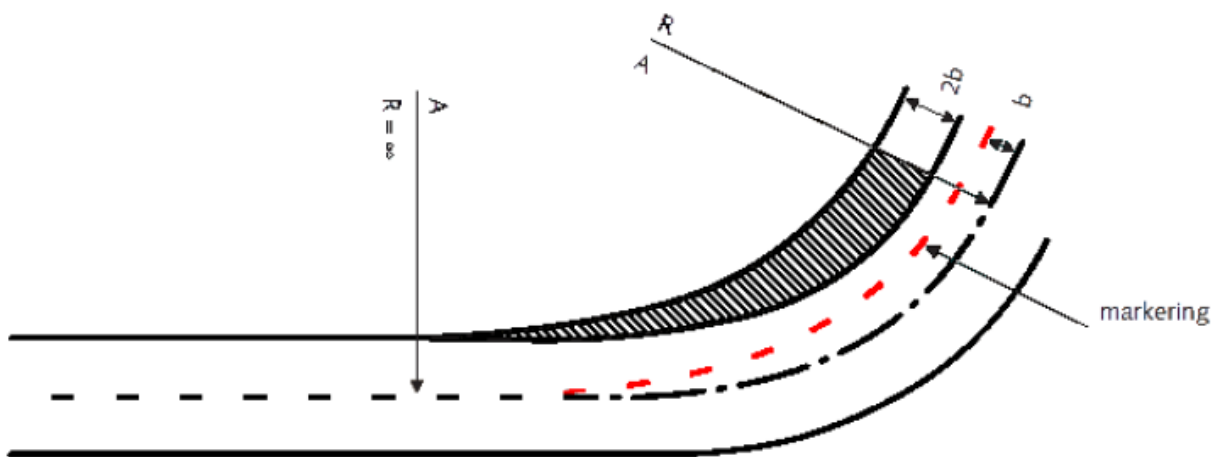
De vorige afstanden zijn grafisch weergegeven in Figuur 2-16.

<sup>2</sup> De waardes tussen de haakjes van "BT" tot en met "KA" worden in de ROA-versie 2014 gegeven als richtwaarden.



Figuur 2-16: Afmetingen voertuig [14, p. 88]

De bochtverbreding die nodig is, is het verschil tussen de buitenstraal van de voorwielen en de binnenstraal van de achterwielen. Van het verschil van deze 2 stralen moet nog de voertuigbreedte en de restruimte worden afgetrokken. De restruimte is het verschil tussen de rijstrookbreedte en de breedte die nodig is voor het uitvoeren van de rijtaak. De bochtverbreding wordt nog eens extra visueel weergegeven in Figuur 2-17.



$b$  = bochtverbreding per rijstrook

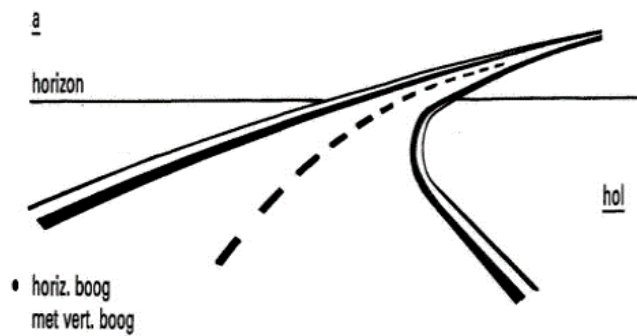
Figuur 2-17: Bochtverbreding [14, p. 89]

## 2.5.4 Inschatten bochten

Een bestuurder gaat indien hij richting een bocht rijdt een eigen perceptie creëren. Deze perceptie, ofwel inschatting genoemd, is niet altijd correct. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Hieronder worden enkele voorbeelden uitgelegd, waarom de perceptie van de bestuurder fout kan zijn.

### 2.5.4.1 Overschatting boogstraal

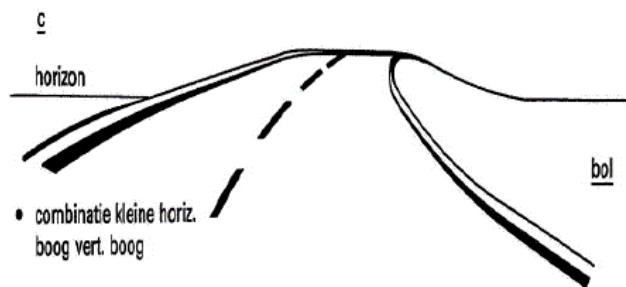
Een bestuurder van een voertuig gaat een boogstraal overschatten indien een horizontale boog samenvalt met een holle boog. Op dat moment schat de bestuurder de boog krapper in dan hij in werkelijkheid is. Als de bestuurder de bocht krapper inschat dan deze is, gaat de bestuurder snelheid verminderen en veiliger handelen dan in een vlakke horizontale boog. Daarom is er geen bezwaar indien zo een bocht wordt uitgevoerd in de praktijk. [14].



Figuur 2-18: Overschatting bocht [17, p. 13]

### 2.5.4.2 Onderschatting boogstraal

Een bestuurder van een voertuig gaat een bochtstraal onderschatten indien een horizontale boog samenvalt met een bolle boog. In zulke gevallen dient de boogstraal van de bolle boog 5 keer kleiner te zijn dan die van de horizontale boog. Indien de boogstraal van de bolle boog kleiner is dan die van de horizontale boog, gaat het wegbeeld van de bolle boog overheersen. Het is dus belangrijk dat het wegbeeld van de horizontale boog gaat overheersen, aangezien uit praktisch blijkt dat dit veiliger is. [14].



Figuur 2-19: Onderschatting bocht [17, p. 14]

### 2.5.4.3 Parallax

Indien er voorbij het punt waar de horizontale bocht eindigt een element zichtbaar is van een parallel lopende straat, kan de bestuurder die opvatten als bijhorend aan de eigen rijstrook. Als de bestuurder het vervolg van zijn eigen rijweg niet ziet, maar wel die van de 'vreemde' rijweg, gaat de bestuurder de elementen van de 'vreemde' rijweg beschouwen als elementen van de eigen rijweg. Dit kan leiden tot een onderschatting van de bochtstraal of tot een verkeerde richting van de rijweg. [14].

Ook een verticaal element kan de indruk geven dat de rijweg rechtdoor gaat, terwijl de rijweg eigenlijk afbuigt van het verticaal element. Zulke elementen kunnen uit verschillende voorwerpen bestaan. Voorbeelden hiervan zijn een rij bomen of treinsporen die rechtdoor lopen, terwijl de rijweg van deze elementen afbuigt. [14].

Het fenomeen parallax moet vermeden worden tijdens het ontwerp van de weg. Met een driedimensionale beeldanalyse kan men nagaan of dit fenomeen zich voordoet. Een maatregel die helpt, is het aanbrengen van een geleidingselement langs de rijweg. [14].

### 2.5.4.4 Clothoïde

Om over te gaan van een rechte rijweg naar een horizontale boog gebruikt men een clothoïde. Hierdoor zal de overgang vlotter ervaren worden door de bestuurder. De clothoïde heeft volgende functies:

- De bestuurder moet een geleidelijke stuurverdraaiing toepassen;
- Het is een vloeiende verbinding tussen de rechte rijweg en de horizontale boog;
- Er is een vermindering van de zijdelingse kracht op het voertuig;
- De vloeiende uitvoering zorgt ervoor dat de bestuurder de weg beter kan inschatten;
- Er is voldoende plaats voor een verkantingsovergang;
- De boogverbreding wordt geleidelijk aangebracht.

Een clothoïde wordt dus toegepast bij een overgangsboog. De kromme is een geleidelijke overgang die de bestuurder moet doorgaan door geleidelijk zijn stuur te draaien. Zo ontstaat er een vloeiende overgang tussen de twee wegelementen. De clothoïde is gekenmerkt door de clothoïdeparameter A. [14].

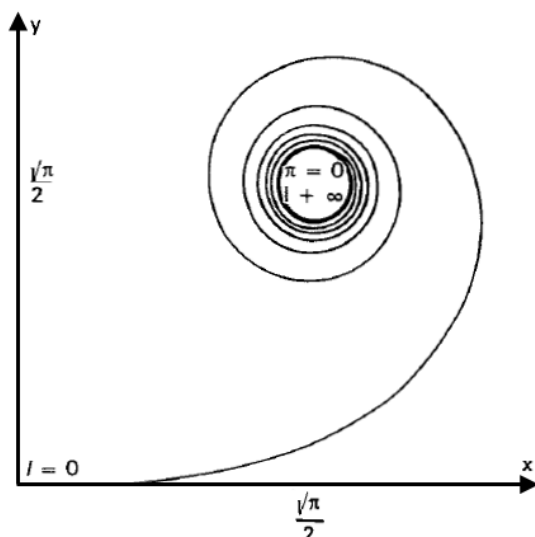
De clothoïde is niets anders dan een spiraal waarvan de boogstraal R omgekeerd evenredig is met de lengte, gerekend vanaf het nulpunt (waar geldt dat  $R = \text{oneindig}$ ). Dit is uitgewerkt in de volgende formule:

$$A^2 = Rx * Lx$$

Deze formule bestaat uit de volgende factoren:

- A = clothoïdeparameter in meter;
- $R_x$  = straal van clothoïde op punt x in meter;
- $L_x$  = lengte clothoïde tussen punt x en nulpunt ( $R = \text{oneindig}$ ) in meter [14].

In Figuur 2-20 is de clothoïde grafisch weergegeven.



Figuur 2-20: Clothoïde [14, p. 69]



De clothoïde kan worden toegepast op verschillende situaties. Enkele voorbeelden waar deze kan worden toegepast:

- Overgang tussen een rechtstand en een cirkelboog;
- Overgang tussen twee gelijkgerichte bogen;
- Overgang tussen twee tegengesteld gerichte cirkelbogen.

De overgangsboog kan niet altijd worden toegepast. In de volgende gevallen kan de clothoïde niet worden toegepast:

- Als een rechtstand aansluit op een cirkelboog met een boogstraal boven de waarden van Tabel 2-5;
- Beide aansluitende horizontale bogen een boogstraal hebben, die boven de waarden ligt van Tabel 2-5 [14].

Tabel 2-5 Overgangsbogen i.f.v. ontwerpsnelheid [14, p. 69]

Ontwerpsnelheid	Overgangsboog noodzakelijk indien
120 km/h	$R < 4.000\text{m}$
90 km/h	$R < 2.000\text{m}$

## 2.5.5 Deceleratielengtes bepalen

In dienstorder MOW/AWV/2016/2 wordt hierin bij de deceleratielengte verwezen naar de NOA (2007). De informatie in dit onderdeel zal bijgevolg hiervan ook deels gebaseerd zijn op informatie uit een nieuwere versie van de NOA, namelijk de ROA-versie 2014.

### 2.5.5.1 Theoretische bepalingen deceleratielengte

De deceleratielengte is als het ware de lengte die nodig is om de snelheid van een voertuig te verlagen tot een bepaalde snelheid, zodat het gedeelte stroomafwaarts verkeersveilig bereden kan worden. Schematisch wordt dit weergegeven op Figuur 2-21 door de afstand  $L_d$ . Dit is bijvoorbeeld nodig wanneer men de autosnelweg verlaat, waarbij men met een gepaste lagere snelheid aan een bocht dient toe te komen. [14].

Verder is de benodigde deceleratielengte afhankelijk van enkele parameters [14]:

- Het gemiddelde hellingspercentage van de afrit of afbuigende baan;
- De waarde van vertraging waarmee een voertuig kan vertragen;
- De ontwerpsnelheid van de afrit of afbuigende baan;
- De snelheid van het voertuig dat zich op de afrit of afbuigende baan bevindt, dit ter hoogte van het puntstuk.

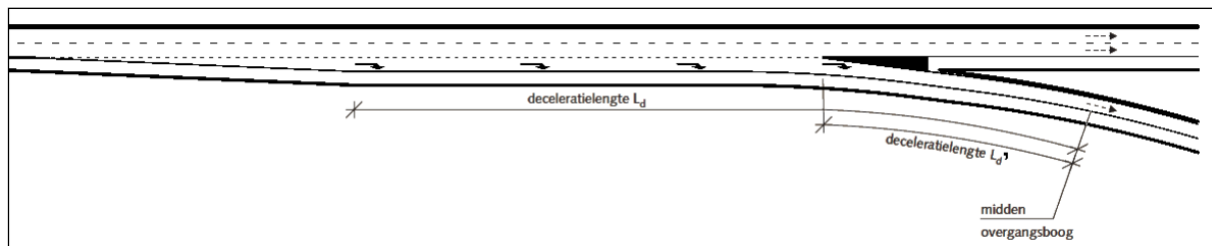
Belangrijk is dat er rekening mee gehouden wordt dat niet iedere bestuurder op dezelfde afstand ten op zichte van het puntstuk zal uitvoegen. Hiertoe voorziet men in de ROA versie 2014 twee mogelijkheden [14]:

1. Een bestuurder begeeft zich op tijd naar de voorziene uitvoegstrook om zich hier te laten vertragen tot de aangegeven snelheid;
2. Een bestuurder begeeft zich op het laatste moment, net voor het puntstuk naar de voorziene uitvoegstrook en kan de uitvoegstrook niet of weinig benutten voor vertraging tot de aangegeven snelheid.

Voor mogelijkheid 1 rekt men met een vertraging van  $1,5 \text{ m/s}^2$ . Bij deze waarde wordt ervan uitgegaan dat er comfortabel vertraagd kan worden (als het ware het gaspedaal

loslaten en het voertuig laten uitbollen). Bij mogelijkheid 2 vervalt logischerwijs het comfortabel vertragen, aangezien er op het laatste moment uitgevoegd wordt. Als gevolg hiervan wordt de veronderstelde vertraging hier 2,5 m/s<sup>2</sup> (hard remmen met veelzijdig gebruik van het rempedaal). [14].

Voor beide mogelijkheden moet de deceleratielengte voldoende zijn vanaf het begin van het puntstuk, tot aan het punt stroomafwaarts waar een lagere ontwerpsnelheid geldt. Indien dit punt zich op een boog bevindt, neemt men de afstand van het puntstuk tot aan het midden van de overgangsboog die stroomopwaarts van deze boog is gelegen. Dit wordt aangegeven op Figuur 2-21 d.m.v. de afstand  $L_{d'}$ . [14].



Figuur 2-21: Deceleratielengte  $L_d$  en  $L_{d'}$  [14, p. 123]

### 2.5.5.2 Berekening deceleratielengte volgens dienstorder MOW/AWV/2016/2

De formule die hierin gebruikt wordt, is exact dezelfde als diegene in de ROA-versie 2014. Omdat het hoofdstuk hierboven hoofdzakelijk op deze laatstgenoemde gebaseerd is, is hier de formule van de ROA 2014 gebruikt, dit om verwarringen te vermijden in de naamgeving van de parameters in de formule.

De formule is als volgt opgebouwd:

$$L_d = \frac{V_0^2 - V_a^2}{256 * \left( \frac{d}{g} + \frac{p}{100} \right)}$$

Figuur 2-22: Formule berekening deceleratielengte uit ROA versie 2014 [14, p. 123]

Deze formule bestaat uit de volgende factoren [14]:

- $L_d$  = deceleratielengte in meter;
- $V_0$  = de snelheid die verondersteld wordt ter hoogte van het puntstuk (zie Tabel 2-6);
- $V_a$  = ontwerpsnelheid van de afrit of afbuigende baan;
- $d$  = de vertraging van het voertuig volgens de twee mogelijkheden (1,5 m/s<sup>2</sup> of 2,5 m/s<sup>2</sup>);
- $g$  = zwaartekracht of valversnelling (9,81 m/s<sup>2</sup>);
- $p$  = gemiddeld hellingspercentage van de weg (invullen als percentage, negatief bij daling).

Tabel 2-6 Snelheid  $V_0$  verondersteld ter hoogte van het puntstuk [14, p. 123]

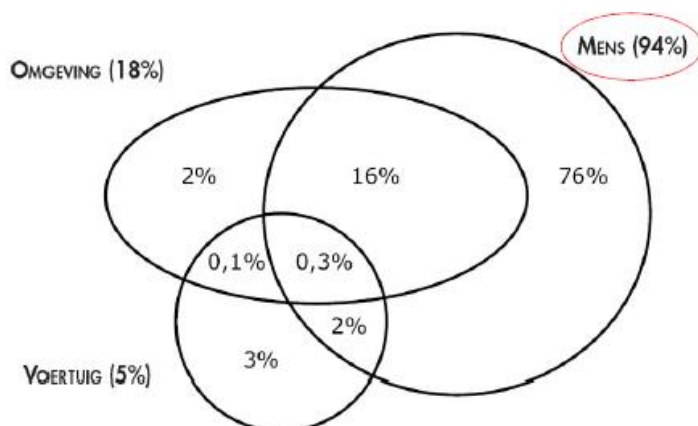
Ontwerpsnelheid doorgaande baan	Snelheid op uitvoegstrook bij het puntstuk
120 km/u	90 km/u
90 km/u	70 km/u
70 km/u	50 km/u

## 2.6 Gedrag van bestuurders

Om te weten waarom ongevallen zich voordoen, is het belangrijk om het gedrag van een bestuurder te analyseren. Hieruit kan men te weten komen wat de mogelijkheden, maar ook de beperkingen zijn van een bestuurder van een voertuig. In oudere richtlijnen en wetgevingen werd hier weinig tot zelfs geen rekening mee gehouden. In de latere versies werd hier daarentegen meer en meer rekening mee gehouden. Anders dan hoofdstuk 2.5 'Aanbevelingen voor het wegontwerp' zal er hier dus gefocust worden op het psychologisch aspect van bestuurders en minder op bepaalde technische richtlijnen.

### 2.6.1 Oorzaken van ongevallen

Een ongeval kan verschillende oorzaken hebben. Dit wordt weergegeven in Figuur 2-23 die opgesteld is door Hillier.

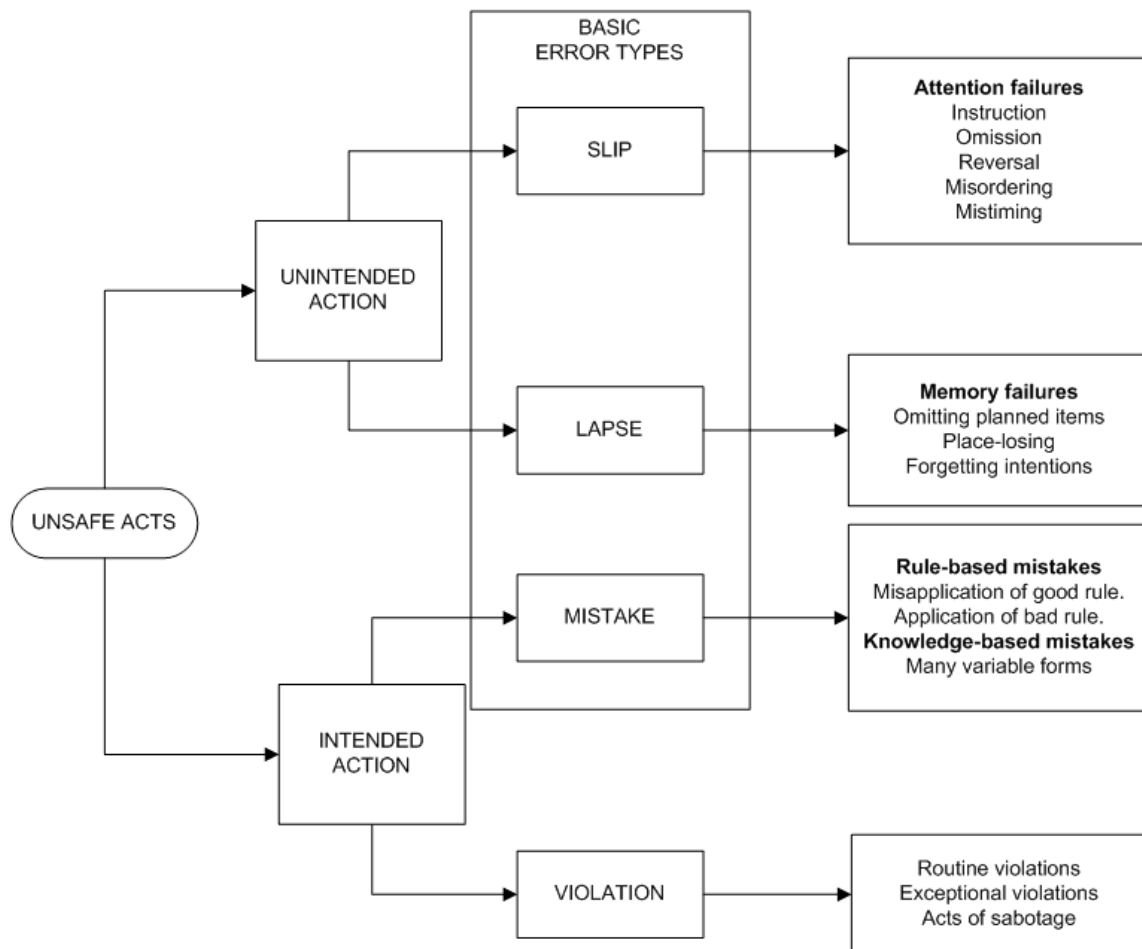


Figuur 2-23: Schema Hillier [17, p. 1]

Volgens deze voorstelling is de grootste oorzaak van een ongeval dus de mens met maar liefst 94 procent, gevolgd door de omgeving met 18 procent en het voertuig met 5 procent. Een ongeval kan ook verschillende oorzaken hebben. Hier wordt dit aangegeven door de overlappende gebieden van de oorzaken in de figuur. [17].

#### 2.6.1.1 Menselijke fout

De meest voorkomende reden voor een ongeval blijkt hieruit de mens te zijn. Volgens de Engelse psycholoog James T. Reason van de Universiteit van Manchester heeft het falen van de mens verschillende oorzaken. Reason heeft deze redenen voorgesteld in Figuur 2-24. [18].



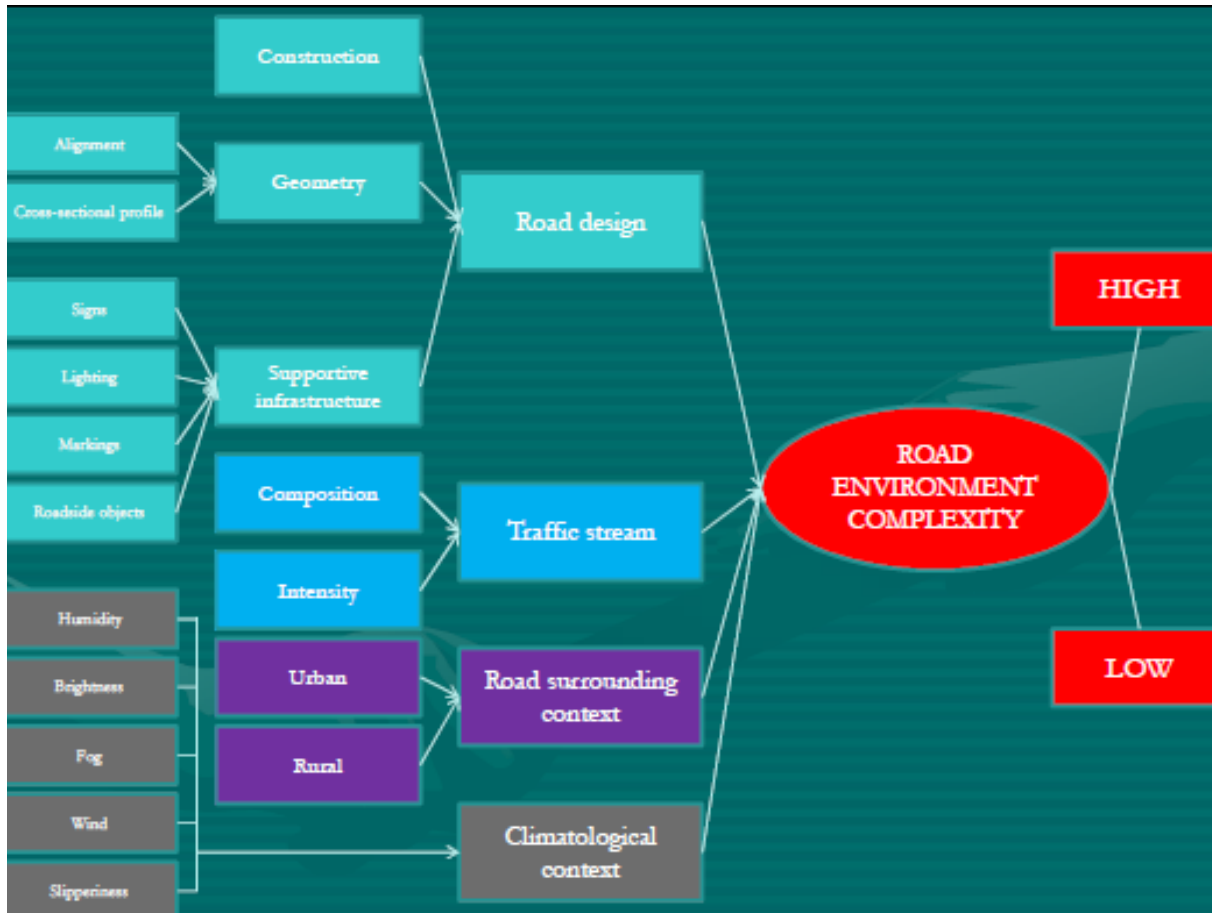
Figuur 2-24: Schema Reason [18, p. 207]

Ongevallen of bijna-ongevallen worden veroorzaakt door onveilige handelingen van de bestuurder. In het schema worden de onveilige handelingen (unsafe acts) onderverdeeld in twee hoofdgroepen: niet bewuste actie (unintended action) en bewuste actie (intended action). Niet bewuste actie is op zijn beurt weer onderverdeeld in: het verlies van aandacht (slip) en falen van geheugen (lapse). Het verlies van aandacht is bijvoorbeeld een onjuiste timing (laattijdig remmen) of prikkels niet opmerken door het gebruik van gsm of smartphone. Falen van geheugen daarentegen, is de intentie van het rijden vergeten, dit wil zeggen bijvoorbeeld een verkeersbord vergeten of een verkeerde weg inslaan en terugdraaien om snel te corrigeren. Bewuste actie is onderverdeeld in: overtreding (mistake) en agressie (violation). Overtreding kan verder worden onderverdeeld in een overtreding op regels (rule-based mistakes) en een overtreding op kennis (knowledge-based mistakes). Overtreding op regels wil zeggen dat men een of meerdere verkeerde regels toepast. Overtreding op kennis betekent bijvoorbeeld 130 rijden op de autosnelweg terwijl men weet dat dit niet mag. Tot slot zegt het onderdeel agressie iets over sabotagehandelingen, bijvoorbeeld bumperkleven of roekeloos inhalen.

De rijtaak bestaat niet enkel uit het besturen van de auto. De bestuurder moet ook de verkeerssituaties kunnen inschatten. Verder is ook de context belangrijk, aangezien men in staat moet zijn om te kunnen rijden met afleidingen in het voertuig. Finaal moet men ook overweg kunnen met de emoties tijdens het rijden. Ervaring met deze situaties is dus een belangrijke factor om goed overweg te kunnen met deze verschillende situaties. [18].

### 2.6.1.2 Omgeving

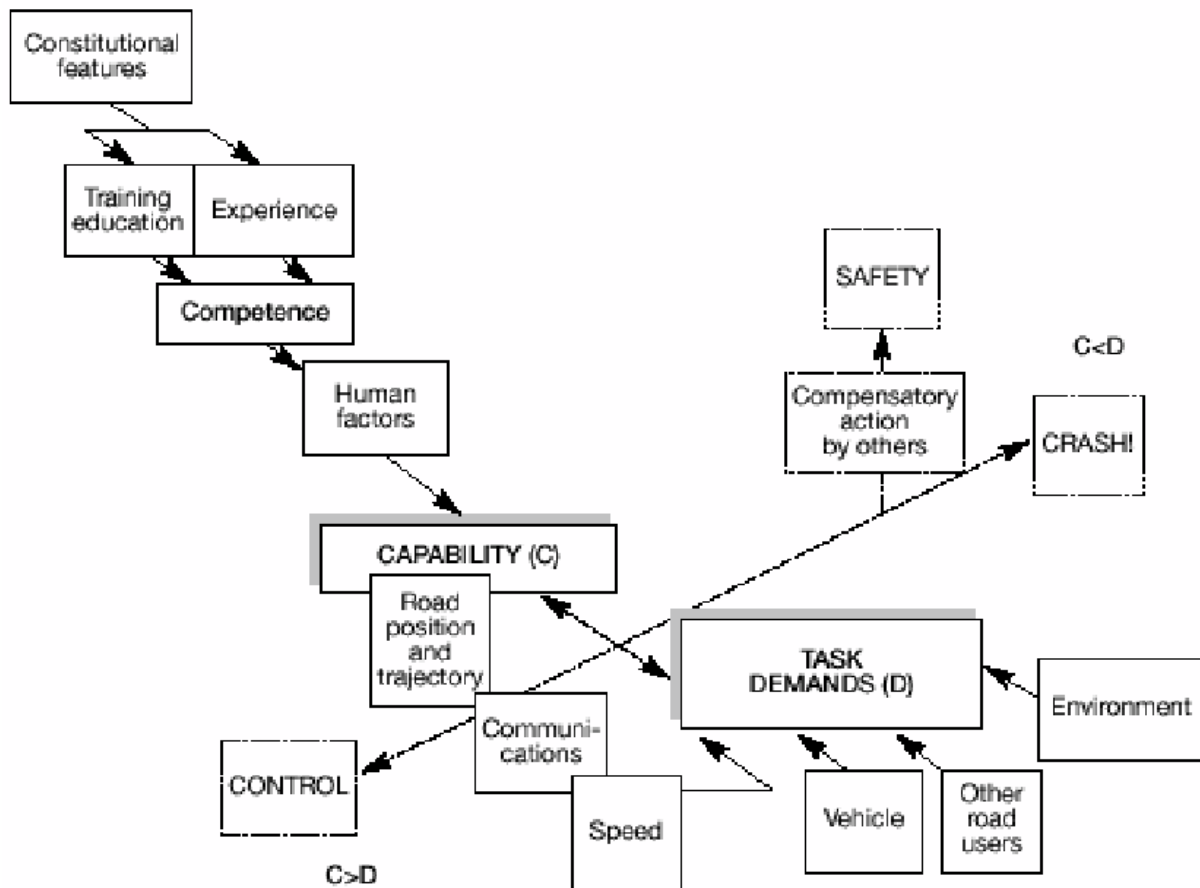
De omgeving bestaat uit verschillende factoren. Deze factoren zijn weergegeven in Figuur 2-25.



Figuur 2-25: Schema omgevingsfactoren [17, p. 3]

De belangrijkste factoren zijn: wegontwerp, samenstelling verkeerstream, wegomgeving en klimatologische omstandigheden. Wegontwerp hangt af van de opbouw, vormgeving en infrastructuur. De samenstelling van verkeerstream is het verschil tussen druk en minder druk verkeer en het verschil tussen de types van voertuigen. Wegomgeving daarentegen, is het verschil tussen de stedelijke en natuurlijke omgeving. Tot slot zijn de klimatologische omstandigheden de mogelijke weeromstandigheden, bijvoorbeeld regen of sneeuw. Deze hebben allemaal invloed op de bestuurder. [17].

Fuller heeft een model opgesteld die de invloed van de omgeving weergeeft op de mens. Het model wordt in Figuur 2-26 weergegeven. [18].



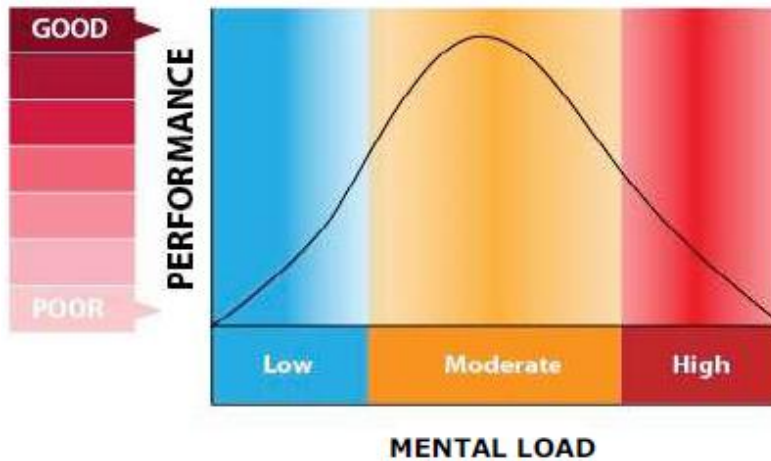
Figuur 2-26: Model Fuller [19, p. 2]

Bestuurders hebben de controle zolang de capaciteit de doelcapaciteiten niet overschrijdt. De capaciteit hangt af van het karakter, opleiding, ervaring, bevoegdheid en mensvariabele factoren. De doelcapaciteiten zijn afhankelijk van de andere bestuurders, de omgeving, snelheid en voertuigmogelijkheden. Capaciteit wordt weergegeven als C en de doelcapaciteit als D. Er zijn 2 situaties:

- $C > D$  = de bestuurder heeft volledige controle over de bepaalde situatie;
- $C < D$  = de bestuurder verliest de controle over de situatie. Dit kan leiden tot onveilige situaties of zelfs ongevallen.

Het is dus aangeraden om deze laatste situatie te vermijden in het ontwerp van de wegen. Men mag dus niet te veel prikkels blootstellen aan de bestuurders, zoals bijvoorbeeld te veel verkeersborden. De bestuurder moet verder ook in staat zijn makkelijk en snel zijn beslissingen te kunnen maken, maar niet te eenvoudig zodat de bestuurder zijn aandacht verliest en niet meer goed oplet. In Figuur 2-27 wordt de prestatie van het menselijk brein weergegeven in functie van de belasting. [19].

## Yerkes-Dodson Law



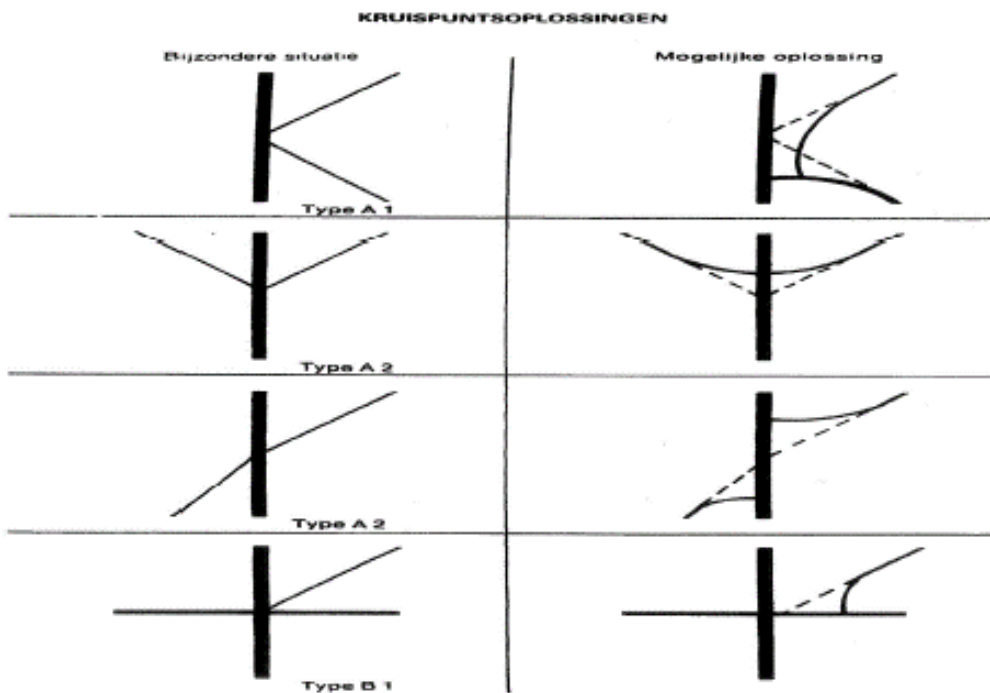
Figuur 2-27: Schema prestatie en belasting brein [20]

Het is dus belangrijk dat het brein niet te veel of niet te weinig belast wordt zoals hierboven vermeld, dit zodat er een goede prestatie wordt verkregen. Een voorbeeld waardoor een te hoge mentale belasting kan ontstaan is een teveel aan verkeersborden. Als er verkeersborden staan moet de bestuurder deze borden allemaal lezen en verwerken. Indien er dit veel zijn, moet de bestuurder te veel tegelijk verwerken en is de mentale belasting vaak te groot. Dit kan leiden tot onveilige handelingen van deze bestuurder. Hieronder is een voorbeeld van te veel verkeersborden bij elkaar. [20].

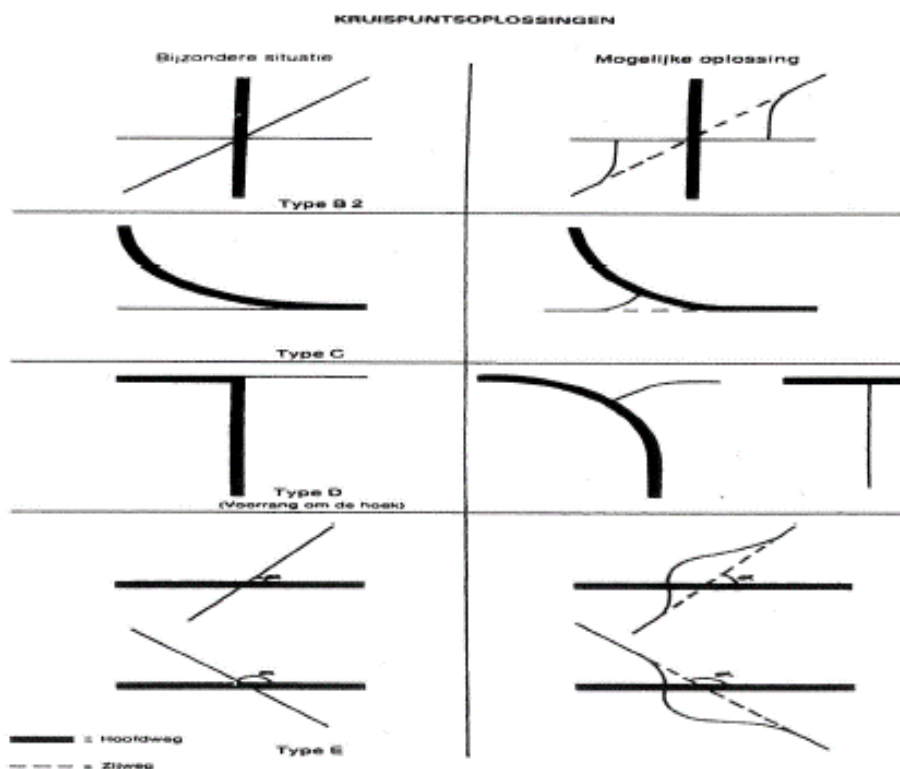


Figuur 2-28: Teveel aan verkeersborden [21]

Op kruispunten gebeuren meer ongevallen dan op de rijweg zelf. Men kan dit verminderen door ervoor te zorgen dat wegen recht toekomen aan een kruispunt. Indien dit het geval is, kan de bestuurder beter uitkijken naar zowel de linker- als de rechterkant van hem. Als de weg schuin aankomt op de andere weg heeft men aan één zijde een heel goed overzicht, maar aan de andere zijde een beperkt zicht. Dit kan leiden tot onveilige situaties. Ook kan men de ongevallen verminderen door het aantal wegen die toekomen op één kruispunt te beperken. Dit zorgt ervoor dat de bestuurder minder moet nadenken en de mentale belasting dus beperkt blijft. Een kruispunt eenvoudig maken of houden kan ook de mentale belasting voldoende laag houden. In Figuur 2-29 staan enkele voorbeelden van goede oplossingen voor moeilijke situaties voor de bestuurder. [20].



Figuur 2-29: Voorbeelden kruispunt [17, p. 5]



Figuur 2-30: Voorbeelden kruispunten [17, p. 6]

Een continue draaicirkel is ook aangeraden omdat een niet-continue draaicirkel leidt tot remgedrag van de bestuurder. Dat remgedrag kan immers een gevaarlijke situatie met zich meebrengen [22]. De factoren die in dit hoofdstuk zijn besproken zijn niet gereguleerd doordat deze factoren moeilijk meetbaar zijn. Als wegontwerper moet hier toch rekening mee gehouden worden indien men het aantal ongevallen en bijna-ongevallen zo laag mogelijk wenst te houden.



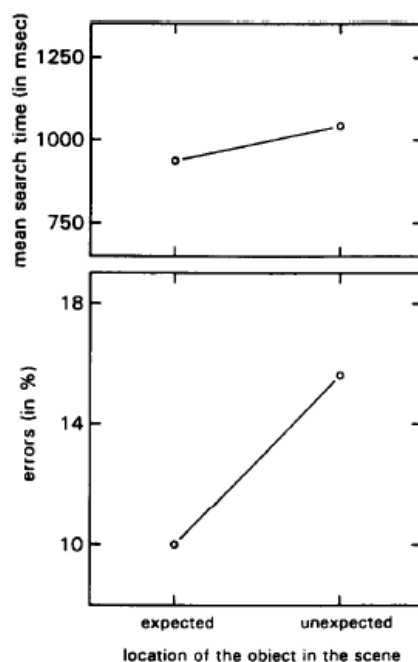
## 2.6.2 Zelfverklarende wegen (SER)

Hieronder zal kort besproken worden wat zelfverklarende wegen inhouden. In de Engelse literatuur staat dit ook wel bekend als *Self-Explaining Roads (SER)*.

Kort gezegd kan er gesteld worden dat wegen met een zelfverklarend wegontwerp wegen zijn waarbij er specifieke aandacht werd geschonken aan de leesbaarheid. Het nadere doel van zelfverklarende wegen houdt dus in dat deze een veilig rijgedrag uitlokken. Om dit te verwezenlijken dienen bestuurders het wegtype te herkennen, zodat zij de functie van de weg kunnen bepalen. Daaropvolgend dient de verwachting inzake snelheid en andere eigenschappen van de weg goed en voldoende veilig te worden ingeschat door de bestuurders. Alle weggebruikers zouden zich utopisch gezien moeten gedragen zoals dat van elkaar verwacht wordt. [23], [24].

Het gevolg van de herkenbaarheid is dat de bestuurders verwachtingen zullen scheppen bij die bepaalde weg volgens het type van de wegen waarmee zij al bekend zijn. Uiteraard dienen die verwachtingen in overeenstemming te zijn met de geldende verkeersregels die van toepassing zijn op die weg. Indien de werkelijke omstandigheden overeenkomen met de verwachtingen zal dit vanzelfsprekend tot een veilig verkeer leiden. Indien dit niet zo is, leidt dit automatisch naar minder veilige situaties, aangezien er zich dan onverwachte gebeurtenissen kunnen voordoen waarop een bestuurder op moet reageren.

In Figuur 2-31 wordt dit schematisch weergegeven a.d.h.v. de verwachte of onverwachte locatie van een object, het bijhorende foutenpercentage en de gemiddelde zoektijd. Deze figuur geeft eigenlijk schematisch weer dat bij een betere verwachting, het foutpercentage lager zal zijn dan bij onverwachte locaties van bepaalde herkenbare wegobjecten. Bij onverwachte locaties van bepaalde herkenbare wegobjecten zal het foutpercentage logischerwijs hoger liggen, omdat de bestuurder dan langer zoekt naar een bepaald object. Indien een bestuurder langer moet zoeken, kan dit leiden tot twijfelachtig gedrag, waardoor deze bestuurder handelingen kan gaan uitoefenen volgens zijn eigen ervaring en interpretaties. Dit kan dan verder tot onveilige situaties leiden. [23], [24].



Figuur 2-31: Gemiddelde zoektijd en foutenpercentage bij zoeken naar een bepaald object op een verwachte of onverwachte plaats [24, p. 221]

Om een zelfverklarende weg te ontwerpen dienen wegen van eenzelfde type eenduidig te worden ontworpen. Voorbeelden hiervan kunnen bijvoorbeeld zijn dat de verkeersborden op de plaats staan waar dit verwacht wordt, geen fietspaden op rijbanen met 2x2 rijstroken gescheiden door een middenberm met aan weerszijden van de weg een redresseerstrook of vluchtstrook enzovoort. Dit laatste zou immers de indruk kunnen geven dat men zich op een autosnelweg bevindt, terwijl dit werkelijk niet zo is. [23].

## **2.7 Evaluatie van rechts afslaan op een kruispunt**

Tussen 2006 en 2014 heeft de Bradley universiteit van Illinois, USA, onderzoek gedaan naar verschillende uitvoeringen om rechts af te slaan, dit hier meestal bij een bypass. Het onderzoek gebeurde vervolgens door wijzigingen aan het kruispunt door te voeren en dan de gevolgen hiervan verder te onderzoeken. De wijzigingen waren vooral gericht om het gezichtsveld van de gebruiker van de bypass te verbeteren, dit door de verdraaiing ten opzichte van de weg te veranderen.

De onderzoekers hebben twee onderzoekstaken uitgevoerd: het eerste is een site-specifieke effectiviteitsevaluatie van de gemodificeerde sites, de tweede taak is een gehele crash-oorzaakanalyse van ongevallen bij het rechts afslaan. Deze onderzoeken geven een beeld hoe een ongeval in deze situatie kan worden voorkomen en welke impact dit ongeval heeft. Uit deze gegevens kunnen aanbevelingen opgesteld worden om veiligere situaties te creëren. Verder worden hieronder ook kort enkele ongevalgegevens besproken uit een reeds bestaand onderzoek, die vergelijkbaar zijn met de situaties in deze masterproef. [25].

### **2.7.1 Gedrag van de bestuurder**

Er werden tien evaluaties in-situ uitgevoerd op tien test-sites om het gedrag van de bestuurders bij het rechts afslaan te analyseren. De plaatsen van deze controles hingen af van de overeenkomsten met hun vorige ontwerp zodat men vergelijkbare situaties voor en na, op een andere plaats dan welteverstaan kon vergelijken. Daarnaast waren er ook nog andere kenmerken zoals type kruispunt, hoek van het kruispunt, draaihoek naar rechts, hoofd draaihoek om het tegemoet rijdende verkeer te observeren, rechtsdraaiende straal enzovoort. [25].

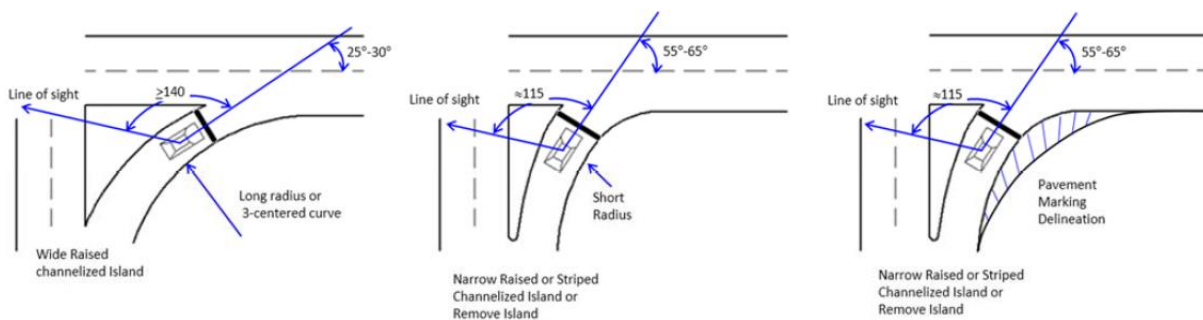
Voor deze analyse werd ongeveer 160 uur aan beeldmateriaal verzameld op deze locaties. Er werden hier meer dan 19.000 voertuigen geanalyseerd aan de hand van het beeldmateriaal. Uit dat verzamelde beeldmateriaal heeft men dan de volgende vier hoofdvariabelen gehaald: de manier van hoofd draaiing om het tegemoet rijdende verkeer te observeren als bestuurder, zijdelingse verplaatsing in de bochtstrook, stoptype en stoplocatie. Deze gegevens zijn geanalyseerd en hieruit kan men een aantal aanbevelingen doen voor nieuwe ontwerpen. [25].

### **2.7.2 Ontwerpaanbevelingen**

Uit het onderzoek blijkt dat door het analyseren van zowel rijgedrag als de veiligheidsevaluaties, een (verbeterde) bypass veiligere situaties kan creëren ten opzichte van een klassieke rotonde of kruispunt. De aanpassingen aan de aangepaste ontwerpen omvatte: het verscherpen van de vlakke naderingshoek, een vermindering van de straal, het aanpassen van de positie van de stopstreep of andere markeringen en het wijzigen van het verkeerseiland. De aanpassingen waren gericht om veiligere situaties te verkrijgen.

Op sommige locaties werden de hoekeilanden aangepast of helemaal verwijderd. Op andere locaties zijn extra markeringen aangebracht om de straal duidelijk aan te duiden, dit om een betere positie af te dwingen van de voertuigen bij aankomst aan de kruising. Op deze manier kunnen de voertuigen zich beter draaien zonder af te wijken van hun rijweg.

Figuur 2-32 toont een schets van een traditioneel ontwerp met twee opties van wijzigingen die kunnen worden doorgevoerd voor een kruispunt van 90°. Indien het kruispunt of de rotonde niet 90° is, kunnen de afmetingen afwijken en aangepast worden aan de specifieke omstandigheden. Er moet rekening mee gehouden worden dat deze figuur geen gestandaardiseerd ontwerp is en dus aangepast moet worden aan de omstandigheden op een specifieke locatie. [25].



Figuur 2-32: 3 Opties ontwerp [25, p. 73]

De verbeteringen van dit vermelde onderzoek zijn meestal van toepassing op een bypass. Aangezien een bypass vergelijkbaar is met een afrit die rechts afslaait, kunnen deze ook vaak voor een afrit worden toegepast. Volgens dit vermelde onderzoek zal de veiligheid drastisch verlagen indien voldaan wordt aan minstens één van onderstaande punten:

- Een gekanaliseerd eiland met grote straal om rechts af te slaan;
- Snijhoek < 75°;
- Hoek van rechts afslaan bedraagt 25° tot 30° of kleiner dan 45°;
- Hoofddraaihoek tegemoetkomend verkeer > 140°;
- Rechts afslaand volume groter dan 250 voertuigen per uur;
- Matige vrachtwagenvolumes;
- Vijf of meer rechts afslaande ongevallen per jaar.

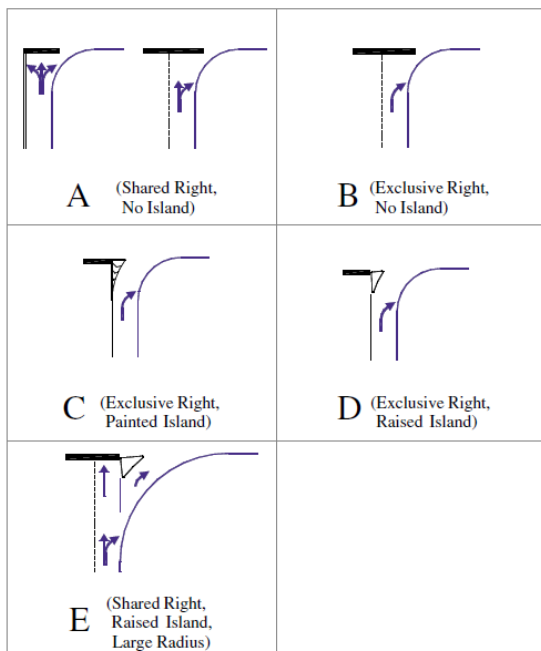
Volgens dit onderzoek is het dus aangeraden om het ontwerp aan te passen indien dit voldoet aan minstens één van bovenstaande zaken [25].

### 2.7.3 Enkele ongevalgegevens

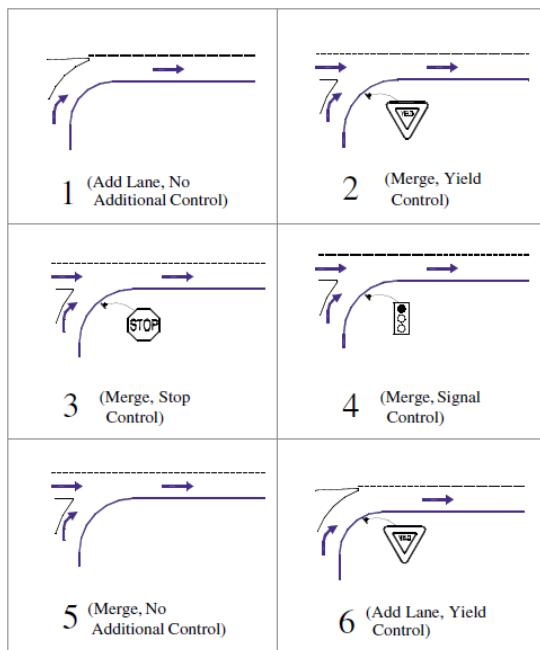
Uit Figuur 2-33 blijkt dat B-C-D als manier van afslaan wordt gebruikt, vergelijkbaar met de situatie van verkeersbord B1 in deze masterproef. Bij Figuur 2-34 is nummer 2 als kruispuntconfiguratie vergelijkbaar met de situatie van verkeersbord B1 en haaiantanden in deze masterproef. In Tabel 2-7 kan vervolgens overeenkomstig type D2 worden teruggevonden. Hierin kunnen volgende belangrijke gegevens worden teruggevonden:

- *Right angle* = botsing met kruisende verkeer bij oprijden (voorzijde voertuig kruisende verkeer op zijkant rechts afslaand voertuig inrijden);
- *Rear-end* = kop-staart botsing op de naar rechts afslaande weg;
- *Side-swipe* = schampbotsing (aantikken ander voertuig).

Voor de situatie met invoegstrook en verkeersbord B1 uit deze masterproef, is situatie D1 de enige situatie uit Tabel 2-7 die enkele overeenkomsten toont. Deze mag dus zeker niet als dezelfde situatie worden geïnterpreteerd als deze in de masterproef. Uit deze ongevalgegevens blijkt dat deze voor zowel D1 als D2 relatief hetzelfde zijn, exclusief de side-swipe-ongevallen en de rear-end-ongevallen. Deze side-swipe-ongevallen zijn voor het type met een voorrangregeling (yield) iets hoger, namelijk 18% tegenover 7% voor een extra rijstrook (Lane Add). Dit kan hoofdzakelijk worden toegeschreven aan de beperkte uitwijkmogelijkheden indien een bestuurder zich onverwacht op de ondergelegen kruisende weg begeeft. Daarnaast liggen de rear-end-ongevallen iets hoger bij de situatie met extra rijstrook (Lane Add). Dit kan komen doordat bestuurders toch plotseling gaan afremmen bij het naderen van het kruispunt met een extra rijstrook (Lane Add), terwijl dit niet nodig is. Hierdoor kunnen achterliggende bestuurders die niet deze verwachting zouden hebben op de achterzijde van het voorliggende voertuig inrijden. Verder kan ook vastgesteld worden dat het gemiddelde aantal ongevallen per jaar iets hoger ligt bij het type met een voorrangregeling (yield) dan bij het type met een extra rijstrook (Lane Add).



Figuur 2-33: Manier van afslaan [26, p. 7]



Figuur 2-34: Kruispuntconfiguratie [26, p. 7]

Tabel 2-7 Ongevalgegevens per type; D1 en D2 zijn vergelijkbaar met die van de masterproef [26, p. 8]

Treatment	A5 Shared Rt., Merge, No Island, No Additional Control	B5 Exclusive Rt., Merge, No Island, No Additional Control	D1 Exclusive Rt., Lane Add, Raised Island, No Additional Control	D2 Exclusive Rt., Merge, Raised Island, Yield Control	E2 Shared Rt. With Large Radius, No Island, Merge, Yield Control
<b>Crash Type</b>	<b>Percent of Right-Turn Crashes Observed</b>				
Right Angle	50%	31%	22%	23%	0%
Rear-end	28%	23%	64%	59%	90%
Sideswipe	17%	31%	7%	18%	0%
Other	5%	15%	7%	0%	10%
Number of Sites Evaluated	29	8	5	7	8
Number of Rt. Turn Crashes for Two-Year Period	18	13	14	22	10
Avg. Number of Rt. Turn Crashes per Site per Year	0.31	0.81	1.40	1.57	0.63

---

## 3. ENQUÊTEONDERZOEK

### 3.1 Inleiding

De enquête had louter het doel om een beeld te scheppen over de mening, het veiligheidsgevoel en nog enkele andere specifieke zaken van een bestuurder in de twee situaties van dit onderzoek. Daardoor bevat de enquête dus resultaten die subjectief zijn en dus sterk kunnen verschillen van persoon tot persoon. Bijgevolg moeten deze resultaten dus met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, aangezien de enquête ook op basis van vrijwillige reactie heeft plaatsgevonden. In hoofdstuk 3.2 'Methode' zal hoofdzakelijk aandacht worden besteed aan de manier van vraagstelling, in welke mate de enquête representatief is, de bereikte doelgroep en de gebruikte afritten voor deze enquête. In hoofdstuk 3.3 'Resultaten' zullen vervolgens de belangrijkste resultaten van de enquête worden gegeven. Op deze resultaten zijn vervolgens statistische hypothese- en proportionaliteitstoetsen uitgevoerd, om met een betrouwbaarheid van 5% faalkans te bepalen of de resultaten significant zijn of niet. Indien alle resultaten van de enquête willen doornomen worden, dient u Bijlage A te raadplegen. De vragen zijn hier met een Q-code aangegeven, om dezelfde vragen doorheen de verschillende versies en situaties aan te geven. Tot slot zullen deze resultaten in hoofdstuk 3.4 'Algemene bevindingen resultaten' worden besproken.

### 3.2 Methode

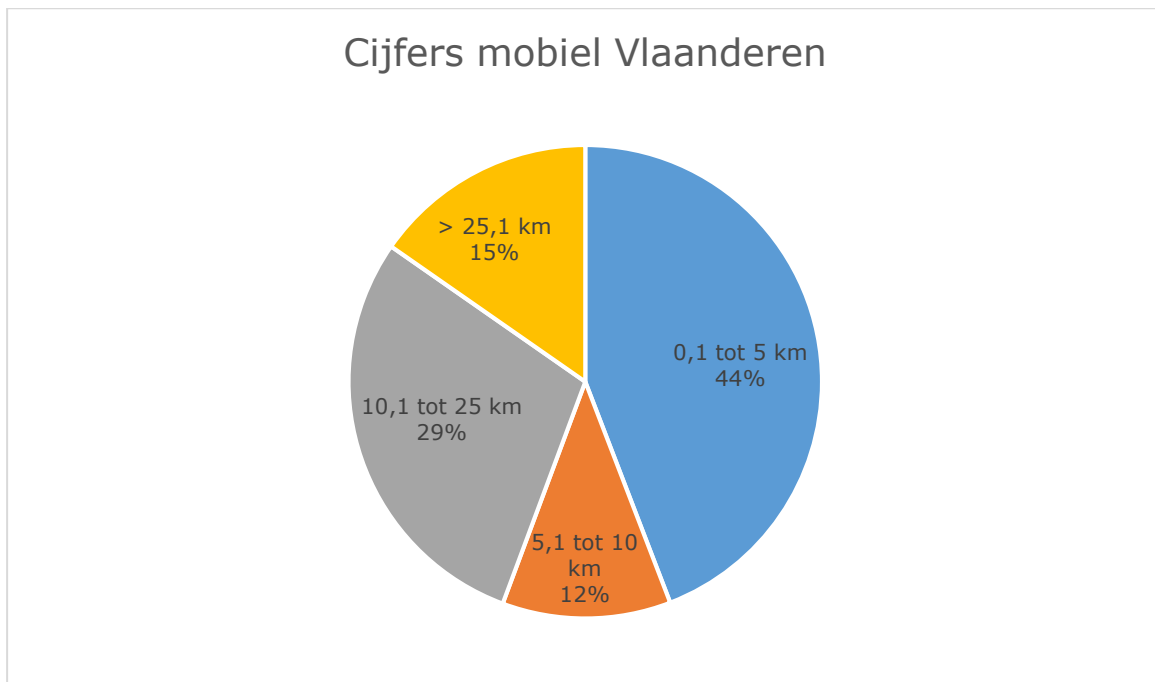
#### 3.2.1 Vraagstelling

De enquête was opgesteld door eerst een videofragment van de twee situaties te laten zien, die opgevolgd werd door een reeks vragen en vervolgens hetzelfde voor de andere situatie. Om storingsen (*bias*) inzake repetitieve vragen tussen de twee situaties te vermijden was de enquête zo opgebouwd dat niet iedereen elke situatie als eerste te zien kreeg. Deze verdeling bedroeg 47,5% van de ondervraagden voor eerst situatie 1 en vervolgens situatie 2 en bijgevolg 52,5% voor eerst situatie 2 en vervolgens situatie 1. Deze enquête is vervolgens verstuurd geweest via sociale media en het enquêteplatform van de universiteit.

#### 3.2.2 Representativiteit enquête

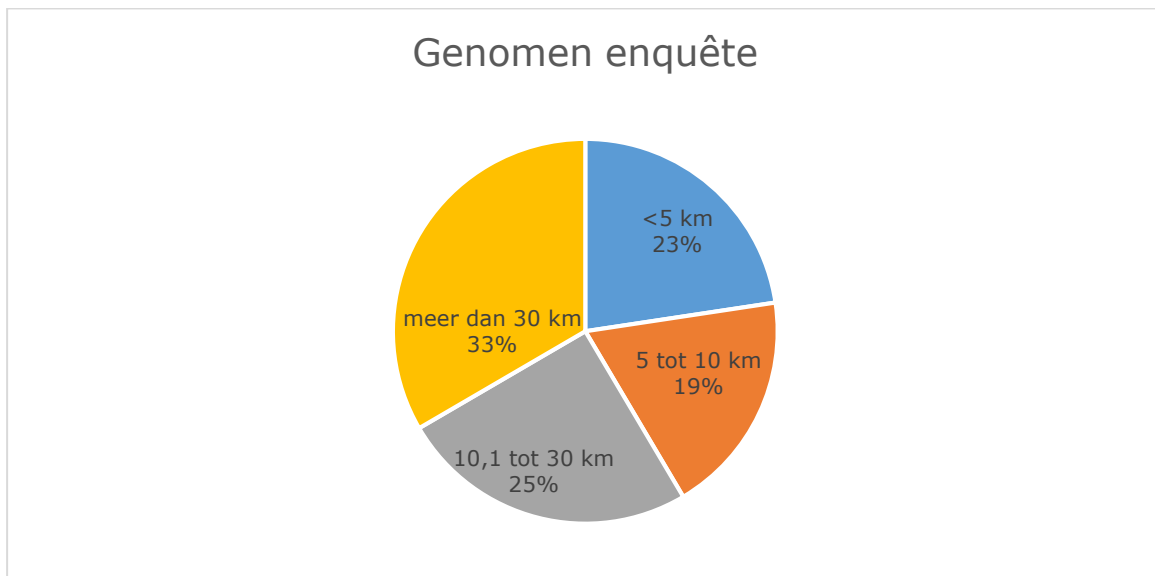
Om de representativiteit van een enquête te beoordelen, dient er kennis te zijn van een zo goed mogelijke verdeling die aansluit bij de totale populatie. Dit kan op basis van leeftijd, geslacht, rijervaring, ... In dit geval zou het gebruik van de autosnelweg bijvoorbeeld per week voor de totale populatie ideaal zijn. Omdat er in Vlaanderen hiervan geen cijfers beschikbaar zijn, is er hierdoor gekozen om de representativiteit te staven aan de hand van het aantal kilometers per dag dat gemaakt wordt met de wagen in Vlaanderen.

Uit [27, pp. 70-71] blijkt, vermits enkele frequentieklassen worden samengenomen dat de verdeling wordt gekregen die zichtbaar is in Figuur 3-1.



*Figuur 3-1: Verdeling aantal kilometers per dag als autobestuurder (cijfers Vlaanderen)*

Uit de genomen enquête wordt de verdeling verkregen die zichtbaar is in Figuur 3-2.



*Figuur 3-2: Verdeling aantal kilometers per dag als autobestuurder (enquête)*

Wanneer Figuur 3-1 en Figuur 3-2 worden vergeleken kan men opmerken dat de indeling van de frequentieklassen boven de 10 km licht verschillend zijn. Omdat de eerste twee frequentieklassen wel min of meer hetzelfde zijn ingedeeld en hier al zeer grote verschillen inzitten tussen beide figuren, kan geconcludeerd worden dat o.b.v. deze figuren de enquête niet vergroot mag worden naar de totale populatie van Vlaanderen. Daarom dient deze enquête louter en alleen om een beeld te vormen, aangezien de representativiteit t.o.v. de totale populatie niet verzekerd is.

### 3.2.3 Bereikte doelgroep

Om een duidelijk beeld te scheppen van de doelgroep die bereikt is met de enquête worden enkele gegevens meegedeeld. De leeftijd van de deelnemers van de enquête was als volgt verdeeld: 71,6% had een leeftijd tussen 18 jaar en 25 jaar, 12,2% had een leeftijd tussen 25 jaar en 35 jaar, 5,4% had een leeftijd tussen 35 jaar en 45 jaar, 6,4% had een leeftijd tussen 45 jaar en 55 jaar, 3,7% had een leeftijd tussen 55 jaar en 65 jaar en 0,6% was ouder dan 65 jaar. De rijervaring van de deelnemers van de enquête was als volgt verdeeld: 0,8% had geen rijervaring en werd per direct verwezen naar het einde van de enquête, 14,7% had minder dan 1 jaar ervaring, 52,7% had tussen 1 jaar en 5 jaar ervaring, 15,4% had tussen 5 jaar en 15 jaar ervaring en 16,4% had meer dan 15 jaar ervaring.

De afstand die de deelnemers van de enquête aflegden per dag was als volgt verdeeld: 22,6% reed minder dan 5 km per dag, 18,9% reed tussen de 5 km en 10 km per dag, 25,1% reed tussen de 10 km en 30 km per dag en 33,4% reed meer dan 30 km per dag. Het gebruik van de autosnelweg van de deelnemers van de enquête was als volgt verdeeld: 14,9% reed vooral binnen de bebouwde kom en buiten de bebouwde kom (niet-autosnelweg), 20,7% reed minder dan 1 keer per maand op de autosnelweg, 25,1% reed minder dan 1 keer per week op de autosnelweg en 39,2% reed meer dan 1 keer per week op de autosnelweg.

Deze gegevens komen uit de resultaten van de enquête. Bovenstaande vragen dienden om een beeld te scheppen van de deelnemers van de enquête. Met de bovenstaande gegevens is de bereikte doelgroep duidelijk geworden. Wat opvalt uit deze resultaten is dat de groep van deelnemers tussen 18 jaar en 25 jaar zeer groot is (71,6%). Dit is het gevolg van de verspreiding van de enquête via de universiteit van Hasselt. Een direct gevolg hiervan is dat de groep met rijervaring tussen 1 jaar en 5 jaar groot is (52,7%). Het gebruik van de wagen en autosnelweg was wel goed verdeeld. Hier moet rekening mee gehouden worden in de bespreking van de resultaten omdat de meeste gebruikers jonger zijn dan 25 en minder dan 5 jaar rijervaring hebben.

### 3.2.4 Gebruikte afritten in de enquête

Voor deze enquête zijn twee afritten gebruikt van complex 32 Genk-Oost (E314) x N75 (zie Figuur 3-3), namelijk:

- Situatie 1 – afrit met invoegstrook richting Genk;
- Situatie 2 – voorrangskruispunt met haaiantanden richting As.

Situatie 2 zal hieronder vaak simpelweg vermeld worden als haaiantanden. Deze twee situaties zijn voor de enquête gekozen omdat zij representatief zijn voor alle andere te onderzoeken situaties in de masterproef (geen te haakse aansluiting van het kruispunt en juiste kruispuntypes met verkeersbord B1).





Figuur 3-3: Complex 32 Genk-Oost, aanduiding situaties [28]

### 3.3 Resultaten

Ter ondersteuning van de rechtstreekse resultaten uit de enquête (volgens Bijlage A) is er ook een statistische analyse uitgevoerd om met een faalpercentage van 5% te bepalen of de ene situatie hier daadwerkelijk veiliger en/ of beter ontworpen was, of niet. Deze statistische analyse is opgesplitst in resultaten van het dichotome type (ja/nee, ...) zoals in Tabel 3-1 en getalwaarden in Tabel 3-2. Uiteraard zijn enkel de eerst voorkomende situaties voor elk van de twee versies van de enquête in acht genomen, dit om een fout (*bias*) inzake repetitieve vragen teniet te doen. Indien er tot slot de vermelding "(verwacht)" wordt gemaakt, betekent dit dat de bestuurders die exacte situatie hadden verwacht. Hetzelfde principe geldt voor de vermelding "(onverwacht)", waar dit niet volgens de verwachtingen was van de bestuurders.

In Tabel 3-1 kunnen onderstaande factoren worden teruggevonden voor situatie 1 (situatie 2 volgens hetzelfde principe):

- $p_1$  = proportie situatie 1;
- $n_1$  = totale aantal bevroegden voor een vraag uit situatie 1;
- $H_0$  = nulhypothese;
- $H_1$  = alternatieve hypothese;
- $\alpha$  = betrouwbaarheidsinterval;
- $T = Z$  = statistische score binnen de T-toets (hier benaderend Z-toets door voldoende grote steekproef);
- $P$  = P-waarde die verwerping of aanvaarding hypothese bepaald;
- Normcdf = bepaling integratiegebied onder normale curve in percentage.

Tabel 3-1 Teststatistieken T voor proporties

Teststatistieken T voor proporties					
Situatie 1: invoegstrook (algemeen)			Situatie 2: voorrangskruispunt met haaietanden (algemeen)		
Verkeersbord B1 opgemerkt? [Q1]			Verkeersbord B1 opgemerkt? [Q1]		
JA=	148,00	n <sub>1</sub> = 229	JA=	140,00	n <sub>2</sub> = 253
p <sub>1</sub> =	64,63%		p <sub>2</sub> =	55,34%	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=	2,078
H <sub>1</sub> :	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	P=	0,598		
Normcdf=	1,89%	<	5,00%	DUS:	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>
<i>Conclusie: meer bestuurders B1 opgemerkt bij invoegstrook.</i>					
Bekend met situatie? [Q2]			Bekend met situatie? [Q2]		
JA=	114,00	n <sub>1</sub> = 229	JA=	139,00	n <sub>2</sub> = 253
p <sub>1</sub> =	49,78%		p <sub>2</sub> =	54,94%	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=	1,133
H <sub>1</sub> :	p <sub>2</sub> >p <sub>1</sub>	P=	0,525		
Normcdf=	12,87%	>	5,00%	DUS:	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>
<i>Conclusie: evenveel bestuurders bekend met beide situaties.</i>					
Juiste kruispunt verwacht volgens B1? [Q3]			Juiste kruispunt verwacht volgens B1? [Q3]		
JA=	88,00	n <sub>1</sub> = 229	JA=	222,00	n <sub>2</sub> = 253
p <sub>1</sub> =	38,43%		p <sub>2</sub> =	87,75%	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=	11,287
H <sub>1</sub> :	p <sub>2</sub> >p <sub>1</sub>	P=	0,643		
Normcdf=	0,00%	<	5,00%	DUS:	p <sub>2</sub> >p <sub>1</sub>
<i>Conclusie: voorrangskruispunt met haaietanden meer volgens verwachtingen.</i>					
Situatie 1: invoegstrook (onverwacht)			Situatie 2: voorrangskruispunt met haaietanden (onverwacht)		
Veilig gevoel zichtafstand? [Q8]			Veilig gevoel zichtafstand? [Q8]		
JA=	55,00	n <sub>1</sub> = 141	JA=	11,00	n <sub>2</sub> = 31
p <sub>1</sub> =	39,01%		p <sub>2</sub> =	35,48%	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=	0,365
H <sub>1</sub> :	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	P=	0,384		
Normcdf=	35,75%	>	5,00%	DUS:	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>
<i>Conclusie: even veilig gevoel voor zichtafstand (onverwacht).</i>					
Ongeval of bijna-ongeval gehad? [Q9]			Ongeval of bijna-ongeval gehad? [Q9]		
JA=	13,00	n <sub>1</sub> = 141	JA=	5,00	n <sub>2</sub> = 31
p <sub>1</sub> =	9,22%		p <sub>2</sub> =	16,13%	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=	1,138
H <sub>1</sub> :	p <sub>2</sub> >p <sub>1</sub>	P=	0,105		
Normcdf=	12,76%	>	5,00%	DUS:	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>
<i>Conclusie: evenveel ongevallen of bijna-ongevallen voor beide situaties (onverwacht).</i>					

Enquêteonderzoek

Bord B1 op verwachte plaats? [Q10]				Bord B1 op verwachte plaats? [Q10]			
JA=	39,00	n <sub>1</sub> =	164	JA=	8,00	n <sub>2</sub> =	36
p <sub>1</sub> =	23,78%	(meerdere antw.)		p <sub>2</sub> =	22,22%	(meerdere antw.)	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=			0,200
H <sub>1</sub> :	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	P=	0,235				
Normcdf=	42,09%	>	5,00%	DUS:		p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	
<i>Conclusie: bord B1 in beide situaties even goed/slecht gepositioneerd (onverwacht).</i>							
Kromming comfortabel? [Q11]				Kromming comfortabel? [Q11]			
JA=	96,00	n <sub>1</sub> =	141	JA=	24,00	n <sub>2</sub> =	31
p <sub>1</sub> =	68,09%	(meerdere antw.)		p <sub>2</sub> =	77,42%	(meerdere antw.)	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=			1,025
H <sub>1</sub> :	p <sub>2</sub> >p <sub>1</sub>	P=	0,698				
Normcdf=	15,28%	>	5,00%	DUS:		p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	
<i>Conclusie: kromming bocht even comfortabel beide situaties (onverwacht).</i>							
Situatie 1: invoegstrook (verwacht)				Situatie 2: voorrangskruispunt met haaiantanden (verwacht)			
Veilig gevoel zichtafstand? [Q8]				Veilig gevoel zichtafstand? [Q8]			
JA=	38,00	n <sub>1</sub> =	88	JA=	57,00	n <sub>2</sub> =	222
p <sub>1</sub> =	43,18%			p <sub>2</sub> =	25,68%		
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=			3,014
H <sub>1</sub> :	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	P=	0,306				
Normcdf=	0,13%	<	5,00%	DUS:		p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	
<i>Conclusie: zichtafstand invoegstrook veiliger gevoel (verwacht).</i>							
Ongeval of bijna-ongeval gehad? [Q9]				Ongeval of bijna-ongeval gehad? [Q9]			
JA=	11,00	n <sub>1</sub> =	88	JA=	18,00	n <sub>2</sub> =	222
p <sub>1</sub> =	12,50%			p <sub>2</sub> =	8,11%		
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=			1,197
H <sub>1</sub> :	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	P=	0,094				
Normcdf=	11,56%	>	5,00%	DUS:		p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	
<i>Conclusie: evenveel ongevallen of bijna-ongevallen voor beide situaties (verwacht).</i>							
Bord B1 op verwachte plaats? [Q10]				Bord B1 op verwachte plaats? [Q10]			
JA=	38,00	n <sub>1</sub> =	96	JA=	53,00	n <sub>2</sub> =	247
p <sub>1</sub> =	39,58%	(meerdere antw.)		p <sub>2</sub> =	21,46%	(meerdere antw.)	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=			3,414
H <sub>1</sub> :	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	P=	0,265				
Normcdf=	0,03%	<	5,00%	DUS:		p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	
<i>Conclusie: bord B1 bij invoegstrook beter geplaatst (verwacht).</i>							

Kromming comfortabel? [Q11]				Kromming comfortabel? [Q11]			
JA=	61,00	n <sub>1</sub> =	88	JA=	134,00	n <sub>2</sub> =	222
p <sub>1</sub> =	69,32%	(meerdere antw.)		p <sub>2</sub> =	60,36%	(meerdere antw.)	
H <sub>0</sub> :	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>	α=	5,00%	T=Z=	1,472		
H <sub>1</sub> :	p <sub>1</sub> >p <sub>2</sub>	P=	0,629				
Normcdf=	7,05%	>	5,00%	DUS:	p <sub>1</sub> =p <sub>2</sub>		
<i>Conclusie: kromming bocht even comfortabel beide situaties (verwacht).</i>							

Voor Tabel 3-2 kunnen onderstaande factoren worden teruggevonden voor situatie 1 (situatie 2 volgens hetzelfde principe):

- x<sub>1</sub> = steekproefgemiddelde situatie 1;
- s<sub>1</sub><sup>2</sup> = steekproefvariantie situatie 1;
- n<sub>1</sub> = totaal aantal bevroegden voor deze bepaalde vraag uit situatie 1;
- S<sub>p</sub><sup>2</sup> = "gepoolde schatter";
- DF = vrijheidsgraden (*degrees of freedom*);
- T = statistische score volgens T-toets;
- T<sub>crit</sub> = uiterste grens voor aanvaarding, verwerping hypothese.

Tabel 3-2 Hypothesetoets algeheel veiligheidsgevoel situaties

Hypothesetoets					
Situatie 1: invoegstrook (onverwacht)			Situatie 2: voorrangskruispunt met haaiantanden (onverwacht)		
x <sub>1</sub> =	5,47		x <sub>2</sub> =	4,74	
s <sub>1</sub> <sup>2</sup> =	2,81		s <sub>2</sub> <sup>2</sup> =	3,13	
n <sub>1</sub> =	141		n <sub>2</sub> =	31	
<i>Invoegstrook veiliger als voorrangskruispunt met haaiantanden? [Q6]</i>					
α=	5,00%	(rechterstaart)	DF=	170	
S <sub>p</sub> <sup>2</sup> =	2,865	S <sub>p</sub> =	1,693		
T=	2,163	T <sub>crit</sub> =	1,654		
DUS:	T	>	T <sub>crit</sub>		
<i>Conclusie: Veiligheidsgevoel ligt hoger bij invoegstrook (onverwacht).</i>					
Situatie 1: invoegstrook (verwacht)			Situatie 2: voorrangskruispunt met haaiantanden (verwacht)		
x <sub>1</sub> =	6,66		x <sub>2</sub> =	5,45	
s <sub>1</sub> <sup>2</sup> =	2,73		s <sub>2</sub> <sup>2</sup> =	4,40	
n <sub>1</sub> =	88		n <sub>2</sub> =	222	
<i>Invoegstrook veiliger als voorrangskruispunt met haaiantanden? [Q6]</i>					
α=	5,00%	(rechterstaart)	DF=	308	
S <sub>p</sub> <sup>2</sup> =	3,931	S <sub>p</sub> =	1,983		
T=	4,821	T <sub>crit</sub> =	1,650		
DUS:	T	>	T <sub>crit</sub>		
<i>Conclusie: Veiligheidsgevoel ligt hoger bij invoegstrook (verwacht).</i>					

### **3.4 Algemene bevindingen resultaten enquête**

Wat opvalt bij de resultaten uit deze enquête is dat een groot deel van de bestuurders het verkeersbord B1 niet ziet bij het eerste fragment dat ze te zien krijgen. Bij het tweede fragment dat ze zien wordt het verkeersbord B1 opmerkelijk vaker opgemerkt. Dit is te wijten aan de voorspelbaarheid van de vragen na dezelfde vragen van het eerste fragment. Daarnaast blijkt uit de resultaten dat het verkeersbord B1 vaker wordt geassocieerd met een situatie met haaiantanden en niet met een situatie met invoegstrook. Het zou voor de bestuurders bijvoorbeeld duidelijker zijn als er een ander verkeersbord of wegmarkering wordt geplaatst vooraleer de invoegstrook zichtbaar is.

Het grootste deel van de bestuurders geven aan dat ze de zichtafstand veilig vinden. Enkel een deel geeft aan dat ze een onveilig gevoel hebben. Hieruit valt te concluderen dat er kleine verbeteringen aan de zichtafstand aan te raden zijn in deze specifieke situaties, aangezien de bestuurders dit aangeven bij beide situaties. Uit de statistische testen blijkt dat de invoegstrook in de verwachte situatie een veiliger gevoel inzake de zichtafstand schept t.o.v. de situatie met haaiantanden. Bij de onverwachte situatie kan dit veiligheidsgevoel inzake de zichtafstand volgens de statistische testen nagenoeg als gelijk worden beschouwd. Er is dus ook hier geen significant verschil tussen de beide situaties.

Volgens de onverwachte situatie geeft ongeveer 25% van de bestuurders aan dat het verkeersbord B1 op de juiste plaats staat voor beide situaties. Er is ook hier geen merkbaar (statistisch) verschil tussen beide situaties. Wel valt op te merken dat 25% vrij laag is en dus wordt aangeraden om de verkeersborden B1 te verplaatsen naar een betere positie of bijkomende signalisatie te plaatsen. Volgens de verwachte situatie geven meer bestuurders aan dat het verkeersbord B1 beter geplaatst is bij de situatie met invoegstrook, met een verschil van ongeveer 20% tussen beide situaties. In het algemeen is de positie beter bij de situatie met invoegstrook, maar dit betekent niet dat deze niet verbeterd kan worden, aangezien het percentage dat aangeeft dat het verkeersbord B1 op de juiste plaats staat nog steeds vrij laag is. Ongeveer 40% geeft ook aan dat bijkomende signalisatie een duidelijkere inschatting kan creëren. De kromming van de bocht wordt in beide situaties als veilig aanvoeld. Er moet dus niks gebeuren aan deze specifieke situatie. Deze situatie kan gebruikt worden als referentie op gebied van kromming van de bocht.

Tot slot geven de bestuurders aan dat ze een veiliger algeheel gevoel hebben bij de situatie met invoegstrook. Het verschil is hier in getalwaarden slechts 1 punt op 10, maar statistisch gezien blijkt dit voldoende om deze situatie als veiliger aan te zien. Dit is een merkbaar verschil maar toch een kleiner verschil dan wordt gedacht aangezien veel bestuurders aangeven dat ze de situatie met haaiantanden niet altijd even veilig vinden. Over het algemeen kan besloten worden dat de situatie met invoegstrook als veiliger wordt ervaren, maar er zijn nog talloze punten die verbeterd kunnen worden in beide situaties. Ook dient er zoveel mogelijk gezorgd te worden dat de situatie correct wordt ingeschat, dit zodat ongevallen of bijna-ongevallen kunnen worden vermeden.

## 4.AANSLUITING AFRIT OP ONDERLIGGEND WEGENNET IN HET BUITENLAND

### 4.1 Algemene bepalingen

Afritten zijn onderdelen van wegencomplexen die worden toegepast over de hele wereld. Daarom is het in deze masterproef ook uitermate interessant om even naar zulke situaties in het buitenland te kijken. In dit hoofdstuk wordt dan vooral aandacht besteed aan de aansluiting van de afrit op het onderliggend wegennet. Hierbij worden dan de verschillen aangeduid inzake ontwerp en wegsignalisatie. Dit laatste is dan vooral met oog op verkeersbord B1 bij een voorrangskruispunt, maar ook ditzelfde bord B1 bij een invoegstrook. De keuze van de afritten heeft zoveel mogelijk steekproefsgewijs plaatsgevonden, mede door de beperkte tijd die waarin deze masterproef werd uitgevoerd. Enkel in Vlaanderen zijn alle afritten behandeld eind 2017. De landen die behandeld zullen worden zijn: VS, Canada, Nederland, Frankrijk en Denemarken. Deze zijn zo gekozen omdat zij grenzen aan Vlaanderen en/ of een gelijkaardige samenleving en verkeer hebben waar de bestuurders rechts rijden. Duitsland wordt hier niet besproken omdat daar Google Street View bijna niet beschikbaar is. Vlaanderen daarentegen zal hier ook kort worden vermeld om een duidelijke vergelijking te krijgen met andere landen.

### 4.2 Vlaanderen

Tabel 4-1 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Vlaanderen

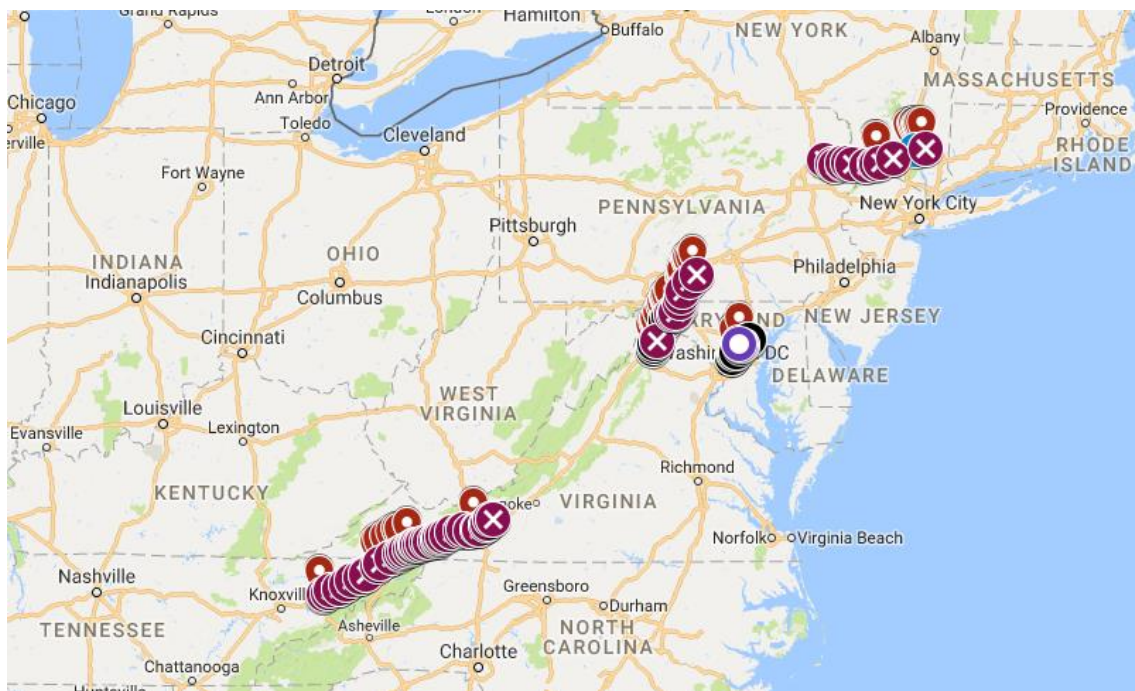
	Aantal Vlaanderen	% Vlaanderen
Invoegstrook B1 (incl. bypass)	30	6%
Voorrang B1 (incl. bypass)	202	40%
VRI	137	27%
Rotonde/ovonde	54	11%
Blijft eigen rijstrook (incl. bypass)	58	11%
Stopstreep B5	22	4%
Onduidelijk	5	1%

In Vlaanderen worden verschillende types van aansluitingen gebruikt van een afrit met het onderliggend wegennet. Vaak gebeurt dit via een VRI, met of zonder bypass. Daarnaast wordt ook steeds meer een aansluiting uitgevoerd via een rotonde die al dan niet een bypass bevat of dat de afrit op de onderliggende weg gewoon zijn eigen rijstrook blijft. Een andere vaak gebruikte aansluiting is diegene met het voorrangskruispunt met verkeersbord B1 (aan rechterzijde) en haaiantanden. Deze wordt in Vlaanderen zelfs het vaakst toegepast. Tot slot zijn de minder gebruikte aansluitingen nog een invoegstrook met verkeersbord B1 (aan rechterzijde) en een stopstreep met verkeersbord B5 (aan rechterzijde). Deze laatste is minder interessant, omdat deze de doorstroming sterk kan verminderen. De waardes hiervan zijn terug te vinden in Tabel 4-1, waarbij alle afritten in Vlaanderen zijn behandeld eind 2017. Belangrijk hierbij is dat een bypass als aparte afrit is meegerekend, door zijn andere kruispuntconfiguratie.

### 4.3 VS

Tabel 4-2 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in VS

	Aantal VS	% VS
Invoegstrook "B1 + alternatief" (incl. bypass)	27	10%
Vorrang "B1" (incl. bypass)	24	9%
VRI	72	26%
Rotonde/ovonde	4	1%
Blijft eigen rijstrook (incl. bypass)	48	17%
Stopstreep "B5"	107	38%



Figuur 4-1: Behandelde gebied in de VS [29]

De Verenigde Staten van Amerika zijn hier vooral gekozen omdat het verkeer in de buurt van de grote steden meestal vrij verzadigd is. Een rechtstreeks gevolg is dan dat zulke afritaan-sluitingen mogelijks interessant kunnen zijn bij verzadigde afritten in Vlaanderen. Daarnaast bestaan er tussen de verschillende staten vaak kleine verschillen inzake het gebruik van verkeersborden. Daarom is er gekozen om verschillende staten te behandelen, waarbij zowel landelijke als stedelijke omgevingen zijn opgenomen. Dit is te zien in Figuur 4-1, waarbij het resultaat van de verschillende kruispunttypes staat samengevat in Tabel 4-2. De afritten zijn hier louter behandeld op basis van steekproeven, aangezien een volledige inventarisatie hier te veel tijd in beslag zou nemen.

De overgrote meerderheid van afritaan-sluitingen op de onderliggende weg vindt in de Verenigde Staten plaats doordat de afrit een eigen rijstrook blijft in grote steden. Bij de meer haakse aansluiting wordt vaak gebruik gemaakt van een VRI, met of zonder bypass met een vergelijkbare verkeersbord als B1 met de vermelding *YIELD* zoals in Figuur 4-2, wat voorrang verlenen betekent. Invoegstroken komen matig voor in de Verenigde Staten. Rotondes lijken daarentegen zo goed als nooit voor te komen.

Als een invoegstrook toch voorkomt, wordt deze op twee manieren uitgevoerd in de VS. De meest gebruikte is deze met een vergelijkbaar bord als verkeersbord B1, vaak zonder markering met invoegpijlen zoals te zien is op Figuur 4-4. Volgens de MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices) dient een invoegmarkering wel te worden gebruikt indien de snelheid van de onderliggende weg hoger ligt dan 45 mph [30, p. 393]. Ook wordt er aangeraden om deze invoegpijlen te gebruiken bij langere invoegstroken [30, p. 393]. Het gebruik van het vergelijkbare verkeersbord als B1 (in VS verkeersbord R1-2) wordt daarentegen bij invoegstroken aangeraden indien de invoeg- en/of zichtlengte beperkt is [30, p. 53]. De beslissing om dit toe te passen ligt hierbij volledig bij de ontwerper van de weg [30, p. 53].

Daarnaast is er ook een tweede mogelijkheid die wordt toegepast in de VS, welke zichtbaar is op Figuur 4-5 en Figuur 4-6. Hierbij wordt een geel aankondigingsbord gebruikt om aan te kondigen dat een baan invoegt zie Figuur 4-5. Verderop wordt dan een verkeersbord ter beëindiging van rijstrook gebruikt, dewelke zichtbaar is op Figuur 4-6. De wijze van invoegen en waar men zich bevindt op de weg bepaalt hier het type van gele aankondigingsborden. Indien de invoeging redelijk vlug plaatsvindt, dient verkeersbord W4-1 te worden geplaatst op de onderliggende weg en W4-5 op de invoegende weg (zie Figuur 4-3). Hetzelfde principe geldt voor W4-3 op de onderliggende weg en W4-6 op de invoegende weg indien de invoegstrook van betrekkelijke lengte is (zie Figuur 4-3). In beide situaties wordt ter hoogte van de invoeging zelf verkeersbord W4-2 gebruikt (zie Figuur 4-3). Opmerkelijk is dat deze borden niet verplicht zijn, maar "mogen" gebruikt worden volgens de MUTCD. Dit kan verklaren waarom dit niet overal bij invoegstroken wordt gebruikt. [30, p. 125].

In de minder bevolkte gebieden wordt daarentegen vaak gebruik gemaakt van een tweetal situaties. Een eerste vaak gebruikte situatie is de situatie die vergelijkbaar is met verkeersbord B5 met al dan niet een stopstreep. Het voorrangskruispunt met B1 en haaiantanden, of soms ook een stippellijn of geen belijning in sommige staten, wordt matig gebruikt in de VS. Als deze dan toch wordt gebruikt, is dit ook met een vergelijkbaar verkeersbord als B1 met vermelding *YIELD*, waarbij de haaiantanden soms loodrecht op de as van de afrit geplaatst zijn (zie Figuur 4-7) en niet evenwijdig met de as van de onderliggende baan zoals in Vlaanderen. Vervolgens mag dit nog aangevuld worden met verkeersbord W4-5P (zie Figuur 4-3) om de bestuurders extra te duiden dat er geen invoegstrook volgt [30, p. 126]. Bij de situaties hieronder is het wegtracé vergelijkbaar met de afritten die van toepassing zijn op deze masterproef.

Tot slot zijn er ook enkele richtwaarden ter beschikking inzake boogstralen en invoeglengtes voor wegen. De waardes van de boogstralen zijn afhankelijk van de snelheid en de verkanting van de weg. Daarom worden enkel die met de minste verkanting (4%) gegeven, dewelke een veilige benadering is. Voor 70 km/u geldt dan vervolgens een minimumstraal van 215 m, voor 90 km/u 375 m en voor 120 km/u 670 m [31, p. 145]. Voor invoeglengtes geldt een minimumlengte van 50:1 tot 70:1 (verhouding lengte invoegstrook/breedte rijstrook) voor getaperde invoegstroken en 180 m tot 240 m voor gewone invoegstroken [31, p. 849]. Deze lengtes zijn allen van einde puntstukmarkering tot het einde van de invoegstrook zelf. Als breedte rijstrook wordt hier 4,8 m verondersteld [31, p. 849].





Figuur 4-2: Vergelijkbaar bord als B1, met vermelding "YIELD" [32]



Figuur 4-3: Borden gebruikt ter invoeging in de VS [30, p. 125]



Figuur 4-4: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 "YIELD" in Hagerstown, Maryland [33]



Figuur 4-5: Aankondiging invoegstrook via bord W4-6 als alternatief op B1-principe in Morristown, Tennessee [34]



Figuur 4-6: Aankondiging beëindiging rijstrook via bord W4-2 als alternatief op B1-principe in Morristown, Tennessee [35]



Figuur 4-7: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 "YIELD" en haaiantanden in Newburgh, New York [36]

## 4.4 Canada

Tabel 4-3 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Canada

	Aantal Canada	% Canada
Invoegstrook "B1" (incl. bypass)	23	9%
Voorrang "B1" (incl. bypass)	36	14%
VRI	80	31%
Rotonde/ovonde	6	2%
Blijft eigen rijstrook (incl. bypass)	46	18%
Stopstreep "B5"	68	26%



Figuur 4-8: Behandeld gebied in Canada [37]

Voor Canada is hier geopteerd om verschillende provincies te behandelen, zodat een mengeling werd verkregen van het Engelstalige gebied en het Franstalige gebied. Hierbij is net zoals in de VS gekozen om zowel landelijke als stedelijke gebieden te behandelen. Dit behandelde gebied is te zien in Figuur 4-8, waarbij het resultaat is gegeven in Tabel 4-3. De verschillen inzake richtlijnen hebben hier betrekking tot het gebruik van signalisatieborden. De afritten zijn hier louter behandeld op basis van steekproeven, aangezien een volledige inventarisatie hier te veel tijd in beslag zou nemen.

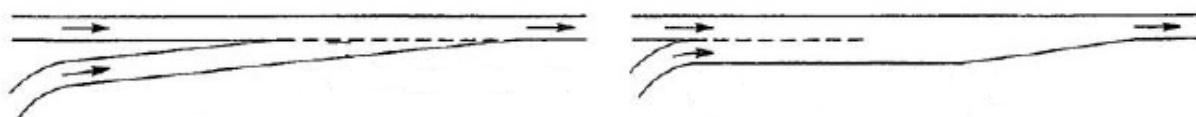
Voor de eerder haakse aansluitingen wordt in Canada vaak geopteerd voor een VRI. Daarnaast worden een getaperde invoegstrook (zoals te zien in Figuur 4-9) en een voorrangskruispunt, beiden met vergelijkbaar verkeersbord B1, matig gebruikt bij schuine aansluitingen van de afrit op de onderliggende weg. Een afrit die aansluit op een rotonde wordt daarentegen bijna nooit gebruikt. Dat een afrit zijn eigen rijstrook vormt, vindt vooral plaats indien er verderop een VRI is gelegen, zodat deze verder als rechts afslaanende strook kan worden gebruikt. Een vergelijkbare situatie met stopstreep met B5 wordt enkel in de landelijke gebieden van Canada gebruikt.

Voor het voorrangskruispunt wordt ook hier een vergelijkbaar verkeersbord als B1 gebruikt. Daarnaast wordt in het Engelstalige deel van Canada dit verkeersbord vaak vooraf gegaan door een extra waarschuwingsbord met de vermelding *RAMP TRAFFIC MUST YIELD* zoals in Figuur 4-10. Hierdoor worden de bestuurders extra gewaarschuwd dat zij voorrang aan het onderliggend wegennet moeten verlenen. Dit lijkt voor in Vlaanderen eerder een overbodige optie voor zulke situaties, omdat dit voor niet-Nederlands sprekenden onduidelijk kan zijn en verkeersbord B1 dit eigenlijk al beschrijft. In het Franstalige deel van Canada is deze situatie volledig hetzelfde als die in Vlaanderen, dus zonder bijkomend waarschuwingsbord en enkel een verkeersbord aan de rechterzijde. Wel valt er op te merken dat in het Engelstalige deel van Canada ook een vergelijkbaar bord B1 aan de linkerzijde wordt geplaatst, zie Figuur 4-11. De plaatsing hiervan wordt aangeraden daar waar blijkt dat het rechtse verkeersbord slecht zichtbaar is [38, p. 32]. Dit laatste is niet het geval in Vlaanderen of het Franstalige gedeelte van Canada, zie Figuur 4-12, maar zou wel voor een verbetering kunnen zorgen.

De situatie met invoegstrook in Canada wordt meestal hetzelfde uitgevoerd als in Vlaanderen, namelijk met een vergelijkbaar verkeersbord als B1, dit zowel voor het Engelstalige als het Franstalige gedeelte (uitgezonderd provincie Ontario: soms geen enkel verkeersbord in praktijk). Daarbij worden deze net zoals in de VS meestal getaperd

uitgevoerd zonder invoegmarkeringen, zoals te zien is op Figuur 4-13. Inzake het wegtracé zijn deze situaties gelijkaardig als in Vlaanderen.

Tot slot worden hier nog enkele richtwaardes gegeven inzake boogstralen en de lengtes van invoegstroken. Voor boogstralen wordt verwezen naar dezelfde formule als diegene die van toepassing is in de VS. Voor 70 km/u geldt dan vervolgens een minimumstraal van 215 m, voor 90 km/u 375 m en voor 120 km/u 670 m [39, pp. 330-1]. De invoeglengtes bij getaperde invoegstroken bedragen 65 m voor een snelheid van 70 km/u, 80 m voor 90 km/u en 95 m voor 120 km/u [40, p. 2.4.6.13]. Voor gewone invoegstroken bedragen deze lengtes 80 m voor 70 km/u, 120 m voor 90 km/u en 345 m voor onderliggende banen van 120 km/u [40, p. 2.4.6.13]. Deze lengtes zijn allen van einde puntstukmarkering tot het einde van de invoegstrook zelf.



Figuur 4-9: Verschil tussen een getaperde (links) en een gewone invoegstrook (rechts) [31, p. 851]



Figuur 4-10: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 en bord "RAMP TRAFFIC MUST YIELD" in Bedford, Nova Scotia [41]



Figuur 4-11: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Bedford, Nova Scotia [42]



Figuur 4-12: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Saint-Jérôme, Québec [43]



Figuur 4-13: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 in Ottawa, Ontario [44]

## 4.5 Nederland

Tabel 4-4 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Nederland

	<b>Aantal Nederland</b>	<b>% Nederland</b>
Invoegstrook (incl. bypass)	7	4%
Voorrang "B1" (incl. bypass)	53	29%
VRI	51	28%
Rotonde/ovonde	50	28%
Blijft eigen rijstrook (incl. bypass)	18	10%
Stopstreep "B5"	2	1%



Figuur 4-14: Behandelde gebied in Nederland [45]

Er wordt hier naar Nederland gekeken, omdat dit land inzake de weginfrastructuur bij de wereldtop wordt gezien [46], [47]. Daarnaast is het bijkomende voordeel dat Nederland voor een groot gedeelte grenst aan Vlaanderen en er zeker overlappende invloeden zijn met elkaar. Het behandelde gebied in Nederland is te zien in Figuur 4-14, met tot slot de resultaten in Tabel 4-4. De afritten zijn hier louter behandeld op basis van steekproeven, aangezien een volledige inventarisatie hier te veel tijd in beslag zou nemen.

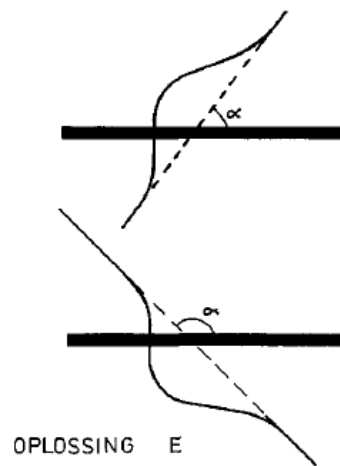
Opvallend is dat men in Nederland bijna altijd opteert voor afritten die min of meer loodrecht op de kruisende baan uitmonden. De RONA (Richtlijnen voor het Ontwerpen van Niet-Autosnelwegen buiten de bebouwde kom) raadt hier aan om de snijhoeken te beperken van  $80^\circ$  tot  $120^\circ$  tussen beide wegen [48, p. 47]. In de RONA wordt deze beperking van hoek gedefinieerd als oplossing E, waarbij de oplossingsanalogie gegeven is in Figuur 4-15. Bij een hoge te verwachten verkeersintensiteit wordt deze praktisch loodrechte aansluiting verwezenlijkt door een VRI, terwijl bij lagere te verwachten verkeersintensiteiten het voorrangskruispunt met een vergelijkbaar verkeersbord als B1 en haaiantanden wordt gebruikt. Een ander vaak gebruikt alternatief voor deze twee is de aansluiting op een rotonde. Vaak gebruikt men in Nederland een Hollands Complex, dewelke dan ofwel VRI's, voorrangskruispunten of rotondes bevat als aansluiting op de onderliggende weg. Bij andere complexen worden deze aansluitingen ook meestal gebruikt.

De minder gebruikte afritten in Nederland zijn diegene die hun eigen rijstrook vormen, of die uitmonden op een invoegstrook. Daarnaast wordt de vergelijkbare situatie met verkeersbord B5 en een stopstreep slechts gering tot niet gebruikt. Indien daarentegen de situatie met invoegstrook toch wordt gebruikt bij een afrit, wordt hier geen vergelijkbaar verkeersbord als B1 geplaatst en ook geen ander verkeersbord om dit aan te tonen, zie Figuur 4-17 en Figuur 4-18. Ook zijn er bij de invoegstroken nooit invoegmarkeringen aangebracht op de invoegende baan bij afritten, wanneer deze uitkomen op autowegen (N-wegen). Wanneer deze uitkomen op een weg van categorie lager als een N-weg worden

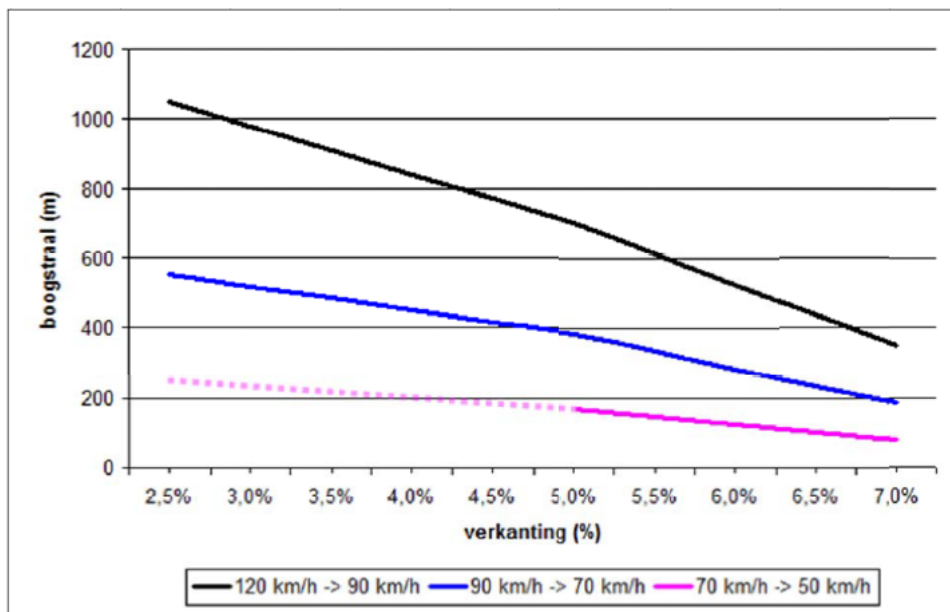
deze wel aangebracht. De invoegstroken kunnen zowel voorafgegaan worden door een krappe als zeer ruime straal.

Voor de situatie met haaiantanden wordt zoals eerder gezegd meestal geopteerd voor een zo loodrecht mogelijke aansluiting, of sporadisch een aansluiting met beperkte afwijking hierop. Net zoals in het Engelstalige gedeelte van Canada wordt ook hier soms geopteerd om links een bijkomend verkeersbord, vergelijkbaar met B1 te plaatsen. Dit is enkel als de rijbaanbreedte meer dan 5 m bedraagt ter hoogte van het kruispunt en de aansluiting buiten de bebouwde kom is gelegen [49]. Dit is te zien op Figuur 4-20.

Voor de boogstralen worden in de ROA-versie 2014 speciale waarden gegeven voor wegen die afnemen in snelheid, wat ook het geval is bij afritten. De waarden hiervan zijn gegeven in Figuur 4-16, waarbij de boogstraal wordt gegeven in functie van de snelheid en de verkanting. Deze waarden zijn hoger als in Canada en de VS. Tot slot valt er ook op te merken dat invoegstroken op de onderliggende weg in Nederland meestal vrij lang zijn met afstanden van 350 m voor 120 km/u, 265 m voor 90 km/u en 210 m voor 70 km/u, allen van einde puntstukmarkering tot einde invoegstrook, zie Figuur 4-19 [14, p. 130].



Figuur 4-15: Oplossingsanalogie oplossing E in de RONA [48, p. 56]



Figuur 4-16: Boogstralen in functie van verkanting bij wegen die in snelheid afnemen [14, p. 65]



*Figuur 4-17: Begin invoegstrook zonder vergelijkbaar bord B1 in Sprang-Capelle, Noord-Brabant [50]*



*Figuur 4-18: Einde invoegstrook zonder vergelijkbaar bord B1 in Sprang-Capelle, Noord-Brabant [51]*



*Figuur 4-19: Luchtfoto invoegstrook zonder vergelijkbaar bord B1 in Sprang-Capelle, Noord-Brabant [52]*



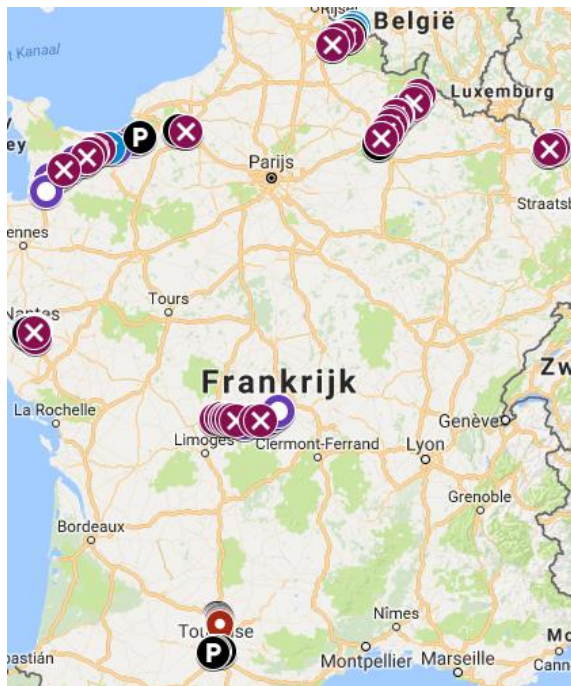
*Figuur 4-20: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Krabbendijke, Zeeland [53]*



## 4.6 Frankrijk

Tabel 4-5 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Frankrijk

	Aantal Frankrijk	% Frankrijk
Invoegstrook "B1" (incl. bypass)	16	8%
Voorrang "B1" (incl. bypass)	17	8%
VRI	14	7%
Rotonde/ovonde	79	38%
Blijft eigen rijstrook (incl. bypass)	27	13%
Stopstreep "B5"	53	26%



Figuur 4-21: Behandelde gebied in Frankrijk [54]

Net zoals Nederland wordt Frankrijk hier behandeld omdat dit grenst aan Vlaanderen. Vaak zijn de complexen in Frankrijk een trompetaansluiting. Het voordeel hiervan is dat de open afritten op één plaats kunnen samenvloeien, waardoor er maar één tolhuis nodig is. Deze zullen hier niet behandeld worden omdat een tolhuis vaak tijdig vooraf zichtbaar is en de bestuurders meestal opzettelijk tot stilstand brengt. Het behandelde gebied van de afritten zijn hier gegeven in Figuur 4-21, waarbij het resultaat hiervan te zien is in Tabel 4-5. De afritten zijn hier louter behandeld op basis van steekproeven, aangezien een volledige inventarisatie hier te veel tijd in beslag zou nemen.

Voor de niet-tolwegen met een afrit die min of meer loodrecht aansluit op de onderliggende weg wordt in Frankrijk vaak de situatie gebruikt vergelijkbaar met verkeersbord B5 en een stopstreep. In de steden wordt daarentegen gekozen om een VRI te gebruiken. Daarnaast wordt een bypass bij een VRI, maar ook bij de situatie met stopstreep zonder VRI in Frankrijk vaak uitgevoerd als invoegstrook. Vaak komt het ook voor dat een afrit zijn eigen rijstrook blijft op de ondergelegen weg. Tot slot kan nog afgeleid worden dat een rotonde veruit de meest gebruikte kruispuntaansluiting is in Frankrijk, wat zeker opmerkelijk is in vergelijking met de andere behandelde landen of regio's.

Opvallend is dat de invoegstrook matig populair is in Frankrijk. Deze invoegstroken kunnen voorafgaand net zoals in Vlaanderen een krappe als ruime straal beschrijven, waarbij deze vervolgens wel meestal getaperd worden uitgevoerd. Daarnaast zijn deze vaak van beperkte lengte, zoals dit ook voorkomt in Vlaanderen. Een vergelijkbaar verkeersbord als B1 wordt bij een invoegstrook in Frankrijk steeds gebruikt, aangevuld met een klein verkeersbord met de vermelding *CÉDEZ LE PASSAGE* wat voorrang verlenen betekent, zie Figuur 4-22. Het komt ook voor dat dit verkeersbord in Frankrijk soms links wordt geplaatst en niet rechts zoals te zien is op Figuur 4-23. Dit is enkel indien het verticale alignement van de afrit dalend is in combinatie met een bocht naar rechts. Het gebruik van de invoegmarkering gebeurt volgens hetzelfde principe als in Nederland.

De situatie met een voorrangskruispunt en B1 wordt in Frankrijk bijna nooit gebruikt, aangezien er daar eerder de vergelijkbare situatie met B5 en stopstreep wordt verkozen. Indien deze toch wordt gebruikt wordt ook hier meestal gekozen om zowel links als rechts een vergelijkbaar verkeersbord als B1 te plaatsen, zie Figuur 4-24. Tot slot maakt men in Frankrijk geen gebruik van haaiantanden, maar wel een lijn met blokken.

Ook zijn er enkele richtwaarden beschikbaar voor de boogstralen en lengtes van invoegstroken in Frankrijk. De boogstralen zijn helaas enkel gegeven voor 2,5% (normale verkanting in Frankrijk) en 7% verkanting. Hierdoor is enkel die van 2,5% hier gegeven, omdat dit de meest veilige benadering is. De boogstraal bedraagt hierbij 650 m voor 110 km/u, 370 m voor 90 km/u en 185 m voor 70 km/u [55, p. 10]. In Frankrijk verkiest men om voor getaperde invoegstroken een lengte van 75 m te voorzien en voor gewone invoegstroken 175 m, beide vanaf einde puntstukmarkering tot het einde van de invoegstrook [14, p. 27].



*Figuur 4-22: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 en extra "CÉDEZ LE PASSAGE" in Villers-Bocage, Normandië [56]*



Figuur 4-23: Invoegstrook met vergelijkbaar bord B1 en extra "CÉDEZ LE PASSAGE" aan linkerzijde in Onnaing, Hauts-de-France [57]

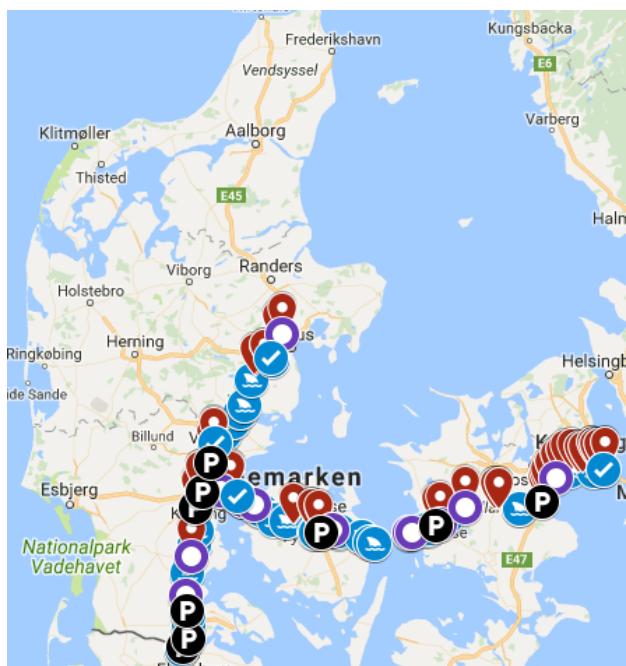


Figuur 4-24: Voorrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 en extra "CÉDEZ LE PASSAGE" in Crespin, Hauts-de-France [58]

## 4.7 Denemarken

Tabel 4-6 Kruispuntaansluiting afritten met onderliggende weg in Denemarken

	Aantal Denemarken	% Denemarken
Samenvoeging (incl. bypass)	5	2%
Voorrang "B1" (incl. bypass)	55	37%
VRI	57	38%
Rotonde/ovonde	23	15%
Blijft eigen rijstrook (incl. bypass)	10	7%
Stopstreep "B5"	0	0%



Figuur 4-25: Behandelde gebied in Denemarken [59]

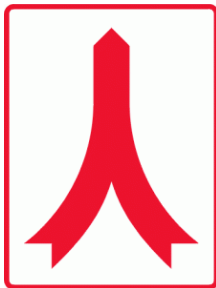
Denemarken is hier gekozen omdat er hier een variant op de invoegstrook wordt gebruikt, dewelke hieronder verder zal worden besproken. Daarnaast is het behandelde gebied van de verschillende afritten terug te vinden op Figuur 4-25, waarbij het resultaat hiervan is gegeven in Tabel 4-6. De afritten zijn hier louter behandeld op basis van steekproeven, aangezien een volledige inventarisatie hier te veel tijd in beslag zou nemen.

Voor Denemarken kan kort samengevat gezegd worden dat het wegennet zeer gelijkaardig is met dat van Nederland. Ook hier probeert men zoveel mogelijk rechte aansluitingen te maken bij een afrit met de onderliggende weg, waarbij de snijdingshoek volgens de Deense richtlijnen beperkt dient te worden tot een hoek tussen de  $70^\circ$  en de  $110^\circ$  [60]. Deze worden dan bij een hoge te verwachten verkeersintensiteit uitgevoerd met een VRI. Bij een laag te verwachten verkeersintensiteit worden dit voorrangskruispunten met een vergelijkbaar verkeersbord als bord B1. Belangrijk hierbij is dat deze in Denemarken altijd onder een min of meer rechte hoek toekomen tot de onderliggende weg. Daarnaast worden aansluitingen ook soms uitgevoerd met een rotonde, net zoals in Nederland, Vlaanderen en Frankrijk vaak de tendens is. Een afrit die zijn eigen rijstrook blijft, wordt sporadisch toegepast, daar waar deze extra capaciteit nodig zou zijn. Tot slot wordt de situatie vergelijkbaar met verkeersbord B5 en een stopstreep ook hier amper gebruikt.

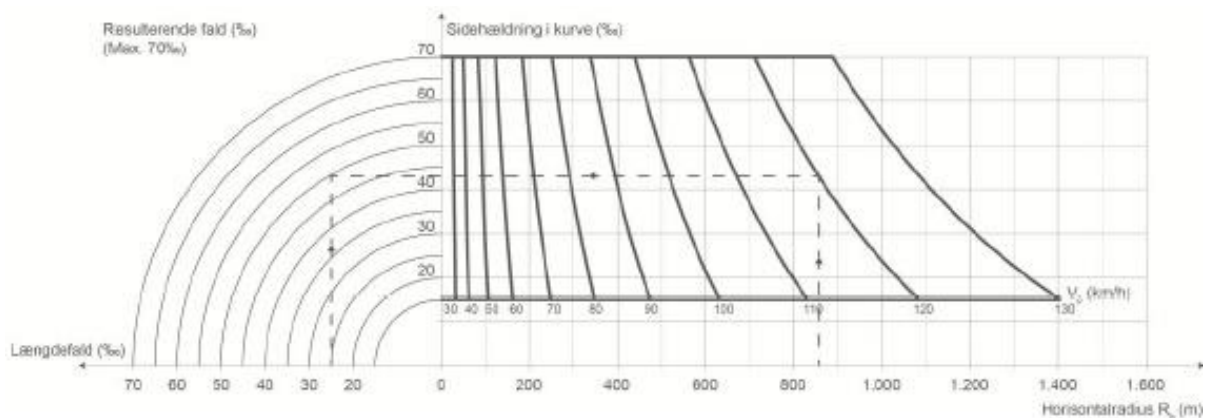
Voor de invoegstroken maakt men in Denemarken gebruik van een speciaal soort type. Bij dit type worden zowel de afrit als de onderliggende baan samengevoegd tot één baan. Er zou dus gezegd kunnen worden dat dit eerder een samenvoegingsstrook is, dan een invoegstrook. Bijkomend geldt in Denemarken hierbij de regel dat er tussen de bestuurders onderling bepaald moet worden wie eerst invoegt en wie niet, dit op een manier met voldoende hoge snelheid en zonder elkaar te hinderen [61]. Deze Deense regel wordt vooraf aangegeven door verkeersbord B15 volgens de Deense wegcode, zie Figuur 4-26 en Figuur 4-28. Uiteraard is deze samenvoeging in Vlaanderen minder aangeraden, omdat de verkeersintensiteit hier veel hoger ligt. Daarentegen variëren de lengtes van deze stroken van betrekkelijk kort zoals in Frankrijk voor landelijke wegen, tot eerder lang voor wegen met min. twee rijstroken per rijrichting. Tot slot is de voorafgaande boogstraal tot samenvoegen relatief groot.

Terugkomend op de situatie met voorrangskruispunt en vergelijkbaar verkeersbord B1 wordt deze steeds uitgevoerd met een vergelijkbaar bord als B1 aan beide wegkanten, ook al is de aansluiting zo goed als loodrecht, zie gewenste kruispuntindeling Figuur 4-29. Net zoals in Vlaanderen, Nederland en sommige delen van Noord-Amerika, worden ook hier haaiantanden gebruikt. Deze situatie is zichtbaar in Figuur 4-30.

Tot slot worden hier nog richtwaardes gegeven voor de lengtes van de samenvoegingsstroken en de boogstralen. De richtwaardes voor de lengtes van de samenvoegingsstroken variëren hier van 160 m voor 90 km/u tot 120 m voor 70 km/u voor het schuine gedeelte [62]. Het gedeelte voor het schuine gedeelte is in lengte sterk afhankelijk van de te gebruikte boogstraal en de hoek waarmee de invoegende baan toekomt. Daarom wordt deze lengte hier door de vele variabelen niet gegeven. Voor de boogstralen wordt in Denemarken veelal gebruikt gemaakt van waardes volgens Figuur 4-27. Hierbij dient men te vertrekken vanaf een langshelling (negatieve x-as), gekoppeld aan de bogen in de figuur, welke de dwarshelling aangeven (waardes positieve y-as). Tot slot dient dan nog de snelheid worden bepaald, waarna dan ook de boogstraal kan worden afgelezen (positieve x-as).



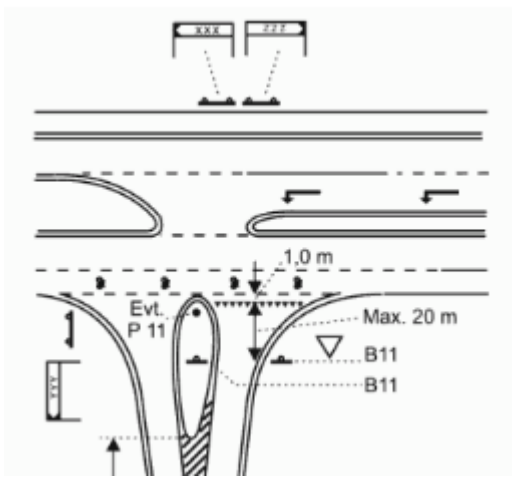
Figuur 4-26: Samenvoegingsbord B15 volgens Deense wegcode [63]



Figuur 4-27: Bepaling boogstralen in Denemarken [64]



Figuur 4-28: Samenvoegingsstrook ter alternatief van klassieke invoegstrook in Padborg, Zuid-Denemarken [65]



Figuur 4-29: Gewenste kruispuntindeling voorrangskruispunt in Denemarken [66]



Figuur 4-30: Voortrangskruispunt met vergelijkbaar bord B1 in Vejen, Zuid-Denemarken [67]

## 4.8 Samenvattende tabellen kruispuntaansluitingen

In Tabel 4-7 staan de procentuele waarden van eerdere gegeven tabellen hierboven. Op deze manier kan er makkelijk een beeld worden verkregen inzake de kruispuntaansluitingen van afritten op het onderliggend wegennet voor de behandelde regio's en landen.

Tabel 4-7 Vergelijkende tabel kruispuntconfiguratie afritten in het buitenland

	% Vlaanderen	% VS	% Canada	% Nederland	% Frankrijk	% Denemarken
Invoegstrook "B1" (incl. bypass)	6%	10%	9%	4%	8%	2% <sup>3</sup>
Vorrang "B1" (incl. bypass)	40%	9%	14%	29%	8%	37%
VRI	27%	26%	31%	28%	7%	38%
Rotonde/ovonde	11%	1%	2%	28%	38%	15%
Blijft eigen rijstrook (incl. bypass)	11%	17%	18%	10%	13%	7%
Stopstreep B5	4%	38%	26%	1%	26%	0%
Onduidelijk	1%	0%	0%	0%	0%	0%

## 4.9 Algemene bevindingen buitenland

Algemeen kan hier vastgesteld worden dat in de meeste landen het gebruik van verkeersbord B1 – of een bord dat hier gelijkaardig aan is – op eenzelfde manier plaatsvindt. Slechts heel gering is dit niet zo, of worden er nog bijkomende verkeersborden geplaatst. Opmerkelijk is wel dat borden vergelijkbaar met verkeersbord B1 soms ook links worden geplaatst indien de bocht naar rechts gaat. Dit kan in Vlaanderen bijvoorbeeld ook toegepast worden, daar waar dit niet voor verwarring kan zorgen.

Voor de situatie met invoegstroken is er geen eenduidige visie tussen de verschillende landen inzake het gebruik van een vergelijkbaar verkeersbord als bord B1. Er kan wel een verband worden gesteld aan invoegstroken van het lange type, zoals in Nederland die een vergelijkbaar verkeersbord als B1 niet plaatsen bij een invoegstrook en landen of regio's met relatief korte invoegstroken, zoals VS, Canada, Frankrijk en Vlaanderen, waar een vergelijkbaar verkeersbord als B1 wel wordt geplaatst. Opmerkelijk is wel dat in sommige staten van de VS dit sporadisch door twee andere verkeersborden wordt aangegeven dan een vergelijkbaar bord als B1. Daarnaast is het ook opmerkelijk dat er in Denemarken geen echte invoegstroken bestaan, maar wel samenvoegingsstroken, voorafgegaan door een speciaal verkeersbord. Dit zou in Vlaanderen vaak minder goed werken, omdat de verkeersintensiteit hier hoger ligt. Tot slot kan gesteld worden dat Vlaanderen een van de weinigen is die invoegmarkeringen gebruikt bij een invoegende afrit op de onderliggende weg.

Voor de situatie met een vergelijkbaar verkeersbord als B1 en een voorrangskruispunt met haaiantanden of andere markering dat dezelfde functie uitoefent, worden zowel haakse als schuine aansluitingen gebruikt, waarbij overal een gelijkaardig verkeersbord als B1 wordt gebruikt. Uit een eerder onderzoek in de literatuur blijkt dat het daarnaast aangeraden is om zulke voorrangskruispunten best zo loodrecht mogelijk aan te sluiten op de onderliggende weg. Hierdoor zullen bestuurders voldoende goed en comfortabel het verkeer op de onderliggende weg kunnen inschatten. Deze eerder loodrechte aansluitingen vindt men vaak terug in Nederland en Denemarken.

<sup>3</sup> Voor Denemarken is er een samenvoegingsstrook met bijhorend verkeersbord van toepassing en geen invoegstrook.

---

## 5. SNELHEIDSMETINGEN

Om te bepalen of een situatie onveiliger is als de andere situatie, is er ook een fysiek onderzoek nodig. Onder dit fysieke onderzoek worden in deze masterproef snelheidsmetingen verstaan. Hieruit kan het gedrag van de bestuurder achterhaald worden, dit inzake de snelheid die deze heeft op bepaalde punten van de afritten. Bijvoorbeeld kan hier een defensiever rijgedrag op een bepaalde situatie worden uitgehaald, maar kan er ook achterhaald worden of de bestuurder tijdig snelheid verminderde. Belangrijk is om in het achterhoofd te houden dat dit fysieke onderzoek slechts een onderdeel is van het grotere geheel van deze masterproef en dus steeds tot dit grotere geheel dient te worden bekeken. Tot slot zullen op deze gegevens enkele statistische testen worden uitgevoerd om te bepalen of het verschil tussen de metingen wel degelijk significant is, of niet.

### 5.1 Algemene bepalingen

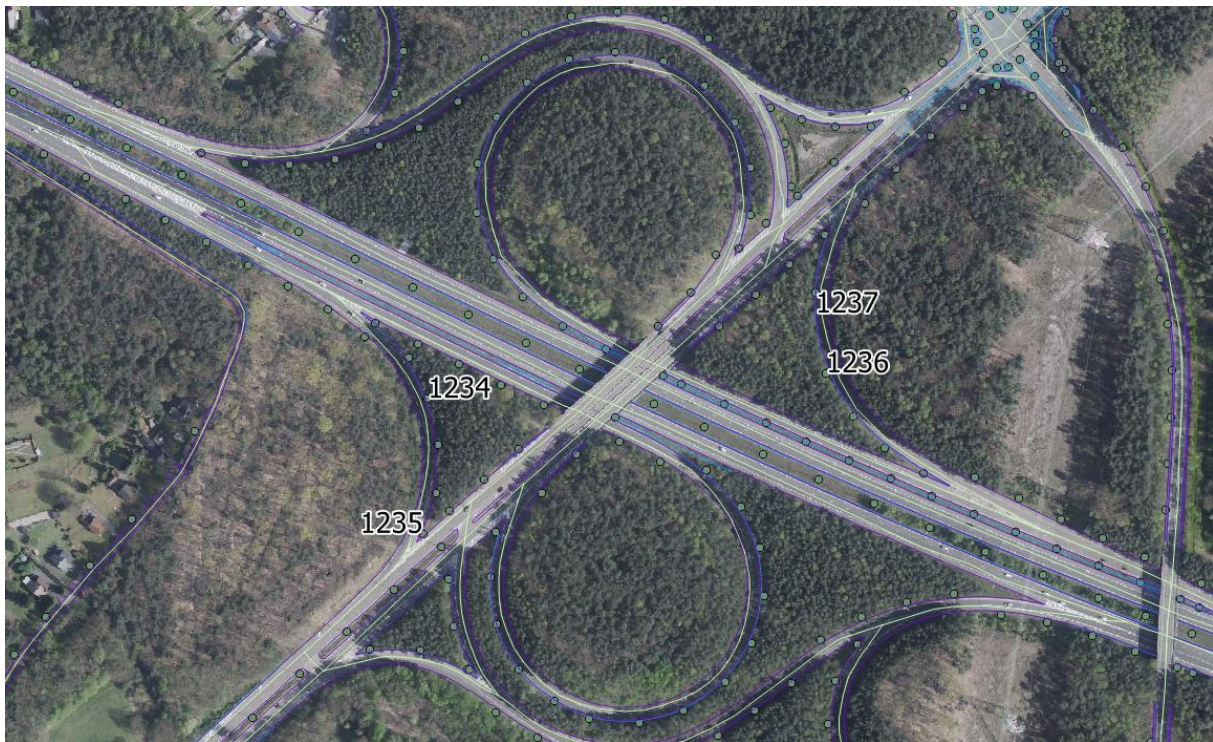
#### 5.1.1 Praktische uitvoering metingen

De praktische uitvoering van deze snelheidsmetingen is volledig door Agentschap Wegen en Verkeer op zich genomen. Verder is de positie van deze metingen gekozen in functie van dit onderzoek. Zo is er hier gekozen om twee situaties op te meten, nl. een situatie met haaiantanden (voorrangskruispunt B1) en een situatie met invoegstrook (met B1). Beide situaties zijn gelegen op het afrittencomplex Genk-Oost, dit omwille van praktische redenen. Zo is het bij dit complex mogelijk om beide situaties op te meten, op een relatief kleine afstand van elkaar. Dit heeft als voordeel dat de weersinvloeden hetzelfde zijn voor deze afritten, aangezien de metingen hiervan ook gelijktijdig hebben plaatsgevonden. Op elke afrit is er ook gekozen om twee metingen uit te voeren zodat de snelheid zowel op het einde van de afrit als in het midden van de afrit viel te achterhalen. Het einde van de afrit is hier zo gekozen dat filevorming nagenoeg was uitgesloten, dewelke een vertekend beeld kon geven voor de metingen. Tot slot is de snelheid gemeten door het plaatsen van snelheidsslangen, dewelke wel een kleine afwijking kunnen hebben aangezien deze in een bocht zijn geplaatst en waarschijnlijk niet 100% loodrecht t.o.v. de as van de weg lagen. Dit heeft als gevolg dat de wielen, die toebehoren tot een voertuig niet altijd gelijktijdig deze lussen zullen berijden, waardoor kleine afwijkingen kunnen ontstaan.

#### 5.1.2 Positie metingen

Zoals eerder vermeld zijn de snelheidsmetingen op vier plaatsen uitgevoerd. Deze vier posities staan aangeduid op Figuur 5-1. Deze posities zijn gekozen om zo veel mogelijk relevante gegevens te verzamelen voor dit onderzoek. Meting 1234 en 1235 zijn gebeurd op de situatie met de invoegstrook, terwijl metingen 1236 en 1237 zijn gebeurd op de situatie met haaiantanden.





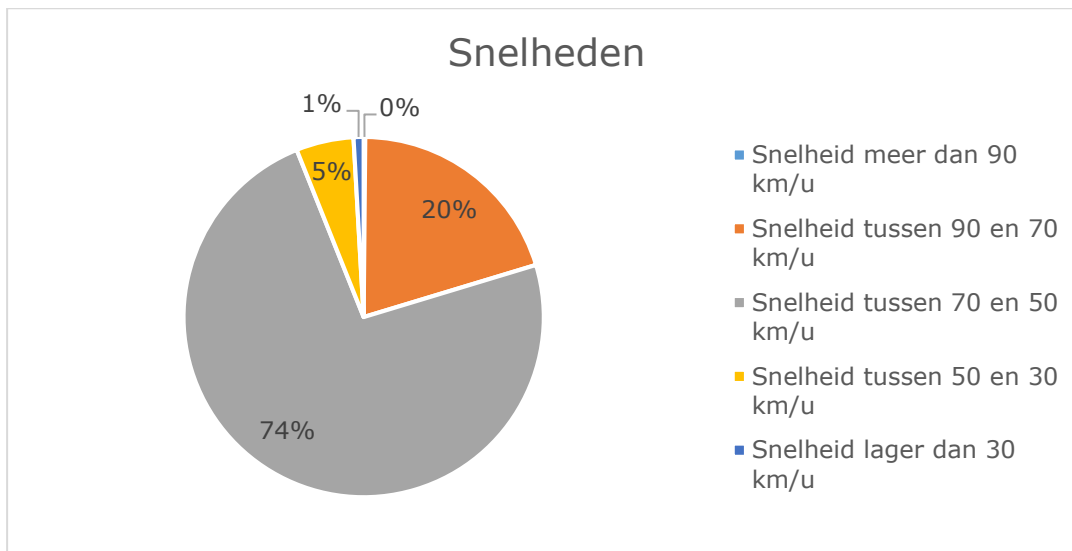
*Figuur 5-1: Positie metingen 1234, 1235, 1236 en 1237 uit QGIS*

## 5.2 Bespreking metingen

### 5.2.1 Bespreking meting 1234

De eerste meetpositie die besproken wordt is meting 1234, dewelke ongeveer gelegen is in het midden van de afrit met de invoegstrook. Er is hier gekozen om dinsdag 27 maart, donderdag 29 maart en dinsdag 3 april te gebruiken als representatieve dagen. Dinsdag 3 april viel hier in de paasvakantie, wat een invloed gehad kan hebben op de samenstelling en intensiteit van het verkeer. In Figuur 5-2 wordt de snelheid in functie van het percentage voertuigen weergegeven. Dit om duidelijk te maken hoe de snelheden van de bestuurders verdeeld zijn. Wat opvalt is dat de overgrote meerderheid van de bestuurders tussen de 70 en 50 km/u reed. Een minderheid van de bestuurders reed tussen de 90 en 70 km/u. De groep van bestuurders die reed tussen de 50 en 30 km/u is zeer klein. De andere twee groepen van bestuurders zijn verwaarloosbaar klein.

Een ander zeer belangrijk gegeven van de meting zijn de V-waardes. Deze zijn verkregen in V85 en V50. Deze waarden geven het percentage (85% en 50%) van de bestuurders weer die niet sneller reden dan die bepaalde snelheid. Hiermee kan een goede vergelijking gemaakt worden met de andere metingen, maar op zich geeft dit getal weinig weer. Ter verduidelijking zijn deze percentages ten opzichte van het totale aantal bestuurders die op een bepaalde dag zijn gepasseerd. Deze getalwaarden zijn tot slot terug te vinden in Tabel 5-1. Tot slot valt het op dat er weinig variatie zit in de resultaten van de gekozen representatieve dagen voor meting 1234.



*Figuur 5-2: Snelheden meting 1234*

*Tabel 5-1 V85 en V50 voor meting 1234*

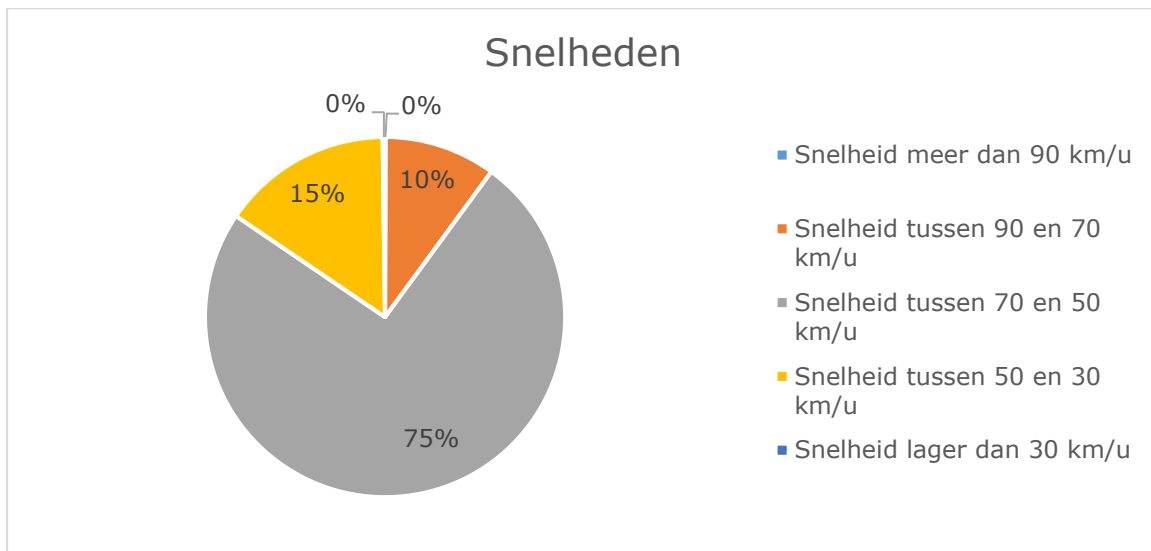
	<b>V85 [km/u]</b>	<b>V50 [km/u]</b>
Waardes dag 1	73	64
Waardes dag 2	72	64
Waardes dag 3	72	64

## 5.2.2 Bespreking meting 1235

De tweede meetpositie die besproken wordt is meting 1235, dewelke aan het einde van de afrit met invoegstrook is gelegen. Er is gekozen om dinsdag 27 maart, donderdag 29 maart en dinsdag 3 april te gebruiken als representatieve dagen. Dinsdag 3 april viel hier in de paasvakantie, wat een invloed gehad kan hebben op de samenstelling en intensiteit van het verkeer.

Uit Figuur 5-3 valt op dat de overgrote meerderheid van de bestuurders tussen de 70 en 50 km/u reden. Dit is ongeveer gelijk aan de vorige meting. Een minderheid van de bestuurders reed tussen de 90 en 70 km/u. Deze groep is opvallend kleiner dan bij meting 1234. Dit is goed omdat de snelheid lager moet zijn om voldoende veilig te kunnen invoegen. De groep van bestuurders die reed tussen de 50 en 30 km/u is nog betrekkelijk klein, maar wel groter dan in de vorige meting. De andere twee groepen van bestuurders zijn verwaarloosbaar klein. Tot slot is de algemene bevinding hier dat de snelheid enigszins lager ligt dan bij de vorige meting. Wanneer een invoegstrook verwacht werd, is het logisch dat deze daling van snelheid gering is, omdat een invoegstrook met voldoende hoge snelheid bereiden kan worden vooraleer men zich op de onderliggende weg begeeft.

De V-waardes van deze meting staan in Tabel 5-2. De waarde van V85 is gezakt met ongeveer 4 procent, terwijl de waarde van V50 met ongeveer 8 procent is gezakt. De daling is dus slecht gering tegenover meting 1234. Zoals eerder werd vermeld is dit goed, aangezien het gewenst is dat een invoegstrook met een redelijke snelheid wordt betreden. Ook hier is er weinig variatie tussen de resultaten van de gekozen representatieve dagen.



Figuur 5-3: Snelheden meting 1235

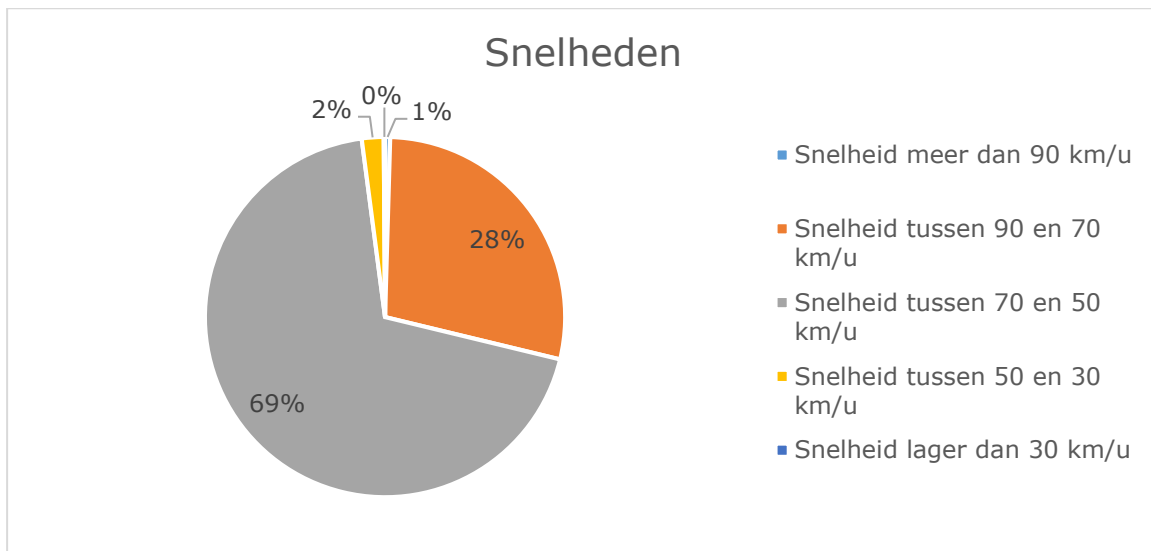
Tabel 5-2 V85 en V50 voor meting 1235

	V85 [km/u]	V50 [km/u]
Waardes dag 1	69	59
Waardes dag 2	69	60
Waardes dag 3	69	59

### 5.2.3 Bespreking meting 1236

De derde meetpositie die besproken wordt is meting 1236, dewelke ongeveer gelegen is in het midden van de afrit met haaiantanden. Er is gekozen om dinsdag 27 maart, donderdag 29 maart en dinsdag 3 april te gebruiken als representatieve dagen. Dinsdag 3 april viel hier in de paasvakantie, wat een invloed gehad kan hebben op de samenstelling en intensiteit van het verkeer. In Figuur 5-4 wordt de snelheid in functie van het percentage voertuigen weergegeven. Dit om duidelijk te maken hoe de snelheden van de bestuurders verdeeld zijn. Wat opvalt is dat de overgrote meerderheid van de bestuurders tussen de 70 en 50 km/u reed. Een minderheid van de bestuurders reed tussen de 90 en 70 km/u. De groep van bestuurders die reed tussen de 50 en 30 km/u is zeer klein. De andere twee groepen van bestuurders zijn verwaarloosbaar klein.

De V-waardes van deze meting staan in Tabel 5-3. Wanneer vergeleken wordt met meting 1234 is het opmerkelijk dat de waarde van V85 ongeveer hetzelfde is indien de waarde 78 km/u als uitzonderlijk wordt beschouwd. Daarentegen is de waarde van V50 licht gestegen. Er is dus duidelijk te zien dat de snelheid hoger ligt dan bij meting 1234. Dit is nog aanvaardbaar in deze situatie, maar zou door de kruispuntconfiguratie toch best lager liggen, aangezien men in staat moet zijn om op een veilige manier tot stilstand te komen bij een voorrangskruispunt met haaiantanden. Tot slot liggen de waardes van meetdag 1 licht hoger, wat hier waarschijnlijk om een toevallige hogere waarde gaat.



*Figuur 5-4: Snelheden meting 1236*

*Tabel 5-3 V85 en V50 voor meting 1236*

	<b>V85 [km/u]</b>	<b>V50 [km/u]</b>
Waardes dag 1	78	69
Waardes dag 2	73	65
Waardes dag 3	73	67

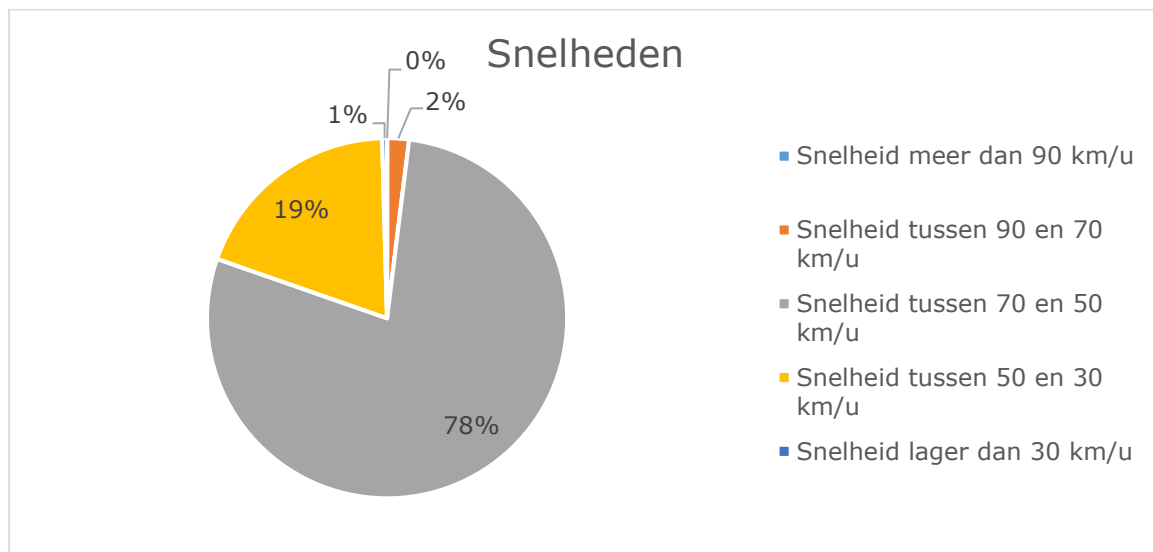
## 5.2.4 Bespreking meting 1237

De vierde meting die besproken wordt is de meting 1237, gelegen op het einde van de afrit met haaiantanden. Er is gekozen om dinsdag 27 maart, donderdag 29 maart en dinsdag 3 april te gebruiken als representatieve dagen. Dinsdag 3 april viel hier in de paasvakantie, wat een invloed gehad kan hebben op de samenstelling en intensiteit van het verkeer.

In Figuur 5-5 wordt de snelheid in functie van het percentage voertuigen weergegeven. Dit om duidelijk te maken hoe de snelheden van de bestuurders verdeeld zijn. Wat opvalt is dat de overgrote meerderheid van de bestuurders tussen 70 en 50 km/u reed, wat ongeveer gelijk is aan de vorige meting 1236. Een kleine minderheid van de bestuurders reed tussen 90 en 70 km/u, wat opvallend kleiner is dan bij de vorige meting 1236. Dit is een goede evolutie omdat de snelheid lager moet zijn om voorrang te verlenen bij een voorrangskruispunt met haaiantanden. De groep van bestuurders die reed tussen 50 en 30 km/u is betrekkelijk klein, maar wel merkbaar groter dan in de vorige meting 1236. De andere twee groepen van bestuurders zijn verwaarloosbaar klein. Tot slot is de algemene bevinding hier dat de snelheid lager ligt dan bij de vorige meting 1236. Dit is logisch en noodzakelijk om op een veilige manier voorrang te verlenen.

De V-waardes van deze meting staan in Tabel 5-4. De waarde van V85 is gezakt met ongeveer 14 procent en de waarde van V50 is ook in dezelfde grootteorde gezakt ten opzichte van meting 1236 (uitzonderlijke waarde van 78 km/u bij 1236 uitgesloten). Er is dus duidelijk te zien dat de snelheid lager ligt dan bij meting 1236, wat in deze situatie een goede verandering is, aangezien de snelheid voldoende laag dient te zijn om op een veilige manier voorrang te kunnen verlenen. Daarnaast kan met de snelheid die hier behaald wordt – rekening houdend met de meetpositie – nog voldoende tijd gestopt worden indien er voorrang verleent moet worden. De daling bij de invoegstrook is lager,

wat erop kan wijzen dat de meeste mensen deze invoegstrook wel degelijk verwachten. Hetzelfde geldt inzake de verwachtingen van de haaiantanden in deze situatie.



Figuur 5-5: Snelheden meting 1237

Tabel 5-4 V85 en V50 voor meting 1237

	V85 [km/u]	V50 [km/u]
Waardes dag 1	63	55
Waardes dag 2	63	57
Waardes dag 3	64	57

## 5.3 Uitvoering statistische testen

### 5.3.1 Type test

Aangezien de snelheidsgegevens hier betrekking hebben tot verschillende gebruikers in de meetgroepen en deze metingen uit ten minste drie representatieve dagen bestaan is hier een ANOVA-test aangewezen [68]. Tegenover een gewone T-test is deze test in staat om hypothesen van de gemiddelden te toetsen, wanneer er ten minste drie groepen zijn [68]. De uitvoering van deze test heeft tot slot plaatsgevonden met het softwarepakket IBM SPSS.

### 5.3.2 Resultaten

Als eerste is er gekozen om een test uit te voeren op niveau van elke meting voor de drie dagen, zodat de homogeniteit van de metingen (*equal variances*) afzonderlijk kon worden getest, maar ook de hypothese via de ANOVA-test. Uit deze testen werden enkele resultaten verkregen, waarbij uit meting 1234, 1235 en 1237 de homogeniteit kon worden verworpen door de Levene-test. Dit is bijvoorbeeld voor meting 1234 in Tabel 5-5 te zien, aangezien het significantieniveau overal kleiner is dan 0,05. Daarnaast gaf de ANOVA-test, in combinatie met de Welch-test aan dat de gemiddelden wel degelijk verschilden, aangezien hier het significantieniveau ook lager was dan 0,05. De Welch-test is hier gebruikt omdat deze rekening houdt met de heterogeniteit (*unequal variances*) om de hypothesetoets te doen op het gemiddelde. Dit is ook hier gegeven voor meting 1234 in Tabel 5-6. Voor test 1236 bleek er geen verwerping van homogeniteit te zijn doordat het significantieniveau hoger lag dan 0,05, zie Tabel 5-7. Hierdoor is een bijkomende ANOVA-

test in combinatie met de Brown-Forsythe-test uitgevoerd om te bepalen of de gemiddelden verschilden of niet. Deze houdt hier rekening met de homogeniteit (*equal variances*). Hieruit bleek dat deze wel degelijk verschilden, aangezien het significantieniveau lager lag dan 0,05, wat te zien is in Tabel 5-8.

Als tweede en laatste is er vervolgens gekozen om een gecombineerde ANOVA-test met Games-Howell-test uit te voeren op basis van de metingen voor de drie representatieve dagen en elke meetpositie. Dit diende zo te gebeuren aangezien de gemiddelden van de drie dagen per meting wel degelijk telkens verschilden en dus niet zomaar samengenomen mochten worden tot één groep. Belangrijk hierbij is dat deze rekening houdt met de heterogeniteit, aangezien meting 1234, 1235 en 1237 hieraan voldeden. Voor meting 1236 zal dit een licht vertekend beeld geven bij de hypothesetoets op het gemiddelde dat deze toets doet, aangezien meting 1236 redelijk homogeen was. Deze resultaten zullen tot slot worden besproken in het volgende hoofdstuk.

Tabel 5-5 Test op gelijke varianties (homogeniteit) meting 1234

<b>Test of Homogeneity of Variances 1234</b>					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
V85 in km/u	Based on Mean	211,869	2	11875	,000
	Based on Median	246,111	2	11875	,000
	Based on Median and with adjusted df	246,111	2	10680,960	,000
	Based on trimmed mean	219,058	2	11875	,000

Tabel 5-6 Welch-hypothesetest op gemiddelde voor meting 1234

<b>Robust Tests of Equality of Means 1234</b>				
V85 in km/u				
	Statistic	df1	df2	Sig.
Welch	210,914	2	7899,398	,000

Tabel 5-7 Test op gelijke varianties (homogeniteit) meting 1236

<b>Test of Homogeneity of Variances 1236</b>					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
V85 in km/u	Based on Mean	,909	2	5046	,403
	Based on Median	,536	2	5046	,585
	Based on Median and with adjusted df	,536	2	4837,173	,585
	Based on trimmed mean	,625	2	5046	,535

Tabel 5-8 Brown-Forsythe-hypothesetest op gemiddelde voor meting 1236

Robust Tests of Equality of Means 1234				
V85 in km/u				
	Statistic	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	3084,893	2	4942,102	,000

Tabel 5-9 Games-Howell combinatietest op gemiddelde tussen verschillende metingen

Games-Howell						
(I) Locaties en dag	(J) Locaties en dag	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
12341	12342	,42361	,05214	,000	,2532	,5941
	12343	,93711	,04615	,000	,7862	1,0880
	12351	4,21928	,04414	,000	4,0750	4,3636
	12352	3,89991	,05134	,000	3,7321	4,0677
	12353	4,70087	,04485	,000	4,5542	4,8475
	12361	-5,23941	,06506	,000	-5,4522	-5,0266
	12362	,48720	,06741	,000	,2667	,7076
	12363	,23887	,07256	,047	,0015	,4762
	12371	10,59817	,05430	,000	10,4206	10,7757
	12372	9,34218	,04930	,000	9,1810	9,5034
12373	9,50235	,05845	,000	9,3112	9,6935	
12342	12341	-,42361	,05214	,000	-,5941	-,2532
	12343	,51350	,04796	,000	,3567	,6703
	12351	3,79566	,04602	,000	3,6452	3,9461
	12352	3,47630	,05296	,000	3,3032	3,6494
	12353	4,27726	,04671	,000	4,1246	4,4299
	12361	-5,66302	,06635	,000	-5,8800	-5,4460
	12362	,06358	,06865	<b>,999</b>	-,1609	,2881
	12363	-,18475	,07372	<b>,336</b>	-,4259	,0564
	12371	10,17456	,05584	,000	9,9920	10,3572
	12372	8,91857	,05099	,000	8,7519	9,0853
12373	9,07874	,05988	,000	8,8829	9,2745	
12343	12341	-,93711	,04615	,000	-1,0880	-,7862

	12342	-,51350	,04796	,000	-,6703	-,3567
	12351	3,28216	,03911	,000	3,1543	3,4100
	12352	2,96280	,04708	,000	2,8089	3,1167
	12353	3,76376	,03991	,000	3,6333	3,8942
	12361	-6,17652	,06176	,000	-6,3785	-5,9745
	12362	-,44992	,06423	,000	-,6600	-,2398
	12363	-,69824	,06962	,000	-,9260	-,4705
	12371	9,66106	,05030	,000	9,4966	9,8256
	12372	8,40507	,04485	,000	8,2584	8,5517
	12373	8,56524	,05475	,000	8,3862	8,7443
12351	12341	-4,21928	,04414	,000	-4,3636	-4,0750
	12342	-3,79566	,04602	,000	-3,9461	-3,6452
	12343	-3,28216	,03911	,000	-3,4100	-3,1543
	12352	-,31936	,04511	,000	-,4668	-,1719
	12353	,48160	,03756	,000	,3588	,6044
	12361	-9,45868	,06027	,000	-9,6558	-9,2615
	12362	-3,73208	,06279	,000	-3,9375	-3,5267
	12363	-3,98041	,06830	,000	-4,2039	-3,7570
	12371	6,37890	,04846	,000	6,2204	6,5374
	12372	5,12291	,04278	,000	4,9830	5,2628
12373	5,28307	,05306	,000	5,1095	5,4566	
12352	12341	-3,89991	,05134	,000	-4,0677	-3,7321
	12342	-3,47630	,05296	,000	-3,6494	-3,3032
	12343	-2,96280	,04708	,000	-3,1167	-2,8089
	12351	,31936	,04511	,000	,1719	,4668
	12353	,80096	,04581	,000	,6512	,9507
	12361	-9,13932	,06572	,000	-9,3543	-8,9244
	12362	-3,41272	,06805	,000	-3,6353	-3,1902
	12363	-3,66104	,07316	,000	-3,9003	-3,4217
	12371	6,69826	,05510	,000	6,5181	6,8784
	12372	5,44227	,05017	,000	5,2782	5,6063
12373	5,60244	,05918	,000	5,4089	5,7960	
12353	12341	-4,70087	,04485	,000	-4,8475	-4,5542
	12342	-4,27726	,04671	,000	-4,4299	-4,1246
	12343	-3,76376	,03991	,000	-3,8942	-3,6333



Snelheidsmetingen

	12351	-,48160	,03756	,000	-,6044	-,3588
	12352	-,80096	,04581	,000	-,9507	-,6512
	12361	-9,94028	,06079	,000	-10,1391	-9,7414
	12362	-4,21368	,06330	,000	-4,4207	-4,0066
	12363	-4,46201	,06876	,000	-4,6870	-4,2370
	12371	5,89730	,04911	,000	5,7367	6,0579
	12372	4,64131	,04351	,000	4,4990	4,7836
	12373	4,80148	,05365	,000	4,6260	4,9770
12361	12341	5,23941	,06506	,000	5,0266	5,4522
	12342	5,66302	,06635	,000	5,4460	5,8800
	12343	6,17652	,06176	,000	5,9745	6,3785
	12351	9,45868	,06027	,000	9,2615	9,6558
	12352	9,13932	,06572	,000	8,9244	9,3543
	12353	9,94028	,06079	,000	9,7414	10,1391
	12362	5,72660	,07892	,000	5,4685	5,9847
	12363	5,47828	,08336	,000	5,2056	5,7509
	12371	15,83758	,06807	,000	15,6150	16,0602
	12372	14,58159	,06415	,000	14,3718	14,7914
	12373	14,74176	,07141	,000	14,5082	14,9753
12362	12341	-,48720	,06741	,000	-,7076	-,2667
	12342	-,06358	,06865	<b>,999</b>	-,2881	,1609
	12343	,44992	,06423	,000	,2398	,6600
	12351	3,73208	,06279	,000	3,5267	3,9375
	12352	3,41272	,06805	,000	3,1902	3,6353
	12353	4,21368	,06330	,000	4,0066	4,4207
	12361	-5,72660	,07892	,000	-5,9847	-5,4685
	12363	-,24833	,08521	<b>,136</b>	-,5270	,0303
	12371	10,11098	,07031	,000	9,8810	10,3409
	12372	8,85499	,06652	,000	8,6374	9,0726
	12373	9,01515	,07356	,000	8,7746	9,2557
12363	12341	-,23887	,07256	,047	-,4762	-,0015
	12342	,18475	,07372	<b>,336</b>	-,0564	,4259
	12343	,69824	,06962	,000	,4705	,9260
	12351	3,98041	,06830	,000	3,7570	4,2039
	12352	3,66104	,07316	,000	3,4217	3,9003

	12353	4,46201	,06876	,000	4,2370	4,6870
	12361	-5,47828	,08336	,000	-5,7509	-5,2056
	12362	,24833	,08521	<b>,136</b>	-,0303	,5270
	12371	10,35931	,07527	,000	10,1131	10,6055
	12372	9,10331	,07174	,000	8,8686	9,3380
	12373	9,26348	,07831	,000	9,0074	9,5196
12371	12341	-10,59817	,05430	,000	-10,7757	-10,4206
	12342	-10,17456	,05584	,000	-10,3572	-9,9920
	12343	-9,66106	,05030	,000	-9,8256	-9,4966
	12351	-6,37890	,04846	,000	-6,5374	-6,2204
	12352	-6,69826	,05510	,000	-6,8784	-6,5181
	12353	-5,89730	,04911	,000	-6,0579	-5,7367
	12361	-15,83758	,06807	,000	-16,0602	-15,6150
	12362	-10,11098	,07031	,000	-10,3409	-9,8810
	12363	-10,35931	,07527	,000	-10,6055	-10,1131
	12372	-1,25599	,05320	,000	-1,4300	-1,0820
	12373	-1,09582	,06177	,000	-1,2978	-,8938
12372	12341	-9,34218	,04930	,000	-9,5034	-9,1810
	12342	-8,91857	,05099	,000	-9,0853	-8,7519
	12343	-8,40507	,04485	,000	-8,5517	-8,2584
	12351	-5,12291	,04278	,000	-5,2628	-4,9830
	12352	-5,44227	,05017	,000	-5,6063	-5,2782
	12353	-4,64131	,04351	,000	-4,7836	-4,4990
	12361	-14,58159	,06415	,000	-14,7914	-14,3718
	12362	-8,85499	,06652	,000	-9,0726	-8,6374
	12363	-9,10331	,07174	,000	-9,3380	-8,8686
	12371	1,25599	,05320	,000	1,0820	1,4300
	12373	,16017	,05742	<b>,185</b>	-,0276	,3480
12373	12341	-9,50235	,05845	,000	-9,6935	-9,3112
	12342	-9,07874	,05988	,000	-9,2745	-8,8829
	12343	-8,56524	,05475	,000	-8,7443	-8,3862
	12351	-5,28307	,05306	,000	-5,4566	-5,1095
	12352	-5,60244	,05918	,000	-5,7960	-5,4089
	12353	-4,80148	,05365	,000	-4,9770	-4,6260
	12361	-14,74176	,07141	,000	-14,9753	-14,5082

	12362	-9,01515	,07356	,000	-9,2557	-8,7746
	12363	-9,26348	,07831	,000	-9,5196	-9,0074
	12371	1,09582	,06177	,000	,8938	1,2978
	12372	-,16017	,05742	<b>,185</b>	-,3480	,0276

### 5.3.3 Bespreking resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken uit Tabel 5-9. Hieruit moet blijken of de metingen significant verschillend zijn of niet, waaruit bepaald kan worden of de snelheid wel degelijk lager ligt bij de haaiantanden dan bij de invoegstrook. Als eerste zal worden bepaald a.d.h.v. de resultaten of er bij elke situatie onderling wel degelijk een significante vertraging plaatsvindt. Ten tweede zal er worden bepaald of er significante verschillen zijn inzake de snelheden voor beide situaties. De nummercodes bij 'Locaties en dag' representeren voor de eerste vier cijfers de meting, bv. 1234, terwijl het vijfde cijfer de dag aangeeft, bv. dag 1. Meting 1234, dag 1 krijgt dan de nummercode 12341.

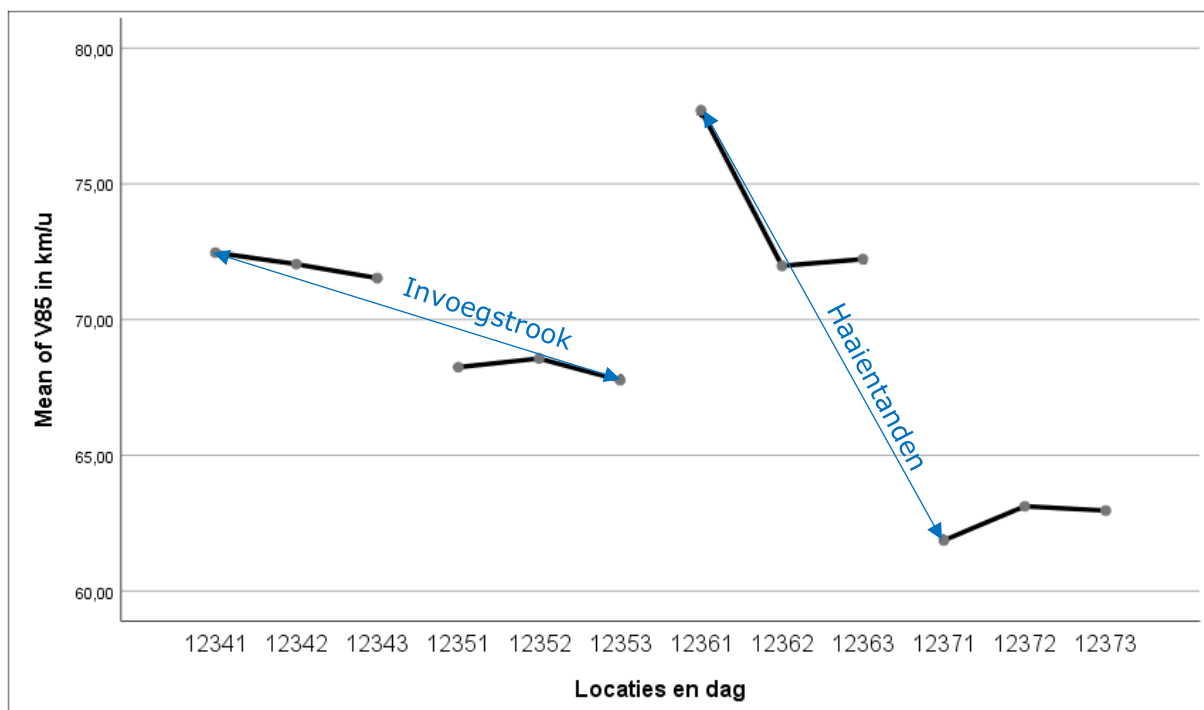
Uit Tabel 5-9 blijkt dat er overall significante verschillen ( $< 0,05$ ) zijn voor de gemiddelde snelheid V85 per dag, op enkele combinaties na waar dit niet zo is. De combinaties waar er geen significant verschil is, zijn: tussen 12342 en 12362, tussen 12342 en 12363, tussen 12362 en 12363 en tot slot tussen 12372 en 12373. Dit wilt m.a.w. zeggen dat de gemiddelde snelheid per dag voor V85 voor deze waardes hetzelfde zijn. Aangezien de laatste gegeven combinatie hiervan tussen verschillende dagen op eenzelfde locatie is, mag deze genegeerd worden op basis van de vergelijking die verder zal worden gemaakt. De reden waarom 12342 geen significant verschil inzake het gemiddelde heeft met 12362 en 12363 is hier waarschijnlijk te wijten aan de grote spreiding (hogere standaardafwijking) van 12342, 12362 en 12363 t.o.v. de andere dagmetingen. Dit zal tot slot niet opwegen tegen al de andere combinaties die wel significant verschillend zijn.

Hieruit valt te concluderen dat er zowel bij de invoegstrook als bij de haaiantanden een vertraging plaatsvindt tussen het midden en het einde van de afrit, aangezien het significantieniveau hiervoor steeds kleiner is dan 0,05. Daarnaast kan er ook geconcludeerd worden dat zowel de metingen aan het begin en het einde van de afrit significant verschillend zijn tussen beide situaties. Ook is er een significant verschil tussen het midden van de afrit met invoegstrook en het einde van de afrit met haaiantanden en visa-versa. Hierdoor kan tot slot bepaald worden dat de metingen wel degelijk in alle richtingen significant verschillend zijn, waardoor de eigenlijke gemiddelden mogen worden gebruikt als vergelijkingsbasis.

### 5.3.4 Bevindingen resultaten snelheidsmetingen

Indien er enkel gekeken wordt naar de resultaten van de snelheidsmeting in Genk-Oost, valt het op dat het algemene gedrag van de bestuurders correct is naargelang de situatie. Het is nodig dat de bestuurder meer vertraagd bij een situatie met haaiantanden. Bij de situatie met invoegstrook is dit minder nodig, omdat men al rijdend kan invoegen op de ondergelegen weg. Dat de vertraging meer bedraagt bij de situatie met haaiantanden is te zien in Figuur 5-6, daar waar meting 12341 t.e.m. 12353 staan voor de invoegstrook en meting 12361 t.e.m. 12373 voor de haaiantanden. Uit deze figuur blijkt duidelijk dat de vertraging minder bedraagt bij de invoegstrook, dan bij de situatie met haaiantanden. De piek bij meting 12361 is waarschijnlijk toevallig hoger, aangezien meting 12362 en 12363 dit niet hebben. Omdat er weinig foute handelingen worden gemaakt is het duidelijk dat de meeste bestuurders bekend zijn met de situatie. Deze situatie volledig veilig te bevinden is dus zeker niet correct, omdat alle bestuurders correct moeten handelen, ook zij die minder bekend zijn met deze afritten.

Na het bekijken van de snelheidsmetingen veranderd er niets aan de conclusies die al genomen zijn eerder in dit onderzoek. Deze resultaten liggen volledig in de lijn met de andere resultaten. Daarnaast valt er te zien dat de situaties over het algemeen goed gebruikt worden. Er is daarentegen wel een kleine groep die in verwarring wordt gebracht, maar deze groep is zeer klein. Omdat dit een alleenstaand geval is, moet er ook gekeken worden naar andere factoren die van invloed zijn op de snelheid zoals het kruispuntontwerp. Zulke andere factoren zijn in dit geval vooral de slechte zichtbaarheid door de overvloedige begroeiing. Deze kan een grote invloed hebben op de snelheid indien bestuurders hierdoor minder snel gaan rijden, aangezien het wegbeeld wordt belemmerd.



Figuur 5-6: Vergelijking tussen gemiddelde V85 per dag per meting (extreme waardes)



---

## 6. ONGEVALGEGEVENS

### 6.1 Werkwijze ongevalgegevens

Een van de belangrijkste aspecten van dit onderzoek was de analyse naar de gebeurde ongevallen op de twee verschillende types van afritten. Belangrijk is dat niet-geregistreerde ongevallen, of bijna-ongevallen niet geregistreerd worden en dus ook niet in de analyse zullen voorkomen. Om alle afritten in Vlaanderen, waar deze twee inrichtingen zijn toegepast te onderzoeken was door de beperkte tijd niet mogelijk. Daarom is er gekozen om de ongevalgegevens van zeventien afritten te onderzoeken. Tien afritten gebruikmakende van haaiantanden (voorrangskruispunt en verkeersbord B1) en zes afritten met een invoegstrook en verkeersbord B1. Bijkomend is er nog één extra afrit die veranderd is van een situatie met haaiantanden naar een situatie met invoegstrook. Uiteraard zijn hier enkel de ongevallen gegeven die van toepassing kunnen zijn op het kruispunt. De meer gedetailleerde totstandkoming van deze ongevalanalyse kan worden teruggevonden in Bijlage B.

In de uiteindelijk vergelijking worden de afritten in Genk-Oost niet samen met de andere gegevens verwerkt aangezien deze gegevens minder gedetailleerd zijn en hier meer geregistreerde ongevallen plaatsvonden in vergelijking met de andere afritten. Minder gedetailleerd betekent hier dat de oorzaken en bewegingen van de ongevallen niet waren vermeld in deze gegevens. Voor de gegevens van de complexen die niet tot Genk-Oost behoren, is gebruik gemaakt van ongevalgegevens via het Departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse Overheid [69]. Voor Genk-Oost zelf, heeft dit plaats gevonden via AWV Limburg en de politie [70]. De verschillende afritten zijn gekozen omdat deze afritten het meest overeenkomen met het type van afritten die onderzocht moesten worden. Dit heeft vooral te maken met een schuine aansnijding op de onderliggende weg. Hieronder staat een opsomming van de gekozen afritten per type situatie.

#### **Situaties met haaiantanden (verkeersbord B1):**

- Complex Huizingen (E19) x Alsebergsesteenweg;
- Complex Meer (E19) x N146 (twee afritten);
- Complex Aalst (E40) x N45;
- Complex Oostakker (R4) x Orchideestraat;
- Complex Beernem (E40) x N370;
- Complex Loppem (E40) x N397 (twee afritten);
- Complex Genk-Oost (E314) x Europalaan (richting Nederland);
- Complex Genk-Oost (E314) x Europalaan (richting Brussel)

#### **Situaties met invoegstrook (verkeersbord B1):**

- Complex Vilvoorde-Luchthavenlaan (E19) x N211;
- Complex Zandvliet (A12) x N101;
- Complex Zwijnaarde (E17) x R4;
- Complex Wilrijk (E19) x R11;
- Complex Haasrode-Blanden (E40) x N25;
- Complex Wervik (A19) x N58 (richting Nederland)

## **Situatie veranderd van haaiantanden naar invoegstrook (verkeersbord B1):**

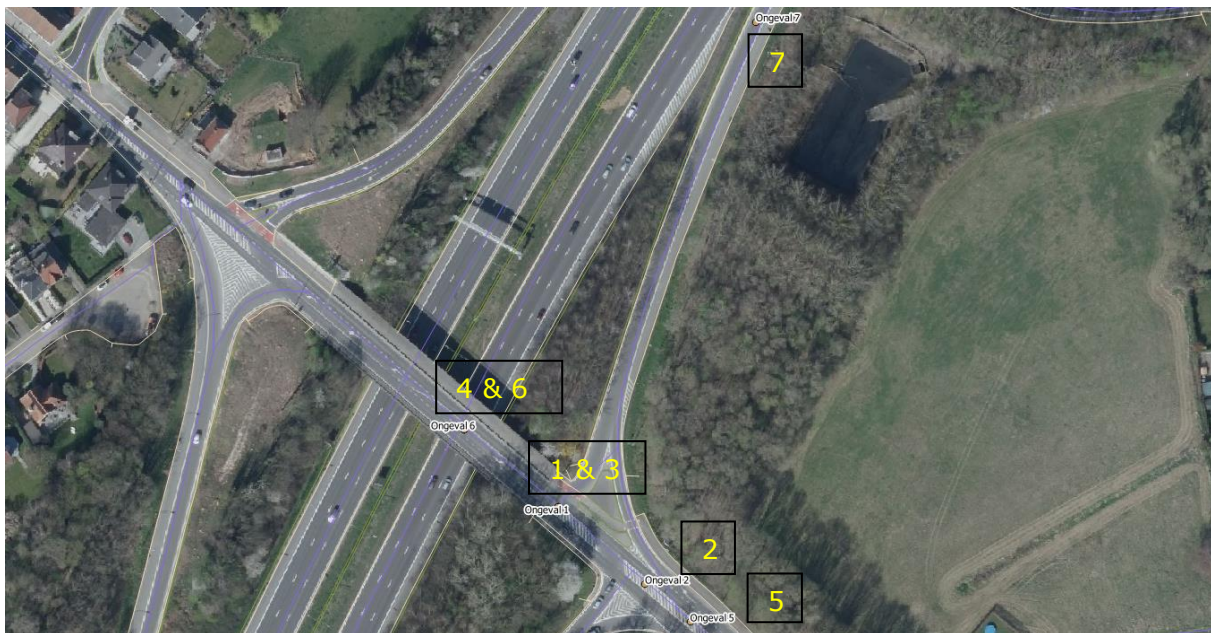
- Complex Genk-Oost (E314) x Europalaan

Bij de veranderde situatie was er beschikking over ongevalgegevens zowel voor als na de aanpassing van haaiantanden naar invoegstrook. Alle ongevalgegevens komen uit een periode van 2014 tot en met 2017. Dit varieert door de gegevens die ter beschikking waren gesteld voor dit onderzoek.

## **6.2 Situaties met haaiantanden (verkeersbord B1)**

### **6.2.1 Complex Huizingen (E19) x Alsebergsesteenweg richting Alseberg**

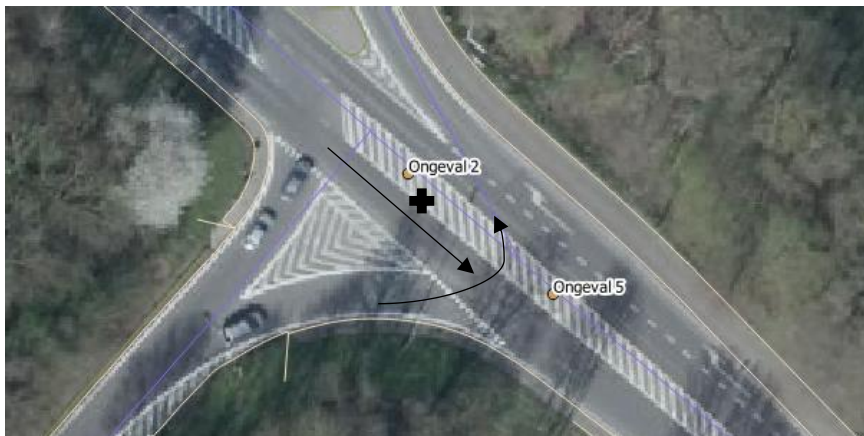
In Figuur 6-1 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Tijdens deze periode hebben zich volgens oudere satellietbeelden geen opmerkbare wijzigingen voorgedaan bij deze afrit. Uit Figuur 6-1 blijkt dat ongeval 1, 3, 4, 6 en 7 niet zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden dan ook niet behandeld in de analyse. Van de ongevallen wordt enkel ongeval 5 behandeld, doordat dit ongeval enkel iets met het kruispunt te maken heeft. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



*Figuur 6-1: Ongevallen complex Huizingen afrit Nijvel-Brussel Q-GIS*

Ongeval 5 deed zich voor in de buurt van het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg, maar dan in 2016. Ongeval 5 deed zich frontaal voor, of bij kruisen. Hierbij sloeg één bestuurder linksaf en een andere bestuurder vervolgde de weg in goede richting in positieve zin, wat richting Alseberg is. Hierbij verleende de bestuurder die links afsloeg geen voorrang. Uit beelden van Streetview blijkt ook dat er zich vaak verkeer verplaatst over de verdrijvingsvlakken door de aanwezige bandensporen. Een mogelijke aanname zou zijn dat een bestuurder van de rechtse afrit hierover een links afslaand manoeuvre uitvoert, waarbij deze geen voorrang verleent en in aanrijding komt met een wagen richting Alseberg. Deze aanname staat afgebeeld in Figuur 6-2. In tegenstelling tot

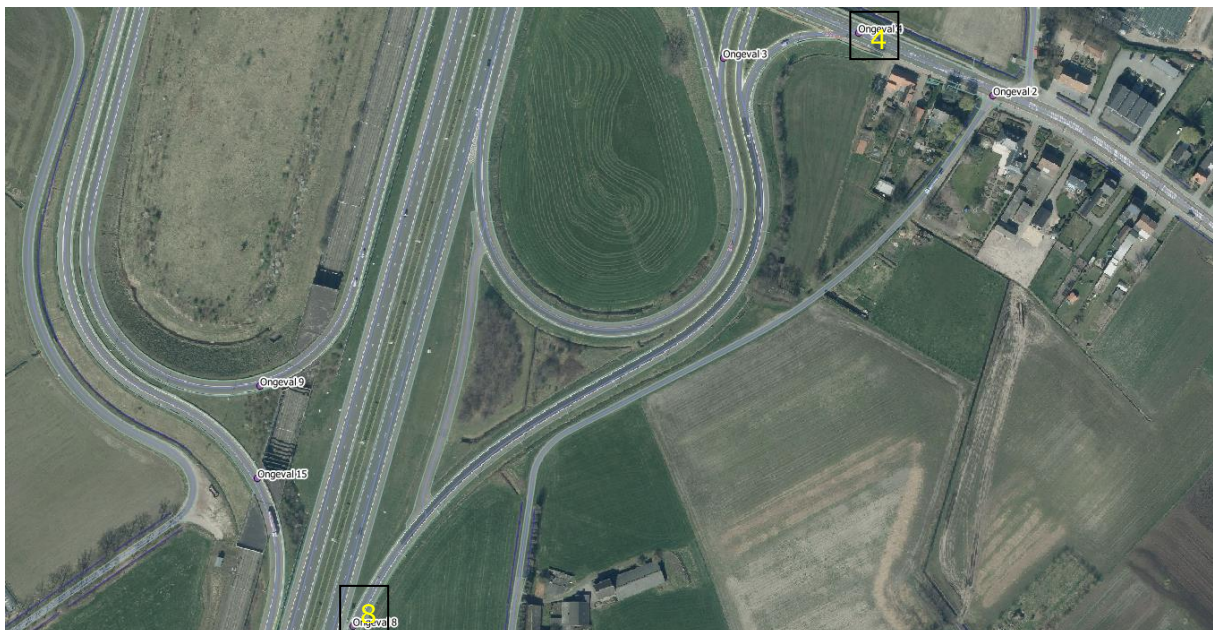
ongeval 2 kan dit wel aangeschreven worden aan de rechtste afrit die hier onderzocht wordt.



*Figuur 6-2: Ongeval 5 complex Huizingen afrit Nijvel-Brussel Q-GIS*

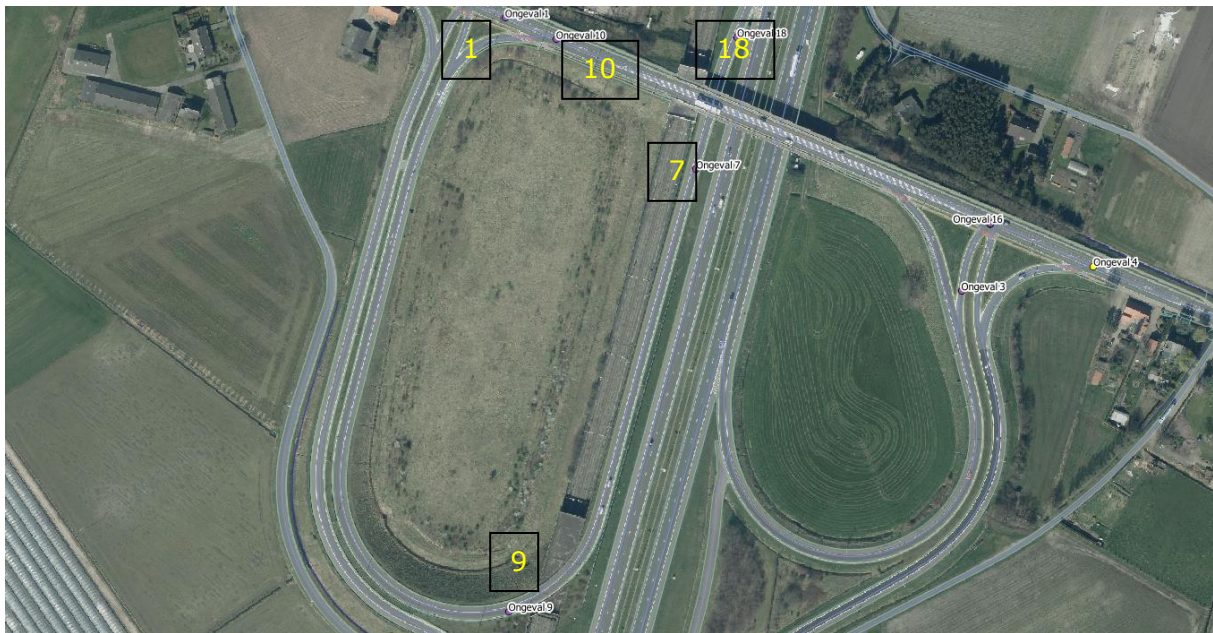
### **6.2.2 Complex Meer (E19) x N146 beide afritten**

In Figuur 6-3 en Figuur 6-4 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afritten hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er zich geen opmerkbare wijzigingen hebben voorgedaan bij beide afritten inzake ontwerp tijdens deze periode. Uit Figuur 6-3 en Figuur 6-4 blijkt dat ongeval 1, 4, 7, 8, 9, 10 en 18 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Van deze ongevallen wordt enkel ongeval 4 behandeld, doordat dit ongeval enkel iets met het kruispunt te maken heeft. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



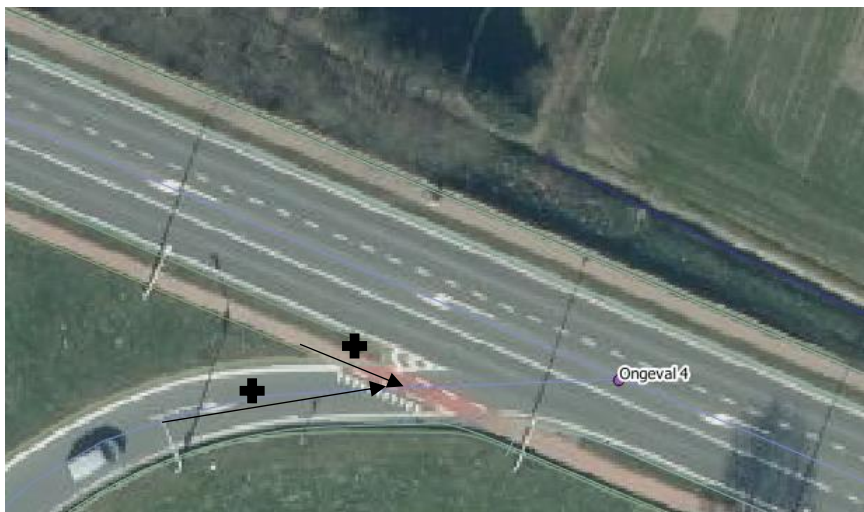
*Figuur 6-3: Ongevallen complex Meer afrit 1 Antwerpen-Breda Q-GIS*





*Figuur 6-4: Ongevallen complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS*

Ongeval 4 op afrit 1, was een botsing tussen een personenwagen en een fietser. Uit extra vermeldingen blijkt dat de wagen van de afrit kwam en de fietser zich op de John Lijstenstraat bevond. Beiden hadden een positieve zin van verplaatsing. De wagen had voorrang moeten verlenen aan de fietser in deze situatie. Omdat de wagen van de afrit kwam wordt dit wel opgenomen in de analyse. De aanname is getoond in Figuur 6-5.



*Figuur 6-5: Ongeval 4 complex Meer afrit 1 Antwerpen-Breda Q-GIS*

### **6.2.3 Complex Aalst (E40) x N45 richting Aalst**

In Figuur 6-6 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Belangrijk hierbij is dat het ontwerp gewijzigd is tussen 1-10-2015 en 17-08-2016 wat kan worden teruggevonden in bijlage. Uit Figuur 6-6 blijkt dat ongeval 7, 8, 11, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 33, 36 en 37 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Van deze ongevallen wordt enkel ongeval 33 behandeld, aangezien deze enkel iets met het kruispunt te maken heeft. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



*Figuur 6-6: Ongevallen complex Aalst afrit Brussel-Gent Q-GIS*

Voor ongeval 33 heeft er zich een botsing achter of naast elkaar voorgedaan. Uit detailgegevens blijkt dat beide bestuurders hun weg in goede richting vervolgden, waarbij ze beiden startten of versnelden. Een mogelijke aanname is dan dat de achterliggende bestuurder niet tijdig kon remmen en tegen de voorliggende botste. Dit ongeval kan dus worden toegeschreven aan het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg en dient dus opgenomen te worden in de analyse. De aanname staat afgebeeld in Figuur 6-7.



*Figuur 6-7: Ongeval 33 complex Aalst afrit Brussel-Gent Q-GIS*

## 6.2.4 Complex Oostakker (R4) x Orchideestraat richting Gent-Lochristi

In Figuur 6-8 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er zich geen merkbare wijzigingen hebben voorgedaan bij deze afrit tijdens deze periode. Uit deze figuur blijkt dat ongeval 5, 22, 26 en 30 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Van deze ongevallen wordt enkel ongeval 22 behandeld, aangezien enkel dit ongeval te maken had met het kruispunt. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



*Figuur 6-8: Ongevallen complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS*

Ongeval 22 heeft zich op dezelfde plaats voorgedaan als ongeval 30. Uit de detailgegevens blijkt dat één bestuurder zich niet verplaatste en een andere bestuurder wel, met een botsing tot gevolg. Beide bestuurders waren bezig om een rechts afslaan beweging te maken. Waarschijnlijk heeft de achterliggende bestuurder niet verwacht dat de voorliggende zou stoppen met een botsing tot gevolg. Het natte wegdek kan hier extra invloed op gehad hebben, door de remweg gevoelig te verhogen. Dit ongeval is dus voor een groot gedeelte toe te schrijven aan het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg, waarbij de achtergelegen bestuurder niet, of niet tijdig remde. De aanname hiervan staat afgebeeld op Figuur 6-9.



Figuur 6-9: Ongeval 22 complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS (zelfde locatie als ongeval 30)

### 6.2.5 Complex Beernem (E40) x N370

In Figuur 6-10 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Tijdens deze periode hebben zich volgens oudere satellietbeelden enkele wijzigingen voorgedaan. Tijdens maart 2014 is het kruispunt veranderd van een voorrangkruispunt naar een kruispunt met VRI en bypass [71]. Aangezien de rechts afslaande rijstrook hierbij ongewijzigd bleef, worden alle ongevalgegevens hiervan behandeld. Uit Figuur 6-10 blijkt dat ongeval 1, 2, 3, 4 en 6 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden enkel verwerkt in de analyse. Tot slot hebben op deze afrit geen ongevallen plaatsgevonden die te wijten kunnen zijn aan het kruispunt met de onderliggende weg, waardoor deze hieronder ook niet verder besproken zullen worden. De behandeling van de andere ongevallen kan worden teruggevonden in bijlage B.



Figuur 6-10: Ongevallen complex Beernem afrit Gent-Brugge Q-GIS

### 6.2.6 Complex Loppem (E40) x N397

In Figuur 6-11 en Figuur 6-12 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afritten hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er zich geen merkbare wijzigingen hebben voorgedaan inzake het ontwerp tijdens deze periode voor deze afrit. Uit Figuur 6-11 en Figuur 6-12 blijkt dat ongeval 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12 en 13 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg, waarbij het opmerkelijk is dat ongeval 5 tien betrokkenen had. Tot slot zijn enkel ongeval 5 en ongeval 11 te wijten

aan het kruispunt met de onderliggende weg. De behandeling van de andere ongevallen kan worden teruggevonden in bijlage B.



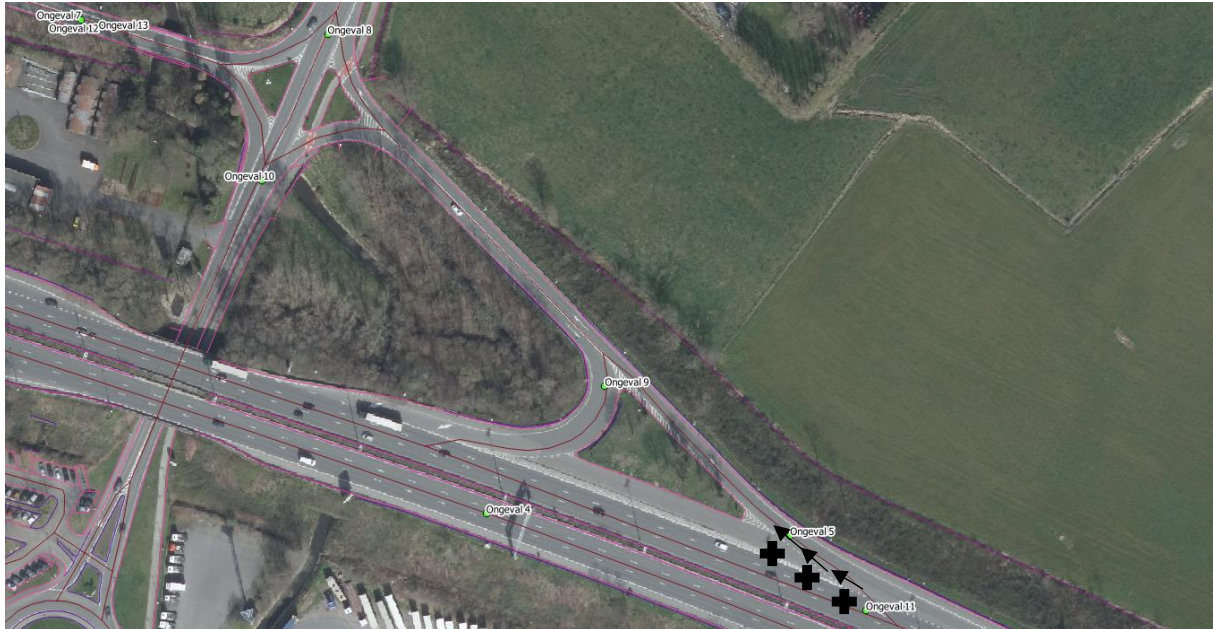
Figuur 6-11: Ongevallen complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS



Figuur 6-12: Ongevallen complex Loppem afrit 2 Gent-Oostende richting Brugge Q-GIS.

Ongeval 5 op afrit 2 heeft zich voorgedaan in 2013 en had drie betrokken voertuigen, nl. één lichte vrachtwagen, één personenwagen voor dubbel gebruik en één trekker met aanhangwagen. Uit de gegevens blijkt dat twee voertuigen aan het afremmen waren tijdens het ongeval. Verder kan bepaald worden dat het om een kettingbotsing ging waarbij er twee voertuigen op hun voorligger gebotst zijn. Het eerste voertuig stond waarschijnlijk stil door filevorming, afleidbaar uit zijn afremmende beweging om te stoppen. Helaas zijn er voor dit ongeval geen weersomstandigheden beschikbaar, waardoor niet met zekerheid kan gezegd worden of deze een invloed gehad kunnen hebben. Uit deze gegevens blijkt dus dat het waarschijnlijk om filevorming ging ten gevolge van een slechte doorstroming van het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg. De aanname is te zien in Figuur 6-13. Het ongeval is wel toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt.

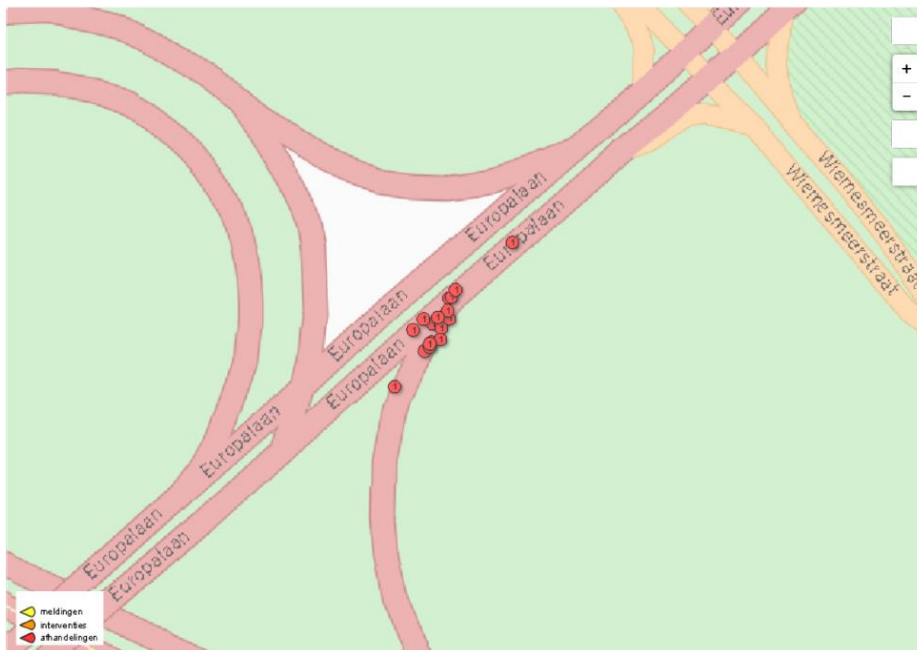
Over ongeval 11 op afrit 2 zijn weinig gegevens ter beschikking enkel het tijdstip, de positie en dat het om een lichte vrachtauto gaat. Aan de positie valt af te leiden dat het ongeval is gebeurd aan de start van de afrit. Door het ontbreken van gegevens kan hier niet rechtstreeks een ongevalsaanname aan worden toegeschreven. Daarom wordt hier de veronderstelling gemaakt dat dit ongeval, omwille van het tijdstip veroorzaakt is door filevorming aan het verder gelegen kruispunt van de afrit met de onderliggende weg. In dit conservatieve geval dient het ongeval dan opgenomen te worden in de analyse.



*Figuur 6-13: Ongeval 5 complex Loppem afrit 2 Gent-Oostende richting Brugge Q-GIS.*

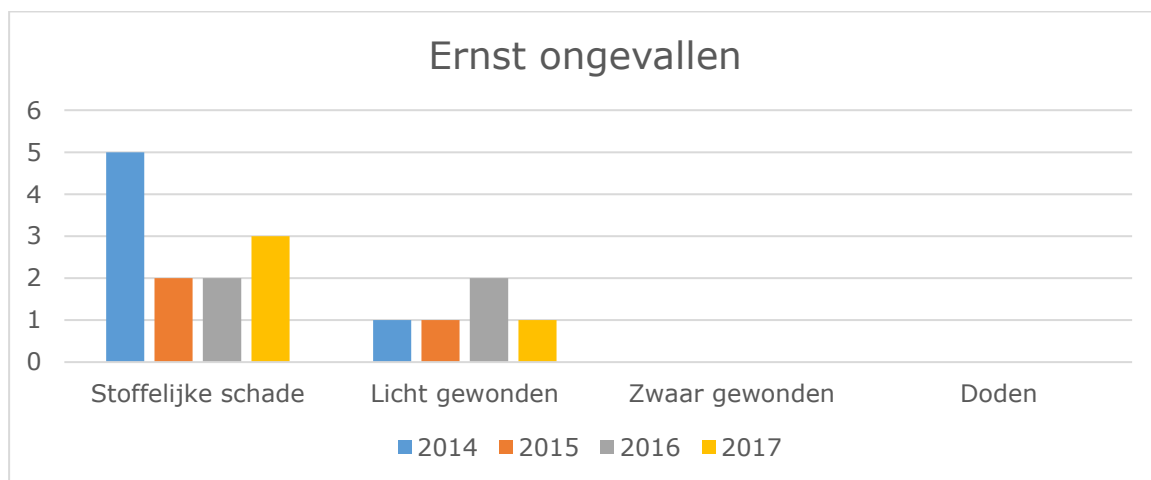
### **6.2.7 Complex Genk-Oost (E314) x N75 (Europalaan) vanuit Nederland**

In Figuur 6-14 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit zijn gebeurd van 2014 tot en met 2017. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er geen opmerkbare aanpassingen inzake het ontwerp hebben plaatsgevonden tijdens deze periode voor deze afrit.



Figuur 6-14: Ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As [70]

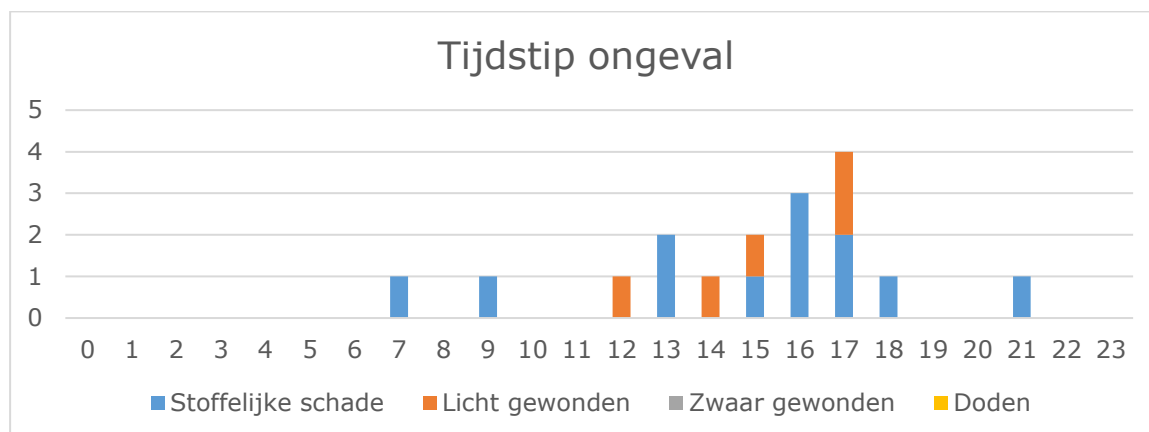
In Figuur 6-15 valt de ernst van het ongeval in verhouding met het aantal ongevallen te zien. De verschillende kleurstaven geven het jaartal aan. Deze is anders opgebouwd dan de voorgaande grafieken van andere afritten. Dit komt doordat deze gegevens van een andere bron komen. Twaalf van deze ongevallen waren met stoffelijke schade en vijf ongevallen met lichtgewonden. Hiervan waren elf ongevallen op de Europalaan en zes op de afrit van de E314. De ernst van alle ongevallen is relatief laag met de minderheid van de ongevallen (vijf ongevallen) die enkel lichtgewonden hadden veroorzaakt en de rest (twaalf ongevallen) met enkel materiële schade.



Figuur 6-15: Ernst ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As

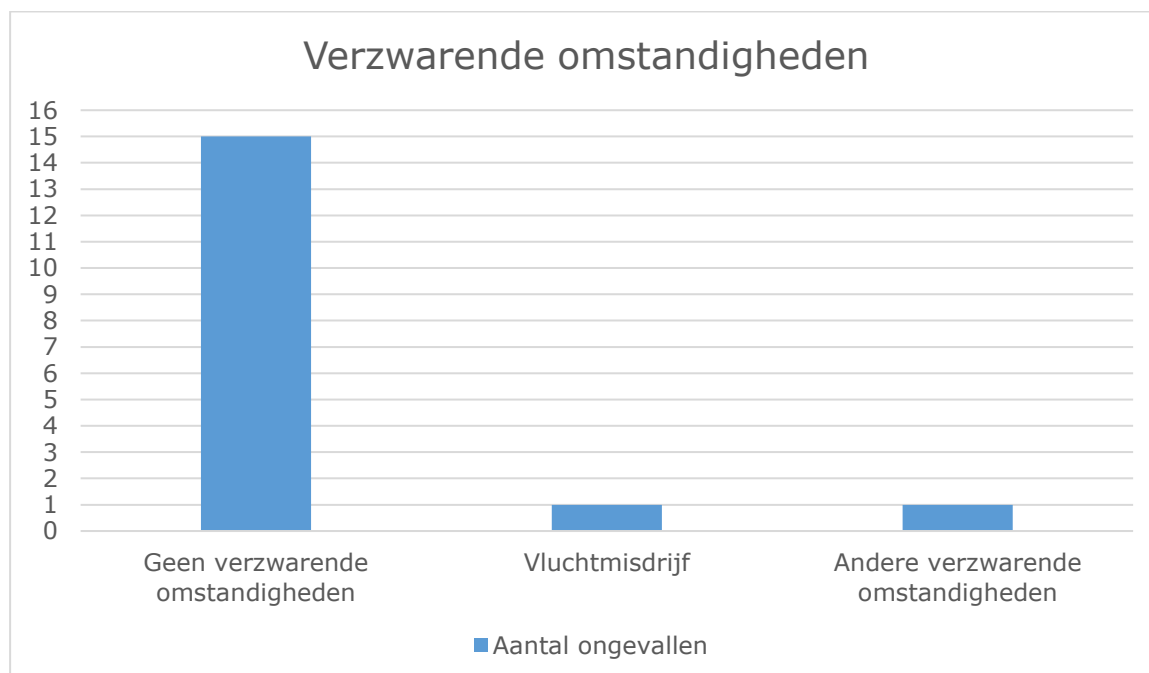
In Figuur 6-16 valt het aantal ongevallen in verhouding met het uur dat deze ongevallen zijn gebeurd terug te vinden. De kleur van de staven geeft de ernst van de ongevallen aan. Wat opvalt is dat alle ongevallen gebeurd zijn tussen 7 uur en 21 uur. Hiertussen vonden de meeste ongevallen plaats tussen 12 uur en 18 uur. Dit zijn meestal drukke periodes. Wat ook opvalt is dat tijdens de ochtendspits weinig ongevallen hebben plaatsgevonden. Tijdens de namiddag en avondspits wel. Dit kan erop wijzen dat de bestuurders vermoeid zijn en meer fouten gaan maken en dat het verkeersvolume hier waarschijnlijk lager ligt tijdens de ochtendspits. De ernst van alle ongevallen is relatief klein aangezien de meeste

ongevallen enkel lichtgewonden hadden veroorzaakt. Daarnaast was er bij de rest van de ongevallen enkel materiële schade.



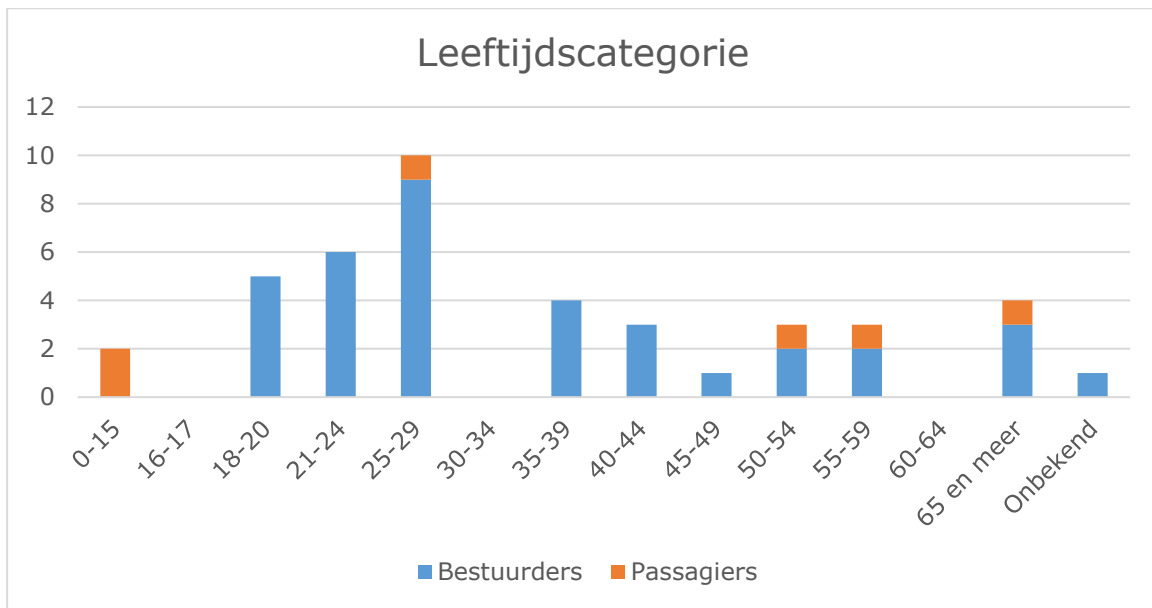
Figuur 6-16: Tijdstip ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As

In Figuur 6-17 valt het aantal ongevallen met verzwarende omstandigheden terug te vinden. Uit deze figuur blijkt dat één ongeval is gebeurd door een andere verzwarende omstandigheid. Dit ongeval is dus niet te wijten aan de omgeving of de geometrie van de bestaande weg. Tot slot kan geconcludeerd worden dat zeker zestien ongevallen mogelijk toegeschreven kunnen worden aan het ontwerp of de inrichting van de weg. In Figuur 6-18 wordt de verhouding tussen de leeftijdscategorie en het aantal betrokken bestuurders weergegeven. Dit zijn alle betrokken bestuurders en dus ook de bestuurders die het ongeval niet veroorzaakt hebben. De passagiers worden ook weergegeven, maar deze zijn niet van belang voor dit onderzoek. Wat hier opvalt is dat er meer jongere bestuurders betrokken zijn bij deze ongevallen. Dit kan te wijten zijn aan de onervarenheid van deze categorie. Als bestuurders onervaren zijn maken ze sneller fouten, waardoor vlugger ongevallen kunnen ontstaan.



Figuur 6-17: Verzwarende omstandigheden complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As





Figuur 6-18: Leeftijdscategorie complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting As

### 6.2.8 Complex Genk-Oost (E314) x N75 (Europalaan) vanuit Nederland

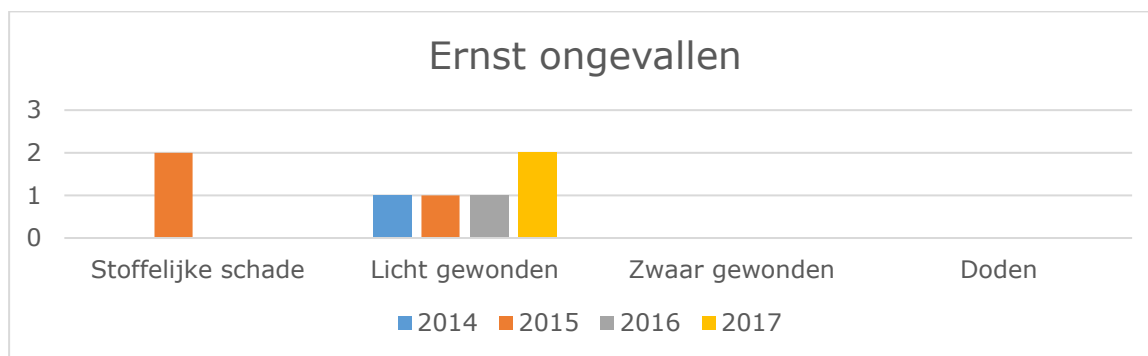
In Figuur 6-19 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit zijn gebeurd van 2014 tot en met 2017. Uit oude satellietbeelden blijkt dat er tijdens deze periode geen merkbare aanpassingen zijn gebeurd inzake ontwerp voor deze afrit.



Figuur 6-19: Ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk [70]

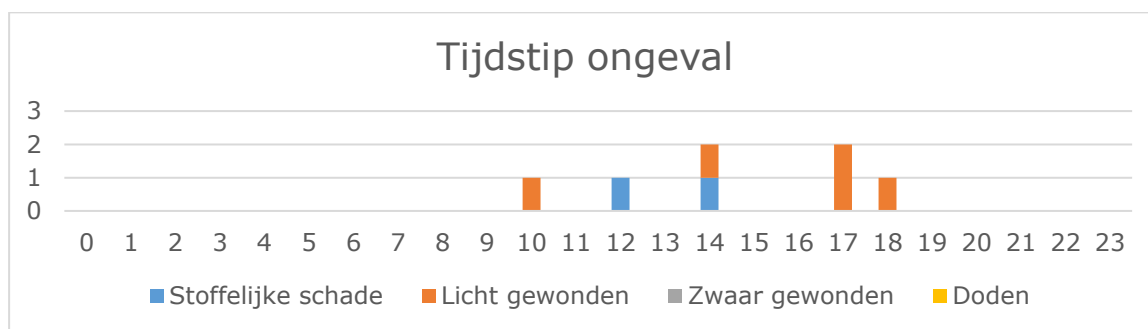
In Figuur 6-20 valt de ernst van het ongeval in verhouding met het aantal ongevallen te zien. De verschillende kleurstaven geven het jaartal aan. Twee van deze ongevallen waren enkel met stoffelijke schade en vijf ongevallen met lichtgewonden. Hiervan waren zes ongevallen op de Europalaan en één op de afrit van de E314. De ernst van alle ongevallen is relatief laag met de meeste ongevallen (vijf ongevallen) die enkel lichtgewonden hadden veroorzaakt en enkele (twee ongevallen) met alleen materiële schade. Tegenover de andere afrit, Nederland-Lummen richting As, kan dit hier te wijten zijn aan een betere zichtbaarheid aan het puntstuk, vooral door de mindere begroeiing. Daarnaast is het

verloop van de afrit krappere en langer aanhoudend inzake de bochtstraal, waardoor bestuurders met een lagere snelheid zullen toekomen aan het kruispunt.

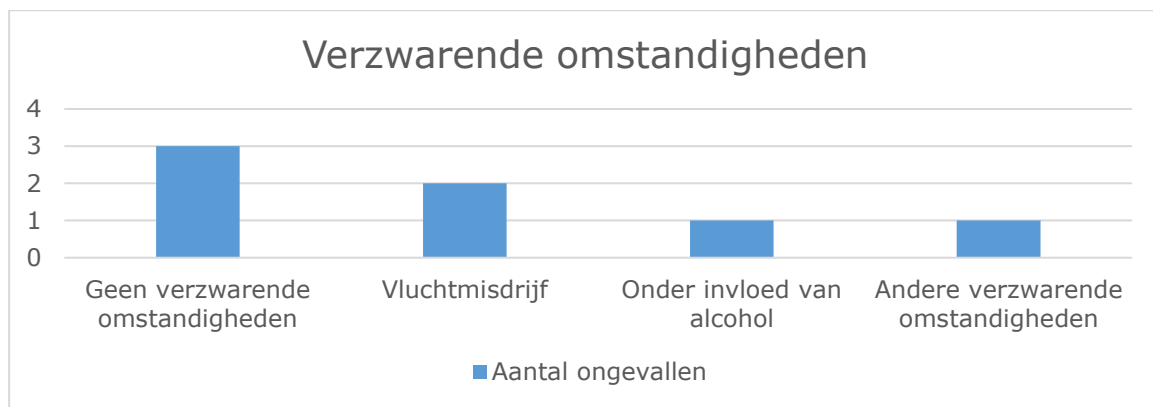


Figuur 6-20: Ernst ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk

In Figuur 6-21 valt het aantal ongevallen in verhouding met het uur dat deze ongevallen zijn gebeurd te zien. De kleur van de staven geeft de ernst van de ongevallen aan. Wat opvalt is dat alle ongevallen gebeurd zijn tussen 10 uur en 18 uur. Dit zijn meestal drukke periodes. Wat ook opvalt is dat tijdens de ochtendspits geen ongevallen zijn gebeurd en tijdens de avondspits wel. Dit kan erop wijzen dat de bestuurders vermoeid zijn en meer fouten gaan maken en dat het verkeersvolume hier waarschijnlijk lager ligt tijdens de ochtendspits. De ernst van alle ongevallen is relatief klein aangezien de meeste ongevallen enkel lichtgewonden hebben veroorzaakt en enkele met alleen materiële schade. In Figuur 6-22 valt het aantal ongevallen met verzwarende omstandigheden te zien. Uit deze figuur blijkt dat één ongeval is gebeurd omdat de bestuurder onder invloed was van alcohol. Eén ongeval is gebeurd door een andere verzwarende omstandigheid. Deze twee ongevallen zijn dus niet rechtstreeks te wijten aan de omgeving of de geometrie van de bestaande weg.

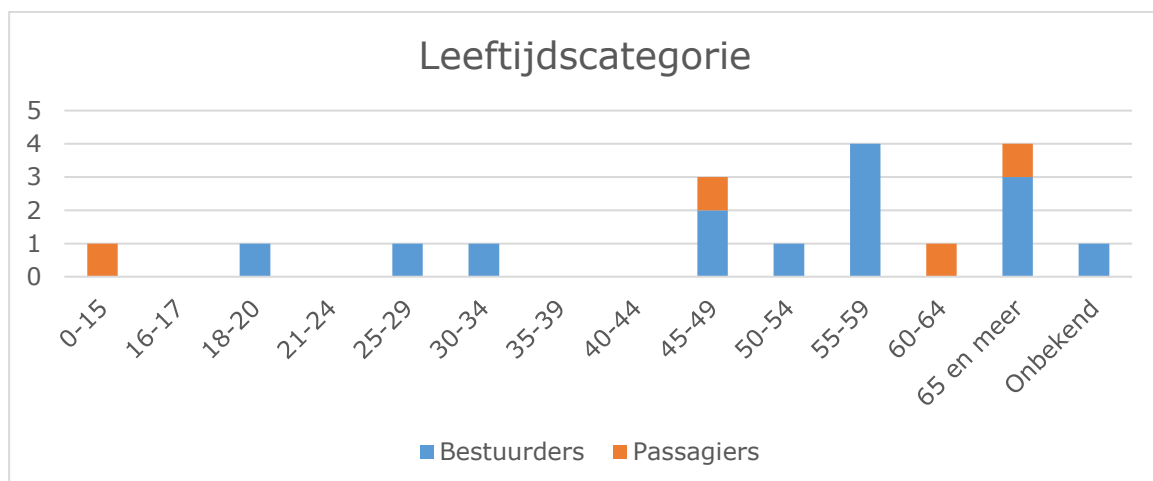


Figuur 6-21: Tijdstip ongevallen complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk



Figuur 6-22: Verzwarende omstandigheden complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk

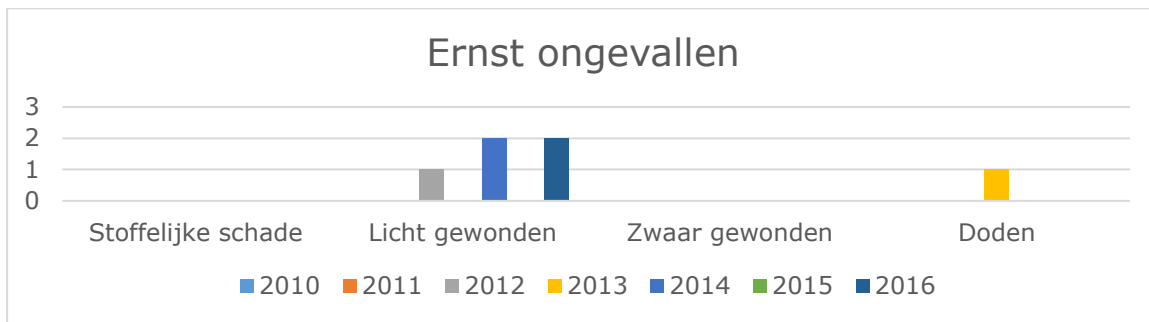
In Figuur 6-23 wordt de verhouding tussen de leeftijdscategorie en het aantal betrokken bestuurders weergegeven. Dit zijn alle betrokken bestuurders en dus ook de bestuurders die het ongeval niet veroorzaakt hebben. De passagiers worden ook weergegeven, maar deze zijn niet van belang voor dit onderzoek. Wat hier opvalt is dat er meer oudere bestuurders betrokken zijn bij deze ongevallen. Dit kan te wijten zijn aan een trager reactievermogen. Indien er maar net genoeg stoptijd is, kan een vermindering van het reactievermogen ervoor zorgen dat de stoptijd te kort wordt, met ongevallen tot gevolg. Dit kan te wijten zijn aan de lange krappe bochtstraal.



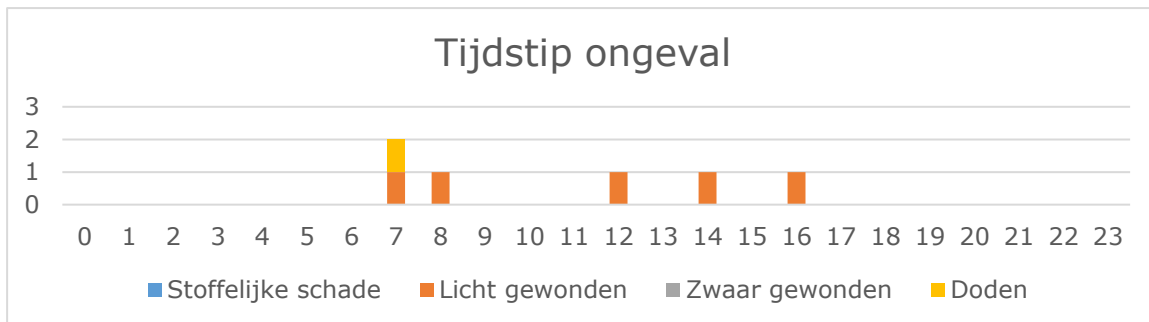
Figuur 6-23: Leeftijdscategorie complex Genk-Oost afrit Nederland-Lummen richting Genk

### 6.2.9 Bespreking ongevalgegevens afritten met haaiantanden

In dit gedeelte worden de statistische gegevens besproken van bovenstaande afritten met haaiantanden. In Figuur 6-24 valt de ernst van het ongeval in verhouding met het aantal ongevallen terug te vinden. De verschillende kleurstaven geven het jaartal aan. Alle zes ongevallen hebben zich voorgedaan op of aan de afrit. Eén ongeval bevatte enkele doden. Daarnaast hadden vijf ongevallen lichtgewonden als hoogste ernst. De ernst van deze ongevallen is door de verkeersdoden redelijk hoog. In Figuur 6-25 valt het aantal ongevallen te zien in verhouding met het uur dat deze ongevallen zijn gebeurd. De kleur van de staven geeft de ernst van de ongevallen aan. De meeste ongevallen hebben hier plaatsgevonden tijdens de ochtend- en avondspits. Dit is een van de drukste periodes van de dag. Tijdens drukke periodes zijn er logisch meer ongevallen: hoe meer weggebruikers er zijn, hoe groter de kans is op een ongeval.



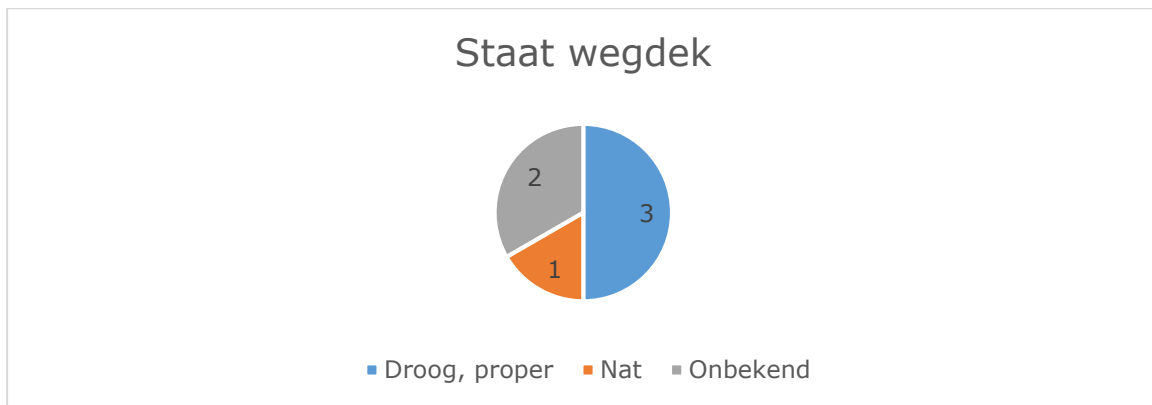
Figuur 6-24: Ernst ongevallen haaiantanden (voorrangskruispunt B1)



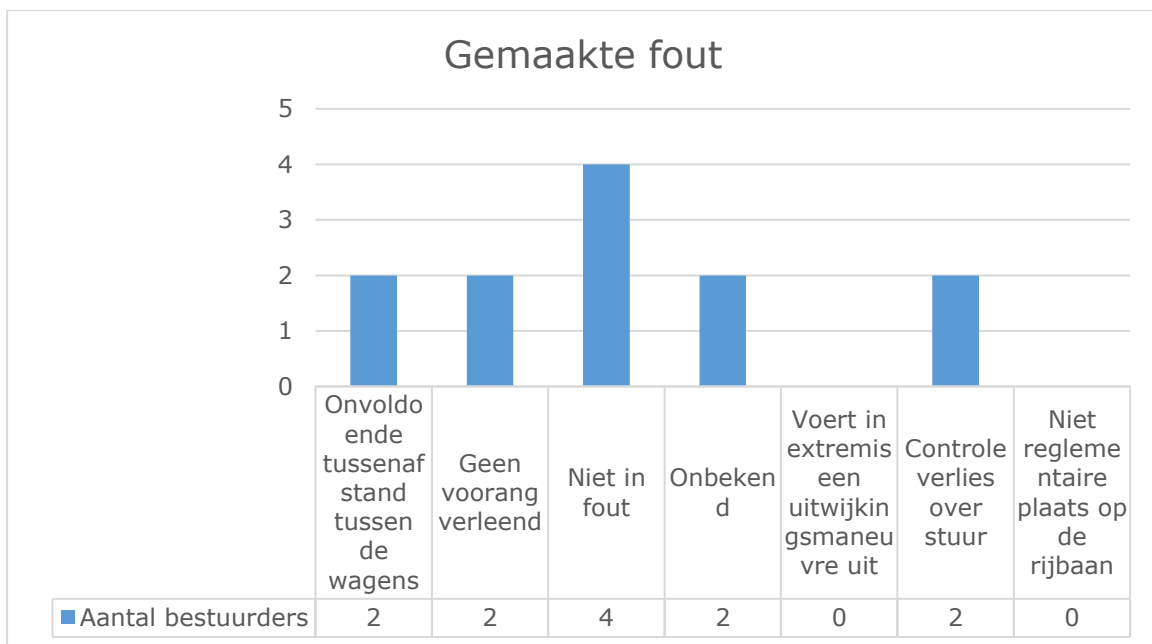
Figuur 6-25: Tijdstip ongevallen haaiantanden (voorrangskruispunt B1)

In Figuur 6-26 wordt de staat van het wegdek weergegeven in verhouding met het aantal ongevallen. Er valt te zien dat er drie ongevallen zijn gebeurd bij droog weer en twee ongevallen waarvan deze omstandigheden onbekend zijn. Hierdoor kan er bij deze twee ongevallen niet met zekerheid gezegd worden of de staat van het wegdek hierop van invloed was. Eén ongeval heeft zich voorgedaan op een nat wegdek. Het natte wegdek was niet de belangrijkste oorzaak van dit ongeval zoals eerder besproken. Concluderend kan bepaald worden dat de staat van het wegdek een invloed kan gehad hebben op deze ongevallen, met uitzondering van diegenen die plaatsvonden onder droge/ propere omstandigheden.

In Figuur 6-27 wordt de verhouding tussen de oorzaken van de ongevallen en het aantal betrokken bestuurders weergegeven. Dit zijn alle betrokken bestuurders en dus ook de bestuurders die het ongeval niet veroorzaakt hadden. Er valt op te merken dat er drie gekende oorzaken zijn van de ongevallen. De eerste oorzaak is geen voorrang verlenen. Dit werd niet gedaan door twee bestuurders. Deze oorzaak kan te wijten zijn aan zowel onduidelijkheid van de situatie of door het verlies van aandacht van de bestuurder. Door de onduidelijkheid van de situatie kan de bestuurder een inschattingfout maken en hierdoor een ongeval of bijna-ongeval veroorzaken. Controleverlies over het voertuig is een tweede gekende oorzaak van de ongevallen. Dit kan gebeurd zijn omdat de bestuurder zijn voertuig niet meer onder controle had door een eerder gemaakte fout. Deze oorzaak is dus te wijten aan de bestuurders zelf of aan een foute inschatting van de verkeersinrichting. Dit is twee keer voorgekomen. Tot slot, de derde gekende oorzaak is het te weinig afstand houden t.o.v. het voorliggende voertuig. Dit kan door onoplettendheid plaatsvinden, of door het onverwacht remmen van de voorgaande bestuurder doordat deze bv. de verkeersinrichting verkeerd inschatte.



Figuur 6-26: Staat wegdek ongevallen haaiantanden

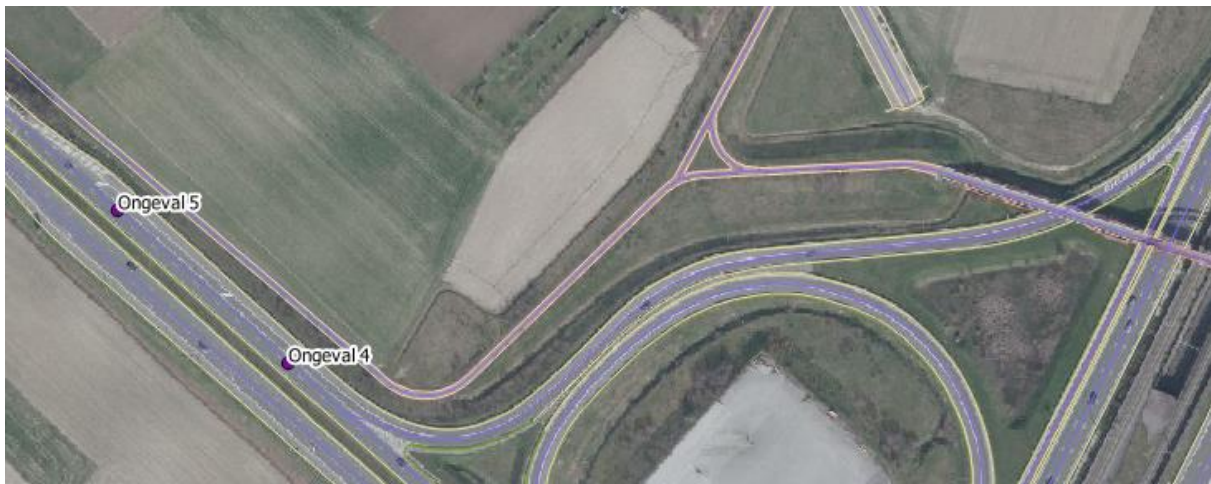


Figuur 6-27: Gemaakte fouten ongevallen haaiantanden

## 6.3 Situaties met invoegstrook

### 6.3.1 Complex Vilvoorde-Luchthavenlaan (E19) x N211

In Figuur 6-28 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Dit is een afrit die redelijk nieuw is en pas in april 2010 in gebruik is genomen [72]. Daarvoor bestond deze afrit niet. Uit Figuur 6-28 blijkt dat ongeval 4 en 5 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden enkel verwerkt in de analyse. Van de ongevallen wordt enkel ongeval 4 behandeld, doordat dit ongeval enkel iets met het kruispunt te maken heeft. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



*Figuur 6-28: Ongevallen complex Vilvoorde-Luchthavenlaan afrit Mechelen-Brussel richting Vilvoorde Q-GIS*

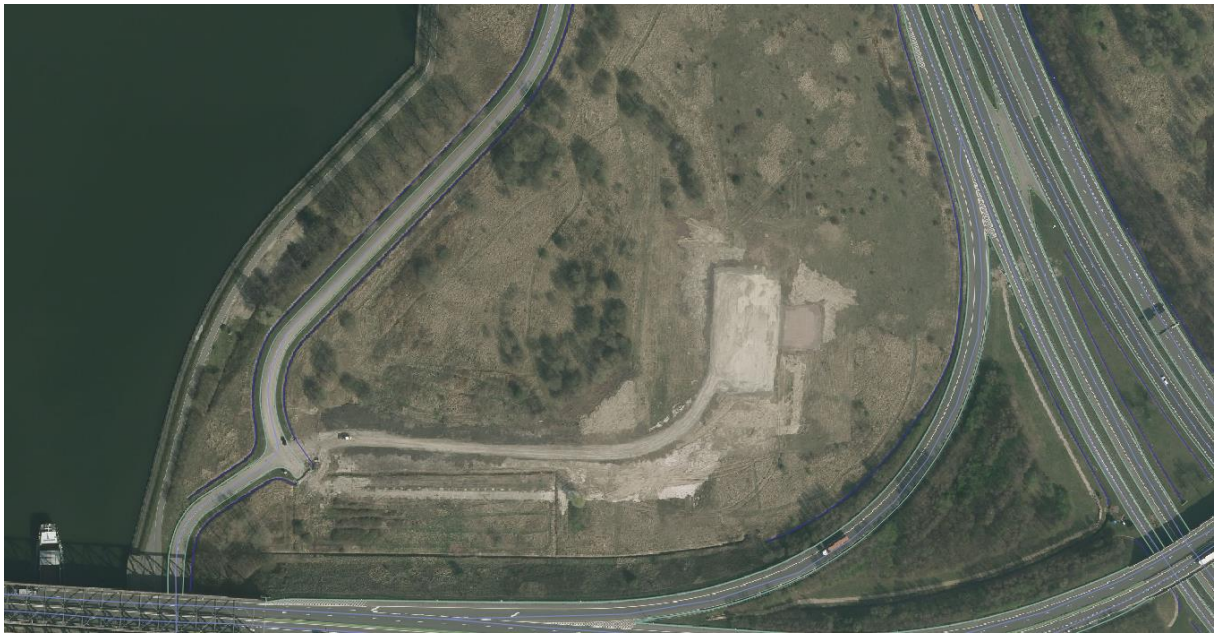
Uit de detailgegevens blijkt dat bij ongeval 4 uit 2013 enkel een voertuig was betrokken. Aan de positie en de scherpste van de bocht is af te leiden dat het voertuig te snel reed, niet oplette of afweek van de normale rijbaan door onverwachte omstandigheden en tegen de boordsteen van het puntstuk botste. Hierdoor heeft deze wagen vervolgens de controle verloren en heeft deze de weg verlaten naar rechts. De bestuurder heeft zijn snelheid niet aangepast aan de scherpste van de bocht. Dit was waarschijnlijk omdat de bestuurder een foute inschatting had gemaakt, of dat de bochtstaal bij het aansnijden van de ondergelegen weg te scherp was. De afwezigheid van zonlicht op dat moment kan dit versterkt hebben. De aanname is te zien in Figuur 6-29. Het ongeval is wel toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt.



*Figuur 6-29: Ongeval 4 complex Vilvoorde-Luchthavenlaan afrit Mechelen-Brussel richting Vilvoorde Q-GIS*

### **6.3.2 Complex Zandvliet (A12) x N101**

In Figuur 6-30 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016.

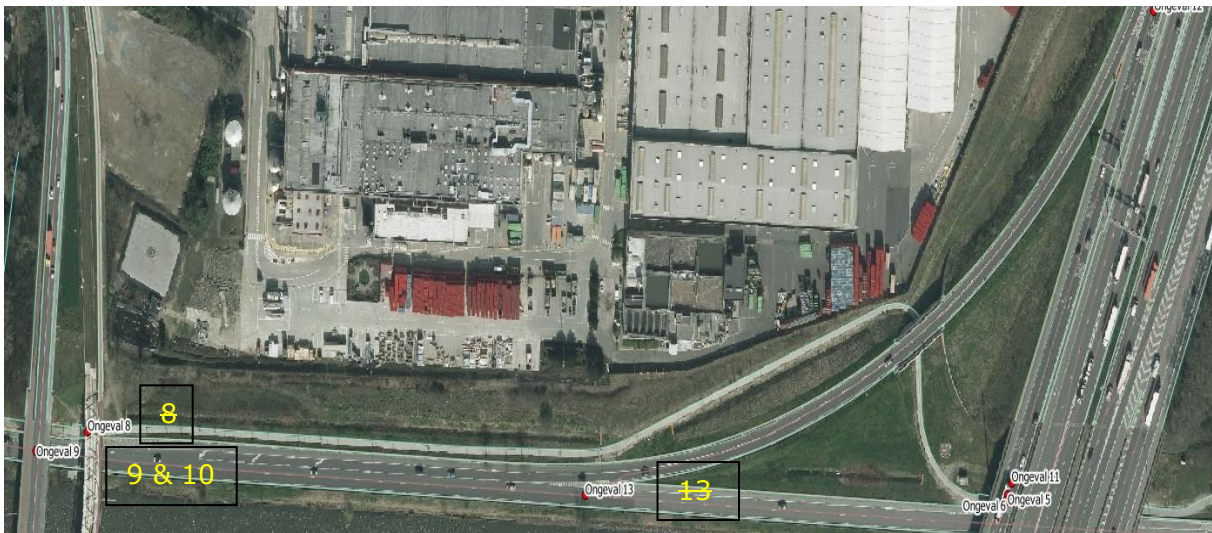


*Figuur 6-30: Ongevallen complex Zandvliet afrit Bergen op Zoom-Antwerpen Q-GIS*

Er zijn geen ongevallen gebeurd op of aan de afrit in de periode van 2010 tot en met 2016. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er tijdens deze periode geen merkbare wijzigingen inzake ontwerp aan de afrit hebben plaatsgevonden. Dit kan erop wijzen dat deze afrit goed ontworpen is door een geleidelijke rechtse bocht, of dat de intensiteit van het verkeer een stuk lager ligt. Dit laatste kan al afgeleid worden doordat de afrit uitmondt op een weg naar het haventerrein. Deze afrit kan eventueel worden gebruikt als een goed voorbeeld voor ontwerpers die een afrit gaan ontwerpen, waarbij voldoende ruimte tot beschikking is. Hieruit kunnen belangrijke gegevens gehaald worden zoals de zichtbaarheid en de aansnijding hoek van de afrit op de ondergelegen weg, maar ook het eerdere verloop van de afrit zoals het alignement.

### **6.3.3 Complex Zwijnaarde (E17) x R4**

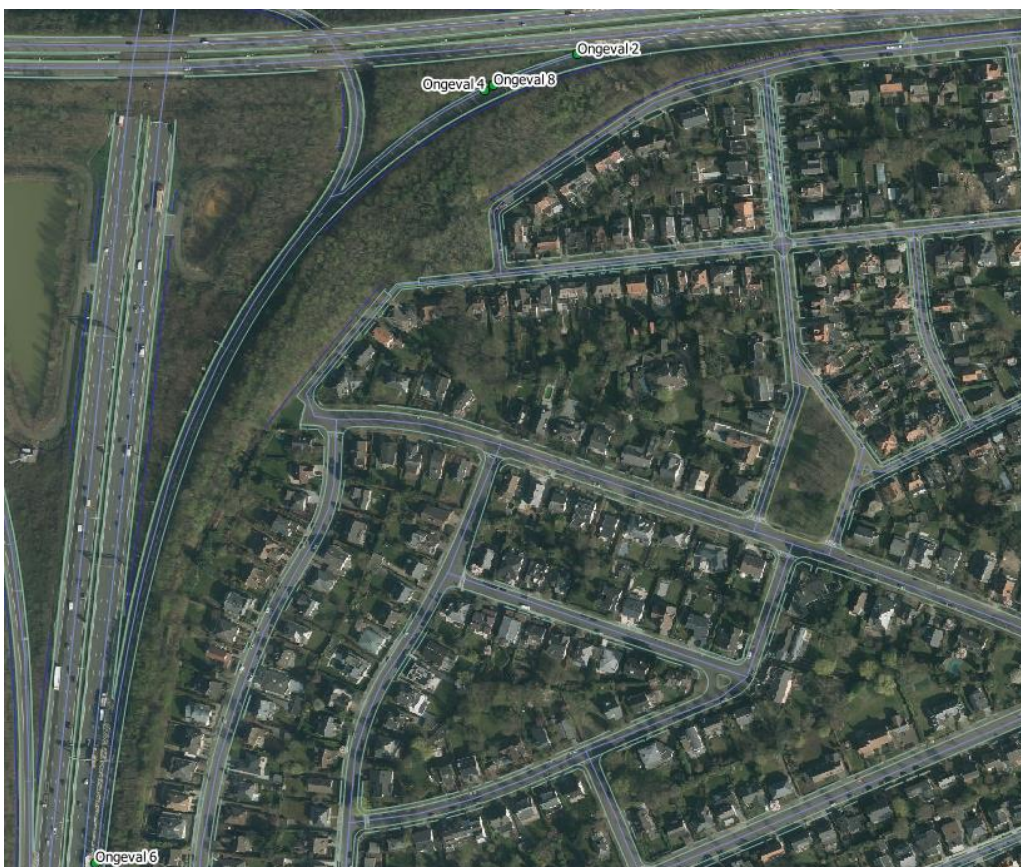
In Figuur 6-31 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Belangrijk hierbij is dat de afrit bestaat sinds november 2012 [73]. Hierdoor kan ongeval 8 uitgesloten worden. Uit Figuur 6-31 blijkt dat ongeval 9 en 10 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Ongeval 13 wordt hier genegeerd omdat deze heeft plaatsgevonden tijdens werken aan de weg. Van deze afrit worden hieronder geen ongevallen behandeld, doordat er geen ongevallen zijn die iets met het kruispunt te maken hadden. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



Figuur 6-31: Ongevallen complex Zwijnaarde afrit Gent-Rijsel Q-GIS

### 6.3.4 Complex Wilrijk (E19) x R11

In Figuur 6-32 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Door middel van het gebruik van oude satellietbeelden blijkt dat er in deze periode geen opmerkbare wijzigingen zijn gebeurd bij deze afrit. Uit Figuur 6-32 blijkt dat ongeval 2, 4, 6 en 8 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden enkel verwerkt in de analyse. Van deze afrit worden hieronder geen ongevallen behandeld, doordat er geen ongevallen zijn die iets met het kruispunt te maken hadden. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



Figuur 6-32: Ongevallen complex Wilrijk afrit Brussel-Antwerpen richting Mortsel Q-GIS



### 6.3.5 Complex Haasrode-Blanden (E40) x N25

In Figuur 6-33 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Door middel van het gebruik van oudere satellietbeelden blijkt dat er tijdens deze periode geen opmerkbare wijzigingen inzake ontwerp aan de afrit hebben plaatsgevonden. Uit Figuur 6-33 blijkt dat enkel ongeval 2 is gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze wordt hieronder behandeld.



*Figuur 6-33: Ongevallen complex Haasrode-Blanden afrit Brussel-Luik richting Blanden Q-GIS*

Uit de detailgegevens blijkt dat bij ongeval 2 uit 2014 enkel een voertuig was betrokken. De wagen reed aan een constante snelheid en samen met de positie en de scherppte van de bocht valt af te leiden dat het voertuig te snel reed voor de scherppte van de bocht en zo de controle over het voertuig verloor. Hierna is deze bestuurder tot stilstand gekomen tegen de boordsteen. De bestuurder heeft zijn snelheid niet aangepast aan de scherppte van de bocht. Dit was waarschijnlijk omdat de bestuurder een foute inschatting had gemaakt of dat de bochtstaal bij het aansnijden van de ondergelegen weg te scherp was. De inschatting was moeilijker omdat de zichtbaarheid minder was door de schemering van zonlicht. De aanname is te zien in Figuur 6-34. Het ongeval is wel toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt.



*Figuur 6-34: Ongeval 2 complex Haasrode-Blanden afrit Brussel-Luik richting Blanden Q-GIS*

### **6.3.6 Complex Wervik (A19) x N58**

In Figuur 6-35 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Door middel van het gebruik van oude satellietbeelden blijkt dat er zich tijdens deze periode geen opmerkbare wijzigingen hebben voorgedaan inzake het ontwerp van de afrit. Uit deze afbeelding blijkt dat enkel ongeval 6 is gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Van deze afrit worden hieronder geen ongevallen behandeld, doordat er geen ongevallen zijn die iets met het kruispunt te maken hadden. De andere ongevallen zijn gegeven in bijlage B.



*Figuur 6-35: Ongevallen complex Wervik afrit Ieper-Kortrijk Q-GIS*

### 6.3.7 Bespreking ongevalgegevens afritten met invoegstrook

In dit gedeelte worden de statistische gegevens besproken van bovenstaande afritten met invoegstrook. In Figuur 6-36 is de ernst van de ongevallen in verhouding met het aantal ongevallen te zien. De verschillende kleurstaven geven het jaartal aan. De ongevallen hebben zich voorgedaan op of aan de afritten. De ongevallen hadden enkel lichtgewonden. De ernst van alle ongevallen is dus relatief laag doordat beide ongevallen zijn gebeurd met enkel lichtgewonden.



Figuur 6-36: Ernst ongevallen invoegstroken

In Figuur 6-37 valt het aantal ongevallen in verhouding met het uur dat deze ongevallen zijn gebeurd te zien. De kleur van de staven geeft de ernst van de ongevallen aan. Wat opvalt is dat een ongeval is gebeurd rond 20 uur. Dit is een minder drukke periode, waardoor het ongeval waarschijnlijk niets te maken had met de verkeersdrukke. Verminderde aanwezigheid van zonlicht kan een kleine rol gespeeld hebben omdat het op dat moment schemerde. Het ander ongeval is gebeurd rond middernacht, wat een minder drukke periode is. Op dit tijdstip was er geen zonlicht aanwezig en was bijgevolg de zichtbaarheid minder, waardoor het ongeval rechtstreeks aan het tijdstip kan worden gekoppeld, of alleszins een belangrijke rol gespeeld kan hebben.

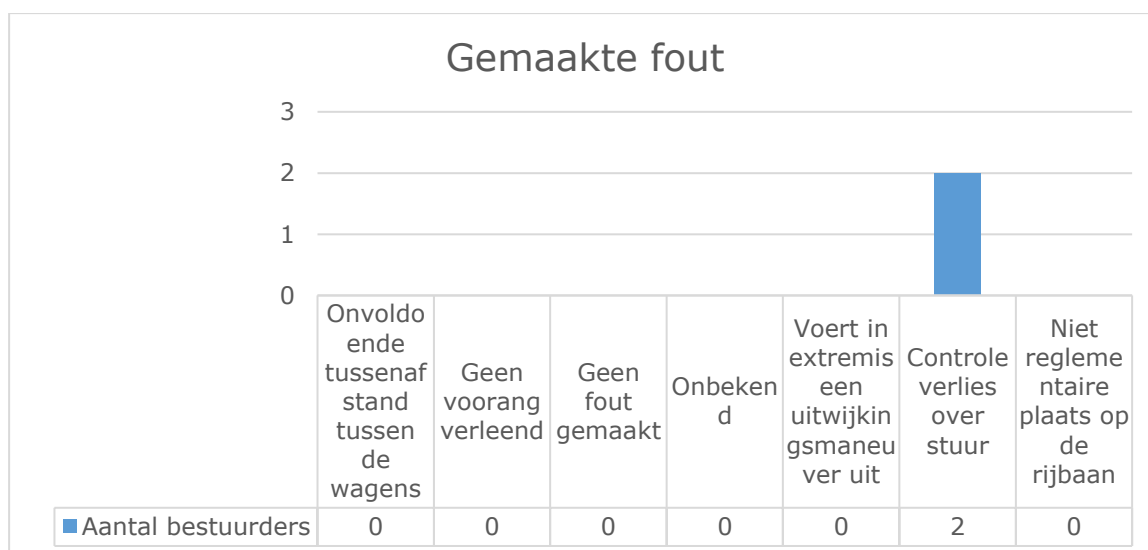


Figuur 6-37: Tijdstip ongevallen invoegstroken

In Figuur 6-38 wordt de staat van het wegdek weergegeven in verhouding met het aantal ongevallen. Beide ongevallen hebben zich voorgedaan op een droog wegdek. Een nat of vuil wegdek heeft dus geen rol gespeeld bij het veroorzaken van de ongevallen. In Figuur 6-39 wordt de verhouding tussen de oorzaken van de ongevallen en het aantal betrokken bestuurders weergegeven. Dit zijn alle betrokken bestuurders en dus ook de bestuurders die het ongeval niet veroorzaakt hadden. Er valt op te merken dat er één bekende oorzaak is voor het ongeval, nl. controleverlies over het voertuig. Dit kan gebeurd zijn omdat de bestuurders hun voertuigen niet meer onder controle hadden door een eerder gemaakte fout. Deze oorzaak is dus te wijten aan de bestuurders zelf of aan een foute inschatting van de verkeersinrichting. Dit is twee keer voorgekomen.



Figuur 6-38: Staat wegdek ongevallen invoegstrook



Figuur 6-39: Gemaakte fout ongevallen invoegstrook

## 6.4 Situatie veranderd van haaiantanden naar invoegstrook:

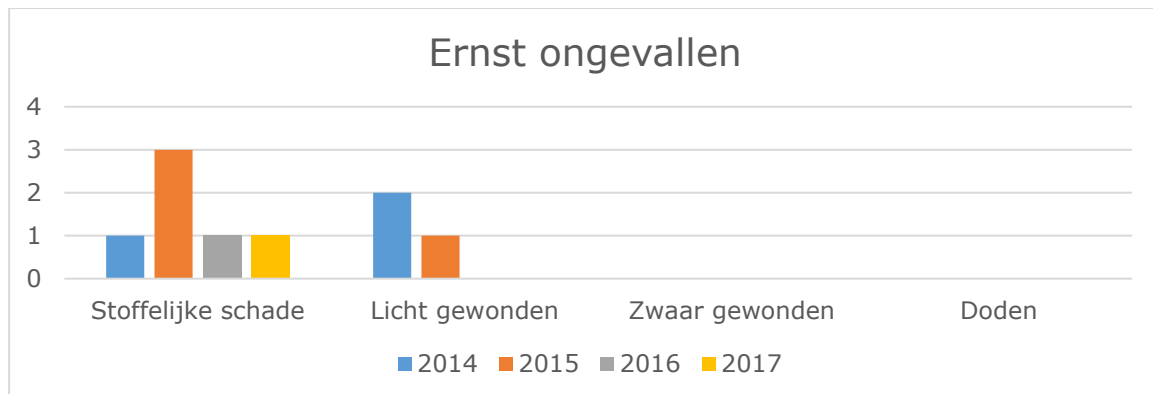
### 6.4.1 Complex Genk-Oost (E314) x N75 (Europalaan) vanuit Brussel

In Figuur 6-40 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit zijn gebeurd van 2014 tot en met 2017. Belangrijk hierbij is dat de situatie tot invoegstrook is omgevormd in september 2015. Hiervoor was dit een voorrangskruispunt B1 met haaiantanden.



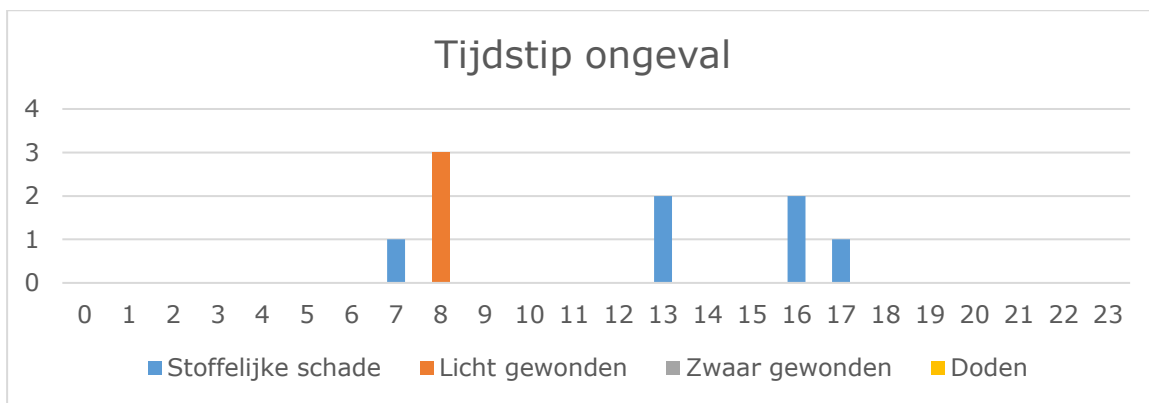
Figuur 6-40: Ongevallen complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk [70]

In Figuur 6-41 is de ernst van het ongeval in verhouding met het aantal ongevallen te zien. De verschillende kleurstaven geven het jaartal aan. Belangrijk hierbij is dat de afrit sinds september 2015 als kruispunttype met de ondergelegen weg een invoegstrook heeft. Voorheen was dit een voorrangskruispunt met verkeersbord B1 en haaiantanden. Uit de maandelijkse weergave blijkt dat er geen geregistreerde ongevallen hebben plaatsgevonden in de periode vanaf september 2015 t.e.m. november 2016. Hierna heeft nog één ongeval plaatsgevonden in december 2016 en één in oktober 2017. Op basis van deze gegevens blijkt dat het nieuwe ontwerp (de invoegstrook) geen bijkomende ongevallen heeft verwezenlijkt, integendeel zijn deze zelfs afgenomen. Deze laatste conclusie is enkel geldig indien de periode van januari 2014 t.e.m. augustus 2016 geen uitzonderlijk hoger aantal van ongevallen bevatte. Zes van deze ongevallen waren enkel met stoffelijke schade en drie met lichtgewonden. Hiervan vonden zes ongevallen op de Europalaan en drie op de afrit van de E314 plaats. De ernst van alle ongevallen is relatief laag met de meeste ongevallen (zes ongevallen) die enkel stoffelijke schade hebben veroorzaakt en enkele (drie ongevallen) met alleen lichtgewonden. Na september 2015 zijn er zoals eerder vermeld slechts twee ongevallen gebeurd.



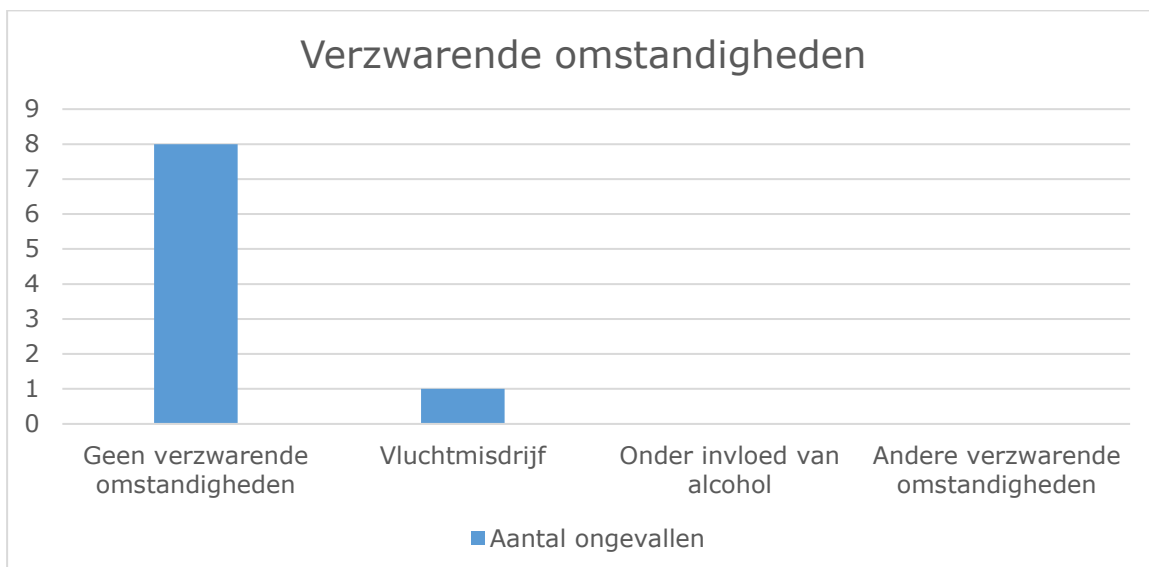
Figuur 6-41: Ernst ongevallen complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk

In Figuur 6-42 valt het aantal ongevallen in verhouding met het uur dat deze ongevallen zijn gebeurd terug te vinden. De kleur van de staven geeft de ernst van de ongevallen aan.



Figuur 6-42: Tijdstip ongevallen complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk

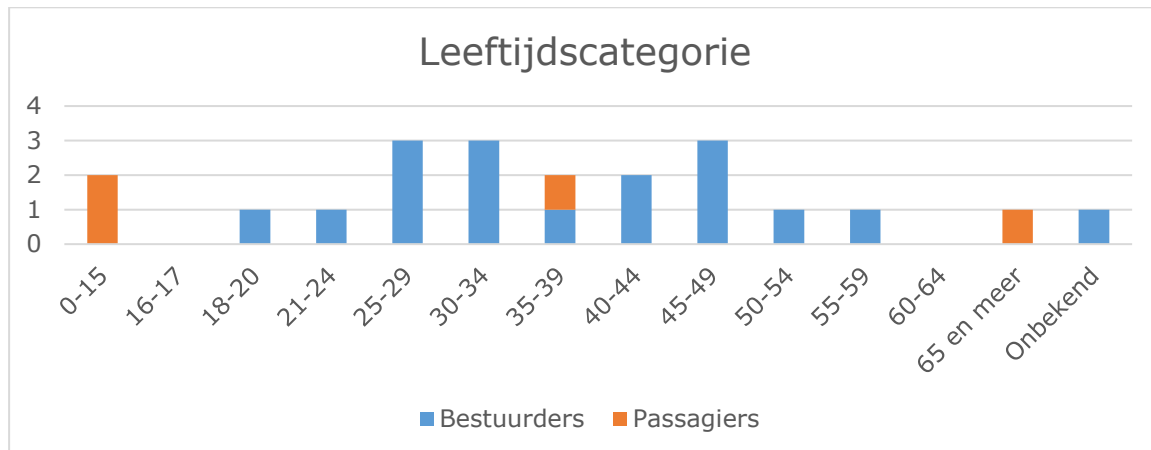
Wat opvalt is dat bijna alle ongevallen gebeurd zijn tijdens de ochtend- en avondspits, met uitzondering van twee ongevallen rond 13 uur. Opvallend is dat dit de eerder drukkere periodes zijn op de weg, vooral dan deze tijdens de ochtend- en avondspits. Er is dus duidelijk een verband tussen de ongevallen en tijdstippen wanneer het druk is. De ernst van alle ongevallen is relatief klein met de meeste ongevallen die alleen lichtgewonden hebben veroorzaakt en enkele met alleen materiële schade. In Figuur 6-43 is het aantal ongevallen met verzwarende omstandigheden terug te vinden. Uit deze figuur blijkt dat er geen ongeval is gebeurd omdat de bestuurder onder invloed was van alcohol of door andere verzwarende omstandigheden. Al deze ongevallen kunnen dus te wijten zijn aan de omgeving of de geometrie van de bestaande weg, aangezien een vluchtmisdrijf hier als verzwarende omstandigheid geen invloed op uitoefent zoals alcohol of drugs.



Figuur 6-43: Verzwarende omstandigheden complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk

In Figuur 6-44 wordt de verhouding tussen de leeftijdscategorie en het aantal betrokken bestuurders weergegeven. Dit zijn alle betrokken bestuurders en dus ook de bestuurders die het ongeval niet veroorzaakt hadden. De passagiers worden ook weergegeven, maar deze zijn niet van belang voor dit onderzoek. Opmerkelijk is de verhoging van het aantal bestuurders dat betrokken was bij de ongevallen tussen 25 jaar en 49 jaar. Dit zijn de grootste groep van werkende mensen en deze bestuurders zijn dus vaak op de baan tijdens de spitsuren. Dit kan een mogelijke verklaring zijn voor deze verhoging. Wat direct opvalt uit deze gegevens is nadat de situatie veranderde, er minder ongevallen gebeurd zijn. Dit

kan een duidelijke indicatie zijn dat een situatie met een invoegstrook hier veiliger is. Dit mag uiteraard niet veralgemeend worden, aangezien elke afrit specifieke eigenschappen heeft en er per afrit gezocht moet worden naar een goede oplossing.



Figuur 6-44: Leeftijdscategorie complex Genk-Oost afrit Lummen-Nederland richting Genk

## 6.5 Samenvatting resultaten ongevalgegevens

In Tabel 6-1 staat het aantal ongevallen met de bijhorende ernst van de onderzochte gegevens samengevat samen met het aantal ongevallen per miljoen bestuurders. De waarden van het aantal bestuurders heeft plaatsgevonden o.b.v. richtwaarden die voor elke afrit terug te vinden zijn via het Vlaamse Verkeerscentrum [74]. Het complex Genk-Oost (32) is niet meegeteld, omwille van het grote aantal geregistreerde ongevallen t.o.v. de andere complexen, maar is wel apart in Tabel 6-3 gegeven. In Tabel 6-2 staan de oorzaken van de ongevallen van al de onderzochte gegevens samengevat, samen met de oorzaken per miljoen bestuurders. Ook hoeveelheden van bestuurders zijn gebaseerd op basis van richtwaarden die voor elke afrit terug te vinden zijn via het Vlaamse Verkeerscentrum [74]. Het complex Genk-Oost is ook hier niet meegeteld. Belangrijk hierbij is dat de bestuurders die niet in fout waren zijn weggelaten, net zoals bijkomende fouten van bestuurders die niet tot de hoofdoorzaak van het ongeval hebben geleid.

Opvallend is dat bij afritten met haaiantanden die eerder een recht toekomend tracé hebben, of met een grote boogstraal toekomen aan de onderliggende weg er meer ongevallen plaatsvinden bij het kruispunt met de onderliggende weg dan afritten die met een krappere boogstraal toekomen, of die een grilliger voorafgaand tracé hebben. Een mogelijke oorzaak hiervan kan zijn dat bestuurders bij de minder grilligere afritten minder geprikkeld worden en minder geconcentreerd kunnen zijn en/ of met een hogere snelheid toekomen door de afwezigheid van scherpere bochten waar men afremt. Daarentegen ligt bij deze grilligere afritten het aantal ongevallen (die niet te wijten zijn aan het onderliggende kruispunt) wel hoger op de afrit zelf, vaak door controleverlies over het stuur in een bocht.

Bij de invoegstrook valt het op dat de ongevallen die te wijten zijn aan het kruispunt met de onderliggende weg allemaal plaatsvinden bij afritten die net voor de start van de invoegstrook met de onderliggende weg een krappe korte bocht bevatten. Hierbij verliezen de bestuurders dan vaak de controle over het stuur, omdat zij deze plotselinge krappe en korte bocht niet hadden verwacht. Bij invoegstroken met een ruimere en meer geleidelijke invoegstrook komen er in deze gegevens geen ongevallen voor die aan het kruispunt te wijten zijn.

Over het algemeen is het duidelijk dat er meer ongevallen gebeuren bij situaties met haaiantanden. In de gegevens die hier onderzocht zijn is dit zelfs meer dan het dubbele dan bij een situatie met invoegstrook. Daarentegen is dit meer dan vier keer zoveel bij het complex Genk-Oost. Voor de afritten zonder Genk-Oost is er bij de situatie met invoegstrook slechts één oorzaak van de ongevallen, wat voor een deel toe te schrijven kan zijn aan het lage aantal ongevallen. Deze oorzaak is controleverlies over het voertuig wat in geval van een invoegstrook enkel te wijten zou zijn aan verwarring met de situatie met haaiantanden indien men paniekerig zou remmen en zo de controle zou verliezen. Indien men als bestuurder bij deze foute verwachting gewoon rustig blijft, zal men simpelweg trager tot de invoegstrook toekomen doordat er de verwachting van de situatie met haaiantanden is. Hierdoor zal dan de kans op controleverlies van het stuur klein zijn.

Tot slot zijn er meer oorzaken bij de situatie met haaiantanden. Oorzaken zoals geen voorrang verleend of onvoldoende tussenafstand kunnen gelinkt worden aan verwarring van verkeersbord B1, maar ook aan onoplettendheid of slechte zichtbaarheid. Deze laatste zullen meer doorwegend zijn, aangezien dit specifieke oorzaken zijn voor een afrit. Dit kan ook verklaren waarom deze getallen in geheel Vlaanderen zo laag liggen. Indien verwarring een vaker voorkomende oorzaak zou zijn, zouden er logischerwijs meer ongevallen bij de kruispunten met de onderliggende weg plaatsvinden voor de situaties met haaiantanden en/ of een invoegstrook.

Tabel 6-1 Ernst ongevallen per type (Genk-Oost uitgesloten)

	<b>Haiantanden</b>	<b>Haiantanden ongev. per miljoen voertuigen</b>	<b>Invoegstrook</b>	<b>Invoegstrook ongev. per miljoen voertuigen</b>
Stoffelijke schade	0	0,00	0	0,00
Lichtgewonden	5	0,11	2	0,05
Zwaargewonden	0	0,00	0	0,00
Doden	1	0,02	0	0,00
<b>Totaal aantal ongevallen</b>	6	0,13	2	0,05

Tabel 6-2 Gekende oorzaak ongevallen per type (Genk-Oost uitgesloten)

	<b>Haiantanden</b>	<b>Haiantanden ongev. per miljoen voertuigen</b>	<b>Invoegstrook</b>	<b>Invoegstrook ongev. per miljoen voertuigen</b>
Onvoldoende tussenafstand	2	0,04	0	0,00
Geen voorrang verleend	2	0,04	0	0,00
Onbekend	1	0,02	0	0,00
Controleverlies over het voertuig	1	0,02	2	0,05



Tabel 6-3 Ernst ongevallen per type (enkel Genk-Oost)

	<b>Haaientanden</b>	<b>Haaientanden ongev. per miljoen voertuigen</b>	<b>Invoegstrook</b>	<b>Invoegstrook ongev. per miljoen voertuigen</b>
Stoffelijke schade	18	2,54	2	0,95
Lichtgewonden	13	1,84	0	0,00
Zwaargewonden	0	0,00	0	0,00
Doden	0	0,00	0	0,00
<b>Totaal aantal ongevallen</b>	31	4,38	2	0,95

## 6.6 Algemene bevindingen resultaten ongevalgegevens

Het eerste wat opvalt is dat er slechts één ongeval met doden was sinds 2010 aan de afritten die onderzocht zijn, met complex Genk-Oost inbegrepen. Er zijn wel ongevallen met lichtgewonden en bijkomende materiële schadegevallen voorgekomen. De ernst van de ongevallen is over het algemeen dus vrij laag. Het tweede wat opvalt uit de samenvatting is dat er klein verschil is inzake het aantal geregistreerde ongevallen tussen de situatie met haaientanden en de situatie met een invoegstrook indien Genk-Oost wordt genegeerd. Ook blijkt uit deze samenvatting dat er minder ongevallen bij de afrit met een invoegstrook plaatsvinden bij Genk-Oost t.o.v. de afritten met haaientanden bij Genk-Oost o.b.v. de geregistreerde ongevallen. Daarnaast blijkt uit de resultaten van de enquête van Genk-Oost dat het veiligheidsgevoel ook licht hoger is bij de invoegstrook. Hierdoor zou het aantal te verwachten ongevallen bij de situatie met haaientanden ook hoger zijn. Dit blijkt dus ook te zijn uit de ongevalgegevens, waardoor deze gegevens tot slot overeenstemmen.

Het derde wat opvalt is dat er weinig sprake is van verwarring door het verkeerd associëren van verkeersbord B1. Er gebeuren volgens de geregistreerde ongevallen minder ongevallen op de situatie met invoegstrook, wat een ander resultaat uit de enquête tegenspreekt. Uit de enquête bleek dat het verkeersbord B1 vaker geassocieerd werd met een situatie met haaientanden. Hieruit zou dus moeten blijken dat er meer ongevallen gebeuren bij een invoegstrook door deze verwarring. Zoals in de samenvatting vermeld was, kan deze verwarring nog steeds tot een mogelijke oorzaak horen van deze ongevallen, maar aangezien het aantal vrij laag ligt en verwarring dus nagenoeg is uitgesloten, zal verwarring hier eerder tot de uitzonderlijke ongevalsoorzaken behoren. Hiervoor moet wel nog bijkomend onderzoek gebeuren om dit te bevestigen, door bijvoorbeeld testopstellingen of simulaties uit te voeren die realistisch genoeg zijn.

Het vierde wat opvalt is dat op de tijdstippen wanneer de ongevallen zich voordoen het meestal druk is. Tijdens de spits doen zich de meeste ongevallen voor. Dit is logisch, aangezien de kans op ongevallen hoger ligt bij een hogere verkeersdruk. Ook op tijdstippen met verminderde zichtbaarheid door de afwezigheid van zonlicht zijn enkele ongevallen gebeurd. Tot slot valt het op dat er relatief weinig geregistreerde ongevallen plaatsvinden bij de kruispuntaansluitingen van de afritten met de onderliggende weg. Dit met ongeveer 0,13 ongevallen per miljoen bestuurders voor situaties met haaientanden

en ongeveer 0,05 ongevallen per miljoen bestuurders voor situaties met invoegstrook. Deze waardes zijn bepaald op basis van de geregistreerde ongevallen die plaatsvonden op de onderzochte complexen. Bij het complex Genk-Oost liggen tot slot deze cijfers hoger, wat hoogstwaarschijnlijk eerder te wijten zal zijn aan andere factoren dan verwarring. Mogelijke hoofdoorzaken van deze ongevallen bij Genk-Oost zijn de mindere zichtbaarheid door de begroeiing en dat het hoofd bij de situatie met haaiantanden fel naar links moet worden gedraaid om het verkeer te kunnen inschatten op de onderliggende weg.



---

## 7.AANBEVELINGEN

Op basis van dit onderzoek wordt naar AWW aangeraden om geen ander verkeersbord te plaatsen bij een invoegstrook, maar ook niet bij de situatie met haaiantanden. Steunend op de geregistreerde ongevalgegevens en de snelheidsmetingen blijkt immers dat er weinig verwarring bestaat tussen beide situaties. Hierdoor zullen de kosten tot ontwikkeling en plaatsing van dit nieuwe verkeersbord niet opwegen tegen het kleine probleem wat zich hier voordoet. Bij de situatie met een invoegstrook is het wel belangrijk om zoveel mogelijk plotse scherpe bochten te vermijden net voordat de eigenlijk invoegstrook begint.

Als daarentegen wordt gekeken naar gelijkaardige situaties in het buitenland valt het op dat er vaak een verkeersbord aan beide zijdes van de weg wordt geplaatst. Dit wordt door dit onderzoek aangeraden bij de situatie met haaiantanden, wanneer men zich in een bocht bevindt of via een bocht toekomt aan het kruispunt met haaiantanden. Uit de enquête bleek namelijk dat het verkeersbord B1 vaak niet wordt opgemerkt, maar wel vaak geassocieerd wordt met haaiantanden. Op deze manier kan dit effect verder worden versterkt. Tot slot is het bij de situatie met haaiantanden ook van belang dat de zichtbaarheid niet in het gedrang komt. Hiertoe dient de begroeiing naar het kruispunt toe best te worden beperkt. Daarnaast dient ook de hoofdrotatiehoek te worden beperkt, door een snijhoek tussen beide wegen te voorzien tussen 70° en 120°. Zodoende zal men het verkeer op de onderliggende weg voldoende veilig en comfortabel kunnen inschatten.



---

## 8. BESLUIT

Over het algemeen kan worden besloten dat er geen grote problemen zijn in verband met veiligheid door verwarring bij beide situaties. Opmerkelijk is wel dat er meer geregistreeerde ongevallen hebben plaatsgevonden op de situatie met haaiantanden, maar omdat deze cijfers zo laag zijn, is dit niet voldoende om een verschil aan te tonen. Bij de situatie met haaiantanden hebben namelijk 0,13 geregistreeerde ongevallen per miljoen bestuurders plaatsgevonden, terwijl dit bij de situatie met invoegstrook slechts 0,05 geregistreeerde ongevallen per miljoen bestuurders zijn. Deze cijfers liggen duidelijk aan de lage kant waardoor blijkt dat er geen duidelijk probleem is met de veiligheid in beide situaties. Natuurlijk dient er gestreefd te worden naar geen ongevallen, wat uiteraard een eerder utopische doelstelling is.

Als naar het gedrag van de bestuurders wordt gekeken, valt op te merken dat zij meestal correct handelen, wat waarschijnlijk komt doordat het grootste aandeel van de bestuurders vertrouwd is met een bepaalde afrit. Onder dit gedrag wordt in dit onderzoek de snelheid verstaan die de bestuurders halen op basis van V85-waardes. Zo wordt er minder afgeremd op een situatie met invoegstrook dan op een situatie met haaiantanden, daar waar het ontwerp nagenoeg hetzelfde is. Dit was te verwachten omdat een situatie met invoegstrook een hogere snelheid toelaat tijdens het invoegen, terwijl men bij haaiantanden in staat moet zijn om te stoppen wanneer men voorrang moet verlenen. Waar zeker ook naar gekeken moet worden tijdens het ontwerp van nieuwe afritten is het feit dat bestuurders een onveiliger gevoel hebben bij een situatie met haaiantanden dan bij een situatie met invoegstrook. Tot slot blijkt het kiezen voor een invoegstrook logischer na het kennen van deze gegevens, maar is dit niet altijd mogelijk omwille van praktische redenen. Zo heeft een situatie met invoegstrook meer ruimte nodig dan de situatie met haaiantanden.

Uit de resultaten van de enquête is er een belangrijk gegeven voortgekomen. Dit gegeven is dat het verkeersbord B1 vaker geassocieerd wordt met een situatie met haaiantanden dan met een situatie met invoegstrook, wat waarschijnlijk komt doordat er meer voorrangskruispunten met haaiantanden en verkeersbord B1 zijn in Vlaanderen, dan invoegstrooken met verkeersbord B1. Hieruit blijkt dat er zich enige verwarring zou kunnen voordoen, terwijl dit volgens de geregistreeerde ongevalgegevens en snelheidsmetingen beperkt is. Aangezien deze laatstgenoemden zwaarder doorwegen kan er geconcludeerd worden dat er weinig tot geen verwarring is tussen beide situaties waarbij hetzelfde verkeersbord B1 wordt gebruikt.

Daarentegen wordt voor de invoegstrook soms in de VS en steeds in Denemarken een ander verkeersbord gebruikt. Zoals eerder vermeldt zal dit op basis van de resultaten van dit onderzoek minder interessant zijn in Vlaanderen, aangezien de verwarring in Vlaanderen beperkt is. Tot slot blijkt door dit resultaat dat de geïnvesteerde tijd en geld door AWW niet voor niets is geweest en hun eerdere onderzoeksvraag met deze masterproef is beantwoord.



## LIJST MET AFKORTINGEN

- VRI Verkeersregelininstallatie
- AWV Agentschap Wegen en Verkeer
- SER Self-Explaining Roads
- ROA 2014 Richtlijnen Ontwerp Autosnelweg 2014
- NOA Nieuwe Ontwerprichtlijn Autosnelweg
- RMC Regionale Mobiliteitscommissie
- PAC Provinciaal Administratief Centrum
- RSV Ruimtelijke Structuurplan Vlaanderen
- C Capaciteit
- D Doelcapaciteit
- VS de Verenigde Staten van Amerika
- MUTCD Manual on Uniform Traffic Control Devices
- RONA Richtlijnen voor het Ontwerpen van Niet-Autosnelwegen  
buiten de bebouwde kom
- ROA Richtlijn voor Ontwerp Autosnelwegen





---

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Agentschap Wegen en Verkeer, „Over het Agentschap Wegen en Verkeer,” [Online]. Available: <http://wegenenverkeer.be/beleid>.
- [2] Mobiliteit en Openbare Werken, „Agentschap Wegen en Verkeer,” [Online]. Available: <http://www.bouwmeeaanvlaanderen.be/?id=26>.
- [3] G. Maps, Artist, *Streetview afrit Tessenderlo N73 richting snelwegstraat*. [Art]. Google Inc, 2009.
- [4] G. Maps, Artist, *Streetview afrit Genk-Oost Europalaan richting As*. [Art]. Google Inc., 2013.
- [5] Departement Ruimtelijke Ordening, Woonbeleid en Onroerend Erfgoed, „Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. Gecoördineerde versie 2011,” 2011. [Online]. Available: <https://issuu.com/vlaanderen-be/docs/5d3c8e15-f3fe-4a1c-a3f8-dd569f82178e>.
- [6] AASTHO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington, 2011.
- [7] ATSSA, „Guidance for the Use of Dynamic Lane Merging Strategies — The National Work Zone Safety Information Clearinghouse,” U.S. Department of Transportation, 11 2012. [Online]. Available: [https://www.workzonesafety.org/training-resources/fhwa\\_wz\\_grant/atssa\\_dynamic\\_lane\\_merging/](https://www.workzonesafety.org/training-resources/fhwa_wz_grant/atssa_dynamic_lane_merging/). [Geopend 22 10 2017].
- [8] MoneyTalk, „MoneyTalk,” MoneyTalk, 5 juli 2016. [Online]. Available: <http://moneytalk.knack.be/geld-en-beurs/rechten/deze-voorrangsregels-gelden-op-een-rondpunt/article-normal-725123.html>. [Geopend 21 oktober 2017].
- [9] AWV, „Richtlijnen ontwerp rotonde,” AWV, Brussel, 2009.
- [10] Belga, „6 op de 10 automobilisten denken dat ritsen altijd en overal geldt,” 18 04 2017. [Online]. Available: <http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/binnenland/1.1943560>.
- [11] AWV, „Ritsen doe je zo,” AWV, 1 januari 2014. [Online]. Available: <http://wegenenverkeer.be/ritsendoejezo>. [Geopend 15 oktober 2017].
- [12] Steunpunt verkeersveiligheid bij stijgende mobiliteit, „Risicoanalyse autosnelwegen,” 2012. [Online]. Available: <http://www.steunpuntverkeersveiligheid.be/sites/default/files/RA-2004-28.pdf>.
- [13] Agentschap Wegen en Verkeer, „Richtlijnen m.b.t. verhardingsbreedtes op gewestwegen,” 2012. [Online]. Available: <https://wegenenverkeer.be/sites/awv/files/docs/MOW-AWV-2012-4.pdf>.
- [14] Rijkwaterstaat, „Richtlijn Ontwerp Autosnelwegen 2014,” Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015.

- [15] ECMT, Artist, *Speed Management*. [Art]. OECD, 2006.
- [16] Rijkswaterstaat, „Richtlijnen voor het ontwerpen van Autosnelwegen,” Rijkswaterstaat, Amsterdam, 1993.
- [17] VSV, „VSV,” 26 september 2014. [Online]. Available: [http://www.vsv.be/sites/default/files/4\\_motieven\\_voor\\_snelheidsgedrag\\_kris\\_brij\\_s.pdf](http://www.vsv.be/sites/default/files/4_motieven_voor_snelheidsgedrag_kris_brij_s.pdf). [Geopend 21 oktober 2017].
- [18] J. T. Reason, *Human error*, Manchester: Cambridge University Press, 1990.
- [19] R. J. Davidse, „researchgate,” researchgate, 1 Januari 2001. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/242107375\\_fig1\\_Fig-1-Fuller's-task-capability-interface-model-Fuller-2001](https://www.researchgate.net/figure/242107375_fig1_Fig-1-Fuller's-task-capability-interface-model-Fuller-2001). [Geopend 21 oktober 2017].
- [20] K. Cherry, „verywell,” 31 augustus 2017. [Online]. Available: <https://www.verywell.com/what-is-the-yerkes-dodson-law-2796027>. [Geopend 21 oktober 2017].
- [21] Rijschool pro, „Rijschool Pro,” Belga, 16 juli 2010. [Online]. Available: <https://www.rijschoolpro.nl/verkeerskunde/2010/07/16/ruim-helpt-vlamingen-vindt-verkeersborden-niet-duidelijk/>. [Geopend 21 oktober 2017].
- [22] G. Uhasselt, „Risky Driving,” Uhasselt, Diepenbeek, 2017.
- [23] A. N. e. D. Jeroen, „FACULTEIT TOEGEPASTE WETENSCHAPPEN,” mei 2004. [Online]. Available: <http://www.kuleuven.be/traffic/verkeersveiligheidstoolbox/download1/zelfver.pdf>. [Geopend 2017].
- [24] J. T. e. H. Godthelp, „Self-explaining roads,” 1995. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Jan\\_Theeuwes/publication/242392177\\_Self-explaining\\_roads/links/0a85e52fe767442c7f000000/Self-explaining-roads.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jan_Theeuwes/publication/242392177_Self-explaining_roads/links/0a85e52fe767442c7f000000/Self-explaining-roads.pdf). [Geopend 2017].
- [25] T. H. e. K. M. Kerrie Schattler, „EFFECTIVENESS EVALUATION OF A MODIFIED RIGHT-TURN LANE DESIGN AT INTERSECTIONS,” Illinois Center for Transportation, Illinois, 2016.
- [26] J. L. H. a. H. N. Karen K. Dixon, „Right-Turn Treatment for Signalized Intersections,” Atlanta, 1999.
- [27] D. J. W. Reumers, December 2017. [Online]. Available: <http://www.mobielvlaanderen.be/pdf/ovg52/analyserapport.pdf>. [Geopend 9 Februari 2018].
- [28] OpenStreetMap, „OpenStreetMap,” [Online]. Available: <https://www.openstreetmap.org/#map=16/50.9770/5.5480>. [Geopend 15 02 2018].

- [29] Google Maps, „VS - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@39.8099943,-76.0282836,5.71z>. [Geopend 16 April 2018].
- [30] U.S. Department of Transportation, „MUTCD for Streets and Highways,” Washington D.C., 2009.
- [31] AASHTO, „A POLICY on GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS and STREETS,” Washington, D.C., 2001.
- [32] USA traffic signs, „24" Yield Signs from USA Traffic Signs,” [Online]. Available: [https://www.usa-traffic-signs.com/Yield\\_p/r1-2ra22\\_.htm](https://www.usa-traffic-signs.com/Yield_p/r1-2ra22_.htm). [Geopend 23 Maart 2018].
- [33] Google Maps, „Hagerstown, Maryland - Google Maps,” [Online]. Available: [https://www.google.be/maps/@39.6626417,-77.7395881,3a,75y,134.06h,72.49t/data=!3m6!1e1!3m4!1sus8mGk\\_pApzS5Db9fsmARg!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.be/maps/@39.6626417,-77.7395881,3a,75y,134.06h,72.49t/data=!3m6!1e1!3m4!1sus8mGk_pApzS5Db9fsmARg!2e0!7i13312!8i6656). [Geopend 23 Maart 2018].
- [34] Google Maps, „Morristown, Tennessee - Google Maps,” [Online]. Available: [https://www.google.be/maps/@36.1339932,-83.2805495,3a,82y,327.58h,81.59t/data=!3m6!1e1!3m4!1s\\_swJ-0SttKmXqBX55Vgoyw!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.be/maps/@36.1339932,-83.2805495,3a,82y,327.58h,81.59t/data=!3m6!1e1!3m4!1s_swJ-0SttKmXqBX55Vgoyw!2e0!7i13312!8i6656). [Geopend 12 April 2018].
- [35] Google Maps, „Dixie Hwy - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@36.1351415,-83.2805304,3a,28y,29.68h,85.62t/data=!3m6!1e1!3m4!1s3LJMahQfUirHZPBWQs3XBg!2e0!7i13312!8i6656>. [Geopend 12 April 2018].
- [36] Google Maps, „Newburgh, New York - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/@41.5203407,-74.020606,3a,60y,321.73h,78.15t/data=!3m6!1e1!3m4!1sjmAIy1uLxsyxMhUzBLnFmA!2e0!7i13312!8i6656?hl=en>. [Geopend 23 Maart 2018].
- [37] Google Maps, „Canada - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@48.0957709,-69.4657309,5.71z>. [Geopend 16 April 2018].
- [38] Province of Ontario, „Introduction to the Ontario Traffic Manual, Appendix B - Sign Design Principles,” Queen's Printer for Ontario, 2001.
- [39] Ministry of Transportation, „BC Supplement to TAC Geometric Design Guide, 2007 edition,” 2007.
- [40] Transportation Association of Canada, „Manual of geometric design standards for Canadian roads and streets,” 1999.
- [41] Google Maps, „Bedford, Nova Scotia - Google Maps,” [Online]. Available: [https://www.google.ca/maps/@44.7428522,-63.6563189,3a,75y,103.36h,84.56t/data=!3m6!1e1!3m4!1s\\_PpzUhNFZ7RDhjVp wXmCYw!2e0!7i13312!8i6656?hl=en](https://www.google.ca/maps/@44.7428522,-63.6563189,3a,75y,103.36h,84.56t/data=!3m6!1e1!3m4!1s_PpzUhNFZ7RDhjVp wXmCYw!2e0!7i13312!8i6656?hl=en). [Geopend 23 Maart 2018].

- [42] Google Maps, „Bedford, Nova Scotia - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.ca/maps/@44.7428221,-63.6560596,3a,49.4y,115.96h,84.49t/data=!3m6!1e1!3m4!1sgj36l3M69A66JIIHOLx1sQ!2e0!7i13312!8i6656?hl=en>. [Geopend 23 Maart 2018].
- [43] Google Maps, „Saint-Jérôme, Québec - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@45.7791043,-74.0232675,3a,74.8y,231.16h,83.63t/data=!3m6!1e1!3m4!1sYXHkHOKH2fxUqchgP9aB7Q!2e0!7i13312!8i6656>. [Geopend 23 Maart 2018].
- [44] Google Maps, „Ottawa, Ontario - Google Maps,” [Online]. Available: [https://www.google.be/maps/@45.4674377,-75.5448156,3a,27.5y,146.49h,84.09t/data=!3m6!1e1!3m4!1sDsA\\_RXQd2Sc8nDGs2c8FGg!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.be/maps/@45.4674377,-75.5448156,3a,27.5y,146.49h,84.09t/data=!3m6!1e1!3m4!1sDsA_RXQd2Sc8nDGs2c8FGg!2e0!7i13312!8i6656). [Geopend 23 Maart 2018].
- [45] Google Maps, „Nederland - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@52.1275875,6.3182588,7.75z>. [Geopend 16 April 2018].
- [46] theglobaleconomy.com, „Roads quality by country, around the world | TheGlobalEconomy.com,” 2015. [Online]. Available: [https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads\\_quality/](https://www.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/). [Geopend 4 April 2018].
- [47] statista.com, „• Road quality list by country 2016/17 | Statista,” [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/268157/ranking-of-the-20-countries-with-the-highest-road-quality/>. [Geopend 4 April 2018].
- [48] Rijkswaterstraat, Dienst Verkeerskunde, „Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen buiten de bebouwde kom - III kruispunten,” Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage, 1986.
- [49] InfoNu.nl, „Plaatsing en toepassing van verkeersborden | Auto en Vervoer: Verkeer,” [Online]. Available: <https://auto-en-vervoer.infonu.nl/verkeer/90403-plaatsing-en-toepassing-van-verkeersborden.html>. [Geopend 16 April 2018].
- [50] Google Maps, „Sprang-Capelle, Noord-Brabant - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.nl/maps/@51.6891029,5.0405363,3a,49.2y,164.08h,80.91t/data=!3m6!1e1!3m4!1siuEQ0o9nYoXwX4VvxPjdjA!2e0!7i13312!8i6656>. [Geopend 24 Maart 2018].
- [51] Google Maps, „N261 - Google Maps,” [Online]. Available: [https://www.google.nl/maps/@51.6873575,5.0411585,3a,25.6y,167.99h,86.84t/data=!3m6!1e1!3m4!1s\\_4wjF4fkcv57zyUI-NmL-w!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.nl/maps/@51.6873575,5.0411585,3a,25.6y,167.99h,86.84t/data=!3m6!1e1!3m4!1s_4wjF4fkcv57zyUI-NmL-w!2e0!7i13312!8i6656). [Geopend 24 Maart 2018].
- [52] Google Maps, „Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.nl/maps/@51.687765,5.0412448,270a,57.5y,259.43h,6.25t/data=!3m1!1e3>. [Geopend 24 Maart 2018].
- [53] Google Maps, „Krabbendijke, Zeeland - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.nl/maps/@51.4374004,4.0679676,3a,50.5y,24.5h,86.68t/da>

- ta=!3m6!1e1!3m4!1s63\_7\_RomcYDQQ3PTS3eAfw!2e0!7i13312!8i6656.  
[Geopend 24 Maart 2018].
- [54] Google Maps, „Frankrijk - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@47.4089509,5.3334579,6.25z>. [Geopend 16 April 2018].
- [55] Sétra, „Les échangeurs sur routes de type « Autoroute »,” 2012.
- [56] Google Maps, „Route de Caen - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@49.0859389,-0.6398754,3a,25y,254.84h,85.3t/data=!3m6!1e1!3m4!1sqreVuQH2wQINcirqeQCncA!2e0!7i13312!8i6656>. [Geopend 4 April 2018].
- [57] Google Maps, „Onnaing, Hauts-de-France - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@50.3673486,3.5995345,3a,75y,103.51h,89.96t/data=!3m6!1e1!3m4!1sSEg9qzV6JD3d60xprUB6aQ!2e0!7i13312!8i6656>. [Geopend 24 Maart 2018].
- [58] Google Maps, „Crespin, Hauts-de-France - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@50.4349758,3.6607187,3a,15y,100.43h,87.51t/data=!3m6!1e1!3m4!1sOlGoZrvSA9fayGtuSVS6-g!2e0!7i13312!8i6656>. [Geopend 24 Maart 2018].
- [59] Google Maps, „Denemarken - Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@56.0704458,9.9811377,7.5z>. [Geopend 16 April 2018].
- [60] Vejdirektoratet, „Vejkryds i byer - 4.12.1 Krydsudformning,” 1 Januari 2018. [Online]. Available: <http://vejregler.lovportaler.dk/showdoc.aspx?t=%2fv1%2fNavigation%2fTillidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2f&q+=lige+vinkel&docId=vd20180006-full>. [Geopend 16 April 2018].
- [61] retsinformation.dk, „Bekendtgørelse om vejafmærkning - retsinformation.dk - B 15 Sammenfletning,” [Online]. Available: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=139507>. [Geopend 4 April 2018].
- [62] Vejdirektoratet, „Prioriterede vejkryds i åbent land - 2.4.4 Højreindsvingsspor,” 1 September 2017. [Online]. Available: <http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?t=%2fv1%2fNavigation%2fTillidsmandssystemer%2fVejregler%2fAnlaegsplanlaegning%2f&q=flettestr%C3%A6knin gen&docId=vd20170120-full>. [Geopend 16 April 2018].
- [63] Kørekort Guiden, „VIGEPLIGTSTAVLER - Oversigt over tavler, der angiver vigepligt,” [Online]. Available: <http://koerekort-guiden.dk/vigepligtstavler>. [Geopend 24 Maart 2018].
- [64] Vejdirektoratet, „Tracering i åbent land - 8.3.1 Ensidig sidehældning,” 1 Oktober 2012. [Online]. Available:

- <http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?schultzlink=vd-anlaeg-vejgeo-tracering#pkt9>. [Geopend 16 April 2018].
- [65] Google Maps, „Padborg, Zuid-Denemarken - Google Maps,” [Online]. Available: [https://www.google.be/maps/@54.8222031,9.3274748,3a,75y,67.35h,74.66t/data=!3m6!1e1!3m4!1sMA5Y\\_u5ppJBB5Q6esRPuVw!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.be/maps/@54.8222031,9.3274748,3a,75y,67.35h,74.66t/data=!3m6!1e1!3m4!1sMA5Y_u5ppJBB5Q6esRPuVw!2e0!7i13312!8i6656). [Geopend 24 Maart 2018].
- [66] Vejdirektoratet, „Prioriterede vejkryds i åbent land - 8.1.3 Afmærkning på sekundærvejen,” 1 September 2017. [Online]. Available: <http://vejregler.lovportaler.dk/ShowDoc.aspx?hashparam=pkt14&q=hj%C3%B8rne+krydsninger&docId=vd20170120-full>. [Geopend 16 April 2018].
- [67] Google Maps, „Vejen, Zuid-Denemarken - Google Maps,” [Online]. Available: [https://www.google.be/maps/@55.4918264,9.1604929,3a,49.2y,277.6h,87.91t/data=!3m6!1e1!3m4!1s\\_wXO2s8jzW186aqtUAzE7Q!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.be/maps/@55.4918264,9.1604929,3a,49.2y,277.6h,87.91t/data=!3m6!1e1!3m4!1s_wXO2s8jzW186aqtUAzE7Q!2e0!7i13312!8i6656). [Geopend 24 Maart 2018].
- [68] J. Sauro, „MeasuringU: What Statistical Test do I Use?,” MeasuringU, 26 Juni 2012. [Online]. Available: <https://measuringu.com/product/expandedstats/>. [Geopend 5 Mei 2018].
- [69] Agentschap Mobiliteit en Openbare Werken, „Ongevalgegevens te bespreken complexen,” Vlaamse Overheid, Brussel, 2018.
- [70] Politie CARMA, „Ongevalgegevens,” Genk, 2018.
- [71] Hertsberge.be, „februari 2014 | Hertsberge,” Februari 2014. [Online]. Available: <http://www.hertsberge.be/2014/02/>. [Geopend 25 Maart 2018].
- [72] Vlaams Verkeerscentrum, „Nieuws,” 13 April 2010. [Online]. Available: <http://www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/werkzaamheden/2010/E19-100310-luchthavenlaan>. [Geopend 26 Maart 2018].
- [73] R. Tollenaere, „Nieuwe afrit E17-R4 woensdagmorgen open voor verkeer (Gent) - Het Nieuwsblad,” 13 November 2012. [Online]. Available: [https://www.nieuwsblad.be/cnt/blrto\\_20121113\\_005](https://www.nieuwsblad.be/cnt/blrto_20121113_005). [Geopend 27 Maart 2018].
- [74] Vlaams Verkeerscentrum, „Verkeersindicatoren,” [Online]. Available: <http://indicatoren.verkeerscentrum.be/vc.indicators.web.gui/indicator/index#/presentation-tab-table>. [Geopend 4 April 2018].
- [75] Wegen en Verkeer, „Op- en afritten E40 twee dagen afgesloten op 2 en 3 november | Ring Aalst,” 3 November 2015. [Online]. Available: <http://www.ringaalst.be/op-en-afritten-e40-twee-dagen-afgesloten-op-2-en-3-november>. [Geopend 25 Maart 2018].
- [76] Google Earth, *Afrit Aalst luchtfoto*, 2015.
- [77] Google Earth, *Afrit Aalst luchtfoto*, 2016.

- 
- [78] Google Maps, „Google Maps Heerweg-Noord,” [Online]. Available: <https://www.google.be/maps/@51.0129874,3.7200764,70m/data=!3m1!1e3>. [Geopend 4 April 2018].
- [79] O. Belg, „juridisch forum,” juridisch forum, 1 mei 2013. [Online]. Available: <https://juridischforum.be/viewtopic.php?t=47189>. [Geopend 1 oktober 2017].
- [80] Agentschap wegen en verkeer, „Algemene omzendbrief nopens de wegsignalisatie MOW/AWV/2014/12,” 2013. [Online]. Available: <https://wegenenverkeer.be/dienstorders>.
- [81] Wegcode België, „Artikel 12bis. ritsen,” 1 december 1975. [Online]. Available: <https://wegcode.be/wetteksten/secties/kb/wegcode/2022-art12bis>. [Geopend 2017].





---

## BIJLAGEN

<b>Bijlage A: Enquêteresultaten</b> .....	<b>137</b>
A.1 Inleiding .....	137
A.2 Situatie 1 invoegstrook – versie 1 .....	137
A.3 Situatie 2 haaiantanden – versie 1 .....	142
A.4 Situatie 2 haaiantanden – versie 2 .....	147
A.5 Situatie 1 invoegstrook – versie 2 .....	151
<b>Bijlage B: Totale analyse ongevalgegevens</b> .....	<b>157</b>
B.1 Situaties met haaiantanden (verkeersbord B1).....	157
B.2 Situaties met invoegstrook (verkeersbord B1) .....	175



---

## Bijlage A: Enquêteresultaten

### A.1 Inleiding

Om het voor de lezer zo makkelijk mogelijk te maken, is er hiervoor gekozen om tussentijdse conclusies te geven bij de resultaten. Dit zodat het duidelijk is over welke versie of situatie het gaat. Daarnaast is elke vraag, of vraag met eenzelfde doel aangegeven met dezelfde Q-code, dit om de leesbaarheid te verhogen. Belangrijk is dat deze resultaten zoals in het onderzoek zelf ook was aangegeven, subjectief zijn. Daardoor dienen deze resultaten dus met de nodige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.

### A.2 Situatie 1 invoegstrook – versie 1

#### A.2.1 Inschatting verkeersinrichting

##### A.2.1.1 Resultaten

De eerste situatie is de situatie met invoegstrook. In dit deel worden de resultaten van de vragen in verband met het inschatten van de bestaande verkeersinrichting weergegeven en besproken. De eerste vraag die gesteld was: "Heeft u verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek) opgemerkt?". **[Q1]**

- 64,6% had het bord opgemerkt.
- 35,4% had het bord niet opgemerkt.

De tweede vraag die gesteld was: "Bent u bekend met deze situatie? (Afrit Genk-Oost richting Genk)". **[Q2]**

- 50,2% was niet bekend met deze situatie.
- 49,8% was wel bekend met deze situatie.

De derde en laatste vraag die gesteld was: "Bij het naderen van het kruispunt van de afrit op de ondergelegen weg wordt de voorrangregeling aangegeven door het verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek). Had u een invoegstrook verwacht na het zien van dit verkeersbord?". **[Q3]**

- 61,6% verwachtte geen invoegstrook in deze situatie.
- 38,4% verwachtte wel een invoegstrook in deze situatie.

##### A.2.1.2 Conclusie

Een aandachtspunt is dat 35% van de bestuurders het verkeersbord B1 niet gezien hadden. Dit kan komen doordat de begroeiing op dat moment te overwoekerend was, of dat dit verkeersbord op een slechte locatie stond. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties wat zoveel mogelijk vermeden dient te worden. Wat uit deze vragen opvalt is dat 62% van de bestuurders geen invoegstrook verwachtte die er wel is. Dit komt vooral doordat verkeersbord B1 vaker voorkomt in combinatie met een voorrangskruispunt met haaiantanden dan een invoegstrook. Hierdoor zullen bestuurders dit verkeersbord hier vaker aan associëren. Dit is een hoog percentage ondanks dat ongeveer de helft van de bestuurders bekend was met deze situatie. Een mogelijke conclusie hieruit kan zijn dat enkel mensen die bekend zijn met de afrit minder mentaal belast zijn en dus de capaciteit hebben om meer zaken in het wegbeeld op te nemen, of dat zij de locatie van dit verkeersbord al kenden op voorhand.

## A.2.2 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die invoegstrook niet hadden verwacht (62%)

### A.2.2.1 Resultaten

De eerste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Wat had u wel verwacht na het zien van het verkeersbord B1?". **[Q4]**

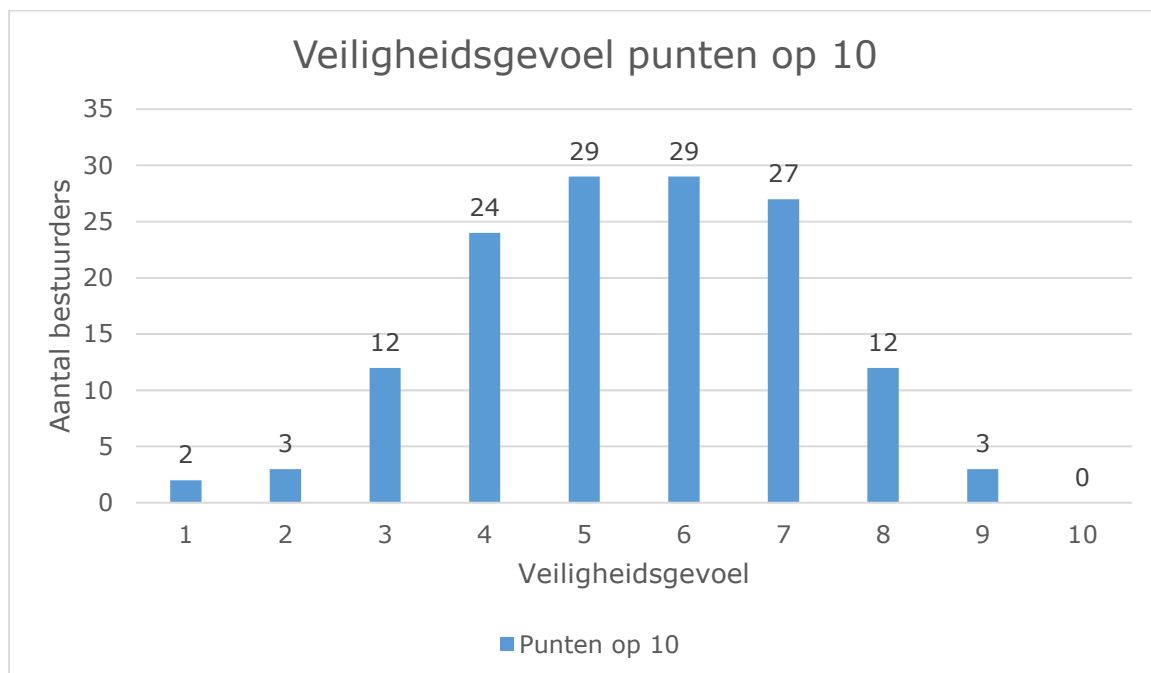
- 92,2% verwachtte haaietanden na het zien van het verkeersbord B1.
- 7,8% had niets verwacht na het zien van het verkeersbord B1.

De tweede vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Wat zou u doen?". **[Q5]**

- 12,1% zou anticiperen op voorliggende voertuigen.
- 24,8% zou anticiperen op de wegmarkeringen.
- 63,1% zou eerst vertragen en dan anticiperen op de kruisende voertuigen.

De derde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?" **[Q6]**. Deze resultaten zijn gegeven in Figuur 0-1. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 5,47
- Standaardfout = 0,14
- Mediaan = 6
- Standaardafwijking = 1,68
- Steekproefvariantie = 2,81



Figuur 0-1: Gevoel van veiligheid situatie 1 - versie 1 - invoegstrook niet verwacht

De vierde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 50,4% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 44% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 5,7% zou niet vertragen.

De vijfde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?". **[Q8]**

- 10,6% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 50,4% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 39% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De zesde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 90,8% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.
- 9,2% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De zevende vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)". **[Q10]**

- 23,8% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 19,5% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 56,7% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De achtste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?". **[Q11]**

- 68,1% had een comfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 31,2% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 0,7% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

#### A.2.2.2 Conclusie

De 62% die geen invoegstrook hadden verwacht, maken als het ware een inschattingsfout. Verder blijkt dat de meeste gekozen correctie van de inschattingsfout eerst vertragen en dan anticiperen op de kruisende voertuigen is. Dit is een veilige correctie. Kruisende voertuigen zijn daarnaast wel moeilijker in te schatten dan wegmarkeringen of verkeersinrichtingen. Op basis van enkele berekende getallen kan geconstateerd worden dat mensen die geen invoegstrook hadden verwacht een redelijk laag gevoel van veiligheid hadden bij deze situatie, dit met een gemiddeld cijfer van 5,47. Bijkomend zou bijna elke ondervraagde de snelheid aanpassen. Dit is een veilige handeling maar kan zorgen voor een minder vlotte doorstroming wat kan leiden tot filevorming.

61% had een onveilig of oncomfortabel gevoel inzake de zichtafstand in deze situatie. Dit geeft aan dat de zichtafstand beter wordt vergroot om het comfort en veiligheidsgevoel van de bestuurders te verhogen. Ook had 9% al een ongeval of bijna-ongeval gehad. Dit kan erop wijzen dat in deze situaties toch een aanzienlijk aantal ongevallen of bijna-ongevallen kunnen plaatsvinden. Uiteraard is dit enkel een indicatie omdat deze gegevens subjectief zijn. Daarnaast blijkt dat 57% van de bestuurders aangaf dat er bijkomende signalisatie moet komen. Dit kan ertoe leiden dat de bestuurder de situatie beter gaat inschatten. Uit bovenstaande resultaten blijkt dat 68% een comfortabel gevoel had bij de kromming van de bocht en 31% had een oncomfortabel gevoel. Dit wijst erop dat de bocht een relatief kleine kromming heeft, maar zeker niet onveilig is.

Samengevat kan worden afgeleid dat op basis van deze antwoorden de zichtafstand verbeterd kan worden, vooral naar het kruispunt met de onderliggende weg toe voor bestuurders die geen invoegstrook hadden verwacht. Daarnaast dient er voor deze

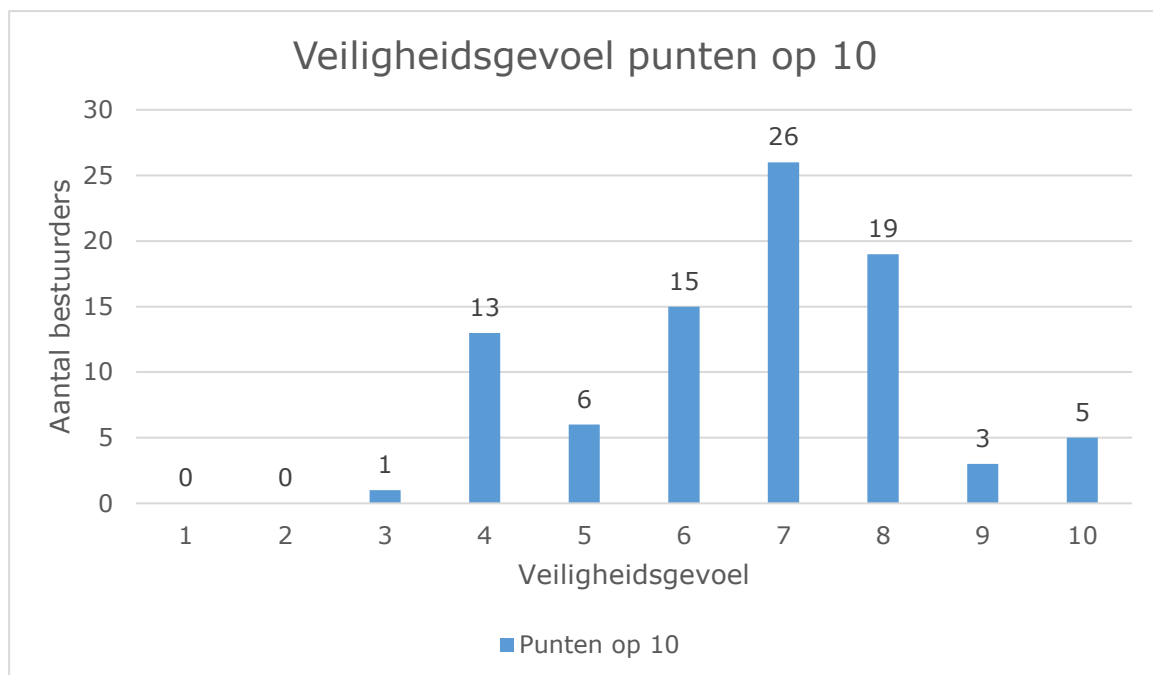
bestuurders extra signalisatie te worden voorzien in combinatie met een beter zichtbare locatie voor het verkeersbord.

### A.2.3 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die invoegstrook wel hadden verwacht (38%)

#### A.2.3.1 Resultaten

De eerste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?" **[Q6]**. Deze resultaten zijn gegeven in Figuur 0-2. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 6,66
- Standaardfout = 0,18
- Mediaan = 7
- Standaardafwijking = 1,65
- Steekproefvariantie = 2,73



Figuur 0-2: Gevoel van veiligheid situatie 1 - versie 1 - invoegstrook wel verwacht

De tweede vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 46,6% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 31,8% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 21,6% zou niet vertragen.

De derde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?". **[Q8]**

- 6,8% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 50% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 43,2% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De vierde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 87,5% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.
- 12,5% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De vijfde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)". **[Q10]**

- 39,6% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 20,8% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 39,6% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De zesde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?". **[Q11]**

- 69,3% had een comfortabel bij de kromming van de bocht.
- 28,4% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 2,3% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

#### A.2.3.2 Conclusie

Op basis van bovenstaande getallen kan geconstateerd worden dat mensen die wel een invoegstrook hadden verwacht een redelijk gevoel van veiligheid hadden bij deze situatie, dit met een gemiddeld cijfer van 6,66. Bijna 80% van de bestuurders past daarnaast zijn snelheid aan. Dit is een veilige handeling, maar kan zorgen voor een minder vlotte doorstroming wat kan leiden tot filevorming. Ongeveer 57% had een onveilig of oncomfortabel gevoel inzake de zichtafstand in deze situatie. Dit geeft aan dat de zichtafstand beter wordt vergroot om het comfort en veiligheidsgevoel van de bestuurders te verhogen. Daarnaast had ongeveer 13% al een ongeval of bijna-ongeval gehad. Dit kan erop wijzen dat in deze situatie toch een aanzienlijk aantal ongevallen of bijna-ongevallen kunnen plaatsvinden. Dit is enkel een indicatie omdat deze gegevens subjectief zijn.

Uit bovenstaande gegevens blijkt dat een aanzienlijk deel van 40% van de bestuurders aangeeft dat er bijkomende signalisatie moet komen. Dit kan ertoe leiden dat de bestuurder de situatie beter gaat inschatten. Daarnaast blijkt dat meer dan 69% een comfortabel gevoel had bij de kromming van de bocht. Enkel 28% had een oncomfortabel gevoel. Dit wijst erop dat de bocht een relatief kleine kromming heeft, maar zeker niet onveilig is. Samengevat kan worden afgeleid dat op basis van deze antwoorden de zichtafstand verbeterd kan worden, vooral naar het kruispunt met de onderliggende weg toe voor bestuurders die wel een invoegstrook hadden verwacht. Daarnaast dient er voor deze bestuurders extra signalisatie te worden voorzien in combinatie met een beter zichtbare locatie voor het verkeersbord. Dit is dezelfde conclusie als in het vorige hoofdstuk waar de bestuurders geen invoegstrook hadden verwacht.



## **A.3 Situatie 2 haaiantanden – versie 1**

### **A.3.1 Inschatting verkeersinrichting**

De tweede situatie is de situatie met haaiantanden op het einde van de afrit. In dit deel worden de resultaten van de vragen in verband met het inschatten van de bestaande verkeersinrichting weergegeven en besproken. Belangrijk hierbij is dat de vragen hetzelfde zijn als in A.2. Hierdoor kunnen sommige resultaten een vertekend beeld geven. Dit is te wijten aan het feit dat de bevroagden bepaalde vragen al verwachtten als gevolg van het vorige fragment. Daardoor is het beter om de resultaten van A.4 Situatie 2 haaiantanden – versie 2 te bekijken, aangezien daar de situatie met haaiantanden als eerste werd vertoond.

#### **A.3.1.1 Resultaten**

De eerste vraag die gesteld was: "Heeft u verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek) opgemerkt?". **[Q1]**

- 70,7% had het bord opgemerkt.
- 29,3% had het bord niet opgemerkt.

De tweede vraag die gesteld was: "Bent u bekend met deze situatie? (Afrif Genk-Oost richting As)". **[Q2]**

- 56,3% was niet bekend met deze situatie.
- 43,7% was wel bekend met deze situatie.

De derde en laatste vraag die gesteld was: "Bij het naderen van het kruispunt van de afrit op de ondergelegen weg wordt de voorrangregeling aangegeven door het verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek). Had u haaiantanden verwacht na het zien van dit verkeersbord?". **[Q3]**

- 28,4% verwachtte geen haaiantanden in deze situatie.
- 71,6% verwachtte wel haaiantanden in deze situatie.

#### **A.3.1.2 Conclusie**

Uit de enquête blijkt dat 71% van de ondervraagden het verkeersbord B1 had opgemerkt. Dit is hoogstwaarschijnlijk hier te wijten aan de voorspelbaarheid van de gelijkaardige vraag uit A.2. Daarnaast is 56% van de ondervraagden voor versie 1 niet bekend met deze concrete situatie. Wat uit deze vragen opvalt is dat 72% van de bestuurders wel haaiantanden verwacht, enkel 28% verwacht dit niet. Voor deze 28% kan dit leiden tot gevaarlijke situaties door het verkeerd inschatten van het type van kruispunt. Deze 28% wordt hieronder verder besproken.

### **A.3.2 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die geen haaiantanden hadden verwacht (28%)**

#### **A.3.2.1 Resultaten**

De eerste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Wat had u wel verwacht na het zien van het verkeersbord B1?". **[Q4]**

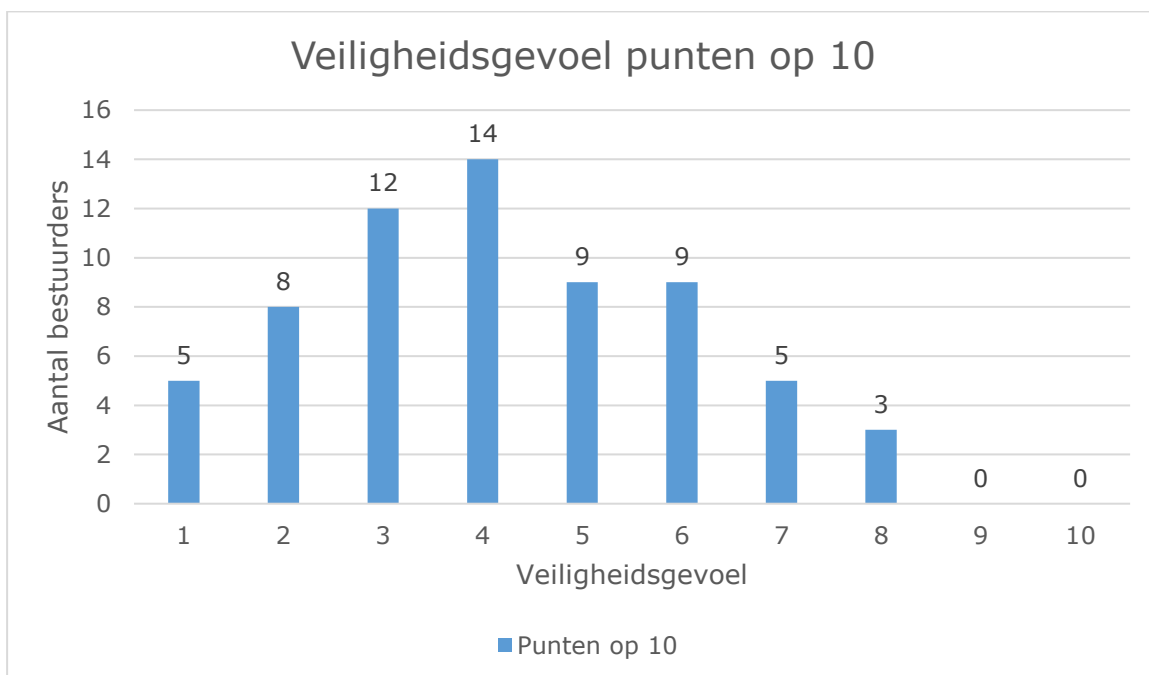
- 81,5% verwachtte een invoegstrook na het zien van het verkeersbord B1.
- 18,5% had niets verwacht na het zien van het verkeersbord B1.

De tweede vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Wat zou u doen?". **[Q5]**

- 15,4% zou anticiperen op voorliggende voertuigen.
- 23,1% zou anticiperen op de wegmarkeringen.
- 61,5% zou eerst vertragen en dan anticiperen op de kruisende voertuigen.

De derde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?". **[Q6]** Deze resultaten zijn gegeven in Figuur 0-3. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 4,17
- Standaardfout = 0,23
- Mediaan = 4
- Standaardafwijking = 1,88
- Steekproefvariantie = 3,52



Figuur 0-3: Gevoel van veiligheid situatie 2 - versie 1 – haaiantanden niet verwacht

De vierde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 66,2% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 23,1% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 10,8% zou niet vertragen.

De vijfde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?". **[Q8]**

- 29,2% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 56,9% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 13,8% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De zesde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 84,6% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.
- 15,4% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De zevende vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)". **[Q10]**

- 22,2% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 36,1% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 41,7% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De achtste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?". **[Q11]**

- 52,3% had een comfortabel bij de kromming van de bocht.
- 36,9% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 10,8% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

#### A.3.2.2 Conclusie

De 28% die geen haaiantanden hadden verwacht, maken als het ware een inschattingfout. Uit de bovenstaande resultaten blijkt dat de meeste gekozen correctie van de inschattingfout, eerst vertragen en dan anticiperen op de kruisende voertuigen is. Dit is een veilige correctie maar kruisende voertuigen zijn daarnaast wel moeilijker in te schatten dan wegmarkeringen of verkeersinrichtingen. Op basis van enkele berekende getallen kan geconstateerd worden dat mensen die geen haaiantanden hadden verwacht een laag gevoel van veiligheid hadden bij deze situatie, dit met een gemiddelde van 4,17. Daarnaast had ongeveer 86% een onveilig of oncomfortabel gevoel inzake de zichtafstand in deze situatie. Hieruit blijkt dat de zichtafstand beter wordt vergroot om het comfort en veiligheidsgevoel van de bestuurders te verhogen.

15% heeft een ongeval of bijna-ongeval gehad. Dit kan erop wijzen dat in deze situaties toch een aanzienlijk aantal ongevallen of bijna-ongevallen kunnen plaatsvinden. Dit is enkel een indicatie omdat deze gegevens subjectief zijn. Ook blijkt dat 42% van de bestuurders aangeeft dat er bijkomende signalisatie moet komen. Dit kan ertoe leiden dat de bestuurder de situatie beter gaat inschatten. Inzake de kromming van de bocht blijkt dat meer dan 52% een comfortabel gevoel hierbij had, 37% had een oncomfortabel gevoel en 11% had een onveilig gevoel. Dit wijst erop dat de bocht een relatief kleine kromming heeft, maar ook onveilig kan zijn.

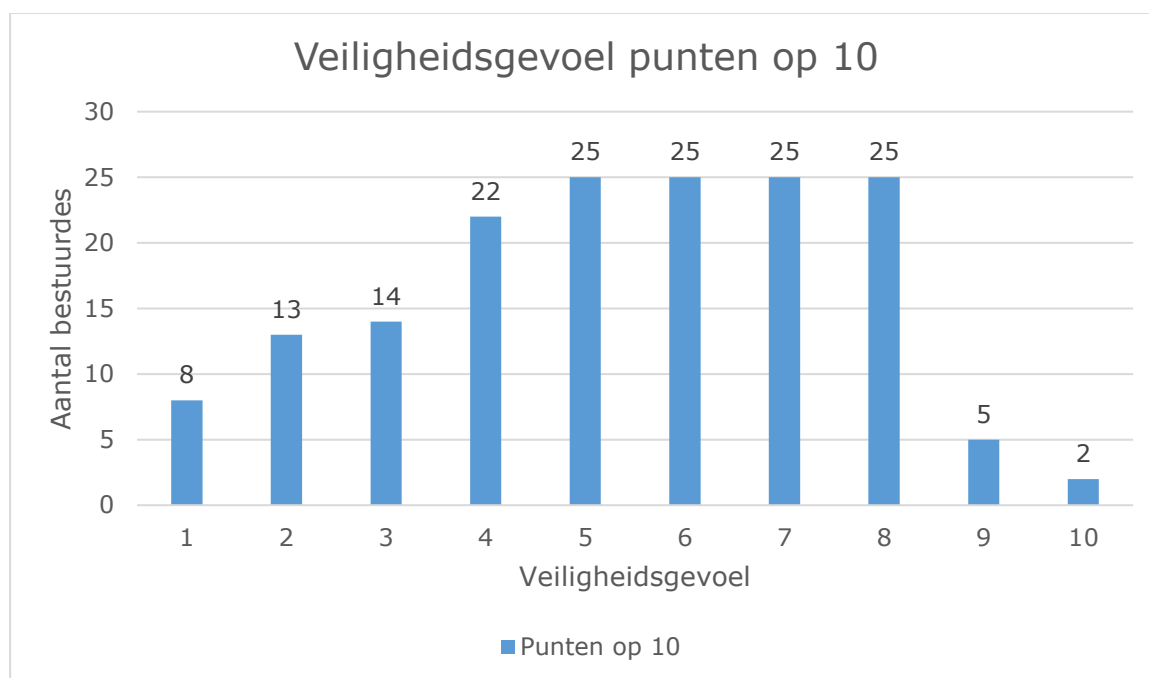
Samengevat kan worden afgeleid dat op basis van deze antwoorden de zichtafstand verbeterd kan worden, vooral naar het kruispunt met de onderliggende weg toe voor bestuurders die geen haaiantanden hadden verwacht. Daarnaast dient er voor deze bestuurders extra signalisatie te worden voorzien in combinatie met een beter zichtbare locatie voor het verkeersbord. Dit is dezelfde conclusie als de conclusie van de eerste situatie waar een invoegstrook is.

### A.3.3 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die haaiantanden wel hadden verwacht (72%)

#### A.3.3.1 Resultaten

De eerste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?". **[Q6]** Deze resultaten zijn gegeven in Figuur 0-4. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 5,36
- Standaardfout = 0,17
- Mediaan = 5,5
- Standaardafwijking = 2,19
- Steekproefvariantie = 4,80



Figuur 0-4: Gevoel van veiligheid situatie 2 - versie 1 – haaiantanden wel verwacht

De tweede vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 77,4% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 19,5% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 3% zou niet vertragen.

De derde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?". **[Q8]**

- 20,1% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 45,7% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 34,1% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De vierde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 87,8% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.
- 12,2% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De vijfde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)".

### **[Q10]**

- 40,8% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 29,9% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 29,3% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De zesde vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?". **[Q11]**

- 68,3% had een comfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 28,7% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 3% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

### A.3.3.2 Conclusie

Op basis van enkele berekende getallen hierboven kan geconstateerd worden dat mensen die wel haaiantanden hadden verwacht een redelijk laag gevoel van veiligheid hadden bij deze situatie, dit met een gemiddelde van 5,36. Daarnaast zou bijna 97% zijn snelheid aanpassen. Dit is een veilige handeling maar kan zorgen voor een minder vlotte doorstroming wat kan leiden tot filevorming. Ongeveer 76% had een onveilig of oncomfortabel gevoel in deze situatie inzake de zichtafstand. Dit geeft aan dat de zichtafstand beter wordt vergroot om het comfort en veiligheidsgevoel van de bestuurders te verhogen. Ook had 12% al een ongeval of bijna-ongeval gehad. Dit kan erop wijzen dat in deze situaties toch een aanzienlijk aantal ongevallen of bijna-ongevallen kunnen plaatsvinden. Dit is enkel een indicatie omdat deze gegevens subjectief zijn.

Uit bovenstaande resultaten blijkt ook dat 29% van de bestuurders aangeeft dat er bijkomende signalisatie moet komen. Dit kan ertoe leiden dat de bestuurder de situatie beter gaat inschatten. Dit is bijna 1/3 van de bestuurders, wat toch een aanzienlijk deel is. In verband met de kromming van de bocht blijkt dat 68% een comfortabel gevoel hierbij had en 29% een oncomfortabel gevoel. Dit wijst erop dat de bocht een relatief kleine kromming heeft, maar zeker niet onveilig is.

Samengevat kan worden afgeleid dat op basis van deze antwoorden de zichtafstand verbeterd kan worden, vooral naar het kruispunt met de onderliggende weg toe voor bestuurders die wel haaiantanden hadden verwacht. Daarnaast dient er voor deze bestuurders extra signalisatie te worden voorzien in combinatie met een beter zichtbare locatie voor het verkeersbord. Dit is dezelfde conclusie als in het vorige hoofdstuk waar de bestuurders geen haaiantanden hadden verwacht. Een belangrijk punt is wel dat bestuurders de situatie met invoegstrook een hoger gevoel van veiligheid aanschrijven dan de situatie met haaiantanden.

## **A.4 Situatie 2 haaiantanden – versie 2**

### **A.4.1 Inschatting verkeersinrichting**

#### **A.4.1.1 Resultaten**

Situatie 2 bestaat hier uit de situatie met het voorrangskruispunt (haaiantanden) met verkeersbord B1. Conform de voorafgaande resultaten worden in dit gedeelte de resultaten van de vragen i.v.m. het inschatten van de verkeersinrichting gegeven en besproken. De eerste vraag die gesteld was: "Heeft u verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek) opgemerkt?". **[Q1]**

- 55,3% had het bord opgemerkt.
- 44,7% had het bord niet opgemerkt.

De tweede vraag die gesteld was: "Bent u bekend met deze situatie? (Afrif Genk-Oost richting As)". **[Q2]**

- 45,1% was niet bekend met deze situatie.
- 54,9% was wel bekend met deze situatie.

De derde en laatste vraag die gesteld was: "Bij het naderen van het kruispunt van de afrif op de ondergelegen weg wordt de voorrangregeling aangegeven door het verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek). Had u haaiantanden verwacht na het zien van dit verkeersbord?". **[Q3]**

- 12,3% verwachtte geen haaiantanden in deze situatie.
- 87,7% verwachtte wel haaiantanden in deze situatie.

#### **A.4.1.2 Conclusie**

Uit de enquête blijkt dat slechts 55% van de ondervraagden het verkeersbord B1 heeft opgemerkt. Dit kan te wijten zijn aan het feit dat de begroeiing op dat moment te overwoekerend was; of dat dit verkeersbord op een slechte locatie stond. Daarnaast was 55% van de ondervraagden voor versie 2 bekend met deze concrete situatie (afrif Genk-Oost richting As). Een mogelijke conclusie hieruit kan zijn dat enkel mensen die bekend zijn met de afrif minder mentaal belast zijn en dus de capaciteit hebben om meer zaken in het wegbeeld op te nemen; of dat zij de locatie van dit verkeersbord al kenden op voorhand.

Van de ondervraagden had een overgrote meerderheid van 88% na het verkeersbord B1 een voorrangskruispunt verwacht in de vorm van haaiantanden. Slechts 12% had dit niet verwacht. Dit komt vooral doordat verkeersbord B1 vaker voorkomt in combinatie met een voorrangskruispunt met haaiantanden dan een invoegstrook. Hierdoor zullen bestuurders dit verkeersbord hier vaker aan associëren.

### **A.4.2 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die haaiantanden niet hadden verwacht (12%)**

#### **A.4.2.1 Resultaten**

De eerste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Wat had u wel verwacht na het zien van het verkeersbord B1?". **[Q4]**

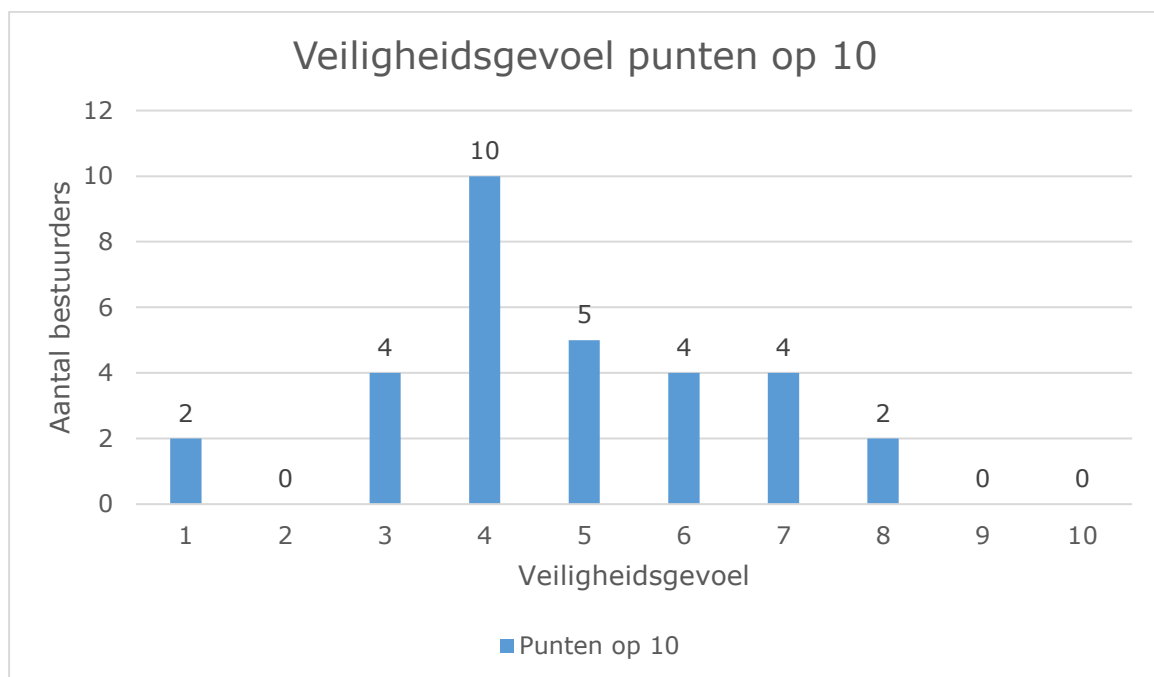
- 71% verwachtte een invoegstrook na het zien van het verkeersbord B1.
- 29% had niets verwacht na het zien van het verkeersbord B1.

De tweede vraag die gesteld was in dit gedeelte: "Wat zou u doen?". **[Q5]**

- 16,1% zou anticiperen op voorliggende voertuigen.
- 9,7% zou anticiperen op wegmarkeringen.
- 74,2% zou eerst vertragen en dan anticiperen op de kruisende voertuigen.

De resultaten van vraag 3: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?" **[Q6]** zijn gegeven in Figuur 0-5. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 4,74
- Standaardfout = 0,32
- Mediaan = 4
- Standaardafwijking = 1,77
- Steekproefvariantie = 3,13



Figuur 0-5: Gevoel van veiligheid situatie 2 – versie 2 – haaiantanden niet verwacht

De vierde vraag die gesteld werd: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 64,5% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 32,3% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 3,2% zou niet vertragen.

De vijfde vraag die gesteld werd: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?". **[Q8]**

- 19,4% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 45,2% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 35,5% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De zesde vraag die gesteld werd: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 83,9% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

- 16,1% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De zevende vraag die gesteld werd: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)". **[Q10]**

- 22,2% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 30,6% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 47,2% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De achtste vraag en tevens de laatste vraag van dit gedeelte die gesteld werd: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?" **[Q11]**

- 77,4% had een comfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 16,1% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 6,5% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

#### A.4.2.2 Conclusie

De 12% die geen invoegstrook hadden verwacht, maken in dit geval een verkeerde inschatting van het kruispunt. Om deze verkeerde inschatting te corrigeren, zou 74% eerst vertragen en dan anticiperen op kruisende voertuigen. Op basis van enkele berekende getallen kan daarnaast geconstateerd worden dat mensen die geen haaiantanden hadden verwacht een laag gevoel van veiligheid hadden bij deze situatie. Dit met een gemiddelde van 4,74. Daarbovenop zou 65% van deze mensen meer dan 10 km/u vertragen, 32% zou tussen de 0 en 10 km/u vertragen en 3% zou helemaal niet vertragen.

Ook kan worden vastgesteld dat de zichtafstand beter kan, vooral naar het kruispunt met de onderliggende weg toe voor bestuurders die geen haaiantanden hadden verwacht. Daarnaast dient er voor deze bestuurders extra signalisatie te worden voorzien in combinatie met een beter zichtbare locatie voor het verkeersbord. Opmerkelijk is dat toch 16% van de bestuurders in vergelijkbare situaties al een ongeval of bijna-ongeval heeft gehad. Dit moet uiteraard met de nodige omzichtigheid worden geïnterpreteerd, aangezien deze percentages subjectief zijn.

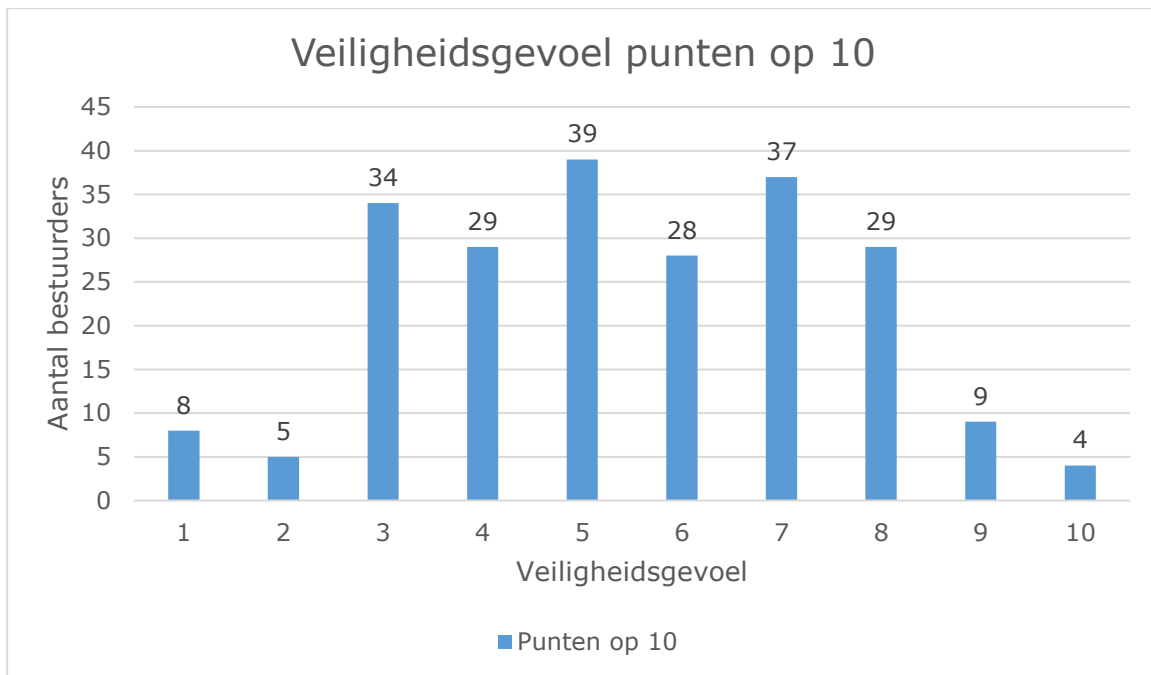
### **A.4.3 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die haaiantanden wel hadden verwacht (88%)**

#### A.4.3.1 Resultaten

De resultaten van vraag 1 van dit gedeelte: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?" **[Q6]** zijn gegeven in Figuur 0-6. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 5,45
- Standaardfout = 0,14
- Mediaan = 5
- Standaardafwijking = 2,10
- Steekproefvariantie = 4,40





Figuur 0-6: Gevoel van veiligheid situatie 2 – versie 2 – haaiantanden wel verwacht

De tweede vraag die gesteld werd: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 70,3% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 26,1% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 3,6% zou niet vertragen.

De derde vraag die gesteld werd: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?". **[Q8]**

- 16,2% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 58,1% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 25,7% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De vierde vraag die gesteld werd: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 91,9% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.
- 8,1% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De vijfde vraag die gesteld werd: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)". **[Q10]**

- 21,5% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 39,3% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 39,3% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De zesde vraag en tevens de laatste vraag van dit gedeelte die gesteld werd: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?". **[Q11]**

- 60,4% had een comfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 32,9% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 6,8% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

#### A.4.3.2 Conclusie

De resultaten van dit gedeelte zijn gelijkaardig als die van A.4.2, met als gevolg dat dezelfde conclusies getrokken kunnen worden als in A.4.2. Anderzijds ligt het gevoel van veiligheid hier licht hoger en de ongevallen of bijna-ongevallen lager, aangezien volgens deze ondervraagde groep het kruispunt volgens de verwachtingen was.

### **A.5 Situatie 1 invoegstrook – versie 2**

#### **A.5.1 Inschatting verkeersinrichting**

##### A.5.1.1 Resultaten

Situatie 1 bestaat hier uit de situatie met de invoegstrook gecombineerd met verkeersbord B1. Conform de eerdere resultaten worden in dit gedeelte de resultaten van de vragen i.v.m. het inschatten van de verkeersinrichting gegeven en besproken voor de invoegstrook versie 2. Belangrijk hierbij is dat de vragen hetzelfde zijn als in A.4. Hierdoor kunnen sommige resultaten een vertekend beeld geven. Dit is te wijten aan het feit dat de bevroegden bepaalde vragen al verwachtten als gevolg van het vorige fragment. De eerste vraag die gesteld was: "Heeft u verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek) opgemerkt?".

#### **[Q1]**

- 79,4% had het verkeersbord opgemerkt.
- 20,6% had het verkeersbord niet opgemerkt.

De tweede vraag die gesteld was: "Bent u bekend met deze situatie? (Afrít Genk-Oost richting Genk)".

- 54,5% was niet bekend met deze situatie.
- 45,5% was wel bekend met deze situatie.

De derde en laatste vraag die gesteld was: "Bij het naderen van het kruispunt van de afrít op de ondergelegen weg wordt de voorrangregeling aangegeven door het verkeersbord B1 (omgekeerde driehoek). Had u een invoegstrook verwacht na het zien van dit verkeersbord?".

- 73,5% verwachtte geen invoegstrook in deze situatie.
- 26,5% verwachtte wel een invoegstrook in deze situatie.

##### A.5.1.2 Conclusie

Uit de enquête blijkt dat 79% van de ondervraagden het verkeersbord B1 heeft opgemerkt. Dit is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan de voorspelbaarheid van de gelijkaardige vraag uit A.4. Daarnaast is 55% van de ondervraagden voor versie 2 niet bekend met deze concrete situatie (afrít Genk-Oost richting Genk). Van de ondervraagden had slechts 27% een invoegstrook verwacht. 74% had dit niet verwacht. Dit komt vooral doordat verkeersbord B1 vaker voorkomt in combinatie met een voorrangskruispunt met haaiantanden dan een invoegstrook. Hierdoor zullen bestuurders dit verkeersbord hier vaker mee associëren.

## A.5.2 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die invoegstrook niet hadden verwacht (74%)

### A.5.2.1 Resultaten

De eerste vraag die gesteld is in verband met het gevoel bij de verkeersinrichting was: "Wat had u wel verwacht na het zien van het verkeersbord B1?". **[Q4]**

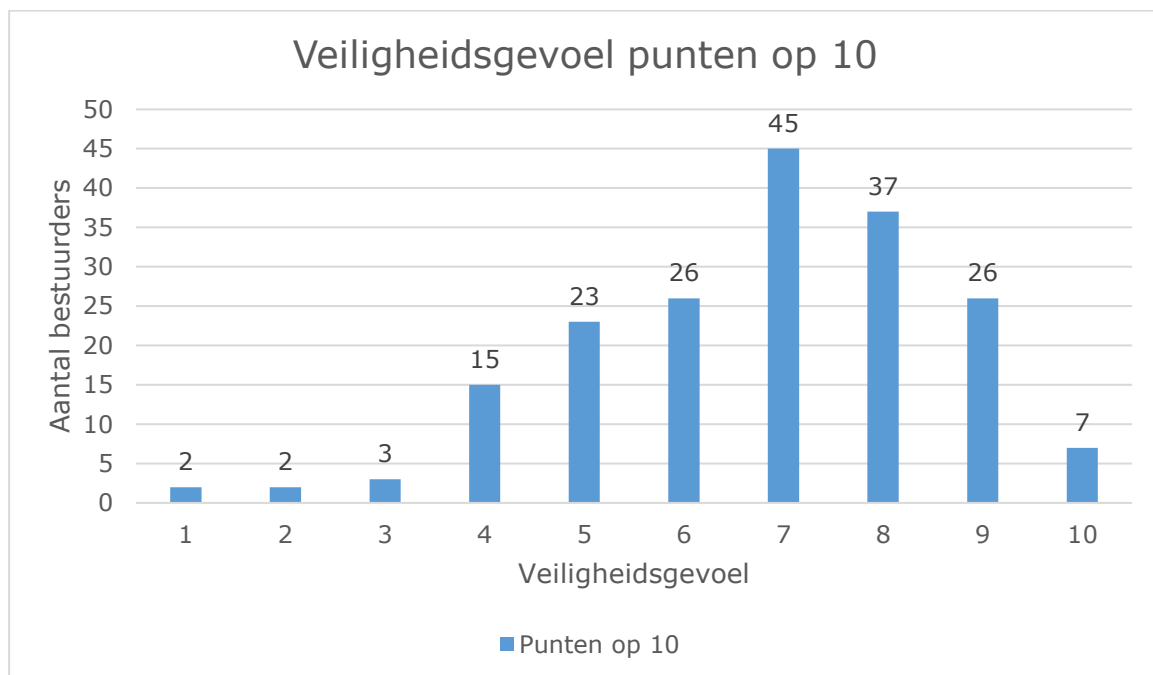
- 87,1% verwachtte haaietanden na het zien van het verkeersbord B1.
- 12,9% had niets verwacht na het zien van het verkeersbord B1.

De tweede vraag die gesteld was in dit gedeelte: "Wat zou u doen?". **[Q5]**

- 10,8% zou anticiperen op voorliggende voertuigen.
- 29,6% zou anticiperen op wegmarkeringen.
- 59,7% zou eerst vertragen en dan anticiperen op de kruisende voertuigen.

De resultaten van vraag 2: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?" **[Q6]** zijn gegeven in Figuur 0-7. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 6,78
- Standaardfout = 0,13
- Mediaan = 7
- Standaardafwijking = 1,83
- Steekproefvariantie = 3,34



Figuur 0-7: Gevoel van veiligheid situatie 1 – versie 2 – invoegstrook niet verwacht

De derde vraag die gesteld werd: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 44,6% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 41,4% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 14% zou niet vertragen.

De vierde vraag die gesteld werd: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?".

**[Q8]**

- 5,9% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 24,7% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 69,4% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De vijfde vraag die gesteld werd: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 98,9% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.
- 1,1% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De zesde vraag die gesteld werd: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)". **[Q10]**

- 57,7% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 16,5% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 25,8% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De zevende vraag en tevens de laatste vraag van dit gedeelte die gesteld werd: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?" **[Q11]**

- 80,6% had een comfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 17,2% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 2,2% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

#### A.5.2.2 Conclusie

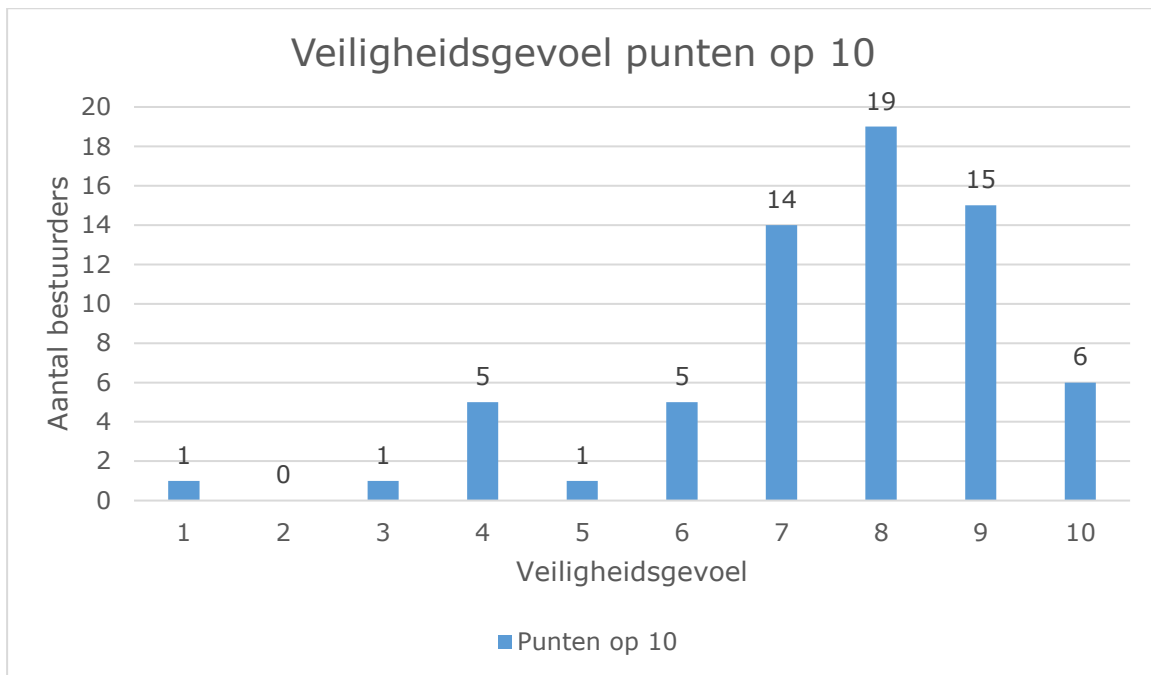
Uit de resultaten blijkt dat de bestuurders eerder op een afwachtende manier zullen rijden. Daarnaast kan op basis van enkele getallen geconstateerd worden dat mensen die geen invoegstrook hadden verwacht toch een redelijk gevoel van veiligheid hadden. Dit met een gemiddelde van 6,78. Daarbovenop zou 45% van deze mensen meer dan 10 km/u vertragen, 41% zou tussen de 0 en 10 km/u vertragen en 14% zou helemaal niet vertragen. Op basis van deze antwoorden kan ook vastgesteld worden dat zichtafstand voldoende is, maar uiteraard nog altijd beter kan, vooral naar het kruispunt toe. Daarnaast stond het verkeersbord B1 voor de meeste bestuurders op de juiste plaats. Bijkomende signalisatie zou dit laatste nog meer kunnen verbeteren. Opmerkelijk hierbij is dat vrij weinig bestuurders al een ongeval of bijna-ongeval hadden gehad in deze of gelijkaardige situaties.

### **A.5.3 Gevoel bij verkeersinrichting, bij bestuurders die invoegstrook wel hadden verwacht (27%)**

#### A.5.3.1 Resultaten

De resultaten van vraag 1 van dit gedeelte: "Welk gevoel van veiligheid heeft u bij deze situatie?" **[Q6]** zijn gegeven in Figuur 0-8. Hieruit volgen onderstaande statistische getallen:

- Gemiddelde = 7,52
- Standaardfout = 0,22
- Mediaan = 8
- Standaardafwijking = 1,83
- Steekproefvariantie = 3,34



Figuur 0-8: Gevoel van veiligheid situatie 2 – versie 2 – invoegstrook verwacht

De tweede vraag die gesteld werd: "Past u de snelheid van de wagen aan in deze situatie?". **[Q7]**

- 46,3% zou de snelheid meer dan 10 km/u vertragen.
- 31,3% zou de snelheid tussen 0 km/u en 10 km/u vertragen.
- 22,4% zou niet vertragen.

De derde vraag die gesteld werd: "Vindt u de zichtafstand voldoende in deze situatie?". **[Q8]**

- 4,5% had een onveilig gevoel door de zichtafstand.
- 14,9% had een oncomfortabel gevoel door de zichtafstand.
- 80,6% had een veilig gevoel door de zichtafstand.

De vierde vraag die gesteld werd: "Heeft u al een ongeval of bijna-ongeval gehad in een gelijkaardige situatie?". **[Q9]**

- 94% had geen ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.
- 6% had wel een ongeval of bijna-ongeval gehad in deze situatie.

De vijfde vraag die gesteld werd: "Stond het verkeersbord B1 op de verwachte plaats? (Meerdere antwoorden mogelijk)". **[Q10]**

- 59,2% vond dat het verkeersbord B1 op de verwachte plaats stond.
- 19,7% vond dat het bord op een andere positie geplaatst moest worden.
- 21,1% vond dat er bijkomende signalisatie geplaatst moest worden.

De zesde vraag en tevens de laatste vraag van dit gedeelte die gesteld werd: "Vond u de kromming van de bocht comfortabel?". **[Q11]**

- 80,6% had een comfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 16,4% had een oncomfortabel gevoel bij de kromming van de bocht.
- 3% had een onveilig gevoel bij de kromming van de bocht.

#### A.5.3.2 Conclusie

De resultaten van dit gedeelte zijn gelijkaardig als die van A.5.2, met als gevolg dat dezelfde conclusies getrokken kunnen worden als in A.5.2. Anderzijds ligt het gevoel van veiligheid hier licht hoger, aangezien hier het kruispunt volgens de verwachtingen was. Opmerkelijk is dat 6%, wat meer is als de bestuurders die geen invoegstrook hadden verwacht, toch een ongeval of bijna-ongeval hadden gehad in gelijkaardige situaties. Daarnaast valt het op dat bestuurders de situatie met invoegstrook een hoger gevoel van veiligheid aanschrijven dan de situatie met haaiantanden.

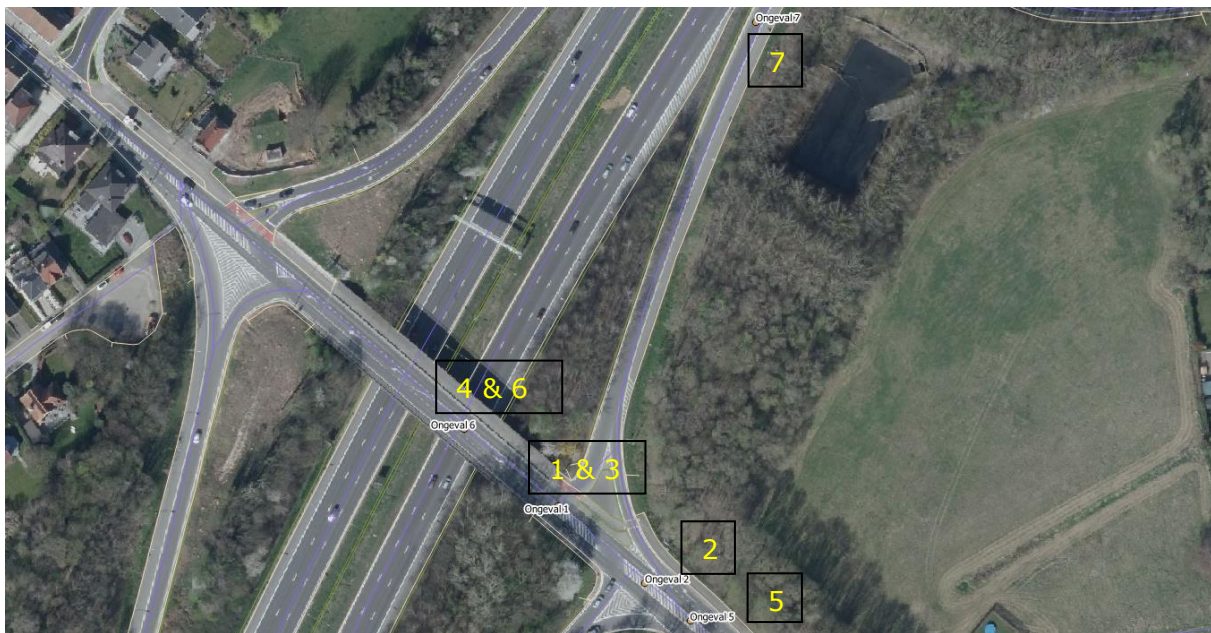


## Bijlage B: Totale analyse ongevalgegevens

### B.1 Situaties met haaiantanden (verkeersbord B1)

#### B1.1 Complex Huizingen (E19) x Alsebergsesteenweg richting Alseberg

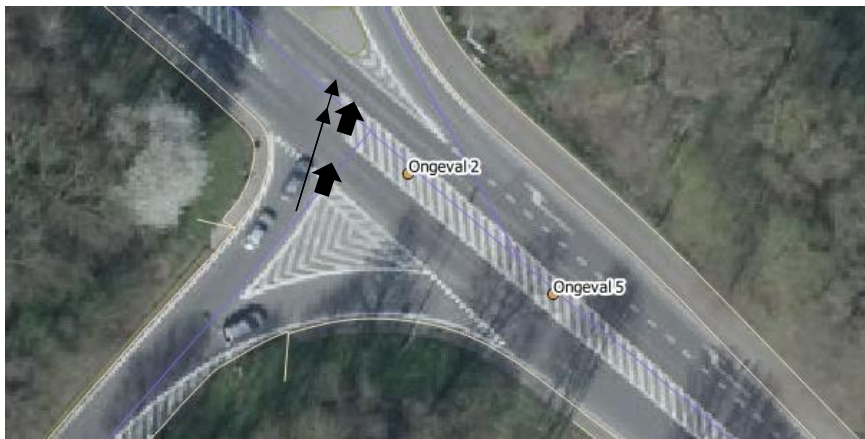
In Figuur 6-1 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Tijdens deze periode hebben zich volgens oudere satellietbeelden geen opmerkbare wijzigingen voorgedaan bij deze afrit. Uit Figuur 6-1 blijkt dat ongeval 1, 3, 4, 6 en 7 niet zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden dan ook niet behandeld in de analyse. Hieronder wordt enkel besproken waarom ongeval 2 niet toe te schrijven is aan het kruispunt. Ongeval 5 is daarentegen in de scriptie zelf al behandeld en wordt hier bijgevolg niet herhaald.



*Figuur 0-9: Ongevallen complex Huizingen afrit Nijvel-Brussel Q-GIS*

Uit de detailgegevens blijkt dat ongeval 2 uit 2010 een achterliggende of zijdelingse botsing was met beiden een dwarse verplaatsing en een links afslaande beweging, dit tussen een personenwagen en een motorfiets. Ook staat er een identificatievermelding van een km-punt van de afrit, wat betekent dat min. één van de bestuurders hiervan kwam. Een realistische aanname zou zijn dat de bestuurder de motorrijder aantikt op de linkse afrit. Dit ook omdat de motorbestuurder had geremd en de bestuurder niet bij het links afslaan. Dit is te zien op Figuur 0-10. Beide voertuigen zijn vervolgens op de locatie van ongeval 2 gezet om het andere verkeer niet te hinderen na het ongeval. In deze aanname is het ongeval niet toe te schrijven aan de rechtse afrit die hier onderzocht wordt.

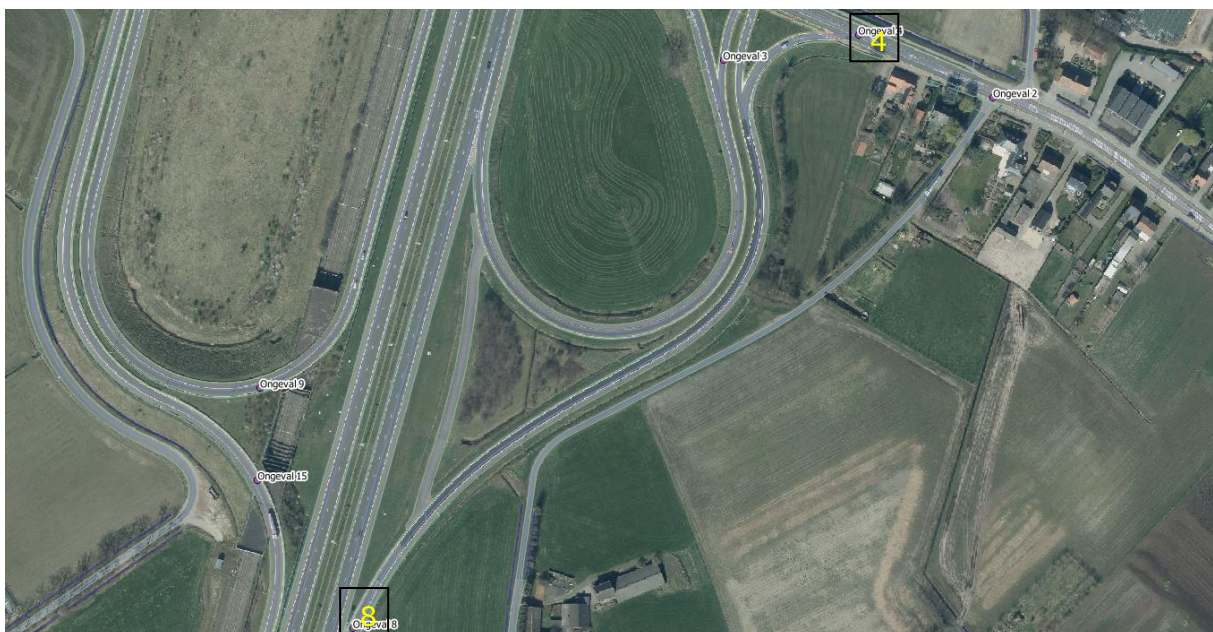




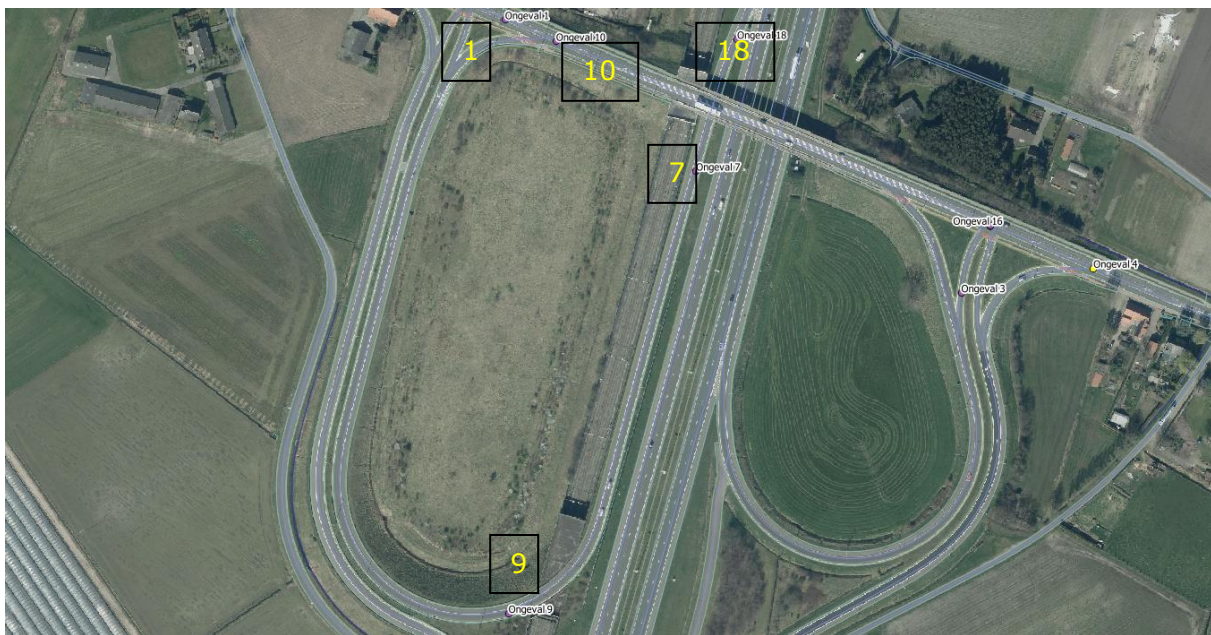
*Figuur 0-10: Ongeval 2 complex Huizingen afrit Nijvel-Brussel Q-GIS*

### **B1.2 Complex Meer (E19) x N146 beide afritten**

In Figuur 6-3 en Figuur 6-4 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afritten hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er zich geen opmerkbare wijzigingen hebben voorgedaan bij beide afritten inzake ontwerp tijdens deze periode. Uit Figuur 6-3 en Figuur 6-4 blijkt dat ongeval 1, 4, 7, 8, 9, 10 en 18 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden hieronder allemaal behandeld, met uitzondering van ongeval 4 aangezien deze al in de scriptie is behandeld.



*Figuur 0-11: Ongevallen complex Meer afrit 1 Antwerpen-Breda Q-GIS*



*Figuur 0-12: Ongevallen complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS*

Uit de detailgegevens blijkt dat ongeval 1 een zijdelingse botsing was tussen twee bestuurders bij de voorsorteerstrook op de John Lijsenstraat, dewelke niet bij een kruispuntregeling heeft plaatsgevonden. Daardoor kan gesteld worden dat dit ongeval niet verbonden is met afrit 2, waardoor deze niet opgenomen mag worden in de analyse. De aanname hiervan is getoond in Figuur 0-13.

Ongeval 7, hetgeen heeft plaatsgevonden op afrit 2, vond plaats tegen de vangrail in het eerste deel van de afrit. Dit kwam door het verlies van de controle en het verlaten van de weg naar rechts. Daarnaast is er de vermelding van klaarblijkelijke dronkenschap, wat het rijvermogen fel verlaagd kan hebben. Door de combinatie van deze factoren wordt dit ongeval niet opgenomen in de analyse, aangezien dit weinig in verband staat met de kruispuntregeling van de afrit op de onderliggende weg. Deze aanname is getoond in Figuur 0-14.

Een ander ongeval, nl. ongeval 8 heeft zich terug op afrit 1 voorgedaan. De betrokken bestuurder hiervan is overleden door tegen een paal buiten de rijbaan te rijden zonder doorbreking van de vangrail. Aangezien dit ongeval zich heeft voorgedaan bij het begin van afrit 1, bestaat er weinig verband tussen dit ongeval en het kruispunt van afrit 1 met de onderliggende weg. Dit ongeval wordt dus uitgesloten van de analyse. De aanname hiervan staat afgebeeld op Figuur 0-15.

Ongeval 9 op afrit 2 heeft plaatsgevonden doordat een achterliggende bestuurder niet genoeg afstand hield van een voorgaande bestuurder, met een al rijdende kopstaartbotsing tot gevolg. Aangezien dit tijdens de nacht heeft plaatsgevonden is filevorming nagenoeg uitgesloten. Door de vermelding dat de eerste (meest stroomafwaartse) bestuurder positief scoorde op de alcoholtest, kan er een mogelijke aanname toegeschreven worden. Een mogelijke aanname kan zijn dat de eerste bestuurder fel vertraagde door de relatief krappe bocht in combinatie met rijden onder invloed. De achterliggende bestuurder had dit niet verwacht, met een botsing tot gevolg. Op basis van deze omstandigheden kan geconcludeerd worden dat dit ongeval weinig tot niets te maken had met het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg. Dit ongeval wordt dus genegeerd in de analyse. De aanname hiervan staat afgebeeld op Figuur 0-16.

Ongeval 10 heeft zich voorgedaan bij afrit 2 aan het kruispunt met de onderliggende weg. Uit de detailgegevens blijkt dat er een zijdelingse botsing heeft plaatsgevonden, waarbij de ene bestuurder links afsloeg en de andere zijn weg vervolgde in goede richting. Doordat de zin van verplaatsing bij beide bestuurders niet staat aangegeven, lijkt de meest voor de hand liggende aanname één die gelijkaardig is met ongeval 1. Dit staat afgebeeld op Figuur 0-17. Hierdoor wordt dit ongeval niet opgenomen in de analyse.

Tot slot heeft er zich nog 1 ongeval voorgedaan wat in aanmerking kan komen, nl. ongeval 18. Uit de detailgegevens blijkt dat door een uitwijking naar links of door links in te halen de bestuurder afgeweken is van de rijbaan. Bij deze uitwijking zijn de vangrails overschreden. De aanname hiervan staat afgebeeld op Figuur 0-18. Doordat dit ongeval zich heeft voorgedaan in het eerste deel van afrit 2 en dit op een tijdstip heeft plaatsgevonden dat file hier minder aangewezen is, kan dit enkel tot het kruispunt aangeschreven worden indien er zich een file voordeed. Aangezien de kans op file vrij gering was, wordt dit ongeval niet opgenomen in de analyse.



*Figuur 0-13: Ongeval 1 complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS*



*Figuur 0-14: Ongeval 7 complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS*



*Figuur 0-15: Ongeval 8 complex Meer afrit 1 Antwerpen-Breda Q-GIS*



*Figuur 0-16: Ongeval 9 complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS*



*Figuur 0-17: Ongeval 10 complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS*



*Figuur 0-18: Ongeval 18 complex Meer afrit 2 Breda-Antwerpen Q-GIS*

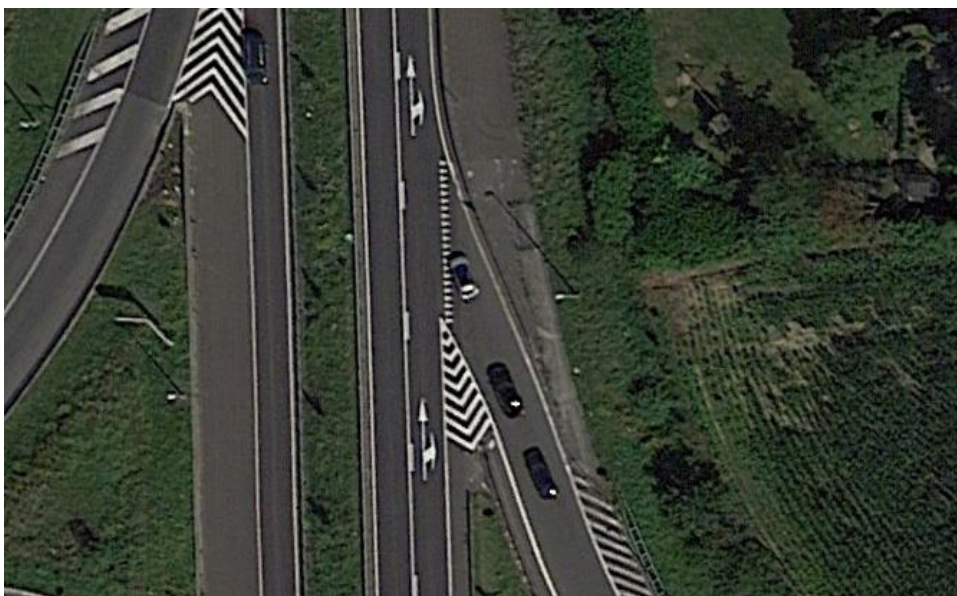
### B1.3 Complex Aalst (E40) x N45 richting Aalst

In Figuur 6-6 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Belangrijk hierbij is dat het ontwerp gewijzigd is tussen 1-10-2015 en 17-08-2016 zoals te zien is op Figuur 0-19 en Figuur 0-20. Hieruit blijkt dat het fietspad is verwijderd en men nu een afrit heeft, waar men verder rechts kan invoegen op de onderliggende baan. Deze aanpassing blijkt na enig opzoekwerk begin november 2015 te zijn uitgevoerd [75].

Uit Figuur 6-6 blijkt dat ongeval 7, 8, 11, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 33, 36 en 37 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden hieronder besproken, met uitzondering van ongeval 33 aangezien deze al in de scriptie is besproken.



*Figuur 0-19: Situatie afritaanluiting voor wijziging in november 2015 [76]*



*Figuur 0-20: Situatie afritaanluiting na wijziging in november 2015 [77]*



*Figuur 0-21: Ongevallen complex Aalst afrit Brussel-Gent Q-GIS*

Ongeval 7 t.e.m. ongeval 25 hebben zich voorgedaan voor de wijziging in november 2015. Aangezien deze wijziging van betrekkelijke aard was, worden deze ongevalgegevens niet meegenomen in de analyse. Enkel ongeval 33 t.e.m. ongeval 37 zullen hier verder worden geanalyseerd.

Een ander ongeval, nl. ongeval 36 (zelfde locatie als ongeval 37) heeft zich voorgedaan richting het einde van de afrit. Hierbij is de controle over het stuur verloren, dewelke waarschijnlijk voor een gedeelte te wijten was aan de vuile staat van het wegdek op dat moment. Vervolgens heeft de bestuurder tijdens de nacht de weg ongecontroleerd verlaten naar links, zonder de vangrail te overschrijden. Hierdoor kan gesteld worden dat de kans op file op dat moment relatief laag lag en het ongeval dus zeer onwaarschijnlijk toegeschreven kan worden aan het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg. Het ongeval zal dus eerder te wijten zijn aan de eerder vermelde omstandigheden zoals nacht en een vuil wegdek, maar ook aan het horizontale alignment van de weg. De afrit volgt namelijk twee S-bewegingen die elkaar opvolgen, wat zeker en vast ook een aandeel zal gehad hebben bij het veroorzaken van dit ongeval. Daarom wordt dit ongeval niet opgenomen in de analyse. De aanname van dit ongeval staat afgebeeld op Figuur 0-22.

Tot slot heeft ongeval 37 zich op dezelfde plaats voorgedaan als ongeval 36. Dit ongeval heeft zich in de vroege namiddag voorgedaan, waardoor er een risico op file mogelijk was. Daarnaast is dit ongeval gebeurd onder hevige regenval, maar vertoont dit ongeval verder veel dezelfde kenmerken als ongeval 36. Daardoor kunnen dezelfde conclusies als bij ongeval 36 worden getrokken, met als enige verschil dat de weg vuil was bij ongeval 36 en niet nat in combinatie met hevige regenval zoals hier. Om deze reden wordt dit ongeval ook niet opgenomen in de analyse. De aanname hiervan staat tot slot afgebeeld op Figuur 0-22.



*Figuur 0-22: Ongeval 36 & 37 complex Aalst afrit Brussel-Gent Q-GIS (dezelfde locatie)*

#### **B1.4 Complex Oostakker (R4) x Orchideestraat richting Gent-Lochristi**

In Figuur 6-8 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er zich geen merkbare wijzigingen hebben voorgedaan bij deze afrit tijdens deze periode. Uit deze figuur blijkt dat ongeval 5, 22, 26 en 30 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden hieronder besproken, met uitzondering van ongeval 22 omdat deze al in de scriptie werd besproken.



*Figuur 0-23: Ongevallen complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS*

Ongeval 5 heeft zich voorgedaan tussen twee wagens voor dubbel gebruik onder hevige regenval. Hierbij heeft de ene wagen de andere zijdelings geraakt. Er is een extra vermelding van aquaplaning waardoor dit zeker een hoge invloed uitgeoefend zal hebben op de oorzaak van het ongeval in combinatie met de krappe bocht die deze afrit maakt. Het ongeval heeft plaatsgevonden om 8 uur, waardoor file ook een bijkomende oorzaak zou kunnen zijn. Dit weegt daarentegen niet op tegen de eerder vermelde omstandigheden



zoals aquaplaning en een krappe bocht. Ook zouden er bij filevorming hoogstwaarschijnlijk meerdere wagens betrokken zijn geweest onder deze omstandigheden. Daardoor kan een mogelijke aanname zijn dat de eerste bestuurder zijn controle verliest door aquaplaning en de weg naar links verlaat zoals vermeld is. Vervolgens is dan de achterliggende bestuurder licht tegen de eerste bestuurder gebotst. Dit ongeval wordt niet meegenomen in de analyse, aangezien dit ongeval zich eerder in het midden van de afrit heeft voorgedaan en dit bijna volledig aan de weersomstandigheden, een krappe boog en te weinig afstand houden te wijten is. De aanname van dit ongeval staat afgebeeld in Figuur 0-24.

Een ander ongeval, nl. ongeval 26 heeft zich voorgedaan doordat een niet bewegende bestuurder linksaf wou slaan en twee andere bestuurders frontaal of bij kruisen hierop zijn gebotst. Dit ongeval heeft dus met grote zekerheid plaatsgevonden op de voorsorteerstrook naar links, waar dan de botsing met de kruisende voertuigen heeft plaatsgevonden. Het is wel niet duidelijk of de bestuurder zich niet volledig binnen de voorsorteerstrook bevond, of dat het kruisende verkeer van zijn baan was afgeweken. Hieruit valt wel af te leiden dat het ongeval volledig te wijten is aan de onderliggende weg en niet aan het kruispunt van de afrit met deze weg. Daardoor wordt dit ongeval niet opgenomen in de analyse. De aanname van dit ongeval staat afgebeeld op Figuur 0-25.

Het laatste ongeval wat hier behandeld zal worden is ongeval 30. Hierbij had de bestuurder een links afslaan beweging gemaakt terwijl deze hiervoor volgens positieve zin reed. Hierna is de bestuurder tegen een hindernis opgereden buiten de rijbaan, zonder andere weggebruikers hierbij te betrekken. Belangrijk hierbij is dat het regende op het moment van het ongeval, wat zeker van invloed geweest zal zijn op dit ongeval. De meest logische aanname is dat de bestuurder vanuit de voorsorteerstrook om links af te slaan afgeweken is van zijn rijbaan. Wel valt er niet exact af te leiden naar waar dit exact is gebeurd. Hieruit valt wel af te leiden dat het ongeval met vrij grote zekerheid niet toegeschreven kan worden aan het kruispunt van de afrit met de onderliggende baan, aangezien de bestuurder zich nooit op de afrit heeft begeven. Daardoor wordt dit ongeval niet opgenomen in de analyse. De aanname van dit ongeval staat afgebeeld op Figuur 0-26.



*Figuur 0-24: Ongeval 5 complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS*



*Figuur 0-25: Ongeval 26 complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS*



*Figuur 0-26: Ongeval 30 complex Oostakker afrit Gent Zeehaven-Destelbergen Q-GIS*

### **B1.5 Complex Beernem (E40) x N370**

In Figuur 6-10 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Tijdens deze periode hebben zich volgens oudere satellietbeelden enkele wijzigingen voorgedaan. Tijdens maart 2014 is het kruispunt veranderd van een voorrangkruispunt naar een kruispunt met VRI en bypass [71]. Aangezien de rechts afslaanrijstrook hierbij ongewijzigd bleef, worden alle ongevalgegevens hiervan behandeld. Uit Figuur 6-10 blijkt dat ongeval 1, 2, 3, 4 en 6 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze zijn volgens de scriptie niet te wijten aan het kruispunt, maar worden hier voor de volledigheid en transparantie van het onderzoek wel gegeven.



*Figuur 0-27: Ongevallen complex Beernem afrit Gent-Brugge Q-GIS*

Uit de detailgegevens blijkt dat ongeval 1 uit 2012 een zijdelingse botsing was met een dwarse verplaatsing en een positieve verplaatsing, dit tussen een personenwagen en een motorfiets. Een realistische aanname zou zijn dat de bestuurder de motorrijder vanaf de linkse afrit aanreed door een verkeerde inschatting of door slechte zichtbaarheid. Dit wijst erop dat de bestuurder de motorfiets niet tijdig heeft gezien. Een versterkende factor hiervoor zou de regenval op dat moment kunnen zijn. Deze aanname is te zien in Figuur 0-28. Het ongeval is dus niet toe te schrijven aan de rechtse afrit, waardoor deze niet in de analyse wordt opgenomen.

Naast ongeval 1, deed ongeval 2 zich voor in het midden van de afrit met de onderliggende weg, maar dan in 2013. Ongeval 2 deed zich frontaal voor. Het ongeval is gebeurd tussen twee personenwagens, waarbij een voertuig met constante snelheid reed en een ander voertuig afremde. Samen met de positie van het ongeval kan dit erop wijzen dat de bestuurder van het achterliggende voertuig een inschattingsfout heeft gemaakt in verband met de scherpte van de bocht. Deze bestuurder heeft dit willen corrigeren en is door het natte wegdek beginnen met slippen, dit tot deze het voorliggende voertuig had geraakt. Dit ongeval is gebeurd in de late voormiddag. Op dit tijdstip is er weinig kans op filevorming. Aangezien dit ongeval eerder met de bocht van de afrit te maken heeft, dan met het kruispunt van de onderliggende weg wordt dit niet opgenomen in de analyse. De aanname staat tot slot afgebeeld op Figuur 0-29

Ongeval 3 heeft zich voorgedaan in 2014 en had slechts één betrokken voertuig. De personenwagen reed op een recht stuk van de afrit met een constante snelheid. Hierna verloor deze zonder duidelijke reden de controle over het stuur, waardoor deze tegen de vangrail reed. Uit de gegevens blijkt dat de bestuurder onder invloed was van alcohol. Plots de controle verliezen over de wagen is dus hoogstwaarschijnlijk te wijten aan het alcoholgebruik van de bestuurder. De aanname staat afgebeeld in Figuur 0-30. Door deze omstandigheden wordt het ongeval niet opgenomen in de analyse.

Over ongeval 4 zijn er weinig gegevens ter beschikking. Enkel het tijdstip, de positie en dat het om een personenwagen en een vrachtauto gaat. Aan de positie en enkele vermeldingen valt af te leiden dat het ongeval is gebeurd aan de oprit of de linkse afrit. Aangezien er zich hier veel onzekerheden voordoen, is hier geen aanname van gegeven. Doordat tot slot de positie zich op een redelijke afstand bevindt van het kruispunt met de rechtse afslaan afrit, wordt dit ongeval niet opgenomen in de analyse.

Het laatste ongeval, ongeval 6 had enkel één betrokken voertuig en is gebeurd in 2014. Op dat moment reed het voertuig met een constante snelheid. Deze snelheid was in alle waarschijnlijkheid te groot voor de bocht. De bestuurder heeft dus de bocht verkeerd

ingeschat, heeft vervolgens de controle over zijn voertuig verloren en is terecht gekomen tegen een paal langs de weg. In tegenstelling tot ongeval 2 was het wegdek droog. Dit geeft toch wel aan dat de scherpte van de bocht hoog is. Deze aanname staat afgebeeld in Figuur 0-31. In dit geval kan ongeval 6 niet toegewezen worden aan de voorrangsregeling bij het kruispunt die voor deze afrit wordt onderzocht.



*Figuur 0-28: Ongeval 1 complex Beernem afrit Gent-Brugge Q-GIS*



*Figuur 0-29: Ongeval 2 complex Beernem afrit Gent-Brugge Q-GIS*



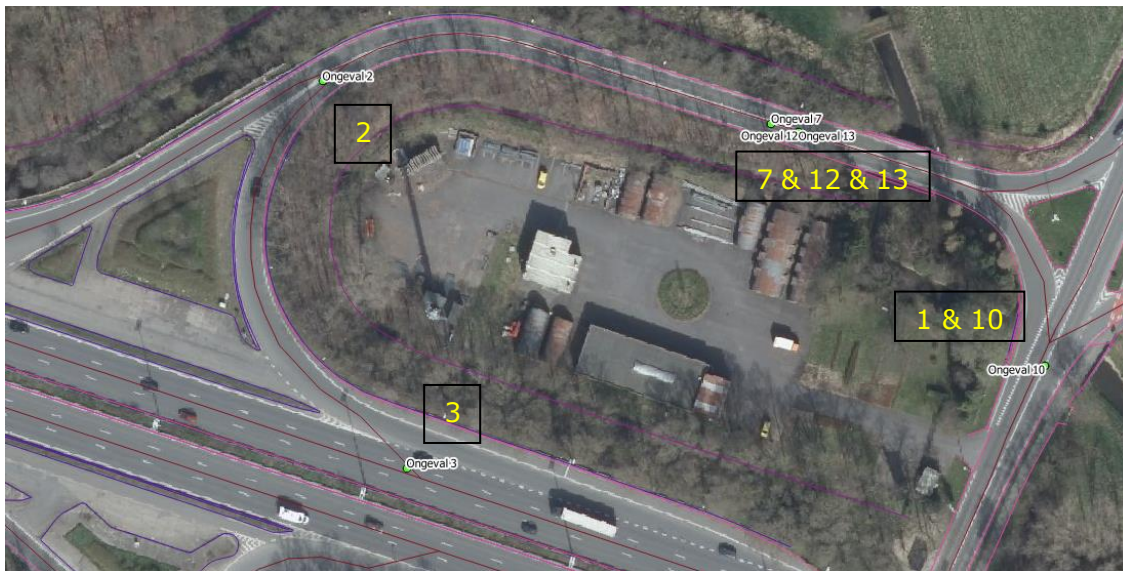
*Figuur 0-30: Ongeval 3 complex Beernem afrit Gent-Brugge Q-GIS*



Figuur 0-31: Ongeval 6 complex Beernem afrit Gent-Brugge Q-GIS

### B1.6 Complex Loppem (E40) x N397

In Figuur 0-32 en Figuur 0-33 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afritten hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Uit oudere satellietbeelden blijkt dat er zich geen merkbare wijzigingen hebben voorgedaan inzake het ontwerp tijdens deze periode voor deze afrit. Uit Figuur 6-11 en Figuur 6-12 blijkt dat ongeval 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 12 en 13 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Ongeval 5 en 11 worden hier niet gegeven, aangezien deze al behandeld zijn in de scriptie.



Figuur 0-32: Ongevallen complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS



*Figuur 0-33: Ongevallen complex Loppem afrit 2 Gent-Oostende richting Brugge Q-GIS.*

Uit de detailgegevens blijkt dat ongeval 1 op afrit 1 uit 2010 een zijdelingse botsing was met tweemaal een negatieve verplaatsing, dit tussen een personenwagen en een fietser. De fietser reed op het ogenblik van het ongeval met een constante snelheid, terwijl de personenwagen aan het vertrekken was. De bestuurder sloeg vervolgens af naar rechts. Door een slechte zichtbaarheid, of onoplettendheid heeft de bestuurder de fietser waarschijnlijk niet zien aankomen. De bestuurder is dan tegen de fietser aangereden met het gevolg dat de fietser zwaargewond is geraakt. Deze aanname is te zien in Figuur 0-34. Het ongeval is niet toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt. Dit omdat het ongeval is gebeurd aan de oprit van dit complex, dewelke niet hoort bij dit onderzoek.

Ongeval 2 deed zich voor in het jaar 2010 rond de avondspits. Aan de positie en het droge wegdek is af te leiden dat de bestuurder waarschijnlijk een te hoge snelheid had in de bocht. De bestuurder had dus de bocht verkeerd ingeschat waardoor deze de controle over het voertuig verloor en terechtkwam tegen een hindernis langs de weg. Dit geeft toch wel aan dat de scherppte van de bocht vrij hoog ligt. De aanname staat afgebeeld in Figuur 0-35. In dit geval kan ongeval 2 niet toe te wijzen zijn aan de voorrangregeling van de afrit die hier wordt onderzocht.

Ongeval 3 op afrit 1 heeft zich voorgedaan in 2011 en had slechts één betrokken voertuig. Uit de gegevens blijkt dat het voertuig een remmende beweging maakte in een scherpe bocht. Uit dit, samen met het droge wegdek blijkt dat de bestuurder waarschijnlijk aan een te hoge snelheid reed voor de bocht. De bestuurder had dus de bocht verkeerd ingeschat en heeft vervolgens de controle over zijn voertuig verloren. Hierna heeft deze bestuurder de vangrails doorbroken. Daarnaast heeft dit ongeval zich tijdens de nacht voorgedaan, wat deze foute inschatting meer versterkt kan hebben door vermoeidheid of slechte zichtbaarheid. Desondanks geeft dit toch wel aan dat de scherppte van de bocht hoog is. De aanname staat afgebeeld in Figuur 0-36. In dit geval kan ongeval 3 niet toe te wijzen zijn aan de voorrangregeling van de afrit die hier wordt onderzocht.

Ongeval 7 op afrit 1 heeft zich voorgedaan in 2014 en had slechts één betrokken voertuig. Uit de gegevens blijkt dat de personenwagen op een recht stuk van de afrit aan een constante snelheid reed. Daarna is deze, waarschijnlijk door het natte wegdek de controle over het stuur verloren en links in de gracht beland. De snelheid van de bestuurder was

waarschijnlijk niet aangepast aan het natte wegdek. De aanname staat afgebeeld in Figuur 0-37. Door deze omstandigheden wordt het ongeval niet opgenomen in de analyse, omdat de oorzaken weinig met het onderliggende kruispunt te maken hadden.

Ongeval 8 op afrit 2 heeft zich voorgedaan in 2014 en had twee betrokken voertuigen, nl. twee personenwagens. Uit de gegevens blijkt dat het ene voertuig met constante snelheid reed en het andere startte of versnelde. Dit laatste voertuig bevond zich toen op een niet reglementaire locatie, waar deze rechtsomkeer maakte. Hieruit is af te leiden dat het voertuig waarschijnlijk terug wilde invoegen op de correcte rijstrook of rijbaan en hierbij gebotst is tegen een voertuig die dit manoeuvre niet verwachtte. Door de vermelding van de oprit is het waarschijnlijk dat de bestuurder vanuit hier rechtsomkeer had gemaakt om terug op de Koning Albert I-Laan (N397) uit te komen. De aanname is te zien in Figuur 0-38. Het ongeval is dus niet toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt en zal dus niet opgenomen worden in de analyse.

Ongeval 10 op afrit 1 heeft zich voorgedaan in 2014 en had twee betrokken voertuigen, nl. een personenwagen en een fietser. Het ongeval is gelijkaardig aan ongeval 1. De fietser reed op het ogenblik van het ongeval met een constante snelheid, net zoals de personenwagen. De bestuurder was aan het afslaan naar rechts. Door een slechte zichtbaarheid, of onoplettendheid heeft de bestuurder de fietser waarschijnlijk niet zien aankomen. De bestuurder is dan tegen de fietser aangereden met als gevolg dat de fietser zwaargewond is geraakt. De bestuurder had wel moeten vertragen zodat deze beter andere weggebruikers kon zien aankomen. De aanname is te zien in Figuur 0-39. Het ongeval is niet toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt. Dit omdat het ongeval is gebeurd aan de oprit van dit complex dewelke geen onderdeel uitmaakt van dit onderzoek.

Ongeval 12 en 13 op afrit 1 hebben zich voorgedaan in 2015 en hadden elk één betrokken voertuig. Uit de gegevens blijkt dat de bestuurders waarschijnlijk door het natte wegdek, de controle over het stuur verloren en tegen de vangrail belandden. De snelheid van de bestuurders was waarschijnlijk niet aangepast aan het natte wegdek. Verder blijkt dat ongeval 12 zich vanuit de oprit voordeed en ongeval 13 vanuit de afrit. De aanname staat afgebeeld in Figuur 0-40 en Figuur 0-41. In dit geval zijn ongeval 12 en 13 niet toe te wijzen aan de afrit die hier onderzocht wordt.



Figuur 0-34: Ongeval 1 complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS



*Figuur 0-35: Ongeval 2 complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS*



*Figuur 0-36: Ongeval 3 complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS*



*Figuur 0-37: Ongeval 7 complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS*





*Figuur 0-38: Ongeval 8 complex Loppem afrit 2 Gent-Oostende richting Brugge Q-GIS.*



*Figuur 0-39: Ongeval 10 complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS*



Figuur 0-40: Ongeval 12 complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS

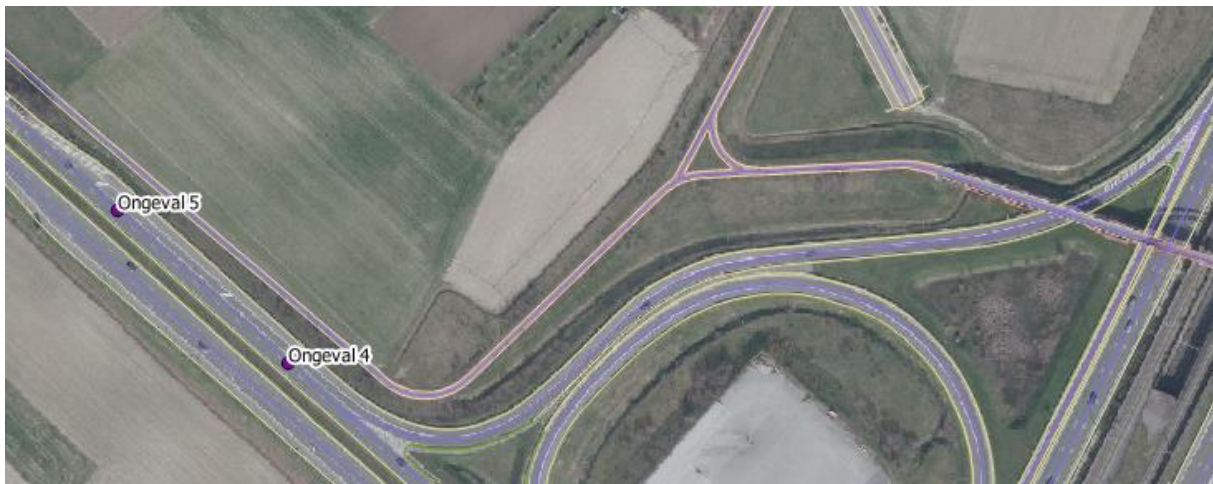


Figuur 0-41: Ongeval 13 complex Loppem afrit 1 Gent-Oostende richting Loppem Q-GIS

## B.2 Situaties met invoegstrook (verkeersbord B1)

### B.2.1 Complex Vilvoorde-Luchthavenlaan (E19) x N211

In Figuur 0-42 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Dit is een afrit die redelijk nieuw is en pas in april 2010 in gebruik is genomen [72]. Daarvoor bestond deze afrit niet. Uit Figuur 6-28 blijkt dat ongeval 4 en 5 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Hiervan wordt hieronder enkel ongeval 5 besproken, omdat ongeval 4 al in de scriptie zelf werd behandeld.



*Figuur 0-42: Ongevallen complex Vilvoorde-Luchthavenlaan afrit Mechelen-Brussel richting Vilvoorde Q-GIS*

Ongeval 5 deed zich niet voor in de buurt van het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg, dit in het jaar 2014, aangezien het fietspad enkele meters lager ligt en er weinig vermelde schade/gewonde(n) was bij de wagen. Hier heeft waarschijnlijk de "invuller van het ongeval" de foute coördinaten ingegeven. Ook zou de snelheid 50 km/u zijn en staat er de vermelding van Vuurkruisenlaan, welke enkele kilometer verder in het centrum ligt. Het gaat hier dus waarschijnlijk om foute gegevens en coördinaten die ter beschikking zijn gesteld.

## **B2.2 Complex Zwijnaarde (E17) x R4**

In Figuur 6-31 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Belangrijk hierbij is dat de afrit bestaat sinds november 2012 [73]. Hierdoor kan ongeval 8 uitgesloten worden. Uit Figuur 6-31 blijkt dat ongeval 9 en 10 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden hieronder verder behandeld. Ongeval 13 wordt hier genegeerd omdat deze heeft plaatsgevonden tijdens werken aan de weg.



*Figuur 0-43: Ongevallen complex Zwijnaarde afrit Gent-Rijsel Q-GIS*

Uit de detailgegevens blijkt dat bij ongeval 9 uit 2013 één voertuig en één fietser zijn betrokken. Hier gaat het waarschijnlijk ook om foute coördinaten die opgegeven zijn, aangezien een fietser hier met het links afdraaien door een wagen aanrijden vrij moeilijk

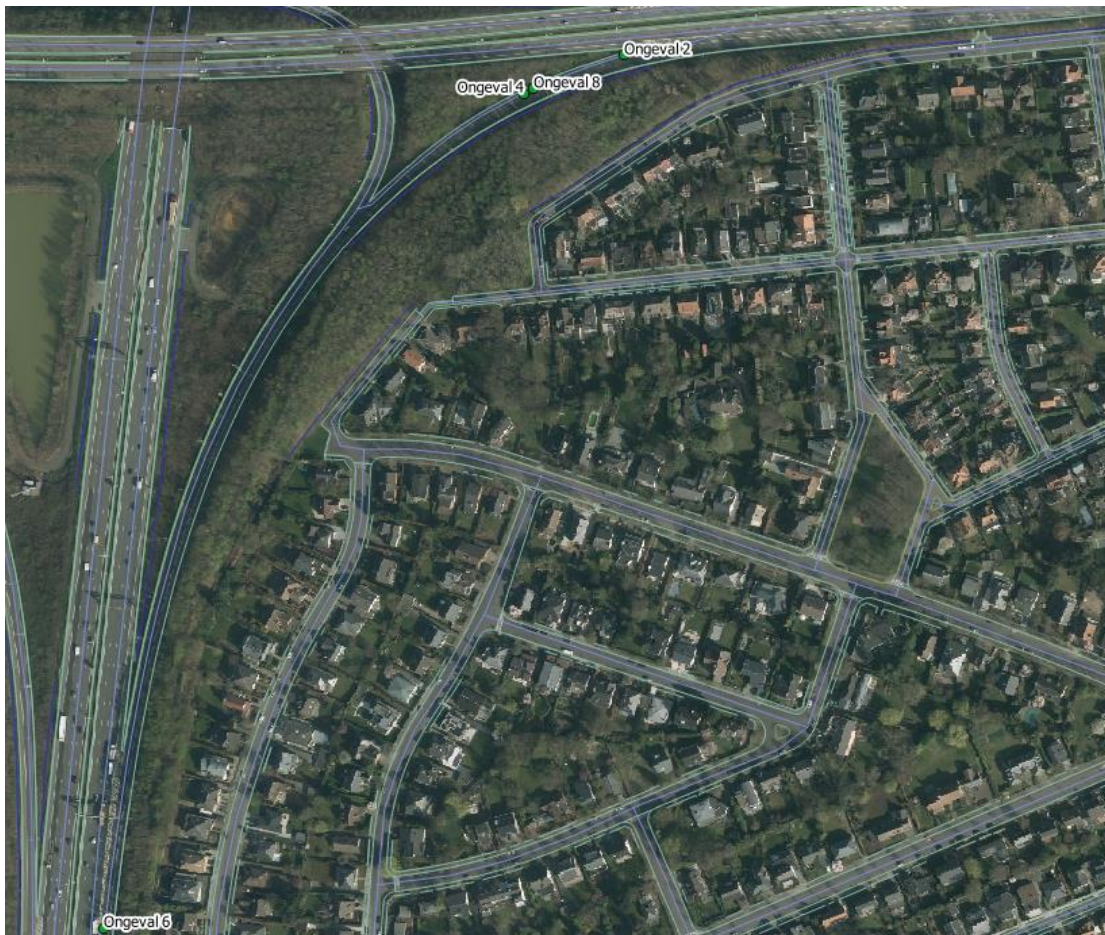
is. Het fietspad ligt hier namelijk aan de rechterzijde, achter een vangrail. Daarnaast staat er ook de vermelding Heerweg-Noord en Buitenring-Zwijnaarde, dewelke zich aan de overzijde van de waterweg bevinden. Het ongeval is dus waarschijnlijk gebeurd op de plaats afgebeeld op Figuur 0-44. Hier is de snelheid ook 50 km/u voor beide wegen, zoals vermeld staat in de detailgegevens. Naast ongeval 9, deed ongeval 10 zich ook niet voor in de buurt van het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg, dit ook in het jaar 2013. Het gaat hier waarschijnlijk om dezelfde locatie als ongeval 9, die afgebeeld staat in Figuur 0-44, aangezien hier gelijkaardige gegevens worden vermeld als bij ongeval 9.



*Figuur 0-44: Ongevallen complex Zwijnaarde - waarschijnlijke positie ongeval 9 en 10 [78]*

### **B2.3 Complex Wilrijk (E19) x R11**

In Figuur 6-32 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Door middel van het gebruik van oude satellietbeelden blijkt dat er in deze periode geen opmerkbare wijzigingen zijn gebeurd bij deze afrit. Uit Figuur 6-32 blijkt dat ongeval 2, 4, 6 en 8 zijn gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze worden enkel verwerkt in de analyse.



*Figuur 0-45: Ongevallen complex Wilrijk afrit Brussel-Antwerpen richting Mortsel Q-GIS*

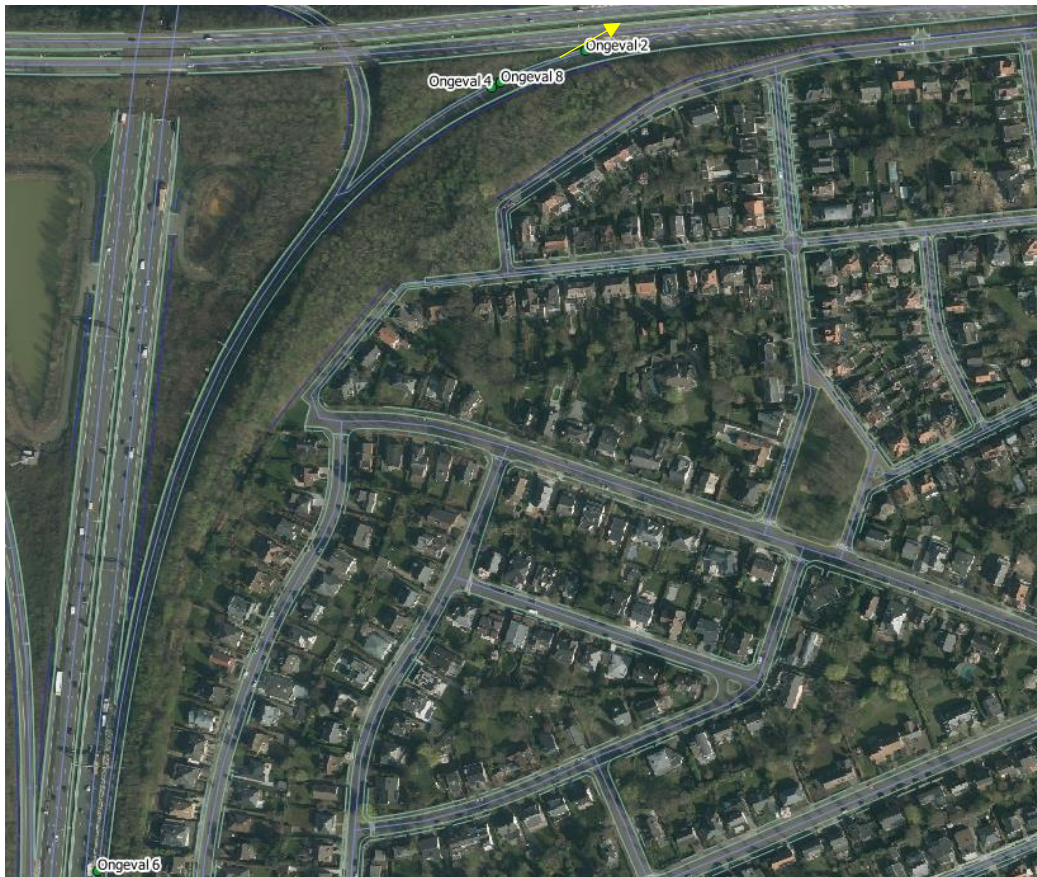
Uit de detailgegevens blijkt dat bij ongeval 2 uit 2010 enkel één motorfiets betrokken was. Verder blijkt uit de gegevens dat de motorbestuurder aan een constante snelheid reed op een droog wegdek. Ondanks dit heeft de bestuurder de controle over zijn voertuig verloren, waarna de bestuurder uit de bocht schoof en tegen een paal terecht kwam. De bestuurder had waarschijnlijk de bocht verkeerd ingeschat door een te hoge snelheid of zijn evenwicht verloren door onregelmatigheden in de weg. Dit ongeval had een dodelijke afloop voor de bestuurder. De aanname is te zien in Figuur 0-46. Het ongeval is dus niet toe te wijzen aan de voorrangregeling van de afrit die hier wordt onderzocht.

Naast ongeval 2, deed ongeval 4 zich ook voor in de buurt van het kruispunt van de afrit met de onderliggende weg, dit in het jaar 2011. Uit de ongevalgegevens blijkt dat de motorbestuurder aan een constante snelheid reed op een vuil wegdek. Door het vuil op de weg is de bestuurder uit de bocht gegaan en tegen een paal terecht gekomen. Bij dit ongeval is de motorbestuurder zwaargewond geraakt. De motorfiets is waarschijnlijk beginnen te slippen door het vuil op de weg en hierdoor heeft de bestuurder de controle over het stuur verloren. De aanname is te zien in Figuur 0-47. Het ongeval is niet toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt.

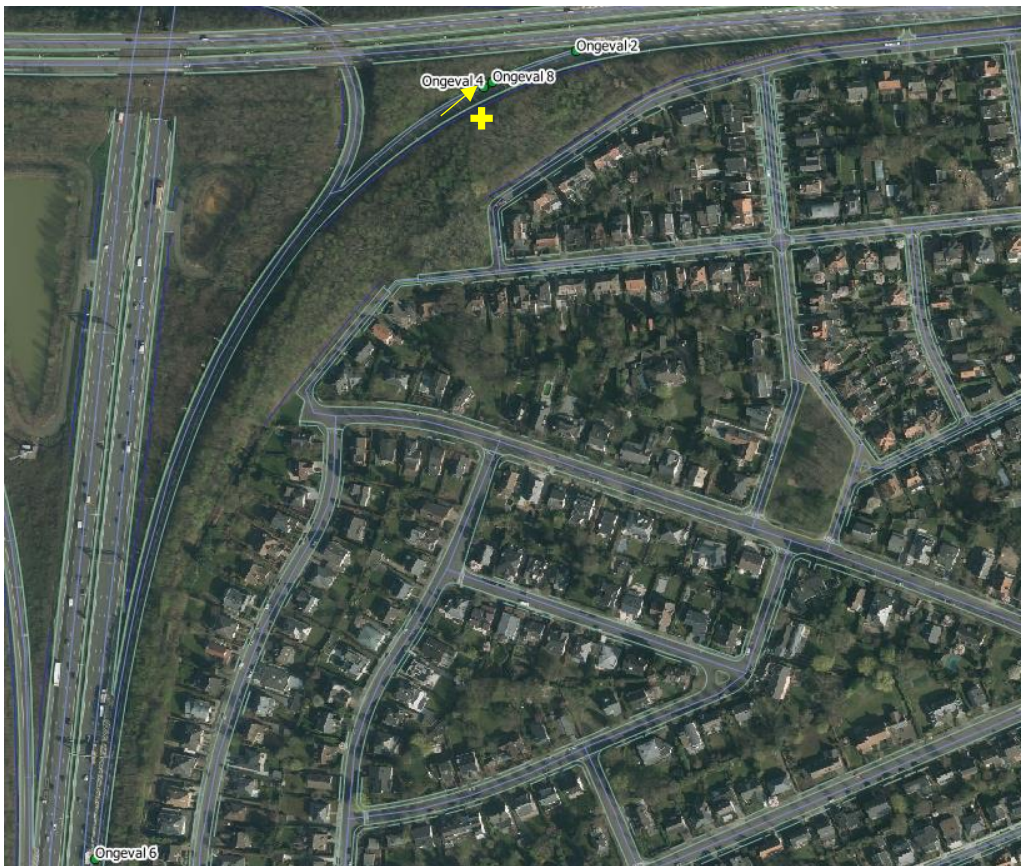
Ongeval 6 had één betrokken voertuig, een personenwagen in 2013. Uit de gegevens blijkt dat dit voertuig aan een constante snelheid reed op een nat wegdek. De bestuurder was de controle over zijn voertuig verloren en was daarna doorgeschoven tegen een hindernis langs de rijweg. Op het tijdstip van het ongeval was de kans op file ook relatief groot, maar aangezien de bestuurder zijn weg in goede richting vervolgde heeft hij hiervoor niet

moeten uitwijken. De aanname is te zien in Figuur 0-48. Het ongeval is niet toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt.

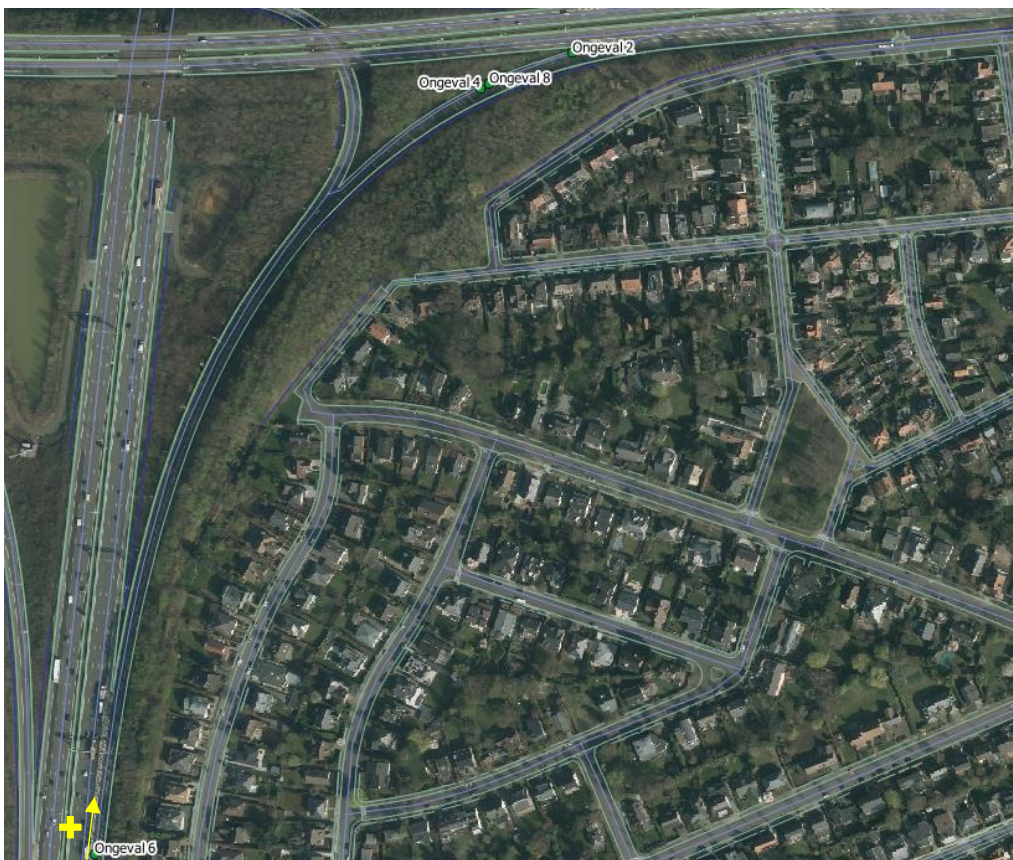
Ongeval 8 had één betrokken voertuig, een personenwagen in 2014. Dit ongeval was gelijkaardig aan ongeval 2 enkel met een personenwagen in de plaats van een motorfiets. De bestuurder reed volgens de gegevens aan een constante snelheid op een droog wegdek. Ondanks dit heeft de bestuurder de controle over zijn voertuig verloren. Hierna is de bestuurder uit de bocht geschoven naar links en tegen een hindernis terecht gekomen. De bestuurder heeft de bocht verkeerd ingeschat of de boogstraal was te scherp. Uit de gegevens blijkt bijkomend dat de bestuurder onder invloed was van alcohol, wat het rijvermogen drastisch kan hebben verminderd. De aanname is te zien in Figuur 0-49. Door deze omstandigheden is het ongeval niet toe te wijzen aan de voorrangregeling van de afrit die hier wordt onderzocht.



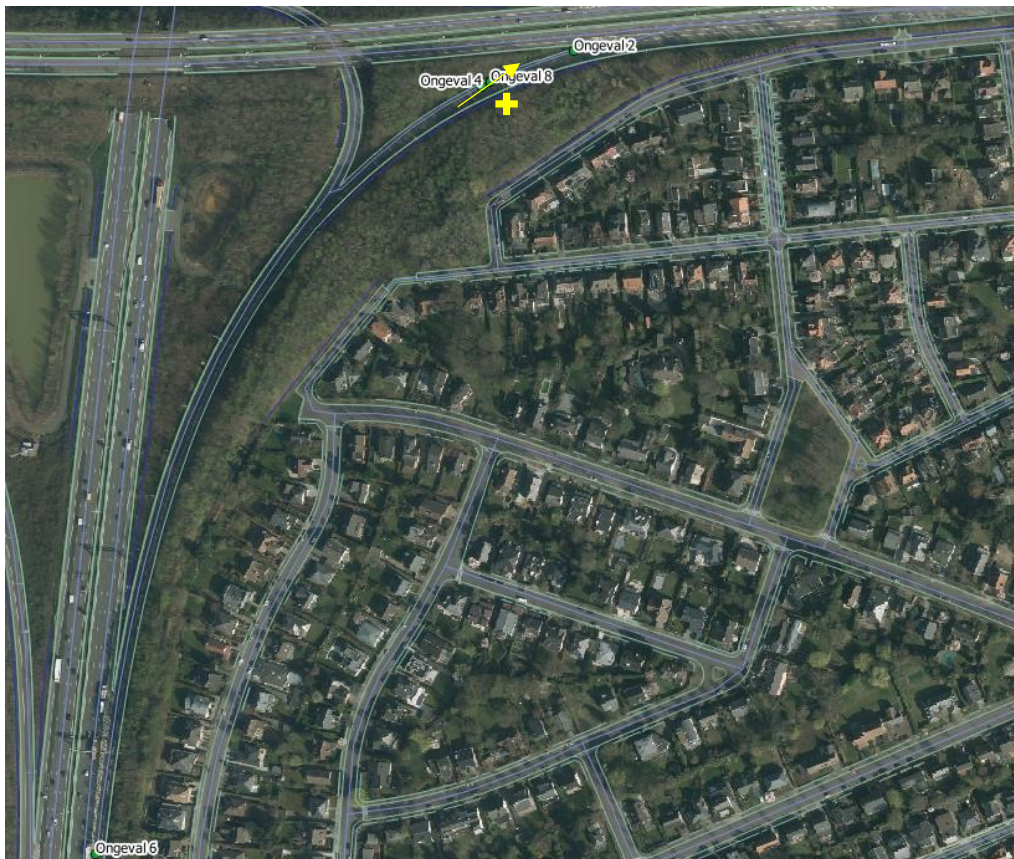
*Figuur 0-46: Ongeval 2 complex Wilrijk afrit Brussel-Antwerpen richting Mortsel Q-GIS*



*Figuur 0-47: Ongeval 4 complex Wilrijk afrit Brussel-Antwerpen richting Mortsel Q-GIS*



*Figuur 0-48: Ongeval 6 complex Wilrijk afrit Brussel-Antwerpen richting Mortsel Q-GIS*



*Figuur 0-49: Ongeval 8 complex Wilrijk afrit Brussel-Antwerpen richting Mortsel Q-GIS*

#### **B2.4 Complex Wervik (A19) x N58**

In Figuur 6-35 staan de ongevallen afgebeeld die op deze afrit hebben plaatsgevonden van 2010 tot en met 2016. Door middel van het gebruik van oude satellietbeelden blijkt dat er zich tijdens deze periode geen opmerkbare wijzigingen hebben voorgedaan inzake het ontwerp van de afrit. Uit deze afbeelding blijkt dat enkel ongeval 6 is gebeurd op of aan de afrit van de autosnelweg. Deze wordt enkel in de analyse behandeld.





*Figuur 0-50: Ongevallen complex Wervik afrit Ieper-Kortrijk Q-GIS*

Uit de detailgegevens blijkt dat bij ongeval 6 uit 2015 twee voertuigen waren betrokken. Een wagen reed aan een constante snelheid en de andere wagen had rechtsomkeer gemaakt op de weg en was in startende beweging. Samen met de positie valt af te leiden dat het voertuig dat van de afrit of onderliggende weg kwam afgereden de andere bestuurder niet had gezien of verkeerd had ingeschat. Ondanks dit gegeven is dit ongeval volledig de fout van de bestuurder die rechtsomkeer maakt, aangezien dit verboden is op deze locatie. Dit verbod is in het leven geroepen om zulke ongevallen te vermijden. De aanname is te zien in Figuur 0-51. Het ongeval is dus niet toe te schrijven aan de afrit die hier onderzocht wordt.



*Figuur 0-51: Ongeval 6 complex Wervik afrit Ieper-Kortrijk Q-GIS*

# Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:  
**Voorrangsregeling bij het verlaten van de snelweg**

Richting: **master in de industriële wetenschappen: bouwkunde**  
Jaar: **2018**

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,

**Hurkmans, Robin**

**Huygen, Jorn**

Datum: **2/06/2018**